

Université Toulouse III  
Faculté de Médecine Toulouse Rangueil  
Institut de Formation en Psychomotricité

Rééducation de la mémoire de travail non verbale  
chez un enfant présentant un TDA/H

Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Psychomotricienne

BARTHES Delphine

Juin 2008

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PARTIE THEORIQUE.....	3
I. La mémoire.....	4
A. Les différents types de mémoire .....	4
1. La mémoire sensorielle .....	6
2. La mémoire à court terme .....	6
3. La mémoire de travail .....	7
4. La mémoire à long terme .....	7
a. La mémoire déclarative.....	7
b. La mémoire procédurale.....	8
5. La mémoire motrice .....	8
B. Les principaux modèles de mémoire de travail.....	9
1. Le modèle de Baddeley .....	9
a. La boucle phonologique .....	9
b. L'ardoise visuo-spatiale (ou calepin visuo-spatial).....	10
c. L'administrateur central .....	10
2. Le modèle de Goldman-Rakic (1995).....	10
3. Le contrôle de l'activité : Norman et Shallice (1986).....	11
a. Le gestionnaire des priorités de déroulement.....	11
b. Système attentionnel superviseur ou SAS.....	11
c. Le système effecteur.....	12
II. Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H)....	12
A. Sémiologie.....	12
1. Le trouble de l'attention .....	13
2. L'impulsivité .....	13
3. L'hyperactivité motrice .....	13
B. Etiologies.....	13
1. Facteurs environnementaux.....	13
2. Facteurs neurologiques.....	14
3. Facteurs génétiques .....	14
C. Les thérapeutiques actuelles.....	15
1. Les chimiothérapies.....	15
2. Les interventions psychosociales .....	16
3. La rééducation psychomotrice .....	16
D. Les comorbidités .....	19
1. Troubles oppositionnels, troubles des conduites et personnalité antisociale .....	19
2. Anxiété et troubles de l'humeur .....	19
3. Trouble des apprentissages.....	20
4. Incoordination motrice .....	20

III. Le TDA/H et le trouble des fonctions exécutives .....	21
A. Notions générales .....	21
1. Les fonctions exécutives .....	21
2. L'inhibition comportementale.....	21
B. Le modèle hybride des fonctions exécutives par Barkley .....	22
1. Le TDAH expliqué par le modèle de Barkley.....	24
a. Inhiber la réponse automatique initiale à un événement .....	24
b. Stopper la réponse en cours, permettant un délai dans la décision de répondre ..	24
c. Protéger ce délai contre des perturbations par des stimuli compétitifs .....	25
2. La mémoire de travail non-verbale .....	26
3. L'internalisation du discours (mémoire de travail verbale) .....	26
4. L'autorégulation des affects .....	26
5. La reconstitution.....	27
6. Le contrôle moteur .....	28
IV. Le TDA/H et le déficit de la mémoire de travail .....	29
A. Les conséquences du déficit de mémoire de travail .....	29
1. Des fonctions rétrospective, prospective et d'anticipation diminuées .....	29
2. Une conscience de soi et des autres défectueuses .....	31
3. Un sens du temps diminué .....	32
4. Une organisation du comportement au cours du temps plus pauvre.....	33
5. Une imitation et un apprentissage vicariant diminués .....	34
B. La mémoire de travail, un élément clé dans le TDA/H ?.....	35
C. Entraînement de la mémoire de travail .....	36

PARTIE PRATIQUE .....	38
I. Présentation de l'enfant .....	39
A. Anamnèse .....	39
1. Histoire personnelle.....	39
2. Milieu familial.....	39
B. Bilan médical (août 2006).....	39
C. Bilan psychologique (septembre 2006).....	40
1. WISC IV :.....	40
2. Figure de Rey .....	40
3. Tour de Londres : .....	40
D. Bilan orthophonique (novembre 2005) .....	40
E. Bilan psychomoteur initial (novembre 2006).....	41
1. Evaluation rapide de l'écriture BHK.....	41
2. Test de Stroop.....	41
3. Nepsy : Attention et fonctions exécutives.....	41
4. Test des 2 barrages de Zazzo.....	41
F. Bilan d'évolution (avril 2007).....	42
1. Test de Stroop.....	42
2. Test des 2 barrages de Zazzo.....	42
3. Test des labyrinthes de Portéus .....	42
II. Présentation du Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant (TEA-Ch) ..	43
A. Cadre conceptuel.....	43
B. Présentation .....	44
C. Description des épreuves.....	45
1. Recherche dans le ciel .....	45
2. Coups de fusil.....	46
3. Les petits hommes verts .....	46
4. Faire deux choses à la fois.....	46
5. Carte géographique .....	47
6. Ecouter deux choses à la fois .....	47
7. Marche - Arrête .....	47
8. Mondes contraires .....	47
9. Transmission de codes .....	48
D. Qualités métriques.....	48
1. Validité convergente .....	48
2. Sensibilité.....	49
3. Fidélité test –retest .....	49
4. Conversion des notes brutes en pourcentages cumulés.....	50

III. Résultats de Chloé au test (Version A) .....	50
A. Comportement durant l'évaluation.....	50
B. Capacités attentionnelles et fonctions exécutives .....	51
1. Capacités d'attention sélective .....	51
2. Capacités d'attention soutenue.....	51
3. Capacités d'attention divisée.....	51
4. Capacités de contrôle attentionnel et de flexibilité mentale.....	52
C. Synthèse des résultats.....	52
IV. Présentation du protocole de rééducation .....	53
A. Les exercices .....	53
1. Synthèse de postures .....	53
2. Phrase gestuelle à rebours .....	55
3. Déplacements .....	55
V. Résultats de Chloé au retest (version B) .....	57
A. Comportement durant l'évaluation.....	57
B. Capacités attentionnelles et fonctions exécutives .....	57
1. Capacités d'attention sélective .....	57
2. Capacités d'attention soutenue.....	57
3. Capacités d'attention divisée.....	58
4. Capacités de contrôle attentionnel et de flexibilité mentale.....	59
C. Synthèse des résultats.....	60
D. Profil des capacités attentionnelles au TEA-Ch.....	61
VI. Discussion.....	61
CONCLUSION .....	63
Annexe 1 : critères du DSM IV pour le TDA/H .....	71
Annexe 2 : description des items à « Synthèse de postures » .....	74
Annexe 3 : Nombre de gestes par phrase selon les séances.....	75
Annexe 4 : Déplacements par trajet selon les séances .....	76

## INTRODUCTION

Le Trouble Déficit de l'Attention / Hyperactivité (TDA/H) est certainement le trouble infantile le plus étudié ces 50 dernières années. Certaines études font notamment état, chez les enfants atteints de ce trouble, d'un déficit avéré dans les fonctions exécutives parmi lesquelles la mémoire de travail tient une place essentielle.

Lors des premières séances de mon stage, j'ai pu constater à quel point les problèmes d'attention de ces enfants affectaient la qualité et le temps d'exécution de certaines tâches. J'ai alors remarqué que les coupures attentives n'avaient pas pour seule conséquence le ralentissement de leur travail. Lorsqu'ils se concentraient à nouveau, ils avaient oublié les étapes déjà effectuées ou les solutions déjà testées, ce qui entraînait des vérifications répétées et des persévérations.

J'ai donc pris conscience de l'importance de la mémoire de travail pour mener à bien de nombreuses tâches, ainsi que pour faire face aux problèmes rencontrés dans un environnement en constante évolution. Cette habileté consiste en effet à maintenir les informations nécessaires à l'esprit pendant l'exécution d'une tâche. Elle permet de se rappeler le but, d'anticiper les étapes pour l'atteindre et d'imiter des comportements nouveaux et complexes chez les autres. Or, toutes ces habiletés sont déficientes chez les enfants atteints d'un TDA/H. En agissant sur ces capacités, le psychomotricien peut sans doute compléter les moyens d'intervention déjà existant auprès des enfants impulsifs et inattentifs.

Les objectifs de ce mémoire sont de déterminer si une amélioration des capacités de mémoire de travail est susceptible de favoriser la focalisation de l'attention sur les stimuli pertinents, d'augmenter les facultés d'inhibition de réponse, et de faciliter le contrôle de l'action.

Puisque ces enfants ont des difficultés dans la gestion de l'effort, nous faisons l'hypothèse qu'une mémoire de travail plus performante diminuera les ressources nécessaires à mobiliser pour répondre à une tâche donnée.

Bien entendu, il est très difficile de proposer une prise en charge qui porte de façon certaine uniquement sur la mémoire de travail et qui n'implique aucune autre capacité. C'est pourquoi, dans le but de susciter l'adhésion de l'enfant, nous avons proposé des activités qui nécessitent de réaliser des traitements visuospatiaux.

D'autre part, nous espérons que le fait de pratiquer des exercices de mémoire de travail basés sur la modalité motrice mènera à un contrôle comportemental plus performant.

Après avoir situé la mémoire de travail parmi les différents types de mémoire, nous exposerons l'état des connaissances actuel sur le TDA/H ainsi que les traitements efficaces. Nous tenterons par la suite de définir dans quelle mesure le déficit des fonctions exécutives et plus particulièrement de la mémoire de travail altère de nombreuses fonctions essentielles à un comportement adapté. Puis nous soulignerons l'intérêt de rééduquer la mémoire de travail afin d'atténuer les symptômes du TDA/H. Enfin, nous présenterons les exercices proposés en psychomotricité ainsi que les moyens d'évaluation de ce protocole à cas unique.

# **PARTIE THEORIQUE**



## **I. La mémoire**

La mémoire recèle notre histoire personnelle, nos savoirs et savoirs-faire. C'est la capacité à retenir, conserver et rappeler des informations antérieures. Cette fonction fait donc appel à trois mécanismes: l'encodage, la rétention, et la récupération.

- L'encodage est un processus qui transforme un événement ou un fait en une trace mnésique. L'acquisition de nouvelles informations est facilitée par un traitement profond, ou sémantique plutôt que par un traitement superficiel, structural ou perceptif. L'encodage est également facilité si l'on regroupe les informations entre elles afin de les classer, et si l'on fait des liens entre ces nouvelles informations et celles qui sont déjà acquises.

- La rétention (ou le stockage) est le maintien de la trace mnésique. Celle-ci est consolidée par sa réactivation répétée, ou par son réapprentissage.

- La récupération est le rappel du souvenir. Il peut être fait de façon stratégique (volontaire) ou associative (involontaire). Pour faciliter la restitution, on peut faire appel au contexte d'acquisition. Parfois, la présentation d'indices est nécessaire.

L'étude de patients amnésiques a permis de reconnaître que la mémoire n'est pas une fonction unique, mais une structure composée de plusieurs systèmes.

### **A. Les différents types de mémoire**

La mémoire ne fonctionne pas de façon unique. Elle est sollicitée de façon spécifique selon le type d'information à retenir ou à restituer. On envisage donc différentes formes de mémoire. Cependant, chacune de ces mémoires ne travaille pas de manière isolée, ce sont leurs connections qui sous-tendent la multiplicité et la complexité de nos activités cérébrales.

La figure 1 est une tentative de regroupement des principales théories de la mémoire. Elle représente actuellement la manière la plus consensuelle de concevoir cette faculté complexe. Il y figure également les principaux processus qui entrent en jeu dans la mémoire. Même si elle ne reflète pas fidèlement la réalité, elle présente l'avantage de faciliter la compréhension du fonctionnement et du lien entre les différents composants. Dans les pages qui suivent, nous détaillerons chaque type de mémoire en commençant par ceux dont la conservation des informations est la plus éphémère.

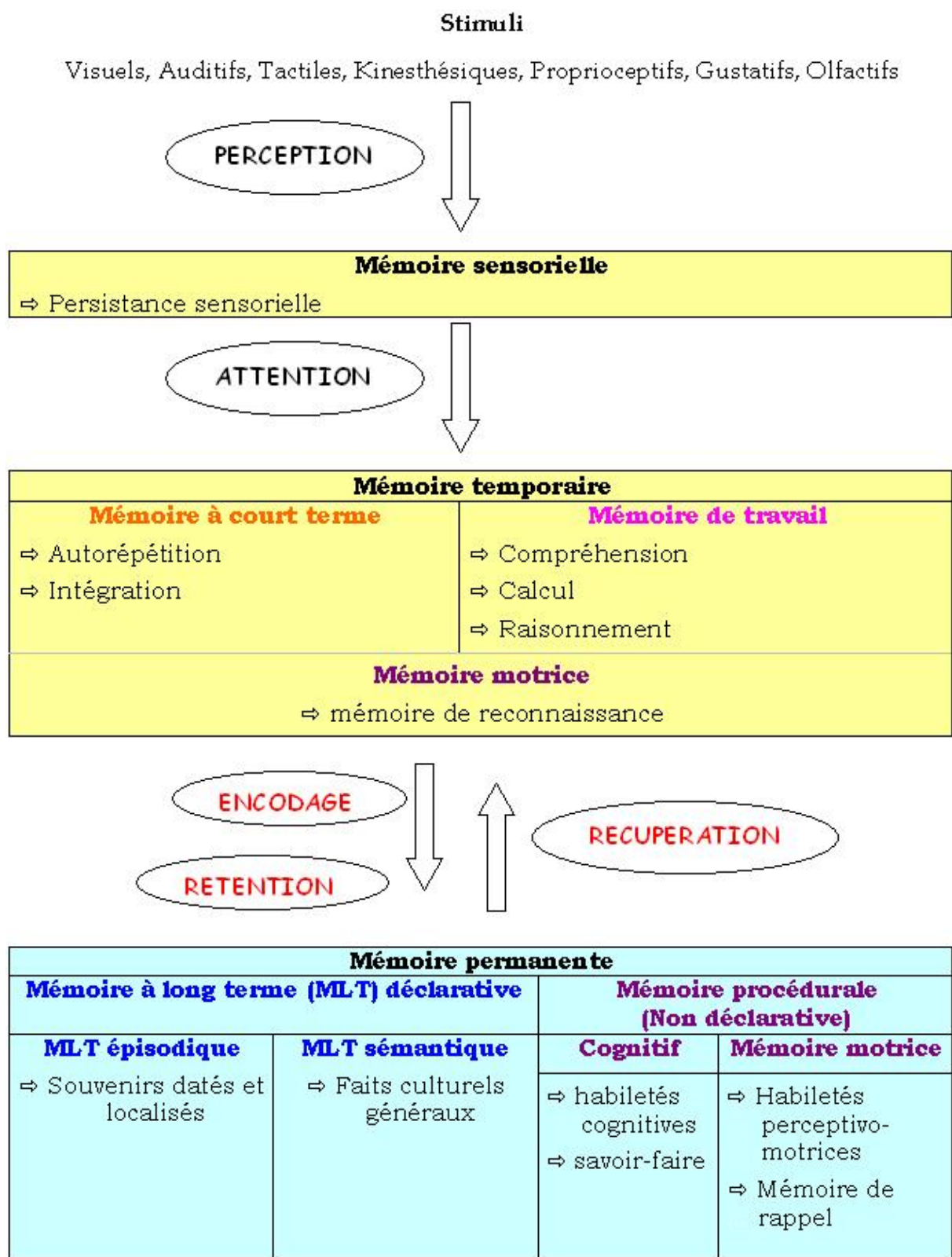


Figure 1: Les différents types de mémoires.

## 1. La mémoire sensorielle

Elle maintient très brièvement les informations apportées par les organes des sens. Intégrée au processus de perception, cette étape est préalable au stockage transitoire de la mémoire à court terme. On peut distinguer :

⇒ La mémoire iconique:

C'est la persistance visuelle, sa durée est d'environ 300 millisecondes.

⇒ La mémoire échoïque:

D'une durée de quelques secondes, la persistance auditive prolonge le stimulus, et permet son analyse.

⇒ La mémoire haptique:

Elle concerne les perceptions tactiles.

Afin que les stimuli soient pris en compte par des systèmes de stockage de plus longue durée, il faut que l'attention soit portée sur ces stimuli. L'attention est un processus par lequel une information est sélectionnée parmi l'ensemble des informations apportées par les sens.

## 2. La mémoire à court terme

Elle permet de conserver un nombre limité d'informations pendant une durée assez brève de quelques secondes à quelques minutes. Sa capacité est généralement mesurée grâce à la technique de l'empan. Cette procédure consiste à présenter à un sujet une liste d'items (le plus souvent des chiffres) et à lui demander de répéter cette liste dans l'ordre. L'empan du sujet correspond au nombre maximum d'items répétés correctement. Un empan normal est de l'ordre de 7 chiffres plus ou moins 2. La mémoire à court terme possède une capacité de stockage limitée, mais des temps d'acquisition et de récupération rapides.

Atkinson et Shiffrin (1968) ont proposé un modèle théorique de la mémoire humaine qui montre la mémoire à court terme comme un espace mental à capacité limitée de stockage où convergent les informations perceptives qu'elles soient de nature visuelle, acoustique, haptique ou olfactive. Dans un second temps, les informations peuvent être transférées en mémoire à long terme par des procédés d'autorépétition ou d'intégration. Ce dernier consiste à utiliser l'encodage sémantique en associant l'information nouvelle à une autre déjà connue.

### 3. La mémoire de travail

Baddeley (1993) propose de substituer le terme de «mémoire de travail» à celui de «mémoire à court terme». Il pense que la mémoire à court terme n'est pas simplement un module passif où transitent des stimuli. Ce nouveau terme rend ainsi compte du fait que ce type de stockage nécessite plusieurs processus de traitement de l'information.

La mémoire de travail est un système dont le rôle est la manipulation des éléments temporairement stockés. Elle est impliquée dans des tâches cognitives telles que la compréhension, l'apprentissage, le calcul. On parle de mémoire de travail quand la tâche sollicite un traitement mental des informations que l'on retient momentanément en mémoire à court terme.

### 4. La mémoire à long terme

A l'inverse de la mémoire à court terme, la mémoire à long terme possède une énorme capacité et tend à être lente pour enregistrer et récupérer une nouvelle information. Elle permet de conserver les connaissances de façon permanente, ou du moins pendant quelques jours, quelques mois, quelques années. Cependant, même cette forme de mémoire est dynamique et en perpétuelle évolution. Les traces mnésiques résulteraient d'une intégration intermodale entre les réseaux neuronaux responsables des composants moteurs, des états émotionnels et des composants sensoriels.

On distingue deux grands types de mémoire à long terme: la mémoire déclarative et la mémoire procédurale.

#### a. La mémoire déclarative

Elle concerne des représentations de faits ou d'évènements décrits et évoqués par le langage. Certains auteurs l'assimilent à la mémoire explicite, car elle permet d'apprendre et de rappeler consciemment les faits. Tulving et Schacter (1990) proposent une distinction conceptuelle entre la mémoire épisodique et la mémoire sémantique :

⇒ La mémoire épisodique renvoie au stockage d'informations sous forme événementielle, elle implique non seulement la représentation de ce qui s'est passé, mais également celle du contexte de l'encodage. C'est la mémoire de l'expérience personnelle. Les évènements ne sont pas revécus, mais reconstruits. C'est pourquoi, les épisodes du passé peuvent parfois être déformés. Les souvenirs sont habituellement mieux retrouvés dès lors qu'ils ont été vécus dans un contexte émotionnel marqué.

⇒ La mémoire sémantique, à l’opposé, ne fait pas référence à un contexte particulier d’acquisition. Elle concerne nos connaissances générales (culturelles), linguistiques (nom, sens des mots, orthographe) et certaines informations personnelles. Elle fonctionne par des concepts objectifs, c’est pourquoi elle est plus fiable et plus solide que la mémoire épisodique.

b. La mémoire procédurale

Ce sont des souvenirs non verbalisables, comme les habiletés motrices ou les gestes habituels. La mémoire procédurale peut de même se référer à des compétences conceptuelles et cognitives. Ces savoir-faire appris ont été souvent répétés et sont devenus automatiques. Leur utilisation peut même être inconsciente, c’est pourquoi certains la qualifient de mémoire implicite. Celle-ci est souvent conservée chez les amnésiques comme l’atteste la préservation des apprentissages perceptivo-moteurs. Mais la mémoire implicite suppose aussi des aptitudes cognitives comme le rappel de listes de mots en condition d’amorçage phonologique. Schacter (1999) a montré que des patients amnésiques, incapables de rappeler, ni de reconnaître des mots présentés quelques instants plus tôt, pouvaient compléter correctement l’un des ses mots si on leur donnait la première syllabe (cha...meau ; car...otte).

5. La mémoire motrice

Elle est souvent assimilée à la mémoire procédurale car elle résulte d’une activité produite par le sujet et non pas uniquement d’informations obtenues par des stimuli extérieurs. Elle combine une origine motrice active et une origine sensorielle, mais les chercheurs ignorent toujours si nous conservons en mémoire le programme moteur lui-même, les sensations résultantes ou leur combinaison. Selon Rigal (2002), ce sont les copies d’efférences motrices, qui correspondent à une version des programmes moteurs, qui sont enregistrés dans la mémoire. En effet, les sensations servent à confirmer ou à construire le programme d’action en le raffinant, en l’ajustant aux exigences de la situation. Elles ne constituent pas la base de l’acte moteur.

La mémoire motrice, comme la mémoire déclarative, serait séparée en deux fonctions (Schmidt, 1988):

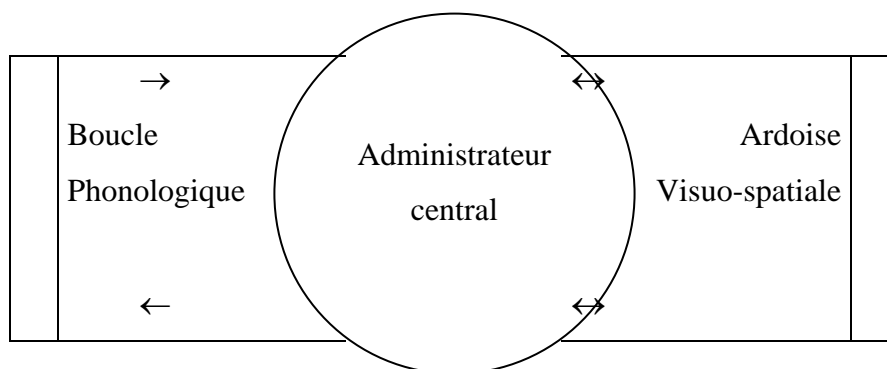
- La mémoire de rappel (ou à long terme) contiendrait le programme moteur. Il s’agit d’un ensemble complexe intégrant les conditions initiales dans lesquelles se déroule l’action, les paramètres de la réponse, et ses résultats.

- La mémoire de reconnaissance (perceptive ou à court terme) regroupe les informations liées à la dernière exécution du programme et contenues dans les afférences intrinsèques et extrinsèques (liées à la connaissance des résultats). En ce qui concerne la récupération, l'information motrice est immédiatement accessible de façon très fiable, mais inconsciente. Ainsi, nous agissons sans avoir l'impression de tout préparer avant. Le contrôle de l'action suscite largement l'activation de la mémoire de travail qui coordonne les programmes mémorisés aux circonstances présentes. Il est aussi fort probable que des unités de mémoire motrice portant sur l'une des caractéristiques du mouvement peuvent être recombinaées pratiquement instantanément pour produire un nouveau mouvement.

## B. Les principaux modèles de mémoire de travail

### 1. Le modèle de Baddeley

Baddeley et Hitch, en 1974 ont imaginé un modèle à trois composantes:



*Figure 2: Le modèle de la mémoire de travail de Baddeley, A. (1993)*

#### a. La boucle phonologique

Elle prend en compte l'importance du codage du langage dans la mémoire de travail. Elle comporte deux composantes :

- une unité de stockage phonologique capable de contenir les informations provenant du langage
- un processus de contrôle articulatoire reposant sur le langage intérieur.

Les traces mnésiques contenues dans l'unité de stockage phonologique sont supposées s'effacer et devenir irrécupérables au bout d'une seconde et demie à deux secondes. On peut

pendant rafraîchir ces traces par un procédé de lecture fourni par le processus de contrôle articulaire qui le renvoie alors dans l'unité de stockage. Le processus de contrôle articulaire est donc capable de prendre un élément écrit, de le convertir en un code phonologique, et de l'enregistrer dans l'unité de stockage phonologique. Ce processus est à la base de l'autorépétition subvocale.

b. L'ardoise visuo-spatiale (ou calepin visuo-spatial)

Elle peut être approvisionnée soit directement par la perception visuelle, soit indirectement par la formation d'une image mentale. Le calepin visuo-spatial nous sert à résoudre des problèmes d'ordre visuel et spatial, comme s'orienter dans l'espace en suivant un itinéraire à l'aide d'un plan. C'est également lui qui est responsable de nos capacités de transformation et de rotation des images mentales. Nous pouvons enfin explorer et décrire un objet ou un lieu représentés mentalement.

c. L'administrateur central

C'est un système de contrôle de l'attention qui supervise et coordonne les deux systèmes esclaves (la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial). Par certains côtés, l'administrateur central fonctionne davantage comme un système attentionnel que comme une unité de stockage mnésique. En effet, il contrôle et répartit la concentration, et décide d'une stratégie en vue d'accomplir une tâche mentale particulière. Les chercheurs testent les performances de l'administrateur central au moyen de l'exécution de doubles tâches.

2. Le modèle de Goldman-Rakic (1995)

Pour cet auteur, il n'y a pas seulement un calepin visuo-spatial et une boucle phonologique, comme Baddeley le propose, mais il existe aussi des formes olfactive, gustative, auditive, tactile, proprioceptive et kinesthésique de mémoire de travail. Il y aurait en outre des combinaisons possibles de ces modalités permettant au comportement sensoriel une intégration trans-modale. Même si elles sont dissociables, ces diverses formes de sensibilités dirigées vers soi sont susceptibles d'intervenir simultanément à des degrés variés en fonction de la demande de la tâche. Il est difficile de concevoir que nous recrutons exclusivement une forme de mémoire de travail dans une tâche donnée. Nous réactivons et maintenons les représentations des sensations initiales à travers toutes ces modalités.

### 3. Le contrôle de l'activité : Norman et Shallice (1986)

Le modèle de Norman et Shallice s'inspire du fonctionnement de l'administrateur central de la mémoire de travail. Il rend compte du fait que deux activités en cours peuvent entrer en conflit. Contrairement à l'exécution simultanée de deux tâches automatisées, la réalisation de certaines tâches cause des interférences entre elles. Il faut alors choisir entre ses deux activités. Pour Norman et Shallice, les décisions prises à ce niveau sont sous la dépendance d'un processus relativement automatique: le gestionnaire des priorités de déroulement.

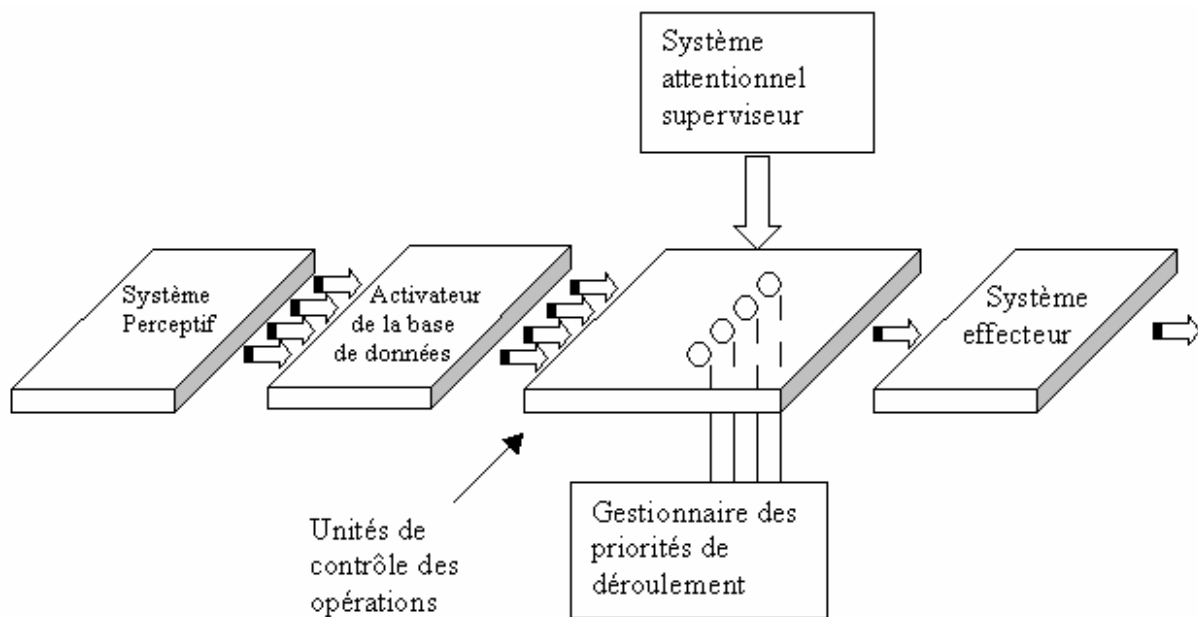


Figure3: *Modèle de contrôle de l'action de Norman, D. A. et Shallice, T. (1986)*

#### a. Le gestionnaire des priorités de déroulement

Il contrôle les séquences d'action activées dans une situation donnée. Il intervient aussi dans la résolution de conflit en choisissant les schèmes d'action les plus pertinents. Ces derniers processus relèvent d'automatismes sans contrôle volontaire.

#### b. Système attentionnel superviseur ou SAS

Norman et Shallice introduisent dans leur système un deuxième composant qu'ils assimilent à l'intervention de la volonté du sujet, appelé système attentionnel superviseur. Le SAS peut interrompre ou modifier le comportement en cours. Il intervient en manipulant systématiquement la probabilité d'occurrence des activités concernées, de manière à rendre



une ligne d'action plus probable que les autres. Ce système est nécessaire à la planification de situations complexes.

c. Le système effecteur

Enfin, le système effecteur renvoie aux unités de traitement spécialisé impliquées dans le déroulement des opérations mentales ou des actions.

Shallice (1982) propose que le contrôle de l'action corresponde au recrutement d'un élément majeur du cerveau : le cortex préfrontal. Il suppose que les patients frontaux sont sujets à un trouble dans le fonctionnement du SAS. La conséquence est qu'une fois un programme d'action adopté, il continue à se dérouler, le patient ayant perdu la capacité à interrompre ou à modifier l'activité en cours. On comprend mieux la tendance de ces patients à persévérer sur la base de l'activité en cours et leurs difficultés de planification. Cependant, si aucun programme d'action n'est déclenché, c'est à dire en l'absence d'une intervention du SAS, le système restera inerte ou plutôt aura tendance à être capturé par tout stimulus survenant dans l'environnement, donnant naissance à un comportement distrait.

Si l'on se réfère aux principaux modèles de mémoire de travail, il semble donc que cette dernière soit en lien étroit avec l'attention. D'après Baddeley, le contrôle de l'attention (ou administrateur central) est une fonction essentielle de la mémoire de travail. De même, Norman et Shallice (1986) accordent une place prépondérante à l'attention dans leur modèle de mémoire de travail par le biais du système attentionnel superviseur. Ainsi, il est possible que les dysfonctionnements de l'attention et de la mémoire de travail soient imbriqués dans plusieurs pathologies, comme dans le trouble déficit de l'attention / hyperactivité.

## **II. Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H)**

### **A. Sémiologie**

Selon le DSM-IV (1996), le diagnostic de TDA/H repose sur la présence d'une triade symptomatique composée d'un déficit d'attention, d'une impulsivité et d'une hyperactivité. (voir annexe 1)

### 1. Le trouble de l'attention

Le manque d'attention soutenue dans les tâches répétitives est l'élément central du syndrome. Il est illustré par une difficulté à se concentrer, une distractibilité quasi-constante qui indispose parents et enseignants: l'enfant paraît ne pas écouter ne termine pas ce qu'il entreprend, et perd régulièrement ses objets de travail. Cela a des conséquences péjoratives sur son rendement scolaire. Ces enfants ont souvent tendance à éviter les activités qui exigent de l'organisation ou une attention soutenue et à persister moins longtemps dans la réalisation d'une tâche qui demande un effort intellectuel. Ils ont du mal à se remettre à une activité une fois qu'ils l'ont interrompue.

### 2. L'impulsivité

Elle est définie comme le besoin impérieux d'accomplir un acte. Responsable du rejet de l'enfant par son entourage, elle le gêne dans son fonctionnement moteur (impatience, brusquerie) et son développement cognitif (difficulté à anticiper les conséquences de ses actes). Les enfants impulsifs sont incapables d'attendre leur tour se précipitent pour répondre, interrompent les discours, sont gênés dans l'organisation de leur travail, par l'absence de stratégie et de planification.

### 3. L'hyperactivité motrice

Elle fait état d'enfants en perpétuel mouvement, incapables de tenir en place, avec une activité globale désorganisée, non constructive. Ils sont souvent incapables de rester assis à une table de travail, se balançant sur leur chaise, et prenant fréquemment des risques. On trouve souvent ces éléments dans la sphère scolaire par des remarques concernant la discipline et l'agitation. L'hyperactivité n'est pas une simple suractivité car elle n'est pas productive et se manifeste indépendamment des situations.

## **B. Etiologies**

### 1. Facteurs environnementaux

Dans une étude longitudinale et prospective, Carlson et ses collaborateurs (1995) ont examiné différents indices relevés à la naissance et dans la petite enfance susceptibles de prédire l'apparition du trouble. Les résultats de cette étude prospective et longitudinale ont montré l'importance du contexte familial à la naissance de l'enfant dans l'émergence de comportements inattentifs et hyperactifs au cours de la petite enfance. Les principales

variables corrélées avec les symptômes du TDA/H seraient le statut matrimonial du parent à la naissance, le statut socio-économique faible, et la sur-stimulation parentale. Cependant, l'apparition et la persistance de tels symptômes aux alentours de 7 ans semblent dépendre de la combinaison de facteurs endogènes (distractibilité précoce de l'enfant) et exogènes (caractère intrusif des soins et des interactions mère - enfant). Ainsi, sans être les seules véritables causes de ce syndrome, certaines variables environnementales constituent des signes prédictifs du comportement hyperactif. Il est possible que des prédispositions innées soient exacerbées dans certains contextes familiaux défavorables.

## 2. Facteurs neurologiques

Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, les chercheurs ont noté des similarités entre les symptômes du TDA/H et ceux produits par des lésions des lobes frontaux et plus précisément du cortex préfrontal. Les personnes ayant subi un traumatisme des régions préfrontales souffrent de déficit de l'attention soutenue, de l'inhibition, de la régulation des émotions, de la motivation, et de la capacité à organiser leurs actions au cours du temps. Les performances déficitaires des personnes qui ont un TDA/H dans des tests neuropsychologiques sont associées aux fonctions des lobes préfrontaux comme l'inhibition, la persévération, la planification, la mémoire de travail, le contrôle moteur et la fluence verbale. Ces nombreux résultats soutiennent l'hypothèse de l'origine neuropsychologique du TDA/H.

## 3. Facteurs génétiques

Jusqu'à présent, aucune étude n'a pu apporter de preuves impliquant une anomalie chromosomique chez les enfants présentant un TDA/H. Cependant, il apparaît que l'hérédité est un facteur étiologique prépondérant dans l'apparition du syndrome. Les recherches montrent qu'entre 10% et 35% des membres de la famille immédiate des enfants avec TDA/H sont susceptibles de présenter le même trouble. Le risque pour la fratrie est d'environ 32% (Faraone, 1993). Gillis et al (1992) ont découvert que si un jumeau était diagnostiqué comme TDAH, la concordance pour le trouble était de 81% chez les jumeaux monozygotes, et de 29% chez les dizygotes. Selon une étude de Kuntsi et Stevenson (2001) évaluant l'hyperactivité de jumeaux avec l'échelle de Connors, l'héritabilité est estimée à 71% les réponses des parents, et à 57% d'après celles des enseignants. Les données montrent que le comportement hyperactif et l'altération cognitive partagent des facteurs génétiques communs pour la tâche d'inhibition de réponse (stop task).

## C. Les thérapeutiques actuelles

Des études ont mesuré leurs effets à court et à moyen terme, en prenant en compte leur application isolée ou combinée. Hechtman *et coll.* (2004), montrent une efficacité supérieure d'un traitement combinant les thérapies cognitivo-comportementales et les traitements médicamenteux.

### 1. Les chimiothérapies

Elles ne sont combinées aux prises en charge qu'en cas d'échec de celles-ci ou de formes sévères de TDA/H.

➤ Les psychostimulants constituent le traitement médicamenteux de première instance. Ils procurent une amélioration qui porte sur les trois domaines moteur, social et cognitif. Ils agissent en inhibant la recapture de la dopamine et de la noradréline.

Les sels d'amphétamines sont commercialisés aux Etats-Unis et au Canada. Cependant, la commercialisation de ce médicament a été suspendue au Canada en 2005 à cause de l'association possible des sels d'amphétamines à un risque accru de mort subite, de décès liés à des troubles cardiaques ainsi que d'accidents vasculaires cérébraux chez des enfants et des adultes prenant des doses recommandées. En raison du manque de preuves attestant de cette association, ce médicament a été réintroduit sur le marché canadien.

En France, seul le méthylphénidate dispose d'une autorisation de mise sur le marché pour le TDA/H à partir de l'âge de 6 ans. Il s'agit d'un dérivé amphétaminique. Il doit être prescrit sur une ordonnance sécurisée pour une durée limitée à 28 jours. Dans l'ensemble, la tolérance à court terme est satisfaisante. Les effets indésirables sont peu nombreux et souvent proportionnels à la dose. Les plus fréquents sont une insomnie d'endormissement, une diminution de l'appétit au déjeuner, une irritabilité, des douleurs abdominales et des céphalées. Aucun phénomène de dépendance au méthylphénidate chez les adolescents traités pour un TDA/H n'a été repéré. Bien que ce trouble représente la moitié des consultations en pédopsychiatrie, il semble que la grande majorité des psychiatres et des pédiatres ne pose pas le diagnostic de TDA/H. En outre, sur 10 enfants dont le trouble est reconnu, seulement 1 reçoit le traitement par méthylphénidate (Debroise 2004).

➤ En seconde instance, des antidépresseurs - en cas de comorbidité avec des troubles affectifs - ou des neuroleptiques - en cas de comportements agressifs associés au TDA/H - sont parfois

prescrits. Lors d'apparition d'effets indésirables du méthylphénidate, il est également nécessaire de remplacer ce traitement par un autre.

➤ L'atomoxétine est un médicament non-stimulant qui agit en inhibant la recapture de la noradrénaline (qui joue un rôle dans l'attention, l'apprentissage, le sommeil, le rêve et les émotions). Il est prescrit au Etats-Unis et au Canada. Somnolence, nausées, vomissement, perte d'appétit sont les effets indésirables principaux de ce traitement. Des analyses ont montré de très rares cas de dépressions et de suicides chez les patients prenant ce traitement.

## 2. Les interventions psychosociales

Elles réunissent toutes les actions psychothérapeutiques, sociales et éducatives conduites en individuel ou en groupe, auprès des parents et des enfants. Ces interventions font principalement appel aux techniques cognitives et comportementales. Elles regroupent un ensemble de stratégies faisant appel aux méthodes d'extinction - renforcement, de résolution de problème, d'affirmation de soi et aux techniques neurocognitives. Elles sont aussi destinées aux parents au moyen d'un programme d'entraînement dans le but d'accroître leur habileté à gérer les comportements non conformes de leur enfant, et à y répondre de façon appropriée.

En parallèle, dans le cadre scolaire, des approches éducatives destinées aux enseignants peuvent être mises en place. Elles reposent sur trois axes: l'aménagement matériel et pédagogique de la classe, un enseignement académique spécialisé et individualisé, et des techniques de gestion du comportement. Parmi celles-ci, on peut citer l'aide apportée par l'enseignant pour que l'élève anticipe les phases d'apprentissage, et reste concentré sur les tâches scolaires en décomposant les leçons en séquences de courte durée. L'apprentissage de l'autocorrection, la prévention des débordements lors des périodes de transition ainsi que l'entraînement aux habiletés d'organisation, de planification et de gestion du temps sont autant de points développés et appliqués dans le quotidien.

## 3. La rééducation psychomotrice

Actuellement, les axes de la rééducation psychomotrice reposent sur le modèle de Barkley (1997) selon lequel le déficit central dans le TDA/H est le défaut d'inhibition comportementale. Ce déficit a des répercussions sur quatre fonctions exécutives: la mémoire de travail non verbale, l'internalisation du langage, l'autorégulation des motivations et de l'éveil, la reconstitution ou capacité à organiser des éléments de manière originale. Les

dysfonctionnements des fonctions exécutives entraînent à leur tour un défaut de l'organisation et du contrôle moteur.

Marquet-Doléac, Soppelsa & Albaret (2005) ont proposé un ensemble de techniques de rééducation du Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité. Selon eux, afin que l'enfant puisse mobiliser les fonctions sous-jacentes à tout apprentissage, il est important de suivre une certaine chronologie :

Tout d'abord, pour que l'activité se mette en route, il est nécessaire de proposer à l'enfant des activités ludiques et attractives. Ces conditions stimulantes d'apprentissage créent la « motivation initiale ». Ensuite, pour que l'enfant poursuive et achève l'activité, on peut appliquer plusieurs principes comme les renforcements positifs immédiats et continus, le choix d'une activité après le travail ou l'économie de jetons. En effet, l'enfant impulsif est sensible aux récompenses immédiates.

Ensuite, on s'attache à ce que l'enfant améliore ses capacités d'observation. Le psychomotricien peut proposer des exercices de poursuite visuelle et de recherche d'objets.

Par la suite, l'enfant développe ses capacités de sélection de l'information pertinente. Pour cela, il effectue des jeux de recherches d'indices – avec ou sans modèle – parmi des éléments distracteurs.

Les enfants porteurs d'un TDA/H ont des difficultés à générer des idées originales comme par exemple pour résoudre un problème. Il est donc impératif de multiplier leurs expériences de ce genre de situation, afin qu'ils puissent généraliser leurs acquis aux problèmes qu'ils rencontreront par la suite.

Un dernier principe qui aide l'enfant à apprendre, consiste à lui demander quelle est sa perception du travail fourni. La vérification et l'évaluation de sa production est une étape importante vers la détermination d'un but à atteindre et la planification des étapes pour y accéder.

L'acquisition de ces pré requis à l'apprentissage est le substrat sur lequel s'inscrira le travail sur le contrôle.

D'une part, l'apprentissage de l'inhibition comportementale s'établit dans le domaine du langage. Le psychomotricien s'emploie à favoriser l'utilisation du soliloque comme médiateur au niveau cognitif et comme régulateur au niveau comportemental. De plus, il induit chez l'enfant les notions de délai de réponse, d'inhibition de réponse, de réponse inverse.

D'autre part, les enfants atteints d'un TDA/H ont des difficultés à relier entre eux les événements qu'ils vivent actuellement avec leurs conséquences lorsque celles-ci sont largement différées. Cela est dû à plusieurs dysfonctionnements :

- Ils se laissent facilement happer par des stimuli extérieurs qui entraînent une réponse immédiate de leur part. Leur comportement est dirigé par le milieu, et non pas par l'anticipation des conséquences de leurs actes.
- Ils ont des difficultés de perception subjective du temps.
- La projection dans le temps nécessite de visualiser les objectifs et les bénéfices probables et de les maintenir durant un moment. Or, ces enfants ont un déficit en mémoire de travail non verbale, ce qui implique des difficultés à réaliser ce genre d'opérations.
- Du fait de leur déficit en mémoire de travail, ils ont du mal à retenir toutes les informations inhérentes à un problème. Pour le résoudre, il faut en effet envisager à la fois le but final, les différentes étapes, et la comparaison entre les états obtenus et ceux qui sont attendus.

Le psychomotricien peut remédier à cela par des références à une horloge avancée manuellement à chaque changement d'activité au cours de la séance. Cela permet à l'enfant de prendre conscience de la dimension temporelle des activités. On peut également faire estimer à l'enfant la durée d'une tâche et lui allouer des renforcements positifs si celle-ci est exécutée dans les temps impartis.

En outre, il faut apprendre à l'enfant à adapter sa vitesse de travail aux exigences de l'épreuve, et à améliorer la souplesse de son rythme. Il faut l'inciter à aller vite quand c'est nécessaire, mais aussi à s'arrêter pour regarder et réfléchir avant de repartir.

Par ailleurs, la rééducation consiste à amplifier les capacités d'organisation de l'enfant. Pour cela, la planification, la résistance aux distracteurs grâce au soliloque, l'automatisation de procédures pour libérer la charge attentionnelle, la vérification et la flexibilité mentale sont travaillées.

Les différentes formes de traitement du TDA/H présentent un intérêt et une efficacité avérés. Cependant, l'étude du Multimodal Treatment Study of ADHD (MTA cooperative group, 1999) a démontré des taux de réussite différents selon les modalités de traitement. La réussite était définie comme l'amélioration des comportements des participants, tels qu'ils sont évalués par les parents et les enseignants, de façon à se situer après le traitement à l'intérieur des valeurs délimitant la « normalité ». L'efficacité a été estimée à 25% de réussite pour le

traitement habituel disponible dans la communauté, 34% pour une thérapie comportementale intensive, 56% pour la médication accompagnée d'un suivi thérapeutique, et 68% pour le traitement combiné. Ce dernier, composé d'une médication psychostimulante accompagnée d'un suivi thérapeutique et d'une thérapie comportementale intensive à l'école et à la maison, présente l'avantage de réduire à long terme (plus de 4 mois) les symptômes liés au TDA/H.

#### **D. Les comorbidités**

Les individus diagnostiqués TDA/H souffrent souvent d'une ou de plusieurs autres pathologies. Pas moins de 87% de ces personnes pourraient avoir au moins une pathologie associée. Les troubles qui sont susceptibles de s'ajouter au TDA/H ont été répertoriés par Barkley (2003).

##### 1. Troubles oppositionnels, troubles des conduites et personnalité antisociale

Le trouble le plus souvent associé au TDA/H est le trouble oppositionnel avec provocation. Les études montrent qu'entre 54% et 67% des enfants avec TDA/H remplissent les critères pour un diagnostic de trouble oppositionnel. Ce dernier est un précurseur fréquent du trouble des conduites qui survient plus tardivement. Ainsi, la co-occurrence du trouble des conduites avec le TDA/H est de 20 à 50% dans l'enfance et atteint 44 à 45% dans l'adolescence. A l'âge adulte, 26% d'entre eux auront toujours un trouble oppositionnel, tandis que 12 à 21% seront qualifiés de personnalité antisociale. Cela pourrait être dû à un problème pour gérer leurs émotions négatives. Des études impliquant des jumeaux ont mis en évidence des facteurs génétiques communs que le TDA/H partagerait avec le trouble oppositionnel ainsi qu'avec le trouble des conduites.

En outre, la co-existence de TDA/H et de trouble des conduites ou de personnalité antisociale est l'un des principaux facteurs prédisposant à l'usage et l'abus de stupéfiants.

##### 2. Anxiété et troubles de l'humeur

La superposition des troubles anxieux et du TDA/H avoisine les 25% des enfants ayant un TDA/H. Toutefois, le risque d'anxiété n'est pas plus grand que dans la population générale chez ces individus devenus adolescents ou adultes. Il apparaît que l'anxiété associée au TDA/H réduit le degré d'impulsivité en comparaison avec les enfants ayant uniquement le second trouble.

Les résultats des recherches estiment qu'environ 20 à 30 % des personnes avec TDA/H ont en plus un trouble de l'humeur tel que la dépression. Les études suggèrent en outre que la



prédisposition familiale pour l'un des troubles augmente le risque de présenter le second. Parallèlement, le risque de souffrir de dépression majeure chez les jeunes adultes atteints de TDA/H serait amplifié par la présence d'un trouble des conduites.

### 3. Trouble des apprentissages

Une vaste majorité (53%) des enfants présentant un TDA/H a des difficultés scolaires. Le plus souvent, ils sont sous-productifs. La différence avec les enfants tout-venant se remarque à tous les stades de la scolarité. L'implication d'un déficit des fonctions exécutives dans les difficultés d'apprentissage sera clarifiée dans les chapitres suivants.

Les troubles de la lecture, chez les enfants diagnostiqués TDA/H sont présents dans 16 à 39 % des cas. Les problèmes en mathématiques apparaissent dans 13 à 33% des cas. Les troubles de l'écriture sont également fréquents dans cette population.

### 4. Incoordination motrice

Parmi les enfants avec TDA/H, 60% auraient une coordination motrice déficitaire ou un trouble d'acquisition des coordinations, contre 35% chez les enfants ordinaires. Les examens neurologiques évoquent notamment des lenteurs dans l'exécution de mouvements globaux. Ceux-ci seraient en effet perturbés par des mouvements parasites signalant un retard de développement de l'inhibition motrice.

Les études d'évaluation des gestes fins par des moyens électroniques ou sur un support papier-crayon, ont montré une performance en motricité manuelle plus faible dans les groupes TDA/H que dans les groupes contrôle. La vitesse, mesurée par des épreuves de tapping simple, ne semble pas affectée dans le TDA/H, ce qui n'est pas le cas de l'exécution de séquences de mouvements coordonnés et complexes (Mariani et Barkley, 1997).

Contrairement aux comorbidités, il est admis aujourd'hui que le trouble des fonctions exécutives tient une place centrale dans l'explication des difficultés rencontrées par les enfants atteints de TDA/H.

### **III. Le TDA/H et le trouble des fonctions exécutives**

#### **A. Notions générales**

##### 1. Les fonctions exécutives

Ce terme recouvre les comportements dirigés vers soi qui servent à l'autorégulation. Elles font référence aux activités mentales qui apparaissent durant le délai de réponse, qui sert à modifier une éventuelle réponse à un événement. La plupart des auteurs s'accordent pour leur attribuer les composants suivants :

- les actions dirigées vers soi
- l'organisation du comportement dans le temps
- l'utilisation de plans, de règles et de discours dirigés vers soi
- La récompense différée
- Les actions dirigées vers un but, orientées vers le futur, ou intentionnelles

En définitive, les fonctions exécutives nous permettent d'effectuer un autocontrôle afin d'accomplir des comportements dirigés vers un but et d'optimiser nos performances à venir.

Fuster, en 1995, a développé une théorie des fonctions des lobes frontaux. Il décrit trois fonctions :

- Une fonction rétrospective utilisant la mémoire provisoire (ou mémoire de travail)
- Une fonction prospective qui conduit à l'anticipation et à la préparation à l'action
- L'inhibition et le contrôle de l'interférence

##### 2. L'inhibition comportementale

L'inhibition comportementale fait référence à trois processus interdépendants:

- Inhiber la réponse spontanée initiale à un événement. (a)
- Stopper la réponse ou le pattern de réponse en cours, permettant ainsi un délai dans la décision de répondre ou de continuer à répondre. (b)
- Protéger ce délai et les réponses autogérées apparaissant pendant cette période contre des perturbations par des événements et réponses compétitives (contrôle des interférences). (c)

a) Les réponses automatiques sont celles associées à un renforcement positif immédiat ou à l'évitement d'un renforcement aversif ou punitif.

b) La seconde forme d'inhibition pourrait surgir d'une interaction entre la fonction de mémoire de travail (qui retient les résultats de la performance immédiatement antérieure afin de prévoir la planification de la prochaine réponse), et l'habileté à inhiber les réponses automatiques (Fuster 1989). Le comportement en cours doit avoir une certaine flexibilité pour pouvoir être rapidement modifié lorsque des changements dans la situation sont détectés par l'individu.

c) Le contrôle de l'interférence, identifié comme la troisième forme d'inhibition comportementale, pourrait être inhérent à la fonction exécutive de mémoire de travail (Engle et al, 1995, Roberts et Pennington, 1996). Pendant le délai de réponse, les autres fonctions exécutives sont actives. C'est un moment particulièrement vulnérable aux sources d'interférence à la fois externes et internes. Les sources d'interférence externes sont par exemple des bruits ou des conversations qui nous parviennent pendant que nous travaillons. Les sources d'interférence internes sont des idées associées à celles qui concernent la tâche en cours mais qui ne sont pas pertinentes. Plus les événements distracteurs sont proches des informations traitées par les fonctions exécutives, plus il est difficile de se protéger contre la perturbation ou la distorsion. Or, lorsqu'elle est sollicitée, la mémoire de travail sélectionne les informations pertinentes à traiter. Pour cela, elle doit inhiber les informations non pertinentes. Le contrôle attentionnel de la mémoire de travail remplirait donc cette fonction de résistance à l'interférence.

## **B. Le modèle hybride des fonctions exécutives par Barkley**

Barkley (1997) s'inspire principalement du modèle de Bronowski (1977). Ce dernier décrit quatre fonctions exécutives qui sont affectées par la difficulté à utiliser un délai de réponse. Ces fonctions exécutives sont la prolongation d'un événement (conservation d'une représentation mentale), la séparation des faits et des émotions (qui permet une réponse objective et rationnelle), le langage intérieur et la reconstitution. Barkley, quant à lui, sépare l'internalisation du langage (qu'il assimile à la mémoire de travail verbale) de la mémoire de travail non verbale. Ces deux fonctions, ajoutées à l'autorégulation des affects et à la reconstitution forment les quatre fonctions exécutives mises en cause dans les dysfonctionnements cognitifs des patients TDA/H. Elles dépendent de l'inhibition comportementale et leur action conjointe permet l'autorégulation en influençant le système moteur.

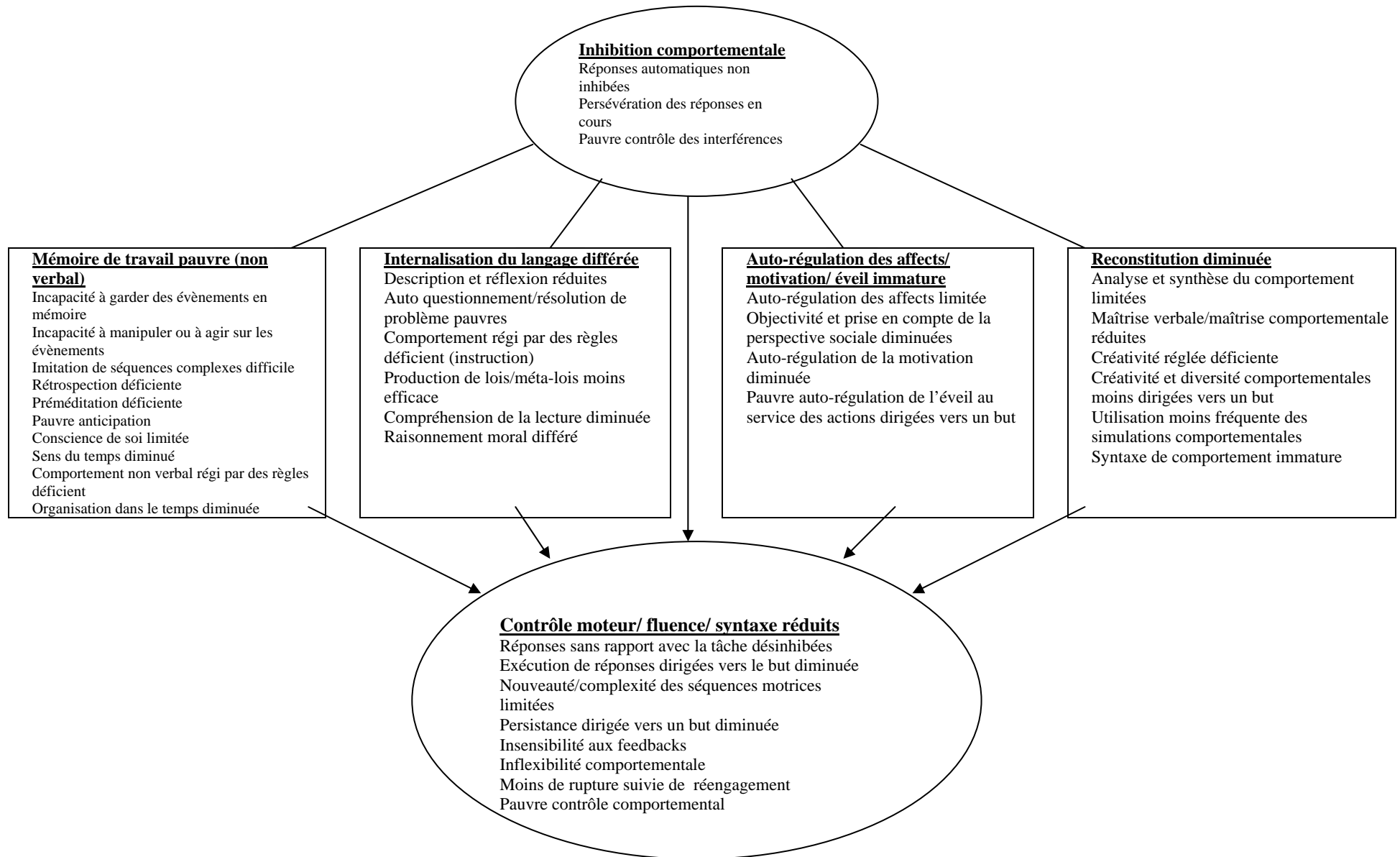


Figure 4: Le modèle hybride des fonctions exécutives et leur relation à l'inhibition et aux systèmes de contrôle moteur. Barkley, (1997)

## 1. Le TDA/H expliqué par le modèle de Barkley

Le modèle de Barkley postule que la principale faiblesse dans le TDA/H est un déficit impliquant l'inhibition de réponse.

### a. Inhiber la réponse automatique initiale à un événement

Les réponses automatiques (ou spontanées) sont difficiles à inhiber pour les personnes ayant un TDAH. Plusieurs chercheurs ont créé des conditions de conflit entre des réponses qui ont été renforcées par le passé ou pendant la tâche elle-même, et des réponses demandées dans le cadre de l'expérience.

Dans la tâche « go/no-go », les sujets émettent une réponse motrice comme appuyer sur un bouton le plus vite possible lorsqu'un signal (« go ») leur est donné. Ils doivent inhiber ce mouvement lorsqu'ils perçoivent un autre signal (« no-go »). Les sujets porteurs d'un TDAH mettent plus de temps à inhiber leur réponse au moment du signal « no-go » (Iaboni et al, 1995 ; Kuntsi, Oosterlaan et Stevenson, 2001). De plus, ces enfants font davantage d'erreurs que les enfants du groupe contrôle dans des tâches de poursuite de cible. En effet, ils appuient sur la touche de réponse de l'ordinateur même lorsque aucune cible n'est présentée, ou lorsqu'une cible similaire mais non identique apparaît.

### b. Stopper la réponse en cours, permettant un délai dans la décision de répondre

Le Wisconsin Card Sorting Test (WCST) évalue le raisonnement abstrait, et l'aptitude à adapter sa stratégie cognitive en fonction des modifications de l'environnement. Dans ce test, il s'agit de classer des cartes selon un critère particulier (forme, couleur ou nombre). Le sujet ne connaît pas ce critère à l'avance, et lorsque le critère change, le seul indice dont il dispose est le feed-back de l'examineur (« oui » ou « non »). Il faut à la fois se souvenir des critères que l'on a déjà testé afin de trouver le bon, et inhiber la réponse qui était correcte précédemment et qui ne l'est plus.

Les études ont montré que les enfants souffrant d'un TDAH persévèrent souvent dans le pattern de réponse qui n'est plus valable, malgré un retour sur leurs erreurs. Ces persévérations perdurent au-delà du moment où les sujets contrôle ont modifié leurs réponses en fonction du nouveau critère d'appariement. Pour Schachar (1995), ces résultats signifient que les enfants ont un déficit dans la faculté à s'engager dans une action alternative après avoir inhibé une action en cours. Ils considèrent que cette faculté, la flexibilité mentale, est une forme de contrôle exécutif.

Pour Fuster (1989), l'échec pour ajuster la performance motrice en tenant compte du feedback sur son efficacité pourrait refléter une interaction entre l'inhibition comportementale et la mémoire de travail. L'individu échouerait à garder à l'esprit les informations concernant la réussite ou l'échec de la réponse aux précédents essais. Ils ne pourraient donc pas les analyser pour former un modèle de règles leur permettant d'influencer ou même d'interrompre leur prochaine réponse.

Newman et Wallace (1993), ont défini cette interaction par le terme « modulation de réponse ». Si l'on sépare la capacité à interrompre une réponse en cours et la capacité à se réengager sur une nouvelle tâche, on se rend compte que ces deux facultés sont déficitaires chez les enfants atteints d'un TDA/H. Les réponses persévératives rencontrées dans le WCST seraient alors dues à une faiblesse de l'inhibition comportementale mais aussi de la mémoire de travail. Cette interprétation est cohérente avec des recherches en neuro-imagerie telles que celle de Berman et al (1995).

c. Protéger ce délai contre des perturbations par des stimuli compétitifs

Le contrôle des interférences a été évalué par des études utilisant le test de Stroop (Trenery *et coll.*, 1989). Elles ont montré que les enfants présentant un TDA/H ont de moins bons résultats que les enfants tout venant. Ce test est composé de quatre parties. Tout d'abord, l'enfant lit des noms de couleurs imprimés en noir. Ensuite, il lit des noms de couleurs imprimés dans des couleurs différentes. Puis, il doit identifier les couleurs de petits rectangles disposés en ligne sur une page. Enfin, il nomme la couleur de l'encre avec laquelle sont écrits des noms de couleurs, même si la couleur désignée par le mot écrit n'est pas la même que celle de l'encre ( exemple : « bleu » écrit en jaune ). Dans cette dernière partie, les sujets doivent inhiber la réponse automatique du mot écrit pour nommer la couleur de l'encre. Il apparaît que dans cette épreuve, les enfants présentant un TDA/H sont plus lents et font plus d'erreurs que les enfants du groupe contrôle.

Ces déficits dans les trois formes d'inhibition mènent secondairement à des faiblesses dans des domaines considérés comme faisant partie des fonctions exécutives.

## 2. La mémoire de travail non-verbale

Comment l'individu peut-il se représenter les informations sensorielles après qu'elles aient disparu de l'environnement extérieur ? Selon Fuster (1989), le cortex préfrontal stimule les régions sensorielles postérieures associées au type d'information représentées pendant le délai de réponse. Les lobes préfrontaux permettent donc de reconstituer les sensations pendant ce délai. Cela permet de prolonger les événements passés et de les transférer à travers le temps pour servir d'indices de préparation à d'éventuels comportements moteurs opportuns. Cette forme personnelle de perception peut être considérée comme une sorte d'internalisation du comportement sensoriel et de réponses motrices. Par conséquent, l'ensemble du comportement sensoriel (vision, audition, olfaction, toucher...) est disponible pendant la période du maintien et de la reconstitution des sensations. Cela implique que les individus ont la capacité de se représenter mentalement ce qu'ils ont vu, entendu, senti, mais aussi de réaliser des actions ou manipulations motrices mentales. Cette capacité forme la mémoire provisoire ou mémoire de travail.

## 3. L'internalisation du discours (mémoire de travail verbale)

L'internalisation du langage est une fonction importante dans la mesure où elle exerce un contrôle profond sur le comportement de l'individu. Ce composant du modèle hybride est considéré comme faisant partie de la mémoire de travail verbale ou de la boucle phonologique selon Baddeley, 1993. Le discours dirigé vers soi fournit un moyen de description et de réflexion par lequel l'individu analyse verbalement la nature d'un événement ou d'une situation. Le discours privé permet également de se poser des questions et de créer une source importante de compétences de résolution de problèmes. De même, c'est un moyen de générer des règles et éventuellement des méta-règles qui peuvent être formulées dans un système hiérarchique. L'interaction entre le discours dirigé vers soi et la mémoire de travail non verbale contribue à l'émergence de trois autres facultés mentales: la performance différée à partir d'une instruction, la compréhension de lecture, et le raisonnement moral.

## 4. L'autorégulation des affects

C'est le pouvoir de se motiver en l'absence de récompense externe qui alimente la persistance de l'individu dans le comportement dans le temps. Cela explique pourquoi les enfants, avec la maturité, deviennent de moins en moins dépendants de formes externes et

immédiates de renforcements dans le but de poursuivre des activités qui impliquent une gratification différée. L'imagerie visuelle et le langage dirigé vers soi produisent en outre des charges émotionnelles. La capacité à inhiber et différer les réponses prépondérantes va de pair avec la capacité à différer l'expression des réactions émotionnelles qui auraient été suscitées par l'événement. Différer sa réponse affective permet en plus de procéder à un changement dans ses actions.

Le comportement guidé de manière interne, comme le comportement gouverné par les règles, est souvent associé à une charge émotionnelle moins importante que celle impliquée dans les comportements impulsifs. Le délai dans la réponse émotionnelle et la régulation de cette réponse semblent donner aux individus la capacité d'objectivité, et même l'habileté de considérer la perspective des autres. Cette perspective sociale émerge avec l'appui de la mémoire de travail. La personne est capable de garder l'événement à l'esprit et de le considérer par rapport au point de vue d'autrui. Ce processus d'autorégulation de la motivation et des affects commencerait autour de l'âge de 5 à 10 mois. Il semblerait qu'il soit assisté par les encouragements des parents durant une tâche, ce qui permet à la fois à l'enfant de renforcer l'autocontrôle, l'auto encouragement et la persistance sur une tâche.

##### 5. La reconstitution

Ce composant du modèle est représenté par deux activités interdépendantes: l'analyse et la synthèse du comportement.

L'analyse est la faculté à décomposer des séquences (ou syntaxes) de comportement ou des événements en plusieurs unités. Ces unités peuvent être recombinaées pour créer de nouveaux comportements. C'est la faculté de synthèse.

La reconstitution permet la fluence verbale ou motrice (inventer de nouveaux dessins, de nouvelles mélodies sur un instrument, de nouvelles chorégraphies). En outre, elle contribue à la flexibilité mentale et à la création de stratégies de résolution de problèmes en rassemblant diverses réponses potentielles.

La reconstitution est également clairement reliée à la mémoire de travail dans le sens où l'information retenue en mémoire peut être manipulée. Barkley reconnaît que cette fonction pourrait seulement représenter une fonction plus développée du système de mémoire de travail.



## 6. Le contrôle moteur

Les fonctions exécutives ont donc une nette influence sur le contrôle moteur. Le cortex préfrontal n'est pas particulièrement nécessaire pour la réalisation de n'importe quel acte moteur, ni même de réponses complexes déjà apprises. Il est par contre essentiel pour l'exécution ordonnée de comportements nouveaux qui ont une structure temporelle. L'influence des fonctions exécutives sur le contrôle moteur peut être envisagée sous trois aspects.

1°) La rétention, dans la mémoire provisoire, des informations à propos des actes déjà exécutés et des événements du passé immédiat, qui préparent les réponses à venir.

2°) La mise en place de l'anticipation des fonctions pré motrices et motrices.

3°) L'inhibition des impulsions motrices inappropriées au but ou à la tâche.

L'autocontrôle ou l'autorégulation est le comportement d'un individu destiné à augmenter ou diminuer la probabilité d'apparition de sa propre réponse à un événement. Ce comportement peut être dirigé vers lui-même ou vers l'environnement. Il peut viser à modifier la probabilité d'une réponse à court terme ou bien à long terme. Pour que l'autocontrôle soit utilisé, il est nécessaire qu'une grande récompense ou gratification à long terme ait une plus grande valeur qu'une petite récompense ou gratification à court terme. Cette préférence s'accroît avec l'âge jusqu'à environ 30 ans.

L'individu doit donc être capable de relier les deux comportements entre eux, malgré le délai temporel qui les sépare. En d'autres termes, il doit avoir une capacité d'organisation temporelle des contingences comportementales. Or cette capacité est l'une des plus importantes fonctions des lobes préfrontaux. Organiser son comportement dans le temps, présenter une préférence pour les récompenses futures plutôt qu'immédiates, et diriger son comportement vers ce futur requiert un certain sens du temps et une capacité à envisager le futur. Pour envisager le futur, il faut être en mesure de rappeler le passé et d'associer des chaînes d'événements à des comportements.

Ces capacités exigent une certaine forme de mémoire dans laquelle des informations concernant le passé, le temps, les objectifs et le futur doivent être activées pendant que les réponses visant à accomplir le but sont menées à bien. C'est une forme de mémoire à la fois rétrospective et prospective qui permet de garder à l'esprit des informations sur des séquences temporelles afin d'anticiper, se préparer et répondre aux événements à venir.

#### **IV. Le TDA/H et le déficit de la mémoire de travail**

De nombreuses recherches ont révélé un déficit de la mémoire de travail non verbale chez des sujets avec un TDA/H (Kuntsi, Oosterlaan et Stevenson, 2001; Berlin, 2003; Oosterlaan, Scheres et Sergeant, 2005; Marusiak et Janzen, 2005). Or la mémoire de travail non verbale permet de garder des évènements à l'esprit et de manipuler ou agir sur les évènements. Mais c'est également à partir d'elle que se fait l'élaboration de nombreuses facultés. Ces facultés sont donc perturbées chez les personnes souffrant de TDA/H.

Si l'on se réfère au modèle hybride, un retard dans l'inhibition comportementale comme dans le TDA/H pourrait amener à des déficiences secondaires de mémoire de travail non verbale. Les enfants présentant un TDA/H pourraient être influencés d'avantage par le contexte et moins par les représentations internes que les enfants du même âge. Ils ne seraient pas capable de retenir l'information à l'esprit aussi bien que les autres parce qu'ils n'inhibent pas leur réponse automatique aux évènements.

Dès lors, le délai de réponse qui est un pré requis à la mémoire de travail, serait insuffisant. Ils ne seraient pas capables en outre, de protéger leur activité en mémoire de travail et son contenu contre des perturbations causées par des informations compétitives et des interférences. Un tel déficit pourrait apparaître dans des formes de mémoire de travail comme l'imagerie mentale ou le langage interne, mais aussi dans la représentation mentale de sens tels que le goût, l'odorat le toucher, la proprioception et la kinesthésie. Ce déficit aurait alors des répercussion sur les fonctions qui dépendent de la mémoire de travail.

##### **A. Les conséquences du déficit de la mémoire de travail**

###### **1. Des fonctions rétrospective, prospective et d'anticipation diminuées**

a) La fonction rétrospective est la capacité à réactiver les événements sensoriels passés et à prolonger leur existence pendant le délai précédant une réponse. La représentation mentale des événements en mémoire de travail sert à initier et guider les réponses motrices. De telles représentations mentales tiennent ainsi lieu de règles dans la gestion du comportement. Ces règles ont été définies comme des stimuli spécifiques aux comportements. Le langage, et le discours interne, est une partie essentielle de ces stimuli, mais n'est pas la seule forme que ces stimuli peuvent prendre. Ils peuvent être sous la forme d'images, de signes, de symboles. Par conséquent, les représentations mentales de ces stimuli peuvent servir de formes

rudimentaires de règles. Par exemple, une ligne tracée sur une carte peut faire office de règle pour gérer le comportement sur un terrain. L'image mentale visuelle de cette carte peut également être une règle gouvernant le comportement.

Ainsi, les informations pertinentes du passé aident l'individu à sélectionner la réponse future à un événement.

b) La fonction prospective : il semble en effet que la réactivation des représentations sensorielles antérieures active simultanément le pattern de réponse motrice associé à ces événements antérieurs. En un sens, ce qui est réactivé n'est pas seulement l'expérience sensorielle de l'individu à propos du passé, mais aussi un réseau relationnel comprenant cette information sensorielle, ses réponses motrices et leurs marqueurs somatiques associés (tonalité affective et motivationnelle : Damasio, 1991). A travers ce mécanisme, la réactivation et la prolongation des événements sensoriels passés seront couplées à un amorçage des réponses motrices associées à ces événements. C'est en cela que la fonction rétrospective crée la fonction prospective.

c) L'anticipation : le rappel du passé permet l'anticipation d'un futur hypothétique qui prépare ou amorce une série de réponses motrices dirigées vers ce futur. Pour initier ces réponses motrices présélectionnées, il doit y avoir aussi une comparaison simultanée de la séquence d'événements se jouant dans le monde externe avec la séquence d'événements sensoriels qui sont représentés en mémoire de travail. Un tel processus comparatif induira les réponses amorcées. Un feed-back négatif ou une information de l'erreur pendant la performance serait une source importante d'autorégulation dans le sens où un tel feed-back indique une discordance entre l'état actuel (la situation externe), et les représentations internes des états attendus, et l'adéquation entre le plan en cours et l'achèvement de ce plan. Ce feed-back doit être temporairement maintenu à l'esprit pour corriger et affiner les représentations internes, ce qui vise à modifier le comportement pour qu'il concorde au résultat attendu. La sensibilité aux erreurs et la flexibilité du comportement seraient donc le résultat d'une autorégulation efficace.

La déficience en mémoire de travail pourrait rendre les enfants atteints d'un TDA/H davantage influencés par les événements ayant des conséquences immédiates que par des événements et leurs conséquences plus distantes dans le temps. Leur conduite pourrait être caractérisée comme une façon de « vivre l'instant présent ». Selon Hinson, Jameson, &

Whitney (2003), une faible capacité de mémoire de travail pourrait nuire à la capacité à envisager toute l'information disponible, et planifier à l'avance. Cela les amènerait à prendre le premier choix sans considérer minutieusement chaque alternative possible. Leur étude repose sur un paradigme de double tâche. Pendant qu'ils retiennent une liste de chiffres, des étudiants font un choix entre deux possibilités. Soit ils décident de gagner immédiatement une certaine somme d'argent, soit ils choisissent d'attendre un plus long délai pour une plus grande récompense. Puis, ils rappellent la liste de chiffres. Les résultats indiquent que lorsque la charge en mémoire de travail s'accroît, la préférence pour les récompenses immédiates augmente. C'est pourquoi, pour les auteurs, l'impulsivité peut mener à des choix inopportuns et à des prises de décision contre productives.

Si les enfants TDA/H ne peuvent pas engager les informations dans la fonction rétrospective de mémoire de travail, ils sont alors moins efficaces pour envisager ce qui pourrait découler des événements. Dans une tâche de traitement de l'information (Sergeant et Van der Meer, 1988), ces enfants sont en effet moins susceptibles d'ajuster leurs réponses après une réponse incorrecte.

L'équipe de Papadopoulos (2005) a proposé à des enfants une épreuve s'apparentant au jeu « Master mind », dans laquelle ils devaient déduire la couleur et la position de quatre disques constituant un code. Les performances d'enfants ayant un trouble de l'attention étaient plus faibles que celles des enfants tout venants. De plus, ils ont pris moins de temps pour préparer chacune de leurs propositions pour le code. Cette faiblesse dans les capacités de planification peut traduire des mécanismes d'anticipation déficients.

## 2. Une conscience de soi et des autres défectueuses

De la réactivation et de la prolongation des événements et comportements passés ainsi que de la préparation au futur, émerge la conscience de soi. Ce sentiment d'individualité provient de la modulation du comportement et de l'autocontrôle. Certains pensent que la conscience de soi est apparue chez l'être humain comme un moyen de prédire les intentions des autres et de ce fait anticiper, voire contrôler leur comportement. A travers l'examen de son propre comportement et de ses intentions, l'individu peut prévoir les intentions et motivations des autres et s'y adapter.

La rétention de l'information en mémoire de travail est importante pour résoudre des problèmes qui requièrent de faire des inférences. Papadopoulos (2005) a proposé à des enfants une épreuve faisant appel à la théorie de l'esprit. Ils devaient retenir des éléments cruciaux d'une histoire pour répondre à des questions concernant les intentions et croyances des personnages. Les enfants ayant un trouble de l'attention ont moins bien répondu que les enfants du groupe contrôle. La différence entre les deux groupes était d'autant plus marquée que l'histoire était longue, complexe, avec de nombreux éléments à prendre en compte. Pour Papadopoulos, il s'agirait à la fois d'un manque d'inhibition, et d'un déficit de la mémoire de travail.

### 3. Un sens du temps diminué

La capacité à retenir les événements à l'esprit selon une séquence temporelle correcte peut donner lieu à la conscience du temps. Si cela est vrai, la perception du temps semble être directement dépendante de l'intégrité de la mémoire de travail. Cette capacité à s'organiser dans le temps et à percevoir sa durée et son déroulement, serait essentielle pour l'anticipation des réponses motrices dans la préparation à la survenue d'événements imminents. Cette capacité à stocker des séquences d'événements dans le présent ou à réactiver des séquences d'événements passés, est ce que Michon (1985) appelle la mémoire séquentielle.

Cette perception d'événements en tant que séquence requiert un sens des positions spatiales et du changement dans ces positions. On peut alors dire que le sens du temps est basé sur la perception du changement et dérive d'un besoin de percevoir et de prédire le mouvement des objets dans l'espace. Pour percevoir un tel changement, l'événement premier doit être gardé à l'esprit et comparé avec les événements plus récents dans la perception de cette séquence. Cette comparaison permet de prédire les futurs changements à partir de ceux déjà détectés dans l'environnement. Ce processus n'est pas automatique mais requiert un certain effort. Cet effort nécessite de l'attention qui est attribuée par le système de mémoire de travail.

Les enfants porteurs de TDA/H ont un déficit dans ce domaine. Leurs appréciations des durées sont plus inconsistantes et moins précises que celles de leurs pairs. Toplak et Tannock (2005) ont montré que les enfants et adolescents ayant un TDA/H ont un déficit dans la discrimination de durées présentées visuellement ou auditivement. D'après les analyses de corrélations, l'empan de mémoire de travail est un indice prédictif de la capacité de discrimination.

De plus, ils ont l'impression que le temps passe plus lentement qu'en réalité. Dans une étude de Barkley et ses collaborateurs en 1997, les enfants devaient reproduire un intervalle de temps présenté, en signalant le début et la fin d'un intervalle qu'ils estiment égal à celui éprouvé juste avant. Pour des durées inférieures à 36 secondes, les enfants du groupe TDA/H ont tendance à allonger nettement le temps de reproduction, alors que les enfants du groupe contrôle ont tendance à le réduire.

#### 4. Une organisation du comportement au cours du temps plus pauvre

D'une certaine manière le développement de la fonction rétrospective et de la fonction prospective crée une fenêtre dans le temps (passé, présent, futur) dont les individus sont conscients. L'ouverture de cette fenêtre augmente probablement à travers le développement au moins jusqu'environ 30 ans. Cela signifie qu'à travers l'enfance et l'adolescence, les individus développent la capacité à organiser et diriger leur comportement à travers des événements qui s'étendent dans un futur de plus en plus distant. Dans l'enfance, la période à travers laquelle un comportement peut être organisé est considérablement plus courte que chez les adultes. Au fur et à mesure, les enfants plus âgés peuvent anticiper et préparer leur comportement dans un futur de plus en plus lointain. Par ce processus, le comportement de l'individu n'est plus sous l'emprise totale du contexte environnant immédiat. De plus, des différences entre les individus du même âge, en termes de période d'anticipation, existent en fonction des différences dans leur capacité d'inhibition et de mémoire de travail.

La difficulté des enfants ayant un TDA/H à initier et préparer leurs actions dirigées vers un but éloigné dans le temps, fait qu'ils ont tendance à attendre le dernier moment pour préparer des événements à venir. De plus, la durée pendant laquelle ils évaluent le ratio risque - bénéfice est beaucoup plus court que celle des enfants tout venants. C'est pourquoi leurs réponses apparaissent plus impulsives et guidées par la recherche de résultats proches dans le temps. Cela se traduit par une aversion pour le délai (Kuntsi, Oosterlaan et Stevenson, 2001). Ils sont incapables de supporter un renforcement déplaisant dans le but d'obtenir une grande récompense plus tard. Cette incapacité n'est pas seulement due à une impossibilité d'inhiber l'évitement du renforcement aversif, elle découle aussi de leur difficulté en mémoire de travail qui réduit la valeur des résultats gratifiants différés.

## 5. Une imitation et un apprentissage vicariant diminués

L'imitation est un outil puissant par lequel l'être humain apprend de nouveaux comportements. L'aptitude à imiter le comportement d'une autre personne requiert l'habileté à retenir une représentation mentale de ce comportement. Par exemple, pour imiter une séquence de gestes, le sujet doit être capable de se représenter mentalement la séquence de gestes observée pendant le délai entre la démonstration et la reproduction attendue de cette séquence. Il a besoin d'une forme de mémoire de travail pour imiter correctement la séquence de gestes. Plus cette séquence est longue et complexe, plus la demande en mémoire de travail est importante.

Il est probable que l'imitation soit une partie d'un plus large domaine de comportements appelé apprentissage vicariant. Les individus sont capables non seulement d'apprendre de nouveaux comportements en imitant les autres, mais aussi d'acquérir davantage d'informations environnementales à travers l'observation des autres. L'individu apprend non seulement quoi faire, mais encore quand le faire, et ce qu'il se passera s'il le fait. L'information sensorielle est acquise à travers l'observation, et stockée dans la mémoire à long terme. La réactivation de cette information par la mémoire de travail permet l'adaptation de l'individu à son environnement.

La mémoire de travail fournit les moyens par lesquels l'information passée à propos d'un comportement acquis à travers l'apprentissage par observation est appliquée à la formulation et à l'exécution d'une réponse à un événement. Les enfants souffrant de TDA/H sont par conséquent moins efficaces dans le déploiement de ce comportement car il doit être rappelé en mémoire de travail avant que la réponse de l'individu soit préparée et lancée.

Des études ont montré que des enfants qui ont un TDA/H sont moins compétents dans l'imitation de séquences de longueur croissante de gestes moteurs simples que les autres enfants (Mariani et Barkley, 1997). Ces études utilisaient l'échelle des processus séquentiels du K-ABC Hand Movements Test (Kaufman et Kaufman, 1983). Cette échelle mesure la capacité d'un enfant à résoudre des problèmes en traitant mentalement les stimuli selon un ordre sériel, par exemple dans la reproduction d'une série de mouvements de mains effectuée par l'examineur.

## **B. La mémoire de travail, un élément clé dans le TDA/H ?**

De nombreux auteurs ont souligné l'importance du déficit de mémoire de travail dans le TDA/H.

Kalff, en 2002, a soumis des enfants de 5 et 6 ans à des épreuves mesurant la capacité à reconnaître une image sur un dessin incomplet (The gestalt closure subtest ; K-ABC ; Kaufman et Kaufman, 1983).

Tiré de la même batterie de tests, les examinateurs ont proposé aux enfants une tâche consistant à pointer des images dans un ordre correspondant à une liste de mots présentée auditivement (The word order subtest).

Par ailleurs, les enfants ont réalisé une épreuve mesurant l'intégration des habiletés visuelles, perceptives et motrices (mouvements des doigts et des mains: The Developmental Test of Visual-Motor Integration ; Beery, 1997). Les résultats indiquent que les enfants diagnostiqués plus tard comme ayant un TDA/H sont moins performants que les enfants tout venant dans les deuxième et troisième épreuves mais pas dans la première. Cela signifie que les habiletés perceptives, qui correspondent aux entrées dans le processus de traitement de l'information sont intactes chez les enfants présentant un TDA/H.

L'auteur conclut que le problème sous-tendant le risque d'un futur diagnostic de TDA/H se situerait au niveau de la planification psychomotrice et du contrôle moteur des réponses. En outre, le subtest « word order » implique que la mémoire de travail et le transfert de l'information récupérée dans un plan moteur sont altérés.

Même si le modèle de Barkley fait l'objet d'un consensus, des recherches semblent contredire la relation de cause à effet établie par cet auteur entre le déficit d'inhibition et le déficit de mémoire de travail (Berlin, 2003). Certains incluent même l'inhibition dans les fonctions exécutives (Schachar, 1995; Papadopoulos, 2005).

Lawrence *et coll.*, en 2002, ont mesuré les capacités d'inhibition comportementale, de résistance à la distraction et de mémoire de travail chez des enfants ayant un TDA/H. Pour cela, ils ont créé des conditions expérimentales les plus proches possibles de situations écologiques.

Dans un jeu vidéo d'aventures (Crash Bandicoot), ils ont croisé deux variables : sans ou avec distracteur (diffusion du dessin animé Les Simpsons) et faible ou haute exigence en mémoire de travail (faire tourner certaines boîtes). Lors d'une visite au zoo, les parcours contenaient ou non des distracteurs comme passer à côté de bébés pingouins. La charge en mémoire de travail était augmentée par un parcours complexe contenant différentes missions.



Cette étude a révélé que dans le contexte de jeux vidéo, le groupe TDA/H présentait des déficiences dans la mémoire de travail non verbale et contrôle moteur / flexibilité (nombre de missions complétées qui renseigne sur la persistance vers le but) mais pas dans l'inhibition comportementale (nombre de pauses pour revenir en arrière et regards vers le dessin animé). En revanche, dans le contexte du zoo, le groupe TDA/H présentait des problèmes d'inhibition comportementale (déviations dans le trajet) et dans le contrôle moteur / flexibilité (temps mis pour faire le parcours), mais pas dans la mémoire de travail (exécution des consignes). Ces résultats suggèrent que les différences de performances reflètent des problèmes qui varient en fonction de l'exigence de la tâche, plutôt que des déficits stables et immuables.

Ainsi, les conclusions de cette étude n'accréditent pas l'hypothèse de la relation hiérarchique entre l'inhibition comportementale et les fonctions exécutives dans le TDA/H. Par conséquent, il est possible qu'en agissant directement sur la mémoire de travail, nous puissions amoindrir les symptômes associés au TDA/H. Cette hypothèse est étayée dans le paragraphe suivant.

### **C. Entraînement de la mémoire de travail**

Les enfants souffrant de TDA/H ont une faible capacité de mémoire de travail. Ce déficit pourrait être responsable de leur tendance à être distraits, et de leurs problèmes scolaires. Dans le domaine verbal, une incapacité à retenir et intégrer suffisamment d'information en mémoire de travail peut se traduire par des difficultés dans la lecture ou dans la compréhension de textes (McInnes, 2003). Dans le domaine non verbal, cela s'exprimerait par des difficultés de résolution de problèmes et en mathématiques. Touzin, en 1999, a montré que les enfants hyperactifs présentaient des difficultés dans la vitesse de calcul.

Klingberg (2005) a tenté de développer la mémoire de travail de 53 enfants diagnostiqués comme atteints de TDA/H. La moitié des participants se sont entraînés sur des tâches de mémoire de travail non-verbale et verbale de difficulté croissante. L'autre moitié accomplissait des tâches qui n'augmentaient pas en difficulté à mesure des progrès des enfants. Le programme incluait des items de mémoire de travail visuo-spatiale dans lesquels les enfants devaient rappeler la position d'objets dans une grille. Par ailleurs, les tâches de mémoire de travail verbale consistaient à rappeler des listes de chiffres, de sons ou de lettres. L'entraînement s'est déroulé pendant cinq semaines, à raison de 40 minutes par jour.

Le groupe qui s'entraînait avec des tâches de difficulté croissante a eu des meilleurs résultats dans des tests de mémoire de travail visuo-spatiale et verbale que le groupe contrôle. Cela montre qu'il est possible d'accroître ses capacités de mémoire de travail. En outre, des progrès significatifs ont été constatés dans des tests d'inhibition de réponse (Stroop) et de raisonnement complexe (Raven's coloured Progressive matrices : test à choix multiple où il faut trouver le segment manquant pour compléter un modèle). De plus, les parents des enfants du groupe expérimental ont remarqué chez ces derniers une réduction de l'hyperactivité, de l'impulsivité et de l'inattention (Questionnaire de Conners). Par contre aucun changement n'a été noté par les parents des enfants du groupe contrôle.

Comme nous l'avons vu plus tôt, de faibles capacités en mémoire de travail peuvent conduire à la manifestation de comportements impulsifs (Hinson, Jameson, & Whitney, 2003). En outre, l'entraînement de la mémoire de travail peut améliorer ces comportements (Klingberg, Forssberg et Westberg, 2002 ; Klingberg, 2005). Les résultats des recherches évoquées plus haut (Kuntsi, Oosterlaan et Stevenson, 2001 ; Berlin, 2003 ; Oosterlaan, Scheres et Sergeant, 2005; Marusiak et Janzen, 2005) mettent l'accent sur la mémoire de travail non-verbale. En nous appuyant sur ces découvertes, nous avons choisi de cibler notre intervention vers ce domaine.

De surcroît, les enfants diagnostiqués TDA/H sont moins précis que les enfants ordinaires pour atteindre une cible par un mouvement de bras, uniquement lorsque celle-ci devient invisible quand le mouvement débute (Eliasson, Rösblad et Forssberg, 2004). Ces difficultés, apparaissant dans des conditions où le feed-back visuel a été supprimé, suggèrent un problème de programmation du mouvement. Pour les auteurs, cela indique une grande dépendance de ces enfants à la vision pour corriger leurs erreurs car la programmation des mouvements est déficitaire. Or, le réglage minutieux du mouvement requiert l'habileté à maintenir les informations sensori-motrices et à les utiliser pour adapter le programme aux mouvements suivants. Dès lors, l'imprécision des informations en mémoire de travail pourrait être l'un des facteurs conduisant à une programmation motrice déficiente chez ces enfants. Etant donné que la réalisation d'actes moteurs qui demandent un haut niveau de contrôle est imprécise, (Kalff, 2003) nous avons choisi d'orienter la rééducation autour de la modalité motrice.

# **PARTIE PRATIQUE**

## **I. Présentation de l'enfant**

Chloé est née en juin 1998. C'est une petite fille agréable, dont le contact est facile et les propos le plus souvent pertinents.

Elle est venue en consultation au CMP en juin 2006 sous les conseils de l'orthophoniste. Cette dernière avait remarqué chez Chloé un manque d'attention, une difficulté à rester sans bouger, une écriture médiocre et fluctuante.

### **A. Anamnèse**

#### **1. Histoire personnelle**

Chloé est née avec 1 mois de prématurité. La marche a été acquise à 11 mois, la parole à 24 mois, et la propreté diurne et nocturne à 24 mois. Elle souffre de troubles du sommeil (problèmes d'endormissement) apparus avant l'âge de 3 ans, qui ne sont pas encore entièrement résolus. L'entrée en maternelle s'est déroulée sans problème. Cependant, au début de la grande section de maternelle, des difficultés de motricité fine, des troubles spatiaux, ainsi qu'un comportement agité ont été repérés. Depuis juillet 2005, elle est suivie en orthophonie pour une dyslexie – dysorthographe. En CE2 (2005-2006), le comportement en classe est inapproprié, les apprentissages fluctuants et difficiles. Chloé est peu efficace dans le temps et manque d'autonomie dans le travail. De plus, elle est rejetée par ses pairs. En effet, Chloé perturbe le rythme des jeux, veut changer trop souvent d'activité. Elle a en outre des difficultés à gérer ses émotions et réagit mal aux contrariétés (bouderies fréquentes).

#### **2. Milieu familial**

Chloé est la cadette d'une fratrie de 6 enfants. Ses parents sont artisans. L'un de ses frères (14 ans) présente la même symptomatologie, à savoir un problème de concentration, une impulsivité, une agitation motrice et des difficultés scolaires persistantes.

### **B. Bilan médical (août 2006)**

Les examens somatiques sont normaux. L'analyse des éléments cliniques et para cliniques amène à poser le diagnostic de trouble déficit de l'attention avec hyperactivité. Des évaluations paramédicales sont demandées.

Un traitement médicamenteux sera introduit dans les semaines qui suivent.

### **C. Bilan psychologique (septembre 2006)**

#### 1. WISC IV :

QI total	99
Indice de compréhension verbale	110
Indice de raisonnement perceptif	99
Indice de mémoire de travail	85
Indice de vitesse de traitement	96

L'efficacité cognitive est homogène et moyenne. On remarque toutefois un résultat en mémoire de travail inférieur aux autres indices.

#### 2. Figure de Rey

Copie: 25.5 points (-0.7 DS)

Vitesse: dessin réalisé en 5 min (centile 100)

Il n'y a pas de trouble visuo-constructif. Cependant, plusieurs éléments parasitent les performances : attention labile, distraction, précipitation motrice, défaut de planification. Le geste graphique est peu sûr, et la qualité finale médiocre avec beaucoup d'approximations.

#### 3. Tour de Londres :

Score réussite : 19 (-3.8DS)

Score temps : 40 (-2.5DS)

Le temps d'anticipation de la tâche à accomplir est parfois trop court (précipitation cognitive). Chloé bouge beaucoup mais peut rester sur son travail. Elle montre des efforts mais son attention est fluctuante, elle résiste difficilement aux stimuli parasites. La flexibilité mentale est faible (difficulté à changer de stratégie), de nombreuses persévérations sont notées.

### **D. Bilan orthophonique (novembre 2005)**

La conscience phonologique est déficitaire. Les sons simples sont acquis mais les complexes sont difficilement reproduits. La relation signifiant/signifié est encore hésitante. Il existe des confusions de sons de type visuo-graphiques (m/n, p/b). Lors du bilan, Chloé a du mal à rester sur sa tâche, bouge beaucoup et répond avant la fin des consignes.

Le diagnostic de trouble d'ordre dyslexique est porté.

## **E. Bilan psychomoteur initial (novembre 2006)**

### **1. Evaluation rapide de l'écriture BHK**

Score vitesse : 83 (-1.9DS)

Score dysgraphie : 24 points (+2.9DS)

La prise du crayon est atypique et instable : prise quadripodique, seul le pouce est mobile, la hauteur de la prise est changeante, ainsi que la position des doigts. La copie s'effectue lettre à lettre et passe par l'épellation à voix haute. Les lettres sont hypertrophiées, et le maintien de la ligne n'est pas respecté. Les ratures sont nombreuses.

Chloé présente donc une dysgraphie importante associée à une grande lenteur d'écriture.

### **2. Test de Stroop**

Epreuve 1 : vitesse 50 (-2 DS) ; erreurs 0 (-0.6DS)

Epreuve 2 : vitesse 34 (-2.7DS); erreurs 2 (+0.6DS)

Epreuve 3 : vitesse 50 (-0.5DS); erreurs 1 (-1DS)

Epreuve 4 : vitesse 13 (-1.8DS); erreurs 8 (+0.6DS)

Score d'interférence : 37 (+1.8DS)

Chloé se tient debout. Elle suit la ligne où elle en est avec le doigt. Malgré cela, elle a tendance à sauter des lignes. Pendant les deux premières lectures, elle chantonne, ce qui semble avoir un effet sur la fluidité. Mais cela n'augmente pas la vitesse. Même si le score d'interférence est élevé, il faut prendre ces résultats avec précaution car la lecture n'est pas bien acquise (-2 DS).

### **3. Nepsy : Attention et fonctions exécutives**

Attention auditive	97 (+ 0.67 DS)
Attention visuelle	25 (+ 2.05 DS)
Fluidité de dessins	18 (- 0.33 DS)
Statue	26 (- 0.17 DS)
Cogner/ Frapper	29 (+ 0.16 DS)

Les résultats montrent que l'attention sélective de Chloé est performante si la durée de l'épreuve n'est pas très longue, et si la quantité d'informations à traiter n'est pas trop grande.

### **4. Test des 2 barrages de Zazzo**

<b>Barrage 1 :</b> Vitesse : 81 (-0.4ESIQ) Erreurs : 4.8% (-0.3ESIQ) Rendement : 96.3 (-0.1ESIQ)	<b>Barrage 2 :</b> Vitesse : 38.9 (-0.4ESIQ) Erreurs : 33.6% (+2.3ESIQ) Rendement : 65 (-1.2ESIQ)
---	--

Le taux d'erreurs et le rendement au second barrage indiquent que l'attention divisée est déficitaire sur une tâche de longue durée.

### Conclusion

On est en présence de la triade inattention, hyperactivité, impulsivité. La prise en charge psychomotrice va se baser sur l'instauration d'une inhibition de réponse, la mise en place de conduites d'autocontrôle mental (soliloque), la manipulation d'outils de gestion du comportement (activités découpées en sous-tâches, matérialisation du temps avec une connaissance du début et de la fin des activités). Il faudra également travailler sur l'amélioration de l'attention.

### **F. Bilan d'évolution** (avril 2007)

Suite aux progrès que Chloé a réalisés, le traitement par Méthylphénidate a été arrêté dans le début de l'année 2007.

#### 1. Test de Stroop

Epreuve 1 : vitesse 64 (-1.69DS) ; erreurs 1 (-0.15DS)  
Epreuve 2 : vitesse 47 (-2.92DS) ; erreurs 0 (-0.6DS)  
Epreuve 3 : vitesse 41 (-1.28DS) ; erreurs 3 (-0.39DS)  
Epreuve 4 : vitesse 22 (-1.30DS) ; erreurs 3 (-1.4DS)  
Score d'interférence : 19 (-0.33DS)

#### 2. Test des 2 barrages de Zazzo

Barrage 1 :	Barrage 2 :
Vitesse : 113.4 (+1.76ESIQ)	Vitesse : 40.6 (-0.28ESIQ)
Erreurs : 3.2% (-0.77ESIQ)	Erreurs : 23.5% (-1.2ESIQ)
Rendement : 137.2 (+1.82ESIQ)	Rendement : 78 (-0.51ESIQ)

Le rendement est plus faible lorsqu'il s'agit de prendre deux signes en compte; Chloé diminue sa vitesse pour faire moins d'erreurs. Les résultats sont malgré tout dans la norme malgré un taux d'erreurs au deuxième barrage un peu élevé.

#### 3. Test des labyrinthes de Portéus

- Note âge (capacité de résolution) : 9 ans et demi, soit 123 de quotient (norme = 100)
- Note qualitative : 22 (inférieur au seuil de pathologie = 31 pour les filles)

Chloé présente de bonnes capacités de résolution de problèmes si le facteur temps n'est pas en jeu. Elle s'est tenue sur ses avant-bras pendant la passation et des bavardages sans rapport avec la tâche ont rapidement fait leur apparition. Les temps d'observation sont corrects au départ, puis deviennent inexistantes. Les derniers labyrinthes sont résolus au fur et à mesure de la progression. Malgré cela, la note qualitative ne révèle pas d'impulsivité motrice. Chloé est donc capable de contrôler cette impulsivité sur un court laps de temps.

### Conclusions

Les progrès de Chloé dans l'autocontrôle sont notables, la flexibilité est améliorée.

A l'école, la maîtresse rapporte que Chloé se met au travail plus facilement, le cadre et les règles sont mieux respectés. Ses troubles ne s'accroissent que lorsqu'elle se trouve en grand groupe. Sur le plan social, Chloé a commencé à se faire des copines.

## **II. Présentation du Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant (TEA-Ch)**

### **A. Cadre conceptuel**

Les avancées techniques dans le domaine des neurosciences ont fourni de nombreuses données quant aux fondements neurobiologiques des processus attentionnels. Des études ont montré que des régions et des réseaux cérébraux distincts étaient impliqués dans les différentes formes d'attention. On peut ainsi identifier plusieurs systèmes attentionnels différents. Par conséquent, une lésion ou un manque d'efficacité d'un des systèmes ne conduira pas nécessairement au fonctionnement déficitaire d'un autre. Des tableaux distincts de difficultés attentionnelles peuvent être mis en évidence par une évaluation séparée des différents systèmes, afin de faire émerger un tableau plus complet des difficultés et des forces du sujet.

Le TEA-Ch (Test of Everyday Attention for Children : Manly, Robertson, Anderson, et Nimmo-Smith, 1998) permet donc de mesurer trois composantes de l'attention :

- L'attention sélective ou focalisée: permet de trier les informations disponibles dans le but de ne retenir et de ne traiter que celles qui sont pertinentes pour l'activité en cours, en inhibant la réponse aux autres stimuli présentés. Elle peut être mesurée sous forme visuelle ou auditive.



- L'attention soutenue: requiert le maintien d'une orientation intentionnelle vers une ou plusieurs sources d'informations, qu'il faut détecter au moment où elles surviennent. En d'autres termes, lorsque l'attention sélective doit être maintenue pendant une longue période, elle est dite soutenue.
- Le contrôle attentionnel / flexibilité: est la capacité de changer de façon harmonieuse la direction de l'attention d'un objet à un autre. Elle fait également appel aux capacités d'inhibition afin de pouvoir changer de stratégie et à la mémoire de travail.

## **B. Présentation**

Le TEA-Ch est une batterie clinique standardisée et normalisée pour des enfants de 6 à 13 ans. Pour l'adaptation française (Lussier et Flessas, 2006), l'étalonnage a été réalisé sur 379 enfants répartis en quatre tranches d'âge :

- 6 ans 0 mois à 6 ans 11 mois (31 filles et 30 garçons)
- 7 ans 0 mois à 8 ans 11 mois (62 filles et 69 garçons)
- 9 ans 0 mois à 10 ans 11 mois (69 filles et 64 garçons)
- 11 ans 0 mois à 12 ans 11 mois (26 filles et 28 garçons)

Deux versions parallèles du TEA-Ch sont disponibles (A et B) permettant la mesure de l'efficacité d'une médication ou la réévaluation des sujets après une intervention de rééducation.

Le matériel se compose des éléments suivants:

- 1 manuel d'administration,
- 1 manuel d'interprétation,
- 1 livret de passation (exemples et /ou items),
- 2 CD – ROM audio,
- 1 planche plastifiée d'exemple de l'item 1,
- 2 planches (versions A et B) au format A3 plastifiées recto-verso des items 1 et 4,
- 2 cartes géographiques (versions A et B) au format A3 plastifiées de l'item 5,
- 2 transparents de correction (versions A et B) au format A3 de l'item 5,
- 1 planche au format A4 de l'item 7,
- 1 paquet de feuilles de notation,
- 1 crayon feutre effaçable.

### C. Description des épreuves

Le TEA-Ch est composé de 9 subtests. Ils mesurent de façon distincte les trois facteurs attentionnels principaux ainsi que deux autres facteurs (l'attention divisée et l'inhibition de réponses) qui permettent de détailler le profil neuropsychologique de l'enfant.

Tableau 1 : modalités et composantes de l'attention selon les subtests.

Subtest: ↓	Composante: →	<u>Attention</u>	<u>Attention</u>	<u>Contrôle</u>	Attention divisée	Inhibition de réponse
	Modalité: ↘	<u>sélective</u>	<u>soutenue</u>	<u>attentionnel</u> <u>flexibilité</u>		
1. Recherche dans le ciel		visuelle				
2. Coups de fusils			auditive			
3. Les petits hommes verts			visuelle	Stim visuel		
4. Faire deux choses à la fois		Visuelle	vis. et aud.		vis. et aud.	
5. Carte géographique		Visuelle				
6. Ecouter deux choses à la fois			aud. et verb		aud. et verb	
7. Marche-arrête			auditive			motrice
8. Mondes contraires				Stim visuel		verbale
9. Transmission de codes			auditive			

#### 1. Recherche dans le ciel

C'est un subtest court, chronométré et en deux parties. Dans la première partie, l'enfant doit trouver le plus possible de vaisseaux spatiaux « cibles » (qui voyagent par deux et qui sont identiques) sur une planche remplie de vaisseaux spatiaux distracteurs (deux vaisseaux différents). Dans la deuxième partie (évaluation du contrôle moteur), il n'y a pas de distracteur: l'enfant doit entourer, le plus vite possible, toutes les paires de vaisseaux.

Note A : temps en secondes de la première partie

Note B : nombre de cibles encadrées de la première partie

Note C = A/B : temps de recherche par cible de la première partie

Note D : temps en secondes de la deuxième partie

Note E : nombre de cibles encadrées de la deuxième partie

Note F = D/E : temps de recherche par cible de la deuxième partie

**Note G** = C-F : note d'attention de *Recherche dans le ciel* moins le temps du contrôle moteur.

## 2. Coups de fusil

Les enfants doivent compter le nombre de coups de fusil laser qu'ils entendent à partir d'un CD audio. Dix parties se succèdent au terme desquelles l'enfant donne le nombre de tirs qu'il a compté. Parce qu'elle paraît très simple, et en raison du délai relativement long entre les tirs (de 500 à 1500 millièmes de secondes), la tâche est peu attractive pour les enfants, qui doivent faire un effort pour maintenir leur attention.

**Note H** : nombre d'items corrects.

## 3. Les petits hommes verts

Les enfants doivent, à plusieurs reprises, passer d'un comptage à l'endroit à un comptage à rebours. On leur demande de compter, en suivant un souterrain, des petits hommes verts, avec de temps à autre des flèches indiquant qu'ils doivent changer le sens du comptage (sans perdre le chiffre auquel ils étaient parvenus). Il y a sept items. L'enfant donne le nombre final au bout de chacun des sept souterrains. Cette tâche exige un contrôle attentionnel soutenu, une flexibilité mentale et une bonne mémoire de travail.

Note I : total des réponses correctes

Note J: temps total des items corrects

Note K: nombre total de changements de sens des items corrects

**Note L** =  $J/K$  : note de temps pour *Les petits hommes verts*.

## 4. Faire deux choses à la fois

Ce subtest combine les subtests 1 et 2. Les enfants doivent trouver des paires de vaisseaux spatiaux identiques tout en comptant des coups de fusil. L'épreuve s'arrête lorsque l'enfant a fini de chercher les vaisseaux. Il s'agit donc d'une tâche d'attention divisée utilisant deux modalités d'entrée différentes, l'une visuelle, l'autre auditive.

<u>Coups de fusil</u>	<u>Paires de vaisseaux spatiaux</u>
Note M: nombre de parties correctes	Note P: temps mis pour effectuer le test
Note N: nombre de parties effectuées	Note Q: nombre de vaisseaux identifiées
Note O = $M/N$ : pourcentage de bonnes réponses	Note R = $P/Q$ : temps par cible
Note S = $R/O$ : temps pondéré par cible	
<b>Note T</b> = $S-C$ (subtest 1): coût de la double tâche	

### 5. Carte géographique

Les enfants doivent trouver sur une carte géographique, en une minute, le plus de symboles possibles représentant soit des fourchettes et des couteaux (version A), soit des pompes à essence (version B). Outre l'attention sélective visuelle, la note obtenue reflète la rapidité d'exploration oculomotrice et la capacité de différencier une figure d'un fond.

**Note U** : nombre de cibles correctement identifiées.

### 6. Ecouter deux choses à la fois

Ce test combine une tâche d'attention soutenue de comptage de coups de fusils avec une autre tâche d'écoute de nature verbale. Il s'agit pour l'enfant de retenir le nom d'un animal entendu lors d'un message radiophonique de nouvelles brèves, tout en dénombrant les coups de fusil entendus durant ce message. Comme il est relativement facile de suivre les informations, on conseille aux enfants de prêter le maximum d'attention aux coups de fusil. Ce subtest évalue leur capacité de maintenir, dans le temps, cette double stratégie attentionnelle.

Note V : somme des animaux correctement identifiés

Note W : somme des parties de coups de fusil correctement comptées

**Note X** = V+W : note pour *Ecouter deux choses à la fois*.

### 7. Marche - Arrête

On demande aux enfants d'avancer d'un pas sur une planche sur laquelle sont représentés des pas, à l'aide d'un crayon feutre effaçable, s'ils entendent un stimulus sonore mais d'arrêter si celui-ci est immédiatement suivi d'un cri. Un item (trajet ou chemin) contient de trois à douze pas, et le rythme de succession des stimuli s'accroît du premier au vingtième item. Cette tâche exige de l'attention soutenue et ne pas se laisser aller à répondre de façon automatique (inhibition de réponses).

**Note Y** : nombre de trajets correctement réalisés.

### 8. Mondes contraires

Dans ce subtest, deux conditions se succèdent : dans le *Monde à l'endroit*, les enfants nomment normalement les chiffres « 1 » ou « 2 » tels qu'ils se succèdent dans chacune des cases d'un parcours sur le livret de passation. Dans le *Monde à l'envers*, ils doivent dire « un » quand apparaît le chiffre « 2 » et « deux » quand apparaît le chiffre « 1 ». Toute erreur

étant obligatoirement corrigée par l'examineur, la vitesse avec laquelle les enfants parviennent à terminer le parcours lors de la deuxième condition (à l'envers) constitue une bonne mesure du contrôle mental et de la flexibilité cognitive.

Note Z : somme des temps pour les deux items (1 et 4) du *Monde à l'envers*

**Note AA** : somme des temps pour les deux items (2 et 3) du *Monde à l'envers*.

#### 9. Transmission de codes

Les enfants doivent maintenir leur attention sur des séries monotones de chiffres (enregistrées sur un CD audio). Chaque fois qu'ils entendent deux « 5 » (version A) ou deux « 7 » (version B), ils sont invités à dire le chiffre qui venait juste avant le doublon de « 5 » ou de « 7 ». Cette tâche constitue une mesure d'attention auditive soutenue.

**Note BB** : nombre de cibles correctement identifiées.

### D. Qualités métriques

#### 1. Validité convergente

Il est important d'étudier le degré de convergence entre le TEA-Ch et d'autres mesures de l'attention. 96 enfants issus de l'étalonnage australien ont été évalués avec le TEA-Ch et les mesures d'attention suivantes :

- Le Stroop : Dans ce test, qui est conçu pour solliciter l'attention sélective, on demande aux enfants de nommer la couleur de l'encre dans laquelle des mots de couleur sont écrits. La couleur de l'encre et le mot sont toujours en conflit. Les corrélations partielles (contrôle de l'âge) entre les notes brutes confortent la structure factorielle du TEA-Ch. En effet, les corrélations entre les subtests d'attention sélective et le Stroop sont fortes: *Recherche dans le ciel* (.40,  $p < .01$ ) et *Carte géographique* (.31,  $p < .01$ ). Les corrélations avec les autres subtests sont plus faibles.

- Le test Trails : Il est conçu pour solliciter l'attention sélective visuelle (Spreen et Strauss, 1991). Dans la partie A, les enfants sont invités à relier des cercles disposés aléatoirement sur une page. Chaque cercle contient un nombre. Dans la partie B, on demande aux enfants de relier les cercles en alternant un nombre et une lettre. Les Trails A et B sont corrélés significativement avec les performances aux épreuves du TEA-Ch associés à l'attention

sélective: *Recherche dans le ciel* (avec le Trail A : .69,  $p < .01$  et avec le Trail B : .45,  $p < .01$ ) et *Carte géographique* (avec le Trail A : .37,  $p < .01$  et avec le Trail B : .31,  $p < .01$ ).

En outre, une corrélation apparaît entre le subtest *Les petits hommes verts* et la partie B uniquement du Trail (.21,  $p < .05$ ). Ces deux épreuves nécessitent de la flexibilité mentale.

- Le Matching Familiar Figures Test (MFFT) : ce test est considéré comme une mesure d'impulsivité (Arizmendi, Paulsen et Domino, 1981). On demande aux enfants d'associer un simple stimulus à l'une des six images qui se ressemblent. On observe généralement une différence de vitesse-exactitude par laquelle une réponse rapide et « impulsive » tend à produire plus d'erreurs. Il existe des corrélations significatives entre le MFFT et certains subtests du TEA-Ch qui sollicitent les mêmes capacités : *Marche-Arrête* (ne pas faire un pas de plus sur le chemin : .20,  $p < .05$ ) et *Mondes contraires* (ne pas dire le chiffre qui vient spontanément à l'esprit : .25,  $p < .05$ ). De plus, la corrélation entre le MFFT et la note d'exactitude au subtest *Les petits hommes verts* est importante : .35,  $p < .01$ . Cela pourrait signifier que des capacités d'inhibition sont requises pour alterner avec fluidité un comptage à l'endroit et un comptage à rebours.

## 2. Sensibilité

- Sensibilité développementale : La sensibilité des mesures françaises aux différences d'âge est représentée par la corrélation de Bravais-Pearson. Toutes les corrélations sont significatives ( $p < .001$ ), ce qui signifie que les différentes mesures du TEA-Ch sont sensibles à l'âge des sujets: les notes de précision (B, H, I, U, X, Y, BB) augmente à mesure que l'âge des sujets augmente, alors que les différences de notes (G, T) et les notes de temps diminuent.

- Différences suivant les sexe : L'analyse des différences en fonction du sexe montre que les effets ne sont pas significatifs pour neuf notes, et faibles pour les notes C, G et U. Les différences étant quasiment négligeables, elles ne justifient pas des étalonnages distincts filles-garçons.

## 3. Fidélité test –retest

Les versions A et B étant proposées comme des versions parallèles, les corrélations entre les échelles suivant la version donnent une indication de la fidélité des mesures.

Seules deux notes sur douze ne sont pas corrélées entre les deux versions : la note I (le nombre total d'items corrects du subtest *Les petits hommes verts*) et la note T (coût de la double tâche dans le subtest *Faire deux choses à la fois*).

Dans le subtest *Les petits hommes verts*, c'est la note d'attention (L) qui est la plus importante. Elle s'obtient en divisant le temps total des items corrects (J) par le nombre de changements de sens (K). La note I n'étant pas liée au temps, un effet d'entraînement peut apparaître. La note L peut donc faire l'objet d'une comparaison entre les deux versions.

Dans le subtest *Faire deux choses à la fois*, la note T correspond à une différence de notes :  $(S-C) = (\text{Temps pondéré par cible en double tâche} - \text{temps par cible})$ . Cette procédure cumule les erreurs de mesure et offre une fidélité systématiquement inférieure. Lors d'une deuxième passation (version B), une attention particulière devra être portée aux notes intermédiaires comme S et C, plutôt qu'à la note T.

#### 4. Conversion des notes brutes en pourcentages cumulés

Les effets importants liés à l'âge (sensibilité développementale) permettent de proposer des normes différenciées suivant quatre groupes d'âge. Les propriétés de la courbe gaussienne n'étant pas applicable à la plupart des variables observées, la transformation la plus appropriée aux données est une transformation des notes brutes en pourcentages cumulés.

### **III. Résultats de Chloé au test (Version A)**

L'analyse des fonctions attentionnelles à l'aide du TEA-Ch s'est déroulée au cours des séances des 10 et 14 Décembre 2007. Chloé a donc 9 ans et 5 mois ; elle se situe dans le groupe d'âge : 9 ans 0 mois à 10 ans 11 mois de l'échantillon français.

#### **A. Comportement durant l'évaluation**

Pendant le bilan, Chloé se montre coopérante, mais réalise les épreuves sans grand enthousiasme; on observe parfois des bâillements. Au moment des items auditifs, elle se balance de gauche à droite sur sa chaise et bouge ses pieds sans arrêt. Certaines réponses fausses sont données de façon impulsive, mais sont immédiatement suivies d'autocorrections spontanées.

## **B. Capacités attentionnelles et fonctions exécutives**

### 1. Capacités d'attention sélective

➤ Recherche dans le ciel (G) : Chloé repère les cibles visuelles en un temps très long pour son âge ( $C = 11,9$  secondes en moyenne par cible). Elle utilise cependant une stratégie de recherche par ligne, ce qui lui permet de n'oublier aucune cible ( $B = 20$ ). La note d'attention obtenue est très faible du fait de son extrême lenteur ( $G = 10,68$ ). Seulement 5 % des enfants de son groupe d'âge obtiennent une note d'âge inférieure à la sienne.

➤ Carte géographique (U) : Chloé a repéré 26 cibles en 1 minute. 36 % des enfants de son âge obtiennent une note inférieure ou égale à la sienne. Les résultats meilleurs à ce subtest proviennent probablement du fait qu'il ne nécessite pas de vérifications car il y a plus de cibles que les enfants ne peuvent en trouver dans le temps imparti.

### 2. Capacités d'attention soutenue

➤ Coups de fusil (H) : Chloé réussit 8 sur 10 parties. 41 % des enfants de son âge obtiennent une note inférieure ou égale à la sienne.

➤ Marche - Arrête (Y) : les performances sont extrêmement faibles. Seulement 2 items sur 20 sont correctement réalisés. Chloé a des difficultés d'inhibition des réponses automatiques. Elle se situe en effet parmi les 2 % des enfants de son groupe d'âge qui ont les moins bonnes performances à ce subtest.

➤ Transmission de codes (BB) : elle décèle 32 cibles auditives sur 40. 25 % des enfants appartenant à sa tranche d'âge en ont trouvé moins.

### 3. Capacités d'attention divisée

➤ Faire deux choses à la fois (T) : en 210 secondes, Chloé a entouré les 20 cibles. En même temps, 12 parties de coups fusil se sont écoulées, dont 7 ont été justes. La note à Faire deux choses à la fois est de 6,1. Par conséquent, 15 % des enfants de son âge sont davantage perturbés par la double tâche.

➤ Ecouter deux choses à la fois (X) : malgré la recommandation de se concentrer davantage sur le comptage des coups de fusil que sur l'écoute des nouvelles, Chloé ne réussit que 3 sur 10 (note W) parties de coups de fusil. Par contre, elle identifie le nom de tous les animaux



(V = 10/10). La note obtenue est faible (X = 13). 19 % des enfants de son groupe d'âge réussissent autant ou moins bien qu'elle.

#### 4. Capacités de contrôle attentionnel et de flexibilité mentale

➤ Les petits hommes verts (L) : Chloé réussit 5 sur 7 items (I), elle se situe donc au-dessus de 42 % d'enfants de son âge. Toutefois, cette performance est accomplie en 101 secondes (J), ce qui est relativement long. De ce fait, sa note au subtest (L = 5,61) indique que 20 % des enfants de sa tranche d'âge ont une moins bonne flexibilité mentale.

➤ Mondes contraires (AA) : une différence existe entre les performances à l'épreuve des *Mondes à l'endroit* (Z = 27) et celles à l'épreuve des *Mondes à l'envers* (AA = 41) en faveur des *Mondes à l'endroit* (soit respectivement 50 et 20 en pourcentages cumulés). Ces résultats vont en faveur d'un défaut d'inhibition des réponses verbales automatiques.

### C. Synthèse des résultats

Tableau 2 : Résultats de Chloé au test : 10 et 14 Décembre 2007

Subtests		Notes brutes	Pourcentages cumulés
<b>1. Recherche dans le ciel</b>			
Nombre de cibles correctement encadrées	<b>B</b>	20	100
Temps par cible	<b>C</b>	11,9	5
Note d'attention	<b>G</b>	10,68	5
<b>2. Coups de fusil</b>		<b>H</b>	8
<b>3. Les petits hommes verts</b>			
Nombre de bonnes réponses	<b>I</b>	5	42
Note de temps	<b>L</b>	5,61	20
<b>4. Faire deux choses à la fois</b>		<b>T</b>	6,1
<b>5. Carte géographique</b>		<b>U</b>	26
<b>6. Ecouter deux choses à la fois</b>		<b>X</b>	13
<b>7. Marche – Arrête</b>		<b>Y</b>	2
<b>8. Mondes contraires</b>			
Temps total des Mondes à l'endroit	<b>Z</b>	27	50
Temps total des Mondes à l'envers	<b>AA</b>	41	20
<b>9. Transmission de codes</b>		<b>BB</b>	32

C'est sur la base de ces résultats au Test d'Évaluation de l'Attention chez l'enfant qu'un protocole de rééducation de la mémoire de travail a été proposé à Chloé au cours des semaines qui ont suivi.

#### **IV. Présentation du protocole de rééducation**

Le protocole s'est déroulé sur la période du 14 Janvier au 18 Février 2008, à raison d'une séance de 45 minutes par semaine. Au total, 6 séances de difficulté croissante ont été réalisées. Chaque séance était composée de 3 exercices faisant intervenir la mémoire de travail ainsi que la mémoire motrice : *Synthèse de postures*, *Phrase gestuelle à rebours* et *Déplacements*.

##### **A. Les exercices**

Chaque exercice comprend 3 items.

###### 1. Synthèse de postures

Dans cet exercice, l'enfant observe sur l'examineur trois postures différentes. Il imite chaque posture immédiatement après qu'elle lui a été présentée. La première position fait intervenir les membres inférieurs. La seconde fait intervenir un ou les deux membres supérieurs. La troisième posture concerne les membres supérieurs, à un niveau généralement plus distal que la seconde.

Une fois que l'enfant a imité les trois postures individuellement, il doit les exécuter en même temps, et non plus l'une après l'autre. En d'autres termes, il doit réaliser une addition des trois postures (voir annexe 2). Pour cela, il est possible que l'enfant utilise à la fois les informations visuelles des postures observées et des informations proprioceptives obtenues lors des imitations.

A partir de la quatrième séance, des inférences sont parfois nécessaires pour effectuer la synthèse des postures. Pour exemple, lors de ces items, la troisième posture impose la jonction des mains. Or, la seconde mobilise l'un des bras, et provoque l'éloignement des mains. L'enfant doit alors concilier les deux contraintes (jonction des mains, mais un seul bras mobilisé) en modifiant la troisième posture par rapport à sa présentation individuelle. Le bras qui n'était pas mobilisé vient rejoindre l'autre pour que les deux mains soient en contact.

Pour exécuter cet exercice, l'enfant doit faire appel à ses capacités d'imitation afin de reproduire la posture avec précision. En même temps, il doit retenir les postures en mémoire.

Lorsqu'on lui demande de les reproduire simultanément, il doit récupérer le souvenir de chacune des trois postures et les synthétiser. Cela sollicite la fonction rétrospective de la mémoire de travail (Barkley, 1997). Par le biais de cette activité, nous espérons que la réactivation des représentations mentales des postures établisse un délai de réponse qui conduira à une meilleure gestion du comportement.

De plus, nous voulons développer chez Chloé la capacité d'anticipation. Elle est prévenue dès le début qu'elle devra faire l'addition des postures. L'objectif est que dès la phase des imitations, elle encode les informations relatives à chaque position dans le but d'en faire la synthèse.

Il est possible que l'exercice fasse également intervenir la fonction exécutive de reconstitution, car il consiste à trouver comment combiner des unités isolées. Lorsqu'il y a une inférence à faire, il s'agit de rechercher les éléments importants dans chaque posture et d'imaginer une manière de les assembler.

#### ➤ Déroulement des séances

Chloé comprend rapidement en quoi consiste l'activité. Les items des premières séances semblent même trop faciles pour elle. Par conséquent, elle a tendance à présenter la synthèse avant la fin de la phase où il faut imiter les postures une par une, dès qu'elle a observé la troisième posture sur le modèle. Jusqu'à la dernière séance, il faudra lui rappeler qu'elle doit exécuter chacune des postures isolément.

De plus, on a pu observer quelquefois qu'elle restait dans la 3<sup>ème</sup> position pour rajouter les deux précédentes. Nous lui avons donc demandé de reprendre une position neutre à la fin des imitations séquentielles avant de proposer sa réponse.

Cet exercice présente donc quelques contraintes et demande beaucoup de contrôle. Aucune agitation ne peut être tolérée car il faut éviter toute confusion avec d'autres informations proprioceptives ou kinesthésiques sous peine que les premières imitations soient oubliées. L'enfant ne doit donc faire aucun mouvement ni position autre que celles demandées. C'est pourquoi nous avons appliqué quelques unes des méthodes de contrôle extérieur de l'action. Nous avons rappelé les consignes régulièrement pour aider Chloé à se concentrer sur la tâche. La première inférence (séance 4) n'a pas été faite spontanément. Cependant, lors des séances suivantes, Chloé a su utiliser cette stratégie apprise pour l'appliquer aux nouveaux items.

## 2. Phrase gestuelle à rebours

L'adulte réalise devant l'enfant 3 ou 4 gestes simples à la suite. Ces gestes forment une phrase que l'enfant reproduit le plus fidèlement possible. Une fois que la phrase gestuelle est acquise à l'endroit on demande à l'enfant de la produire à l'envers (s'il y a 4 gestes, il doit faire: 1-2-3-4 puis 4-3-2-1). La répartition du nombre de gestes par phrase et leur description au fil des séances sont décrites dans l'annexe n° 3.

La phrase gestuelle à rebours, comme la synthèse de postures repose sur l'imitation. En outre, il est possible qu'elle développe la perception du temps. En effet, produire la phrase à l'envers nécessite de retenir les gestes, mais aussi leur chronologie.

### ➤ Déroulement des séances

Globalement, cet exercice ne pose pas non plus beaucoup de problèmes à Chloé. A la séance 2, elle fait une erreur en faisant la phrase à l'envers. Elle remplace le geste *Mains sur hanches* par *mains sur épaules controlatérales*. Or, ce dernier geste faisait partie d'une des phrases de la séance 1. On peut donc penser que sa réponse a été influencée par celle de la séance précédente. Elle fait le même type d'erreur à la séance 3 : *main sur épaule controlatérale* au lieu de *main sur épaule homolatérale*. On peut supposer qu'il s'agit là encore d'une difficulté à inhiber une réponse qui était pertinente à la séance précédente, mais qui ne l'est plus. Enfin, à la sixième séance, *deux doigts sur front* devient *deux mains sur tête*. Lorsque la première phrase à quatre gestes apparaît (séance 3), Chloé demande une deuxième démonstration. Après avoir bien observé, elle réalise la phrase parfaitement à l'endroit comme à rebours. Cela signifie qu'elle ne peut pas se lancer dans la reproduction des gestes, ni dans leur exécution à l'envers, tant qu'elle n'a pas pris correctement les informations. Cette épreuve nécessite moins de contrôle extérieur, l'enfant établit elle-même un délai de réponse.

## 3. Déplacements

A chaque séance, l'enfant parcourt 3 trajets différents sur des dalles disposées au sol selon un damier constitué de 5 lignes × 5 rangées. Chaque trajet est composé de 2 à 4 déplacements. Un déplacement est une ligne droite parcourue entre : le départ et le premier changement de direction, deux changements de direction ou un changement de direction et l'arrivée.

Au début d'un trajet, on montre à l'enfant la dalle correspondant au point de départ où il doit se placer. Quatre cordes de couleurs différentes longent chaque côté du damier afin d'indiquer les directions à prendre. Nous avons ainsi éliminé les risques de confusion dans l'orientation

spatiale. Pour chaque déplacement, on indique à l'enfant la direction et le nombre de pas à faire. Lorsqu'il se trouve au point d'arrivée, on le lui signale, et l'enfant doit ensuite retourner sans indication au point de départ par le même chemin qu'à l'aller. Enfin, lorsque l'enfant est revenu au point de départ, on lui demande de désigner du doigt le point d'arrivée (annexe n°4).

#### ➤ Déroulement des séances

Les premiers trajets sont faciles pour Chloé. Mais elle ne prend pas assez en compte le fait que la difficulté des trajets augmente d'un trajet à l'autre. Aussi, dès la deuxième séance, sa concentration diminue un peu. Lorsqu'on lui indique le chemin, elle se trompe de corde (séance 4) et prend une mauvaise direction, ou bien elle sautille sur les dalles (séance 2) ce qui a pour effet de modifier le nombre de cases parcourues. Les erreurs de directions et les déplacements sur les cases qui ne font pas partie du trajet en cours nécessitent des corrections qui diffèrent trop le moment du trajet au retour et accroît le risque d'erreurs. Il est donc nécessaire de solliciter à nouveau l'attention de Chloé, et de lui rappeler au début de l'exercice de ne faire qu'un pas par case.

D'autre part, ses retours au point de départ sont souvent marqués par de la précipitation, à la séance 3, elle prend un raccourci. Le plus souvent, elle se souvient bien du point de départ, mais l'itinéraire exact pour y revenir est quelquefois imprécis. En outre, le fait d'avoir emprunté plusieurs directions erronées pour le retour (séances 2 et 3) crée des informations fausses qui interfèrent avec celles relatives au trajet effectué. Il a fallu, dans ces cas-là indiquer le chemin une seconde fois.

Après avoir remarqué que le rappel régulier des consignes ne suffisait pas à canaliser l'impulsivité de Chloé, nous avons décidé d'ajouter une aide en orientant son attention sur les caractéristiques du trajet à retenir. En effet, inhiber les comportements inadéquats et intégrer les informations spatiales en même temps lui demandait trop d'efforts. Ses difficultés étaient peut-être dues au fait que cet exercice demande un plus long délai de réponse que les autres. Dès lors que la taille des trajets augmente d'un essai à l'autre, le temps séparant le début de l'itinéraire aller et le retour s'allonge. La période d'anticipation est donc plus longue. Pour retenir les informations et préparer son comportement à venir, Chloé a eu besoin de soutien. A partir de la cinquième séance, une intervention extérieure a donc été appliquée à chaque changement de direction pour lui conseiller de bien regarder où elle se trouve, ce qu'elle vient

de parcourir et où se situe le point de départ. L'effet bénéfique a été immédiat et s'est traduit par la réussite au premier essai de tous les déplacements des deux dernières séances.

Après avoir parcouru les trajets en sens inverse, la désignation des points d'arrivées n'a pas posé de problème particulier à Chloé.

## **V. Résultats de Chloé au retest (version B)**

Les séances au cours desquelles nous avons réévalué les performances attentionnelles de Chloé à l'aide du TEA-Ch ont eu lieu les 03 et 10 Mars 2008. Elle a donc 9 ans et 8 mois et se situe dans la même tranche d'âge que lors du test.

### **A. Comportement durant l'évaluation**

Chloé semble fatiguée ; elle bâille souvent, sa tête repose sur sa main. Elle affirme se souvenir de la version précédente du bilan, c'est pourquoi elle a tendance à vouloir commencer avant la fin des consignes. Elle admet cependant la nécessité d'écouter à nouveau les consignes lorsqu'on le lui explique. La réalisation de certaines épreuves est malgré tout caractérisée par une grande lassitude.

### **B. Capacités attentionnelles et fonctions exécutives**

#### 1. Capacités d'attention sélective

➤ Recherche dans le ciel (G) : Chloé repère les cibles visuelles plus rapidement que lors du test (C = 6,6 secondes en moyenne par cible, contre 11,9). Elle n'oublie toujours aucune cible (B = 20). La note d'attention obtenue est de 5,75 (G = 10,68 au test). 20 % des enfants de son groupe d'âge obtiennent une note d'âge inférieure à la sienne (contre 5%).

➤ Carte géographique (U) : 34 cibles sont localisées en 1 minute, soit 8 de plus que précédemment. Alors que 36 % des enfants de son âge obtenaient une note inférieure ou égale à la sienne, ce chiffre est maintenant de 65%. Elle a donc progressé dans les deux subtests qui évaluent les capacités d'attention sélective.

#### 2. Capacités d'attention soutenue

➤ Coups de fusil (H) : Chloé ne réussit plus que 6 parties sur 10 (contre 8/10). Seulement 10% des enfants de son âge obtiennent une note inférieure ou égale à la sienne. Ce chiffre

était de 41 % pour la version A. Durant cette épreuve, elle semble avoir du mal à se concentrer, on ne remarque plus les signes de comptage à voix basse (subvocalisation).

➤ Marche - Arrête (Y) : des progrès conséquents sont constatés. 10 items sur 20 sont correctement réalisés, alors que seulement 2 étaient corrects. 7 % des enfants appartenant à sa tranche d'âge ont moins bien réussi (contre 2 %). Même si ces résultats sont encore insuffisants, ils montrent que Chloé parvient mieux à inhiber ses réponses automatiques.

➤ Transmission de codes (BB) : elle décèle 25 cibles auditives sur 40, soit 7 de moins que pour la version A. Elle se situe dorénavant parmi les 7% (au lieu de 25%) des enfants de son groupe d'âge qui ont de moins bons résultats. Dans l'ordre de passation, ce subtest est le dernier à être administré. Il est également le plus long. Aussi, une grande variabilité des performances au cours de l'épreuve a été remarquée, ce qui traduit l'importante fatigabilité de Chloé.

### 3. Capacités d'attention divisée

➤ Faire deux choses à la fois (T) : Chloé a entouré les 20 cibles en moins de temps que la dernière fois (P = 130 secondes contre 210). Cependant, seulement 3 parties de coups de fusil sur 8 ont été correctement comptées, alors qu'elle en avait réussi 7 sur 12. La note à Faire deux choses à la fois est de  $T=10,73$  (au lieu de 6,1). Cela signifie que 5% des enfants de son âge sont davantage perturbés par la double tâche (contre 15%).

Pourtant, le temps par cible entourée est beaucoup plus court ( $R=6,5$ ) que la dernière fois ( $R=10,5$ ). Comme le pourcentage de bonnes réponses aux coups de fusil est plus faible lors du retest ( $O = 0,375$ ) que lors du test ( $O = 0,58$ ), cela signifie que Chloé entoure beaucoup plus vite les cibles mais compte moins correctement les coups de fusil. Ainsi, le temps pondéré par cible  $S = R/O = 17,33$  est légèrement meilleur pour la version B que pour la version A ( $S = 18$ ).

La note  $T$  s'obtient en soustrayant au temps pondéré par cible, le temps de recherche par cible au subtest 1 ( $T = S - C$ ). Or Chloé avait déjà considérablement diminué ce temps ( $C=6,6$  contre 11,9). C'est pourquoi la note  $T$  reflète de moins bons résultats : elle n'a pas suffisamment augmenté ses performances en double tâche ( $S$ ) par rapport à son augmentation de rapidité en condition simple ( $C$ ).

➤ Ecouter deux choses à la fois (X) : Dans la version A, Chloé n'avait réussi que 3 (note W) parties de coups de fusil sur 10. Lors du retest, elle en compte 5/10 correctement. De plus, elle identifie encore le nom de tous les animaux (V = 10/10). La note obtenue est donc sensiblement supérieure que celle du test (X = 15) et le pourcentage cumulé de réussite est passé de 19% à 29%.

#### 4. Capacités de contrôle attentionnel et de flexibilité mentale

➤ Les petits hommes verts (L) : comme pour le test, 5 items sur 7 (note I) sont réussis au retest. Elle se situe toujours au-dessus de 42 % d'enfants de son âge. Le temps mis pour effectuer l'épreuve est plus court (J=98 secondes au lieu de 101). Toutefois, les items corrects comportent moins de changement de sens (version B: K=17 ; version A: K=18). La rapidité ne suffit donc pas à améliorer la note de temps aux *petits hommes verts* (L = 5, 76 contre 5,61). 15% des enfants de sa tranche d'âge ont une moins bonne note (20 % dans la version A). La flexibilité n'est pas meilleure.

➤ Mondes contraires (AA) : les performances ont augmenté aux items des *Mondes à l'endroit* : Z = 25 (pourcentage cumulé : 65%) ainsi qu'à ceux des *Mondes à l'envers* : AA = 31 (pourcentage cumulé : 60%). Au moment du test, ces chiffres étaient de : Z = 27 (50%) et AA = 41 (20%). La différence est considérable pour le second item qui mesure les capacités d'inhibition des réponses automatiques.



### C. Synthèse des résultats

Tableau 3 : Résultats de Chloé au retest : 03 et 10 Mars 2008

Subtests		Notes brutes	Pourcentages cumulés
<b>1. Recherche dans le ciel</b>			
Nombre de cibles correctement encerclées	<b>B</b>	20	100
Temps par cible	<b>C</b>	6,6	30
Note d'attention	<b>G</b>	5,75	20
<b>2. Coups de fusil</b>		<b>H</b>	6
<b>3. Les petits hommes verts</b>			
Nombre de bonnes réponses	<b>I</b>	5	42
Note de temps	<b>L</b>	5,76	15
<b>4. Faire deux choses à la fois</b>		<b>T</b>	10,73
<b>5. Carte géographique</b>		<b>U</b>	34
<b>6. Ecouter deux choses à la fois</b>		<b>X</b>	15
<b>7. Marche – Arrête</b>		<b>Y</b>	10
<b>8. Mondes contraires</b>			
Temps total des Mondes à l'endroit	<b>Z</b>	25	65
Temps total des Mondes à l'envers	<b>AA</b>	31	60
<b>9. Transmission de codes</b>		<b>BB</b>	25

#### D. Profil des capacités attentionnelles au TEA-Ch

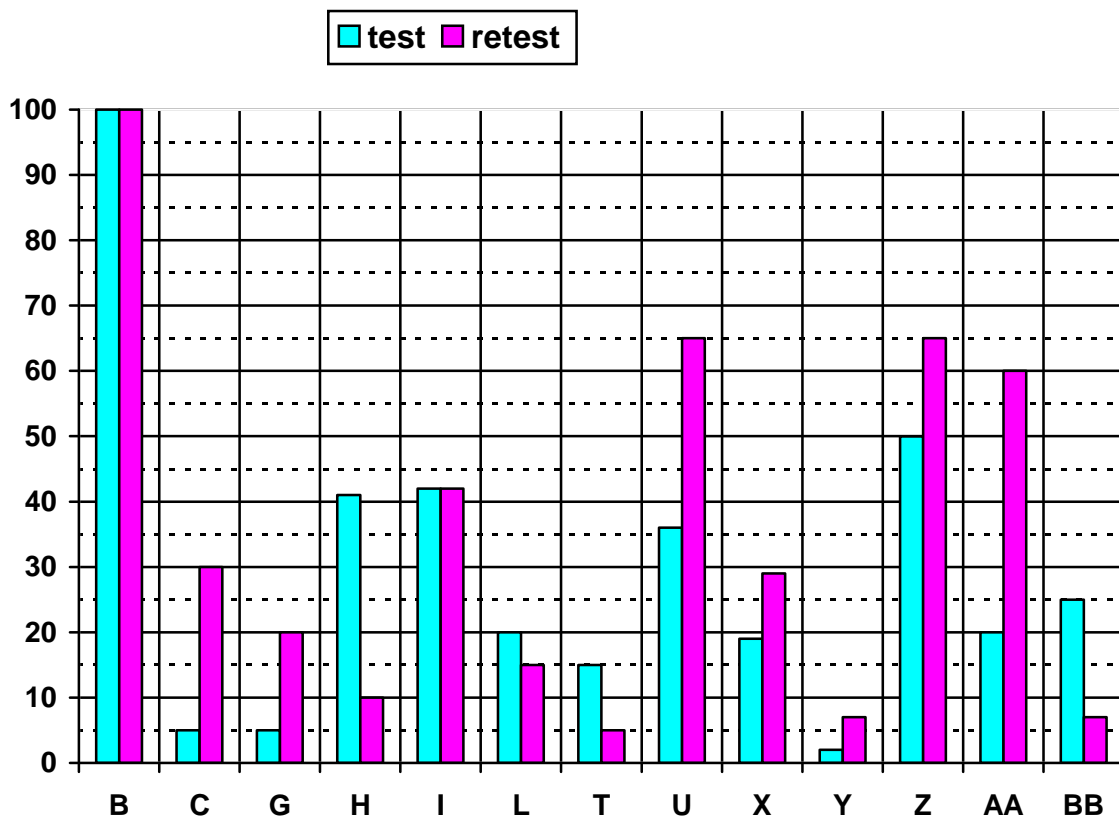


Figure 5: profil des capacités attentionnelles: test et retest

#### VI. Discussion

Pendant six semaines, la prise en charge pour Chloé a porté sur l'amélioration de la mémoire de travail non verbale à travers des exercices moteurs. Nous avons mesuré les éventuels effets de cet entraînement sur les symptômes du TDA/H au moyen du TEA-Ch.

Tout d'abord, nous avons vu que Chloé a augmenté ses résultats aux deux subtests qui évaluent les capacités d'attention sélective. Elle est plus rapide dans la sélection des stimuli pertinents à entourer. Dans les exercices effectués, la première étape était de focaliser son attention sur les informations externes (visuelles, spatiales) et internes (proprioceptives et kinesthésiques) qui feront l'objet d'un traitement. Pour pouvoir retenir des données dans le but de les transformer et de les restituer, il est impératif de les encoder correctement.

Dans le domaine de l'attention divisée, la capacité à *Ecouter deux choses à la fois*, s'est améliorée. Si l'on prend en compte la note S (temps pondéré par cible) à *Faire deux choses à*

*la fois*, comme le suggère la corrélation faible entre les notes T des deux versions, un très léger progrès est constaté. Parmi les activités proposées à Chloé en rééducation, la *synthèse de postures* et les *déplacements* nécessitaient de traiter simultanément plusieurs informations. En effet, pour la première activité, il fallait imiter les positions nouvelles tout en gardant à l'esprit les précédentes. De même pour les *déplacements*, elle suivait le parcours en écoutant les indications tout en maintenant le début du trajet en mémoire.

En ce qui concerne les capacités de contrôle attentionnel et de flexibilité mentale, les résultats sont plus mitigés. Les résultats aux *Mondes contraires* sont nettement meilleurs au moment du retest, mais ceux des *Petits hommes verts* sont légèrement plus faibles. Or, nous avions fait l'hypothèse que la prise en charge devrait améliorer en particulier les performances au subtest des *Petits hommes verts* car il fait directement appel à la mémoire de travail. Peut être que les exercices pratiqués en séances sont d'une nature trop différente de ce subtest qui est purement cognitif.

Les *Mondes contraires* requièrent la faculté de changer de stratégie de façon harmonieuse et d'inhiber les réponses correspondant à la stratégie qui n'est plus appropriée. Il se peut que certains exercices du protocole aient contribué à renforcer le contrôle – afin de diriger son attention sur les stimuli à retenir – ainsi que les capacités d'inhibition. Par exemple, dans la *phrase gestuelle à rebours*, certains gestes d'une séance à l'autre se ressemblent. Il faut donc inhiber les gestes qui ne font pas partie de la phrase en cours.

Enfin, il apparaît que *Marche – Arrête* est le seul subtest d'attention soutenue qui témoigne d'une certaine progression. Il est également sous-tendu par l'aptitude à inhiber des réponses motrices automatiques et ce, pendant une longue période. Par contre, nous aurions pu penser que les performances aux subtests *Coups de fusils* et *Transmission de codes* feraient l'objet d'une progression car ils font intervenir la mémoire de travail. Ils nécessitent en effet de retenir certaines informations et de les réactualiser au fur et à mesure du déroulement de l'épreuve. Or, ces performances ont décliné. On peut envisager plusieurs explications à cela. D'une part, il est probable que les capacités d'attention continue s'appuient sur d'autres ressources que celles que nous avons travaillé en séance par des exercices de courte durée. D'autre part, maintenir son attention sur une longue période de temps peut se heurter, chez des patients comme Chloé à des problèmes de fatigabilité.

## CONCLUSION

Sous certains aspects, les résultats du protocole de rééducation de la mémoire de travail corroborent ceux obtenus par l'équipe de Klingberg (2005). L'attention sélective, les capacités d'inhibition et l'attention divisée sont meilleures. Même si, conformément au modèle de Barkley (1997), les capacités d'inhibition de réponse sont des pré requis aux fonctions exécutives comme la mémoire de travail, cela n'empêche pas que des activités de mémoire de travail puissent parallèlement développer les capacités d'inhibition au travers de leurs exigences intrinsèques.

Dans l'ensemble, les résultats traduisent l'intérêt de la prise en considération de la mémoire de travail dans la rééducation du TDA/H. Ce protocole soutient les principes efficaces déjà appliqués en psychomotricité, comme le renforcement des capacités d'observation et de sélection de l'information pertinente, l'introduction des notions de délai de réponse, d'inhibition de réponse et de réponse inverse. Cela développe la flexibilité mentale.

Par l'entraînement de la mémoire de travail, nous avons également tenté d'amener l'enfant à mobiliser davantage de ressources que dans les exercices d'attention classiques. En effet, mémoriser demande beaucoup d'efforts. Nous pensons par conséquent que l'amélioration de la mémoire de travail pourrait être un préalable à la résolution de problèmes, permettant de retenir les données du problème et d'envisager à la fois le but attendu et les étapes permettant d'y parvenir.

Toutefois, nous n'avons pas pu apprécier les éventuelles répercussions positives de la prise en charge sur l'hyperactivité, l'inattention et l'impulsivité (motrice et cognitive) constatées par les parents et les enseignants dans des situations écologiques. Aucune information concernant la généralisation des acquis n'est donc disponible.

D'autre part, il faut souligner la brièveté de cette thérapie (6 séances). Il serait donc intéressant de prolonger la rééducation pendant 6 séances supplémentaires afin d'examiner ses conséquences sur les domaines qui n'ont pas progressé comme l'attention continue.

Par ailleurs, il faut garder à l'esprit le caractère non représentatif de l'échantillon d'étude. En effet, le protocole à cas unique ne peut suffire pour attester de la validité du travail réalisé.

Pour être certain de l'atténuation des symptômes liés au TDA/H, il serait intéressant de procéder à un protocole de rééducation avec un groupe d'enfants et de comparer leurs résultats avec ceux d'un groupe contrôle. De cette manière, il serait possible d'estimer avec plus de précision les domaines qui évoluent favorablement grâce à ce type de travail. De même, nous pourrions déterminer si cette évolution est significative et mérite de prendre davantage en compte la mémoire de travail dans le traitement du TDA/H.

Enfin, un questionnaire comme l'échelle de Conners serait nécessaire pour évaluer les changements comportementaux dans la vie quotidienne. Il est possible en effet que des exercices qui exigent une observation attentive du modèle et le maintien de l'attention au cours de la réalisation d'un geste améliore la représentation interne du geste à effectuer et l'anticipation de la réponse. Cela pourrait augmenter les capacités de gestion de l'activité motrice et diminuer l'hyperactivité, comme cela a été constaté dans les études de Klingberg et ses collaborateurs (2002 et 2005).

Ainsi, la mémoire de travail nécessite un traitement profond de l'information qui pourrait amener les enfants à mieux aborder les tâches complexes. De plus amples investigations pourraient conduire à envisager d'inclure le développement de cette faculté dans la prise en charge psychomotrice du TDA/H.



## BIBLIOGRAPHIE

- American Psychiatric association, DSM-IV, Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux. Traduction française, Paris, Masson, 1996.
- Arizmendi, T., Paulsen, K., & Domino, G. (1981). The Matching Familiar Figures Test – A Primary, Secondary, And Tertiary Evaluation. *Journal of Abnormal Clinical Psychology*, 18, 29-45.
- Atkinson, R.C., & Shiffrin R.M. (1968). Human Memory: A proposed system and its control processes. In K. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. (Vol 2, pp 89-195). New York: Academic Press, 1968.
- Baddeley, A. (1993). *La mémoire humaine théorie et pratique*. Grenoble: P.U.G.
- Baddeley, A., & Hitch, G.J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Barkley, R.A. (2003). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Nature, Course, Outcomes, and Comorbidity. In E. J. Mash and R. A. Barkley (Eds), *Child Psychopathology* (2nd ed.). New York: Guilford Publications.
- Barkley, R.A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New- York: The Guilford press.
- Berlin, L. (2003). The Role of Inhibitory Control and Executive Functioning in Hyperactivity/ADHD. Acta Universitatis Upsaliensis. *Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences 120*. 76pp. ISBN 91-544-5513-1.
- Berman, K.F. et al (1995). Physiological activation of a cortical network during performance of the WCST: a positron emission topography study. *Neuropsychologia*, 33, 1027-1046.
- Beery, K.E. (1997). *The Beery-Buktenica Developmental Test of VisualMotor Integration (VMI)*. Parsippany, NJ: Modern Curriculum Press.
- Bronowski, J. (1977). Human and animal languages. In *A sense of the future* (pp.104-131). Cambridge, MA: MIT Press.
- Carlson, E.A., Jacobvitz, D., & Sroufe, L.A. (1995). A developmental investigation of Inattentiveness and Hyperactivity. *Child Development*, 66, 37-54.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163-191.

- Damasio, A.R., Tranel, D., & Damasio, H. C., (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: Theory and preliminary testing. H.S. Levin, H.M. Elisenberg & A. Benton (Eds.), *Frontal lobe function and dysfunction* (pp. 217-229). New-York: Oxford University Press, 1991.
- Debroise, A. (2004). Ritaline, un feuilleton à la française; querelles de spécialistes autour de l'enfant hyperactif. *La recherche, hors série n° 16*, 34-36.
- Eliasson, A.C., Rösblad, B., & Forssberg, H. (2004). Disturbances in programming goal-directed movements in children with ADHD. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 19-27.
- Engle, R.W., Conway, A.R.A., Tuhoski, S.W., & Shisler R.J. (1995). A resource account of inhibition. *Psychological Science*, 6, 122-125.
- Faraone, S.V. (et al). (1993). Evidence for the independent familial transmission of attention deficit hyperactivity disorder and learning disabilities: results for a family genetic study. *American Journal of Psychiatry*. 150, 891-895.
- Fuster, J.M. (1989). *The prefrontal cortex*. New York: Raven Press.
- Fuster, J.M. (1995). Memory and planning: Two temporal perspectives of frontal lobe function. In H. H. Jasper, S. Riggio, & P. S. Goldman-Rakic (Eds.), *Epilepsy and the functional anatomy of the frontal lobe* (pp. 9-18). New York: Raven Press.
- Gillis, J.J., Gilger, J.W., Pennington, B.F., & DeFries, J.C. (1992). Attention deficit disorder in reading – disabled twins: Evidence for a genetic etiology. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 20, 303-315.
- Goldman-Rakic, P.S. (1995). Architecture of the prefrontal cortex and the central executive. In J. Grafman, K.J. Holyoak, & F. Boiler (Eds.), *Structure and functions of the human prefrontal cortex* (pp. 71-83). Annals of the New York Academy of Sciences, 1995.
- Hechtman, L., Abikoff, H., G Klein, R.G., Weiss, G. et al. (2004). Academic achievement and emotional status of children with ADHD treated with long –term methylphenidate and multimodal psychosocial treatment. *Journal of the American academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43, 812-9.
- Hinson, J.M., Jameson, T.L., & Whitney, P. (2003). Impulsive decision-making and working memory. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition*, 29,298-306.
- Iaboni, F., Douglas, V.I., & Baker, A.G. (1995). Effects of reward and response cost on inhibition in ADHD children. *Journal of abnormal child psychology*, 104, 232-240.



- Kalff, A.C., Hendriksen, J.G., Kroes, M., et al (2002). Neurocognitive performance of 5 and 6 year-old children who met criteria for Attention Deficit/Hyperactivity Disorder at 18 months follow-up: results from a prospective population study. *Journal of abnormal child psychology*, 30, 589-598.
- Kalff, A.C., De Sonnevile, L.M.J., Hurks, P.P.M., et al (2003). Low-and high-level controlled processing in executive motor control tasks in 5-6-year-old children at risk of ADHD. *Journal of child psychology and psychiatry and allied disciplines*, 44 (7), 1049-1057.
- Kaufman, A.S., & Kaufman N.L. (1983). *Kaufman Assessment Battery for Children*. Circle Pines, MN: American Guidance Services.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 24 (6), 781-791.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P.J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44 (2), 177–186.
- Kuntsi, J., Oosterlaan, J., & Stevenson, J. (2001). Psychological mechanisms in hyperactivity: I. Response inhibition deficit, working memory impairment, delay aversion, or something else? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 199–210.
- Kuntsi, J., & Stevenson, J. (2001). Psychological mechanisms in hyperactivity: II. The role of genetic factors. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 211–219.
- Lawrence, V., Houghton, S., Tannock, R., Douglas, G., Durkin, K., & Whiting, K. (2002). ADHD outside the laboratory: boys' executive function performance on tasks in videogame play and on a visit to the zoo. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 30 (5), 447-62.
- Lussier, F., & Flessas, J. (2006). *Test d'Evaluation de l'Attention chez l'Enfant*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Mc Innes, A., Humphries, T., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2003). Listening Comprehension and Working Memory Are Impaired in Attention - Deficit Hyperactivity Disorder Irrespective of Language Impairment. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31 (4), 427-443.
- Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (1999) *The Test of Everyday Attention for Children. (TEA-Ch)*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.

- Mariani, M., & Barkley, R.A. (1997). Neuropsychological and academic functioning in preschool children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, *13*, 111-129.
- Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R., & Albaret, J.M. (2005). La rééducation du Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité : approche psychomotrice. *Neuropsy News*, *4* (3), 94-101.
- Marusiak, C.W., & Janzen, H.L. (2005). Assessing the Working Memory Abilities of ADHD Children Using the Stanford-Binet Intelligence Scales, Fifth Edition. *Canadian Journal of School Psychology*, *20* (1), 84-97.
- Michon, J.A. (1985). Introduction. In J. Michon, & T. Jackson (Eds.), *Time, mind, and behavior*. Berlin: Springer-Verlag.
- MTA Cooperative Group (1999). A 14-month randomized clinical trial of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry*, *56*, 1073 –1086.
- Newman, J.P., & Wallace, J.F. (1993). Diverse pathways to deficient self-regulation : Implications for disinhibitory psychopathology in children. *Clinical Psychology Review*, *13*, 699-720.
- Norman, D.A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory*. Plenum Press, 1986.
- Oosterlaan J., Scheres A., & Sergeant, J.A. (2005). Which executive functioning deficits are associated with AD/HD, ODD/CD and comorbid AD/HD+ODD/CD? *Journal of Abnormal Child Psychology*, *33*, 69-85.
- Papadopoulos, T.C., Panayiotou, G., Spanoudis, G., & Natsopoulos, D. (2005). Evidence of poor planning in children with attention deficits. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *33* (5), 611-623.
- Rigal, R. (2002). *Motricité humaine: fondements et applications pédagogiques*. Quebec: PUQ.
- Roberts, R.J., & Pennington, B.F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal cognitive processes. *Developmental Neuropsychology*, *12*, 105-126.
- Schachar, R., Tannock, R., Marriott, M., & Logan, G. (1995). Deficient inhibitory control in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *23* (4), 411-437.
- Schacter, D.L. (1999). *A la recherche de la mémoire: le passé, l'esprit, et le cerveau*. Bruxelles: De Boeck université.
- Schmidt, R.A. (1988). *Apprentissage moteur et performance*. Paris: PUF.

- Sergeant, J.A., & Van der Meer, J.J. (1988). What happens when the hyperactive child commits an error? *Psychiatry Research*, 24, 157-164.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199-209.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests*. Oxford: oxford University Press.
- Toplak, M.E., & Tannock, R. (2005). Time perception: Modality and duration in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33 (5), 639-654.
- Touzin, M. (1999). L'enfant hyperactif, les apprentissages et sa rééducation. Glossa. *Les Cahiers de l'UNADREO*, 67, 16–25.
- Trenery, M.R., Crosson, B., DeBoe, J., & Leber, W.R. (1989). *Stroop Neuropsychological Screening Test*. Odessa, Florida: Psychological Assessment Resources.
- Tulving, E., & Schacter D.L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.

# **ANNEXES**

## Annexe 1 : critères du DSM IV pour le TDA/H

A. Présence soit de (1), soit de (2) :

**(1) six des symptômes suivants d'inattention** (ou plus) ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est inadapté et ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :

- a. souvent, ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités,
- b. a souvent du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux,
- c. semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement,
- d. souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles (cela n'est pas dû à un comportement d'opposition, ni à une incapacité à comprendre les consignes),
- e. a souvent du mal à organiser ses travaux ou ses activités,
- f. souvent, évite, a en aversion ou fait à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu (comme le travail scolaire ou les devoirs à la maison),
- g. perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (par exemple: jouets, cahiers de devoirs, crayons, livres ou outils),
- h. souvent, se laisse facilement distraire par des stimuli externes,
- i. a des oublis fréquents dans la vie quotidienne.

**(2) six des symptômes suivants d'hyperactivité- impulsivité** (ou plus) ont persisté pendant au moins 6 mois, à un degré qui est inadapté et ne correspond pas au niveau de développement de l'enfant :

Hyperactivité -

- a. remue souvent les mains ou les pieds ou se tortille sur son siège,
- b. se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis,
- c. souvent, court ou grimpe partout, dans des situations où cela est inapproprié (chez les adolescents ou les adultes, ce symptôme peut se limiter à un sentiment subjectif d'impatience motrice),
- d. a souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir,
- e. est souvent "sur la brèche" ou agit souvent comme s'il était "monté sur ressorts",
- f. parle souvent trop.

Impulsivité -

- g. laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée,
- h. a souvent du mal à attendre son tour,
- i. interrompt souvent les autres ou impose sa présence (p. ex. , fait irruption dans les conversations ou dans les jeux).

**B.** Certains des symptômes d'hyperactivité impulsivité ou d'inattention ayant provoqué une gêne fonctionnelle étaient présents avant l'âge de 7 ans.

**C.** Présence d'un certain degré de gêne fonctionnelle liée aux symptômes dans deux, ou plus de deux types d'environnement différents (p. ex., à l'école - ou au travail- et à la maison).

**D.** On doit mettre clairement en évidence une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.

**E.** Les symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours d'un trouble envahissant du développement, d'une schizophrénie ou d'un autre trouble psychotique, et ils ne sont pas mieux expliqués par un autre trouble mental (p. ex. , trouble thymique, trouble anxieux, trouble dissociatif ou trouble de la personnalité).

**Références:**

American Psychiatric association, DSM-IV, Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux. Traduction française, Paris, Masson, 1996.

## Annexe 2 : description des items à « Synthèse de postures »

		1 <sup>ère</sup> posture: Membres inférieurs	2 <sup>ème</sup> posture: membres supérieurs	3 <sup>ème</sup> posture: membres supérieurs
Séance 1	Item 1	1 pied avant 1 pied arrière +	1 main sur épaule controlatérale +	2 poings fermés
	Item 2	Pieds croisés +	1 épaule en abduction de 180° +	Doigts des mains en extension
	Item 3	Chevalier servant +	2 épaules en abduction de 45° +	2 poings fermés pouces en extension
Séance 2	Item 1	Pieds écartés +	1 épaule fléchie à 90°+ +	2 mains en pinces
	Item 2	Genoux semi fléchis +	1 épaule fléchie à 90°+ et coude fléchi à 90° avant bras vertical	2 mains en pinces pouce - index
	Item 3	Pieds croisés +	1 épaule fléchie à 90°+ et coude fléchi à 90° avant bras horizontal	2 index en extension, autres doigts fléchis
Séance 3	Item 1	Genoux semi fléchis +	Coude fléchi à 90° +	2 poings fermés pouces en extension
	Item 2	Pieds écartés +	Coude fléchi à 90° épaule en rotation interne +	2 mains en pinces pouce - index
	Item 3	Pieds croisés +	2 épaules en abduction de 135° +	Index et majeurs croisés
Séance 4	Item 1	Chevalier servant +	1 épaule en abduction de 90° +	Paumes des mains jointes
	Item 2	1 pied avant 1 pied arrière +	1 épaule en abduction de 90°, coude fléchi à 90° vertical +	2 index en extension, autres doigts fléchis
	Item 3	Pieds écartés +	1 épaule en abduction de 90°, coude fléchi à 90° horizontal +	2 pouces joints
Séance 5	Item 1	Pieds croisés +	Main droite sur coude gauche +	Epaule gauche en abduction de 90°, coude fléchi à 90° vertical
	Item 2	Chevalier servant +	1 épaule fléchie à 90°+ +	Doigts des 2 mains croisés
	Item 3	1 pied avant 1 pied arrière +	Epaule droite en abduction de 180° +	Main gauche sur poignet droit
Séance 6	Item 1	Chevalier servant +	Epaule droite fléchie à 90°, coude fléchi à 90° avant bras horizontal +	Coude gauche fléchi à 90°
	Item 2	Pieds écartés +	Epaule gauche à 90° d'abduction +	Epaule droite à 90° d'abduction, coude fléchi à 90°, bras horizontal
	Item 3	1 pied avant 1 pied arrière +	Epaule droite fléchie à 90°, coude fléchi à 90°, avant bras vertical +	Coude gauche fléchi à 90° épaule en rotation interne

### Annexe 3 : Nombre de gestes par phrase selon les séances

Séances	1 <sup>ère</sup> Phrase	2 <sup>ème</sup> Phrase	3 <sup>ème</sup> Phrase
S1	3	3	3
S2	3	3	3
S3	3	3	<b>4</b>
S4	3	3	<b>4</b>
S5	3	<b>4</b>	<b>4</b>
S6	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### Description des gestes par séance

Séances	1 <sup>ère</sup> Phrase	2 <sup>ème</sup> Phrase	3 <sup>ème</sup> Phrase
S1	- 2 mains sur tête - saut sur place - doigt sur nez	- s'accroupir - main sur cheville - main sur coude controlatéral	- taper des mains - 2 mains sur épaules controlatérales - saut écart
S2	- doigt sur sourcil controlatéral - main sur genou controlatéral - 2 mains sur hanches	- buste fléchi à 90° - main sur épaule controlatérale - doigt sur oreille	- saut demi tour - main sur poignet - main sur épaule controlatérale
S3	- main sur cheville controlatérale - 2 index sur menton - rotation du buste de 90°	- main sur épaule - saut quart de tour - <u>autre</u> main sur tête	- 2 mains sur coudes - main sur hanche controlatérale - taper des mains - saut sur place
S4	- doigt sur oreille controlatérale - main sur genou - <u>autre</u> main sur cheville controlatérale	- s'accroupir - saut demi tour - 2 mains sur genoux controlatéraux	- main sur la tête - doigt sur sourcil - main sur poignet controlatéral - taper des mains
S5	- doigt sur menton - <u>autre</u> main sur cheville - saut réception sur 1 pied	- 2 mains sur épaules - 2 mains sur hanches controlatérales - main sur épaule - saut quart de tour	- main sur genou controlatéral - <u>autre</u> main sur coude - <u>autre</u> doigt sur oreille - s'accroupir
S6	- doigt sur front - main sur hanche - <u>autre</u> main sur hanche - main sur genou	- 2 mains sur genoux - main sur hanche controlatérale - saut quart de tour - 2 doigts sur front	- saut sur place - 2 mains sur poignets - saut écart - 2 mains sur chevilles



### Annexe 4 : Déplacements par trajet selon les séances

	1 <sup>er</sup> trajet	2 <sup>ème</sup> trajet	3 <sup>ème</sup> trajet
S1	J1+V1	R2+B2	V3+J1+B2
S2	V2+R2+B4	B2+R2+V1	V2+R3+B1
S3	V1+J3+B2	B1+J2+V3	R1+V2+R1+V1
S4	B1+R4+B2	V3+J1+B1	V3+ R2+B1+J4
S5	R3+B1+J3	J2+B3+R3+V3	R3+V1+J1+V2
S6	R1+B1+R2	R3+B2+J2+V3	B1+J2+V2+R2

Séance	1 <sup>er</sup> trajet	2 <sup>ème</sup> trajet	3 <sup>ème</sup> trajet
Séance 1			
Séance 2			
Séance 3			



Ce mémoire a été supervisé par  
Jérôme Marquet-Doléac

## Résumé

La mémoire de travail est l'habileté à retenir et manipuler des informations pendant une courte période de temps. Les enfants ayant un Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyteractivité (TDA/H) ont des capacités de mémoire de travail plus faibles que les enfants ordinaires. Des études ont montré qu'il était possible d'augmenter ces capacités, et que cet entraînement réduisait les symptômes d'inattention, d'impulsivité et d'hyperactivité. Ce mémoire décrit la mise en place d'une rééducation de la mémoire de travail non verbale chez Chloé, une enfant souffrant de TDA/H, à travers un protocole à cas unique. Les résultats au Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant (TEA-Ch) révèlent une amélioration de l'attention sélective et des capacités d'inhibition de réponse. Cela suggère que la rééducation de la mémoire de travail pourrait être intégrée dans la prise en charge psychomotrice du TDA/H.

Mots clés: TDA/H, mémoire de travail, modalité non verbale, attention, inhibition.

## Summary

Working memory is the ability to retain and manipulate information during a short period of time. Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) show weaker working memory capacities than ordinary children. Studies showed that working memory can be improved, and that this training reduced symptoms of inattention, impulsivity, and hyperactivity. This work describes the setting up of non verbal working memory rehabilitation with Chloe, a child suffering from ADHD, through a unique case protocol. Results from the Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch) reveal improvements on selective attention and response inhibition abilities. This suggests that working memory training could be integrated in ADHD psychomotor rehabilitation.

Keywords: ADHD, working memory, non verbal modality, attention, inhibition.