



Enseignement de
Psychomotricité



Evolution des concepts concernant le TDA/H depuis BARKLEY (1997), Implications dans la conception d'un nouveau test : le Laby-16

Mémoire en vue de l'obtention du D.E. de Psychomotricien

JUIN 2009

FAQUET Pauline

BOURACHOT Pauline

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous tenons à remercier les personnes sans qui cet étalonnage n'aurait pas été possible : les enfants et leurs parents qui ont donné leurs accords.

Nous remercions aussi les établissements scolaires toulousains de nous avoir accueillies : les écoles primaires Jules Julien, Jean Jaurès, Saint Marie de Nevers, Jean Gallia, Sainte Marie des Ursulines, ainsi que le collège Bellevue.

Un grand merci également à Adeline et Sonia, qui se sont lancées dans cette aventure avec nous tout au long de cette année. C'est en travaillant en équipe que nous avons si bien avancé. Il ne faut pas oublier celles qui nous ont personnellement assistées et aidées : Lucie, Laurène, Tiphaine, Marie-Aimée et Sophie. Merci à elles.

Nous n'oublierons pas le soutien de notre maître de mémoire, Jérôme Marquet-Doléac, qui nous a supportées, poussées, conseillées et a répondu à nos inquiétudes. Merci pour ta disponibilité, ton optimisme et ton humour ravageur.

Nous remercions Jean-Michel Albaret pour le traitement statistique, ainsi que Régis Soppelsa pour son investissement dans ce test.

Et enfin, mention spéciale à notre entourage qui nous a soutenues au cours de ces trois années.

Merci à tous!

SOMMAIRE

. INTRODUCTION GENERALE	4
. PARTIE THEORIQUE	6
I. INTRODUCTION.....	7
II. NEUROBIOLOGIE ET TDA/H.....	9
1. <i>Rôle de la Dopamine</i>	9
2. <i>Base neuroanatomique</i>	10
a Les structures impliquées	10
➤ Cortex Préfrontal.....	10
➤ Striatum	10
➤ Aire tegmentale ventrale	10
➤ Locus Niger.....	10
➤ Noyau accumbens.....	10
b Niveau fonctionnel : différents circuits.....	11
➤ Boucle mésocorticale.....	11
➤ Boucle mésolimbique	11
➤ Boucle nigrostritale	11
III. CONCEPTS CLES	13
1. <i>Temporalité</i>	13
2. <i>Inhibition comportementale</i>	15
3. <i>Aversion du délai</i>	17
4. <i>Affectivité</i>	19
5. <i>Renforcement et apprentissage</i>	22
6. <i>Mémoire de travail</i>	24
IV. LES PRINCIPAUX MODELES ACTUELS.....	27
1. <i>Sergeant : modèle cognitivo-énergétique</i>	27
2. <i>Sagvolden : Théorie dynamique du développement du TDA/H</i>	29
3. <i>Nigg : Modèle cognitivo-affectif</i>	32
4. <i>Sonuga-Barke : Modèle à deux voies</i>	36
V. DISCUSSION.....	39
. PARTIE PRATIQUE	42
I. INTRODUCTION.....	43
II. PRESENTATION DU TEST.....	45
1. <i>Mode de passation</i>	45
2. <i>Matériel</i>	45
3. <i>Consignes</i>	47
4. <i>Notation</i>	48
a A relever, au cours de la passation :.....	48
➤ Le Temps de Réaction (TR), en secondes.....	48

➤	Le Temps Total de résolution (TT).....	48
➤	Le nombre d'Arrêts (A).....	49
b	Correction, après la passation :	49
➤	Les Mauvaises Directions (MD).....	49
➤	Les Lignes Coupées (LC)	50
➤	La Distance en Plus (D+).....	50
5.	<i>Etalonnage et population</i>	50
a	Echantillon.....	50
b	Catégories socioprofessionnelles.....	51
c	Condition particulière des passations propre à l'étalonnage :	52
III.	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES	53
1.	<i>Temps de réaction</i> :.....	53
2.	<i>Temps Total</i>	55
3.	<i>Mauvaises directions</i>	56
4.	<i>Mauvaises directions pondérées</i>	58
5.	<i>Lignes coupées</i>	59
6.	<i>Arrêts</i>	61
7.	<i>Distances en plus</i>	62
IV.	INTERPRETATION DES RESULTATS	64
V.	QUALITES METRIQUES.....	67
1.	<i>Retest</i>	67
2.	<i>Autres mesures</i>	69
VI.	CONCLUSION	70
.	CONCLUSION GENERALE	71
.	BIBLIOGRAPHIE	73
.	ANNEXES	76

. INTRODUCTION GENERALE

Ce mémoire a pour objet la présentation d'un test en cours d'élaboration, qui sera publié dans l'année en cours. L'outil en question est un test de labyrinthes, le Laby-16, qui a pour vocation de remplacer le test des labyrinthes de Porteus. Ce dernier est actuellement utilisé dans l'évaluation du trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H). Ce trouble est fréquemment rencontré dans l'enfance (prévalence 3 à 10% avec 1 fille/6 garçons, approximativement), et peut avoir des conséquences dramatiques sur la vie sociale ou encore la réussite scolaire de l'enfant, il a de plus, d'importantes conséquences sur les relations avec l'entourage proche. C'est pourquoi il est nécessaire, de pouvoir reconnaître, diagnostiquer, et prendre en charge les enfants touchés.

Le TDA/H est référencé dans le DSM-IV (voir critères en annexe), qui permet d'avoir un outil clinique d'identification de ce trouble, mais il existe aussi d'autres outils standardisés qui permettent de repérer des fonctions déficitaires propres au TDA/H (impulsivité, inattention, planification...). Ces outils ont été conçus sur la base de modèles théoriques élaborés par différentes équipes depuis la découverte de ce trouble. Ils proposent des étiologies possibles ainsi que des explications aux comportements liés aux troubles sur la base de nombreuses recherches. Le but étant de mieux connaître les expressions du TDA/H et ses origines. Il est actuellement certain que ce trouble a des origines génétiques, mais également environnementales. Nous savons aussi que des structures cérébrales sont impliquées. Tout cela engendre des déficits de certaines fonctions cognitives agissant à leur tour sur d'autres fonctions, c'est ainsi que l'on observe les comportements inattentifs, impulsifs, l'agitation motrice, la désinhibition pour ne citer que les plus évidentes à reconnaître. Il ne faut pas oublier que ce trouble est fréquemment associé à d'autres troubles, on parle alors de comorbidités. On trouve parmi celles-ci le trouble des conduites, le trouble oppositionnel avec provocations, les troubles anxieux, les troubles de l'humeur/dépression, les troubles des apprentissages et autres moins fréquents.

D'après le DSM-IV, le TDA/H lui-même revêt différentes formes : type inattentif, type impulsif et type combiné. La complexité du TDA/H demande que l'on s'y intéresse pour mieux reconnaître et aider les enfants qui en souffrent.

Avant de présenter le Laby-16, ses caractéristiques, l'étalonnage et ses propriétés statistiques dans notre partie pratique, nous allons donc vous présenter dans notre partie théorique, le fruit de nos recherches concernant les théories sur le TDA/H, afin de mieux comprendre ce trouble et l'intérêt de ce nouvel outil.

. PARTIE THEORIQUE

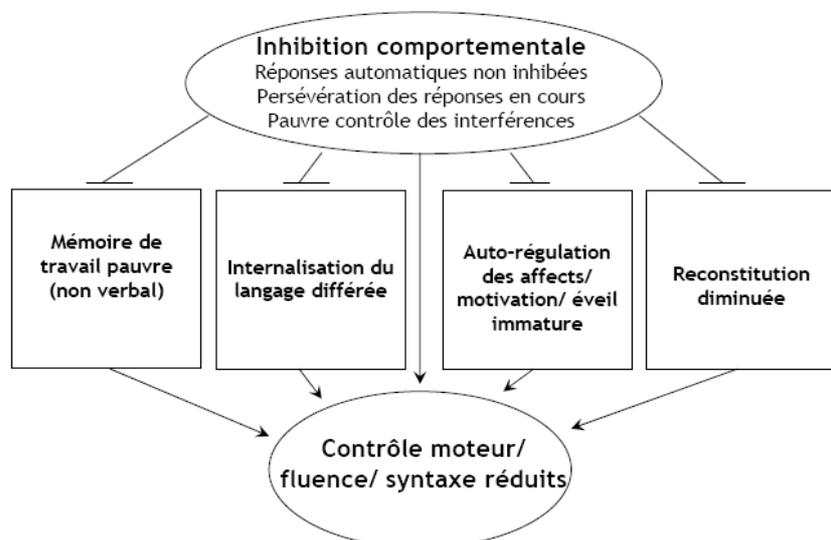
VERS UNE MEILLEURE COMPREHENSION DU TDA/H : LES THEORIES ACTUELLES

I. Introduction

Afin de mieux comprendre le TDA/H, et notamment les origines de ce trouble, de nombreuses recherches et publications sont entreprises. Celles-ci tentent d'élaborer des modèles explicatifs. Au cours du 20^{ème} siècle, les recherches basées sur l'observation clinique, la mise en situation standardisée, et l'utilisation d'outils neuropsychologiques et de neuroimagerie, ont permis de grandes avancées. Les recherches de Barkley (1997) ont totalement changé la façon de voir ce trouble. Sa vision du TDA/H, dominée par un manque d'inhibition et un déficit au niveau des fonctions exécutives, a inspiré de nombreux travaux novateurs.

De manière plus détaillée, son modèle théorique se constitue ainsi : le déficit d'inhibition a des répercussions sur les fonctions exécutives. Selon Barkley, les fonctions les plus touchées sont : la mémoire de travail, l'internalisation du langage, l'autorégulation des affects, de la motivation et de l'éveil, et la reconstitution. Ce qui entraîne au niveau comportemental une diminution du contrôle moteur, de la fluence et de la syntaxe. Cela se traduit par des réponses désinhibées sans rapport avec la tâche, une diminution des réponses dirigées vers le but, une nouveauté et complexité de séquence motrices limitées, une persistance dirigée vers un but diminuée, une insensibilité au feedbacks, une inflexibilité comportementale, une diminution des ruptures suivies de réengagements et un pauvre contrôle comportemental.

Schéma simplifié du modèle
hybride de Barkley, 1997
(Schéma complet en annexe.)



Barkley qualifie ce modèle d'hybride et unifié des fonctions exécutives car il a associé les travaux de Bronowski sur les différentes propriétés du langage humain avec les travaux de Fuster concernant les fonctions neuropsychologiques du cortex préfrontal, et avec les travaux de Damasio sur les marqueurs somatiques (théorie qui inclue les systèmes affectifs et motivationnels dans la prise de décision).

La neuroscience fait à présent partie intégrante des recherches menées sur le TDA/H et permet l'élaboration d'autres modèles théoriques qui tentent d'expliquer, sur la base de nouveaux concepts, l'existence de ce trouble et son développement, cela dans le but d'améliorer les systèmes d'évaluations et de rééducations.

C'est ici l'objet de notre travail, de vous présenter les principaux concepts après avoir rapidement expliqué les phénomènes neurobiologiques impliqués, et enfin de vous proposer quatre modèles théoriques qui nous ont semblés pertinents. Nous finirons sur une discussion qui nous permettra de faire du lien entre ces modèles.

II. Neurobiologie et TDA/H

1. Rôle de la Dopamine

Différents neurotransmetteurs semblent être impliqués dans le TDAH, comme la noradrénaline, la norépinéphrine et la dopamine. Ce dernier serait le plus important en terme de régulation des comportements propres au TDAH.

La dopamine joue un rôle de régulation au niveau du cortex préfrontal. Elle a une influence sur les interactions des neurones voisins, dans des zones cibles. La dopamine va notamment agir au niveau du striatum en offrant des fenêtres temporelles qui donnent la possibilité de créer un changement. La dopamine est considérée comme un neuromodulateur car elle peut avoir une action excitatrice ou inhibitrice. La variation du taux de dopamine a une influence sur le maintien et l'extinction des comportements.

Deux types de récepteurs à la dopamine sont particulièrement impliqués dans l'expression du TDAH. Le récepteur D1 serait stimulateur, et le D2 serait inhibiteur. En fonction des voies cérébrales sur lesquelles ils se situent, ils ont une influence sur les régulations des fonctions exécutives et des fonctions motrices. Les différentes voies sont expliquées ci-dessous.

Le système dopaminergique est lié au système noradrénergique dans leur action sur le système cérébral. En effet chez les enfants TDA/H qui ont des problèmes d'apprentissage, une enzyme convertit la dopamine en norépinéphrine qui a alors une concentration anormalement élevée, ce qui gênerait le fonctionnement du système noradrénergique.

Précisons que de nombreuses recherches s'intéressent au système dopaminergique, toutes les études existantes ne sont pas univoques en ce qui concerne les détails de l'action dopaminergique. Cependant ce système est actuellement la cible privilégiée pour le traitement biochimique du TDA/H (Ritaline[®], Concerta[®]).

2. Base neuroanatomique

Les structures et boucles présentées ci-dessous sont sous l'influence du système dopaminergique, cependant d'autres neurotransmetteurs (glutamate, GABA...) rentrent en jeu dans le traitement des informations. Nous ne rentrerons pas ici dans les détails de transmission des messages neuronaux.

a Les structures impliquées

➤ *Cortex Préfrontal*

Il est le siège des fonctions cognitives supérieures dites fonctions exécutives : mémoire de travail, planification, raisonnement, internalisation du langage, inhibition, attention, flexibilité mentale. Il s'agit de la partie antérieure du lobe frontale du cerveau située en avant des régions prémotrices.

➤ *Striatum*

Il regroupe le noyau caudé, le putamen et le fundus. Il est impliqué dans les mouvements volontaires, et plus particulièrement dans la motricité automatique, c'est-à-dire la motricité extrapyramidale.

➤ *Aire tegmentale ventrale*

C'est un groupe de neurones situés en plein centre du cerveau, elle est particulièrement importante dans le circuit de récompenses.

➤ *Locus Niger*

Il fait partie des noyaux de la base, et comporte les corps cellulaires de la voie dopaminergique nigrostriatale. Il intervient dans le contrôle des mouvements volontaires.

➤ *Noyau accumbens*

Il joue un rôle central dans le circuit de la récompense. Il met en relation le système limbique, siège des émotions, et les noyaux gris centraux qui aident à planifier un mouvement ou un raisonnement.

b Niveau fonctionnel : différents circuits

➤ *Boucle mésocorticale*

Ce circuit serait responsable d'un déficit du contrôle de l'inhibition amenant à une dérégulation cognitive et comportementale et donc aux symptômes du TDA/H (Sonuga-Barke). D'après Sagvolden, ce circuit pourrait aussi causer des difficultés à produire des réponses orientées et entraînerait des mouvements de saccades visuelles anormales et une attention pauvre envers une cible, avec en plus des difficultés de planification.

Ce circuit a pour origine l'aire tegmentale ventrale pour arriver au niveau du cortex préfrontal.

➤ *Boucle mésolimbique*

Cette voie serait responsable de l'aversion du délai de réponse (Sonuga-Barke, Sagvolden), elle entraînerait aussi un déficit d'attention soutenue et augmenterait la variabilité des comportements, avec une difficulté à inhiber les réponses (Sagvolden).

Elle a pour origine l'aire tegmentale ventrale et se terminerait au niveau du noyau accumbens.

➤ *Boucle nigrostriale*

Ce circuit aurait une influence sur la modulation des fonctions motrices et l'apprentissage des habiletés non déclaratives ainsi que sur la mémoire. Elle serait aussi responsable des signes doux (Sagvolden).

Cette voie a pour origine le locus niger pour arriver jusqu'au striatum (ganglion de la base).

Défaut d'attention et faible organisation des comportements

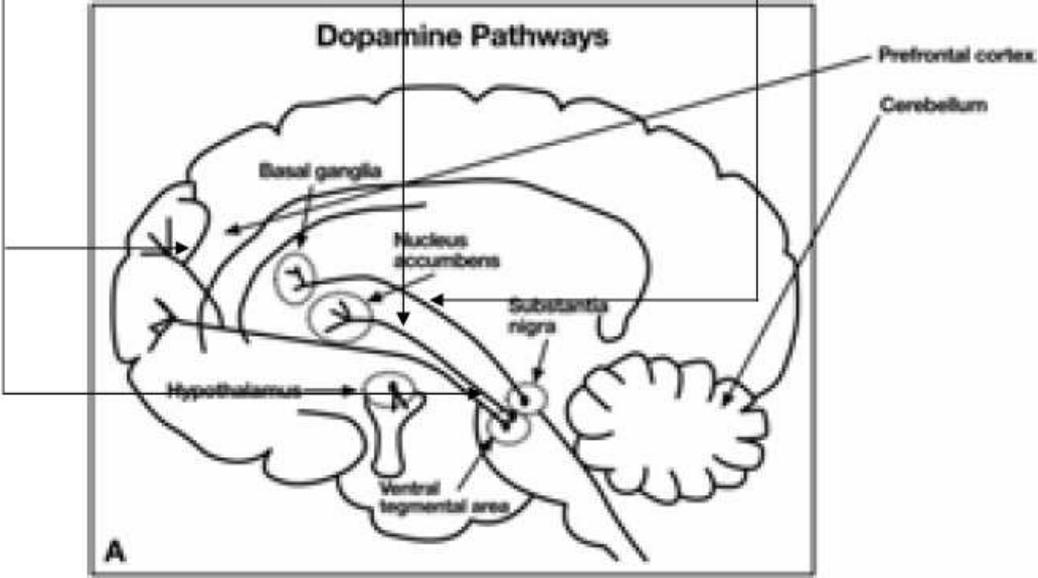
Gradient très bref de délai de renforcement et défaut d'extinction

Maladresse et pb apprentissage non déclaratif

Voie mésocorticale (de la substance noire au cx préfrontal)

Voie mésolimbique (de la substance noire au noyau accumbens)

Voie nigrostriatale (de la substance noire au ganglions de la base)



Circuit Dopaminergique (Sagvolden et coll. 2005)

III. Concepts clés

1. Temporalité

Il est avéré que les enfants porteurs de TDA/H ont des difficultés avec les notions de temps, ce qui les gêne dans leur vie quotidienne.

La perception du temps est la fonction qui permet de prédire, d'anticiper et d'avoir une réponse adaptée à la venue d'un événement.

Une longue durée ferait intervenir l'attention soutenue et la mémoire de travail, alors qu'une courte durée ferait intervenir des mécanismes temporels internes. Selon le modèle hiérarchique de Barkley, c'est l'inhibition qui serait à l'origine de difficulté chez les TDA/H, en influant sur la mémoire de travail qui à son tour aurait une influence sur le sens du temps.

Au niveau du temps, trois caractéristiques peuvent être prises en compte pour évaluer le sens du temps: la production du temps, l'estimation du temps et la reproduction d'intervalles de temps.

Les déficits au niveau des processus d'information temporelle entraînent de pauvres résultats cognitifs et comportementaux.

Les processus d'information temporelle incluent les habilités à :

- discriminer des durées d'intervalles de temps courtes (estimation de temps)
- faire un jugement temporel entre deux stimuli séparés d'un temps long (estimation de temps)
- estimer verbalement la durée d'un événement, d'un stimulus (estimation de temps)
- produire des périodes de temps spécifiques avec précision (production et reproduction de durée)
- prédire l'apparition d'un événement à venir (anticipation)
- garder un rythme spécifique (tapping)

Toplak et coll. ont réuni, dans un article de 2006, de nombreuses études concernant ces différents processus puis ont croisé les résultats. Hormis le jugement temporel composé

d'une seule étude non valide, pour les autres processus, les groupes constitués de personnes TDA/H obtiennent des résultats significativement différents des groupe contrôles. Les processus temporels, dont les résultats sont les plus homogènes, sont la discrimination de durée (5 sur 6 études montrent des résultats similaires), la reproduction de durée (12 sur 13 études) et le tapping (7 sur 8 études). Par contre, concernant l'anticipation et l'estimation verbale, les résultats sont plus mitigés, il y a autant d'études avec des résultats significatifs que avec des résultats non significatifs.

Outre le fait de prouver l'existence de déficits dans le sens du temps chez les enfants TDA/H, les auteurs ont également cherché à montrer le lien de la temporalité avec les fonctions exécutives comme le modèle de Barkley le prédisait.

Ainsi une étude de Kerns (2001) a été réalisée sur un échantillon de 42 enfants dont la moitié étaient diagnostiqués TDA/H. Quatre types d'épreuves leurs ont été proposées : une tâche de reproduction de temps, deux tâches de mémoire de travail, deux tâches sur le comportement d'inhibition et une tâche d'attention. Ces épreuves ont été choisies en fonction de leurs qualités métriques. Au final les résultats obtenus ont permis de calculer les corrélations entre les différentes mesures. Ainsi l'étude montre qu'il n'y a pas de corrélation entre la mémoire de travail et la reproduction de temps, alors que celle-ci est corrélée aux comportements d'inhibition. Ce résultat est donc contraire au modèle hiérarchique de Barkley. Cependant il faut noter que cette étude a été réalisée sur un faible échantillon et que l'inhibition comme la mémoire de travail revêtent différents aspects que les tests utilisés ne prennent pas en compte. Ainsi cette critique est à prendre avec précaution, bien qu'elle offre une piste de réflexion intéressante.

On peut ajouter que Yang (2007) réussit à démontrer le lien entre la perception du temps et la mémoire de travail, mais que les résultats ne sont pas significatifs selon le type de correction.

Ainsi, si les études citées montrent bien l'existence de difficultés significatives chez les enfants TDA/H pour la reproduction et la perception de temps, il reste difficile de faire un lien direct avec la mémoire de travail qui est censée avoir une influence sur le sens du

temps. En revanche le lien avec l'inhibition, qui est le facteur premier dans le modèle de Barkley, serait confirmé.

2. Inhibition comportementale

L'inhibition est un processus cognitif qui permet de résister aux interférences et de renoncer à tout comportement inadapté ou automatique. Au niveau comportemental, il s'agit de pouvoir stopper une réponse motrice réactionnelle à un stimulus avant même d'avoir initié le mouvement. Ceci semble donc lié, dans une certaine mesure, au temps de réaction, et l'inhibition semble fortement liée à la composante impulsivité/hyperactivité du TDA/H.

Selon Barkley, la pauvreté de l'inhibition comportementale des enfants TDA/H porte sur trois processus en interaction : l'inhibition de la réponse « habituelle » face à un événement, l'arrêt de la réponse en cours autorisant un délai de réflexion et le contrôle des interférences. Le déficit d'inhibition est à la base des symptômes du TDA/H dans son modèle.

Les réponses « habituelles » sont définies comme des réponses pour lesquelles des renforcements immédiats sont disponibles, qu'ils soient positifs ou négatifs, ou auxquelles des renforcements ont déjà été associés. Mais les enfants TDA/H ont des difficultés à associer un renforcement, positif ou négatif, à un type de réponse.

L'arrêt de la réponse en cours viendrait de l'interaction entre la mémoire de travail et l'habilité à inhiber une réponse « habituelle » et permettrait de se sensibiliser aux erreurs commises antérieurement, cela est aussi déficitaire chez le TDA/H.

Le contrôle des interférences serait lié aux fonctions exécutives et à la mémoire représentationnelle et de travail, il impliquerait un processus d'inhibition différent que ceux nécessaires à la faculté de reporter une réponse « habituelle » et d'empêcher la production d'une réponse en cours.

Les difficultés d'inhibition chez les enfants TDA/H ont été mises en évidence à travers plusieurs études. Celles-ci ont pour point commun d'utiliser des tâches similaires, c'est-à-dire des épreuves de « go/no-go » qui consistent à répondre ou ne pas répondre face à deux types de stimuli différents et des épreuves de type « stop-task » dans lesquelles il faut répondre ou non à un stimulus lorsqu'un signal extérieur auditif ou visuel intervient. Nous allons vous présenter plus particulièrement l'étude de Overtom publiée en 2002, qui a recherché, en utilisant une épreuve de type « stop-task », à montrer qu'il y a une variation dans l'activité neuronale des enfants TDA/H, liée aux difficultés d'inhibition. La population étudiée était composée de 16 enfants TDA/H dont le diagnostic fut validé grâce à plusieurs tests, comparés à 16 enfants contrôles. Ils étaient âgés de 7 à 12 ans. L'épreuve de « stop-task » se déroulait de la manière suivante : en utilisant un ordinateur sur lequel s'affichait un clown avec une plume sur la tête. Si la plume se dirigeait vers la droite, l'enfant devait cliquer sur le bouton droit de la souris et inversement si elle se dirigeait vers la gauche. L'épreuve se composait de différentes sessions avec plusieurs essais par session, dans chacune d'elle, dans 40% des cas un signal sonore était émis, dans ce cas l'enfant devait inhiber sa réponse. Le signal était émis soit à 125 millisecondes du stimulus, soit à 250 millisecondes. La mesure des « event-related potentials » (ERPs), signaux électriques recherchés à l'aide d'un électro-encéphalogramme et d'électrodes pour étudier une fonction cognitive, a été effectuée en plaçant les électrodes sur la ligne médiane du cerveau en 4 localisations. En parallèle, les chercheurs ont mesuré le pourcentage d'erreurs, d'omissions, d'inhibition avec le signal à 125ms et avec le signal à 250ms, ils ont aussi mesuré les temps de réaction pour ces deux signaux. Les résultats montrent que les enfants TDA/H ont des performances d'inhibition moindres que les enfants du groupe contrôle. Ils ont aussi un temps de latence plus long pour le processus de « stop ». Les enfants TDA/H font plus d'erreurs et d'omissions dans ce type de tâche. Les ERPs montrent que certaines zones cérébrales sont activées en situation de « stop-task », il y aurait un premier processus qui s'apparenterait à l'activation de l'inhibition motrice et un second qui serait lié à la reconnaissance des erreurs. Les résultats montrent bien la

différence dans les processus d'inhibition motrice et de détection d'erreurs entre l'activité neuronale des enfants TDA/H et celle des enfants contrôles.

En dehors de ces différents aspects, de nombreux chercheurs se sont intéressés à l'évolution des troubles de l'inhibition dans le développement de l'enfant TDA/H. Ils s'accordent sur le fait que le manque d'inhibition, entraînant l'hyperactivité et l'impulsivité, serait l'expression précoce du trouble, mais que avec l'âge, ces symptômes s'atténueraient au profit de l'inattention qui aurait alors une grande influence sur les fonctions exécutives.

3. Aversion du délai

Le concept de l'aversion du délai fut développé à partir des années 90 par Sonuga-Barke et coll. Il s'agit d'un modèle motivationnel permettant d'expliquer les comportements d'impulsivité, d'inattention et d'hyperactivité.

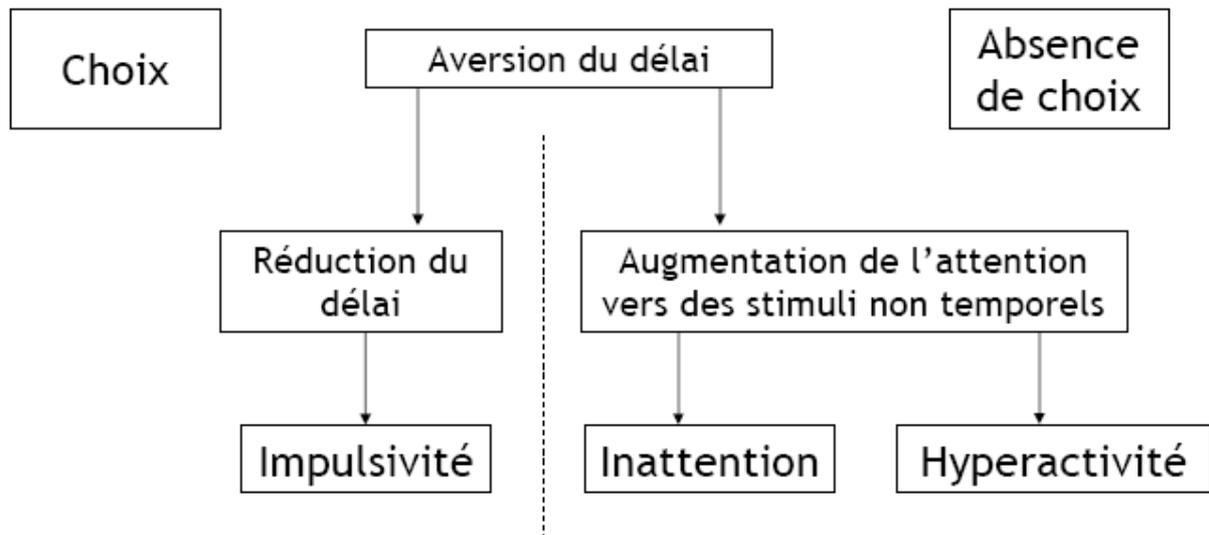
Depuis, les nombreuses études ont permis d'identifier les principaux éléments clés de ce concept.

Au niveau neurobiologique, on trouve une défaillance au niveau du système dopaminergique, qui se situe au niveau de la boucle mésolimbique.

De plus, il est avéré qu'il existe une altération des mécanismes de récompense. Le fait qu'il y ait un délai entre l'action et la récompense ne permet pas à l'enfant TDA/H de faire le lien entre les deux, ce qui induit chez lui des comportements de dépréciations et de non reconnaissance de ses actions. Il associe le délai à un échec et fait tout pour l'éviter. Donc l'enfant TDA/H préfère les récompenses immédiates aux récompenses différées.

En complément de ces processus, il y a aussi le fait que, face à une situation de choix ou à une absence de choix, l'enfant TDA/H ne réagit pas de la même manière. Lorsque dans une situation, l'enfant a la possibilité de choisir l'issue, il voudra échapper au délai d'attente et donc prendra une décision de manière impulsive. Par contre, lorsqu'il est face à une situation d'absence de choix, donc d'attente de prise de décision par autrui,

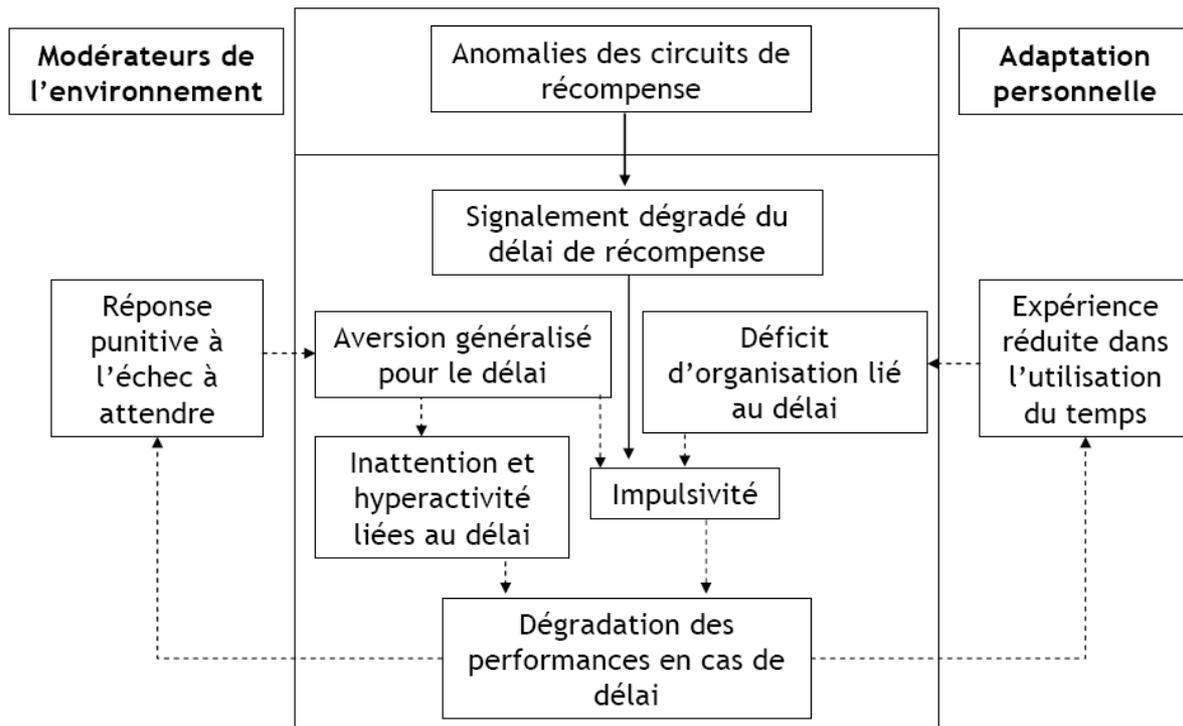
l'aversion du délai s'exprimera par des comportements d'inattention ou d'hyperactivité pour occuper ce temps libre.



Modèle de l'aversion du délai (Sonuga-Barke, 2003)

L'apparition de l'aversion du délai est dépendante de certains contextes, notamment de l'environnement familial. Les effets des mécanismes de récompenses varient selon les familles. Effectivement, les parents, qui mettent une certaine pression à leur enfant en étant trop exigeants et le punissent lors d'échec face à l'attente, ont plus tendance à créer le contexte d'émergence de l'aversion du délai chez des enfants impulsifs. Donc au niveau personnel, les enfants TDA/H auront plus tendance à éviter les situations d'utilisation du temps.

D'autres expériences montrent que malgré tout, les enfants TDA/H sont capables d'attendre même si cela implique la mise en place de comportements d'inhibition, mais le plus souvent ils choisissent de ne pas attendre même si l'attente n'engendre pas des comportements d'inhibition.



Modèle motivationnel développemental (Sonuga-Barke, 2005)

4. Affectivité

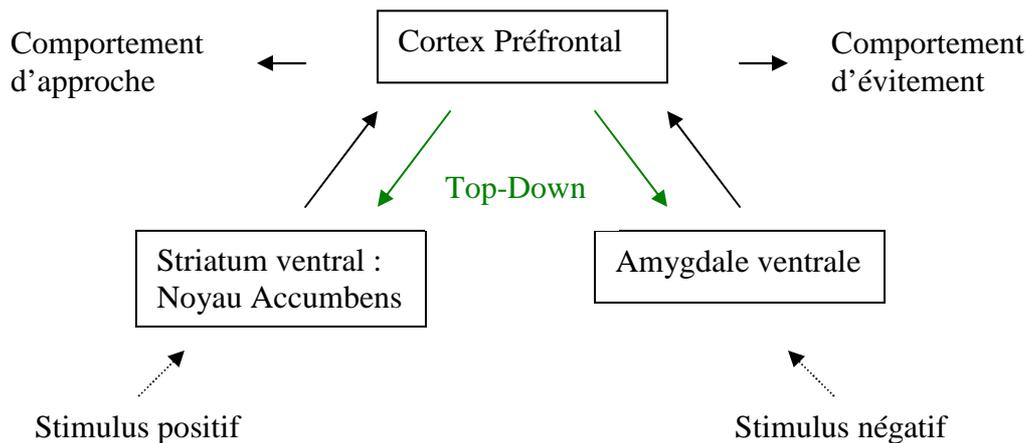
L'affectivité comme la motivation sont des variables importantes dans la régulation des comportements. Pour Nigg (2005), l'affectivité en particulier, est impliquée dans l'explication des symptômes des enfants TDA/H. La régulation des affects se ferait via le circuit fronto-amygdalien, c'est-à-dire par une liaison de l'amygdale (structure sous corticale impliquée dans le centre du plaisir) au lobe préfrontal qui régit de nombreuses fonctions cognitives supérieures.

On sait que les enfants TDA/H ont des difficultés avec la régulation de l'humeur, et des colères. Et l'on sait que le contexte émotionnel affecte le recrutement et le contrôle cognitif. Il est avéré aussi que les émotions des enfants TDA/H ne sont pas inappropriées en elles-mêmes mais que leurs expressions sont souvent inadaptées au contexte. Par exemple, ils ont une plus grande tendance à manifester publiquement les émotions dont ils font l'expérience que ne le ferait quelqu'un d'autre ; ils ont l'air moins capables d'intérioriser leurs sentiments, de les garder pour eux-mêmes et même de les modérer que

ne le ferait les autres. Ils apparaissent donc comme émotionnellement moins mûrs, plus réactifs, de tempérament plus rapide et facilement frustrés par les événements. Ainsi leurs émotions ont un impact sur leurs interactions avec l'environnement.

Il est donc essentiel pour Nigg d'inclure ces données dans la compréhension du TDA/H car les interactions entre les processus cognitifs et émotionnels jouent un rôle important dans la régulation des comportements.

Il existe des connections réciproques entre le cortex préfrontal et les régions sous corticales impliquées dans les réponses affectives. Des études sur les animaux ont montré l'importance du striatum ventral dans les conditionnements de types appétitifs (approche) et de l'amygdale dans les conditionnements de types aversifs (évitement). L'amygdale ventrale est en particulier impliquée dans les conditionnements de peur et l'évaluation du sens émotionnel des stimuli perçus. Les études de neuroimagerie sur le contrôle affectif chez l'humain ont montré qu'il existait en plus un rôle de modulateur, Top-Down, du cortex préfrontal sur les régions sous corticales. Ces études montrent une importante activation de l'amygdale ventrale face à une information négative et le temps de réaction serait plus lent dans ce type de situation. Les stimuli émotionnels positifs influenceraient le comportement et l'activité neuronale de manière différente, dans ces situations on trouve une activité augmentée du noyau accumbens (striatum ventral) et des régions associées à la récompense et aux comportements appétitifs. L'activité de la zone préfrontale est inversement proportionnelle à celle de l'amygdale ce qui reflèterait la modulation Top-Down des processus émotionnels, et expliquerait les comportements d'évitement. Selon Hare et coll. (2005), l'activité d'une des structures inhiberait l'autre.



Représentation schématique des circuits impliqués dans les comportements d'approche et d'évitements (Nigg, 2005)

L'effet Top-Down permet notamment de faire le tri dans les informations en fonction du but recherché. Ceci permet la régulation des informations affectives et ainsi de faire le choix entre un comportement d'approche ou d'évitement. L'intégrité de ce système est primordiale pour permettre au sujet de faire le choix adéquat à la situation.

Ainsi les comportements impulsifs résulteraient d'une défaillance de ce système, l'enfant serait tenté de choisir la situation qui lui apportera un effet positif (récompense). Ceci s'observe par exemple quand un enfant sur une tâche peu intéressante va être attiré par un stimulus environnemental qui lui montre une issue plus attrayante. Il prend ainsi la décision impulsive de changer d'activité. Il a du mal à traiter les informations prioritaires, les stimuli affectifs vont engendrer une forte attirance chez lui. Il préférera un effet de récompense immédiat, à un effet différé. Les conséquences négatives à long terme de cette erreur de choix sont mal soupesées.

La défaillance de ce système de régulation affective empêche également l'enfant de faire les expériences adéquates de l'anxiété, il n'est pas affecté par les punitions, et cela renforce la composante impulsive de son comportement.

Cependant les données empiriques ne sont pas en faveur d'une explication unique de l'impulsivité par la défaillance du système affectif. On peut pour le moment dire que la modulation des comportements d'approches n'est pas adaptée, ceci en conséquence des

perceptions affectives qui motivent ou pas l'enfant vers un but. L'enfant TDA/H a tendance à faire des choix impulsifs et non judicieux.

5. Renforcement et apprentissage

Les renforcements sont utiles pour l'acquisition et le maintien des comportements. Le renforcement est positif s'il augmente la probabilité d'apparition d'un comportement dans la situation à laquelle il est lié. Sagvolden (2004) étudie ce principe sous un aspect neurobiologique pour expliquer la symptomatologie des TDA/H. Il explique que les renforcements peuvent s'apparenter aux récompenses, mais trouve le terme « renforcement » plus adapté au système en question. De nombreuses études ont montré que l'activité au niveau du système dopaminergique mésolimbique augmentait pendant les renforcements. En général, de la dopamine est libérée dans le noyau accumbens quand une nouvelle association entre deux stimuli ou entre un stimulus et une réponse se crée. Ces stimuli peuvent être renforçateurs tout comme ils peuvent être neutres (sans valeur motivationnelle ou incitative), ou encore de type aversif.

Si l'on s'intéresse de plus près à l'activité dopaminergique, on remarque que les neurones concernés relâchent la dopamine à un taux tonique bas (c'est-à-dire avec une concentration faible mais régulière). A la suite d'un renforcement, on observe une activité phasique (augmentation de la fréquence et de l'intensité des relâchements). Cet influx va alors se propager comme une vague d'activité depuis le milieu du cerveau jusqu'au striatum puis au cortex frontal. Les renforcements peuvent être primaires ou secondaires (conditionnement), prévus ou imprévus. L'influx phasique peut se produire même si le renforçateur traité dévie des réseaux comportementaux déjà acquis par l'organisme, tout comme il se produit lors de l'acquisition d'un nouveau comportement. Quand un comportement devient stable, on observe plus de changement dans le niveau tonique de dopamine, une série de phénomènes biochimiques permet alors d'engrammer le comportement correspondant avec ses caractéristiques : stimulus-réponse-renforçateur.

Un phénomène opposé : l'extinction, se produit lorsque les renforcements deviennent trop rares ou disparaissent. Ceci peut conduire à la disparition d'un comportement. L'omission de renforçateurs est accompagnée, au niveau biochimique, d'une baisse phasique du taux de dopamine, qui pourra conduire, en fonction du taux tonique de dopamine existant à la base et de la prévisibilité ou non de cet événement, à l'extinction du comportement.

Cette fonction des renforcements liée à l'activité dopaminergique est importante pour comprendre le TDA/H. En effet d'après certaines théories (Sonuga-Barke), les enfants TDA/H préfèrent recevoir des renforçateurs immédiats même si leur valeur est plus faible. Cela semble indiquer une activité dopaminergique réduite au niveau du noyau accumbens qui est associé au système de renforcement. Et en effet, les enfants TDA/H présentent un niveau tonique de dopamine inférieur à la normale, il leur faut alors un influx phasique beaucoup plus important pour que le message passe la synapse (connexion entre deux neurones permettant de faire passer le message électrique d'un neurone à un autre via un neurotransmetteur chimique comme la dopamine) et ainsi agisse comme un renforcement. De la même manière, si le taux tonique est normal mais l'influx phasique faible, l'effet sera aussi peu efficace. Cela est cohérent avec les observations cliniques qui disent que les enfants TDA/H ont des problèmes de motivation et ont besoin de renforçateurs plus importants pour agir sur leurs comportements. Aussi, les phénomènes d'extinction ont tendance à avoir une action défailante chez les enfants TDA/H, laissant par exemple des comportements indésirables se maintenir.

Au final, c'est cette défailance dans l'action des renforcements qui ne permet pas l'instauration des bons comportements. Les symptômes des enfants TDA/H sont sous l'influence des renforcements produits par l'environnement dont l'efficacité peut être altérée, empêchant l'apprentissage des comportements adéquats, et maintenant les comportements gênants (inattention, impulsivité, hyperactivité). Dans un contexte normal, l'association stimulus-réponse-environnement, devrait se faire sous l'influence du milieu au cours de l'évolution de l'enfant.

De plus, il ne faut pas oublier que les renforcements directs sont plus efficaces, la fenêtre de temps dans laquelle ils se produisent est donc importante. Des études montrent qu'au cours du temps le renforçateur produit un effet qui diminue très rapidement. Au niveau biochimique, la dopamine (et d'autres monoamines) pourrait permettre une ouverture plus longue des canaux récepteurs, et ainsi offrir une plus longue fenêtre de temps qui augmenterait la probabilité de détection des renforcements. Là encore, la fonction dopaminergique réduite chez les enfants TDA/H aurait pour conséquence de leur donner une courte fenêtre de temps.

En résumé, les enfants TDA/H ont donc un taux tonique de dopamine à la base inférieur à la normale. Ainsi les stimuli ne provoquent pas de taux phasique assez élevé pour renforcer les comportements. Chez eux les stimulations doivent être plus importantes. De plus, ils ne disposent que de courtes fenêtres de temps pour créer ces liens. Il faut ajouter que le système d'extinction est aussi défaillant, ces enfants auraient tendance à conserver des comportements inadaptés. Ceci expliquerait que les enfants TDA/H ne montrent pas d'hyperactivité en situation nouvelle. Ainsi la difficulté à inhiber des réponses serait plutôt liée à un mauvais processus d'extinction.

6. Mémoire de travail

La mémoire de travail est considérée comme une mémoire à court terme. Elle permet de retenir pendant un laps de temps assez court un nombre d'informations assez limité.

Elle permet non seulement le maintien de l'information pertinente, des données de la nouvelle situation ; mais aussi le maintien des buts, et des étapes de la planification éventuelle.

Dans son expérience publiée en 2005, Klingberg part du fait que la mémoire de travail est déficitaire chez les enfants TDA/H, comme le constate Barkley dans ses nombreuses études. Il pense alors qu'en améliorant les capacités de mémoire de travail et des fonctions exécutives, il y aura une diminution des symptômes du TDA/H, c'est-à-dire

de l'inattention, de l'impulsivité et de l'hyperactivité. Mais les tentatives précédentes de rééducation de la mémoire de travail ont eu un succès modéré.

La population étudiée était composée de 20 enfants âgés de 7 à 12 ans et la population contrôle de 24 enfants. Les critères de sélection étaient les suivants :

- ils devaient remplir les critères du DSM-IV concernant le TDA/H, avec ou sans comorbidité avec le trouble oppositionnel avec provocation selon les critères du DSM-IV
- ils devaient pouvoir avoir accès à un ordinateur et une connexion Internet à l'école ou à la maison.

Il y eut bien sûr un test et un re-test, effectué 5 à 6 semaines après, constitués de quatre épreuves évaluant les fonctions cognitives. Une épreuve constituée d'un subtest du WAIS-RNI évaluait la mémoire de travail visuo-spatiale. Une autre épreuve du WISC-III mesurait la mémoire de travail verbale. La troisième épreuve était le Stroop (score d'interférence) qui mesurait l'inhibition. Et en quatrième, le « Raven's coloured progressive matrices » évaluait les habiletés de raisonnement non-verbal. L'activité motrice fut aussi évaluée via une caméra infrarouge mesurant les nombres de mouvements de tête, pendant la pratique d'une tâche informatique durant 15 minutes. Le questionnaire de Conners fut aussi utilisé auprès des parents et des instituteurs pour connaître les observations comportementales émises par l'entourage. Une autre évaluation de suivi fut mise en place 3 mois après le re-test.

Le traitement rééducatif consistait en un programme informatique développé spécifiquement pour cette étude. Il incluait des tâches de mémoire de travail visuo-spatiale (se rappeler la position d'objets sur grille), verbale (se souvenir de phonèmes, de lettres ou de chiffres). L'enfant disposait de plusieurs essais. Cela durait en moyenne 40 minutes (sans les pauses) par jour. La difficulté était ajustée automatiquement en fonction des essais-erreurs et donc correspondait au niveau de l'enfant. L'entraînement a duré 25 jours.

Les résultats les plus significatifs chez les enfants TDA/H se trouvent au niveau du test de mémoire visuo-spatiale, il y a une nette amélioration entre le test et le re-test, de plus à l'évaluation de suivi (3 mois plus tard), les résultats restent constants. Alors que pour le groupe contrôle, il y a une stagnation des résultats du début à la fin. En ce qui concerne les

autres tests sur les fonctions exécutives, les résultats sont aussi significatifs, il y a de réelles améliorations, contrairement au groupe contrôle où aucun résultat n'est significatif. Par exemple, concernant le Stroop, le groupe ayant suivi le traitement est plus rapide et plus précis. De plus, pour le test « Raven's », les améliorations se sont amplifiées entre le re-test et l'évaluation de suivi.

Concernant les critères du DSM-IV, selon l'avis des parents, on note une réduction significative des comportements d'inattention, d'impulsivité et d'hyperactivité. Par contre, les instituteurs ne trouvent aucune différence.

Le questionnaire de Conners montre aussi que les parents notent que leurs enfants présentent moins de comportements d'opposition lors de l'évaluation de suivi et moins de comportements d'hyperactivité dès le re-test.

Pour conclure, on peut dire que le groupe, ayant eu un traitement intensif au niveau de la mémoire de travail, s'est nettement amélioré comparé au groupe contrôle. Cette amélioration s'est maintenue trois mois après. On peut aussi constater les effets positifs de ce traitement au niveau des symptômes du TDA/H, comme le confirment les parents.

Dans son étude, Klingberg a comparé ses résultats concernant la mémoire de travail à ceux obtenus grâce à la médication dans d'autres expériences : l'action de son traitement spécifique à la mémoire de travail est similaire à celle des médicaments.

Même s'il est difficile en règle générale de comprendre l'utilité de la mémoire de travail, d'évaluer les déficits et de les traiter, il est avéré que la mémoire de travail sous-tend une multitude de fonctions cognitives, y compris le raisonnement, le contrôle de l'attention et l'aptitude à ne pas être distrait par des éléments perturbateurs. De plus, la mémoire de travail joue un rôle important dans la capacité à organiser des activités, dans la planification, ce qui est souvent déficitaire chez l'enfant TDA/H.

IV. Les principaux modèles actuels

L'hétérogénéité du TDAH en a fait un trouble dont il était relativement difficile de spécifier précisément tous les symptômes. Le découper en plusieurs sous-types a permis de lever certaines ambiguïtés. De nombreuses recherches anciennes et actuelles permettent d'expliquer certains mécanismes de ce trouble et de mettre en place différents modèles explicatifs.

1. Sergeant : modèle cognitivo-énergétique

Le modèle cognitivo-énergétique aborde le TDAH selon trois niveaux en interaction les uns avec les autres.

Le premier niveau comporte quatre étapes des mécanismes computationnels de l'attention qui sont : l'encodage, la recherche, la décision et l'organisation motrice.

Le deuxième niveau est celui des mécanismes énergétiques, il s'agit de l'effort, l'éveil et l'activation.

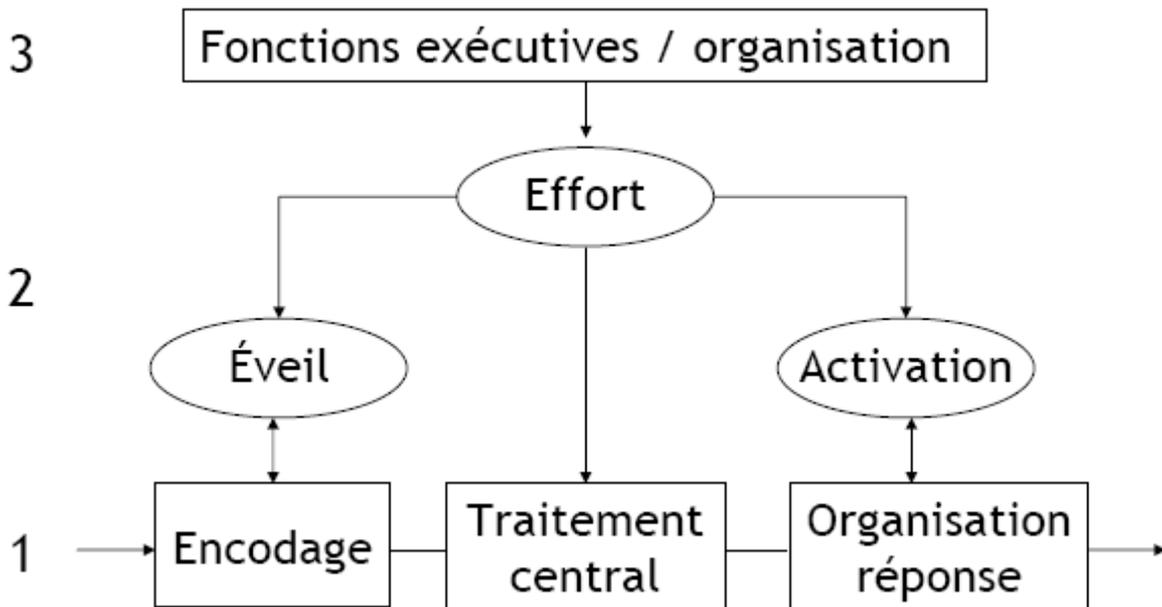
L'effort est défini par l'énergie nécessaire pour répondre aux demandes d'une tâche. Différentes variables, telle que la charge cognitive, ont un impact sur l'effort, ce qui le rend nécessaire lorsque l'état dans lequel est l'organisme ne correspond pas à l'état requis pour réaliser la tâche. L'effort englobe la motivation et la réponse aux contingences. Au niveau neuroanatomique, l'effort serait localisé au sein de l'hippocampe et aurait pour double fonction d'exciter ou d'inhiber les deux autres mécanismes énergétiques.

L'éveil (*arousal*) est le temps dédié au traitement du stimulus. Il est influencé par l'intensité du signal et la nouveauté. On l'associe à la formation réticulée mésencéphalique et l'amygdale. Les indications comportementales sont indexées sur l'alternance veille-sommeil.

L'activation est la préparation tonique à la réponse, elle est affectée par des variables telles que la préparation, la vigilance, le moment de la journée et le temps passé sur la tâche. On la localise au niveau des ganglions de la base et du striatum.

L'effort et l'activation sont étroitement connectés et ont un effet considérable sur l'exécution motrice.

Le troisième niveau concerne les fonctions exécutives. Elles englobent la planification, le monitoring, la détection et la correction des erreurs. Elles sont associées au cortex préfrontal.



Modèle cognitivo-énergétique (Sergeant, Oosterlan et Van der Meere, 1999-2000)

Selon Sergeant, le déficit d'inhibition lié au TDA/H serait en partie dû à un dysfonctionnement énergétique et les symptômes du TDA/H seraient associés au déficit d'organisation motrice.

Au niveau énergétique, la vitesse avec laquelle un stimulus est présenté, a un impact important sur les performances. Une certaine rapidité induit une hyper-activation des processus de réponse et cela amène donc souvent à de l'inexactitude. Mais la lenteur engendre une sous-activation de ces processus et donc aussi des réponses inexactes. La régulation et l'adaptation de l'état énergétique sont donc le principal problème des enfants TDA/H.

Des études sur le sommeil des enfants TDA/H ont prouvé qu'ils avaient une activité motrice supérieure à des sujets contrôles, même pendant leur sommeil. (Corkum et al 1999, Konofal et al 2001, Porrino et al 1983).

Plus précisément, ces difficultés motrices se retrouvent à différents niveaux : au niveau des mouvements répétés, des mouvements fins, des coordinations, du contrôle du mouvement, de l'équilibre, d'un débordement excessif de mouvements.

Ce modèle n'est pas sans limites, comme le précise Sergeant qui lui-même reconnaît la nécessité de recherches supplémentaires concernant les processus de dysfonctionnement de l'état de régulation énergétique chez le TDA/H.

2. Sagvolden : Théorie dynamique du développement du TDA/H

Sagvolden propose un modèle qui d'une part explique le fonctionnement du système dopaminergique sur les symptômes du TDA/H, et d'autre part imbrique l'expression de ces symptômes dans un contexte développemental. Cette deuxième approche permet d'envisager l'évolution possible des symptômes.

Pour revenir sur le fonctionnement dopaminergique, trois circuits principaux ont été mis en évidence en fonction de l'effet produit par le déficit dopaminergique sur les comportements. Du circuit mésocortical, découlent un déficit d'attention et une mauvaise organisation comportementale. La boucle mésolimbique a un impact au niveau du système de renforcement et implique une extinction déficitaire. Et finalement, la boucle nigrostriatale est responsable de maladresse et de pauvres habiletés dans les apprentissages non déclaratifs. Ces trois systèmes dopaminergiques se sont formés en fonction d'un contexte génétique mais aussi de certains facteurs étiologiques environnementaux. Il est notamment avéré que certaines toxines et drogues auraient un effet sur le fonctionnement cérébral. De ce point de départ, Sagvolden s'intéresse plus particulièrement aux système

de renforcement que nous avons décrit plus haut (II,5). En effet selon lui, ces phénomènes auraient une forte influence sur l'expression du TDA/H.

De ces différentes données, il conçoit un modèle dans lequel le TDA/H s'inscrit sur un mode développemental, c'est-à-dire qu'à partir d'un phénotype de base, l'expression du trouble va évoluer avec le développement en fonction du milieu.

Ainsi une fois mis dans un contexte développemental, on obtient différentes évolutions possibles (voir schéma ci-dessous). Le point de départ reste l'hypofonctionnement dopaminergique (qui aurait des étiologies génétiques mais aussi environnementales). Au niveau de ce fonctionnement, on peut imaginer deux situations : une avec mise en place d'un traitement médicamenteux qui entraînera des bénéfices au niveau du comportement, et à l'inverse une situation sans médication laissant les symptômes évoluer librement. Ce premier niveau va impliquer certains comportements plus ou moins déficitaires : déficit d'organisation et d'attention, impulsivité et hyperactivité, maladresse et difficulté dans les apprentissages non-déclaratifs. Ces comportements vont subir l'influence du contexte environnemental selon deux variables. D'une part le style parentale qui pourra avoir une influence bénéfique s'il est de type cohérent et organisé, ou bien négative s'il est de type incohérent, impulsif et désorganisé. D'autre part le style de la société qui pourra soit avoir un effet positif s'il est prévisible, s'il renvoie des feedbacks fréquents et offre des renforcements immédiats, soit avoir un effet négatif s'il s'avère imprévisible avec des feedbacks et des renforcements rares ou différés.

Au final, en fonctions de toutes ces interactions, on obtiendra des comportements :

Soit adaptés :

- Comportement : créatif/impulsif
- Emotionnel : impatient/avide
- Cognitif : créatif

Soit inadaptés :

- Comportement : oppositionnel/impulsif
- Emotionnel : impatient/frustré
- Cognitif : aversion du délai.

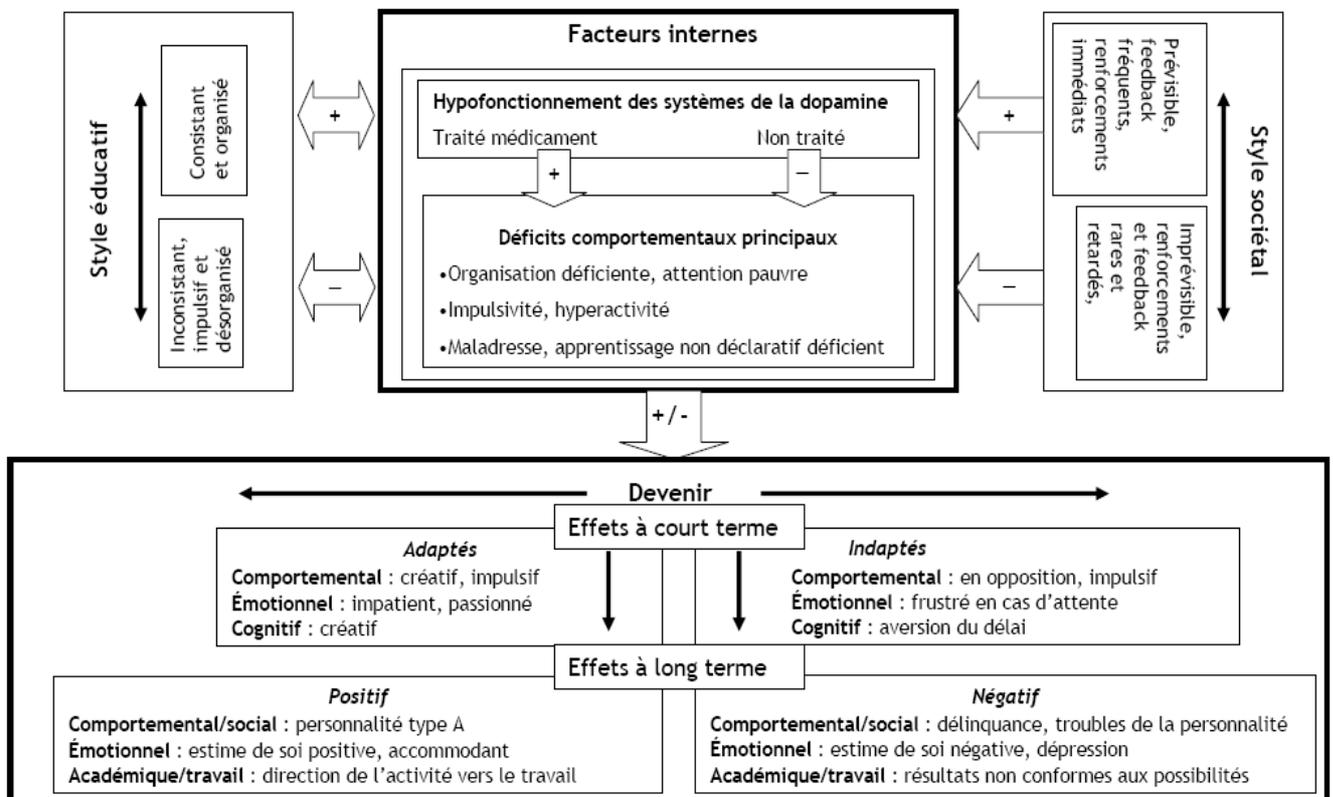
Ces comportements à long terme donneront deux types de personnalité :

Soit du côté positif :

- comportement/sociabilité : personnalité type A (hyperactive, impatiente, exigeante vis-à-vis d'elle-même et des autres. Le profil type est celui du « jeune cadre dynamique » dont le stress et l'ambition sont chez lui les deux moteurs les plus puissants).
- émotionnel : estime de soi positive et facile à vivre
- école/travail : activité centrée sur le travail

Soit côté négatif :

- comportement/sociabilité : délinquance, désordre de la personnalité (évolution vers des comorbidités),
- émotionnel : estime de soi négative, dépression,
- école/travail : échecs.



Modèle de Sagvolden : la théorie dynamique développementale prédit les comportements adaptés et non-adaptés

Dans ce modèle, on peut souligner l'importance d'un paramètre en particulier, il s'agit des renforcements. Pour Sagvolden, les phénomènes de renforcements sont déficitaires chez les enfants TDA/H. Selon ce modèle, ils proviennent de l'environnement, mais leurs effets ne dépendent pas que de leurs caractéristiques, mais également de leur réception. C'est au niveau cérébral que les informations sont traitées. Suivant l'effet des renforçateurs, le taux de dopamine devrait normalement varier, mais rappelons, que chez les enfants, pour qu'un renforcement soit efficace il doit arriver à proximité du comportement dans le temps et doit être assez intense. De plus, certains comportements ont du mal à céder en raison de la voie d'extinction des renforcements qui est également déficitaire. Ainsi les enfants TDA/H ont des difficultés à acquérir de nouveaux comportements et à modifier les anciens. Le système de renforcement a un effet sur tous les comportements, il serait donc à la base du développement des difficultés que l'on trouve dans le TDA/H.

3. Nigg : Modèle cognitivo-affectif

Des mécanismes cognitifs et affectifs sont sous jacents aux troubles des conduites comme au TDA/H. Cependant, il y a une différence neuroanatomique entre ces deux syndromes. Les troubles cognitifs ont tendances à être plus liés aux TDA/H et les troubles affectifs plutôt liés aux graves troubles anti-sociaux. Cependant au niveau neuronal, les mécanismes se chevauchent, ainsi l'expression des comportements dépendrait des apprentissages et de l'expérience. Nigg insiste sur la régulation du comportement (contrôle cognitif) qui est la capacité à supprimer des comportements inappropriés, cela en fonction de données contextuelles et temporelles. Le but est de voir comment le contrôle cognitif est lié à l'affectif et comment leurs développements peuvent être liés au TDA/H. La neuroscience permet de décrire les bases neurobiologiques des processus cognitifs et affectifs impliqués dans le TDA/H et ainsi de mieux comprendre ce syndrome. Cependant

il faut garder à l'esprit que de nombreux liens existent entre les différents syndromes liés au contrôle des impulsions.

En ce qui concerne les TDA/H de type combiné, il existe en fait beaucoup de variations interindividuelles au niveau affectif : cela va du sujet ayant d'importants problèmes d'anxiété au sujet en ayant anormalement peu, ce qui l'expose au risque de conduite antisociale. L'hétérogénéité des contextes étiologiques, génétiques, neurobiologiques, est importante dans ce syndrome d'où des expressions différentes. Cependant, on admet clairement la détermination de certains groupes phénotypiques. Et il est important que les sous-types puissent être clairement identifiés avec un cadre nosologique posé en référence aux étiologies et différents mécanismes.

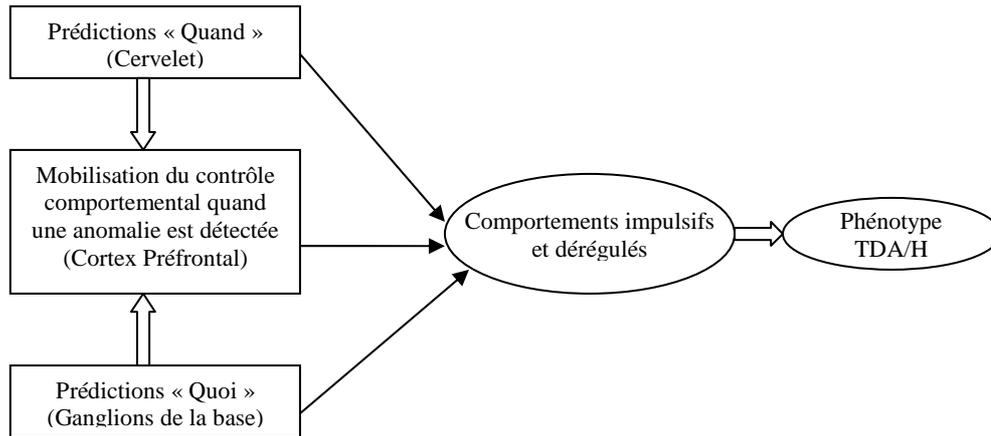
Au niveau neurocognitif, différents auteurs ont montré l'importance de certains comportements : réponses impulsives, difficultés d'inhibition, fonctionnement exécutif altéré (planification, mémoire du travail, intégration), difficultés quand les récompenses et incitations sont données avec retard, et difficultés dans le traitement des informations temporelles. Des théories ont tenté de mettre en lien les processus cognitifs à ces comportements cognitifs et affectifs, celles-ci sont soit basées sur l'autorégulation, soit sur les neurosciences. Selon Nigg, ces théories restent insuffisantes du point de vue des neurosciences cognitives et affectives, mais aussi de leur limitation par rapport à la réalité de l'interdépendance de nombreux systèmes neuronaux et des systèmes cognitifs. Il pense que l'étude des systèmes cérébraux impliqués peut aider à mieux définir les bases des différentes théories.

Pour Nigg, les trois principaux circuits neuronaux impliqués dans le TDA/H sont :

- La boucle frontostriatale, impliquée dans le contrôle des réponses sortantes et la suppression de réponses mais aussi dans la mémoire de travail et la sélection de réponse.
- La boucle frontocerebelleuse, importante dans la gestion des informations temporelles mais aussi dans le timing et la vigilance aux nouvelles informations.

- La boucle frontolimbique, impliquée dans l'apprentissage de renforcements mais aussi dans le conditionnement de l'évitement (comportement au choix d'approche ou d'évitement).

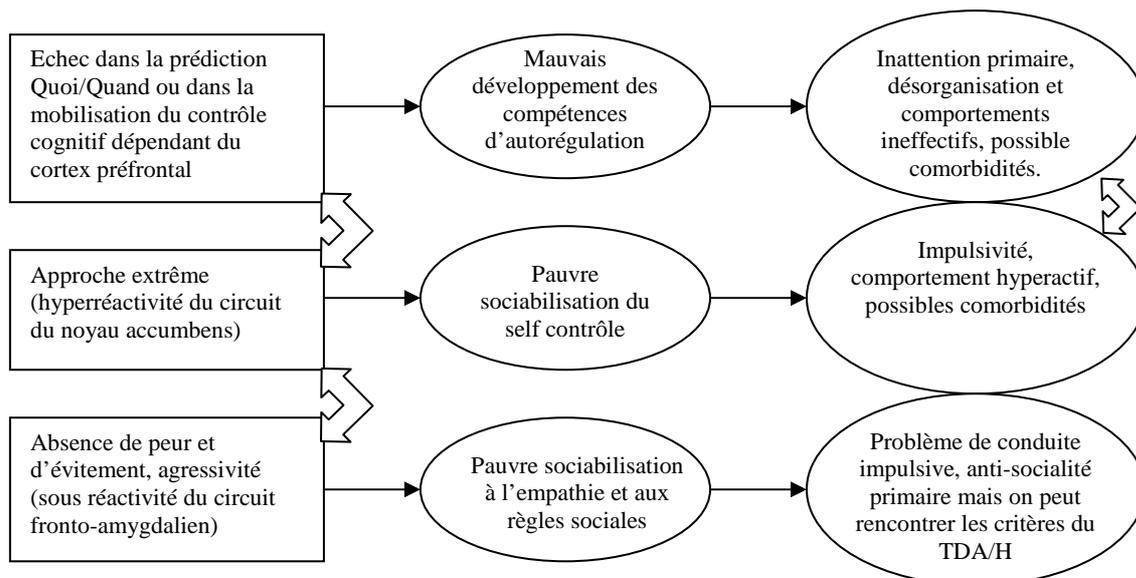
En ce qui concerne le contrôle cognitif, il serait lié aux circuits frontocerebelleux et frontostriatal. Ces boucles ont des caractéristiques proches ; en effet, en partant du cervelet pour la première et des ganglions de la base pour la seconde, elles se projettent de la même manière dans le cortex préfrontal. Cependant leurs fonctions sont différentes. La détection des récompenses non attendues ou des nouveaux événements est liée à la boucle frontostriatale, c'est la voie du « quoi ». L'alerte, la détection, les dépassements de durée des événements sont liés à la boucle frontocerebelleuse, c'est la voie du « quand ». Ces circuits permettent normalement un contrôle Top-Down face aux informations extérieures reçues en les comparant aux attentes. L'inefficacité de ce système empêche le cortex préfrontal d'exercer son rôle dans le changement et le maintien de comportements en fonction du contexte. Cela va résulter en des difficultés d'attention soutenue sur des tâches complexes, des réponses lentes en contexte de décision rapide (en effet le système est inefficace pour analyser les nouvelles informations) et des difficultés à changer de réponse. De manière plus indirecte et plus spéculative, Nigg pense que cela peut aussi mener à des difficultés dans les apprentissages, la socialisation, pendant le développement empêchant la consolidation de l'autorégulation. Le schéma ci-dessous montre cette interaction entre les deux voies (« quand » et « quoi ») et le contexte qui mène à l'expression de comportements impulsifs et dérégulés.



Deux voies amenant au TDA/H en se basant sur les données de neurosciences et les zones touchées.

A présent nous allons nous intéresser au contrôle affectif. Ce concept a été décrit plus haut (II.4). La boucle impliquée est donc la fronto-amygdalienne. Ce circuit serait particulièrement impliqué dans les apprentissages aversifs qui permettent à l'enfant d'éviter des situations négatives et de prise de risque et ainsi d'avoir des comportements adaptés aux situations. Ainsi des défaillances à ce niveau impliquent des conduites qui ne respectent pas les règles sociales, mais aussi un mauvais self contrôle.

Ainsi les aspects cognitifs et affectifs entrent en interaction, et de cette manière on obtient différents types de phénotypes possibles comme le montre le tableau ci-dessous. Ce modèle explique notamment les comorbidités du type trouble des conduites.



Différentes possibilités liées aux phénotypes étiologiques, partiels mais distincts.

4. Sonuga-Barke : Modèle à deux voies

Les études neuropsychologiques montrent que le TDA/H est associé à des troubles des fonctions exécutives (planification, mémoire de travail, attention) comme beaucoup d'autres pathologies. Mais le déficit au niveau de l'inhibition comportementale est propre au TDA/H, cela est prouvé grâce à de nombreuses études utilisant notamment le « stop signal », le « go signal » et l'analyse du temps de réaction.

A côté de cela, le modèle de l'aversion du délai est un modèle motivationnel permettant d'expliquer les comportements inattentif, hyperactif et impulsif. Les sujets TDA/H, face à un choix entre une réponse immédiate et l'attente, choisissent l'immédiat. Mais si le choix n'est pas possible et qu'ils se retrouvent face à une attente contraignante, ils tendent à rechercher ou à créer des stimulations non-temporelles telles que l'agitation motrice, afin d'éviter l'expérience subjective de l'attente ou d'accélérer son sentiment subjectif du passage du temps. Les problèmes de mémoire de travail et de planification sont des effets secondaires de cette aversion du délai. Les nombreuses recherches à ce sujet mettent souvent en jeu le circuit de récompense, c'est-à-dire se contenter d'une petite récompense immédiate ou attendre une plus grosse récompense. Les enfants TDA/H préfèrent les récompenses immédiates.

Ces deux modèles permettent de développer une seule et grande théorie du TDA/H.

Mais il est difficile de faire en sorte que les deux camps théoriques soient en accord et travaillent en cohésion, malgré le fait que différentes études prouvent bien que le déficit d'inhibition comportementale et l'aversion du délai sont tous deux des processus distincts du TDA/H mais essentiels pour sa bonne compréhension.

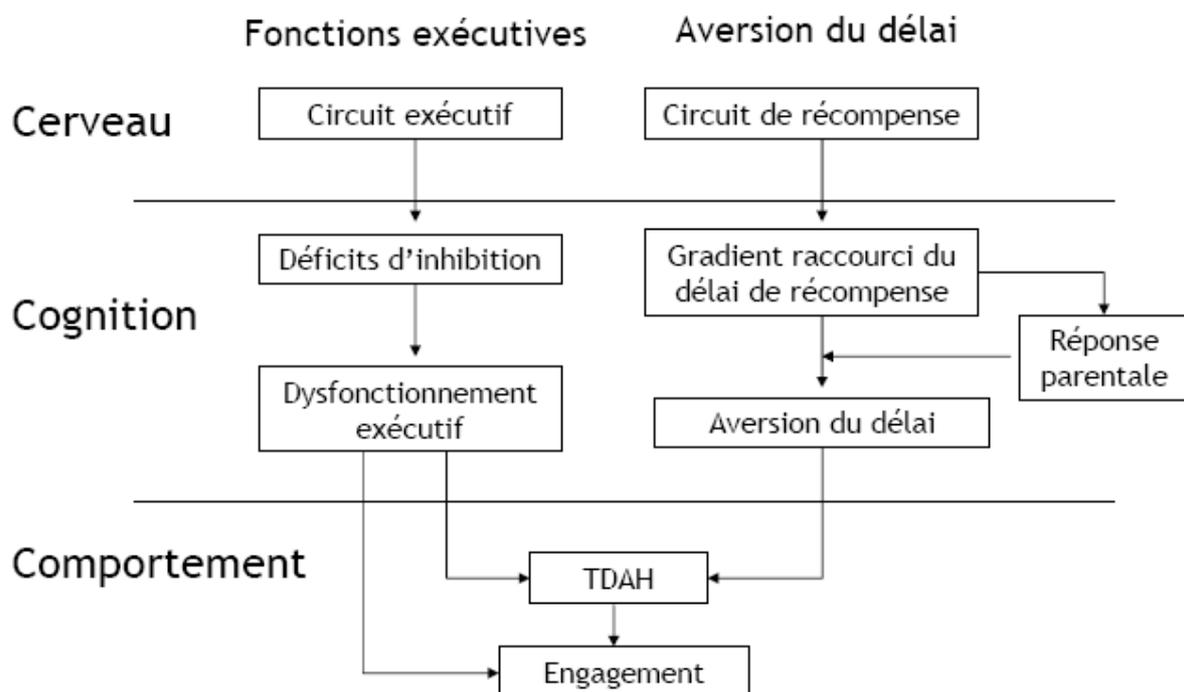
Nous allons voir maintenant plus précisément le développement de ce modèle à 2 voies. La première voie, concernant le modèle motivationnel et ses caractéristiques cognitives, met en évidence l'émergence de l'aversion du délai pendant l'enfance. On la nommera MSP (*altered 'motivational style'*). La seconde voie, considérant le TDA/H comme un trouble de la régulation des pensées et actions, a comme première caractéristique une dysfonction de l'inhibition comportementale. On l'appellera DTA (*disordered 'thought and action'*). Ces deux voies sont constituées de plusieurs niveaux avec au final les symptômes du TDA/H et l'engagement à la tâche. Ils seraient engendrés par une altération des mécanismes de récompense d'un côté (MSP) et par une dérégulation cognitive et comportementale d'un autre côté (DTA). En ce qui concerne l'aversion du délai, le TDA/H n'est pas réductible à l'impulsivité car le choix de l'immédiateté dépend aussi du contexte et notamment de la façon dont les parents gèrent la notion d'échec du délai d'attente vis-à-vis de leur enfant TDA/H.

Malgré leur différence, ces deux modèles mènent au même diagnostic de TDA/H de type combiné. Les différences se situent à différents niveaux :

- Au niveau des aspects structuraux et fonctionnels des symptômes : la voie DTA est un trouble dysfonctionnel alors que la voie MSP est l'expression fonctionnelle du style motivationnel. De plus, la voie DTA est dépendante de l'environnement et du contexte, alors que la voie MSP en est indépendante. Donc la voie DTA serait un trouble spécifique et la voie MSP pourrait être l'extrême expression d'un trait de caractère normal.
- Au niveau du profil cognitif : le modèle motivationnel met en avant des difficultés cognitives mais moindre que dans le modèle de dérégulation des pensées et actions qui a comme manifestations de sévères et graves troubles cognitifs.

-Au niveau des étiologies génétiques : même si les deux modèles montrent une défaillance du système dopaminergique, celle-ci ne se situe pas au même niveau cérébral. Pour la voie MSP, c'est le circuit mésolimbique qui est touché alors que pour l'autre voie, c'est le circuit mésocortical. Au niveau génétique, certaines études mettent en cause un problème au niveau du récepteur D4 qui aurait une activité ralentie, et aussi au niveau des récepteurs D1 et D2. Mais cette association entre récepteur D4 et TDAH est démentie par d'autres études. Ce qui est sûr, c'est la corrélation positive entre les performances au niveau des fonctions exécutives et donc le circuit dopaminergique et le TDAH.

-Au niveau de l'environnement : même si dans les deux modèles l'interaction des facteurs environnementaux et du risque génétique joue un rôle dans le développement du TDAH, seule la voie MSP considère l'environnement, et plus particulièrement la réponse parentale, comme un facteur décisif dans la survenue de l'aversion du délai donc du TDAH.



Modèle à deux voies (Sonuga-Barke, 2003)

V. Discussion

Nous avons vu précédemment, l'importance des nouvelles données concernant le TDA/H pour comprendre ce trouble. Effectivement depuis de nombreuses années des analyses de tous types sont faites, il peut même être difficile de s'y retrouver. C'est pourquoi notre intérêt s'est porté sur les principales recherches actuelles, notamment en ce qui concerne les neurosciences qui s'intègrent actuellement à la plupart des modèles. En effet, nous avons vu que certains circuits neuronaux étaient plus particulièrement impliqués (dans différentes fonctions) en raison d'un défaut de régulation de la dopamine. Les auteurs s'accordent en ce qui concerne l'implication de ce neurotransmetteur dans le TDA/H.

En 1997 Barkley a proposé un modèle hybride qui a servi d'outil de base aux théories qui ont suivi. La nouveauté de son modèle fut d'introduire la notion de fonctions exécutives au TDA/H. Selon lui, l'étiologie unique à ce trouble est le déficit d'inhibition comportementale, ce principe est remis en question par les nouvelles recherches. Celles-ci accordent une plus grande importance à certaines fonctions cognitives (aversion du délai, processus temporel, système de renforcement ou de récompense, rôle de l'affectivité, mémoire de travail) dans leurs influences sur l'expression du trouble.

Dans le chapitre précédent, nous avons décrit quatre modèles qui nous ont semblés importants. Nous allons tenter de voir les points d'accords de ces modèles et leurs divergences s'il en ait. Le modèle cognitivo-énergétique (Sergeant, 2000) est particulier dans son approche du TDA/H, ses bases théoriques sont intéressantes mais restent à développer (éveil-effort-activation). Les structures cérébrales impliquées sont les mêmes que pour les autres auteurs mais leurs rôles semblent être différents. Il parle aussi de motivation, notion également évoquée par Nigg pour qui celle-ci est influencée par les affects positifs et négatifs. Ce dernier ajoute à cette notion l'association avec les fonctions cognitives qui engendre les phénomènes d'approches/aversions.

On retrouve aussi fréquemment la notion de récompense au sein des modèles. De nombreuses études se sont penchées sur ce concept. Les enfants TDA/H préfèrent en général les récompenses immédiates, cela serait lié à l'aversion du délai (Sonuga-Barke). Sagvolden préfère parler de renforcements dont le fonctionnement serait déficitaire. Ces phénomènes interagiraient dans un cercle vicieux.

En ce qui concerne la mémoire de travail, malgré la difficulté pour l'étudier, différentes expériences font ressortir une différence entre les fonctions de la mémoire de travail. La plus touchée serait la mémoire de travail visuospatiale (Klingberg, 2005 ; Castellanos, 2006). Rappelons que la mémoire de travail ne serait pas directement liée à la reproduction de temps, qui elle, est liée à l'inhibition. Cela contredit le modèle hiérarchique de Barkley.

Les fonctions exécutives sont déficitaires dans les différentes études, mais plus particulièrement quand les tâches impliquent la notion de renforcements ou de récompenses. C'est-à-dire que l'impact affectif et émotionnel est important dans le TDA/H.

Si on reprend la notion d'inhibition de Barkley, certaines études convergent pour l'impliquer préférentiellement dans les déficits d'attention alors que l'aversion du délai a plus d'importance sur l'impulsivité. Castellanos, dans son article de 2006, a rassemblé plusieurs études sur les tâches associées à l'inhibition et l'aversion du délai et a cherché la probabilité que ces deux composantes vérifient le diagnostic du TDA/H. Au final, c'est en les associant que l'on retrouve 90% des enfants diagnostiqués. Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke semble donc pertinent.

Au niveau clinique, le TDA/H s'exprime de manière très variable, ceci explique la complexité à trouver un modèle théorique adapté à tous les types de TDA/H. Face à cela, de nombreux auteurs remettent en question la définition actuelle du DSM-IV, ils estiment qu'il faudrait mieux séparer et spécifier les différents types de TDA/H. Par exemple, Nigg propose la création d'un type « déficit exécutif » et Barkley d'un type « trouble de l'inhibition comportementale ». De plus, il ne faut pas oublier l'aspect développemental du

trouble dont l'expression varierait au cours du temps. Dans la petite enfance, l'hyperactivité et l'impulsivité domineraient, et en grandissant ce serait l'inattention.

Si tant de modèles tentent d'expliquer ce trouble, c'est qu'il est important de connaître les causes et conséquences du TDA/H. L'intérêt est de créer des outils permettant de mieux le détecter et donc de mieux le rééduquer. Actuellement, les tests utilisés dans le diagnostic du TDA/H se basent sur le repérage des fonctions exécutives déficitaires (attention, planification, impulsivité...). Mais l'actualisation des connaissances sur les fonctions exécutives nécessite la création d'outils plus récents. Nous proposons un test de labyrinthes qui remplacerait le test des labyrinthes de Porteus dont l'étalonnage est ancien et les variables peu pertinentes.

. PARTIE PRATIQUE

ETALONNAGE D'UN NOUVEL OUTIL : LE LABY-16

I. Introduction

La création du test Laby-16 trouve son origine dans la constatation que le test des labyrinthes de Porteus présente certaines limites.

Nous allons donc vous présenter succinctement le Test des Labyrinthes de Porteus (TLP), puis les critiques que l'on peut y faire, pour finalement vous expliquer la légitimité de la création d'un nouveau test de labyrinthes.

Le TLP est un test de type papier – crayon composé de 11 labyrinthes. Sa création remonte à 1914, S.D. Porteus avait comme but d'évaluer l'intelligence pratique chez les déficients mentaux. Historiquement il y avait une corrélation de .65 avec le test de Binet, donc les performances à ce test de labyrinthes sont en relation avec l'efficacité intellectuelle, cependant, cette corrélation moyenne laissait penser que les capacités évaluées étaient différentes. Il existait aussi une corrélation entre l'aptitude pratique manuelle et les notes obtenues aux labyrinthes de Porteus (1930, Dr Herd). Enfin, une autre corrélation fut mise en évidence entre le TLP et l'adaptabilité sociale. Après de nombreuses études, Porteus pensait avoir mis au point un test permettant le dépistage précoce d'inadaptation sociale, autrement dit de délinquance. Soppelsa en 1995, a critiqué le rapport entre le TLP et la délinquance, qui n'est pas un terme adapté au trouble. Actuellement d'un point de vue psychiatrique, on emploie plutôt le terme de « troubles externalisés » qui renvoie au trouble des conduites, au trouble oppositionnel avec provocation et au TDA/H. La meilleure application actuelle du TLP concernerait plus particulièrement les habiletés de planification et d'exécution d'un comportement moteur. Le TLP permet d'obtenir deux notes, la note Age et la note Qualitative. Cette dernière serait liée à l'impulsivité. Ceci a été validé par plusieurs études sur le TDA/H et l'impulsivité.

Les critiques que l'on peut avancer sont les suivantes. L'étalonnage de ce test est assez ancien, les labyrinthes sont tous présentés sous forme angulaire, la cotation est complexe et peu claire, et il n'y a que deux variables dont la note Age qui est peu pertinente.

Certaines erreurs relevées n'ont pas vraiment d'intérêt (coins coupés et lignes traversées regroupées, tracé sinueux). Au niveau qualitatif, la persistance de l'erreur, le temps de réaction et le temps total ne sont pas pris en compte, on peut donc s'interroger sur la qualité de mesure de l'impulsivité. De plus, dans la version originale, le labyrinthe est arrêté après un début de mauvaise direction ce qui empêche d'analyser le comportement du sujet face à l'erreur.

Nous proposons donc dans ce mémoire l'étalonnage d'un nouveau test plus adapté aux dernières données concernant l'impulsivité et plus largement les fonctions exécutives. Le Laby-16 pourra à l'avenir être intégré au bilan psychomoteur évaluant la possibilité d'un TDA/H chez un enfant.

II. Présentation du test

Le projet d'élaboration de ce test se fait sous la direction de Jérôme Marquet-Doléac, Régis Soppelsa (psychomotriciens et enseignants à l'Institut de Formation en Psychomotricité de Toulouse), et Jean-Michel Albaret (Directeur de l'Institut de Formation en Psychomotricité de Toulouse et Maître de conférences Toulouse III).

Le projet de développement du Test des Labyrinthes Laby-16 est financé par la maison d'édition Hogrefe France, c'est pourquoi les labyrinthes font l'objet d'un copyright et ne sont pas mis à disposition dans ce mémoire.

Nous allons vous présenter les informations pratiques nécessaires à la passation du Laby-16.

1. Mode de passation

Les conditions requises sont un environnement calme, avec chaise et table adaptées à l'enfant, sans distracteur extérieur. La passation est individuelle.

2. Matériel

Cet outil est un test de type papier-crayon.

L'enfant doit utiliser un stylo rouge à pointe fine pour une meilleure lisibilité.

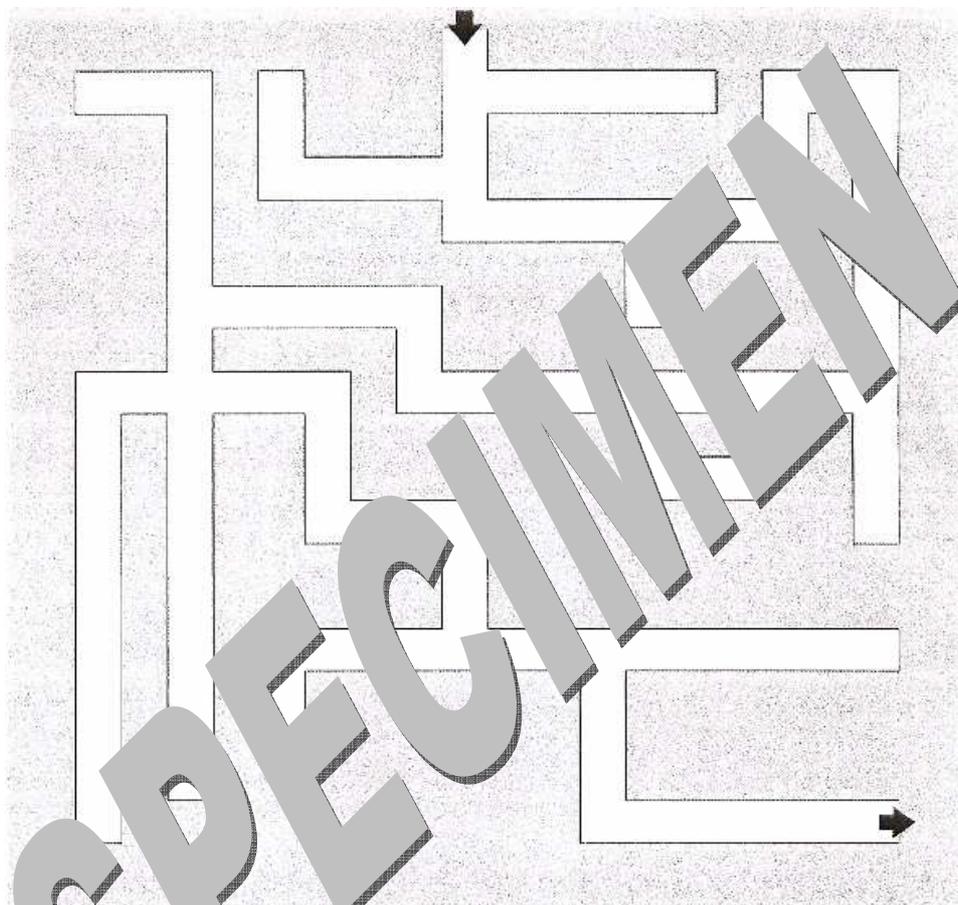
L'examineur doit être muni d'un chronomètre.

Les labyrinthes sont présentés sous forme de feuilles A5, il y a 1 exemple et 16 labyrinthes répartis en quatre séries de quatre :

- 4 angulaires simples : labyrinthes A
- 4 angulaires complexes : labyrinthes B
- 4 circulaires simples : labyrinthes C
- 4 circulaires complexes : labyrinthes D

16 transparents de corrections sont fournis pour faciliter le calcul des erreurs de type mauvaises direction et distances en plus

La complexité des labyrinthes est fonction des mauvaises directions que l'enfant risque de prendre et de la forme sous laquelle se présente les labyrinthes : les simples à murs épais, ce qui rend le chemin plus évident et les complexes à murs fins (simples traits) ce qui peut entraîner de plus grandes confusions.



Exemple

3. Consignes

La passation se déroule en plusieurs temps. Dans un premier temps nous donnons les consignes à l'enfant, en utilisant le labyrinthe d'exemple. Ainsi nous pouvons être sûr qu'elles sont toutes intégrées et qu'aucune d'entre elles n'est omise. Dans un deuxième temps, nous proposons les labyrinthes qui seront quottés.

Les consignes ont été définies préalablement de manière à être compréhensibles par des jeunes enfants, et standardisées quelque soit l'examineur.

Lors de l'exemple, l'examineur dit :

« On va jouer au jeu des Labyrinthes.

Il faut tracer le chemin qui rejoint le départ à l'arrivée.

(Montrer le point de départ et le point d'arrivée à l'enfant, puis lui demander de tracer avec son doigt avant d'utiliser le stylo)

Si tu te trompes tu peux revenir en arrière pour trouver le bon chemin.

Tu ne dois pas traverser les lignes, c'est comme un mur, tu ne dois pas couper les coins.

Essaye de ne pas t'arrêter pendant que tu traces le chemin.

Vas y, c'est un exemple, ça ne compte pas ».

Après l'exemple :

« Maintenant, tu vas être chronométré mais prends le temps de bien regarder et de tracer pour ne pas te tromper de chemin pour chaque labyrinthe ».

La consigne de prendre son temps avant chacun des labyrinthes peut être répétée par l'examineur si besoin est.

Pendant la passation, le sujet peut tourner la feuille s'il le souhaite.

Le chronomètre est actionné dès la présentation du labyrinthe.

4. Notation

Pour chaque enfant, l'examineur est amené à noter sur la feuille de passation, les renseignements relatifs à l'enfant : prénom, date de naissance, sexe, latéralité, établissement fréquenté... ; ainsi que la date de passation et quelques mots sur les conditions de passation (inattention, manque d'intérêt, distractibilité, évènement incongru gênant la passation, ...).

Le protocole est rendu invalide si l'enfant commet une erreur de procédure du type : traverser une ligne et continuer.

Les variables à relever sont décrites ci-dessous.

a A relever, au cours de la passation :

➤ *Le Temps de Réaction (TR), en secondes.*

Ce paramètre correspond au temps de latence entre la présentation du labyrinthe à l'enfant et l'instant où celui-ci commence à tracer le chemin à partir du point de départ.

On peut considérer que ce temps de latence correspond à la durée pendant laquelle l'enfant analyse visuellement le labyrinthe et, éventuellement, élabore mentalement son itinéraire.

➤ *Le Temps Total de résolution (TT)*

Le Temps Total de résolution est relevé à l'aide du chronomètre, et noté en secondes. Il correspond au temps relevé depuis la présentation du labyrinthe à l'enfant jusqu'à sa totale résolution (ou l'abandon du labyrinthe si l'enfant se trouve en grande difficulté).

Le Temps Total de résolution comprend donc le Temps de Réaction.

➤ *Le nombre d'Arrêts (A)*

L'examineur relève le nombre de fois où l'enfant interrompt son tracé.

Les arrêts dus aux contraintes graphomotrices ne sont pas pris en compte. Nous avons par exemple observé que, lors de changement de direction, certains enfants tournaient la feuille plutôt que de modifier la direction du tracé.

Nous pourrions supposer que lors des arrêts l'enfant procède à des réactualisations mentales de son itinéraire.

b Correction, après la passation :

➤ *Les Mauvaises Directions (MD)*

Il s'agit de relever le nombre de fois où l'enfant emprunte un couloir ne faisant pas partie du chemin optimal.

Les mauvaises directions sont pondérées en fonction de leur localisation sur le labyrinthe.

Chaque labyrinthe est constitué de 5 tronçons : A, B, C, D, et E.

A : partie du labyrinthe correspondant au départ jusqu'à la 1^{ère} intersection

B : partie du labyrinthe allant de la 1^{ère} intersection à la 2^e intersection

C : partie du labyrinthe allant de la 2^e intersection à l'avant dernière intersection

D : partie du labyrinthe allant de l'antépénultième intersection à la dernière intersection

E : partie du labyrinthe allant de la dernière intersection à l'arrivée.

Localisation de la mauvaise direction	Pondération
A	3
B	2
C	1
D	2
E	3

Ainsi, les mauvaises directions en début et en fin de résolution sont plus pénalisées car considérées comme étant plus caractéristiques d'impulsivité motrice.

➤ *Les Lignes Coupées (LC)*

L'examineur relève le nombre de fois où le tracé de l'enfant coupe les lignes constituant le labyrinthe. On considère une ligne coupée lorsque le tracé traverse de part en part une ligne du labyrinthe.

Ce critère de correction est inspiré du Test des Labyrinthes de Porteus (1933), (note Q).

Un nombre de Lignes Coupées nettement supérieur à la moyenne pourrait être un indicateur d'impulsivité motrice. Néanmoins, ce test s'adressant aux enfants à partir de 5 ans le contrôle graphomoteur peut également influencer cette variable.

➤ *La Distance en Plus (D+)*

La Distance en Plus correspond à la somme des unités de distance parcourues lors des Mauvaises Directions. Les unités de distance sont comptabilisées à l'aide d'un quadrillage de correction.

5. Etalonnage et population

L'étalonnage s'est déroulé sur deux ans. Les passations se sont déroulées dans différents écoles et collèges, publiques et privés de plusieurs départements : Haute-Garonne (Toulouse), Pyrénées-Atlantiques et Charente-Maritime. Six étudiantes de troisième année de formation en psychomotricité ont participé à cet étalonnage avec l'aide de sept étudiantes de deuxième année.

a Echantillon

L'échantillon testé regroupe des enfants âgés de 5ans 0mois à 12ans 11mois, répartis selon 9 tranches d'âge. Pour un total final de 900 enfants, nous en sommes à 830. Les passations sont toujours en cours.

Les tranches d'âge de G3 à G9 sont en âges pleins.

		SEXE		TOTAL
		Garçons	Filles	
TRANCHES D'AGE	G1 : 5ans 0mois à 5ans 5mois	41	49	90
	G2 : 5ans 6mois à 5ans 11mois	51	46	97
	G3 : 6ans 0mois à 6ans 11mois	54	56	110
	G4 : 7ans 0mois à 7ans 11mois	50	55	105
	G5 : 8ans 0mois à 8ans 11mois	50	47	97
	G6 : 9ans 0mois à 9ans 11mois	48	53	101
	G7 : 10ans 0mois à 10ans 11mois	51	51	102
	G8 : 11ans 0mois à 11ans 11mois	28	34	62
	G9 : 12ans 0mois à 12ans 11mois	31	35	66
TOTAL		404	426	830

Un re-test a été commencé, il est administré 6 semaines après la première passation. Pour l'instant ? 46 enfants de l'échantillon d'origine ont passé le re-test. En tout, il y en aura 90.

b Catégories socioprofessionnelles

Il est important que l'échantillon soit représentatif de la population. Nous avons essayé pour chaque enfant de connaître la catégorie socioprofessionnelle de leurs parents afin de les comparer aux données de l'INSEE

Catégories socioprofessionnelles selon les données de l'INSEE :

C1: agriculteur exploitant

C2: artisan, commerçant, chef d'entreprise

C3: cadre, profession intellectuelle supérieure

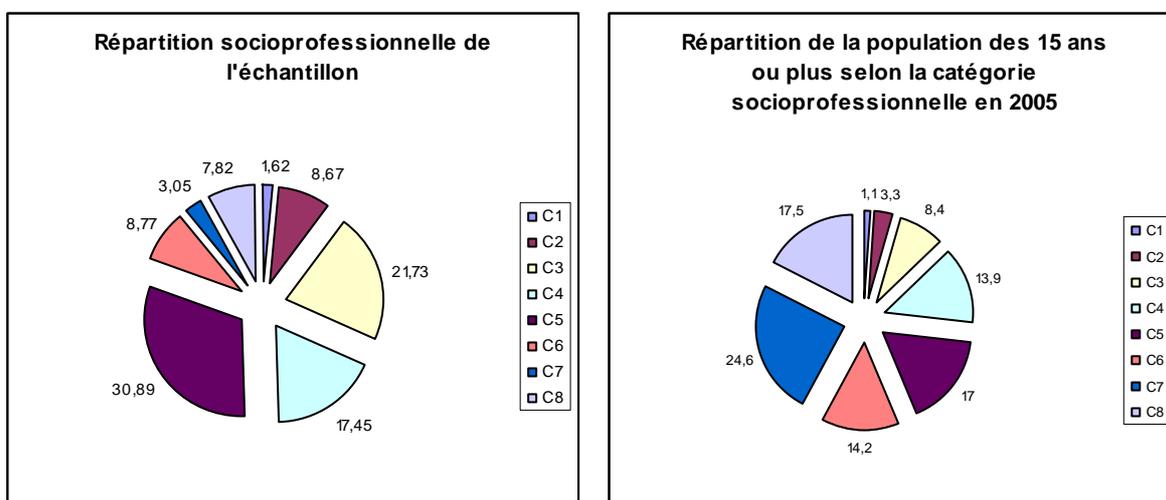
C4: professions intermédiaires

C5: employés

C6: ouvriers

C7: inactif ayant déjà travaillé

C8: autre sans activité professionnelle (chômeurs n'ayant jamais travaillé, étudiants)



c Condition particulière des passations propre à l'étalonnage :

L'ordre des séries de labyrinthes a été alterné afin de diminuer l'effet de l'apprentissage et de la fatigue lors de l'étalonnage. Ainsi, Les enfants furent amenés à résoudre les labyrinthes selon quatre ordres : ABCD, ACBD, CADB, CABD, les labyrinthes simples (angulaires et circulaires) sont toujours passés avant les complexes (angulaires et circulaires).

III. Analyse statistique des données

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS. Les variables étudiées sont les suivantes, nous allons présenter les résultats pour le Test.

- Variables indépendantes :
 - Age : 9 Groupes de G1 à G9
 - Sexe : garçon/fille

- Variables dépendantes :
 - Temps de réaction
 - Temps total
 - Mauvaises directions brutes
 - Mauvaises directions pondérées
 - Lignes coupées
 - Arrêts
 - Distance en plus

A partir de ces variables, une analyse de variance a été effectuée permettant de vérifier l'effet des variables sexe et âge sur les variables dépendantes. Cette analyse a été complétée du test à posteriori de Tukey.

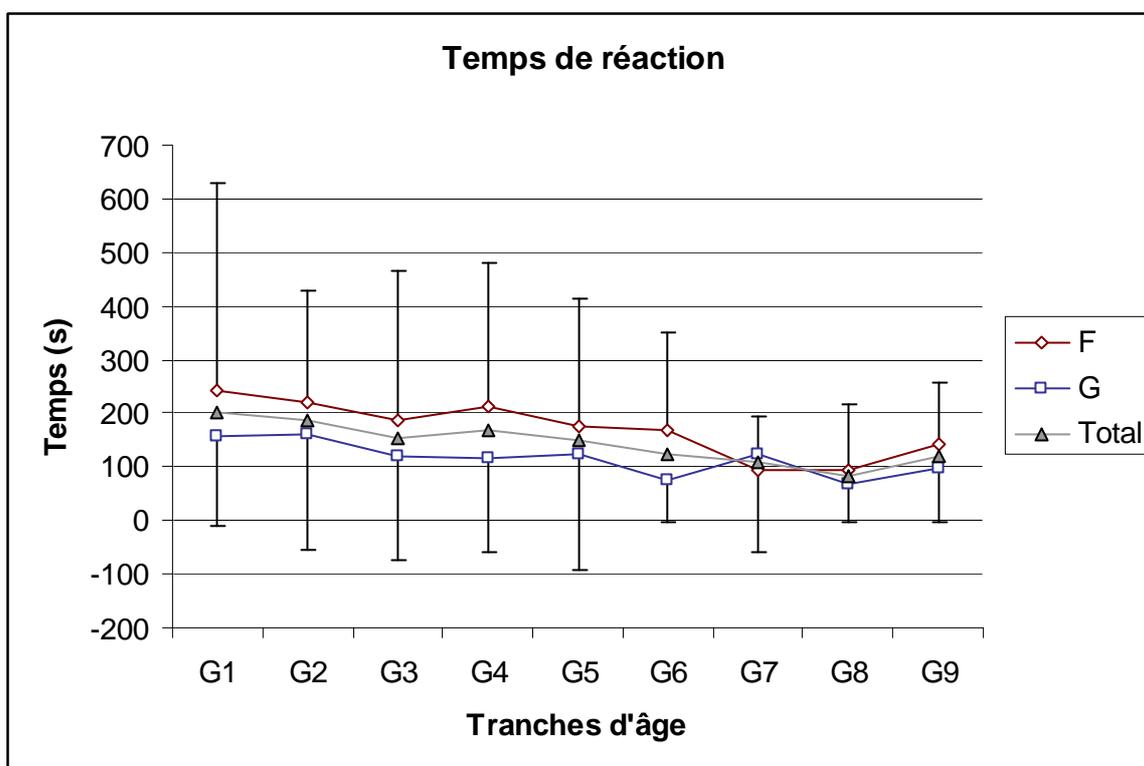
1. Temps de réaction :

Nous rappelons que ce critère de correction correspond au temps de latence avant que l'enfant ne commence à tracer le chemin du labyrinthe proposé.

Le facteur sexe a un effet significatif sur le temps de réaction ($F(1,812) = 13.914$ $p < 0.0001$). Le facteur âge a également un effet significatif sur cette variable ($F(8,812) = 2.860$ $p < 0.01$).

L'analyse à posteriori de Tukey montre que les groupes G1 et G2 ont des résultats significativement différents de G8 ($p < 0.05$), et que le groupe G1 a en plus des résultats significativement différents de G7 ($p < 0.05$).

Temps de réaction				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	241,71	389,307	49
	G2	218,63	211,204	46
	G3	184,95	281,058	56
	G4	213,80	266,619	55
	G5	175,79	239,181	47
	G6	167,58	181,999	53
	G7	94,04	100,635	51
	G8	95,62	121,485	34
	G9	140,83	117,206	35
	TOTAL	174,03	238,948	426
Garçons	G1	156,41	166,042	41
	G2	160,14	215,011	51
	G3	120,63	194,775	54
	G4	114,62	174,797	50
	G5	125,10	216,883	50
	G6	75,42	76,698	48
	G7	123,27	182,639	51
	G8	67,04	68,180	28
	G9	97,26	99,007	31
	TOTAL	118,51	171,982	404
Filles & Garçons	G1	202,86	309,768	90
	G2	187,88	214,125	97
	G3	153,37	243,616	110
	G4	166,57	231,911	105
	G5	149,66	228,187	97
	G6	123,78	148,758	101
	G7	108,66	147,454	102
	G8	82,71	101,229	62
	G9	120,36	110,408	66
	TOTAL	147,01	210,762	830



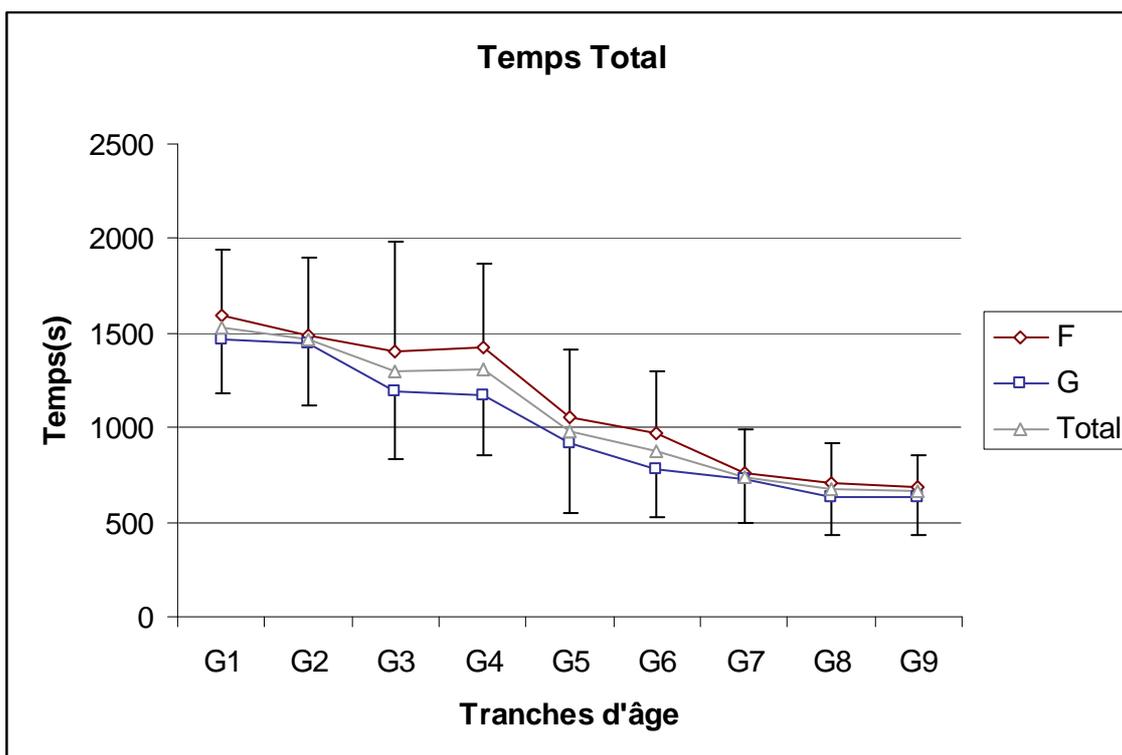
2. Temps Total

Comme expliqué précédemment, ce critère correspond au temps total, c'est à dire au temps relevé entre la présentation du labyrinthe à l'enfant et la fin de la résolution.

Le facteur sexe a un effet significatif sur cette variable ($F(1,812)=26.485$ $p<0.0001$). Le facteur âge a également un effet significatif sur le temps total ($F(8,812)= 87.118$ $p<0.0001$).

L'analyse à posteriori de Tukey montre que G1 et G2 n'ont pas de résultats significativement différents entre eux ($p>0.05$), que G3 et G4 n'ont pas de résultats significativement différents entre eux ($p>0.05$), que G5 n'a pas de résultats significativement différents du groupe G6 ($p>0.05$), que G6 n'a pas de résultats significativement différents des groupes G5 et G7 ($p>0.05$), que G7 n'a pas de résultats significativement différents des groupes G6, G8 et G9 ($p>0.05$), que G8 n'a pas de résultats significativement différents des groupes G7 et G9 ($p>0.05$) et que G9 n'a pas de résultats significativement différents des groupes G7 et G8 ($p>0.05$). Ceci semble indiquer une évolution progressive des résultats pour le temps total en fonction de l'âge, cette évolution se ferait par étapes.

Temps total				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	1595,24	345,925	49
	G2	1485,78	411,693	46
	G3	1400,54	584,451	56
	G4	1422,71	442,458	55
	G5	1055,15	356,139	47
	G6	968,45	329,637	53
	G7	761,63	230,969	51
	G8	706,09	209,629	34
	G9	680,80	178,645	35
	TOTAL	1152,09	499,854	426
Garçons	G1	1461,56	281,835	41
	G2	1441,71	324,075	51
	G3	1190,93	360,070	54
	G4	1173,96	322,531	50
	G5	915,44	371,127	50
	G6	775,54	244,811	48
	G7	725,22	229,204	51
	G8	635,61	201,234	28
	G9	637,55	203,113	31
	TOTAL	1024,76	420,494	404
Filles & Garçons	G1	1534,34	323,604	90
	G2	1462,61	366,932	97
	G3	1297,64	496,468	110
	G4	1304,26	407,730	105
	G5	983,13	368,786	97
	G6	876,77	306,668	101
	G7	743,42	229,676	102
	G8	674,26	207,238	62
	G9	660,48	190,282	66
	TOTAL	1090,11	467,014	830



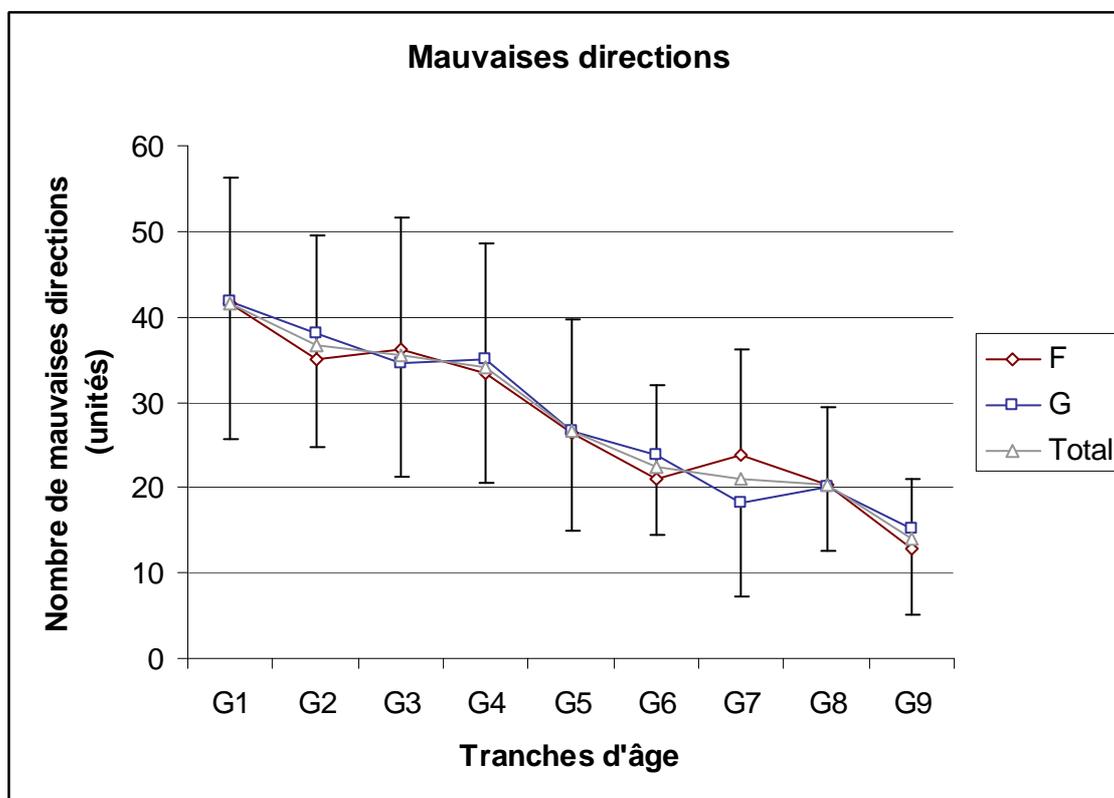
3. Mauvaises directions

Rappelons que la variable Mauvaises Directions correspond au nombre de fois où l'enfant trace, ou amorce un tracé ne correspondant pas au chemin optimal pour atteindre la sortie du labyrinthe.

Le facteur sexe n'a pas d'effet significatif sur cette variable ($F(1,812) = 0.130$ $p > 0.05$), alors que le facteur âge a un effet sur le nombre de mauvaises directions ($F(8,812) = 44,472$ $p < 0.0001$)

L'analyse à posteriori de Tukey montre que G1 et G2 n'ont pas de résultats significativement différents ($p > 0.05$), que G2, G3 et G4 n'ont pas de résultats significativement différents ($p > 0.05$), que G5, G6, G7 et G8 n'ont pas de résultats significativement différents ($p > 0.05$), que G8 et G9 n'ont pas de résultats significativement différents ($p > 0.05$).

Mauvaises directions				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	41,59	14,587	49
	G2	34,91	14,694	46
	G3	36,27	15,215	56
	G4	33,38	15,093	55
	G5	26,36	13,346	47
	G6	21,09	10,988	53
	G7	23,71	12,470	51
	G8	20,41	8,938	34
	G9	12,80	8,309	35
	TOTAL	28,68	15,515	426
Garçons	G1	41,76	15,992	41
	G2	38,08	13,346	51
	G3	34,50	13,130	54
	G4	35,10	14,575	50
	G5	26,68	11,767	50
	G6	23,90	9,465	48
	G7	18,20	11,049	51
	G8	20,04	7,481	28
	G9	15,23	10,135	31
	TOTAL	29,00	14,973	404
Filles & Garçons	G1	41,67	15,156	90
	G2	36,58	14,018	97
	G3	35,40	14,193	110
	G4	34,20	14,802	105
	G5	26,53	12,492	97
	G6	22,43	10,338	101
	G7	20,95	12,045	102
	G8	20,24	8,248	62
	G9	13,94	9,220	66
	TOTAL	28,83	15,245	830



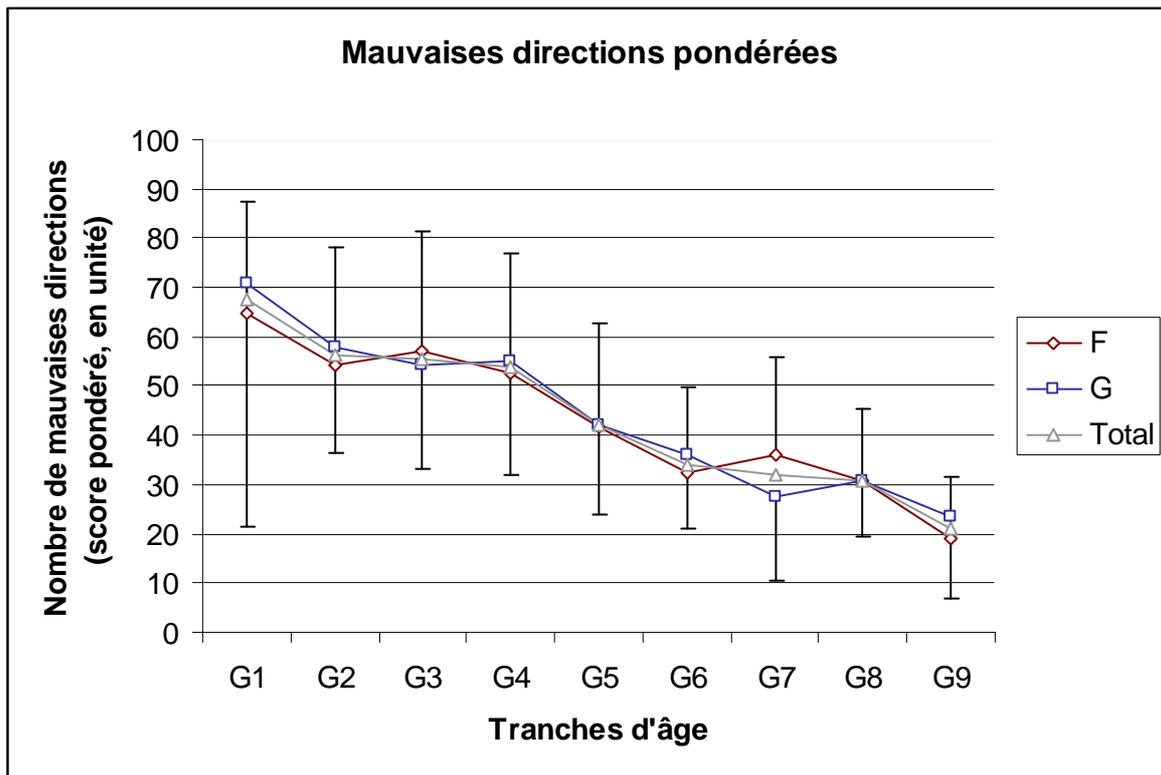
4. Mauvaises directions pondérées

Pour cette variable, on ajoute une pondération aux résultats de la précédente, suivant l'endroit où la mauvaise direction est réalisée, elle prend plus ou moins d'importance. (Voir tableau des pondérations plus haut)

Le facteur sexe n'a pas d'effet significatif sur cette variable ($F(1,812) = 0,331$ $p > 0.05$), alors que l'âge a un effet significatif sur les mauvaises directions pondérées ($F(8,812) = 39.763$ $p < 0.0001$).

L'analyse à posteriori de Tukey montre que G2, G3 et G4 n'ont pas de résultats significativement différents ($p > 0.05$), G5 n'a pas de résultats significativement différents de G6 et G8 ($p > 0.05$), G6 n'a pas de résultats significativement différents de G5, G7 et G8 ($p > 0.05$), G7 n'a pas de résultats significativement différents de G6, G8 et G9 ($p > 0.05$), G8 n'a pas de résultats significativement différents de G5, G6, G7 et G9 ($p > 0.05$) et G9 n'a pas de résultats significativement différents de G7 et G8 ($p > 0.05$).

Mauvaises directions pondérées				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	64,88	22,645	49
	G2	54,43	23,869	46
	G3	57,02	24,365	56
	G4	52,67	24,400	55
	G5	41,74	21,089	47
	G6	32,34	17,651	53
	G7	36,20	19,478	51
	G8	30,88	14,373	34
	G9	19,06	12,672	35
	TOTAL	44,63	24,780	426
Garçons	G1	70,68	49,049	41
	G2	57,80	21,335	51
	G3	54,09	20,804	54
	G4	54,86	23,027	50
	G5	42,22	18,363	50
	G6	35,83	14,671	48
	G7	27,69	17,100	51
	G8	30,71	11,201	28
	G9	23,52	16,739	31
	TOTAL	45,40	27,527	404
Filles & Garçons	G1	67,52	36,963	90
	G2	56,21	22,517	97
	G3	55,58	22,631	110
	G4	53,71	23,668	105
	G5	41,99	19,629	97
	G6	34,00	16,317	101
	G7	31,94	18,731	102
	G8	30,81	12,935	62
	G9	21,15	14,777	66
	TOTAL	45,00	26,140	830



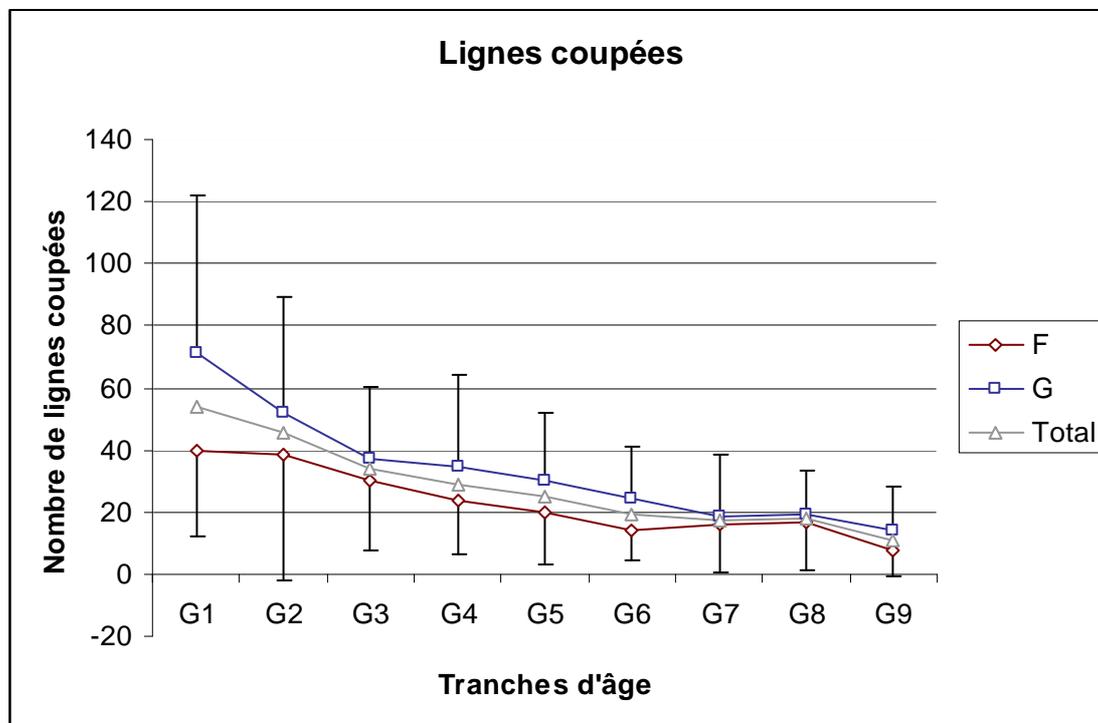
5. Lignes coupées

Nous avons défini précédemment que le facteur Lignes Coupées correspond au nombre de fois où le tracé de l'enfant franchit une des lignes constituant le labyrinthe.

Le facteur sexe a un effet significatif sur cette variable ($F(1,812)=34.892$ $p<0.0001$). Le facteur âge a également un effet significatif sur les lignes coupées ($F(8,812)=29.421$ $p<0.0001$).

L'analyse à posteriori de Tukey montre que G1 et G2 n'ont pas de résultats significativement différents ($p>0.05$), que G3 n'a pas de résultats significativement différents de G4 et G5 ($p>0.05$), que G4 n'a pas de résultats significativement différents de G3, G5, G6 et G8 ($p>0.05$), que G5 n'a pas de résultats significativement différents de G3, G4, G6, G7 et G8 ($p>0.05$), que G6 n'a pas de résultats significativement différents de G4, G5, G7, G8 et G9 ($p>0.05$), que G7 n'a pas de résultats significativement différents de G5, G6, G8 et G9 ($p>0.05$), que G8 n'a pas de résultats significativement différents de G4, G5, G6, G7 et G9 ($p>0.05$) et que G9 n'a pas de résultats significativement différents de G6, G7 et G8.

Lignes coupées				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	39,80	27,802	49
	G2	38,78	40,668	46
	G3	30,30	22,614	56
	G4	23,93	17,724	55
	G5	19,64	16,416	47
	G6	14,06	9,394	53
	G7	15,78	15,027	51
	G8	16,56	15,325	34
	G9	7,83	8,559	35
	TOTAL	23,61	23,773	426
Garçons	G1	71,24	50,886	41
	G2	52,06	37,170	51
	G3	37,24	23,170	54
	G4	34,90	29,255	50
	G5	30,10	21,826	50
	G6	24,33	16,414	48
	G7	18,27	20,421	51
	G8	18,93	14,460	28
	G9	13,74	14,507	31
	TOTAL	34,39	32,392	404
Filles & Garçons	G1	54,12	42,763	90
	G2	45,76	39,233	97
	G3	33,71	23,048	110
	G4	29,15	24,427	105
	G5	25,03	19,998	97
	G6	18,94	14,111	101
	G7	17,03	17,883	102
	G8	17,63	14,867	62
	G9	10,61	12,013	66
	TOTAL	28,86	28,790	830



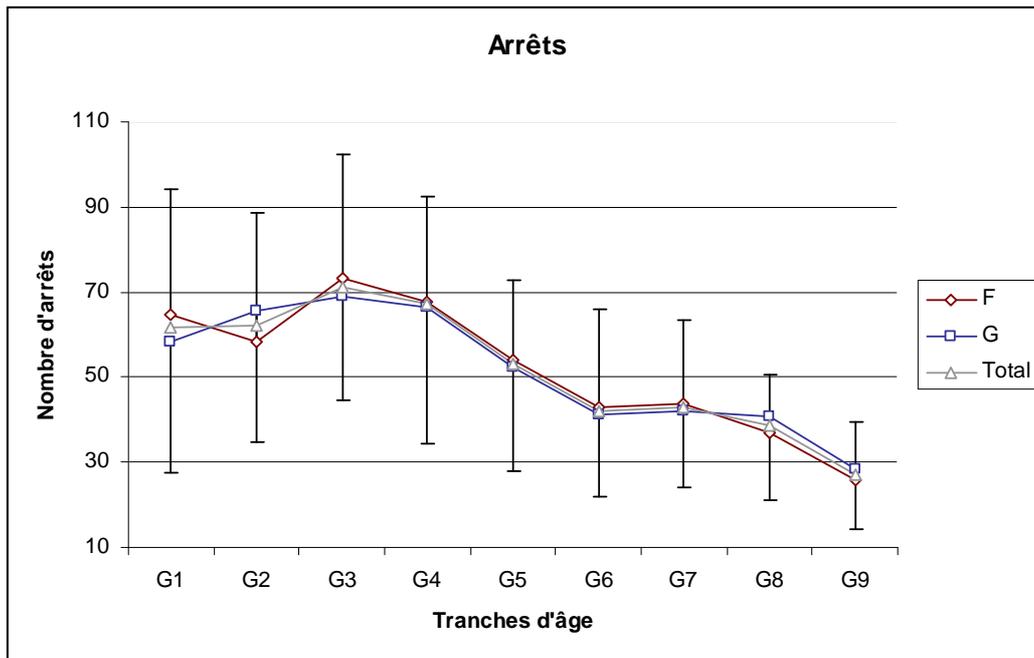
6. Arrêts

Comme expliqué précédemment, cette variable correspond au nombre de fois où l'enfant marque une pause lors de la résolution d'un labyrinthe.

Le facteur sexe n'a pas d'effet significatif sur cette variable ($F(1,812) = 0,04$ $p>0.05$). Alors que le facteur âge a un effet significatif sur les arrêts ($F(8,812)=31,356$ $p<0.0001$).

L'analyse à posteriori de Tukey montre que G1 et G2 n'ont pas de résultats significativement différents entre eux et qu'ils n'ont pas non plus de résultats différents de G3, G4 et G5 ($p>0.05$), que G3 et G4 n'ont pas de résultats significativement différents entre eux et n'ont pas de résultats significativement différents de G1 et G2 ($p>0.05$), que G5 n'a pas de résultats significativement différents de G1, G2 et G7 ($p>0.05$), que G6 n'a pas de résultats significativement différents de G7 et G8 ($p>0.05$), que G7 n'a pas de résultats significativement différents de G5, G6 et G8 ($p>0.05$), que G8 n'a pas de résultats significativement différents de G6, G7 et G9 ($p>0.05$) et que G9 n'a pas de résultats significativement différents de G8 ($p>0.05$).

Arrêts				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	64,76	29,630	49
	G2	58,30	30,171	46
	G3	73,27	29,201	56
	G4	67,85	24,742	55
	G5	53,94	18,881	47
	G6	42,96	23,031	53
	G7	43,55	19,797	51
	G8	36,82	13,868	34
	G9	25,91	13,542	35
		TOTAL	53,71	27,726
Garçons	G1	58,20	30,869	41
	G2	65,75	30,962	51
	G3	69,17	24,590	54
	G4	66,48	32,119	50
	G5	52,10	24,158	50
	G6	41,21	19,277	48
	G7	42,12	18,196	51
	G8	40,96	20,023	28
	G9	28,26	14,109	31
		TOTAL	53,35	28,019
Filles & Garçons	G1	61,77	30,209	90
	G2	62,22	30,658	97
	G3	71,25	26,991	110
	G4	67,20	28,361	105
	G5	52,99	21,669	97
	G6	42,13	21,243	101
	G7	42,83	18,933	102
	G8	38,69	16,906	62
	G9	27,02	13,754	66
		TOTAL	53,53	27,853



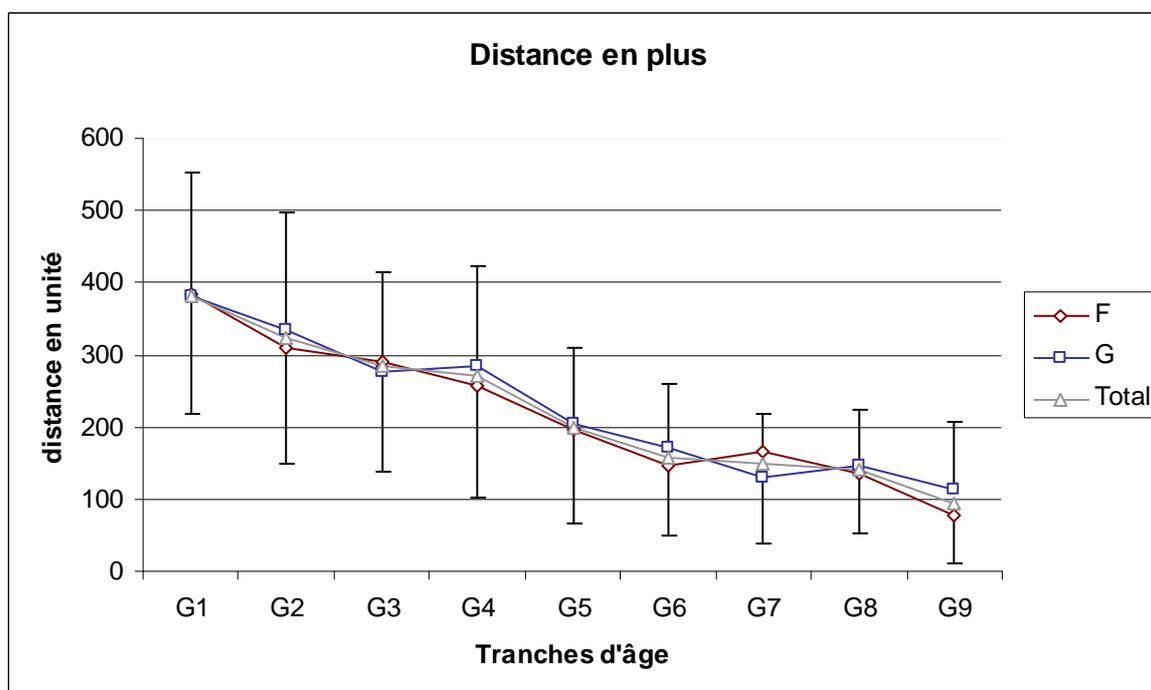
7. Distances en plus

La Distance en Plus est une variable correspondant au nombre d'unités de distance parcourues par l'enfant lors des Mauvaises Directions.

Le facteur sexe n'a pas d'effet significatif sur cette variable ($F(1,812)=0,865$ $p>0.05$), en revanche, le facteur âge a un effet significatif sur la distance en plus ($F(8,812)=46.831$ $p>0.0001$).

L'analyse à posteriori de Tukey montre que G2, G3 et G4 n'ont pas de résultats significativement différents entre eux ($p>0.05$), que G5, G6, G7 et G8 n'ont pas de résultats significativement différents entre eux ($p>0.05$), les trois derniers (G6, G7 et G8) n'ont en plus pas de résultats significativement différents de G9 ($p>0.05$).

Distance en plus				
Sexe	Age	Moyenne	Ecart type	N
Filles	G1	383,67	164,318	49
	G2	310,33	161,053	46
	G3	291,02	151,675	56
	G4	257,58	155,911	55
	G5	196,06	130,315	47
	G6	145,43	96,264	53
	G7	167,25	128,012	51
	G8	136,74	84,262	34
	G9	78,11	66,479	35
	TOTAL	226,23	160,466	426
Garçons	G1	380,98	171,614	41
	G2	333,86	163,323	51
	G3	276,28	139,340	54
	G4	285,40	138,251	50
	G5	204,46	106,126	50
	G6	172,71	86,891	48
	G7	129,76	88,905	51
	G8	146,57	77,295	28
	G9	113,26	92,946	31
	TOTAL	234,11	151,639	404
Filles & Garçons	G1	382,44	166,735	90
	G2	322,70	161,836	97
	G3	283,78	145,271	110
	G4	270,83	147,722	105
	G5	200,39	117,914	97
	G6	158,40	92,491	101
	G7	148,51	111,266	102
	G8	141,18	80,683	62
	G9	94,62	81,310	66
	TOTAL	230,07	156,187	830



IV. Interprétation des Résultats

Le Temps de Réaction évolue en fonction de l'âge et du sexe. Il a tendance à diminuer avec l'âge. Les garçons ont globalement un TR plus rapide que les filles (sauf pour les 10ans). Les plus importantes différences se situent entre les enfants de 5ans et les enfants de 10-11ans. On peut remarquer que pour les plus grands (les 12ans), le phénomène s'inverse, le TR augmente.

Le Temps Total évolue également en fonction de l'âge, il a tendance à diminuer, et du sexe, les filles sont plus lentes que les garçons. De plus, d'après l'analyse à posteriori de Tukey, on peut voir que l'évolution se fait par paliers, les enfants de 5ans sont plus lents que les enfants de 6-7ans, il s'agit du premier palier. Le deuxième palier, où la baisse du TT est plus importante, se situe entre les 6-7ans et les 8ans. Par la suite, le TT diminue de façon régulière jusqu'à se stabiliser à partir de 10ans.

On peut supposer que les filles prennent plus de temps pour analyser la tâche, leur comportement serait plus réfléchi que celui des garçons qui ont tendance à débiter le labyrinthe de manière impulsive.

Pour les plus grands, dont le TR augmente et le TT diminue, il semblerait qu'ils sachent mieux appréhender la tâche, et qu'ils aient une meilleure stratégie de résolution. Ceci pourrait être lié aux capacités de planification.

Quand le TR et le TT sont anormalement faibles, l'aversion du délai pourrait être en cause.

Le nombre de mauvaises directions diminue en fonction de l'âge, pour MD, comme pour MDP. Le facteur sexe n'a pas d'influence sur ces variables.

Les résultats des 5ans 6mois à 5ans 11mois sont proches de ceux des 6ans et 7ans. Les 5ans à 5ans 5mois, font plus de mauvaises directions que les 6-7ans. Il y a donc un premier palier de 5ans 6mois à 7ans. Puis un second pour les enfants de 8ans à 11ans. Pour les 12ans, les résultats baissent encore. Il n'y a pas de différences importantes entre l'interprétation des MD et des MDP.

Ces mauvaises directions sont en rapport avec une mauvaise anticipation et peut-être un défaut de planification. De plus, nous avons remarqué que les plus jeunes ont tendance à résoudre le labyrinthe de proche en proche, ce qui explique le nombre élevé de mauvaises directions.

Le nombre de lignes coupées diminue en fonction de l'âge et du sexe. Les garçons coupent plus de lignes que les filles quelque soit l'âge. La variable LC a tendance à diminuer avec l'âge de façon progressive.

Il ne faut pas oublier le rôle de la graphomotricité dans cette variable. Mais cette composante est tout de même liée à l'impulsivité motrice, l'enfant ne parvient pas à arrêter le mouvement en cours, et cognitive, l'enfant est attiré par la sortie et a tendance à raccourcir son chemin.

En ce qui concerne les Arrêts, le facteur sexe n'a pas d'effet significatif, contrairement au facteur âge qui en a un. Le nombre d'arrêts augmente légèrement entre 5 et 6ans inclus, puis diminue jusqu'à 9ans, âge à partir duquel il se stabilise, même si les enfants de 12ans sont ceux qui font le moins d'arrêts.

Un nombre élevé d'arrêts peut mettre en évidence une capacité de planification moindre. A partir de 7ans, les enfants commencent donc à développer leurs capacités à planifier la résolution d'un problème.

La Distance en Plus n'est pas sous l'influence du sexe, mais évolue avec l'avancée en âge. Plus l'enfant grandit, moins il fait de distances en plus dans les labyrinthes. Cette variable diminue de manière lente mais progressive.

On peut expliquer le fait que la distance diminue avec l'âge car, lors de mauvaises directions, les enfants se rendent plus vite compte de leur erreur, la résolution devient donc plus efficace.

CONCLUSION

De manière générale, l'évolution des performances avec l'âge est confirmée, ce qui confère à ce test une valeur développementale. Il faudra, pour les variables dépendantes du sexe, utiliser les tableaux différenciant garçons et filles. Les variables mesurées semblent bien être liées aux phénomènes de planification (TR, TT, MD, MDP, A, D+) et d'impulsivité (TR, MD, MDP).

Pour les différentes variables, on note une amélioration marquée des résultats à partir de 7ans, âge qui correspond à la maturité cérébrale nécessaire à une bonne planification et à la baisse normale de l'impulsivité liée à l'âge.

V. Qualités métriques

1. Retest

Actuellement, 46 enfants ont participé au retest.

- Variables indépendantes :

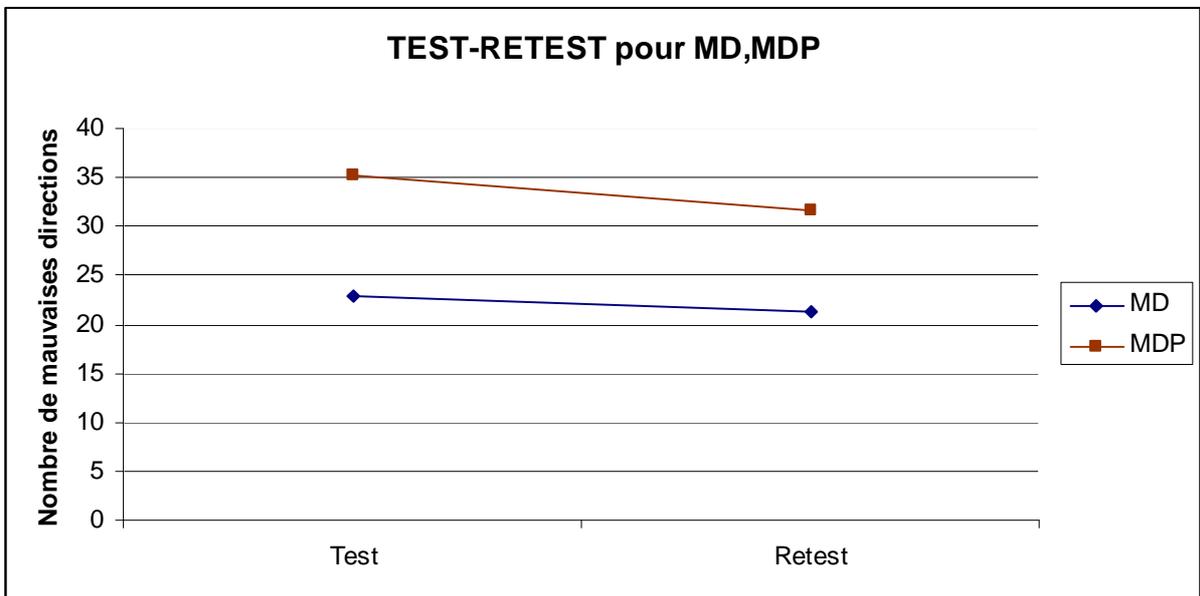
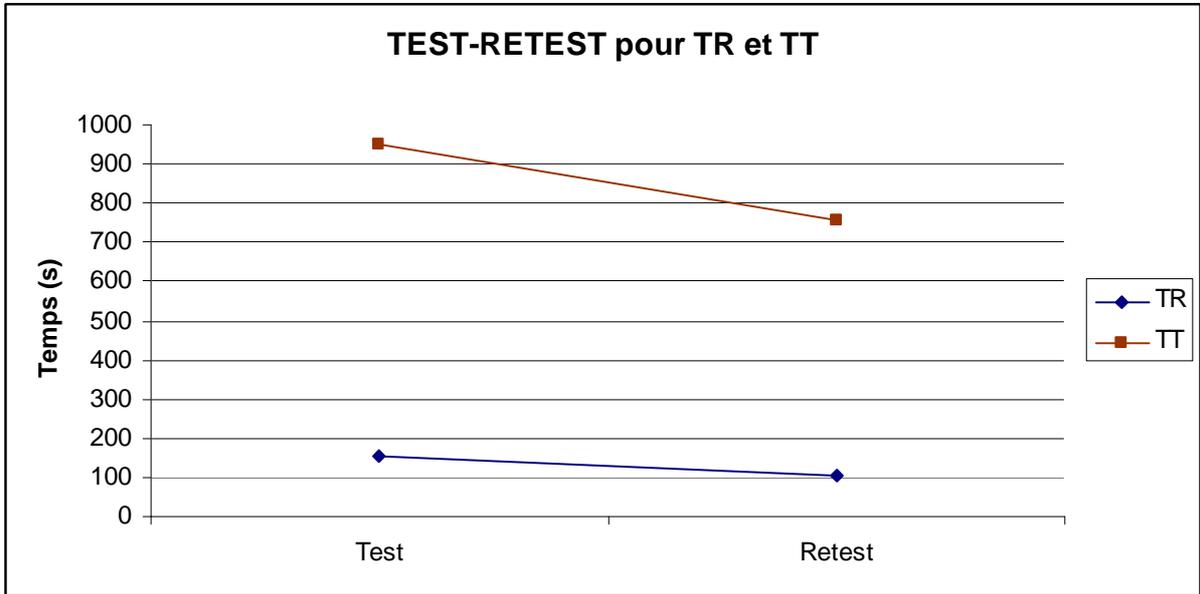
- Passation : Test/Retest

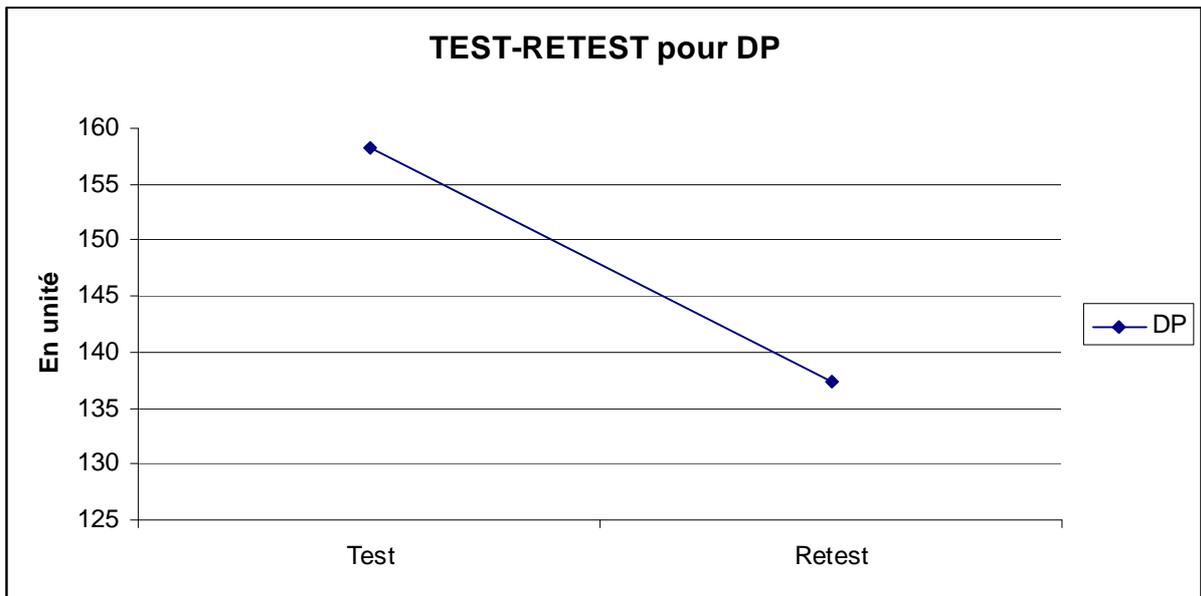
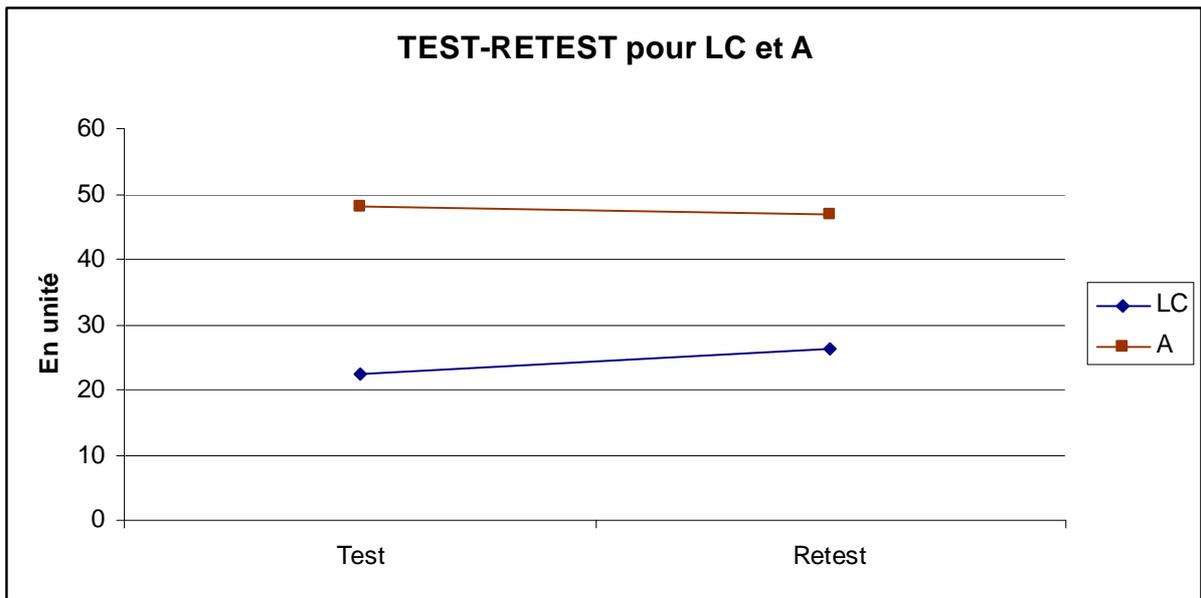
- Variables dépendantes :

- Temps de réaction
- Temps total
- Mauvaises directions brutes
- Mauvaises directions pondérées
- Lignes coupées
- Arrêts
- Distance en plus

Le Retest a un effet significatif sur la variable Temps Total ($F(1,90)=5.430$ $p<0.05$). Il n'a pas d'effet significatif sur l'ensemble des autres variables. ($p>0.05$).

		Test	Retest	Total
TR	Moyenne	152,52	106,39	129,46
	Ecart-type	240,999	139,534	197,197
TT	Moyenne	951,43	754,83	853,13
	Ecart-type	502,671	273,488	414,376
MD	Moyenne	22,80	21,22	22,01
	Ecart-type	11,642	12,015	11,792
MDP	Moyenne	35,20	31,57	33,38
	Ecart-type	17,811	19,109	18,460
LC	Moyenne	22,30	26,35	24,33
	Ecart-type	19,385	24,283	21,944
A	Moyenne	48,09	46,74	47,41
	Ecart-type	12,896	14,920	13,884
D+	Moyenne	158,26	137,39	147,83
	Ecart-type	112,969	102,776	107,909





2. Autres mesures

Les autres mesures de validité et fidélité, seront évaluées par la suite, lorsque toutes les passations seront finies.

VI. Conclusion

Le Laby-16 est un test qui fait intervenir la vitesse de résolution et l'exactitude. Il permet une évaluation des fonctions exécutives (planification et impulsivité au premier plan), ce qui donne à ce nouvel outil de l'importance pour l'évaluation du TDA/H.

Actuellement l'étalonnage se poursuit, au final 900 enfants, à raison de 100 par tranche d'âge, feront partis de l'échantillon. Et 90 d'entre eux participeront au Retest qui s'effectue six semaines après la première passation (pour permettre de vérifier la stabilité des mesures dans le temps). Les résultats complets seront donnés dans le manuel qui sera publié fin 2009. On pourra ainsi y trouver les informations complètes concernant les qualités métriques du test ainsi que les tableaux d'étalonnages officiels

Les données recueillies jusqu'alors permettent déjà de confirmer l'aspect développemental du Laby-16, sa capacité à évaluer la planification d'une action motrice après analyse perceptive et cognitive d'une tâche et la capacité à inhiber les mouvements qui conduisent à des erreurs de trajet (mesure d'impulsivité). Nous pensons qu'en fonction des différentes mesures prises en compte, il pourra être intéressant de construire un indice lié à l'impulsivité et un autre lié aux capacités de planification. Ainsi on pourrait se faire une idée plus générale des capacités de l'enfant à partir de ses deux valeurs. Il faudra pour cela déterminer les facteurs les plus pertinents à prendre en compte.

Nous espérons que ce test prendra sa place dans le diagnostic et le suivi du TDA/H, en France, et qu'il trouvera sa place à l'étranger et dans les études internationales.

. CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire nous a permis dans une première partie de faire état des connaissances actuelles concernant le TDA/H. Nous avons vu que certains concepts avaient pris de l'importance depuis le modèle de Barkley (1997), qui avait lui-même engendré une évolution importante concernant le TDA/H. Effectivement, les avancées scientifiques ont vérifié l'importance du système dopaminergique dans l'étiologie du TDA/H. Ceci a mis en évidence le fonctionnement de différents circuits cérébraux impliqués dans l'expression comportementale du trouble. Ainsi des concepts pertinents ont été mis en évidence. Nous avons en particulier retenu : la temporalité, l'aversion du délai, l'inhibition comportementale, l'affectivité, les renforcements et l'apprentissage ainsi que la mémoire de travail. Chez les TDA/H, un déficit dans ces fonctions a été montré par de nombreuses études. Mais comme nous l'avons dit ce trouble est hétérogène, par conséquent toutes les fonctions ne sont pas toujours touchées, d'où la diversité des symptômes observés.

Afin de mieux comprendre ce trouble, différents modèles théoriques reprennent ces concepts. Quatre ont attiré notre attention : le modèle cognitivo-énergétique de Sergeant, la théorie dynamique du développement du TDA/H de Sagvolden, le modèle cognitivo-affectif de Nigg, et le modèle à deux voies de Sonuga-Barke. Ces modèles sont intéressants dans leur complémentarité. Il nous semble que les trois premiers abordent le TDA/H de manière originale par rapport au modèle de Barkley, donnant respectivement une plus grande importance à l'aspect énergétique, aux renforcements et à l'affectivité. Alors que le modèle de Sonuga-Barke apparaît comme plus complet, car il intègre au modèle de Barkley, des données complémentaires dont l'aversion du délai est le concept clé.

Globalement, ces modèles ont en commun d'essayer d'expliquer l'origine du dysfonctionnement exécutif. C'est en effet à ce niveau que se situent les principaux déficits qui sous-tendent l'expression symptomatique du TDA/H. C'est aussi pour cela que les tests voués à repérer les enfants atteints ont particulièrement pour but de repérer ces difficultés. Il existe déjà de nombreux tests utiles au diagnostic de ce trouble, chacun se

focalisant sur un fonctionnement cognitif particulier (attention soutenue, attention sélective, impulsivité, planification).

Dans la lignée du test des labyrinthes de Porteus, le Laby-16 se propose d'évaluer les notions de planification et d'impulsivité. Nous vous avons présentés ce test en deuxième partie. L'étalonnage n'est pas terminé mais les données, recueillies à ce jour, nous permettent d'affirmer que les variables mesurées correspondent aux attentes et à l'utilisation que l'on veut faire de ce test. Nous avons vu qu'entre 5 et 12 ans, il y a bien une évolution des capacités. Nous supposons que certaines variables sont liées à l'impulsivité et à la planification, ceci sur la base des tests existants, la validité pathologique confirmera sûrement ces prédictions.

Nous espérons vous avoir convaincu de l'intérêt du Laby-16 dans le diagnostic et le suivi du TDA/H. Avoir travaillé sur ce mémoire et participé à l'étalonnage nous a beaucoup apporté au niveau personnel et professionnel. Nous avons appris à mieux connaître et comprendre ce trouble et le fait d'aider à la création du Laby-16 nous a permis de mieux prendre conscience de la rigueur nécessaire à ce travail.

. Bibliographie

- Barkley,R.A. (1997 ; Afterword 2005). ADHD and the nature of self-control. Ed.*The Guilford press*.
- Barkley,R.A. (1998). Attention-deficit/hyperactivity disorder: a new theory suggests the disorder results from a failure in self-control ADHD may arise when key brain circuits do not develop properly, perhaps because of an altered gene or genes.*Scientific American*, 66-71.
- Brocki,K.C. & Bohlin,G. (2006). Developmental change in the relation between executive functions and symptoms of ADHD and co-occurring behaviour problems. *Infant and child development*, 15, 19-40.
- Castellanos, F.X. & all (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *TRENDS in cognitive science*, 10, 117-123.
- Castellanos, F.X. & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder : the search for endophenotypes, *Nature reviews,neuroscience*, 3, 617-628.
- Corkum, P. & all (1999). Sleep problems in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: impact of subtype, comorbidity and stimulant medication. *The American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 1285-1293.
- Glicksohn, J., Leshem, R., Aharoni, R. (2006). Impulsivity and time estimation: casting on a net to catch a fish. *Personality and individual differences*, 40, 261-271.
- Hare, T. & Casey, B.J.(2005). The neurobiology and development of cognitive and affective control. *Manuscript submitted for publication*.
- Johansen, B. & all (2002). Attention deficit / hyperactivity disorder (ADHD) behaviour explained by dysfunctioning reinforcement and extinction processes. *Behavioural Brain Research*, 130, 37-45.
- Kerns, K.A. & all (2001). Time reproduction, working memory, and behavioural inhibition in children with ADHD. *Child neuropsychology*, 7, 21-31.
- Klingberg, T. & all (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD-A randomized, controlled trial. *The American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44:2, 177-186.

- Konofal, E. & all (2001). High levels of nocturnal activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a video analysis. *Psychiatry clinic neuroscience*, 55, 97-103.
- Nigg, J.T. (2005). Neuropsychologic theory and findings in attention-deficit/hyperactivity disorder: the state of the field and salient challenges for the coming decade. *Society of Biological Psychiatry*, 57, 1424-1435.
- Nigg, J.T. and Casey, B.J. (2005). An integrative theory of attention-deficit/hyperactivity disorder based on the cognitive and affective neurosciences. *Development and psychopathology*, 17, 785-806.
- Porrino, L.J. & all (1983). A naturalistic assessments of the motor activity of hyperactive boys: comparison with normal controls. *Archives of general psychiatry*, 40, 681-687.
- Overtom, C.C.E. & all (2002). Inhibition in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a psychophysiological study of the stop task. *Society of Biological Psychiatry*, 51, 668-676.
- Sagvolden, T. & all (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioural and Brain Sciences*, 28:3, 397-419.
- Sergeant, J.A. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? *Behavioural Brain Research*, 130, 3-28.
- Sergeant, J.A. (2003). The top and the bottom of ADHD: a neuropsychological perspective. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 27, 583-592.
- Sergeant, J.A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: a critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Society of Biological Psychiatry*, 57, 1248-1255.
- Solanto M.V. (2002). Dopamine dysfunction in AD/HD: integrating clinical and basic neuroscience research. *Behavioural Brain Research*, 130, 65-71.
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD-a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130, 29-36.
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2003). The dual pathway model of AD/HD: an elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 27, 593-604.
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder: from common simple deficits to multiple developmental pathways. *Society of Biological Psychiatry*, 57, 1231-1238.
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2008). Executive dysfunction and delay aversion in attention deficit hyperactivity disorder: nosologic and diagnostic implications. *Child and adolescent psychiatric clinics of north America*, 17, 367-384.

- Soppelsa, R. (1995). Labyrinthes de Porteus et trouble déficitaire de l'attention: tentative de validation. *Evolutions psychomotrices*, 730, 17-22.
- Toplak, M.E., Dockstader, C., Tannock R. (2006). Temporal information processing in ADHD: findings to date and new methods. *Journal of neuroscience methods*, 151, 15-29.
- Tsouropolis, V. (2008). Etalonnage d'une nouvelle version inspirée du test des labyrinthes de Porteus: le test des labyrinthes de MDSA. *Mémoire de psychomotricité*.
- Yang, B. & all (2007). Time perception deficit in children with ADHD. *Brain research*, 1170, 90-96.

. Annexes

- Critères DSM-IV (1994) pour le TDA/H
- Modèle hybride Détaillé de Barkley (1997)

Critères pour l'évaluation du TDA/H, selon de DSM IV (1994)

TROUBLE	SYMPTÔMES
INATTENTION	1- souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails, ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail, ou d'autres activités. 2- a souvent du mal à soutenir son attention dans les activités ou les jeux. 3- semble souvent ne pas écouter quand on lui parle 4- souvent ne suit pas les consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, tâches domestiques ou obligations professionnelles, sans qu'il s'agisse d'un comportement oppositionnel ou d'une incapacité à comprendre. 5- a souvent du mal à organiser son travail ou ses activités. 6- évite souvent, a en aversion, ou fait à contre cœur les tâches nécessitant un effort mental soutenu (travail scolaire, devoir à la maison...) 7- perd fréquemment les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (cahier, livre, etc.). 8- souvent se laisse facilement distraire par des stimuli extérieurs. 9- les oublis dans la vie quotidienne sont fréquents.
HYPERACTIVITE	1- remue souvent les mains ou les pieds, ou se tortille sur sa chaise. 2- se lève fréquemment en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis 3- souvent court, grimpe partout dans des situations inappropriées. A noter que ce signe peut se limiter chez les adolescents et adultes à un sentiment d'impatience motrice. 4- a souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou activités de loisir. 5- agit fréquemment comme s'il était monté sur ressorts ou est souvent sur la brèche. 6- parle souvent trop.
IMPULSIVITE	7- laisse souvent échapper une réponse à une question qui n'est pas entièrement posée. 8- a souvent du mal à attendre son tour. 9- interrompt fréquemment les autres ou impose sa présence.

Critères diagnostiques DSM-IV-TR :

A. Présence de (1) ou de (2) :

(1) 6 items/9 de la série Inattention

(2) 6 items/9 de la série Hyperactivité/impulsivité

B. Symptômes provoquant une gêne fonctionnelle présents avant 7 ans.

C. Symptômes présents dans au moins deux types d'environnement différents.

D. Altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.

E. Diagnostic différentiel avec TED, Schizophrénie et autre trouble mental (thymique, anxieux, trouble dissociatif, trouble de la personnalité).

Types TDA/H :

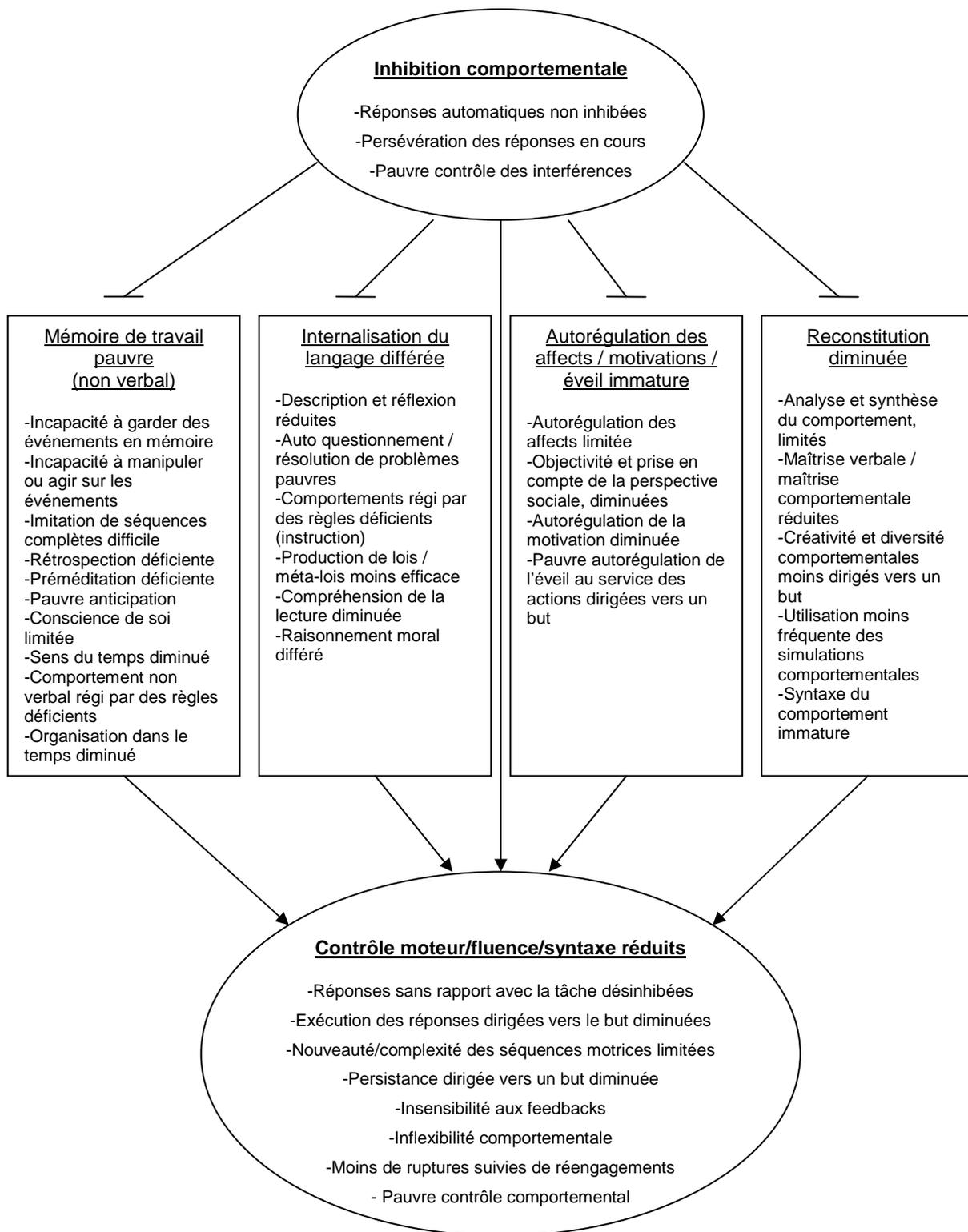
► TDA/H combiné : critères A1 et A2 sur les six derniers mois.

► TDA/H type inattention prédominante : critères A1 sur les six derniers mois, mais pas les critères A2.

► TDA/H type hyperactivité/impulsivité prédominante : critères A2 sur les six derniers mois, mais pas les critères A1.

► TDA/H non spécifié : tous les critères diagnostiques ne sont pas présents (âge, nombre de symptômes).

Modèle hybride de Barkley (1997)



Ce mémoire a été supervisé par
Mr Jérôme Marquet-Doléac