



Faculté de médecine Toulouse Rangueil
Institut de Formation en Psychomotricité

MEMOIRE DE TRAVAIL VISUO-SPATIALE ET ENFANT TDA/H

Étude préliminaire de l'étalonnage du test des cubes de Corsi sur des populations
ordinaire et TDA/H

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

À Mam's...

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Jean-Michel Albaret, pour avoir pris de son temps précieux pour me conseiller, ainsi que Régis Soppelsa, pour m'avoir particulièrement aidée dans la mise en route de ce mémoire.

Je remercie également tous ceux qui ont prêté main-forte à la passation du test des cubes de Corsi, en particulier les enfants et les professeurs des écoles de Creysse et de Mayrac.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des maîtres de stage de ma formation, qui m'ont vraiment beaucoup apporté par leurs conseils et leur savoir-faire.

C'est également l'occasion de faire un clin d'œil à tous ceux qui m'ont entouré pendant ces trois années... Il y a des lyonnaises bien sûr, et puis évidemment des toulousaines, que je remercie sincèrement pour leur accueil, leur soutien, leur amitié.

Ces trois ans c'est aussi Clément qui a toujours cru en moi, souvent plus que moi !

Et enfin, un immense merci à ma Famille, Jean-Marc, Dominique, Marine, Jacques, et puis Denise aussi, pour m'avoir soutenue dans ce projet de Psychomotricité bien sûr, mais aussi et surtout, pour tout le reste.

Sans oublier de remercier en particulier Marine qui m'a beaucoup aidée par ses conseils informatiques et autres relectures...

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
<u>PARTIE THEORIQUE</u>	3
A/ LA MEMOIRE.....	4
I. Les différents types de mémoire.....	4
II. La mémoire de travail.....	6
1. Différents types de mémoire de travail.....	7
a. La mémoire de travail visuo-spatiale.....	8
b. La mémoire de travail motrice.....	9
c. La mémoire de travail verbale.....	9
2. Les modèles théoriques de la mémoire de travail	10
a. Le modèle de Baddeley & al. (1974, 2000).....	10
b. Modèle de Oberauer & al. (2000, 2003).....	16
c. Le modèle de Goldman-Rakic & al. (1995).....	17
3. Le développement normal de la mémoire de travail chez l'enfant.....	18
4. Aspects neurocognitifs de la mémoire de travail.....	20
B/ TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION / HYPERACTIVITE (TDA/H).....	22
I. Présentation de la pathologie.....	22
II. Symptomatologie.....	22
1. Trouble de l'attention.....	22
2. Impulsivité.....	23
3. Hyperactivité motrice.....	23
III. Le modèle de Barkley (1997).....	24
IV. Description du TDA/H grâce au modèle de Barkley.....	26
C/ TDA/H ET MEMOIRE DE TRAVAIL.....	31

I. Introduction.....	31
II. Mémoire de travail et symptomatologie des sujets TDA/H.....	33
1. Mémoire de travail et impulsivité.....	33
2. Mémoire de trouble de la perception du temps.....	34
3. Mémoire de travail et déficit attentionnel.....	36
4. Mémoire de travail et troubles du langage.....	37
<u>PARTIE PRATIQUE</u>	39
A/ INTRODUCTION.....	40
B/ OUTILS D’EVALUATION DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL.....	40
C/ LE TEST DES CUBES DE CORSI.....	41
I. Matériel.....	41
II. Conditions de passation.....	43
D/ PRESENTATION DE L’ETUDE.....	43
I. Présentation des groupes.....	43
1. Groupe Contrôle	43
2. Groupe d’enfants TDA/H	44
II. Analyse statistique.....	47
1. Étude comparative des scores au test de Corsi entre les deux populations.....	47
2. Analyse du groupe contrôle.....	48
a. Analyse de la variance en fonction de la classe.....	48
b. Analyse de la variance en fonction de l’âge.....	49
E/ DISCUSSION.....	50
CONCLUSION GENERALE	54
BIBLIOGRAPHIE	55
ANNEXE	60

Ce mémoire a été supervisé par
Jean-Michel ALBARET

INTRODUCTION GENERALE

Le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) est un trouble neurodéveloppemental très étudié dans la littérature scientifique actuelle. C'est l'une des problématiques les plus rencontrées chez les enfants d'âge scolaire.

Les études en neuropsychologie supportent de façon générale l'hypothèse que l'absence première de contrôle de l'inhibition comportementale explique les déficits dans les fonctions exécutives et les comportements impulsifs des sujets TDA/H. Ce trouble est responsable de trois symptômes principaux : impulsivité, déficit attentionnel avec ou sans hyperactivité motrice.

De nombreuses recherches ont été réalisées dans ce domaine et ont notamment permis de montrer que la mémoire de travail jouerait un rôle primordial dans cette pathologie. Au fil de mes lectures, il apparaissait évident que s'intéresser à un tel facteur semblait particulièrement intéressant quant à la façon d'appréhender ce trouble. De nombreuses publications soutiennent en effet que la mémoire de travail est déficitaire chez les sujets TDA/H.

La mémoire de travail correspond à la capacité limitée à maintenir à un stade accessible de la conscience un certain nombre d'informations, en même temps que la réalisation de tâches cognitives diverses. La manipulation et le maintien de ces informations dans la mémoire à court terme est réalisé à des fins d'utilisation immédiate. Elle joue donc un rôle clé dans le quotidien en ce qui concerne le raisonnement par exemple, la compréhension du langage, ou encore l'apprentissage du vocabulaire ou de la lecture. C'est un processus cognitif très impliqué dans les fonctions exécutives.

Selon les auteurs, il existe différents types de mémoire de travail. Nous pouvons citer par exemple la mémoire de travail verbale, motrice, olfactive ou bien encore la mémoire de travail visuo-spatiale. Dans le cadre de ce travail, nous nous intéresserons particulièrement à la mémoire de travail visuo-spatiale. En effet, ce type de processus mnésique tient un rôle particulier chez les sujets TDA/H, et dans ce sens il paraît particulièrement pertinent de comprendre son

fonctionnement et son intrication dans cette pathologie. D'un point de vue de la psychomotricité, nous développerons la façon dont il est impliqué dans la symptomatologie du TDA/H.

Dans la continuité de ce questionnement, il s'agissait de se poser la question du matériel permettant d'évaluer la mémoire de travail visuo-spatiale dans cette population. Il semble qu'aujourd'hui le test des cubes de Corsi (Milner, 1971, Corsi, 1972) soit le plus approprié et le plus reconnu en ce qui concerne ce type de processus mnésique.

C'est pourquoi, il semblait donc intéressant de comparer la passation de ce test spécifique entre une population contrôle et une population d'enfants TDA/H afin de montrer si cet outil d'évaluation pourrait être un élément intéressant et valide dans le cadre de l'élaboration d'un diagnostic de TDA/H.

Par conséquent, ce travail comprendra deux parties :

La *partie théorique* nous permettra de définir et de comprendre le concept de mémoire de travail, et plus particulièrement la mémoire de travail de type visuo-spatiale. Nous développerons également dans cette partie le TDA/H, et enfin, les rôles de la mémoire de travail visuo-spatiale dans cette pathologie.

Dans la *partie pratique*, il conviendra de donner et expliquer les résultats de la passation du test des cubes de Corsi dans les deux groupes (Contrôle vs TDA/H) afin d'évaluer la pertinence d'une telle passation dans le cadre de cette pathologie, et de mettre en valeur l'intérêt d'une rééducation psychomotrice prenant en compte ce processus cognitif dans les prises en charge de l'enfant TDA/H.

PARTIE THEORIQUE

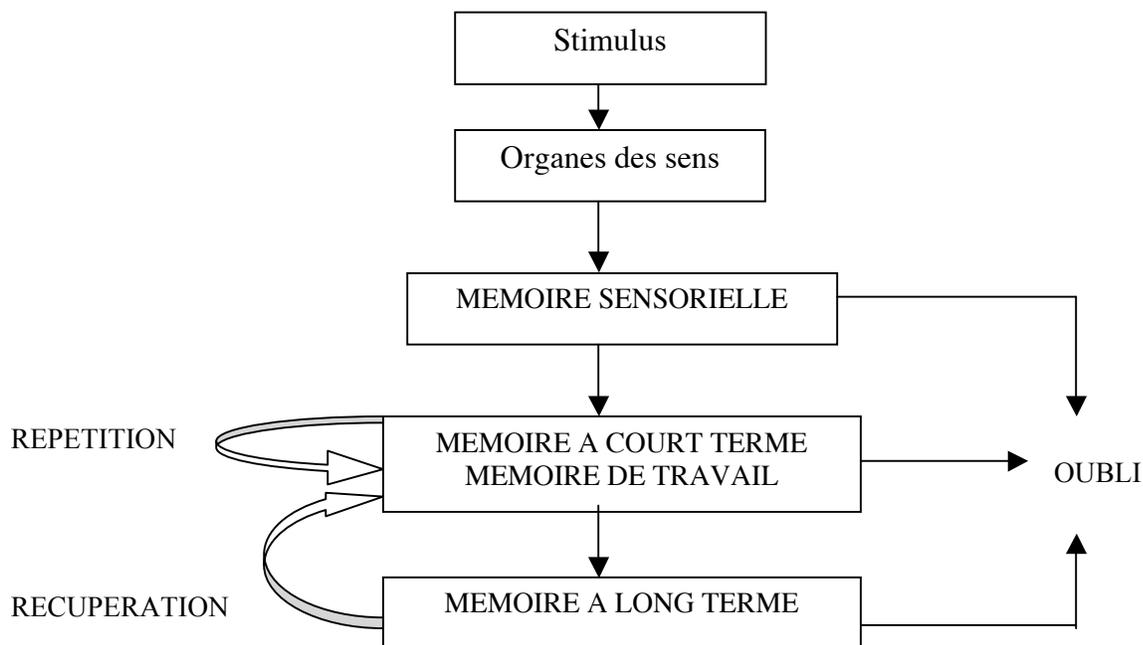
A / LA MEMOIRE

I. Les différents types de mémoire

La mémoire correspond à la capacité à retenir une information (ou représentation mentale), la stocker, puis si besoin la rappeler. Ainsi, on décrit communément trois mécanismes : l'encodage, le stockage et la récupération.

- L'encodage est la première étape de la mémoire. C'est le processus qui permet de transformer un événement ou un fait en une trace mnésique. Le contenu de la trace est déterminé par la nature du traitement cognitif.
- Le stockage (ou rétention) permet le maintien de la trace mnésique. Cette étape fait appel à la consolidation pour garder l'information en mémoire à plus long terme.
- La récupération correspond au rappel du souvenir. L'information emmagasinée en mémoire à long terme est réactivée par la mémoire à court terme. Cela peut se faire de façon stratégique (volontaire) ou associative (involontaire). On peut faire appel au contexte d'acquisition pour faciliter la récupération. Cette dernière se fait toujours en relation avec un indice de récupération.

Afin d'expliquer le fonctionnement de la mémoire d'une manière globale, nous nous appuyerons sur le modèle d'Atkinson et Schiffrin (1968), qui tient compte des travaux de Waugh et Norman (1965). Ce modèle est composé de trois sous-systèmes principaux : la mémoire sensorielle, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme. C'est un modèle sériel car l'information passe, dans l'ordre, du registre sensoriel à la mémoire à court terme et enfin à la mémoire à long terme.

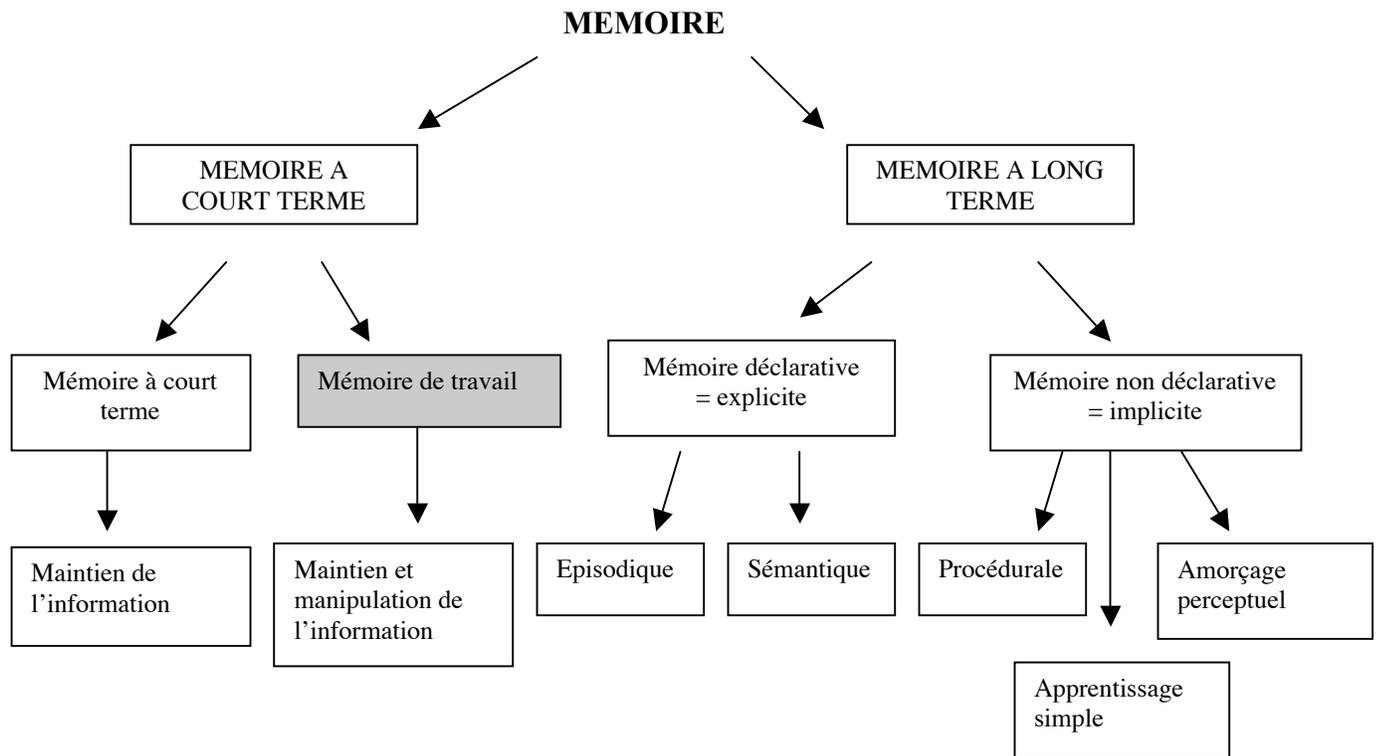


Modèle de Atkinson et Schiffrin, 1968.

- **La mémoire sensorielle** est capable de stocker pendant un temps très court (quelques millisecondes) une grande quantité d'informations perçues par les organes sensoriels (visuelles, auditives, haptiques notamment). À condition qu'un processus attentionnel soit mis en place sur un ou plusieurs de ces stimuli, la mémoire sensorielle est l'étape préalable au stockage dans la mémoire à court terme.

- **La mémoire à court terme** est un espace mental à capacité limitée (quelques secondes à quelques minutes) où convergent les informations perceptives. En mémoire à court terme, l'information peut être retravaillée ou rafraîchie grâce à un mécanisme de récapitulation articulatoire avant d'entrer en mémoire à long terme. Plus l'information demeure en mémoire à court terme, meilleures sont ses chances d'être encodée en mémoire à long terme.

- Puis, les informations peuvent basculer vers **la mémoire à long terme**, grâce à des procédés d'intégration ou d'autorépétition. Elle possède une énorme capacité de stockage, de quelques minutes à toute une vie ; elle est dynamique et en perpétuelle évolution. On distingue deux grands types de mémoire à long terme : la mémoire déclarative et le mémoire non déclarative.



Taxonomie des systèmes de mémoire d'après Squire & al., 1993.

II. La mémoire de travail

La mémoire de travail est un concept clé, très étudié depuis le milieu du XIXe. On s'est rendu compte au fil des recherches scientifiques de sa place prépondérante dans les processus cognitifs.

Il s'agit d'un ensemble de systèmes à capacité limitée, responsable du maintien temporaire et de la manipulation de l'information, pendant la réalisation de tâches cognitives variées telles que la compréhension du langage, la lecture, la production écrite, le calcul ou le raisonnement. Dans le quotidien, c'est par exemple la mémoire de travail qui nous permet de suivre une conversation au téléphone ou de rendre la monnaie.

Les informations sont retenues à un stade très accessible de la conscience, sous le contrôle d'un sous-système qui gère la sélection des informations utiles, l'inhibition des informations non pertinentes et la coordination des feedbacks en même temps que le traitement des informations.

Il est important de noter que la mémoire de travail ne se « dilue » pas dans la notion de mémoire à court terme. Cette dernière ne représente qu'un maintien de l'information alors que la mémoire de travail constitue un phénomène dynamique de traitement de l'information en même temps que son maintien. C'est dans ce sens que Daneman & Carpenter (1980) proposent de substituer le terme de mémoire de travail à celui de mémoire à court terme. D'un point de vue neuropsychologique, cette différence est capitale pour comprendre de nombreux déficits ou troubles. Dans de nombreuses tâches cognitives, il est indispensable de manipuler des éléments pour accéder à une compréhension (qu'elle soit sémantique, syntaxique, ...etc.).

L'empan mnésique correspond à la capacité à maintenir un certain nombre d'informations en mémoire à court terme pendant une période restreinte de 20 à 30 secondes. Normalement, l'empan moyen est de $7 +$ ou $- 2$ éléments (Miller, 1956). L'information est très vulnérable à l'interférence. Aussi, l'empan est influencé par la culture, le contexte, le contenu (il est plus facile par exemple de retenir une série de mots qui forment une phrase plutôt qu'une série de mots qui n'ont pas de lien entre eux). L'âge, le niveau d'éducation et le sexe influent également. Les sujets de sexe masculin seraient plus performants que les sujets de sexe féminin (Grossi, Orsini & al. 1979).

Une organisation active de certaines fonctions exécutives est nécessaire pour dépasser la capacité d'empan mnésique immédiat (comme le regroupement ou la catégorisation...). Cette organisation se perfectionne au fur et à mesure de la maturation du sujet.

1. Différents types de mémoire de travail

On observe différents types de mémoire de travail. Dans le cadre de la réalisation de cette étude, nous nous appuierons sur la mémoire de travail visuo-spatiale et son intrication avec d'autres types de mémoire de travail (verbale et motrice).

a. La mémoire de travail visuo-spatiale

Il s'agit de la mémorisation et du traitement des informations visuelles (descriptives) et spatiales (localisation).

Pour la décrire, Baddeley & Hitch (1974) élaborent le concept de calepin visuo-spatial. On distingue deux sous-systèmes : un pour les caractéristiques visuelles du matériel à traiter (formes, couleurs, tailles...) et un pour les caractéristiques spatiales de l'information. Nous décrirons ultérieurement plus en détail cette composante dans la description complète du modèle de Baddeley.

Le système de stockage visuo-spatial maintient l'information et ses variations, en interaction avec à un système attentionnel d'ordre spatial, facilitant ainsi la rétention de l'information de localisation (Awh & al., 2000).

Des études faisant intervenir des tâches d'interférences ont montré que la performance des sujets à une tâche de mémoire de travail visuelle diminue si on administre en même temps une tâche d'interférence visuelle. Ce qui n'est pas le cas s'il s'agit d'une tâche interférente spatiale.

Il s'agit du profil inverse pour une tâche de mémoire de travail spatiale : un stimulus spatial a une répercussion sur une tâche spatiale, et non sur une tâche visuelle (Logie et Marchetti, 1991).

Chez les individus tout venant, la performance à une tâche comme le test des cubes de Corsi (mesure de la mémoire de travail visuo-spatiale) est perturbée par une activité interférente de mouvements des mains (qui n'est pas en rapport avec la tâche) et non par une production phonologique non pertinente.

Chez l'adulte, l'empan moyen de la mémoire de travail visuo-spatiale est de 5 éléments. Dans une série de 7 éléments, les mieux mémorisés sont les premiers et les derniers. On retrouve le plus souvent des erreurs d'inversement en milieu de série (Smith & Sholey, 1996).

Enfin, plusieurs études ont montré qu'un déficit dans le stockage visuo-spatial est associé à des difficultés scolaires concernant la lecture, l'écriture, la compréhension et l'arithmétique (Gathercole & Pickering, 2000).

b. La mémoire de travail motrice

Des études ont montré que la mémoire de travail motrice, impliquée dans les mouvements topocinétiques (mouvements réalisés en fonction d'un but et prenant en compte les informations environnementales), est en lien étroit avec la mémoire de travail visuo-spatiale. En effet, les recherches de Smyth & al. (1988) ont permis de montrer que les tâches d'interférence spatiale diminuent la capacité de l'individu à mémoriser une séquence motrice de positions spatiales, alors qu'une tâche d'interférence motrice est sans effet.

Par contre, la mémoire de travail visuo-spatiale ne semble pas impliquée dans les mouvements morphocinétiques (reproduction d'une forme corporelle donnée).

Notons également que l'encodage des mouvements fait entrer en jeu la mémoire de travail verbale, s'il existe par exemple un terme spécifique pour un mouvement morphocinétique (comme « faire une roue », ou « faire le poirier ») ou si l'individu connaît et maîtrise le vocabulaire spatial pour un mouvement topocinétique (comme « en-dessous », « à-côté »...).

Cependant, le codage verbal est plus accessoire que le codage visuo-spatial (Groeger, 1999) : on n'observe pas de différences en ce qui concerne l'empan si les mouvements sont qualifiables verbalement ou non.

c. La mémoire de travail verbale

Nous développerons ultérieurement la mémoire de travail verbale via le concept de boucle phonologique décrit dans le modèle de Baddeley (1986, 2000). Elle correspond à la mémoire temporaire de l'information verbale codée sous la forme de sons.

Il faut préciser que la mémoire de travail verbale peut être intrinsèquement liée à mémoire de travail visuo-spatiale. Dans une tâche comme le test d'imitation de cubes de Knox (1913), la performance diminue lorsque l'on demande aux participants de réaliser des mouvements de mains ou de produire des sons qui ne sont pas en rapport avec la tâche. Le test d'imitation des cubes de Knox est donc une tâche hybride qui est liée à des représentations verbales de l'information ainsi qu'à la mémoire visuo-spatiale.

2. Les modèles théoriques de la mémoire de travail

Nous nous appuyerons sur les modèles théoriques où est développé le domaine de la mémoire de travail visuo-spatiale.

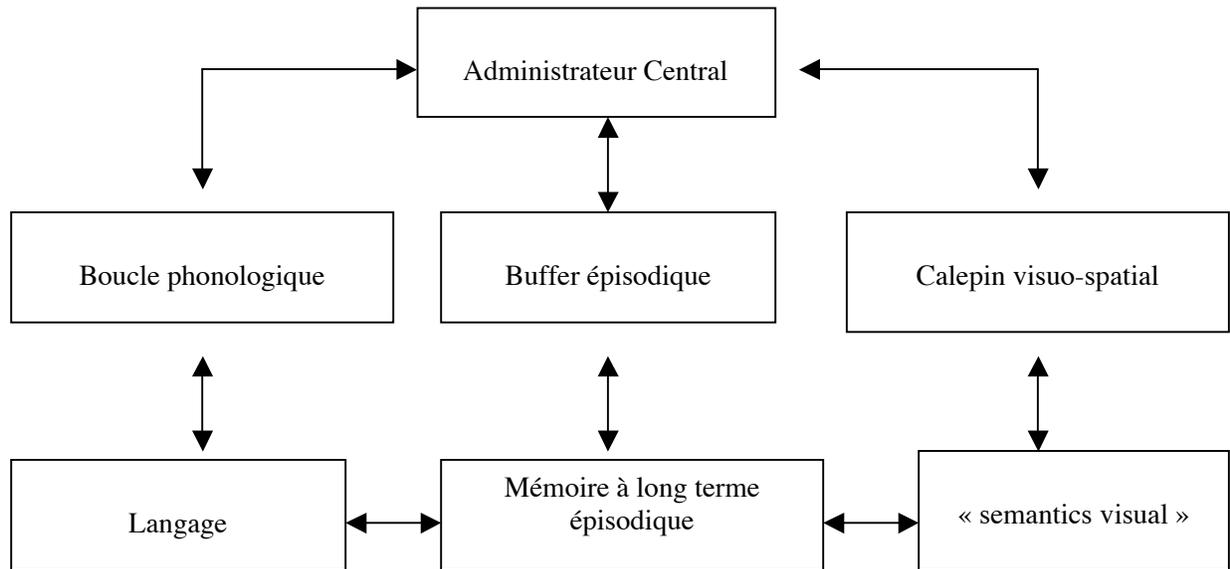
Il est tout de même important de noter brièvement que d'autres auteurs contemporains ont bien sûr d'autres points de vue dans leurs modèles théoriques, mais développent moins les processus visuo-spatiaux. Nous pouvons citer en exemple le modèle de Cowan (1995) ou bien le modèle de Norman & Shallice (1986). Il n'en est pas moins qu'ils aient une influence importante dans ce domaine de recherche scientifique.

a. Le modèle de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974, Baddeley, 2000)

Ce modèle représente actuellement une des propositions théoriques les plus influentes pour rendre compte des processus de maintien à court terme de l'information. Il permet une étude approfondie de la mémoire de travail visuo-spatiale.

Le modèle à multiples composantes actuel de Baddeley (2000), proposé initialement par Baddeley & Hitch (1974) a été développé à partir du concept plus ancien de mémoire à court terme, système de stockage temporaire et unitaire à capacité limitée.

Ainsi, on observe que le concept de la mémoire de travail envisagé dans le modèle d'Atkinson et Schiffrin (précédemment décrit) est remis en question par Baddeley qui présente un modèle plus détaillé à propos du rôle et de la constitution de ce type de mémoire.

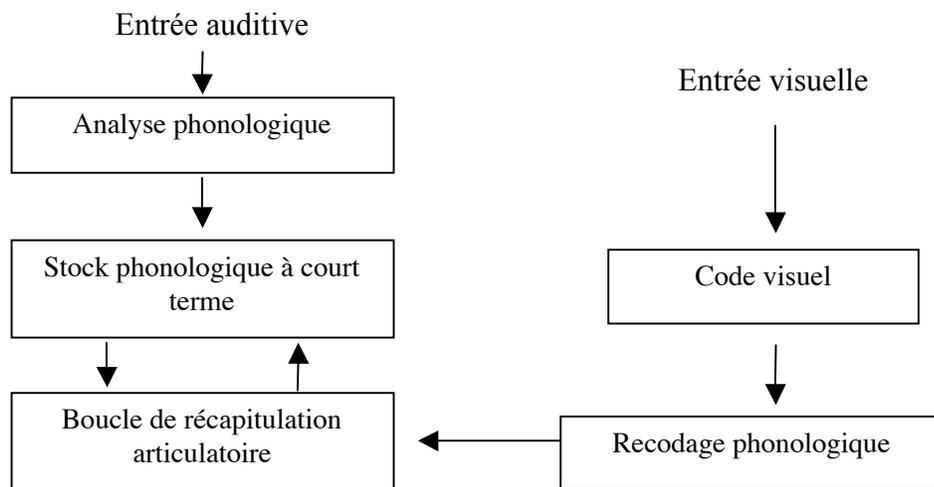


Modèle de Baddeley & al., 2000.

La rétention temporaire et la manipulation de l'information lors de différentes activités cognitives reposent sur le fonctionnement coordonné d'un ensemble de sous-composantes autonomes :

- La boucle phonologique

La boucle phonologique est responsable du stockage de l'information verbale présentée auditivement ou visuellement. Elle est elle-même composée de deux sous-composantes : un stock phonologique et une boucle de récapitulation articulatoire.



Modèle théorique de la boucle phonologique, Baddeley, 1993.

Lorsqu'une information auditive apparaît par exemple, elle fait l'objet d'une analyse phonologique dont le résultat est stocké sous forme de codes phonologiques. La compréhension des phrases, en particulier longues et complexes, s'appuie sur ce mécanisme. L'information est maintenue pendant une durée très brève (1,5 à 2 secondes).

Ce mécanisme permet aussi le transfert de l'information verbale présentée visuellement vers le système de stockage phonologique. C'est un composant passif de stockage. L'information peut être réintroduite et maintenue dans le stock grâce à la boucle de récapitulation articulatoire.

La boucle articulatoire est donc un composant actif de récapitulation qui permet le maintien de l'information dans le stock ainsi que l'introduction dans le stock d'informations verbalisables présentées visuellement, ce après recodage phonologique de ces informations.

La boucle phonologique n'est pleinement opérationnelle que vers 8 ans, bien que les premiers éléments apparaissent dès 4 ans.

Elle se situe essentiellement dans le gyrus supramarginal et l'aire de Broca dans l'hémisphère gauche (Brogard, Allain, Aubin, La Gall, 2007).

- Trois « effets » découlent de ce système :

L'effet de similarité phonologique : dans le cadre du rappel sériel à court terme, l'empan est inférieur pour des items proches sur le plan phonologique (Conrad & Hull, 1964, Baddeley, 1966). Il est dû à une confusion lors du rappel entre les traits phonologiques des items se trouvant dans le système de stockage phonologique.

L'effet de longueur des mots : le rappel immédiat de mots courts est meilleur que celui de mots longs, ces derniers prenant plus de temps à être récapitulés par la procédure de répétition subvocale (Baddeley et al. 1975).

La mise en évidence du codage phonologique d'un mot présenté visuellement : lorsque les mots sont présentés visuellement, le rappel est meilleur lorsqu'ils sont phonologiquement dissimilaires.

- **Le calepin visuo-spatial**

Les informations visuo-spatiales sont codées par le calepin visuo-spatial. On distingue à l'intérieur de celui-ci un système pour les informations visuelles (formes, couleurs...) et un système pour les informations spatiales.

Les informations sont maintenues temporairement dans le stock visuel. Elles sont sujettes au déclin et à l'interférence, mais peuvent être réintroduites dans le stock visuel grâce au mécanisme de récapitulation spatiale.

Le calepin visuospatial peut être approvisionné soit directement par la perception visuelle, soit indirectement par la formation d'une image mentale. Il nous sert à résoudre des tâches de type visuel et spatial (s'orienter dans l'espace en suivant un itinéraire à l'aide d'un plan par exemple). C'est également le calepin visuo-spatial qui est responsable de nos capacités de transformation et de rotation des images mentales. Par exemple, c'est grâce à lui que nous sommes en mesure de décrire, d'explorer un objet, un lieu, représenté mentalement.

On pense donc que le calepin visuo-spatial comprend deux composantes. Une des propositions en faveur de cette hypothèse a été traitée par Logie (1995) qui soutient l'existence d'une sous-composante visuelle et d'une sous-composante spatiale distinctes.

Le test des cubes de Corsi ainsi que le test des motifs visuels de Knox (Della Sala, Gray, Baddeley & Wilson, 1997) ont permis d'étayer cette thèse. On considère que l'épreuve des cubes de Corsi cible essentiellement la sous-composante spatiale alors que le test des motifs visuels concernerait davantage la sous-composante visuelle de la mémoire de travail visuo-spatiale. Dalla Sala & al. (1999), ainsi que Logie & Pearson (1997) soutiennent que les performances aux deux tâches ne sont pas forcément corrélées. Il existe bien deux fonctions distinctes.

Le registre visuo-spatial implique principalement des régions préfrontales, pariétales postérieures et temporales inférieures gauche et/ou droite (Brogaard et al, 2007).

- **L'administrateur central**

Il joue un rôle de gestion et de contrôle. Il s'agit d'un mécanisme attentionnel qui supervise et coordonne les systèmes auxiliaires (la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial). Il joue également un rôle d'inhibition des informations non pertinentes, d'activation des informations stockées en mémoire à long terme, de raisonnement, de prise de décision et de planification des actions. Il permet aussi de modifier de façon continue la mémoire de travail en fonction des informations récentes internes (provenant de la mémoire à long terme), ou externes (provenant des entrées sensorielles). C'est un processus de mise à jour. Il permet enfin de gérer le passage des informations entre les sous-systèmes et la mémoire à long terme.

Pour Baddeley (1974, 2000), le modèle attentionnel proposé par Norman et Shallice (1986) peut aider à comprendre le fonctionnement de l'administrateur central via le système superviseur attentionnel.

En effet, le modèle de Norman et Shallice s'inspirera du concept d'administrateur central développé par Baddeley, en ce qui concerne le concept de système attentionnel superviseur (SAS). Le SAS peut interrompre ou modifier un comportement en cours. Il intervient également

en manipulant et en organisant des lignes d'actions dépendant de plusieurs facteurs de probabilité. Ce système est nécessaire à la planification de situations complexes.

D'un point de vue neuroanatomique, les régions préfrontales, cingulaires et pariétales sont impliquées dans l'administrateur central (Brogard et al, 2007).

- **Le buffer épisodique**

Dans le modèle actualisé de la mémoire de travail, Baddeley (2000) introduit notion de buffer épisodique. C'est un système de stockage temporaire d'informations multimodales. On parle de « buffer » car il constitue une interface temporaire entre les systèmes esclaves (la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial) et la mémoire à long terme. Il est « épisodique » car il stocke des « épisodes » dans lesquels l'information est intégrée dans l'espace et le temps. Il constitue une étape essentielle dans l'apprentissage en mémoire épisodique car il joue un rôle important dans l'encodage et la récupération d'informations en mémoire épisodique. Brièvement, la mémoire épisodique est un processus mnésique qui permet de se souvenir des événements vécus avec leurs contextes (dates, lieux, états émotionnels...).

Notons que ce buffer est différent de la mémoire épisodique car c'est un système de stockage temporaire qui peut être préservé chez des patients amnésiques avec une atteinte majeure de la mémoire à long terme. Il est également contrôlé par l'administrateur central.

De manière générale concernant le modèle de Baddeley, on observe un déficit dans les performances lorsque l'un des deux systèmes esclaves est saturé, nécessitant donc l'aide de l'administrateur central.

Des recherches empiriques (Richardson, 2005) ont permis de démontrer le rôle de chacun des systèmes du modèle de Baddeley. Pour ce, rappelons brièvement que le test des cubes de Corsi est un outils permettant de mesurer la mémoire de travail visuo-spatiale, alors que le test des motifs visuels de Knox est une tâche hybride qui évalue les capacités visuo-spatiales et verbales

de la mémoire de travail. La contribution de l'administrateur central est montrée par le fait que la production aléatoire de chiffres perturbe la performance aux tests des cubes de Corsi et de Knox. On observe également qu'une charge de mémoire concurrente perturbe la performance au rappel de séries verbales. La suppression articulatoire perturbe la performance dans le rappel sériel verbal et dans le test de Knox, et non au test de Corsi. Cela montre bien la contribution de la boucle phonologique. Enfin, le rôle du calepin visuo-spatial est démontré par le fait qu'une tâche concurrente de « tapping » manuel perturbe les performances aux tests de Knox et Corsi mais pas au rappel sériel verbal (Richardson, 2005).

Enfin, des études neurocognitives ont permis de renforcer l'hypothèse de Baddeley : Warrington & Shallice (1969) font la description d'un patient avec une atteinte neurologique dont la performance aux tests de mémoire de travail verbale est très réduite, et dont parallèlement les performances en mémoire de travail non verbale et en mémoire à long terme sont intactes. Il existe donc bien une distinction entre ces deux domaines. Aussi, de Renzi & Nichelli (1975) décrivent un sujet lésé dont la mémoire de travail visuo-spatiale (mesurée par le test des cubes de Corsi) était sévèrement atteinte alors que la mémoire spatiale à long terme n'était pas endommagée.

Notons brièvement enfin que l'on observe une distinction entre la mémoire à court terme et la mémoire à long terme dans les domaines spatial et verbal, qui détaille le fonctionnement du passage de l'information (verbale ou spatiale) par la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme (De Renzi, 1982).

b. Modèle de Oberauer & al. (2000, 2003)

Il m'a semblé intéressant de prendre en considération les études de ces auteurs car elles apportent un point de vue intéressant sur la mémoire de travail. Ils s'inscrivent dans la continuité des travaux de Baddeley, en prenant en compte dans leur modèle les mémoires de travail verbale et visuo-spatiale.

Oberauer & al (2003) décrit deux dimensions dans la mémoire de travail : le contenu et les fonctions cognitives. Dans ce sens, la mémoire de travail peut être subdivisée en plusieurs fonctions cognitives. La notion de contenu comprend deux larges catégories : la mémoire de travail visuo-spatiale et la mémoire de travail correspondant au langage et aux nombres (en lien avec le modèle de Baddeley).

Brièvement, Oberauer & al. définissent la dimension fonctionnelle en traitant trois catégories : le stockage et le traitement simultané, la supervision et la coordination.

- *Le stockage et le traitement de l'information* découlent de la notion de stockage à court terme. Rappelons la mémoire à court terme ne fait que retenir l'information alors que la mémoire de travail la traite. Ils proposent de définir la notion de traitement comme la transformation ou la dérivation d'une nouvelle information, en contraste avec des activités cognitives qui maintiennent l'information telle quelle. La notion de stockage est définie comme la rétention brève d'informations nouvelles pendant un laps de temps où l'information n'est plus présente. Cela exclut donc les fonctions correspondant à la mémoire à long terme et à l'attention portée sur l'information perçue.

Ce domaine est composé de 4 éléments : la rétention d'informations pendant quelques secondes, les rapides opérations cognitives de traitement de l'information, le stockage pendant une tâche concurrente et le traitement efficace pendant la demande de stockage. Il s'agit par conséquent de stockage dans le contexte de traitement.

- *La supervision* est un processus exécutif qui implique la surveillance continue du traitement cognitif et de l'action, la sélection d'indices pertinents et l'ignorance de ceux qui ne le sont pas. Cette notion est donc grandement en lien avec les autres fonctions de la mémoire de travail. Cela fait référence au modèle de l'administrateur central de Baddeley.

- *Coordination* des différents éléments à l'intérieur de structures : la mémoire de travail sert à établir de nouvelles relations entre les éléments pour les intégrer aux structures cognitives. La coordination diffère du stockage et du traitement de l'information car le stockage à court terme ne permet pas de construire de nouvelles relations entre les éléments. En effet, la fonction de

coordination ne concerne pas uniquement les informations qui sont momentanément mémorisées. Comme la supervision, la coordination est davantage une fonction attentionnelle de la mémoire de travail.

La corrélation entre le stockage, le traitement de l'information et la coordination est très forte. Enfin, l'interrelation entre les deux domaines (contenus et fonctions cognitives) et leurs composants est déterminante dans la mémoire de travail.

c. Le modèle de Goldman-Rakic (1995)

Dans ses travaux, cet auteur présente une vision globale de tout le système de mémoire de travail, organisé en modules. Chaque module serait ainsi responsable d'un type de mémoire de travail en particulier (verbale, spatiale, mais également olfactive, gustative, auditive, tactile, proprioceptive et kinesthésique). Les combinaisons possibles entre ces modalités permettent au comportement sensoriel une intégration transmodale. Ces différentes modalités sensorielles peuvent bien sûr intervenir à des degrés différents, en fonction de la demande de la tâche. Pour Goldman-Rakic, il est difficile de concevoir que l'on utilise un seul type de mémoire de travail en fonction d'une situation donnée. Ce modèle s'appuie sur des données neuro-anatomiques.

3. Le développement de la mémoire de travail chez l'enfant

Dans un premier temps, il est important de remarquer que les jeunes enfants n'ont pas la capacité d'encoder l'information sous forme phonologique, c'est donc le codage visuo-spatial des objets qui est mis en place prioritairement (Hitch & al., 1988). Dans ce sens, il semble qu'il y ait une prédominance pour l'encodage spatial jusqu'à 8-10 ans (De Ribeaupierre & al., 2000).

Toutefois, les performances en mémoire de travail augmentent avec l'âge (Logie & Pearson, 1997 ; Pickering et al., 2001). Selon De Agostini (1996), l'empan spatial mesuré par le test des

cubes de Corsi, passe de 3.2 pour les 4 ans à 4.7 pour les 7 ans. Cet accroissement se produit particulièrement entre 4 et 11 ans pour l'empan spatial (Wilson, 1987, Logie & Pearson, 1997).

On observe cependant des variations selon le type de mémoire de travail sollicitée. Il existe une différence sexuelle. Les garçons ont un empan mnésique visuo-spatial légèrement plus important (Grossi & al., 1979). Cependant, le rythme de progression de cet empan n'est pas en corrélation avec le développement intellectuel de l'enfant (Dempster, 1985) et il existe bien évidemment d'importantes variations interindividuelles.

La revue de Pickering (2001) met en avant cinq mécanismes susceptibles d'être liés au développement de la mémoire de travail visuo-spatiale : le recodage phonologique, l'évolution des connaissances, les processus stratégiques (l'organisation et la répétition notamment), la vitesse de traitement et la capacité attentionnelle.

Notons que la répétition phonologique apparaît vers l'âge de 7 ans. L'utilisation et la qualité de la répétition phonologique augmentent avec l'enfance. L'enfant entraîné à la répétition avant 7 ans améliore de façon significative ses performances mnésiques ultérieures (Naus, Ornstein, Aivano, 1977).

La vitesse de traitement joue un rôle sur la performance de la mémoire de travail visuo-spatiale. On sait par exemple, que l'efficacité de la répétition est intimement liée à la répétition articulatoire (Cowan & al., 1998).

Aussi, la capacité attentionnelle est reliée aux activités du centre exécutif et aux lobes frontaux, or il a été montré que les lobes frontaux atteignent leur maturation à l'adolescence. L'évolution de la capacité attentionnelle peut donc affecter la capacité de l'enfant à saisir l'information et à inhiber les informations non pertinentes.

Dans ce sens, l'enjeu de cette phase de développement semble donc être particulièrement centré sur la mise en relation des processus mnésiques et des fonctions exécutives. Comme nous venons de le soumettre, certaines fonctions de l'administrateur central intervenant dans les processus de

mémorisation (inhibition des informations non pertinentes, stratégies de traitement, vitesse d'exécution), se développent progressivement au cours de l'enfance (Pickering, 2000).

4. Aspects neurocognitifs de la mémoire de travail

La capacité à retenir et manipuler des informations dans la mémoire de travail dépend du cortex préfrontal (Fuster, 1989 ; Goldman, 1987) et sous-tend plusieurs habiletés cognitives, dont le raisonnement logique et la résolution de problème.

La mémoire de travail spatiale est latéralisée à droite, la mémoire de travail verbale ainsi que celle des objets sont latéralisées à gauche (Fletcher & Henson, 2001). En plus d'être latéralisées, seules quelques régions corticales sont impliquées distinctement dans chaque type de mémoire de travail.

Dans le cadre de la mémoire de travail visuo-spatiale uniquement, on observe l'activation du lobe occipital et de la partie inférieure du lobe frontal, l'activation de la partie inférieure du lobe temporal pour la mémoire qui concerne les objets, et l'activation de l'aire de Broca uniquement pour la mémoire de travail verbale.

À l'intérieur du circuit concernant la mémoire de travail verbale, il y a une séparation entre ce qui correspond au stockage et ce qui sert de médiateur à la répétition. Le cortex pariétal postérieur (notamment dans l'hémisphère gauche) semble effectivement être impliqué dans le stockage alors que les régions frontales servent de médiateur à la répétition. Le lobe frontal gauche comprend trois régions également impliquées dans les aspects spécifiques du langage : l'aire de Broca, l'aire prémotrice, et l'aire motrice associative. On peut donc confirmer l'hypothèse que la mémoire de travail spatiale possède une structure qui comprend parallèlement stockage (régions pariétales postérieures) et répétition (aire prémotrice du cortex frontal).

Il semble que ce soit la partie dorsolatérale du cortex préfrontal qui soit responsable du traitement du contenu de la mémoire de travail. Cette région est particulièrement activée lorsque l'on doit traiter temporellement le contenu de la mémoire de travail plutôt que le stockage « pur » des informations (Smith & Jonides, 1997).

Au-delà des trois formes de mémoire de travail présentées, il en existerait d'autres types, relatives à chacune de nos modalités sensorielles, comme le montre par exemple Goldman-Rakic (1995) dans son modèle théorique.

De récentes études ont également démontré l'implication du cervelet dans les fonctions de la mémoire de travail (Gottwald & al. 2003). Cela suggère par conséquent que différentes structures neuronales soient activées selon les modalités des tâches de l'administrateur central.

D'un point de vue neuro-anatomique des processus sériels, il semblerait que la possibilité de mémoriser des événements séquentiels soit lié à l'activation des lobes frontaux. Les patients atteints de lésions frontales sont effectivement incapables de se rappeler des informations impliquées dans le domaine temporel. Ils ne peuvent ni exécuter des séries de mouvements complexes, ni programmer une série d'activités dans le bon ordre, ou se rappeler l'ordre de différentes expériences personnelles (Fuster, 1995, Mildner, 1985, 1991, Struss & Benson, 1986, Squire, 1987).

Il a également été démontré que les systèmes dopaminergiques et noradrénergiques modulent les processus de traitement de la mémoire de travail. Or, nous savons que ces processus sont particulièrement impliqués dans le Trouble Déficitaires de l'Attention avec ou sans Hyperactivité notamment. C'est une piste qui nous montre pourquoi il semble particulièrement intéressant de traiter de la mémoire de travail dans le cadre de ce trouble neuro-développemental.

B/ TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION / HYPERACTIVITE (TDA/H)

I. Présentation de la pathologie

D'un point de vue sémiologique, selon le DSM IV, le diagnostic de TDA/H repose sur la présence d'une triade symptomatique composée d'un déficit d'attention, d'une impulsivité avec ou sans hyperactivité. Les critères du DSM IV sont décrits en annexe.

Selon les classifications internationales, un certain nombre de critères doivent être présents dans chacune de ces 3 dimensions, depuis plus de 6 mois au moins, avant l'âge de 5 ans et dans différentes situations de vie (école, famille, loisirs...), pour que le diagnostic puisse être porté.

Le TDA/H représente actuellement un problème majeur de santé publique, en raison de sa prévalence élevée (entre 3 et 5%) et de ses complications à long terme. Le TDA/H est un trouble dont les symptômes persistent à l'adolescence et à l'âge adulte.

Il existe différents types d'individus TDA/H, en fonction de leur symptomatologie :

- TDA/H mixte
- TDA/H type inattention prédominante
- TDA/H type hyperactivité / impulsivité prédominante
- TDA/H non spécifié (tous les critères diagnostiques ne sont pas présents : âge, nombre de symptômes...)

II. Symptomatologie

1. Le trouble de l'attention

Le trouble de l'attention est le symptôme central de ce syndrome neurocomportemental. Cela se caractérise notamment par une faible persévérance pour soutenir un effort. Les enfants TDA/H présentent des symptômes d'inattention lorsque la tâche qu'ils doivent réaliser leur paraît ennuyeuse ou prolongée, ou lorsqu'elle inclut des activités qui ne les interpellent pas personnellement. Ils ont des difficultés à se remotiver comme leurs pairs. Ils décrivent bien leur

lassitude et passent d'une activité inachevée à une autre. Ils ont aussi des soucis pour terminer des tâches routinières, sans supervision, une incapacité à se maintenir durablement sur une activité, surtout quand ils travaillent seuls. Cela a des conséquences négatives dans le domaine de la scolarité mais aussi au niveau socio-familial.

2. L'impulsivité

Il s'agit d'une altération de l'inhibition de réponse ou de la capacité à attendre une satisfaction. Elle se caractérise par un besoin impérieux d'accomplir un acte. L'impulsivité est verbale et motrice. Ainsi, elle se présente comme une incapacité de s'arrêter et de réfléchir avant d'agir (attendre son tour pendant les jeux, attendre son tour de parole...), des difficultés importantes pour interrompre leur réponse quand il devient évident que leurs actions ne sont plus efficaces, des difficultés aussi pour résister à des distractions tout en se concentrant. Il est également compliqué pour eux de travailler avec des objectifs à long terme et réprimer une action forte ou immédiate à un événement. Enfin, l'impulsivité gêne l'enfant tant dans son développement moteur que dans son développement cognitif (difficulté à anticiper les conséquences de ses actes).

3. L'hyperactivité motrice

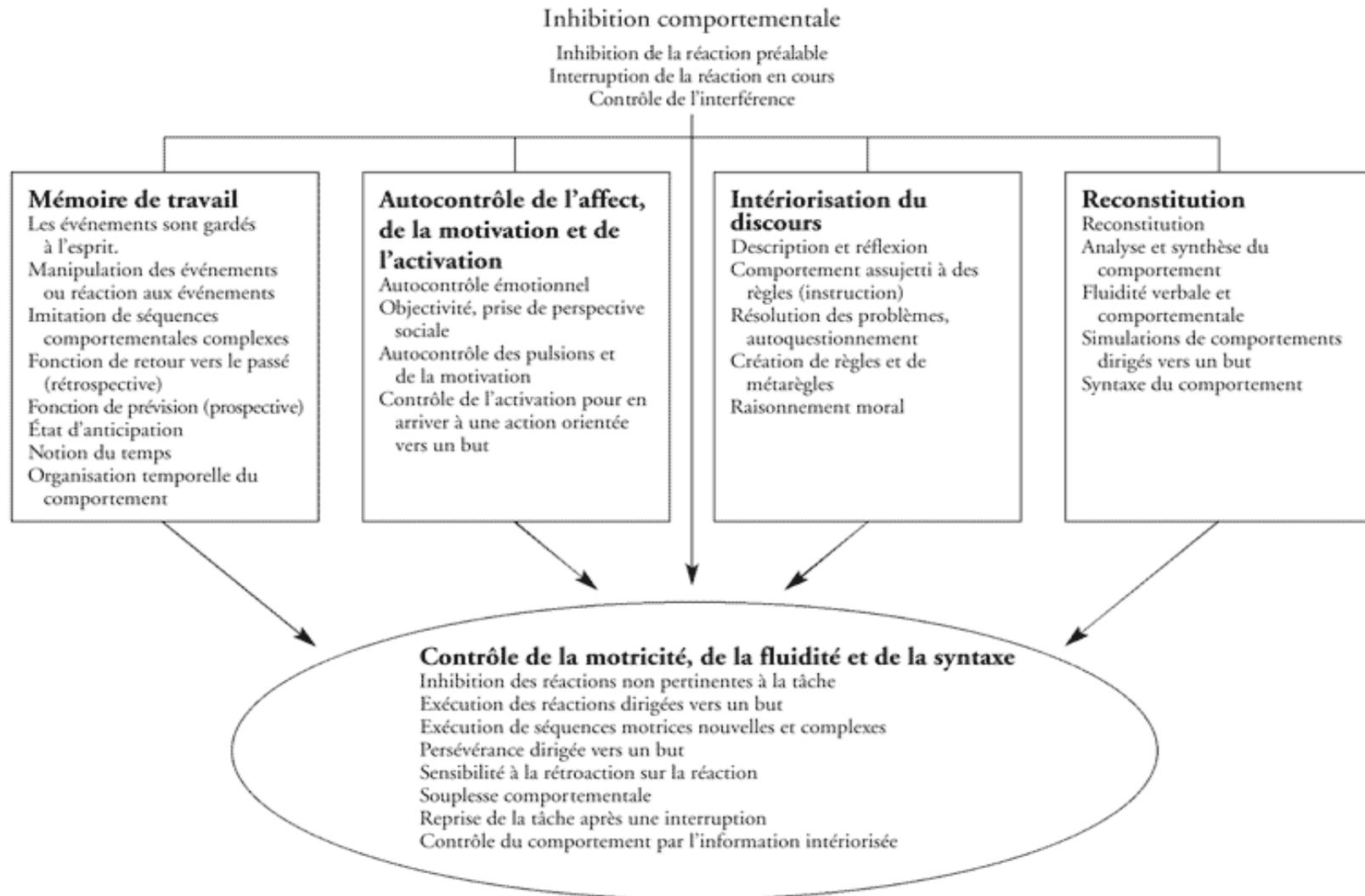
Elle se caractérise par des activités excessives, ou des activités qui ne sont pas adaptées aux exigences d'une situation. On parle donc d'une importante agitation, d'une incapacité à rester immobile, d'un excès de mouvements par rapport à ce qui est nécessaire pour accomplir une tâche (tortiller les pieds et les jambes, tapoter des choses...). L'activité globale est désorganisée, non constructive. Notons que l'hyperactivité n'est pas une simple suractivité car elle n'est pas productive et se manifeste indépendamment des situations.

Chez l'enfant TDA/H, il existe donc de solides preuves concernant un déficit majeur de l'attention et des fonctions exécutives, en particulier comme nous allons le détailler, concernant le contrôle de l'inhibition (Barkley, 1997 ; Oosterlaan, Logan & Sergeant, 1998 ; Pennington &

Ozonoff, 1996). Aussi, on observe des difficultés de motivation, de traitement de l'information, et une aversion majeure pour les délais (Sonuga-Barke & al. 1996). Il est intéressant de noter que ce type de déficit est similaire à celui trouvé chez les adultes avec une atteinte frontale. En effet, les dernières théories montrent l'importance de mécanismes primaires du cortex préfrontal chez les sujets TDA/H, impliquant en particulier les fonctions exécutives (telles que la planification, l'inhibition...).

Le modèle hybride de Barkley est aujourd'hui l'un des plus reconnu et des plus abouti concernant cette pathologie. Il est par ailleurs d'autant plus intéressant de le mettre en perspective dans ce travail puisqu'il prend en compte et explique la place de la mémoire de travail chez le sujet TDA/H.

III. Le modèle de Barkley (1997)



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

D'un point de vue de la neuropsychologie du développement, ce modèle théorique créé par Barkley en 1997, permet de comprendre plus finement les types de TDA/H et de prédire un nombre important de troubles associés. Il met en lien l'inhibition de réponse et quatre fonctions exécutives qui dépendent de cette inhibition pour leur propre performance. Ces quatre fonctions, qui sont la mémoire de travail non verbale, l'internalisation du langage (qu'il assimile à la mémoire de travail verbale), l'autorégulation des affects et la reconstitution, servent à contrôler les comportements grâce à une représentation interne des informations et une autodirection des actions. Cela permet ainsi une action mieux adaptée en fonction du but et de la persistance de la tâche.

Le modèle fait notamment référence aux travaux de Bronowski (1977) qui a soutenu l'idée que le langage humain implique non seulement la notion de communication, mais également la notion de réflexion. Cette notion n'est possible que s'il existe un délai entre l'arrivée du stimulus et la réponse donnée. Quatre conséquences découlent de cette capacité à inhiber et donc retarder les réponses : la prolongation, la séparation des affects, l'internalisation et la reconstitution. Celles-ci dépendent du cortex préfrontal. La notion de prolongation est la capacité à faire référence à des souvenirs, à se projeter dans le temps et à échanger avec d'autres personnes sur des propositions d'actions futures. Cela implique donc de maintenir en mémoire des souvenirs, de les manipuler pour élaborer des hypothèses. Cette forme de mémoire fait évidemment référence au concept neuropsychologique de la mémoire de travail.

Les travaux de Fuster (1989,1995) sur lesquels s'est également appuyé Barkley pour l'élaboration de son modèle, sont en lien avec les travaux de Bronowski. Fuster décrit le caractère essentiel du cortex préfrontal pour définir les comportements, leur cohésion et leur direction en fonction d'un objectif.

Pour Fuster, la mémoire de travail dépend de la capacité d'inhibition de la réponse et du contrôle des interférences. C'est dans la mémoire de travail que les buts et les intentions sont traités et que les plans d'actions sont formulés pour ensuite guider la réponse orientée vers un but.

Le modèle hybride de Barkley montre que l'inhibition comportementale est nécessaire pour la performance des quatre fonctions exécutives (précédemment citées). Dans ce cadre, nous pouvons noter que la mémoire, le langage, le domaine spatial et le domaine émotionnel, qui sont relativement indépendants du cortex préfrontal, peuvent être influencés par le système exécutif selon les besoins de l'individu dans ses actions.

IV. Description du TDA/H grâce au modèle hybride de Barkley

En s'appuyant donc sur les travaux de Fuster, Barkley décrit que le TDA/H provient d'anormalités dans la structure et dans la fonction du cortex préfrontal ainsi que de son réseau avec d'autres régions du cerveau, notamment le striatum.

Rappelons que la théorie est centrée sur l'idée prépondérante d'un trouble de l'inhibition comportementale qui se répercute sur les quatre fonctions exécutives qui permettent l'autocontrôle et la direction du comportement en fonction d'un but.

- TDA/H et déficit d'inhibition comportemental

Les sujets TDA/H ont davantage de difficultés à restreindre leurs comportements suite à des instructions, notamment avec une récompense différée.

Selon Fuster (1989), la difficulté d'ajustement de comportements en fonction des feedbacks peut refléter une interaction entre l'inhibition de comportement et les fonctions prospectives et rétrospectives de la mémoire de travail. Le sujet TDA/H n'est pas capable de maintenir en mémoire les informations correspondant à une épreuve qui vient juste de se passer, ce qui influence ou même arrête ses futures réponses. Si cette hypothèse est correcte, cela montre l'importance de la mémoire de travail sur la composante de l'inhibition comportementale.

- Déficit du contrôle de l'interférence

Pour évaluer ce domaine, on utilise le test de Stroop (mesure de l'attention sélective). Les enfants TDA/H ont quasiment toujours des résultats plus déficitaires que la population contrôle. Ces enfants mettent plus de temps à répondre et font davantage d'erreurs concernant la quatrième étape d'interférence (Barkley, 1992). À noter que cela représente une constante selon les milieux culturels, les procédures de sélections des groupes et la taille des échantillons.

Des recherches en neuro-imagerie concernant cette tâche en particulier ont montré que les régions orbito-préfrontales, notamment de l'hémisphère droit sont impliquées dans cette fonction cognitive (Bench et al, 1993, Vendrell et al, 1995). D'autres études ont montré que ces régions sont moins développées chez les sujets TDA/H par rapport aux enfants ordinaires (Castellanos et al, 1994, Rapoport, 1996).

Aussi, les enfants TDA/H ont plus de pensées parasites pendant les tâches continues (Shaw & Giambra, 1993). Cela implique un déficit du contrôle de l'inhibition envers des sources internes de distraction.

- Déficit de la mémoire de travail

Le modèle hybride présenté précédemment montre que le déficit de contrôle de l'inhibition entraîne secondairement des déficits en mémoire de travail non verbale.

Une forme de « myopie temporelle » semble exister chez les enfants TDA/H, entraînant des comportements davantage contrôlés par l'immédiateté plutôt que par une représentation interne pertinente des informations concernant le passé, le futur et leur agencement dans le temps. Par conséquent, les enfants TDA/H contrôlent moins leurs comportements en tenant compte de la sphère temporelle et sont donc plus déficients dans ce domaine. On observe ainsi moins de comportements d'anticipation et de planification, donc des comportements moins efficaces.

Les performances faisant intervenir une prise en considération d'événements imprévisibles sont également moins efficaces car il est difficile pour eux de faire des liens pendant les délais de

contingences en utilisant une représentation interne des informations. Et plus les délais sont importants entre les composantes d'un comportement contingent (événements, réponses et leurs conséquences), moins les enfants TDA/H sont efficaces dans la gestion des tâches. Ils peuvent ainsi présenter d'importantes difficultés pour persister dans le déroulement d'une action dirigée vers un but ; ils sont davantage touchés par des interférences internes ou externes qui sont sources de perturbation pour atteindre le but.

Dans ce sens, le modèle hybride de Barkley décrit six fonctions cognitives qui découlent de la mémoire de travail et qui sont déficitaires chez le sujet TDA/H :

- Difficultés à imiter lentement une séquence de comportements dirigés vers un but, préalablement démontré, sous-tendant que ces séquences ne sont pas gardées en mémoire de travail pour l'organisation de leur exécution.
- Le sens du temps est altéré.
- Le rappel de souvenir en mémoire de travail est désorganisé dans le temps.
- Par conséquent, la planification et l'exécution motrice est également désorganisée.
- Leurs conversations font moins référence à des données temporelles, notamment concernant le futur.
- Découlent également des déficiences significatives dans certaines compétences sociales comme le partage, la coopération, mais aussi dans certains comportements adaptatifs comme la sécurité, la conscience de la santé, qui impliquent une évaluation des conséquences personnelles et sociales. Notons que ce n'est pas la connaissance en elle-même qui est déficiente, mais bien l'application et la prise en compte dans le quotidien de ces connaissances qui fait défaut. Le problème n'est pas de ne pas savoir quoi faire mais bien de faire ce que l'on sait de façon adaptée à la situation. Ce problème est typique de patients présentant des lésions préfrontales (Delis, Squire, Bihrlé & Massman, 1992 ; Stuss & Benson, 1986).

Les enfants TDA/H, ainsi que les adultes porteurs de ce trouble présentent plus de difficultés dans la répétition d'empans de chiffres, dans la mémoire de travail visuo-spatiale et concernant la répétition de séquences en « finger-pointing » et « hand-movement » par rapport au groupe contrôle.

Lorsque des informations de plus en plus complexes doivent être maintenues en mémoire de travail et être restituées après une période de délai, les déficits sont majeurs. Aussi, lorsque la tâche requiert des stratégies d'organisation du matériel en même temps que la mémorisation de celles-ci, les enfants TDA/H sont davantage en difficulté que le groupe contrôle.

- Autorégulation des affects, de la motivation et de l'activation

L'inhibition comportementale joue un rôle majeur dans l'autorégulation des émotions. Les sujets TDA/H présentent une réactivité émotionnelle plus importante concernant les événements immédiats. L'anticipation des réactions émotionnelles en fonction des événements à venir est pauvre, ils ont des difficultés à agir en fonction de leur impact émotionnel sur les autres. Ils ont également de moins bonnes capacités à induire et réguler les émotions, les pulsions, les motivations en fonctions des actions dirigées vers un but et sont enfin plus dépendants des sources externes de motivation en plus de l'aspect contextuel immédiat, pour persister dans une activité.

Dans ce sens, les enfants TDA/H sont souvent présentés comme irritables, hostiles, excitables, immature sur le plan émotionnel (Barkley, 1990).

- Difficultés dans l'internalisation du langage (mémoire de travail verbale)

Il existe chez les sujets TDA/H une relation étroite entre la pauvreté d'inhibition comportementale, l'immaturité du discours dirigé vers soi et le raisonnement moral.

L'internalisation du langage est en lien direct avec l'intégration des règles et le contrôle du comportement.

Le discours dirigé vers soi est un moyen de description et de réflexion grâce auquel l'individu analyse verbalement la nature d'un événement ou d'une situation. Il permet également de se poser des questions et de créer des compétences de résolution de problèmes. L'interaction entre la mémoire de travail et le discours privé contribue à l'émergence de trois autres facultés mentales : la performance différée à partir d'une instruction, la compréhension de la lecture et le raisonnement moral. Ce domaine est très déficitaire chez les sujets TDA/H.

- La reconstitution

La reconstitution comprend deux processus interdépendants : l'analyse et la synthèse du comportement. En effet, l'analyse permet la décomposition des séquences d'événements en plusieurs unités alors que la synthèse recombine ces unités pour créer de nouveaux comportements.

Notons que la mémoire de travail est fortement sollicitée dans cette composante, puisqu'elle permet de manipuler les informations retenues momentanément (Barkley, 1997).

La fonction première de la reconstitution est de permettre à l'individu une fluence verbale et motrice dans ses actions avec l'environnement (retranscrire une histoire, créer un dessin, inventer une mélodie...). Ainsi, la reconstitution intervient dans la flexibilité mentale et la création de stratégies de résolution de problèmes en manipulant les informations accessibles à la conscience de l'individu pour envisager diverses réponses possibles.

Ce domaine est également déficitaire chez le sujet TDA/H. Il présente en effet des difficultés majeures dans l'analyse et la synthèse des comportements, ainsi qu'une maîtrise verbale et motrice limitées. Leur créativité est moins productive que chez leurs pairs et moins orientée vers un objectif.

- Le contrôle de la motricité, de la fluidité et de la syntaxe

Les quatre fonctions exécutives dépendantes du contrôle de l'inhibition ont donc un impact majeur sur le contrôle moteur de l'individu. Cela met en jeu le contrôle de l'environnement extérieur mais aussi l'autocontrôle des représentations internes de l'information. L'individu tout venant peut ainsi modifier la probabilité d'une réponse à court terme ou à long terme. Dans ce sens, la mémoire de travail permet de faire des feedbacks sur les dernières réponses en maintenant les informations à l'esprit (fonction rétrospective) et en les manipulant pour envisager plusieurs réponses possibles en fonction des réponses précédentes (fonction prospective). Ce domaine est déficitaire chez les personnes TDA/H. Ils présentent en effet une certaine insensibilité aux feedbacks.

Pour que l'autocontrôle à long terme soit utilisé, il faut que la récompense ou la gratification (à long terme) soit de plus grande valeur que la récompense à court terme.

Enfin, les fonctions exécutives influencent le contrôle moteur selon trois aspects : la rétention dans la mémoire à court terme d'informations passées en lien avec les actions futures proches, la mise en place de l'anticipation des fonctions prémotrices et motrices, et l'inhibition des impulsions motrices inappropriées en fonction des objectifs et du caractère de la tâche.

Dans le cas d'individus TDA/H, on observe une désinhibition des réponses sans rapport avec la tâche, ainsi que d'importantes difficultés à poursuivre une action ou une tâche en fonction d'un but. On observe également des difficultés de flexibilité mentale, et bien sûr un contrôle comportemental pauvre.

C/ TDA/H ET DEFICIT DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL

I. Introduction

Comme nous l'avons présenté précédemment, les symptômes majeurs du TDA/H sont le trouble de l'attention, l'hyperactivité et l'impulsivité. Toutefois, Barkley propose parallèlement la description de deux domaines qui sont la mémoire de travail (« l'œil de l'esprit ») et le domaine du langage interne et du respect des règles (« la voix de l'esprit »). Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons à « l'œil de l'esprit ». En effet, Barkley décrit les sujets TDA/H comme incapables de garder à l'esprit des informations importantes dont ils auraient besoin pour diriger leurs actions ultérieures. Cela les rend désorganisés à la fois dans leur pensée et dans leurs activités. Ils perdent souvent le fil ou la ligne directrice de leur action. C'est une des raisons majeures pour laquelle les enfants TDA/H agissent avec peu d'anticipation et de projection dans leurs actes.

Selon le modèle théorique de Barkley & al. (1997), les symptômes rencontrés dans le TDA/H se manifestent par une atteinte d'un ou de plusieurs modules du modèle. Au niveau de la mémoire

de travail, les difficultés de ces enfants se caractérisent par l'intrusion d'une information qui détournera le sujet de sa tâche ou bien le maintien d'une information non pertinente en mémoire de travail.

Les résultats de l'étude de Martinussen & al. (2005) confirment que les processus de mémoire de travail sont déficitaires chez l'enfant TDA/H. Les déficits ont notamment été montrés au niveau du stockage spatial et de l'administrateur central impliqué dans le domaine spatial (comparé au domaine verbal dans l'étude).

Les tâches de mémoire de travail visuo-spatiale impliquent l'hémisphère droit (Know & al. 2002), qui est lui-même impliqué dans le TDA/H (Giedd & al. 2001). Il est également possible que les tâches spatiales soient plus difficiles que les tâches verbales parce qu'elles demandent des processus moins automatisés ou moins familiers. Aussi, il est possible qu'un autre trouble soit sous-jacent à la mémoire de travail spatiale chez le sujet TDA/H. Environ la moitié des enfants TDA/H ont des difficultés motrices que l'on peut assimiler à un trouble développemental des coordinations. Ce dernier a été montré comme étant intimement lié à des déficits de traitement visuo-spatiaux (Wilson & McKenzie, 1998).

Enfin, Kerns & al. (2001) ont étudié la distinction entre les capacités de maintien, et les capacités de manipulation des informations dans la mémoire de travail, chez les enfants TDA/H. Il a été observé que les tâches de maintien sont plus faciles à effectuer que les tâches de manipulation. La mémoire de travail sollicite davantage l'individu lorsque l'information doit être manipulée.

- Quelques données neuro-anatomiques

Enfin, rappelons brièvement que les enfants TDA/H présentent une mémoire de travail déficitaire en lien avec une défaillance du lobe frontal. Puisque les processus de mémoire de travail sont impliqués dans certains modèles théoriques concernant le TDA/H, on ne s'étonne donc pas de données neuro-anatomiques convergentes avec le TDA/H qui montrent des atteintes au niveau frontostriatocerebelleux (Castellanos & al. 2002). Aussi, on observe que le volume du cerveau

des sujets TDA/H est entre 5 et 8 % moindre que ceux des sujets tout venant, et ce particulièrement du côté de l'hémisphère droit (Castellanos & al. 2002, Mostofsky & al.)

On peut donc penser que les enfants TDA/H montrent des troubles de la mémoire de travail parce que l'on observe une atteinte au niveau des circuits frontostriatocerebelleux ou encore en raison d'un dérèglement dopaminergique. De récentes études ont montré le lien entre TDA/H et anormalité du système dopaminergique (Maher & al. 2002 ; Misener & al. 2004). La mémoire de travail est modulée par le biais des catécholamines (Braver & al. 1997).

II. Mémoire de travail et symptomatologie du TDA/H

1. Mémoire de travail et impulsivité :

Il existe une relation directe entre impulsivité, diminution du délai de réponse, et trouble des fonctions exécutives. De meilleures capacités en mémoire de travail permettent une amélioration et un prolongement du délai de réponse. Dans ce sens, la mémoire de travail semble être prédictive du caractère impulsif dans la prise de décision de l'individu. L'étude de Hinson & al. (2003) émet l'hypothèse d'un lien entre le déficit en mémoire de travail (la partie du contrôle de la mémoire de travail notamment) et l'impulsivité. Un comportement impulsif peut en effet être dû à une inhibition comportementale pauvre (référence au modèle de Barkley), à une faible projection à court terme et à des difficultés dans l'évaluation des options possibles. Des études sur le système de contrôle de la mémoire de travail et l'impulsivité ont été réalisées. Ce système mnésique est, comme nous l'avons précédemment décrit, responsable de la coordination des informations pour réussir à planifier les actions et prendre des décisions. Il semble ainsi être en lien étroit avec le caractère impulsif des comportements. Dans ce sens, plusieurs hypothèses découlent de cette notion : est-ce que l'impulsivité découle de capacités faibles en mémoire de travail, ou à des interférences parmi les informations à retenir, ou encore à des difficultés de sélection concernant la pertinence des informations ?

2. Mémoire de travail et trouble de la perception du temps

Selon le modèle de Barkley (1997), une pauvre inhibition comportementale entraîne un déficit dans la mémoire de travail et dans le sens du temps. Il émet l'hypothèse que les troubles de la mémoire de travail, notamment non verbale et visuo-spatiale, conduisent à des troubles de l'estimation subjective du temps. Cette hypothèse est basée sur le fait que maintenir une séquence d'événements dans la mémoire de travail, et faire des comparaisons entre les séquences, conduit à un sentiment de continuité temporelle (Brown, 1990 ; Michon et Jackson, 1984). Ils peuvent cependant être altérés par des distracteurs (Zakay, 1992) et doivent être protégés contre le brouillage. Dans ce sens, Barkley soutient que cette protection est assurée par le système de contrôle de l'inhibition. Enfin, notons que le développement déficitaire de la mémoire de travail est susceptible d'entraîner un retard d'acquisition du sens du temps psychologique. Les enfants TDA/H présentent des performances similaires à celles d'enfants plus jeunes non TDA/H aux épreuves mesurant la perception subjective du temps.

La conscience du temps semble par conséquent être interdépendante de la mémoire de travail étant donné que ce processus mnésique permet de maintenir à l'esprit les événements selon une séquence temporelle correcte. Cette capacité à percevoir le temps, à s'organiser, à percevoir sa durée et son déroulement est essentiel en ce qui concerne l'anticipation des réponses motrices.

Les enfants TDA/H perçoivent le temps beaucoup plus lentement que leurs pairs. Aussi, ils montent davantage d'impatience et de frustration et tente « d'échapper » à ce temps d'attente. Cela est tout à fait cohérent avec le modèle de l'aversion du délai de Sonuga Barke (2002). Ces enfants présentent d'importantes difficultés dans la capacité à évaluer une durée. Il a été observé que les enfants (comme les adultes TDA/H) font de plus en plus d'erreurs au fur et à mesure que l'intervalle de temps à estimer augmente (Brown, 1985, Zakay, 1990, Michon, 1985). Selon Barkley & al. (1997), ils ont une tendance à surestimer les durées à petits intervalles et sous-estimer les durées à plus grands intervalles. Dans une étude du même auteur, des enfants devaient reproduire un intervalle de temps, en signalant le début et la fin d'un intervalle qu'ils estimaient égal à celui éprouvé juste avant. Pour des durées inférieures à 36 secondes, les enfants TDA/H

ont tendance à allonger significativement le temps de reproduction, alors que les enfants du groupe contrôle ont tendance à le réduire.

L'étude de Kerns & al. (2001) diffère sur ce point, ils observent en effet que les enfants TDA/H ont tendance à sous-estimer toutes les durées. Plusieurs différences dans les protocoles d'études sont à prendre en compte pour expliquer cette contradiction. Aussi, il a été observé dans cette dernière étude qu'il n'y aurait pas de corrélations significatives entre les tâches de reproduction temporelles et les tâches de mémoire de travail. Notons que cette notion est incompatible avec l'organisation hiérarchique du modèle de Barkley concernant les sujets TDA/H.

Bien que pour certains auteurs le rôle de la mémoire de travail soit incontestable dans la perception du temps, Kerns & al. (2001) soutient l'idée que si une certaine capacité de la mémoire de travail est nécessaire dans des tâches de reproduction temporelle, les performances dans ce domaine dépendent plus du niveau du contrôle de l'inhibition. Autrement dit, selon lui, des performances médiocres dans l'estimation d'une durée peuvent découler, non d'une perception perturbée du temps, mais plutôt d'un problème fondamental de déficit en contrôle de l'inhibition indispensable dans ce type de tâche.

Par ailleurs, selon une étude de Berlin (2003), la mémoire de travail non verbale, et plus précisément le sens du temps, est le domaine où les enfants TDA/H sont les plus déficitaires par rapport aux autres fonctions exécutives du modèle hybride de Barkley.

Lorsque la mémoire de travail est déficitaire, on peut observer une interruption du processus et des perturbations dans les séquences d'action.

Cela étant, la perception des séquences d'événements requiert un sens des positions spatiales et du changement de 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. Cela renvoie à la notion de mémoire de travail visuo-spatiale. 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 la séquence. Cette comparaison permet de prédire les futurs changements à partir de ceux déjà perçus dans l'environnement. Ce processus n'est pas

automatique, il exige un certain effort. Cet effort nécessite l'attention qui est attribuée par le système de mémoire de travail. Or, les enfants TDA/H ont un déficit dans ce domaine. Leurs appréciations des durées sont plus inconsistantes et moins précises que celles de leurs pairs.

3. Mémoire de travail et déficit attentionnel

Avec les facteurs émotionnels, l'attention fait partie des deux grands domaines cognitifs influençant les processus mnésiques. En effet, pour que l'effort cognitif du maintien de l'information soit possible, il faut que l'attention soit mobilisée avec un minimum de motivation.

Le déficit de contrôle attentionnel chez les sujets TDA/H semble être en lien avec une mémoire de travail pauvre notamment parce que la mémoire de travail et le contrôle attentionnel font partie des mêmes régions cérébrales.

D'un point de vue neuro-anatomique, Burgess & al. (2010) défendent l'hypothèse que les difficultés de mémoire de travail sont en lien avec une baisse de l'activité du cortex préfrontal dorsolatéral gauche. On observe une corrélation entre de faibles capacités de mémoire de travail et de faibles scores au test de Stroop, mesurant l'attention sélective. Or, ce test, ainsi que les tâches de mémoire de travail impliquent le cortex préfrontal dorsolatéral des deux hémisphères, les gyrus frontaux inférieurs bilatéraux, le lobe pariétal inférieur et le précunéus. Et ces mêmes régions sont impliquées dans le TDA/H.

De plus, chez les individus TDA/H, de meilleures capacités en mémoire de travail augmentent avec l'attention dirigée vers un stimulus et les processus de sélection de réponse, peut être comme des stratégies de compensation.

Certaines théories actuelles, dont Burgess & al. (2010) suggèrent que le déficit en mémoire de travail peut rendre compte d'une partie des effets du déficit de contrôle attentionnel chez le sujet TDA/H. Ce trouble attentionnel est susceptible de compromettre les performances et diminuer

l'activité des régions postérieures du cortex préfrontal dorsolatéral, qui sont impliquées dans les tâches sérielles de maintien.

Cependant, ce n'est pas clair si c'est la mémoire de travail qui diminue les capacités à maintenir une série d'informations et favorise le traitement d'éléments non pertinents ou si les interférences découlant du traitement des éléments non pertinents diminue le maintien en mémoire des séries de tâches et les capacités de mémoire de travail.

Les capacités en mémoire de travail affectent moins le contrôle de l'attention quand les stimuli de la tâche sont en lien avec le maintien de la série de tâches.

Enfin, les processus attentionnels sont très variés ; les capacités de mémoire de travail et TDA/H dépendent de facteurs qui varient en fonction des situations.

4. Mémoire de travail et troubles du langage

Parmi les recherches scientifiques, un certain nombre font le lien entre la mémoire de travail déficitaire et les difficultés concernant le langage chez les sujets TDA/H (Cohen & al, 2000).

En effet, on observe des difficultés dans la construction des phrases (Oram, Fine & Tannock, 1997), mais également des difficultés concernant la cohérence, l'organisation, et le contrôle de la production verbale (Purvis & Tannock, 1997). Ces aspects de l'expression du langage ont été mis en lien avec un déficit des fonctions exécutives qui sous-tendent les symptômes comportementaux des sujets TDA/H (Douglas, 1999).

Plusieurs études s'intéressant au domaine expressif du langage soutiennent également que la mémoire de travail permet de construire, maintenir, et de mettre à jour de façon détaillée et cohérente les représentations mentales explicites et implicites, ce en même temps que l'information est lue ou écoutée. Cela permet d'expliquer certaines difficultés de compréhension des patients TDA/H.

Cela représente évidemment un facteur très important concernant les difficultés scolaires de ces enfants (Gathercole & Pickering, 2001). On a par exemple, montré que la mémoire de travail

phonologique est associée à la réussite ou à l'échec, en particulier dans les domaines du langage écrit et du langage oral et que les difficultés d'apprentissage sont caractérisées par une insuffisance de la mémoire de travail phonologique (comme dans la dyslexie).

On peut exprimer d'autres hypothèses concernant les troubles du langage (Mc Innes). On retrouve chez ces enfants des difficultés plus importantes concernant la mémoire de travail visuo-spatiale pendant la réalisation de tâches complexes. Il existe un lien fort entre les scores aux empanns spatiaux et les scores de compréhension orale des sujets, ce qui suggère que la mémoire de travail visuo-spatiale des enfants TDA/H est associée à la compréhension du langage, sans doute en facilitant la formation et l'utilisation d'images mentales pendant l'écoute des informations. Les difficultés de ce type de mémoire de travail semblent également affecter la capacité à évoquer des images mentales nécessaires dans le traitement procédural ou dans des tâches impliquant des informations séquentielles, qui peuvent à leur tour affecter de façon directe ou indirecte les processus de compréhension.

Les tâches d'instruction impliquent la mémoire de travail verbale et la mémoire de travail spatiale. Cependant, il semble qu'il y ait une plus forte corrélation avec la mémoire de travail spatiale. Cela permet d'émettre l'hypothèse que la capacité de contrôle soit plus en lien avec ce type de mémoire de travail ou que, quand la mémoire de travail visuo-spatiale est davantage disponible, les performances concernant des tâches complexes sont améliorées. Il existerait un lien entre la mémoire de travail visuo-spatiale et les performances déficitaires des enfants TDA/H en compréhension et dans le contrôle de l'information auditive dans des tâches d'instruction. Ce processus mnésique limite leurs capacités à visualiser et maintenir en mémoire suffisamment d'informations pour déterminer leur séquence et leur pertinence.

PARTIE PRATIQUE

A/ INTRODUCTION

Dans cette partie, nous nous intéresserons à l'évaluation de la mémoire de travail visuo-spatiale en nous appuyant sur le test des cubes de Corsi (Milner, 1971 ; Corsi, 1972). Il s'agit d'analyser les résultats obtenus à ce test entre une population contrôle et une population d'enfants TDA/H âgés de 7 à 11 ans. Cela entre en complémentarité de la partie théorique, et permet d'élargir notre champ de vision sur l'intérêt d'évaluer ce processus mnésique en psychomotricité.

C'est une étude préliminaire de l'étalonnage de ce test sur des populations ordinaire et TDA/H.

Rappelons que la mesure de la mémoire de travail ne permet pas seulement une simple mesure d'une capacité mentale mais permet de comprendre certains mécanismes clés impliqués dans les processus cognitifs de l'individu.

Comme nous l'ont indiqué les données de la littérature scientifique, les sujets TDA/H présentent un déficit en mémoire de travail visuo-spatiale. Dans le cadre de la prise en charge en psychomotricité, il paraît donc très important de pouvoir évaluer ce processus cognitif pour l'intégrer ou non dans les objectifs de rééducation.

Comme allons le développer, il existe plusieurs tests mesurant la mémoire de travail visuo-spatiale chez les enfants, mais il semble que le test des cubes de Corsi soit le plus adapté et le plus pertinent.

B/ OUTILS D'EVALUATION DE LA MEMOIRE TRAVAIL

La mesure de la mémoire de travail est réalisée en utilisant notamment des séries de rappel immédiat.

Comme il existe différents types de mémoire de travail, il existe différents outils de mesure de ce domaine cognitif. À titre d'illustration, on peut utiliser par exemple le « digit span » (empan de chiffres) pour mesurer la mémoire verbale. Pour mesurer la mémoire de travail visuo-spatiale, on

peut utiliser les cubes de Corsi ou aussi le test d'imitation des cubes de Knox. Cependant ce dernier est une tâche hybride impliquant à la fois la mémoire de travail verbale et la mémoire de travail visuo-spatiale. Par ailleurs, l'administrateur central est davantage impliqué dans la performance au test d'imitation des cubes de Knox que dans le « Digit Span » ou dans le test des cubes de Corsi.

Aujourd'hui, on utilise préférentiellement les cubes de Corsi au test de Knox pour la recherche et la pratique clinique concernant la mémoire de travail visuo-spatiale (Richardson, 2005).

De plus, comparativement au test de motif spatial par exemple, le test des cubes de Corsi est présenté de façon dynamique (pointage).

Brièvement, il existe également au sein du test neurodéveloppemental TEA-CH trois items permettant de mesurer la mémoire de travail (« coups de fusil » ; « extra-terrestres » ; « transmission de codes »).

Nous disposons également au Royaume-Uni d'une batterie de tests de la mémoire de travail (Working Memory Test Battery for Children : WMTB-C) dont les items ont été élaborés à partir du modèle de Baddeley & Hitch (1986), c'est-à-dire qu'il existe une sous-composante qui évalue la boucle phonologique, une autre le calepin visuo-spatial et une dernière le fonctionnement de l'administrateur central. En ce qui concerne le domaine visuo-spatial, les exercices proposés s'inspirent et s'apparentent au test des cubes de Corsi.

C/ LE TEST DES CUBES DE CORSI (Milner, 1971 ; Corsi, 1972)

L'épreuve des cubes de Corsi est utilisée depuis plusieurs années dans l'évaluation neuropsychologique. Elle implique la mémorisation de séquences de localisations spatiales.

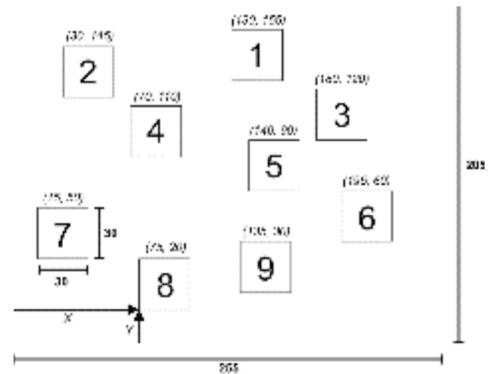
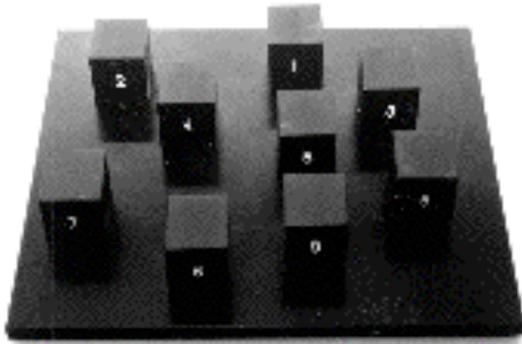
I. Matériel

On présente au participant un outil tridimensionnel comprenant une planche noire sur laquelle sont disposés neuf cubes noirs identiques. Les séquences sont montrées successivement par l'examineur. Il pointe avec son doigt des séries de cubes différentes, à une fréquence d'environ

un cube par seconde. Puis on demande au participant de remonter la séquence en pointant lui-même les cubes dans le même ordre.

Il existe différentes versions, voici celle retenue dans le cadre de cette étude (De Agostini & al., 1996 ; Kessels & al. 2000) :

Les cubes doivent être placés comme sur le schéma, les chiffres placés face à l'examineur.



Les séries présentées sont celles-ci :

1/ 8-5	9/ 3-9-2-4-8-7
2/ 6-4	10/ 3-7-8-2-9-4
3/ 4-7-2	11/ 5-9-1-7-4-2-8
4/ 8-1-5	12/ 5-7-9-2-8-4-6
5/ 3-4-1-7	13/ 5-8-1-9-2-6-4-7
6/ 6-1-5-8	14/ 5-9-3-6-7-2-4-3
7/ 5-2-1-8-6	15/ 5-3-8-7-1-2-4-6-9
8/ 4-2-7-3-1	16/ 4-2-6-8-1-7-9-3-5

II. Conditions de passation

Le sujet est assis en face de l'examineur.

L'examineur pointe avec son doigt (ou à l'aide d'un stylo) une série de cubes l'une après l'autre, en commençant bien sûr par la séquence de 2 cubes. L'enfant doit reproduire chaque séquence dans l'ordre, immédiatement après la démonstration. Si le sujet commence l'exercice avant que l'examineur n'ait terminé, il faut lui spécifier d'attendre que la démonstration soit achevée pour qu'il démarre à son tour.

Avant de commencer les séries, on administre un ou deux exemples pour s'assurer que l'enfant ait bien compris.

Dire : « Regarde bien maintenant ce jeu. Je vais te montrer avec mon stylo des petits cubes, l'un après l'autre. Tu regardes bien en faisant très attention, et sans rien dire. Quand j'aurai fini, tu dois me montrer avec ton doigt tous les cubes que j'ai tapés, de la même façon que moi, dans le même ordre. Tu es prêt(e) ? C'est parti. »

La personne a 2 essais pour répondre. Si une de ces 2 réponses est juste, passer à la séquence suivante. Si les 2 réponses sont fausses, arrêter la passation. Les autocorrections sont autorisées.

Pour l'obtention du score, on prend le nombre de cubes correspondant à la dernière séquence réussie. Par exemple, si le sujet échoue à la séquence n°8, il obtient le score de 5.

D/ PRESENTATION DE L'ETUDE

Afin d'étayer notre sujet concernant la mesure de la mémoire de travail visuo-spatiale chez les enfants TDA/H, nous avons comparé les résultats au test des cubes de Corsi entre un groupe contrôle et un groupe d'enfants TDA/H de la même tranche d'âge (7-11 ans).

I. Présentation des groupes

1. Le groupe Contrôle

Afin de constituer le groupe contrôle de cette étude, j'ai fait passer le test des cubes de Corsi à 46 enfants scolarisés en CE1, CE2, CM1 et CM2. N'ont été pris en compte que les résultats d'enfants ne bénéficiant aucun suivi rééducatif en dehors de l'école.

Le groupe est constitué de :

	CE1	CE2	CM1	CM2
Filles	7	7	2	8
Garçons	3	5	6	8

En terme de tranche d'âge, on observe :

AGE	7	8	9	10	11	TOTAL
N	4	13	13	8	8	46

Il s'avère donc que le groupe d'enfants de 7 ans est très inférieur aux autres groupes. Il est important de le prendre en compte dans cette étude.

2. Le groupe d'enfants TDA/H

Afin de déterminer si les enfants pouvaient être considérés comme porteurs d'un TDA/H, la passation de cinq tests (sans compter les cubes de Corsi) a été réalisée. Le choix de ces tests s'appuie sur les critères TDA/H pris en compte dans le DSM IV (cf. Annexe). Les résultats obtenus ont permis de qualifier et quantifier la symptomatologie de ces enfants.

- **Le test de Stroop** (Albaret & Migliore, 1999)

Ce test permet de mesurer l'attention sélective (capacité à tenir compte d'une des dimensions d'un stimulus tout en ignorant les autres) de 7 ans 6 mois à 15 ans 6 mois. La passation comprend quatre phases de 45 secondes chacune. Les trois premières étapes consistent en lire des noms de couleurs ou de dénommer des rectangles de couleurs différentes. La quatrième étape est une tâche d'interférence où l'individu ne doit pas lire les mots (noms de couleurs) mais donner la couleur d'impression. On obtient un score d'Erreur et un Score d'Interférence.

- **Le d2** (Brickenkamp & al., 1969)

Ce test permet de mesurer l'attention soutenue ainsi que le niveau de vigilance. Il s'agit d'une épreuve de barrage qui a pour objectif de contrôler l'attention visuelle et la capacité de concentration. Le sujet doit détecter et barrer, parmi les « d » et les « p » surmontés ou soulignés de 0 à 2 traits, toutes les lettres « d » accompagnées de deux traits. L'épreuve se compose de 14 lignes, le sujet dispose de 20 secondes par ligne. On prend en compte les erreurs par omission et les erreurs par substitution. Plusieurs notes sont relevées :

- la production (GZ)
- le nombre d'erreurs (F)
- la productivité (GZ-F)
- le seuil de fatigabilité (SB)

- **Le test de la Tour de Londres** (Mc Carthy et Shallice, 1982)

Ce test se compose de trois tiges de taille croissante et de trois billes de couleurs différentes. On présente au sujet un modèle de départ et un modèle à réaliser avec un nombre de déplacements à utiliser (12 modèles et un exemple). L'épreuve est destinée à évaluer les capacités de planification d'une action motrice. L'enfant doit en effet planifier les différents déplacements des boules nécessaires pour parvenir à la solution. Trois essais sont donnés par problème. On relève deux notes : une note de réussite et une note de temps de solution.

- **Les Labyrinthes de Portéus**

Cet outil mesure les capacités perceptives, de planification, de résolution de problèmes et permet une mise en évidence d'éléments d'hyperactivité-impulsivité par la mesure de l'exécution du tracé. La version utilisée se compose de huit feuilles de labyrinthe. Le sujet doit trouver la sortie de chaque labyrinthe en inscrivant le trajet au crayon. La note quantitative (NA) est fonction des labyrinthes réussis. La note qualitative (NQ) est basée sur les erreurs au cours du tracé : coin coupé, ligne traversée, crayon levé, tracé sinueux, mauvaise direction en début et en fin de parcours.

- **Le test d'Appariement d'Images** (Marquet-Doléac J., Albaret J.M., Benesteau J., 1999)

Cette épreuve permet de mesurer l'impulsivité cognitive et la capacité d'un enfant à utiliser un temps imparti pour faire une recherche exhaustive. Il s'adresse à des sujets de 7 ans 6 mois à 12 ans 5 mois.

Ce test consiste à retrouver parmi six dessins celui qui est identique au modèle. Il se compose de dix planches et d'un exemple. Une des mesures essentielles obtenue est l'Index d'Impulsivité qui met en rapport le temps utilisé à chercher et le nombre de réponses correctes.

Quatre variables sont prises en considération au cours de la passation :

- le temps de réflexion précédant la première réponse
- le temps total mis pour l'ensemble de l'épreuve
- le nombre total de réussites dès la première réponse
- le nombre d'erreurs sur l'ensemble de l'épreuve

Ces données nous permettent donc d'obtenir un index d'Exactitude et un index d'Impulsivité.

II. Analyse statistique

Pour l'analyse statistique, on a utilisé la table de Fisher (Snedecor, 1934).

1. Etude comparative des scores au test de Corsi entre les deux populations

En tout, les sujets ont en moyenne 9 ans 3 mois.

- Les sujets TDA/H ont en moyenne 8 ans 7 mois.
- Les sujets du groupe Contrôle ont en moyenne 9 ans 5 mois.

Groupe	N	Moyenne	Ecart-type
Contrôle	46	113,98	14,763
TDA/H	10	105	14,079

L'âge est donné en mois.

Une analyse de variance à un seul facteur a été réalisée sur la variable « âge », et indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes ($p > 0,05$). Ainsi, les deux populations peuvent être comparées.

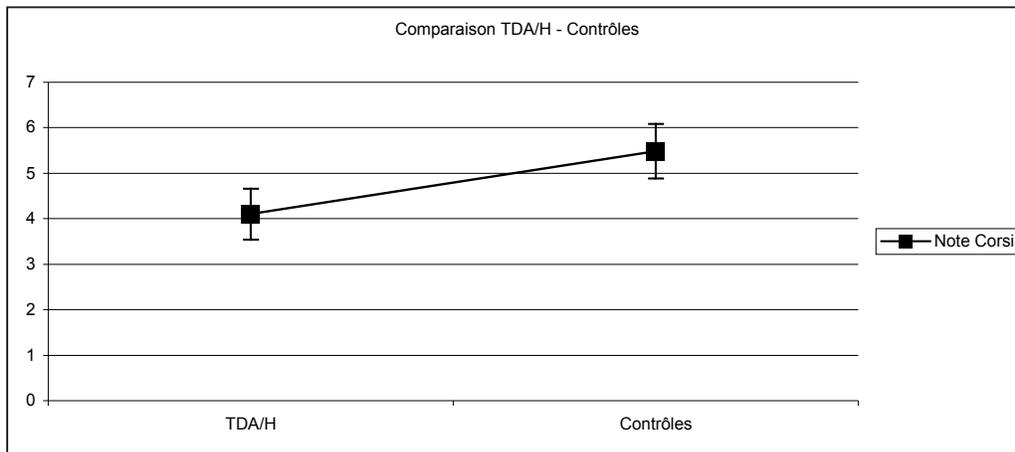
Une analyse de co-variance à un facteur (TDA/H vs Contrôle) avec l'âge comme co-variable a été réalisée, afin que le score de chaque enfant soit pondérée en fonction de son âge. Il existe un effet significatif du facteur « groupe » : ($F(1,53) = 41,04$; $p < 0,0001$).

Les sujets TDA/H obtiennent en moyenne un score de 4,10.

Les sujets du groupe Contrôle obtiennent en moyenne un score de 5,48.

Groupe	N	Moyenne	Ecart-type
Contrôle	46	5,48	0,623
TDA/H	10	4,10	0,568
Total	56	5,23	0,809

La figure ci-dessous permet de visualiser les résultats :



2. Analyse du groupe Contrôle

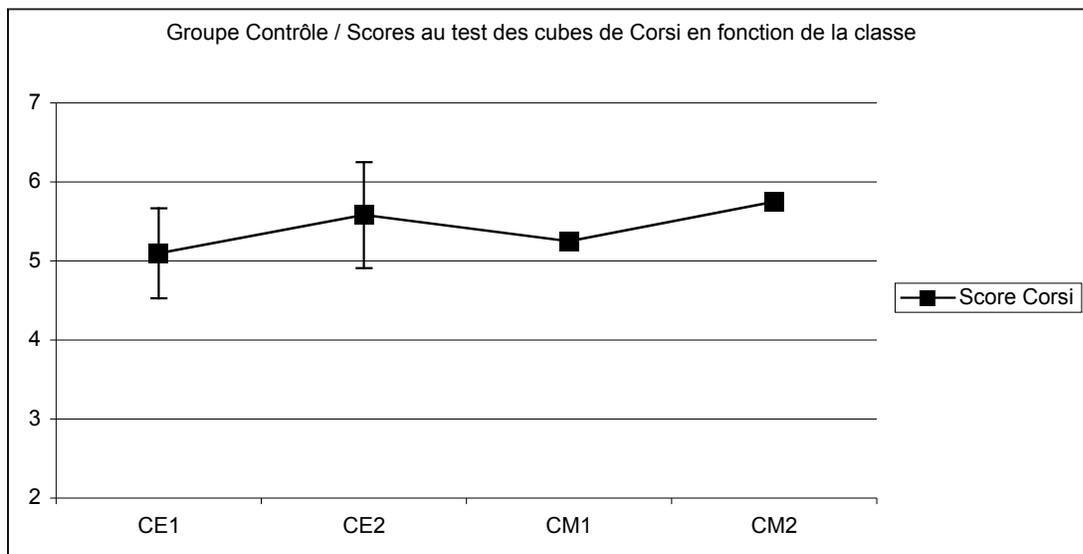
a. Analyse de la variance en fonction de la classe :

Il existe un effet du facteur « classe » : $(F(3,42) = 3,09 ; p < 0,05)$.

Cependant, le test à posteriori de Tukey nous permet de préciser qu'il existe seulement une différence significative entre les classes de CE1 et CM2, mais pas entre les autres classes. Toutes les autres différences ne sont pas significatives.

Scores en fonction de la classe :

Classe	N	Moyenne	Ecart-Type
CE1	10	5,1	0,57
CE2	12	5,6	0,67
CM1	8	5,25	0,46
CM2	16	5,75	0,58

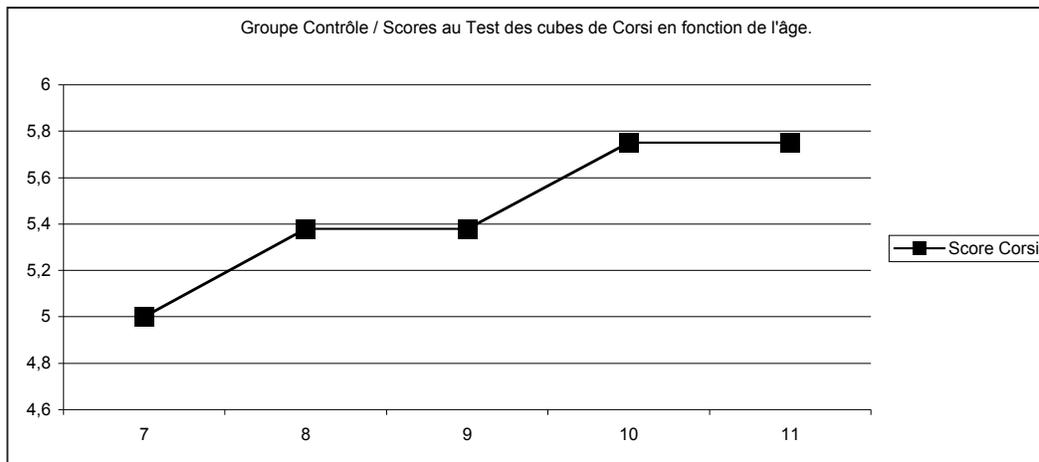


On observe donc une diminution de la moyenne des scores de la classe de CM1. Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer ce résultat. Tout d'abord, la mémoire de travail est une fonction cognitive neuro-développementale. Puis, nous sommes en présence de groupes peu importants en terme de nombre, ce qui peut évidemment altérer les résultats. Aussi, il est important de préciser le fait qu'il existe une superposition des âges entre les classes de CE1/CE2, CE2/CM1, et CM1/CM2.

b. Analyse de la variance en fonction de l'âge :

D'un point de vue de l'âge, on considère cinq groupes comprenant chacun une tranche d'âge. Il n'y a pas de différence significative entre les groupes.

Age	N	Moyenne	Ecart-Type
7	4	5	0
8	13	5,38	0,65
9	13	5,38	0,65
10	8	5,75	0,46
11	8	5,75	0,7



On observe donc un effet développemental de la mémoire de travail visuo-spatiale chez l'enfant de 7 à 11 ans.

E/ DISCUSSION

L'analyse statistique des résultats nous permet de confirmer certains éléments développés dans la partie théorique. Tout d'abord, on observe bien un effet développemental de la mémoire de travail visuo-spatiale. En effet, le score au test des cubes de Corsi augmente avec l'âge.

On observe parallèlement que le développement de la mémoire de travail visuo-spatiale est relativement lent. En effet, les enfants passent, en moyenne, à la mémorisation de 5 à 5,75 cubes entre 11 et 7 ans. Les résultats de De Agostini & al. (1996) et d'Anderson, Lajoie & Bell (1995) vont également dans ce sens.

Anderson, Lajoie & Bell (1995) ont réalisé un étalonnage sur une population de 376 enfants ordinaires australiens. Les scores obtenus dans le cadre de ce mémoire sont tout à fait comparables à leur étalonnage. En effet, ils suivent un développement en fonction de l'âge qui est comparable, même si toutefois il existe une évolution des scores entre 10 et 11 ans que l'on ne retrouve pas dans notre étalonnage.

AGE	Étalonnage australien			Étalonnage de ce mémoire (enfants français)		
	N	MOYENNE	ECART-TYPE	N	MOYENNE	ECART-TYPE
7	51	4,7	0,8	4	5	0
8	51	5,2	0,9	13	5,38	0,65
9	59	5,2	0,7	13	5,38	0,65
10	59	5,4	0,8	8	5,75	0,46
11	51	5,6	0,8	8	5,75	0,7

Cela permet d'appuyer la validité de notre comparaison entre les sujets du groupe contrôle et les sujets TDA/H.

L'analyse des scores entre les deux modalités de groupe (contrôle vs TDA/H) nous permet de confirmer qu'il existe bien un déficit de la mémoire de travail visuo-spatiale chez les enfants TDA/H. Ces derniers obtiennent des scores nettement inférieurs à la moyenne (entre $-1,07$ et $-3,66$ DS).

Un étalonnage plus important permettrait de mesurer la pertinence de différencier les deux sexes au sein de l'étalonnage. L'étude d'Orsini & al. (1987), sur le test des cubes de Corsi, met en effet en évidence une différence sexuelle. Les garçons ont un empan mnésique plus important que les filles.

L'ensemble des résultats théoriques et pratiques nous permet de soutenir l'idée prépondérante qu'il est nécessaire d'évaluer la mémoire de travail visuo-spatiale, d'une part pour porter le diagnostic de TDA/H, et d'autre part pour avoir une donnée de référence permettant d'évaluer le développement de ce domaine. En effet, étant donné l'impact de ce processus cognitif dans cette pathologie, il est crucial de savoir où l'enfant se situe pour mieux comprendre sa symptomatologie. Comme nous l'avons décrit dans la partie pratique, un déficit en mémoire de travail visuo-spatiale est intimement liée à l'impulsivité-hyperactivité, au déficit attentionnel, à une inhibition comportementale pauvre ainsi qu'à une mauvaise perception du temps. La mémoire de travail visuo-spatiale doit donc être évaluée, et intégrée, si besoin est, aux axes de prise en charge de ces enfants. Elle représente un indicateur majeur de cette pathologie.

Dans ce sens, l'étude de Klingberg et al. (2002) soutient l'hypothèse du caractère évolutif de la mémoire de travail et surtout de l'intérêt de la rééduquer.

Le fait que la capacité de mémoire de travail puisse être améliorée avec la rééducation avait déjà été mis sur le devant de la scène par Boston (1892). Ses études avaient déjà permis en effet de montrer que l'empan mnésique chez le sujet tout venant augmente avec l'entraînement.

L'étude récente de Klingberg & al. (2002) a permis de montrer que l'entraînement des sujets TDA/H sur une tâche de mémoire de travail améliore leurs résultats dans ce domaine, et améliore également les performances dans d'autres tâches pour lesquelles l'enfant n'a pas bénéficié d'entraînement. Il s'agissait, dans ce cadre, de tâches de mémoire de travail visuo-spatiale et de tâches de raisonnement cognitif complexe non verbales.

On peut donc dire que la mémoire de travail visuo-spatiale peut, par exemple, être améliorée par un entraînement sur des tâches de mémoire de travail différentes du domaine visuo-spatial ; mais également que l'entraînement de la mémoire de travail visuo-spatiale est susceptible d'améliorer d'autres types de mémoire de travail entrant en jeu dans la symptomatologie des sujets TDA/H.

Les exercices d'entraînement ont été proposés au rythme de 20 minutes par jour, 4 à 6 jours par semaine et pendant 5 semaines. Les résultats montrent que l'entraînement réalisé de façon intensive et adaptée améliore progressivement la quantité d'informations que le sujet peut retenir en mémoire de travail.

Ce type de travail a un impact positif sur les tâches de raisonnement étant donné que le raisonnement complexe est une fonction cognitive qui dépend de la mémoire de travail. D'un point de vue neurocognitif, ils sont d'ailleurs reliés dans la même aire corticale.

Cette étude (Klingberg & al. 2002) a également permis de montrer que l'entraînement a aussi un impact positif sur l'aspect moteur des enfants TDA/H. L'étude a en effet révélé une corrélation entre l'amélioration de la mémoire de travail et la diminution du nombre de mouvements (de la tête notamment). Cette remarque doit être davantage étudiée, mais elle pose néanmoins la

question de l'interrelation entre les différents symptômes du TDA/H (déficits cognitifs, impulsivité et hyperactivité motrice).

Il existerait donc une relation de cause à effet entre le fonctionnement cognitif et le comportement moteur. Il semble par conséquent intéressant de le prendre en considération dans la prise en charge de ces enfants TDA/H.

Les résultats montrent donc que l'entraînement de la mémoire de travail est tout à fait susceptible d'améliorer les symptômes du TDA/H

Notons brièvement que cela est également valable chez l'adulte tout venant. Ce qui montre par ailleurs qu'il n'est pas nécessaire qu'il y ait un déficit de la mémoire de travail pour que celle-ci soit améliorée.

Aussi, il est important de considérer l'impact de la mémoire de travail dans la scolarité des enfants TDA/H. Nous savons que les déficits en mémoire de travail altèrent les apprentissages scolaires. De nombreuses tâches d'apprentissage sont en effet dépendantes de ce domaine, comme la résolution de problèmes arithmétiques, ou encore la compréhension de la lecture par exemple.

Rapport & al disent même qu'il est possible que les difficultés scolaires importantes chez les enfants TDA/H puissent être le résultat d'un déficit en mémoire de travail plutôt qu'une conséquence directe des symptômes d'inattention, d'impulsivité et d'hyperactivité. Dans ce sens, Rosenshine (1997) précise que la mise en place de stratégies d'apprentissage avec des étapes, des paliers permettant de réduire la charge en mémoire de travail peut être bénéfique. On peut donc s'intéresser à l'efficacité de ce type d'intervention chez les sujets TDA/H. D'autres auteurs suggèrent la mise en place de supports externes (listes, signaux visuels, coaching) pour leur permettre de se rappeler des buts et de certaines procédures par exemple.

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire nous permet de dégager plusieurs axes. Tout d'abord, il existe bien un déficit de la mémoire de travail visuo-spatiale chez les enfants porteurs d'un Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité. Ce déficit est intrinsèquement lié aux trois symptômes majeurs de cette pathologie, qui sont l'hyperactivité motrice, le déficit attentionnel et l'impulsivité. La mémoire de travail visuo-spatiale est également en interrelation avec d'autres types de mémoire de travail, notamment la mémoire de travail motrice et verbale. Un travail autour de ce domaine permet donc d'envisager des répercussions positives dans différents domaines, qui sont particulièrement déficitaires chez les enfants TDA/H. Notons également que l'impact de la mémoire de travail dans le domaine scolaire est un facteur prépondérant à prendre en considération en terme de rééducation.

Ainsi, la prise en considération de ce domaine cognitif dans la prise en charge en psychomotricité paraît incontournable, notamment dans le cadre du TDA/H. Il est particulièrement important de pouvoir objectiver où se situe l'enfant avant de commencer la rééducation, et de pouvoir ensuite mesurer son évolution.

Le test des cubes de Corsi est un outil d'évaluation qui est, à l'échelle de cette étude et comme l'on montré d'autres auteurs (De Agostini, 1996 ; Anderson & al., 1995), fiable pour pouvoir mesurer la mémoire de travail visuo-spatiale. On observe en effet une différence significative entre les deux groupes, ce qui nous permet de conclure qu'au regard de la littérature scientifique, ce test permet d'objectiver les résultats et de rendre compte du déficit dans ce domaine.

L'étude réalisée dans ce mémoire représente donc un travail préliminaire à un travail à plus grande échelle pour réaliser un étalonnage plus représentatif de la population d'enfants français, et pour pouvoir évaluer les enfants présentant des difficultés. Le test des cubes de Corsi représente un outil de mesure important, notamment dans le cadre de la Psychomotricité.

BIBLIOGRAPHIE

- Albaret, J.M. (1996). Les classifications et les moyens d'évaluation psychomotrice du TDA/H, *Evolutions psychomotrices*, vol 8, 31, 30-32.
- Albaret, J.M. (2005). Le TDA/H comme trouble de l'inhibition comportementale et de l'autocontrôle : le modèle de Barkley. In F. Joly (Ed.), *L'hyperactivité en débat* (pp146-148). Toulouse : Erès.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the Central Executive. In *The quarterly journal of experimental psychology* 49A (1), 5-28.
- Barkley, R.A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions : Constructing a Unifying Theory of ADHD. In *Psychological Bulletin*, Vol 121, N°1, 65-94.
- Barthes, D. (2008). Rééducation de la mémoire de travail non verbale chez un enfant présentant un TDA/H. *Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Psychomotricien*, Toulouse.
- Berch, D. B., Krikorian, R., Huha, E.M. (1998). The Corsi Block-Tapping Task : Methodological and Theoretical Considerations, in *Brain and Cognition* 38, 317-338.
- Burgess, G.C., Depue, B.E., Ruzic, L., Willcutt, E.G., Du, Y.P., Banich, M.T. (2010). Attentional control activation relates to working memory in attention deficit/hyperactivity disorder. *Society of Biological Psychiatry* 67 : 632-640.
- Castellanos, F.X., Sonuga-Barke, E.J.S., Milham, M.P., Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD : beyond executive dysfunction. In *Cognitive Sciences*.

- Corraze J., Albaret, J.M. (1996). L'enfant agité et distrait, in Paris : Expansion Scientifique Française.
- Cowan. N. & Al. (2005). Prediction of Cognitive Abilities Test (Children). In Cognitive Psychology 51, 42-100.
- De Agostini, M., Kremin, H., Curt, F., Dellatolas, G., (1996). Immediate Memory in Children aged 3 to 8, ANAE, 36, 4-10.
- Dingfelder, S.F. A workout for working memory. In Monitor.
- Edmond, V., Joyal, C., Poissant, H. (2009). Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du TDA/H. L'Encephale 35, 107-114.
- Hinson, J.M., Jameson, T.L, Whitney, P. (2003). Impulsive Decision Making and Working Memory, in Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition, vol 29, No 2, 298-306.
- Kerns, K.A., McInerney, R.J., Wilde, N.J. (2001). Time Reproduction, Working Memory, and Behavioral Inhibition in Children with ADHD, in Child Neuropsychology, vol 7, No 1, 21-31.
- Kessels, R.P.C, Van Zandvoort M.J.E., Postma, A., Jaap Kappelle, L., De Haan, A.H.F. (2000). The Corsi Block-Tapping Task : Standardization and Normative Data, in Applied Neuropsychology, vol 7, 4, 252-258.
- Klinberg, T., & al. (2005). Computerized training of Working Memory in Children With ADHD-A Randomized, Controlled Trial, in J. AM. ACAD. CHILD ADOLESC. PSYCHIATRY, vol 44, No 2, 177-186.

- Klinberg, T., & al. (2002). Training of Working Memory in Children With ADHD, in journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, vol 24, No 6, 781-791.
- Logie, R.H. (1995). Visuo-spatial working memory. Ed LEA.
- Martunissen, R., Hayden, E.J., Hogg-Johnson, S., Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 44 :4.
- Mc Innes, A. Listening comprehension and working memory are impaired in attention-deficit hyperactivity disorder irrespective of language impairment.
- Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R., Albaret, J.M. (2006). Validation d'un protocole d'apprentissage de l'inhibition sur une population d'enfants avec Trouble de l'Attention / Hyperactivité, in Psychomotricité 2006, 90-99.
- Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R. Le TDA/H : syndrome psychomoteur. Aspects temporels du syndrome et place du psychomotricien.
- Oberauer, K., Sub, H.M., Wilhelm, O., Wittman, W.W. (2003). The multiple faces of working memory : Storage, processing, supervision and coordination, in Intelligence 31, 167-193.
- Oberauer, K., Sub, H.M., Wilhelm, O., Wittman, W.W. (2000). Working memory capacity – Facets of a cognitive ability construct. In Personality and Individual Differences 29, 1017-1045.
- Pickering, S.J. Développement de la mémoire de travail visuo-spatiale et troubles des apprentissages. In Metz-Lutz, M.N., Demont, E., Seegmuller, C., De Agostini, M., Bruneau, N. (2004). Développement cognitif et troubles des apprentissages : évaluer, comprendre, rééduquer et prendre en charge. Solal.

- Richardson, J.T.E. (2007). Measures of short-term memory : a historical review. *Cortex*, 43, 635-650.
- Sergeant. J.A., Geurts, H., Huijbregts, S., Scheres, A., Oosterlaan, J. (2003). The top and the bottom of ADHD : a neuropsychological perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 27, 583-592.
- Smith, E.E, Jonides, J. (1997). Working Memory : A view from Neuroimaging. In *Cognitive Psychology* 33, 5-42.
- Sonuga-Barke E. JS. Elgie, S. and Hall, M. (2005). More to ADHD than meets the eye : Observable abnormalities in search behaviour do not account for performance deficits on a discrimination task. In *Behavioral and Brain Functions*.
- Sonuga-Barke E. JS., Wiersema, J.R., Van Der Meere, J.J., Roeyers, H. (2009). Context-dependent Dynamic Processes in Attention Deficit /Hyperactivity Disorder : Differentiating Common and Unique Effects of State Regulation Deficit and Delay Aversion. In *Neuropsychological review*.
- Soppelsa, R., Marquet-Doléac, J., Albaret,J.M. (2006). Gestion du temps et contexte d'apprentissage chez l'enfant agité et distrait, *Psychomotricité* 2006, 29-36.
- Stins, J.F & Al. (2005). Sustained attention and executive functioning performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. In *Child Neuropsychology*, 11 :285-294.
- Tribillac C. (2006). Trisomie 21 et mémoire de travail. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Psychomotricien, Toulouse.

- Verté, S., Geurts H.M., Roeyers, H., Oosterlaan, J., Sergeant, J.A. (2006). The relationship of working memory, inhibition and response variability in child psychopathology, *Journal of Neuroscience Methods*, 5-14.
- Yang, B., Chan, R.C.K, Zou, X., Jing, J., Mai, J., Li, J. (2007). Time perception deficit in children with ADHD, in *Brain Research* 1170, 90-96.

ANNEXE

Le DSM IV (1994), dans la rubrique comportements perturbateurs et troubles déficitaires de l'attention, sous l'appellation Trouble Déficitaire de l'Attention/Hyperactivité (TDA/H), envisage deux dimensions : les troubles de l'attention et l'hyperactivité-impulsivité.

I/ Troubles de l'attention

Le diagnostic exige au moins 6 symptômes sur 9 :

1. Souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails ou faits des fautes de négligence dans les activités scolaires, les activités ordinaires de travail ou d'autres activités.
2. A souvent des difficultés à soutenir son attention dans le travail ou des jeux.
3. Semble souvent ne pas écouter ce qu'on lui dit.
4. Souvent ne se conforme pas aux consignes et n'arrive pas à terminer les activités scolaires, les occupations quotidiennes de son travail sans qu'il s'agisse d'un comportement oppositionnel ou d'une incapacité à comprendre les instructions.
5. Présente souvent des difficultés d'organisation.
6. Souvent évite ou rechigne fortement devant des activités qui demandent un effort mental soutenu.
7. Perd souvent les objets nécessaires à des activités (emploi du temps scolaire, crayons, livres, jouets).
8. Est souvent dérangé par des stimuli extérieurs.
9. A des oublis fréquents dans les activités quotidiennes.

II/ Hyperactivité-Impulsivité

Le diagnostic exige au moins 4 symptômes sur 6 :

1. Souvent agite les mains ou les pieds ou se tortille sur son siège.
2. Se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis.
3. Dans des situations inappropriées, court et grimpe de façon excessive.

4. A souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisirs.
5. Est souvent sur la « brèche » ou agit souvent comme s'il était « monté sur ressorts ».
6. Parle souvent trop.
7. Laisse souvent échapper les réponses avant que les questions posées ne soient achevées.
8. A souvent des difficultés à attendre dans une file ou à attendre son tour dans les jeux ou les situations de groupe.
9. Interrompt souvent les autres ou impose sa présence (fait par exemple irruption dans les jeux ou les conversations).

III/ Quatre conditions supplémentaires sont nécessaires pour porter le diagnostic :

1. Le début ne se produit pas avant 7 ans.
2. On trouve les symptômes dans au moins deux situations (école, maison, travail...).
3. Le trouble engendre une détresse cliniquement significative ou une inadaptation dans le fonctionnement social, scolaire ou professionnel.
4. Diagnostic différentiel avec TED, schizophrénie et autre trouble mental (thymique, anxieux, trouble dissociatif, trouble de la personnalité).

RESUME

La mémoire de travail visuo-spatiale est une fonction cognitive qui correspond à la capacité à maintenir et manipuler un nombre limité d'informations visuelles et spatiales pendant une courte durée. Ce processus est déficitaire chez les enfants porteurs d'un Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H), et ce domaine est très impliqué dans leur symptomatologie.

Le test des cubes de Corsi est un outils permettant de mesurer les capacités en mémoire de travail visuo-spatiale.

L'objet de ce mémoire est de réaliser une étude préliminaire de l'étalonnage de ce test sur des populations ordinaire et TDA/H. Les résultats confirment la validité de ce test et permettent de montrer l'importance majeure de quantifier ce processus cognitif chez ces enfants, notamment dans le cadre de la prise en charge en psychomotricité.

MOTS CLES : TDA/H, Mémoire de travail visuo-spatiale, Test des cubes de Corsi.

ABSTRACT

Visuo-spatial working memory is a cognitive function that corresponds to the ability to maintain and to manipulate a limited number of visual and spatial informations in a short period. This process is deficient for children suffering from an Attention Deficit with or without Hyperactivity Disorder (ADHD), and this domain is involved in their symptomatology.

The Corsi Block-Tapping Task is a tool to measure the visuo-spatial working memory capacity.

The aim of this report is to carry out a preliminary study of this test standardization on ordinary and ADHD populations. Results confirmed the validity of this test and showed the major importance of quantifying this cognitive process for these children, specially in the case of a psychomotor rehabilitation.

KEY WORDS : ADHD, Visuo-spatial working memory, Corsi Block-Tapping Test