



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



Faculté de Médecine Toulouse Rangueil
Institut de Formation en Psychomotricité

Proposition d'une prise en charge axée sur l'inhibition chez un adolescent présentant un TDA/H

BROTO Marie

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

Juin 2020

« Nos fonctions exécutives nous donnent la capacité d'inhiber des stratégies cognitives primitives ou des réflexes innés trop automatiques. On peut dire d'une certaine façon que penser, c'est inhiber et désinhiber, que créer, c'est inhiber des solutions automatiques ou apprises, qu'agir, c'est inhiber toutes les actions que nous ne faisons pas. » (Berthoz, 2009)

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
II. PARTIE THEORIQUE	2
A. CONCEPTIONS ACTUELLES DE L'INHIBITION	2
1. <i>L'inhibition : une fonction exécutive majeure</i>	2
2. <i>Structure des fonctions exécutives</i>	3
a) L'unité dans la diversité : le modèle de Miyake (2000)	3
b) Le modèle de Diamond (2013)	4
3. <i>Taxonomie de l'inhibition</i>	6
a) Modèle de Harnishfeger (1995)	6
b) Modèle de Nigg (2000)	7
c) Modèle de Friedman et Miyake (2004)	7
4. <i>Aspect développemental de l'inhibition : de Piaget à Houdé</i>	8
B. TROUBLE DE L'ATTENTION / HYPERACTIVITE	11
1. <i>Présentation de la pathologie</i>	11
a) Définition et épidémiologie	11
b) Etiologie	12
c) Répercussions tout au long de la vie	12
2. <i>Triade symptomatologique</i>	13
3. <i>Fonctions exécutives altérées dans le TDA/H</i>	14
4. <i>Evolution des modèles actuels du TDA/H</i>	17
a) Modèles de Barkley (1997, 2012) : du trouble de l'inhibition comportementale au trouble de l'autorégulation	17
b) Sonuga-Barke (1992, 2003) : du modèle à deux voies au modèle à trois voies	19
C. BASES NEURALES ET TACHES D'EVALUATION DE L'INHIBITION	21
1. <i>Réseaux neuronaux impliqués dans l'inhibition et le TDA/H</i>	21
2. <i>Paradigmes expérimentaux et tests psychomoteurs d'évaluation de l'inhibition dans le TDA/H</i>	26
3. <i>Limites des tests des fonctions exécutives</i>	28
D. CONCLUSION	29
III. PARTIE PRATIQUE	30
A. PRESENTATION DU PATIENT	30
1. <i>Description de Marc, 12 ans et 6 mois, scolarisé en 5^{ème}</i>	30
2. <i>Evaluations</i>	31
a) Comportement général	31
b) Bilan psychométrique à 10 ans et 11 mois	31
c) Bilan orthophonique à 11 ans et 5 mois	31
d) Bilans psychomoteurs	32
B. PROJET THERAPEUTIQUE EN PSYCHOMOTRICITE	35
1. <i>Elaboration du projet thérapeutique</i>	35
a) Objectifs et axes de prise en charge	35
b) Principes rééducatifs retenus	36
c) Choix des activités	39
2. <i>Description du protocole</i>	44
a) Séance test	44
b) Séance 1	47
c) Séance 2	50
d) Séance 3	52
e) Séance 4	55
f) Séance 5	57
g) Séance 6	59
h) Séance retest et observation des résultats un mois après	61
IV. DISCUSSION	63
V. CONCLUSION	65

VI. BIBLIOGRAPHIE	67
VII. ANNEXES.....	I
ANNEXE 1 – CRITERES DIAGNOSTIQUES DU DSM-5.....	I
ANNEXE 2 – LE MODELE A DOUBLE VOIE DU TDA/H DE SONUGA-BARKE (2003).....	IV
ANNEXE 3 – DESCRIPTIF DES TACHES D’EVALUATION DE L’INHIBITION.....	V
ANNEXE 4 – ETUDES EN FAVEUR D’UN DYSFONCTIONNEMENT COMPORTEMENTAL DANS LES PARADIGMES DU CONTROLE EXECUTIF DE L’ACTION POUR LE TDA/H.....	IX
ANNEXE 5 – DESSINS D’EXPLICATION DES SYSTEMES HEURISTIQUE ET ALGORITHMIQUE A DESTINATION DES ENFANTS	X
ANNEXE 6 – PLANCHE SUPPLEMENTAIRE DU STROOP INTEGRANT UN PROCESSUS D’AMORÇAGE NEGATIF.....	XI
ANNEXE 7 – LA TACHE DE CONSERVATION DU NOMBRE ET LA TACHE D’INCLUSION DE CLASSES.....	XII
ANNEXE 8 – TACHE EVANS : CARTES MISES A DISPOSITION DE MARC ET REPONSES AUX QUATRE PROBLEMES.....	XIII
ANNEXE 9 – TABLE DE VERITE LOGIQUE	XIV
ANNEXE 10 – EXEMPLE DE PLANCHE AU JEU SONNETTE	XV
ANNEXE 11 – REPONSES DE MARC AU JEU SONNETTE.....	XVI
ANNEXE 12 – REPONSES DE MARC A LA PREMIERE ETAPE DU JEU MOT INCONGRU.....	XVII
ANNEXE 13 – REPONSES DE MARC A LA DEUXIEME ETAPE DU JEU MOT INCONGRU.....	XVIII
ANNEXE 14 – PAROLES DE LA CHANSON « LES GENS » DE CHRISTOPHE MAE – 1ERE ETAPE.....	XIX
ANNEXE 15 – PAROLES DE LA CHANSON « LES GENS » DE CHRISTOPHE MAE – 2EME ETAPE.....	XXII
ANNEXE 16 – PAROLES DE LA CHANSON « BIENVENUE CHEZ MOI » DE BIGFLO ET OLI	XXV
ANNEXE 17 – CARTES UTILISEES POUR LE JEU VOYAGE EN FRANCE.....	XXVIII
ANNEXE 18 – PAROLES DU SKETCH « SENS DESSUS DESSOUS » DE RAYMOND DEVOS	XXIX
ANNEXE 19 – PAROLES DU SKETCH « CA PEUT SE DIRE, ÇA NE PEUT PAS SE FAIRE » DE RAYMOND DEVOS.....	XXXI
ANNEXE 20 – PAROLES DE LA CHANSON « 3-0 » DES OGRES DE BARBACK.....	XXXIII

I. Introduction

L'inhibition est un concept qui suscite d'abondantes recherches et débats théoriques car elle contribue à de nombreux processus cognitifs tels que le langage, la mémoire ou encore l'attention. Depuis le début des années 1990, une attention renouvelée est portée d'un côté à l'étude du processus d'inhibition dans les recherches sur le développement cognitif chez l'enfant, et d'un autre à son implication dans des populations cibles telles que le syndrome du Trouble de l'Attention avec Hyperactivité. L'objectif de ce mémoire est de proposer une adaptation de paradigmes expérimentaux évaluant l'inhibition pour la prise en charge en psychomotricité d'un adolescent, Marc, présentant un Trouble de l'Attention avec Hyperactivité.

Dans la partie théorique seront exposées les bases qui m'ont inspiré le protocole de prise en charge de Marc.

Ainsi nous verrons dans un premier temps ce qui définit l'inhibition en tant que fonction exécutive et évoquerons la classification habituellement utilisée pour l'étudier. Puis nous aborderons dans un second temps le Trouble de l'Attention avec Hyperactivité. Ma démarche ne vise pas à présenter l'exhaustivité des modèles explicatifs de l'inhibition ou du Trouble de l'Attention avec Hyperactivité mais à appréhender les fondements et évolution de modèles fondateurs et leurs influences mutuelles : Piaget (1966) et Houdé (1995) pour le rôle de l'inhibition dans le développement de l'intelligence de l'enfant, Barkley et Sonuga-Barke pour le rôle de l'inhibition dans le Trouble de l'Attention avec Hyperactivité. Enfin, nous tenterons de déchiffrer les spécificités neuroanatomiques de l'inhibition dans le trouble de l'attention avec hyperactivité mises en évidence par des paradigmes expérimentaux que nous découvrirons.

Dans la partie pratique, je commencerai par présenter Marc notamment au travers de ses différents bilans et de son comportement lors des séances, ce qui m'amènera ensuite à aborder dans les grandes lignes les principes et objectifs de la prise en charge adaptée à ce patient, puis à présenter en détail les séances. Enfin, je conclurai sur l'ensemble de ce travail.

II. Partie théorique

A. Conceptions actuelles de l'inhibition

1. L'inhibition : une fonction exécutive majeure

L'inhibition ou contrôle inhibiteur est le fait de contrôler l'attention, le comportement, les pensées ou les émotions afin d'ignorer une prédisposition interne prépondérante ou un leurre externe pour agir de manière plus appropriée et utile (Diamond, 2013). On entrevoit dans cette définition les éléments qui caractérisent l'inhibition : elle est impliquée à tous les niveaux du traitement, depuis les entrées sensorielles jusqu'à la réponse motrice et elle module les comportements aussi bien dans des tâches perceptives de bas niveau que dans des tâches de haut niveau comme le raisonnement, la planification ou la résolution de problème. Garavan et al. (1999) ont ainsi affirmé que la capacité à supprimer des stimuli ou impulsions non pertinents ou perturbateurs est une fonction exécutive incontournable pour tout mécanisme ordinaire de pensée et finalement pour une vie réussie. Selon ces auteurs, une cognition et un comportement normaux d'une personne dépendent de sa capacité à inhiber des pensées, impulsions et actions inappropriées. Il s'agit donc d'un mécanisme exécutif permettant d'ignorer une information, stratégie ou réponse automatique, dominante, saillante ou renforcée mais non adaptée.

Or notre système cognitif est constamment sollicité par une quantité d'informations qui entrent en compétition pour l'utilisation de nos ressources attentionnelles. Il doit ainsi sélectionner un nombre limité d'informations qui lui permettront d'agir de façon adaptée sur son environnement. La saillance perceptive d'une information biaise automatiquement les ressources attentionnelles en sa faveur, un processus qui est la plupart du temps efficace et adaptatif. Néanmoins, lorsque l'information avantagée n'est pas celle qui est pertinente, un effort mental supplémentaire d'inhibition est nécessaire pour la supprimer et permettre la sélection de l'information d'intérêt. Il apparaît ainsi plus simple de céder à la tentation que d'y résister, ou de fonctionner « en pilote automatique » que de s'interroger sur la prochaine étape (Diamond 2013).

Pour Espy et Bull (2005), l'inhibition résout le conflit entre les propriétés d'un stimulus, l'éventail de réponses possibles et les demandes du contexte, permettant ainsi à l'enfant d'activer une règle ou une réponse dans un contexte spécifique, puis de se désengager cognitivement quand le contexte change, et s'engager dans une nouvelle réponse, certes pertinente, mais concurrente à la première. Mais ces auteurs notent que le terme d'inhibition est utilisé pour décrire soit la suppression

d'une réponse prépondérante, qui se traduit souvent sur le plan somatique ou moteur, soit le contrôle attentionnel ou encore contrôle des interférences. Dans le premier cas, l'inhibition consiste par exemple à supprimer une réponse motrice malgré des distracteurs, comme un enfant à qui l'on demande par exemple de rester calme alors que l'examineur tente de le distraire (test Statue). Quand dans le second cas, il s'agit d'inhiber une règle interne qui vient d'être activée (test Stroop).

2. Structure des fonctions exécutives

« Sous le terme de fonctions exécutives sont regroupées différentes fonctions cognitives qui permettent de réaliser et de contrôler les comportements orientés vers un but, particulièrement lorsque le sujet doit s'adapter à une situation nouvelle ou complexe. Dans un tel cas, les routines et les réponses impulsives sont de peu d'utilité. Il n'existe pas à ce jour de définition consensuelle, ni de liste des dites fonctions ». (Goldstein et Naglieri (2014) in Albaret, Giromini et Scialom, 2018).

De plus, la modélisation des fonctions exécutives alterne fréquemment entre des conceptions les présentant comme un système unitaire et qui tendent à isoler les fonctions exécutives des autres fonctions cérébrales ; et d'autres les présentant comme un système multiple avec une diversité des composantes exécutives. Les modèles unitaires supposent l'existence d'un système de contrôle, qui aurait une fonction de « chef d'orchestre » vis-à-vis des autres fonctions cognitives. Dans le modèle de la mémoire de travail de Baddeley (1986) ce rôle est assigné à l'administrateur central qui rend possible la mise en place de stratégies et l'intégration des différentes sources d'informations. Cependant la diversité des résultats individuels observée sur les tests de Wisconsin Card Sorting Test et de la Tour de Hanoi de plusieurs recherches menées sur des populations cibles amènent à penser que l'administrateur central n'est pas unitaire et nécessite donc d'être fractionné (Miyake et al., 2000).

a) L'unité dans la diversité : le modèle de Miyake (2000)

Les modèles unitaires font donc rapidement place à la notion de multiplicité des fonctions exécutives. Selon Miyake et al. (2000), les fonctions exécutives sont un ensemble de processus cognitifs de haut niveau qui dirigent les actions orientées vers un but et les réponses adaptatives face à des situations nouvelles ou complexes. Par une analyse factorielle confirmatoire permettant d'isoler les différentes fonctions exécutives indépendantes, ces auteurs ont mis en évidence un modèle comprenant trois fonctions exécutives: l'inhibition de réponses dominantes (*Inhibition*) ; la flexibilité (*Shifting*), permettant de basculer entre plusieurs tâches ou

représentations mentales ; et la mise à jour des représentations en mémoire de travail (*Updating*), permettant d'encoder des informations pertinentes et d'en effectuer une manipulation mentale. Ces trois facteurs sont ainsi bien différenciés mais pas totalement indépendants (Miyake et al., 2000). Friedman et al. (2011) ont proposé une actualisation de ce modèle (**figure 1**) où chacune des 3 fonctions exécutives principales résulte de la combinaison entre ce qui est commun à toutes (« Common EF ») et ce qui est spécifique à chacune (« Updating Specific, « Shifting Specific »). Ainsi ce modèle allie les principes d'unité et de diversité. En revanche, il n'y a pas, dans ce modèle, d'aspect diversifié de l'inhibition. L'inhibition serait de ce fait un processus de contrôle général nécessaire à l'exécution de l'ensemble des fonctions exécutives (Miyake et Friedman, 2012).

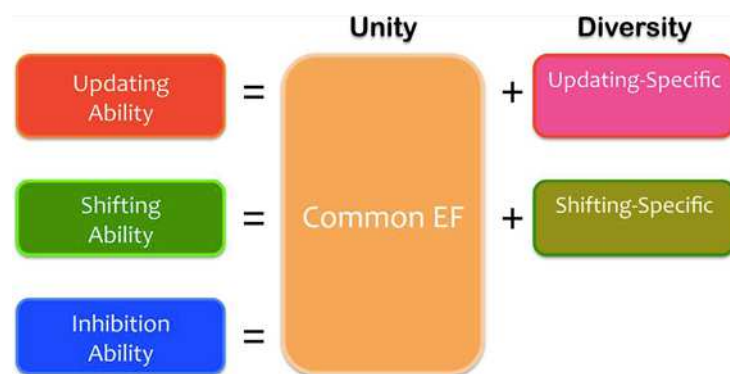


Figure 1: Représentation du modèle de l'organisation des fonctions exécutives selon Friedman et al., 2011 (extrait de Miyake et Friedman, 2012)

b) Le modèle de Diamond (2013)

Selon Diamond (2013), les fonctions exécutives regroupent des processus de contrôle top-down sollicités quand nous devons nous concentrer sur une tâche, et lorsque les automatismes, l'instinct ou l'intuition seraient mal avisés, insuffisants ou impossibles. L'auteur repart des trois mêmes fonctions exécutives proposées par Miyake et al. (2000) :

- **la mémoire de travail**, soit la capacité à retenir l'information et la traiter mentalement, permet par exemple de faire des liens ou d'utiliser l'information pour régler un problème. Elle se subdivise en deux types, la mémoire de travail verbale et la mémoire de travail visuo-spatiale ;
- **l'inhibition ou contrôle inhibiteur**, comprend l'autocontrôle (qui correspond à l'inhibition comportementale et implique le fait de résister aux tentations et ne pas agir de manière impulsive ou prématurément) ainsi que le contrôle des interférences (qui nécessite l'attention sélective et l'inhibition cognitive) ;

- **la flexibilité cognitive**, soit la capacité à changer de perspective pour s'ajuster à de nouvelles demandes, règles ou priorités, et qui est étroitement lié à la créativité.

Les deux premières fonctions exécutives sont généralement concomitantes et s'appuient l'une sur l'autre. La flexibilité cognitive ainsi que les fonctions exécutives de haut niveau comme le raisonnement, la planification et la résolution de problèmes, se construisent et apparaissent plus tard dans le développement de l'enfant et reposent sur l'efficacité des processus d'inhibition et de mémoire de travail. Ce modèle traduit le fait que les fonctions exécutives ont un développement différencié et hiérarchisé, où les interrelations donneraient lieu à une complexification graduelle (**figure 2**). Les fonctions exécutives apparaissent ainsi essentielles à chacun des aspects de la vie d'un individu : santé physique et mentale, réussite scolaire et vie future, i.e. au niveau du développement cognitif, social et psychologique.

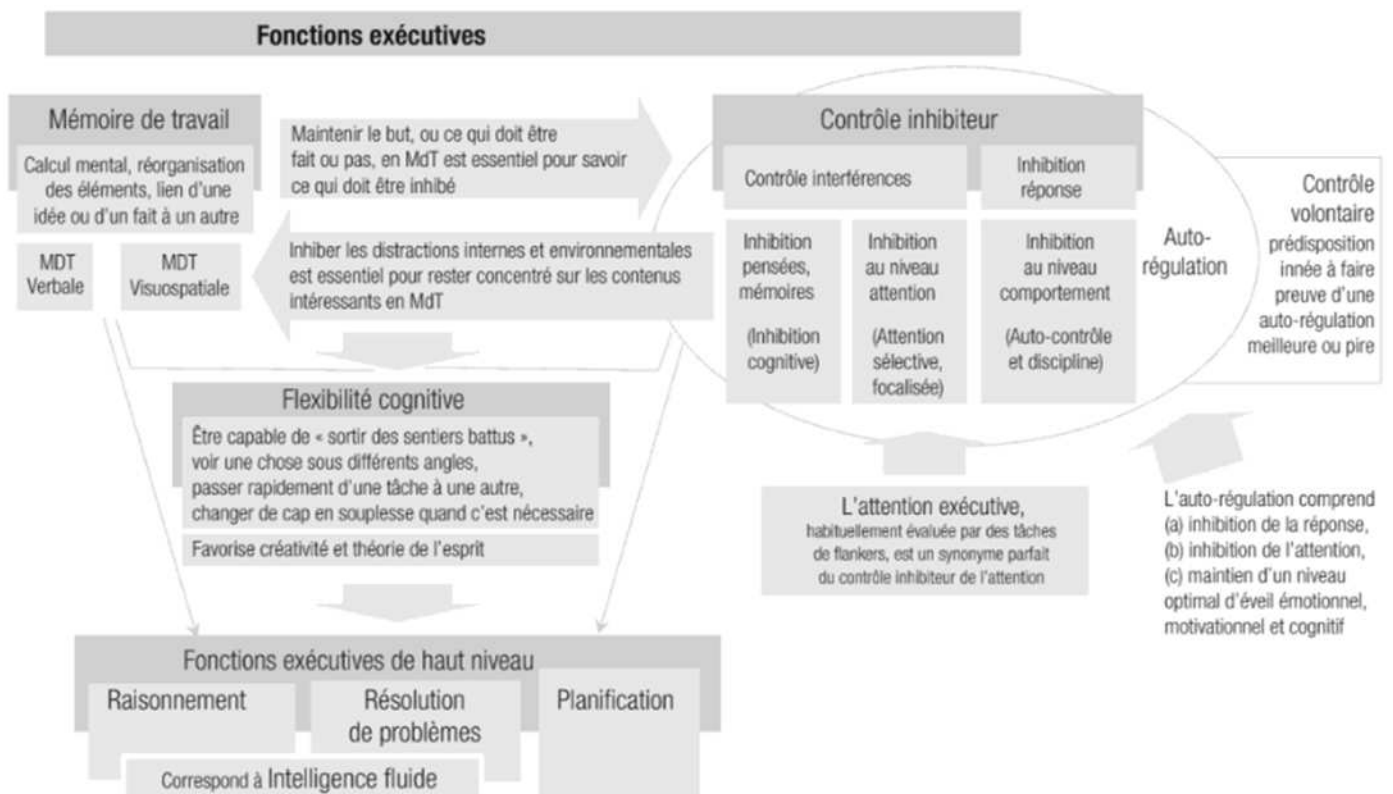


Figure 2: Modèle intégratif hiérarchisé de la structure des fonctions exécutives et des relations existant entre chacune des composantes de Diamond (2013) (extrait de Albaret, Giromini et Scialom, 2018)

3. Taxonomie de l'inhibition

La question sur l'unité ou la pluralité des fonctions exécutives est également largement débattue au niveau de l'inhibition, une des fonctions exécutives les plus souvent étudiées.

Ainsi, Dempster (1992) s'est attaché à montrer que la plupart des tâches utilisées habituellement en psychologie cognitive impliquait pour le sujet de faire face à des phénomènes d'interférence qui apparaissent lorsqu'une ou plusieurs propriétés du contexte activent automatiquement des représentations non pertinentes pour la tâche à résoudre. Dès lors, la performance ne relèverait pas uniquement de la capacité à activer les représentations pertinentes, mais également de la capacité à désactiver les représentations non pertinentes. Dempster s'est appuyé sur cette notion d'interférence pour expliquer les variabilités interindividuelle et développementale. Il a proposé de classifier ces types d'interférence selon leur dimension temporelle (proactive versus rétroactive) et leur source (interne versus externe) et a fait l'hypothèse que la pluralité des formes existantes d'interférence nécessite une pluralité des processus permettant de leur résister, i.e. l'existence d'une famille de mécanismes inhibiteurs.

a) Modèle de Harnishfeger (1995)

Harnishfeger (1995) propose une classification de l'inhibition selon trois dimensions, selon qu'elle est intentionnelle ou non intentionnelle, comportementale ou cognitive et selon qu'il s'agit d'une inhibition ou d'une résistance à une interférence.

L'inhibition non intentionnelle ou automatique intervient avant la prise de conscience comme par exemple avec l'amorçage négatif ou lors de l'identification du sens d'un mot polysémique contrairement à l'inhibition intentionnelle ou contrôlée qui intervient lorsqu'un stimulus est considéré comme non pertinent et donc consciemment supprimé comme lorsqu'on élimine une pensée ou que l'on contrôle les irrptions de la mémoire.

La deuxième distinction se réfère au contenu sur lequel les processus d'inhibition agissent au cours du temps. L'inhibition cognitive ou conceptuelle porte sur des processus mentaux tels que l'attention ou la mémoire, et se traduit par la suppression de pensées irrationnelles ou involontaires, d'interprétations inappropriées de mots ambigus ou le blocage d'informations non pertinentes provenant de la mémoire de travail. Elle s'oppose à l'inhibition comportementale qui porte sur la programmation motrice des réponses.

Enfin, Wilson et Kipp Harnishfeger (1998) ajoutent une troisième distinction selon le moment d'intervention. Ils définissent l'inhibition comme étant un processus de

suppression actif opérant sur la mémoire de travail. Les éléments inhibés sont d'abord encodés dans la mémoire de travail, puis jugés inappropriés et donc sortis de la mémoire de travail. A contrario, la résistance à l'interférence générée par un élément inapproprié, intervient avant que cet élément entre en mémoire de travail, il s'agit d'un processus de blocage qui empêche l'entrée dans la mémoire de travail d'un distracteur ou d'une information inutile, permettant ainsi de préserver les ressources attentionnelles.

b) Modèle de Nigg (2000)

Nigg (2000) combine ces différents modèles et propose une taxonomie de l'inhibition, à partir de ses observations dans la pathologie, selon huit composantes qu'il regroupe en trois grands domaines : exécutif, motivationnel et automatique.

L'inhibition exécutive regroupe la suppression de l'interférence due à la compétition des ressources ou des stimuli (contrôle de l'interférence), la suppression d'informations non pertinentes en mémoire de travail (inhibition cognitive), la suppression de réponses dominantes (inhibition comportementale) et la suppression de saccades reflexes (inhibition oculomotrice). L'inhibition d'ordre motivationnel porte sur des aspects émotionnels. L'inhibition automatique se réfère à la sélection attentionnelle et comprend la suppression des items récemment inspectés ou inhibition-retour et la suppression d'une information apparaissant à une localisation inattendue ou résistance à la capture attentionnelle.

c) Modèle de Friedman et Miyake (2004)

Enfin Friedman et Miyake (2004), sur la base de l'intégration des théories vues précédemment (Dempster, 1992 ; Harnishfeger, 1995 ; Nigg, 2000) distinguent trois fonctions de l'inhibition :

- **le filtrage** précoce de l'information avant qu'elle ne soit traitée, i.e. la résistance à l'interférence provoquée par les distracteurs. Cette fonction d'inhibition renvoie à l'attention sélective. Il s'agit de l'habileté à résister ou à résoudre les interférences provenant d'informations dans l'environnement, qui ne sont pas pertinentes pour la tâche à accomplir. Cette fonction correspond au contrôle de l'interférence de Nigg (2000).
- **la suppression intermédiaire en mémoire de travail** des informations non pertinentes ou qui ne le sont plus, i.e. la résistance à l'interférence proactive. C'est la capacité à résister aux intrusions de mémoire à partir d'informations pertinentes au préalable, mais dès lors devenues inutiles. Elle correspond à l'inhibition cognitive de Nigg (2000).

- **le blocage** plus tardif des réponses automatiques, i.e. l'inhibition d'une réponse dominante. C'est la capacité à supprimer délibérément les réponses dominantes, automatiques et plus puissantes. Elle correspond à l'inhibition comportementale et l'inhibition oculomotrice proposée par Nigg (2000).

Des trois fonctions étudiées, cette dernière est la plus directement associée à la suppression active et au fonctionnement exécutif.

A partir d'une analyse empirique de la taxonomie proposée par Nigg (2000), ils démontrent que la résistance à l'interférence d'un distracteur et l'inhibition d'une réponse dominante sont étroitement liées et toutes deux indépendantes de la résistance à l'interférence proactive. Selon ces auteurs, dans la mesure où les personnes avec TDA/H présentent des déficits d'inhibition de la réponse dominante, ils devraient donc aussi avoir des difficultés à résister aux interférences générées par un distracteur. Nous verrons par la suite à laquelle de ces trois formes d'inhibition se réfèrent plusieurs tests habituellement utilisés lors d'un bilan psychomoteur.

Si les nombreuses recherches menées sur l'inhibition ont permis de mieux appréhender cette fonction exécutive, la pluralité des processus d'inhibition souvent retrouvée dans la littérature peut toutefois rendre compte des faibles corrélations observées entre les performances aux diverses épreuves d'inhibition, comme l'exemple que nous venons de voir avec le modèle théorique de Friedman et Miyake (2004). Mais cette pluralité peut aussi expliquer les écarts de vitesse de développement sur ces épreuves comme nous le verrons plus loin (**figure 8**).

4. Aspect développemental de l'inhibition : de Piaget à Houdé

Les fonctions exécutives n'ont pas exactement le même calendrier d'émergence et le même rythme de développement au cours des années préscolaires et scolaires (Diamond, 2013). Les composantes de base comme l'inhibition auraient une émergence plus précoce, notamment durant les années préscolaires, contrairement à la mémoire de travail et la flexibilité cognitive qui auraient une trajectoire de développement plus longue. Le modèle intégratif hiérarchisé proposé par Diamond (2013) illustre la dynamique de développement et les inter-relations entre ces différentes composantes (**figure 2**).

La distinction proposée par Pascual-Leone (1984) entre l'inhibition coûteuse ou *effortful* et l'inhibition automatique rend compte de cette temporalité. La première est celle mise en place par les enfants dans les tâches piège inventées par Piaget pour supprimer des schèmes trompeurs hautement activés, dont l'efficacité dépendrait des capacités mentales et dont la maturation se fait par étapes jusqu'à 15 ou 16 ans. La seconde s'applique à des schèmes perceptifs, automatiques, extérieurs à

l'attention mentale, et se développerait, pour sa part, précocement. Différentes études ont vérifié ce type de distinction chez l'enfant, en montrant que l'inhibition *effortful* se développerait jusqu'à l'âge adulte alors que l'inhibition automatique ne semble pas se développer (Friedman & Miyake, 2004).

Le modèle piagétien a développé l'idée d'un constructivisme de l'individu en réponse aux perturbations de l'environnement physique. Pour Piaget (1966), l'adaptation d'un individu à son environnement physique s'effectue dans le raisonnement par le biais d'opérations mentales nécessaires à la résolution de problèmes inhérents aux perturbations environnementales. Pour lui, la construction de l'intelligence de l'enfant est incrémentale puisque qu'elle est liée, stade après stade, à l'idée d'acquisition et de progrès à partir des actions propres de l'enfant, de leur coordination et de leur intériorisation ou représentation mentale. Ce « modèle de l'escalier » comporte plusieurs marches ou stades, qui correspondent chacun à un progrès significatif dans la genèse de la pensée logico-mathématique (Houdé 2017) (**figure 3**). Piaget (1966) propose ainsi 4 étapes de l'intelligence :

- **Sensorimotrice** : de la naissance jusqu'à ses 2 ans, le bébé interprète le monde environnant à partir de ses sens et de ses actions. C'est notamment durant cette période, vers ses 9 mois, qu'il acquiert la « permanence de l'objet » lorsqu'il découvre que lorsqu'un objet disparaît de sa vue, il continue d'exister.
- **Préopératoire** : vers 2 ans jusqu'à 6-7 ans, cette période est caractérisée par l'avènement des notions de quantité, d'espace, de temps, de la fonction symbolique, et du développement rapide du langage.
- **Des opérations concrètes** : vers ses 7 ans jusqu'à 11 ans environ, l'enfant construit progressivement des concepts fondamentaux tels que le nombre, l'inclusion des classes ou catégorisation, et peut utiliser les informations pour les transformer. La tâche piagétienne dite de « conservation des quantités » illustre la préparation et la mise en place des opérations logiques concrètes et sa capacité à annuler, par sa seule pensée, l'effet d'une action en combinant une opération mentale et son inverse. La réussite à la tâche d'inclusion des classes permet à Piaget d'affirmer que la catégorisation logique à cet âge est acquise.
- **Des opérations formelles** : à partir de 12 ans, l'adolescent est capable de raisonner directement sur des propositions logiques, des idées, des hypothèses, il acquiert le raisonnement hypothético-déductif, sous la forme « si...alors ». Les traitements réalisés par l'adolescent, qu'ils soient

quantitatifs (nombre) ou qualitatifs (catégorisation), portent davantage sur des idées ou abstractions que sur des objets concrets.

Grâce à l'imagerie cérébrale, il apparaît que le contrôle inhibiteur se développe avec l'âge (Dempster, 1992) et que les échecs des enfants à des tâches piagésiennes sont à réinterpréter comme une conséquence d'un défaut d'inhibition (Diamond, 2014). Houdé (1995) reprend ainsi les expériences de Piaget, les complète et élabore une nouvelle théorie du développement cognitif en s'appuyant également sur les travaux de Siegler (1999), lequel propose de concevoir le développement de l'enfant comme « des vagues qui se chevauchent ». Pour répondre à un problème donné, l'enfant dispose en parallèle de nombreuses stratégies qui peuvent entrer en compétition les unes avec les autres. Chaque stratégie est représentée par une vague avec la possibilité que plusieurs vagues ou façons de penser peuvent se chevaucher à tout moment et la hauteur de chaque vague, i.e. la fréquence d'usage des façons de penser, change constamment, de même que ce n'est jamais la même vague qui domine (Houdé 2017) (**figure 3**). Houdé propose de fait une théorie dynamique et non-linéaire du développement cognitif de l'enfant, permettant d'expliquer à la fois les compétences précoces des nourrissons et jeunes enfants, mais aussi les incompétences tardives des adultes, et rompt ainsi avec la conception linéaire et hiérarchique de Piaget.

Alors que pour Piaget, seul le système des algorithmes logiques caractérise l'intelligence humaine, les modèles dualistes de la cognition proposés par Evans (1989) puis Kahnemann (2012) envisagent un deuxième système dit « heuristique » qui cohabite avec le système logique et expliquerait les divers biais cognitifs auxquels l'enfant et l'adulte sont confrontés. Houdé s'inspire de ces différents apports théoriques et suggère l'existence d'un troisième système. En effet, l'implication de mécanismes exécutifs (système 3) permettrait d'inhiber la stratégie inadéquate mais automatique (système 1) pour activer la stratégie adaptée et logique mais plus longue et coûteuse à mettre en place (système 2) (**figure 15**). Ainsi, selon Houdé, lors de la résolution d'un problème, plusieurs stratégies coexistent et sont en compétition. De même que pour les vagues vues précédemment, les stratégies dominantes ne sont pas les mêmes selon les âges et les individus. Certaines de ces stratégies dominantes seraient des heuristiques, des biais, pouvant parfois conduire l'individu à l'erreur (Houdé 2017, 2019). Houdé (2000) définit ainsi l'inhibition comme : « un processus remarquable d'adaptation, de prise de recul [qui] s'observe quand le cerveau doit apprendre à résister à ses réponses impulsives, trop rapides, et à ses erreurs cognitives » dans une conception développementale plus large.

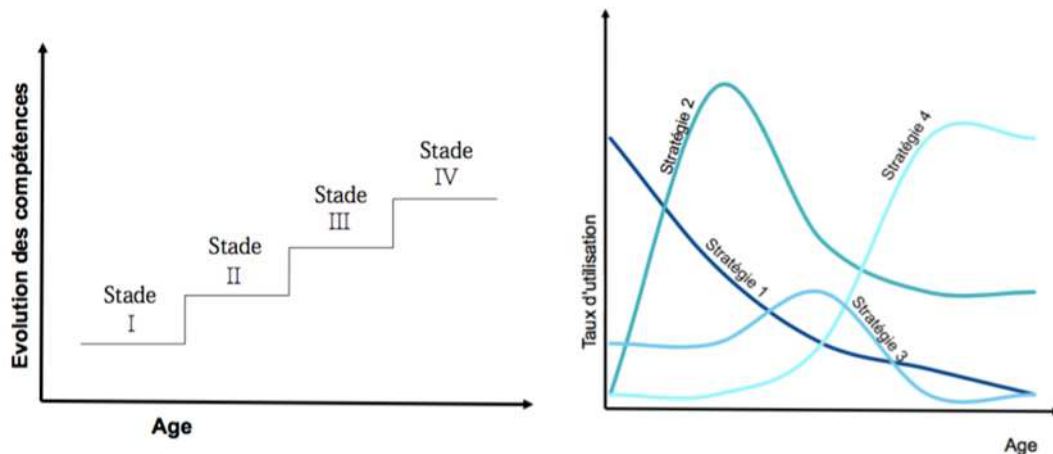


Figure 3: Schématisation de deux conceptions du temps du développement.

A gauche, une conception du développement de l'enfant linéaire et cumulative, telle que celle de Piaget : l'acquisition de chaque nouvelle connaissance ou structure se fonde sur celle de la structure précédente. A droite, une conception du développement dynamique et non-linéaire telle que celle de Houdé : différentes stratégies peuvent être activées simultanément à chaque période de vie, avec un taux d'apparition plus ou moins important. Lorsque c'est la stratégie erronée qui est activée, l'inhibition est nécessaire (extrait de Krakowski, 2015).

B. Trouble De l'Attention / Hyperactivité

1. Présentation de la pathologie

a) Définition et épidémiologie

Le Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux (DSM-5) classe le trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H) parmi les troubles neuro-développementaux et le définit comme « un mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité qui interfère avec le fonctionnement ou le développement, (...) et qui a un retentissement négatif direct sur les activités sociales et scolaires/professionnelles ». Le TDA/H est le troisième trouble de santé mentale en importance dans le monde, après la dépression et l'anxiété et il touche une proportion estimative de 3,4 % des enfants et des adolescents (Polanczyk et al. 2015). Une enquête téléphonique de Lecendreux (2011) menée auprès d'enfant entre 6 et 12 ans, établit la prévalence du TDA/H en France, selon les critères du DSM-4, à 3,5%, et à 5,6% si l'on inclut aussi les enfants ayant un traitement pour de l'inattention ou de l'hyperactivité mais n'ayant pas présenté les symptômes du TDA/H lors de l'enquête.

b) Etiologie

En tant que trouble développemental, le TDA/H se manifeste au décours du développement de l'enfant, lequel s'avère anormal sur un plan chronologique ou qualitatif dans ou plusieurs domaines cognitifs. Les différentes recherches menées convergent sur une étiologie multifactorielle de ce trouble, i.e. d'une conjonction de facteurs génétiques et environnementaux (Mahone et Denckla, 2017).

Au niveau génétique, des études suggèrent que le TDA/H résulte de l'interaction entre de nombreux facteurs génétiques, chacun apportant une contribution modeste (Thapar et al., 2013). L'étude de Faraone (2005) portant sur des jumeaux a estimé l'héritabilité du TDA/H à 76%. Les études génétiques ont principalement porté sur les monoamines (notamment la dopamine, la noradrénaline et la sérotonine) car on a pu observer une diminution rapide de certains symptômes du TDA/H suite à l'administration de stimulants bloquant la recapture de dopamine et de noradrénaline (Haute Autorité de Santé, 2014).

Les facteurs environnementaux comportent notamment les facteurs périnataux tels que le stress pré-natal et périnatal et une pression artérielle élevée chez la mère, l'exposition in utero du fœtus à l'alcool et au tabac, la prématurité, un faible poids de naissance, un traumatisme crânien et une malnutrition précoce sévère (HAS 2014). Tarver et al. (2014) suggèrent cependant dans une revue de littérature sur le TDA/H, que l'association entre l'exposition à la cigarette au cours de la grossesse et le TDA/H, serait davantage le produit de facteurs génétiques plutôt que la conséquence directe des effets nocifs de la cigarette sur le développement du cerveau du fœtus. Il est toutefois précisé qu'à ce stade-ci des recherches, la possibilité que l'exposition à la cigarette au cours de la grossesse constitue un facteur de risque pour le TDA/H ne peut être écartée. Par ailleurs, il semble que ce n'est pas la prématurité en soi qui augmente le risque de développer le trouble mais plutôt un faible poids à la naissance (Tarver et al., 2014).

La Haute Autorité de Santé conclut alors que « à ce jour, les données scientifiques rapportent qu'une susceptibilité génétique serait le facteur le plus commun du TDA/H. Cependant, des facteurs psycho-sociaux, biochimiques et environnementaux interviendraient aussi dans l'apparition de ce trouble. (...) Aucun facteur n'expliquerait à lui seul le développement du TDA/H chez un enfant. Il pourrait en fait s'agir d'une accumulation de facteurs de risques d'origines multiples. » (HAS 2014).

c) Répercussions tout au long de la vie

Le TDA/H s'associe à des résultats cliniques indésirables importants pendant l'enfance, l'adolescence et jusqu'à l'âge adulte : problèmes scolaires et abandon de

l'école, relations difficiles avec les pairs, fréquence accrue de grossesse à l'adolescence chez les filles, taux accru d'accidents de voiture et de consommation de tabac et d'alcool, plus forte probabilité d'implication dans des conduites antisociales, rendement professionnel inférieur au potentiel de l'individu (Barkley et al. 2002). Une étude de Lara et al. (2009) a montré que, en moyenne, 50 % des enfants ayant un TDA/H continuent de présenter des symptômes à l'adolescence et à l'âge adulte. Les prédicteurs de cette persistance sont : l'inattention combinée à l'hyperactivité, la gravité des symptômes, des troubles dépressifs majeurs ou d'autres troubles de l'humeur associés, ainsi que l'anxiété et les troubles de personnalité antisociale des parents.

2. Triade symptomatologique

Le diagnostic du TDA/H s'appuie sur la triade symptomatologique, présente dans le DSM-5 (**annexe 1**) suivante :

- **Le déficit de l'attention**, i.e l'incapacité à maintenir son attention et à terminer une tâche, des oublis fréquents, la distractibilité ou le refus ou évitement de tâches exigeant une attention accrue,
- **L'hyperactivité motrice**, i.e une agitation incessante, l'incapacité à rester en place lorsque les conditions l'exigent et
- **L'impulsivité**, i.e la difficulté à attendre, le besoin d'agir, la tendance à interrompre les activités d'autrui.

L'enquête téléphonique de Lecendreux (2011) a montré que parmi les enfants entre 6 et 12 ans souffrant d'un TDA/H, la majorité (45,5%) présentent une dominante de symptômes relevant du trouble de l'attention, 35,9% une dominante de symptômes d'hyperactivité et impulsivité et 17,6% une combinaison des trois symptômes. Il en résulte donc que le symptôme d'hyperactivité motrice ne serait pas le plus prégnant. Les critères choisis par l'Association Américaine Psychiatrique (APA) traduisent plusieurs difficultés ou contraintes associées à la pose du diagnostic du TDA/H.

L'agitation et le manque d'attention peuvent parfois simplement constituer des traits de caractère habituels chez l'enfant ou des changements temporaires faisant suite à un stress spécifique. C'est uniquement lorsque ces symptômes vont constituer un handicap pour l'enfant dans sa vie scolaire ou familiale qu'il conviendra alors d'évoquer un diagnostic de TDA/H. Ceci se traduit généralement par une souffrance chez l'enfant et un retentissement dans sa vie quotidienne (critère D).

L'expression du TDA/H varie d'une personne à l'autre. De plus, les trois symptômes de la triade peuvent se manifester différemment selon le contexte de vie, mais c'est la présence dans plusieurs environnements (critère C) et la persistance dans le

temps, soit plus de 6 mois (durée précisée dans le critère A), qui permettent de caractériser le type de TDA/H.

Par ailleurs, certains symptômes du TDA/H peuvent s'assimiler à ceux d'autres troubles et peuvent constituer soit un diagnostic différentiel, soit une comorbidité du TDA/H. Cela comprend notamment le trouble des apprentissages (incluant les troubles spécifiques des apprentissages du langage écrit, de l'écriture et du calcul, les troubles du langage et le trouble développemental de la coordination), le trouble du comportement, la précocité intellectuelle, les troubles anxieux, la dépression ou encore les troubles du spectre autistique (critère E) (HAS 2014).

Enfin, les difficultés rencontrées par l'enfant et l'adolescent porteur de TDA/H varient également avec l'âge et le développement, elles peuvent donc apparaître plus tardivement avec l'augmentation des exigences scolaires, du contexte environnemental ou la diminution de la motivation de l'enfant. De plus, les signes évocateurs d'un TDA/H sont plus fréquemment rencontrés chez le garçon que chez la fille, le ratio étant de 3 garçons pour 1 fille (Barkley 1997). Ceci s'explique par le fait que la forme avec prédominance du déficit d'attention, de manifestation moins bruyante, bien que fréquente, est moins souvent ou plus tardivement repérée et cette forme est plus souvent observée chez les filles. On constate ainsi que l'âge moyen du diagnostic de TDA/H posé par un spécialiste se situe à 9-10 ans. On a pu aussi constater les difficultés que cela représentait de poser un diagnostic rétrospectif chez l'adulte avant 12 ans.(HAS 2014). Ces différents éléments peuvent expliquer la raison pour laquelle l'APA a choisi de relever l'âge de 7 ans à 12 ans entre le DSM-4 et le DSM-5 (critère B).

3. Fonctions exécutives altérées dans le TDA/H

Il est maintenant admis par la communauté scientifique que le trouble du TDA/H est généralement accompagné de déficits cognitifs. D'une part, les études en neuropsychologie et en neurosciences cognitives ont révélé des déficits sur le plan attentionnel, notamment en ce qui concerne l'attention soutenue, laquelle correspond à la capacité de l'individu à maintenir son attention pendant une période prolongée (Huang-Pollock et al. 2012). D'autre part, ces études ont mis en évidence des déficits sur le plan exécutif (Lambek et al., 2011; Sergeant et al., 2002; Shallice et al., 2002). Comme nous l'avons vu plus haut, le concept de fonctions exécutives englobe une variété de processus cognitifs distincts et nécessaires à l'accomplissement de comportements orientés vers un but. Une méta-analyse réalisée par Sergeant et al. (2002) a permis de préciser les particularités du déficit exécutif des jeunes présentant un TDA/H. Les composantes exécutives qui ont été retenues sont les

suivantes : l'inhibition, le contrôle de l'interférence, la flexibilité, la mémoire de travail, la planification et la fluence. Cette méta-analyse rapporte que plusieurs études ont notamment objectivé dans le TDA/H un dysfonctionnement de l'inhibition motrice et des temps de réaction nettement plus élevés que chez les contrôles dans une tâche Stop Signal, une sensibilité à l'effet d'interférence au test de Stroop et un déficit de flexibilité au Wisconsin Card Sorting Test. Ces résultats confirment donc l'existence de déficits dans certains aspects des fonctions exécutives chez les enfants TDA/H, sans que les perturbations observées ne soient pour autant spécifiques à ce trouble (Homack et Riccio, 2004).

Cependant, l'interprétation de ces résultats, retrouvés dans de nombreuses études, est à nuancer. En effet, les tâches neuropsychologiques utilisées ne sont pas toujours spécifiques et peuvent solliciter plusieurs fonctions exécutives simultanément. Il en résulte qu'il existe beaucoup de variantes dans la méthodologie employée dans ces différentes études notamment concernant le choix des tests (Monette et Bigras, 2008).

En revanche, les récentes études intègrent de plus en plus les différents sous-types de TDA/H comme critère, ce qui permet de mieux expliquer les résultats hétérogènes que les enfants TDA/H présentent lors d'une évaluation des fonctions exécutives.

Fair et al. (2012) ont mis en évidence six profils cognitifs distincts chez des enfants avec TDA/H à partir de mesures comportementales évaluant la performance dans les fonctions cognitives suivantes : mémoire de travail, inhibition, alerte, vigilance, traitement temporel de l'information et vitesse de traitement.

Coghill et al. (2014) ont mis en évidence six domaines neuropsychologiques distincts pour lesquels les garçons TDA/H sans médication avaient des performances moindres que les garçons contrôle.

La taille d'effet ou « d » de Cohen permet d'évaluer pour chaque domaine si la performance obtenue pour la population cible est significativement différente de celle obtenue pour les sujets contrôle, selon qu'elle est faible (0.2), moyenne (0.5) ou forte (0.8).

Dans l'étude de Coghill et al. (2014), les données sont les suivantes pour les six domaines (taille d'effet / % avec déficit) : mémoire de travail (0.95 / 30,1%), inhibition (0.61 / 22,9%), aversion au délai (0.82 / 36,1%), prise de décision (0.55 / 20,5%), traitement temporel de l'information (0.71 / 31,3%), variabilité de réponse (0.37 / 18,1%). Par conséquent, pour chaque domaine, seule une minorité d'enfants TDA/H présentait un déficit, et 25% des TDA/H ne présentaient de déficit dans aucun des domaines. Les auteurs en concluent que sur le plan clinique, bien que le TDA/H soit

associé à une large palette de déficits neuropsychologiques, aucun d'eux n'est suffisant ni même nécessaire à la pose du diagnostic de TDA/H.

Plus récemment, Barkley (2018), à partir de méta-analyses portant sur les enfants, adolescents, et les adultes, parvient à cette même conclusion. Les domaines neuropsychologiques étudiés sont semblables à ceux de Coghill et al. (2014) avec deux différences cependant : le traitement temporel de l'information est remplacé par la vitesse de traitement et une catégorie « autre fonctions exécutives » est introduite et regroupe notamment la flexibilité mentale et le contrôle des interférences.

On constate que les tailles d'effet diffèrent par rapport à Coghill et al. (2014) : par exemple, dans l'étude de Barkley (2018) la variabilité dans les réponses est supérieure à 0.7, soit très significative, tandis qu'elle est inférieure à 0.4 dans l'étude de Coghill et al. (2014). Inversement, l'aversion au délai est inférieure à 0.5 soit moyenne dans l'étude de Barkley (2018), alors qu'elle est forte à 0.82 dans l'étude de Coghill et al. (2014) (**figure 4**). Ces éléments corroborent à nouveau l'hypothèse de phénotypes cognitifs différents dans le TDA/H, au regard des domaines neuropsychologiques étudiés.

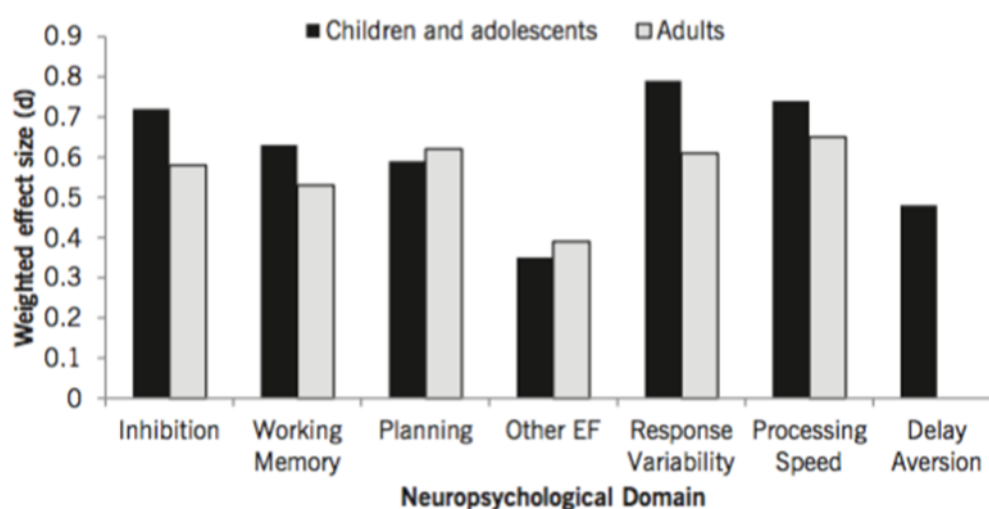


Figure 4 : Taille d'effet moyen pondéré des groupes TDA/H par rapport aux groupes sans TDA/H (extrait de Barkley, 2018)

En revanche, ces deux études se rejoignent sur l'altération retrouvée chez les profils TDA/H de l'inhibition et de la mémoire de travail. Une étude de Kerns et Price (2001) propose une hypothèse intéressante concernant la mémoire de travail chez les TDA/H : à partir d'un jeu de pilotage d'une voiture avec contrôle du niveau d'essence, il a été démontré que ce serait plutôt la gestion des ressources, soit l'administrateur central, qui serait affecté que les systèmes sous-jacents. En effet, les enfants présentant un TDA/H consultent aussi souvent que les contrôles la jauge

d'essence mais n'utilisent pas cette information de manière adéquate car ils tombent plus souvent en panne d'essence.

Ces différentes études indiquent l'hétérogénéité et la spécificité des profils dans le TDA/H mais aussi l'intrication des fonctions exécutives entre elles et enfin le besoin de spécifier dans quelle situation et à quelle étape de mise œuvre de la fonction exécutive l'enfant TDA/H se retrouve en difficulté. C'est ce que nous allons tenter d'explorer à travers l'analyse de quelques modèles explicatifs du TDA/H.

4. Evolution des modèles actuels du TDA/H

a) Modèles de Barkley (1997, 2012) : du trouble de l'inhibition comportementale au trouble de l'autorégulation

L'approche neuropsychologique de Barkley (1997) envisage le TDA/H comme un déficit en premier lieu de l'inhibition comportementale correspondant à trois processus qui interagissent : l'inhibition de la réponse « habituelle » face à un évènement, l'arrêt de la réponse en cours autorisant un délai de réflexion et le contrôle des interférences (Albaret, 2005 ; Marquet-Doléac, Soppelsa et Albaret, 2005). Ce déficit affecterait dans un second temps les processus de perception temporelle et serait à l'origine des difficultés constatées chez les enfants présentant un TDA/H dans les épreuves nécessitant l'estimation et le reproduction de durées, comme par exemple appuyer sur un bouton pendant une durée déterminée (Barkley, 1997). Il entrave, non seulement les processus de perception temporelle, mais aussi quatre fonctions exécutives (**figure 5**):

1. **la mémoire de travail non verbale**, permet d'enchaîner les réponses pour parvenir à un but fixé à l'avance. C'est la capacité à prolonger dans le temps une ou plusieurs représentations mentales, auditives ou visuelles, d'un signal ou d'une information. Les enfants TDA/H font difficilement des liens entre leur comportement et ses conséquences, sont réticents à retourner vers une activité arrêtée, passent facilement d'une activité à une autre ou peuvent montrer de la persévération et gèrent difficilement la notion de temps.
2. **l'internalisation du langage**, permet, grâce aux représentations internes de l'information, le contrôle des comportements, des processus de réflexion et d'ajustement des émotions. Les enfants TDA/H ont des habiletés pauvres en résolution de problèmes, ont des difficultés à organiser, planifier et vérifier en amont leurs actions et réagissent vivement et rapidement à une stimulation.
3. **l'autorégulation des affects, de la motivation et du niveau d'éveil**, permet la séparation des faits et des émotions. Cela permet, d'une part, de traiter de

manière objective et rationnelle les faits et d'en différer leur traitement, facilitant ainsi la résolution de problème, et d'autre part, de mieux contrôler et adapter les émotions face à une situation. Les enfants TDA/H sont très dépendants des renforcements externes et présentent des réactions rapides et intenses tant sur le plan émotionnel que comportemental, ou au contraire afficher un manque d'intérêt.

4. **la reconstitution ou la capacité d'analyse et de synthèse**, permet, en organisant des liens entre plusieurs informations, d'établir des règles et ainsi de généraliser le raisonnement, mais aussi d'imaginer d'autres stratégies de résolution de problème. Les enfants TDA/H manquent de créativité et de flexibilité face à un problème nouveau, au niveau de la motricité comme du langage (Albaret 2005).

Les conséquences du déficit d'inhibition comportementale et de l'atteinte des fonctions exécutives seraient un défaut de l'organisation et du contrôle moteur, des actions stéréotypées, labiles ou encore incomplètes, et une difficulté à produire des séquences nouvelles ou complexes (Albaret 2005). Barkley stipule que l'inattention ne peut pas être considérée comme un symptôme primaire du trouble mais représente plutôt la conséquence d'une faible inhibition comportementale et d'une faible résistance à l'interférence impliquées dans les fonctions exécutives et l'autorégulation. Cependant Barkley précise que ce modèle théorique s'applique aux sous-types hyperactivité - impulsivité et mixte, et non au sous-type inattention qui relèverait selon l'auteur davantage d'un déficit au niveau de l'attention soutenue et sélective ainsi que de la rapidité du traitement de l'information (Barkley, 1997).

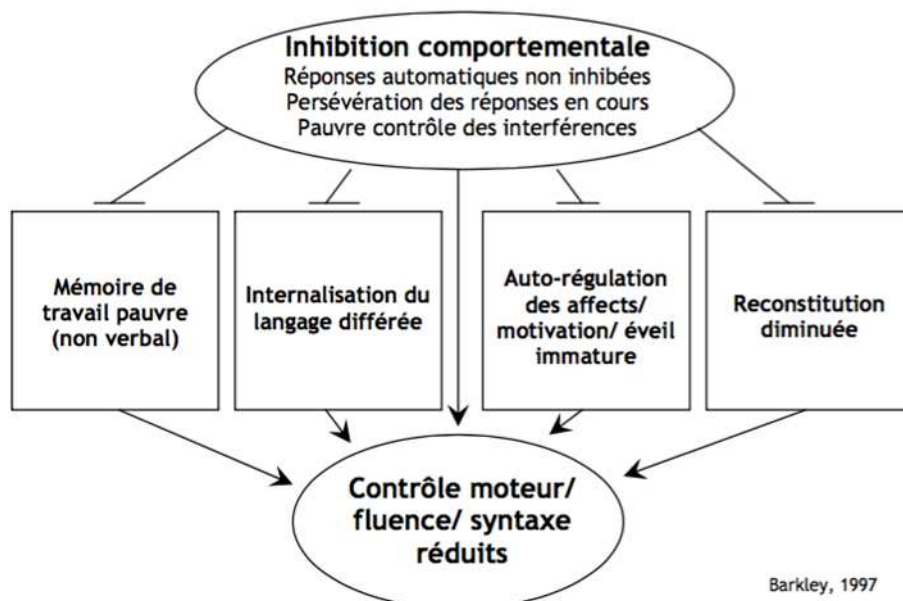


Figure 5 : Modèle hybride des fonctions exécutives de Barkley (1997)

Barkley a, semble-t-il, accordé au fil de ses recherches, une importance croissante à l'autorégulation qu'il définit comme toute action qu'une personne oriente vers elle-même pour modifier son comportement en vue de changer la probabilité de l'atteinte d'un objectif ou d'une conséquence future. Selon Barkley, le TDA/H est associé à un déficit de l'inhibition, de la gestion autonome de l'attention, du langage interne et du respect des règles, de la motivation autonome et même de la conscience de soi, soit des habiletés mentales participant à la régulation de notre comportement. L'auteur en déduit que le TDA/H est un trouble de l'autorégulation et propose de le renommer TDAR, Trouble Déficitaire de l'Autorégulation. Une fonction exécutive correspond alors à un type spécifique d'actions que l'on oriente vers soi-même dans un but d'autorégulation. L'inhibition devient alors la maîtrise de soi ; la conscience de soi, l'attention orientée vers soi-même et la mémoire de travail verbale, le langage interne.

Barkley (2012) apporte une modification à son modèle en y incluant une fonction exécutive supplémentaire : la conscience de soi, laquelle permet en orientant vers soi son attention, de tenir compte de son propre comportement. Finalement Barkley considère que l'inhibition, la conscience de soi, mais aussi la mémoire de travail non verbale – la troisième étant nécessaire au bon fonctionnement des deux premières – se développent conjointement en tant qu'unité, et suggère qu'elles soient considérées comme le déficit primaire global pour comprendre les symptômes et comportements associés au TDA/H.

b) Sonuga-Barke (1992, 2003) : du modèle à deux voies au modèle à trois voies

Sonuga-Barke et al. (1992, 2003) proposent quant à eux une hypothèse reposant sur une approche motivationnelle. Ils suggèrent que les processus biologiques liés à l'attribution de récompenses ne seraient pas optimales chez les personnes présentant un TDA/H, qui auraient un gradient de récompense plus court, ce qui conduirait à une préférence pour des récompenses immédiates par rapport aux récompenses différées. Les personnes présentant un TDA/H auraient ainsi une aversion au délai (Sonuga-Barke et al., 1992). Dans des situations de choix, cela se traduirait par de l'impulsivité afin de minimiser les délais avant l'obtention du renforçateur. Dans des situations sans choix, où raccourcir le délai est impossible, cela se traduirait par une attention accrue à d'autres éléments non temporels de l'environnement, perçue comme de l'inattention par l'entourage. Dans des situations sans choix où les opportunités de diriger son attention vers d'autres éléments sont

limitées, les personnes présentant un TDA/H useraient d'autostimulation, ce qui passerait pour de l'hyperactivité.

Le modèle de Sonuga-Barke (2003) est la résultante de ses propres propositions concernant l'aversion au délai et de celles de Barkley concernant certaines fonctions exécutives (**annexe 2**) et rend davantage compte de l'hétérogénéité des profils TDA/H (Albaret et al. 2011).

Plus récemment, Sonuga et ses collaborateurs proposent d'intégrer à ce modèle une troisième voie neuropsychologique: le déficit des processus temporels qui se manifeste par des difficultés dans le traitement de l'information et la discrimination du temps ainsi que la synchronisation motrice, et qui serait à l'origine de l'hyperactivité (Sonuga-Barke et al. 2010 ; Mahone et Denckla, 2017). Notons que cette « myopie temporelle » avait déjà été évoquée dans le modèle de Barkley (1997).

Nous n'avons abordé dans ce mémoire que quelques-uns des nombreux modèles explicatifs du TDA/H, qui à la fois diffèrent par leur approche et s'alimentent mutuellement. On constate aussi que les modèles à cause unique ont évolué vers des modèles à voies multiples et rendent de ce fait mieux compte de l'hétérogénéité des profils cognitifs et comportementaux des personnes présentant un TDA/H. (Mahone et Denckla, 2017; Sonuga-Barke et al., 2010 ; Barkley, 2018). De plus, les modèles présentés ici accordent une place prépondérante aux fonctions exécutives mais il convient de mentionner que des déficits exécutifs ne sont pas identifiés chez tous les individus qui présentent un TDA/H (Lambek et al., 2011; Nigg, Willcutt, Doyle, et Sonuga-Barke, 2005). Nigg et al. (2005) suggèrent ainsi la création dans le DSM-5 d'un sous-type « avec déficit cognitif » au sein du trouble du TDA/H ce qui permettrait de stimuler la recherche pour valider l'étiologie et le développement de modèles explicatifs plus précis, permettant ainsi à terme que les prises en charge thérapeutiques soient plus ciblées. Par conséquent, certains auteurs proposent des mécanismes alternatifs pour expliquer le TDA/H et les symptômes qui y sont reliés (Castellanos, Sonuga-Barke, Milham, et Tannock, 2006).

Actuellement, les modélisations cognitives du TDA/H sont principalement alimentées par les données de la neuro-imagerie. Initialement, la cible de ces travaux était principalement focalisée sur l'inhibition et les régions frontales pour expliquer les syndromes dysexécutifs puis elle s'est ensuite plus largement étendue vers d'autres troubles dont le TDA/H.

C. Bases neurales et tâches d'évaluation de l'inhibition

Comme nous l'avons vu, les critères diagnostiques du DSM-5 permettent d'introduire l'aspect protéiforme du TDA/H et d'isoler ainsi les trois formes à l'aide de deux axes : inattention et hyperactivité-impulsivité. En revanche, cette classification n'apporte pas d'indication sur les fonctions cognitives touchées. Cependant, on constate que des critères dans les deux versants peuvent être en lien avec les processus d'inhibition tels que :

- pour le versant inattention, « se laisse facilement distraire par des stimuli externes » (critère h.), lequel illustre la situation de défaut d'inhibition des informations non pertinentes ou devenues non pertinentes,
- pour le versant hyperactivité-impulsivité, « est souvent sur la brèche » (critère e.) qui évoque un trouble de l'inhibition motrice ; « laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée » (critère g.), qui correspondrait à un défaut de contrôle de l'interférence interne ou l'inhibition de réponses prédominantes.

1. Réseaux neuronaux impliqués dans l'inhibition et le TDA/H

Le cortex préfrontal (CPF) est associé de manière consensuelle aux fonctions exécutives et au contrôle attentionnel (Miller et Cohen, 2001). En ce qui concerne le mécanisme d'inhibition, Duncan et Owen (2000) ont retrouvé, quel que soit le type de tâche, le recrutement de trois régions spécifiques: le cortex préfrontal dorsolatéral, le cortex préfrontal ventrolatéral ou cortex frontal inférieur et le cortex cingulaire antérieur. Une des hypothèses les plus validées confère au cortex préfrontal dorsolatéral un rôle de maintien vers un but et de résolution de conflit (Casey et al., 2000) alors que le Cortex Cingulaire Antérieur jouerait le rôle de détection des conflits même lorsque le participant commet une erreur. Le Cortex Frontal Inférieur Droit supprimerait les réponses non pertinentes que ce soit pour faire face à des stimulations externes ou par rapport aux objectifs internes des individus (Aron et al. 2004). Il a aussi été observé que, lors des actions de suppression d'éléments de la mémoire de travail ou des souvenirs non pertinents, c'est le gyrus frontal inférieur qui s'active en priorité. Dans le contexte d'une prise de décision à risque, i.e. comportant une punition ou une perte potentielle, c'est le cortex frontal dorso-latéral gauche qui sera activé. Mais si la suppression est faite dans un contexte motivationnel, par exemple avec la promesse d'une récompense en cas de bonne inhibition, ce sera le gyrus orbital inférieur qui répondra à l'appel (Hampshire 2010).

Le TDA/H, classé parmi les troubles neurodéveloppementaux, affecte précocement le développement cérébral de l'enfant, il présente une composante génétique et est associé à des anomalies cérébrales (Bange et Vieyra, 2014). Les nouvelles techniques d'imagerie cérébrale ont permis d'identifier deux types d'anomalies : morphologiques au sein des lobes frontaux, des ganglions de la base et du corps calleux, et fonctionnelles, du fait d'une maturation tardive de la matière blanche et de connexions altérées, dans le sens d'une hypoactivité du cortex préfrontal, du striatum et du thalamus (Emond et al. 2009). Mais « l'allumage » d'une région cérébrale lors de l'exécution d'une fonction exécutive ne signifie pas que cette zone du cerveau contient ladite fonction. En fait toute fonction cognitive nécessite l'apport d'un circuit neuronal et non d'une région unique (Emond et al. 2009).

Par ailleurs, de nouvelles hypothèses ont été postulées sur le mécanisme des troubles de l'attention dans le TDA/H impliquant un dysfonctionnement du mode par défaut : une activité excessive au repos se traduirait par un TDA/H (Castellanos, 2008). Sonuga-Barke et Fairchild (2012) ont ainsi proposé de considérer trois grands réseaux cérébraux associés aux difficultés cognitives retrouvées chez le TDA/H. Le premier réseau est celui du mode par défaut impliquant le cortex préfrontal médial et le cortex cingulaire postérieur. L'activation inadaptée de ce réseau entraînerait les fluctuations attentionnelles, principalement de la vigilance, classiquement observées dans le TDA/H et les difficultés de gestion temporelle des informations. Un second réseau impliquant le cortex préfrontal dorsolatéral et le striatum dorsal serait associé aux troubles exécutifs notamment de l'inhibition. Le troisième et dernier réseau engageant le cortex orbitofrontal, le striatum ventral et l'amygdale serait impliqué dans le traitement dysfonctionnel des signaux de récompense et serait donc responsable de phénomènes tels que l'aversion au délai et la préférence exagérée pour les renforcements rapides.

De même, Habib (2011) tend à associer des réseaux spécifiques aux sous-types observés chez le TDA/H. Selon lui, le TDA/H est une pathologie des systèmes de la motivation. Outre les boucles motrice et oculomotrice, il existerait au moins trois boucles entre les régions striato-pallidales et le cortex préfrontal fonctionnant de manière simultanée et parallèle, et pouvant être impliquées dans la genèse du TDA/H. La boucle dite « cognitive », unissant le striatum dorsal au cortex préfrontal dorso-latéral, tiendrait sous sa dépendance les fonctions exécutives dites « froides », et son dysfonctionnement serait responsable des troubles cognitifs les plus classiquement rapportés dans le TDA/H : déficit de la mémoire de travail, déficit d'attention soutenue et divisée, programmation et séquentiation temporelle de l'action. Deux circuits dits « limbiques » se partageraient le reste des fonctions

exécutives : le circuit médian, impliquant le striatum ventral et le cortex cingulaire antérieur, serait spécifiquement impliqué dans la sensibilité à l'interférence, la gestion du conflit entre des informations entrant en compétition (comme dans une situation de type « Stroop »), alors que le circuit ventro-latéral, centré sur le cortex fronto-orbitaire latéral, serait plus spécialisé dans l'ensemble des fonctions exécutives dites « chaudes », principalement représentées par les tâches de prise de décision en fonction des caractéristiques de récompense ou non d'un stimulus. Cette conception serait à même d'expliquer l'hétérogénéité du TDA/H: les formes inattentives pures résulteraient d'un effet prédominant sur les parties « cognitives » du système, i.e. la boucle dorso-latérale, alors que la partie ventrale serait relativement épargnée ; à l'inverse, une dysfonction prédominant sur les aspects comportementaux, avec dans les cas typiques une comorbidité complète TDA/H et troubles des conduites, relèverait d'une dysfonction prédominante de la boucle orbito-frontale. Il propose l'idée qu'un « emballement » de la partie limbique du système pourrait, en générant une production anarchique de désirs et pensées, par effet d'engrenage, perturber le fonctionnement des boucles motrice (actes) et cognitive (réflexion) qui sont étroitement connectées à la boucle limbique (**figure 6**).

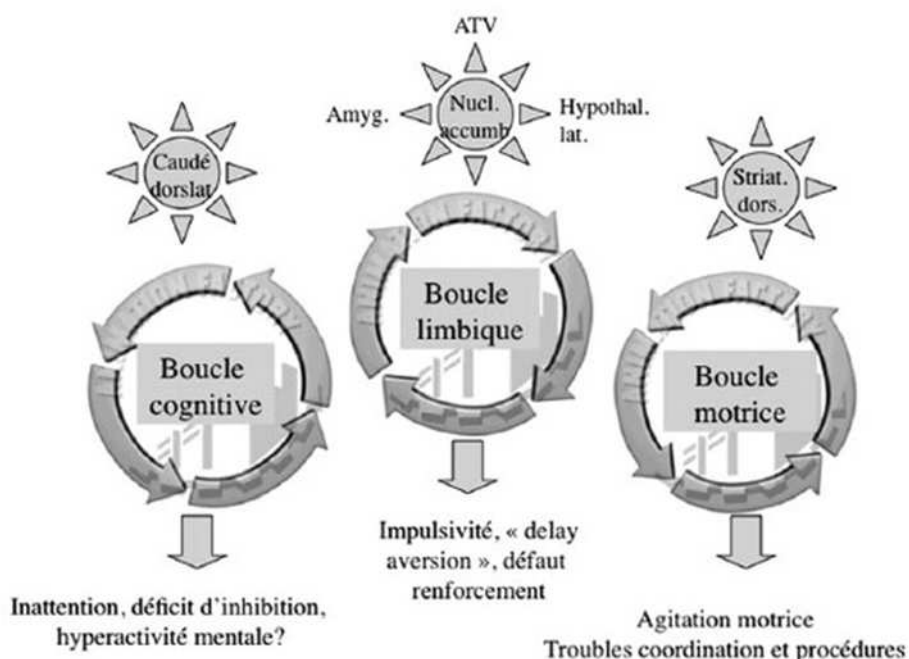


Figure 6 : Chez le sujet TDA/H, une sensibilité anormalement importante à la récompense, liée à l'hyperactivité de la boucle limbique, entraîne de manière indirecte une hyperactivité motrice, via la boucle motrice, et mentale, via la boucle cognitive, avec comme conséquence une réduction ou un débordement des capacités attentionnelles et d'inhibition de la réponse (extrait de Habib, 2011)

Sur le plan cognitif, la distinction des fonctions exécutives dites « froides », incluant l'attention, la mémoire de travail et l'inhibition, et des fonctions exécutives dites « chaudes » impliquant les processus de motivation, constitue une nouvelle piste de modélisation (Zelazo et Muller, 2002). Cette approche permet de faire ressortir un consensus entre plusieurs études qui mettent en avant l'importance dans le TDA/H de trois réseaux du cortex préfrontal (Barkley 2018 ; Castellanos et al. 2006 ; Sagvolden et al. 2005 ; Nigg 2006) :

- **le circuit fronto-striatal** (du cortex préfrontal dorsolatéral au striatum), associé à des déficits de suppression de la réponse, de mémoire de travail, d'organisation, et de planification. Il est appelé le réseau « Froid » ou du « Quoi » (cf « Top-down guidance of attention and thought » dans la **figure 7**)
- **le circuit fronto-cérébelleux** (du cortex préfrontal dorsolatéral au striatum puis au cerebellum), associé à des déficits de coordination motrice, des problèmes de réponse automatique, anticipation de récompense, de ponctualité et de synchronisation des comportements et pensées. Il est appelé le réseau du « Quand » (cf « Inhibition of inappropriate actions » dans la **figure 7**)
- **le circuit fronto-limbique** (du cortex préfrontal dorsolatéral au cortex cingulaire antérieur puis à l'amygdale), associé à des difficultés d'autorégulation émotionnelle, de motivation, d'hyperactivité-impulsivité et de tendance à l'agressivité. Il est appelé le réseau « Chaud » ou du « Pourquoi » (cf « Emotion regulation » dans la **figure 7**)

A ces trois réseaux, Barkley (2018) rajoute ce quatrième réseau :

- **le circuit fronto-cingulaire-pariétal** (du cortex préfrontal dorsolatéral au cortex sensorimoteur pariétal droit) associé à des déficits de conscience de soi, contrôle de la performance et détection de l'erreur. (cf « Reality testing and error monitoring » dans la **figure 7**)

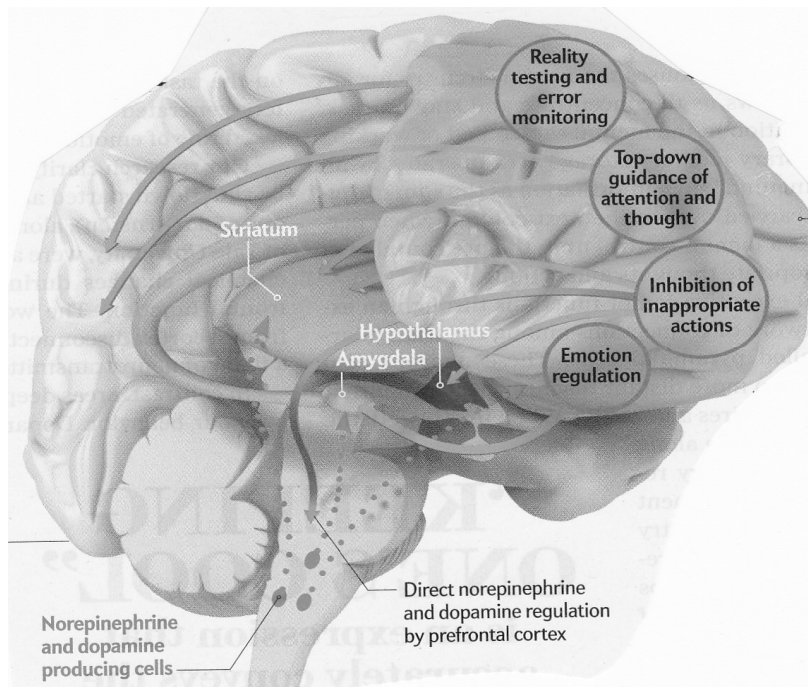


Figure 7 : Réseaux du cortex préfrontal impliqués dans le TDA/H (Barkley 2018)

Bien qu'il soit difficile d'établir une atteinte cérébrale précise chez le TDA/H qui permettrait l'établissement d'un diagnostic à l'imagerie, on peut objectiver un dysfonctionnement au niveau des réseaux neuronaux et notamment des aires préfrontales, ce qui corrobore l'hypothèse d'un trouble des fonctions exécutives et notamment de l'inhibition.

Les difficultés que l'on rencontre à détecter les aires activées dans les tâches d'inhibition et pour lesquelles les profils TDA/H présentent des difficultés, vient vraisemblablement du fait que l'inhibition n'est pas à proprement parler une fonction exécutive « froide » uniquement. En effet, l'inhibition relève à la fois d'une fonction exécutive archaïque, dite « chaude » lorsqu'il s'agit d'inhibition comportementale, comme lors de la suppression d'un comportement rendu inadéquat, et dépend alors de régions frontales inférieures, médianes (cortex cingulaire) ou basales (lobe orbital) ; et d'une fonction exécutive plus élaborée dite « froide », comme lors du conflit de réponses, et dépend alors du cortex cingulaire antérieure, de l'aire motrice supplémentaire, du cortex orbitofrontal, du cortex préfrontal dorsolatéral et de certaines portions des noyaux gris centraux et du thalamus (Emond et al. 2009). Certains auteurs parlent ainsi d'inhibition « froide » et d'inhibition « chaude » (Monette et Bigras 2008).

De nombreuses études depuis une quarantaine d'années ont démontré que les tâches censées apprécier l'intégrité des lobes frontaux étaient perturbées chez les enfants TDA/H. A ce titre, les tâches de Go/No-Go et de Stop signal sont des

paradigmes qui ont été largement utilisés pour mesurer l'inhibition de réponse notamment motrice. Il ressort des études utilisant ces paradigmes chez les profils TDA/H que les résultats sont contradictoires (Rubia et al. 2005) : des études utilisant la tâche du Go/No-Go ont montré une augmentation de l'activité dans les régions préfrontales des enfants TDA/H alors que d'autres études utilisant la tâche du Stop signal ont montré une diminution de l'activité cérébrale du cortex préfrontal inférieur droit et du gyrus cingulaire antérieur. Il convient maintenant de s'intéresser aux différents paradigmes utilisés pour évaluer l'inhibition notamment chez le patient TDA/H.

2. Paradigmes expérimentaux et tests psychomoteurs d'évaluation de l'inhibition dans le TDA/H

Cette partie vise à parcourir les paradigmes ou tâches expérimentales les plus souvent utilisés pour évaluer l'inhibition (voir l'**annexe 3** pour une explication des différentes tâches présentées ici). Le TDA/H constitue l'un des paradigmes d'étude les plus prolifiques en neuropsychologie de l'enfant. On constate que les processus d'inhibition ont de loin fait l'objet de la majorité des travaux dans ce courant de recherche (**annexe 4**). Parmi les tâches utilisées, le Stroop et les versions apparentées sont quasi-systématiquement déficitaires (Barkley et al. 1992 ; Sergeant et al. 2002 ; Shallice & al., 2002), des déficits ont aussi été mis en évidence dans des tests d'inhibition de type Go/No-Go ou Stop signal (Barkley et al., 1992) ou encore la Statue (Korkman et al. 2004).

Clark et al. (2000) ont montré quant à eux que le Hayling test était déficitaire chez des adolescents TDA/H du fait d'un temps de latence plus élevé à la partie B ainsi que d'erreurs de proximité sémantique accrues. Shallice et al. (2002) ont obtenu des résultats similaires dans une version adaptée aux enfants plus jeunes (7 à 12 ans).

La méta-analyse de Roy (2008) reprend la taxonomie des fonctions exécutives de Miyake (2000) et concernant l'inhibition, celle de Friedman et Miyake (2004), toutes deux parcourues dans la première partie de ce mémoire. Il propose une catégorisation de différentes tâches évaluant l'inhibition selon qu'elles relèvent du filtrage, de la suppression ou du blocage (**figure 8**). Entre 6 et 15 ans, on observe avec l'âge des progrès marqués dans la réussite des tâches d'inhibition mais avec des niveaux de maturité hétérogènes : les courbes développementales diffèrent d'une tâche ou d'une version à l'autre, voire pour une même tâche selon les auteurs. La variabilité se retrouve pour chacun des trois processus. On relève aussi que les comparaisons manquent d'autant plus de lisibilité que les différentes parties des

tests ne sont parfois pas discriminées alors qu'elles impliquent des exigences distinctes comme pour les parties A et B de Cogner & Frapper, et l'épreuve Attention Auditive versus Réponses Associées de la Nepsy. De plus, les courbes d'évolution sont parfois radicalement opposées, à l'instar de la version française du Stroop (Albaret & Migliore, 1999) en regard des données classiques.

Type d'inhibition	Test/paradigmes	Effets principaux liés à l'âge
Filtrage	- Statue	Maturité _a à 6 ans (Klenberg & al., 2001)
	- Attention visuelle	Maturité _a à 10 ans (Klenberg & al., 2001)
	- Test des 2 barrages 1 signe	Progrès entre 6 et 15 ans (Zazzo, 1969)
Suppression	- Inhibition proactive	Progrès entre 6 et 10 ans, maturité _a à 10 (Passler & al., 1985)
	- Inhibition rétroactive	Progrès entre 6 et 12 ans (Passler & al., 1985)
Blocage	- Oubli dirigé	Immaturité _a à 11 ans (Harnishfeger & Pope, 1996)
	- Tâche anti-saccade	Progrès jusqu'à 25 ans (Fischer, Biscaldi & Gezeck, 1997)
	- Tâche Jour-nuit	Maturité à 6 ans (Passler & al., 1985), Progrès entre 6 et 13 ans (Brocki & Bohlin (2004)
	- Test des frappes	Progrès entre 6 et 8 ans, maturité _a à 8 (Passler & al., 1985)
	- Cogner & Frapper	Maturité _a à 7 ans (Klenberg & al. 2001)
	- Attention auditive et Réponses associées	Maturité _a à 10 ans (Klenberg & al., 2001)
	- Stroop	Maturité _c à 8 ans (Lehto & al., 2003) Progrès entre 7 et 19 ans (Comalli, Wapner & Werner, 1962), 8 et 15 ans (Koenig, 1986)
		Progrès entre 7 et 12 ans, maturité _a à 12 ans (Sevino, 1998)
		Dégradation entre 8 et 15 ans (Albaret & Migliore, 1999)
		Progrès entre 7 et 12 ans (Shallice & al., 2002)
	Maturité _b à 10 ans (Welsh & al., 1991)	
	Progrès entre 8 et 15 ans (Marquet-Doléac, Albaret & Bénesteau, 1999), 8 et 13 ans (Lehto & al., 2003), 6 et 13 ans (Brocki & Bohlin, 2004)	
	- Go/No-Go	Progrès entre 7 et 9 ans, maturité _c à 9 (Levin & al., 1991)

Notes. _a=par rapport aux 12 ans ; _b=par rapport aux adultes, _c=par rapport aux 13-15 ans, _d=par rapport aux 13 ans

Figure 8: Données développementales de tâches d'inhibition (extrait de Roy, 2008)

Dans l'évaluation neuropsychologique et psychomotrice des troubles attentionnels de l'enfant de Albaret, Marquet-Doléac et Soppelsa (2010), on retrouve plusieurs des épreuves de l'étude de Roy (2008) pour mesurer l'inhibition : le Test d'appariement d'images, les subtests Statue et cogner & frapper de la NEPSY, Marche-Arrête et Mondes contraires de la TEA-ch et le test Stroop, auxquels ils ajoutent le subtest de la chauve souris de KITAP et l'attention sélective motrice de la Batterie Rapide d'Evaluation des Fonctions Cognitives. Le subtest Attention Auditive et Réponses

Associées est intégré dans la catégorie des tests mesurant l'attention sélective. Cependant selon Shallice et al. (2002), les enfants TDA/H sont en difficulté dans les paradigmes d'attention soutenue car ces derniers mesurent aussi les processus d'inhibition. En effet, ces tâches impliquent généralement une composante d'attention sélective, et donc nécessairement l'inhibition de stimuli non pertinents. Selon ces auteurs, le degré d'inhibition dans les tâches d'attention soutenue est différent selon qu'il faut inhiber la réponse pour une cible qui survient rarement (forte composante inhibitrice), ou répondre à une cible qui survient de manière sporadique (faible demande inhibitrice) et qui est associé au concept de vigilance. Dans leur étude, les enfants TDA/H étaient déficitaires pour ces deux dimensions.

3. Limites des tests des fonctions exécutives

Il est souvent reproché aux tests de rarement mesurer une seule fonction exécutive. Monette et Bigras (2008) ont procédé au recensement d'une soixantaine de tests utilisés auprès d'enfants d'âge préscolaire pour évaluer les fonctions exécutives selon six catégories : inhibition « froide », inhibition « chaude », flexibilité, mise à jour, planification et fluidité. Dans les tests psychomoteurs usuels, il ressort par exemple que l'épreuve du cogner & frapper de la Nepsy teste l'inhibition « froide » et « chaude » mais également la planification, ou encore que pour le test de la statue de la Nepsy, la plupart des études citées n'ont pas trouvé de lien avec l'inhibition « froide » et le lien avec l'inhibition « chaude » n'a pas été étudié alors que les liens avec la planification et la flexibilité ont bien été démontrés. Pour ce dernier test, les auteurs reconnaissent pourtant la validité et l'utilité clinique de ce test pour le diagnostic du TDA/H.

A ce titre, Barkley (2018) propose le syllogisme suivant :

1. Le cortex préfrontal est le « cerveau exécutif » et le principal site qui soutient les fonctions exécutives
2. Le TDA/H est précisément un trouble des réseaux du cortex préfrontal
3. Mais, seule une minorité des profils TDA/H présente une perturbation lors de tests évaluant les fonctions exécutives
4. Donc le TDA/H n'est pas un trouble des fonctions exécutives (Nigg et al. 2005).

Selon ce chercheur, cette dernière conclusion n'est logique que si les tests utilisés actuellement sont les plus pertinents pour évaluer les fonctions exécutives, ce qui n'est pas le cas, toujours selon lui. En effet, les tests actuels présentent des

faiblesses d'ordre conceptuel dans la mesure où :

- Ils sont largement corrélés au niveau du quotient intellectuel
- Ils ne durent qu'une demi-heure quand les comportements humains orientés vers un but durent de plusieurs heures jusqu'à plusieurs mois en grandissant. De ce fait, ils ne parviennent pas à mesurer ce pour quoi les fonctions exécutives sont façonnées
- Ils ne prennent pas en compte les facteurs sociaux auxquels les fonctions exécutives sont destinées, comme par exemple la réciprocité ou la coopération
- Ils n'évaluent pas l'autorégulation émotionnelle
- Ils ne parviennent pas à faire le lien entre fonctions exécutives et culture.

Ces remarques expliquent l'importance de l'approche clinique et des questionnaires d'évaluation pour pouvoir poser le diagnostic de TDA/H. Mais cela motive aussi le développement de nouvelles tâches et de nouveaux tests afin de mieux mesurer la complexité des phénomènes cognitifs impliqués et l'interaction entre ces différents phénomènes.

D. Conclusion

Nous avons vu que les modèles de Barkley et Sonuga-Barke ont placé les fonctions exécutives et notamment l'inhibition au cœur de l'explication du TDA/H. Pour valider ces modèles, les recherches se sont appuyées conjointement sur l'imagerie cérébrale et les paradigmes provenant de la psychologie cognitive expérimentale. Ils ont ainsi contribué à modifier les outils d'évaluation et de dépistage et à mieux cibler les méthodes et techniques thérapeutiques pour des déficits spécifiques tels que le TDA/H (Albaret et al. 2010). Comme nous allons le voir dans la partie pratique, les activités proposées à Marc s'inspirent des différents paradigmes ou tests que nous venons de citer ainsi que des protocoles expérimentaux menés par Houdé.

2. Evaluations

a) Comportement général

Marc est un adolescent à l'aise dans les relations sociales, souriant, qui paraît indolent en début de séance mais coopératif et curieux de comprendre les activités proposées. Il est pertinent et réactif lors de l'explication des consignes mais peut présenter de l'impulsivité cognitive et verbale (réponse rapide et erronée, confus dans ses réponses, coupe la parole). En période de latence, il a de l'agitation motrice (tapote des doigts sur la table ou tape des pieds). Durant une activité, l'impulsivité ressort fréquemment, notamment lors d'un traitement d'informations multiples. Elle peut s'accompagner, en cas de difficulté ou d'échec, de la production de gros mots, qu'il tente rapidement de réguler.

b) Bilan psychométrique à 10 ans et 11 mois

Durant le bilan, Marc entre correctement en contact dans la relation duelle et n'éprouve ni gêne, ni timidité, avec un comportement coopératif, appliqué et conciliant. Il est soucieux de ses résultats, il a besoin d'être valorisé et rassuré. Les capacités d'attention et de concentration sont fragiles. Il y a de l'agitation motrice, un côté impatient et impulsif ainsi que de la fatigabilité à l'effort cognitif, il termine l'évaluation épuisé et couché sur le bureau.

ICV : 113	IVS : 108	IRF : 115	IMT : 100	IVT : 114
Similitudes : 14 Vocabulaire : 11	Cubes : 12 Puzzles visuels : 11	Matrices : 12 Balances : 13	Mémoire chiffres: 8 Mémoire images: 12	Codes : 11 Symboles : 14

Les résultats sont hétérogènes et se situent au niveau moyen fort (QIT = 111). Ils mettent en avant de bonnes compétences cognitives verbales et non verbales, équilibrées et supérieures aux attendus, permettant de compenser les troubles des apprentissages, mais avec des fragilités en mémoire auditive et au niveau attentionnel.

c) Bilan orthophonique à 11 ans et 5 mois

Transcription à l'écrit

L'orthographe d'usage est largement insuffisante (-3 DS) et l'orthographe grammaticale montre des difficultés importantes (-3 DS). On retrouve des fautes phonétiques (-3 DS) ainsi que des erreurs de morphosyntaxe (-3 DS).

Lecture

Marc a une rapidité de lecture en-dessous des adolescents de son âge (-3,8 DS). Concernant la qualité, Marc a une lecture hachée avec une ponctuation respectée mais monotone. Enfin on notera des sauts de lignes non auto-corrigés.

Les résultats en compréhension de lecture de Marc se situent autour de la moyenne des adolescents de son âge.

Il en résulte une dyslexie-dysorthographe importante avec une transcription très difficile.

d) Bilans psychomoteurs

(1) Evolution chiffrée

Détails des subtests de la TEA-ch au bilan effectué en 5^{ème} (PC : pourcentage cumulé) :

Attention sélective visuelle (*Recherche dans le ciel*) [PC = 10] :

Marc se montre organisé dans sa recherche (par colonnes, de haut en bas) et vérifie s'il n'en a pas oublié à la fin (par lignes), ce qui entraîne un score-temps déficitaire [PC = 10] mais un seul oubli [PC = 63].

Attention soutenue auditive (*Coups de fusil*) [PC = 17]:

L'agitation motrice est importante, Marc est peu motivé. Rapidement, il se cache la tête dans les bras, comme pour éliminer tout stimulus visuel.

Attention soutenue visuelle, flexibilité (*Les petits hommes verts*) [PC = 20]:

Il fait de nombreuses erreurs [PC = 4], par impulsivité, même s'il essaie de ralentir.

Attention divisée audio-visuelle (*Faire 2 choses à la fois*) [PC = 70]:

Marc se montre plus concentré sur ce test, même s'il va vite.

Attention sélective visuelle (*Carte géographique*) [PC = 54]:

Malgré la saturation des informations visuelles, il reste organisé dans sa recherche.

Attention soutenue et divisée auditive (*Ecouter 2 choses à la fois*) [PC = 100]:

Marc reste bien concentré tout le long de l'épreuve et ne fait aucune erreur. Comme pour l'épreuve « Coups de fusil », il se cache la tête dans les bras.

Inhibition motrice (*Marche-Arrête*) [PC = 6]:

L'impulsivité est trop importante, Marc ne parvient plus à freiner le geste amorcé à partir de la quatorzième partie (sur 20 parties).

Inhibition et contrôle attentionnel (*Mondes contraires*) [Monde endroit : PC = 70 ; Monde envers : PC = 85]: Marc se montre rapide et efficace sur cette épreuve.

Attention soutenue auditive, mémoire auditivo-verbale (*Transmission de codes*) [PC = 77]: Malgré la monotonie et la longueur de l'épreuve, il arrive à rester bien concentré quasiment tout le long, tout en gardant sa tête dans les bras. L'instabilité augmente au fur et à mesure.

Epreuve	08/2013 6A 1M GSM	04/2014 6A 9M CP	01/2015 7A 6M CE1	10/2015 8A 4M CE2	10/2016 9A 3M CM1	04/2018 10A 8M CM2	10/2019 12A 3M 5^{ème}
MOTRICITE							
MABC (MABC 2 pour CM2 et 5 ^{ème})	DM : 5-15 VA > pc 15 EQ > pc 15 T : 5-15	DM > pc 15 VA > pc 15 EQ > pc 15 T > pc 15	DM > pc 15 VA > pc 15 EQ < pc 5 T > pc 15	DM > pc 15 VA > pc 15 EQ > pc 15 T > pc 15	DM : pc 15 VA > pc 15 EQ > pc 15 T > pc 15	DM > pc 15 VA > pc 15 EQ : 9 T > pc 15	DM : pc 1 VA > pc 15 EQ > pc 15 T : 9
GRAPHOMOTRICITE ET GRAPHISME							
Précision visuo-motrice	-1,3	-1	-1,1	-0,7	0,4		
BHK (Ado pour 5 ^{ème})		Q : -1,6 V : -0,2	Q : -3,7 V : -1,4	Q : -3,6 V : -1,9	Q : -4,5 V : -0,3	Q : 0 V : -0,5	Q : -2,1 V : -0,8
CONNAISSANCE DROITE / GAUCHE							
Piaget		NOK autrui	NOK autrui	NOK autrui	NOK autrui	NOK autrui	OK autrui
VISUO-SPATIAL ET VISUO-CONSTRUCTIF							
Cubes (CM2/5 ^{ème} : Nepsy 2)	-0,1		0,1	0,5	0,1	1	0,3
Figure Rey (B puis A depuis CE1)	C : pc 10	C : pc 50 M : pc 90	C : 1,3 M : 0,4	C : 0,7 M : 1,3	C : -0,6 M : -0,8	C : 0,4 M : 2	C : -1,3 M : 0
Puzzles géom. (Nepsy 2)							0,3
PERCEPTION							
Flèches (Nepsy)	0,5				0,9		
Imitation position mains (Nepsy)			0	0,1	-1,4		
ATTENTION ET FONCTIONS EXECUTIVES							
Test 2 Barrages (T2B) *	V1 : -1,4 In1 : -1,7	V1 : 2,3 In1 : 0,7 V2 : 1,9 In2 : 2,3	V1 : 1,6 In1 : 1,1 V2 : -0,8 In2 : 0,2	V1 : 5 In1 : 1,7 V2 : 2 In2 : -6,5	V1 : 3,6 In1 : 0,7 V2 : -1,7 In2 : 1,3	V1 : 1,7 In1 : 0,5 V2 : -0,6 In2 : 0,2	
AA - RA (Nepsy 2 pour CM2)		0,7	-0,8		-0,4	AA : -1 RA : -1	
Tour (GSM/CP : Nepsy puis Tour de Londres)	-0,2	1	Note : 1,2 TR : -0,9 TM : -0,2	Note : 1,1 TR : -0,3 TM : 0,5	K : -0,5 A : 1,6	K : 0,2 A : 1,6	K : -1 A : 0,4
Statue (Nepsy)		0,6	0,6				
Cogner-frapper (Nepsy)			-0,2				
Labyrinthes (CP : Laby 5-12 puis Labyrinthes Porteus)		Err : 0 Inhib : -0,1 Avers : 0,1	> 29	> 29	> 29		
Test Appariement d'Images				TPR : 0,6 TT : 0,9 NR : 0,8 NE : 0,6 IE : 0,3 II : 0,6	TPR : 1,2 TT : 1,1 NR : 1,1 NE : 0,8 IE : 0,4 II : 0,7	TPR : 0,4 TT : 0,1 NR : 1,5 NE : 0,7 IE : 0,9 II : 0,6	
TEA-ch							X

Nota Bene : pour une meilleure lisibilité et du fait de que certains scores bruts ne sont pas communiqués, ils n'apparaissent pas dans ce tableau. Les scores de la TEA-ch sont détaillés ci-dessous.

pc : scores en rang percentile. * : scores en ESIQ (T2B). Tous les autres scores sont en Déviation Standard (DS) et les scores initialement donnés en dégradation sont affichés comme une DS classique.

DM : dextérité manuelle. **VA** : viser/attraper. **EQ** : équilibre. **T** : Total. **Q** : qualité. **V** : vitesse. **C** : copie. **M** : mémoire. **V(1,2)** : vitesse. **In(1,2)** : inexactitude. **TR** : temps réaction. **TM** : temps moteur. **K** : stratégie. **A** : temps. **Err** : Erreurs. **Inhib** : inhibition. **Avers** : aversion pour le délai. **TPR** : temps première réponse. **TT** : temps total. **NR** : réussites en 1^{ère} intention. **NE** : erreurs. **IE** : exactitude. **II** : impulsivité

(2) Evolution qualitative

En motricité globale, les difficultés de Marc fluctuent dans le temps : hormis les items de vitesse unimanuelle et de graphomotricité souvent chutés, l'impulsivité motrice est souvent mise en avant quand les résultats sont déficitaires dans les deux autres types d'épreuves. Au dernier bilan, le score global est situé dans une zone « à risque » de difficulté motrice. Dans l'épreuve d'écriture (BHK), la prise du stylo et la posture sont globalement correctes et la vitesse s'est améliorée au fil du temps. En revanche, la qualité de l'écriture au dernier bilan est de nouveau instable avec des variations de taille des lettres-troncs et des mots, des lettres ambiguës et un manque de parallélisme des lignes.

La connaissance droite/gauche déjà acquise sur soi et par rapport aux objets est maintenant acquise aussi sur autrui au dernier bilan.

Les capacités visuo-spatiales, visuo-constructives et perceptives sont correctes et se sont maintenues dans le temps. Concernant la Figure de Rey, au dernier bilan, en copie comme en mémoire, Marc reproduit d'abord le contour global de la figure puis les détails (type III). Lors de la copie, il se montre peu sûr de lui et se reprend à deux fois pour réaliser certains éléments, ce qui entraîne un résultat brouillon avec quelques mauvais positionnements. La restitution de mémoire est moins confuse, plus structurée mais il manque plus de détails qu'au précédent bilan.

Les capacités de planification (Tour de la Nepsy et Tour de Londres) restent de qualité au cours du temps. Au dernier bilan, malgré une flexibilité correcte, l'impulsivité l'a pénalisé dans les items les plus difficiles.

L'agitation motrice ainsi qu'une fatigue graduelle ressortent souvent lors des épreuves d'attention et d'inhibition des différents bilans. Les résultats sont cependant dans la moyenne et l'évolution des résultats au T2B (2 signes) depuis le CE2 semble traduire une modification et une adaptation de la stratégie adoptée par Marc qui a fini par porter ses fruits. Cependant, il est relevé à chaque passation des signes de fatigue croissants ainsi que de fréquents retours visuels aux modèles. L'épreuve de la TEA-ch, de par sa nouveauté pour Marc, semble avoir constitué une difficulté pour lui dans certains items, comme évoqué plus haut. On constate que l'agitation et l'impulsivité motrices sont fréquentes notamment dans les épreuves longues et monotones. Marc présente aussi des difficultés d'attention dans la modalité plutôt visuelle que auditive. Cependant, il réussit mieux les épreuves d'inter-modalité ou d'intra-modalité qui représentent probablement pour lui des défis à relever.

En conclusion, Marc présente une impulsivité très importante ainsi que des difficultés au niveau de l'attention (visuelle et auditive), de la dextérité manuelle et de l'écriture. On note aussi une fragilité au niveau de la visuo-construction (en 2D) et de la

planification. Les scores ainsi que les observations cliniques faites durant les bilans psychomoteur, psychométrique et orthophonique orientent vers l'hypothèse d'un TDA/H et d'une dysgraphie ainsi que d'un trouble des apprentissages avec déficit de la lecture et de l'expression écrite.

B. Projet thérapeutique en psychomotricité

1. Elaboration du projet thérapeutique

a) Objectifs et axes de prise en charge

L'objectif de ce travail est l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation d'un protocole de rééducation en psychomotricité, ciblé sur le trouble de l'inhibition à destination d'un adolescent porteur d'un TDA/H.

Ce travail se situe à la confluence entre les propositions de remédiation proposées par Barkley pour des enfants TDA/H et les expérimentations envisagées par Houdé pour travailler l'inhibition avec des enfants normotypiques.

Les activités proposées s'efforcent de s'adapter à différentes particularités de Marc concernant :

- ses difficultés relevées lors des bilans et exprimées par Marc (agitation motrice, confusion dans les réponses, gros mots)
- ses forces et centres d'intérêt (musique, géographie, mathématiques, rapidité d'exécution et de réflexion) et ses difficultés de trouble de la lecture et de l'expression écrite
- son niveau intellectuel et scolaire, qui permettent d'avoir une approche métacognitive pour à la fois comprendre le rôle de l'inhibition et augmenter sa capacité à saisir les éléments saillants d'une situation au niveau de la communication verbale (mots clé) et non verbale de ses interlocuteurs et des éléments visuels et auditifs du contexte
- son parcours thérapeutique de plusieurs années en orthophonie et psychomotricité, ce qui peut signifier une trop grande maîtrise des tests et des jeux classiquement utilisés et un besoin constant de nouveauté. L'accent sera mis sur une difficulté croissante dans les tâches proposées.
- ses difficultés attentionnelles sur les versants auditif et visuel. Les activités tenteront ainsi d'alterner ou de coupler ces deux modalités.
- ses difficultés de recherche visuelle en lien avec un trouble oculomoteur.

Enfin, l'alliance thérapeutique est un élément essentiel à la prise en charge. Du fait de la contrainte de temps, il n'y a pas eu la possibilité d'apprendre à mieux le connaître avant de démarrer les séances, c'est pourquoi les échanges portant sur

son mode de fonctionnement et sa personnalité ont eu lieu au fil de l'eau durant les séances et de manière informelle, quand ses réactions ou réponses amenaient naturellement le sujet.

b) Principes rééducatifs retenus

(1) Procédures ascendante et descendante

Comme évoqué plus haut, selon Diamond (2013), le contrôle inhibiteur de l'attention vise une action double : sélectionner des informations, tout en supprimant certains stimuli. Il peut être activé par :

- Un contrôle inhibiteur exogène ou Bottom Up, qui fait référence au traitement d'informations de bas niveau en utilisant les informations sensorielles et perceptives. Une activation répétée permet ainsi l'augmentation des capacités (Deforge, 2011). Sur le plan de la rééducation, cette procédure vise la manipulation et la répétition des informations afin de générer des représentations cognitives élaborées et restaurer les fonctions déficitaires par le biais d'une réorganisation fonctionnelle et structurelle.
- Un contrôle inhibiteur endogène ou Top Down, lorsque le sujet choisit volontairement d'inhiber certaines informations par des représentations cognitives de haut niveau sur des processus sensorimoteurs. Ces stratégies visent la capacité d'autorégulation et une prise de conscience des difficultés (Deforge, 2011). En rééducation, il s'agit d'utiliser les informations du patient sur son propre fonctionnement afin d'influencer sa perception et mettre en place des stratégies alternatives. Cela s'illustre notamment par la métacognition.

(2) Métacognition

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

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

Ces compétences métacognitives, en lien avec les capacités d'autorégulation et de contrôle, sont ainsi étroitement liées aux fonctions exécutives et aux stratégies cognitives, facilitant ainsi le développement cognitif global. La métacognition, comme support à l'intervention cognitive, vise donc principalement la prise de conscience des déficits et le développement de stratégies d'autorégulation telles que le discours interne, le contrôle de l'impulsivité, la résistance à la distraction et l'exécution séquentielle chez le TDA/H.

Parmi les protocoles métacognitifs, on peut citer l'outil PIFAM (programme d'intervention sur les fonctions attentionnelles et métacognitives, Lussier, 2010) qui utilise notamment le modèle Reflecto (Gagné, 2016 in Lussier, 2010), lequel propose des métaphores pour faciliter la compréhension des différentes fonctions cognitives impliquées dans le fonctionnement attentionnel et exécutif. De même, dans le protocole, des métaphores sont utilisées pour expliquer les deux types de système algorithmique et heuristique (**figure 15** et **annexe 5**)

(3) Axes de travail de l'inhibition comportementale

Trois types d'actions peuvent être menés pour aider l'enfant TDA/H à s'assurer une marge de temps entre la présentation de la consigne et sa réponse (Marquet-Doléac et al. 2005 ; Marquet-Doléac, Soppelsa et Albaret, 2010) :

- **Le délai de réponse.** Selon Sonuga-Barke et al. (1992), l'enfant TDA/H n'attend pas, non parce qu'il ne veut pas, mais parce qu'il est incapable de différer sa réponse spontanée. Les moyens d'action pour cette phase peuvent être d'imposer à l'enfant un temps de latence entre le stimulus et sa réponse. On peut proposer une activité perceptivo-motrice où, au cours de la présentation d'une suite de stimuli visuels, l'enfant doit réagir à un signal donné en décalant sa réponse, au signal suivant voire à celui d'après. Dans ce protocole, on utilise notamment cet axe dans les jeux Mot incongru et Switch.
- **L'inhibition de réponse.** Pour cela, l'enfant ne doit pas différer mais inhiber sa réponse spontanée. Dans ce protocole, cet axe est notamment utilisé dans les jeux Mot incongru et Sonnette.
- **La réponse inverse.** Implicitement, les deux fonctions précédentes sont présentes. Il faut pouvoir inhiber la réponse automatique, insérer un délai de réflexion pour appliquer une opération mentale et fournir la réponse adaptée. On peut proposer des jeux de déplacement avec les commandes inversées, la droite devient la gauche, l'avant devient l'arrière. Dans ce protocole, cet

axe est notamment utilisé dans les jeux du Sketch « Sens dessus dessous » et de la sonnette.

Une intervention comparée de l'inhibition cognitivo-verbale et de l'inhibition motrice ne montre pas d'effet différencié, les bénéfices étant observés dans ces deux types d'inhibition, ce qui renforce l'hypothèse du même processus d'inhibition pour l'inhibition cognitivo-verbale et motrice (Noël, 2013). Ainsi le protocole reprend ces 3 axes aussi bien au niveau de l'inhibition motrice que verbale.

(4) Apprentissage opérant

Dans l'apprentissage opérant, la personne maintient un même comportement si elle constate que celui-ci lui est positif. A contrario, elle abandonnera un comportement aux conséquences négatives. La difficulté sera alors d'être capable d'évaluer les conséquences de son comportement, ce qui peut faire défaut chez les patients TDA/H. Ce type d'apprentissage sous-tend différents principes utilisés avec les profils TDA/H, y compris dans ce protocole, tels que les renforcements, l'économie de jetons ou encore le feed-back. De plus, la motivation constitue un axe capital dans les modèles du TDA/H de Barkley et Sonuga-Barke. Les renforcements positifs durant la prise en charge contribuent de fait à favoriser la motivation de l'adolescent TDA/H.

(5) Généralisation des apprentissages

L'une des principales difficultés rencontrées dans la prise en charge du TDA/H repose sur le problème de généralisation, renforcé par un faible niveau d'inventivité (Marquet-Doléac, Soppelsa et Albaret, 2006). Ce processus consiste à débiter l'apprentissage avec un environnement comportant peu de contraintes et des situations simples, pour que le patient puisse acquérir les informations nécessaires. Puis on augmente les contraintes environnementales (distracteurs, double tâche) ou on complexifie les situations. Enfin, on favorise la pratique de la nouvelle compétence dans des conditions variées (transfert) et écologiques (généralisation). Pour Barkley (1997), il est indispensable de multiplier les expériences vécues d'un enfant TDA/H pour l'aider à constituer un stock d'informations opérantes et facilement accessibles. Les activités proposées dans ce protocole cherchent ainsi à varier le type de modalité utilisée mais aussi, pour un même jeu, à le complexifier au fur et à mesure des séances.

(6) Auto-instruction

L'auto-instruction ou auto-verbalisation est une technique décrite par Vigotsky (1934) qui favorise un autocontrôle ou une autorégulation de son comportement. Elle

permet également de fixer son attention. L'enfant apprend à s'autocontrôler via le commentaire intériorisé de sa propre action. Pour Berk et Potts (1991), l'utilisation du soliloque encourage l'enfant à surmonter ses difficultés dans la résolution de problème notamment. La transition précoce du soliloque externalisé au discours internalisé autorise un contrôle moteur et une concentration de qualité supérieure. L'utilisation du soliloque chez les TDA/H est plus retardée (émergence et internalisation). Elle s'explique par un déficit attentionnel qui réduit le rôle du langage sur le comportement mais aussi entrave le passage à l'intériorisation (Marquet-Doléac et al. 2005). Albaret (1996) propose une variante de l'auto-instruction consistant à utiliser des fiches détaillant toutes les étapes du problème à résoudre ce qui permet de suivre pas à pas les étapes de sa réalisation et de limiter son impulsivité. L'objectif est de modifier les automatismes habituels qui empêchent toute élaboration complexe. Le principe de « l'attrape piège » de Houdé et exposé plus loin, paraît relever de ce principe.

En conclusion, l'élaboration du protocole se décompose selon quatre axes :

- l'inhibition comme cible centrale, à partir de modélisations cognitives du TDA/H et de l'inhibition,
- l'utilisation de procédures ascendante et descendante,
- l'utilisation de techniques issues des thérapies cognitivo-comportementales (l'auto-instruction, les renforcements positifs, le feedback, la résolution de problèmes, la métacognition, l'apprentissage opérant et la généralisation des apprentissages),
- l'association d'actions directes de rééducation de l'inhibition en optimisant les fonctions cognitives efficaces et indirectes par l'utilisation d'outils externes et des objectifs de généralisation et de transfert.

c) Choix des activités

Dans le cadre d'un bilan, on distingue en général les mécanismes d'inhibition selon le type de processus auquel il s'applique : moteur lorsqu'il s'agit de la capacité à contrôler son comportement en réfrénant des comportements moteurs automatiques ou prédominants, et cognitif quand cela se rapporte au contrôle des informations que l'on traite. En pratique, les deux versants sont très liés et difficile à distinguer (Noël, 2013). Aussi nous privilégierons, dans l'explication des activités, la distinction par type de réponse inhibée, proposée par Friedman et Miyake (2004), à celle par type de processus.

Comme évoqué dans la partie théorique, les patients TDA/H sont en difficulté sur des tâches d'inhibition de réponses dominantes (*Blocage*) et devraient aussi être en difficulté sur les tâches d'interférence (*Filtrage*). Concernant Marc, ses résultats au T2B sont globalement dans la moyenne, et ceux des épreuves d'attention sélective visuelle de la TEA-ch sont déficitaires en temps mais pas en exactitude, on constate aussi que les subtests de la statue et du cogner & frapper n'ont pas occasionné chez lui de gêne particulière par le passé. Il en résulte que la modalité d'inhibition de Filtrage ne semble pas constituer un problème majeur chez Marc. La prise en charge sera de ce fait plutôt axée sur les modalités de Suppression et Blocage que de Filtrage. Le tableau ci-dessous (**figure 9**) propose une synthèse des modalités d'inhibition mises œuvre dans des subtests utilisés lors du bilan psychomoteur, des paradigmes expérimentaux utilisés pour tester l'inhibition, et enfin dans les activités du protocole de ce mémoire. La **figure 10** présente quelques-uns de ces paradigmes en images (voir aussi **l'annexe 3**).

Test ou paradigme (évaluant l'inhibition ...)		Filtrage	Suppression	Blocage
Attention Auditive , Nepsy (... du geste automatique de réponse)	1			X ?
Réponses Associées , Nepsy (... de la réponse automatique préalablement entraînée)	2		X	
Carte géographique , TEA-ch (... de distracteurs)	3	X ?		
Inhibition , Nepsy2 (... de dénommer la direction, forme / préalablement dénommée)	4		X	X
Laby 5-12 (... d'une réponse motrice impulsive)	5	X ?		
Marche-Arrête , TEA-ch (... de l'avancée automatique de la marche)	6			X
Mondes contraires , TEA-ch (... de dénommer le chiffre / préalablement dénommé)	7		X	X
Recherche dans le ciel , TEA-ch (... de distracteurs)	8	X ?		
Statue Nepsy (... des réponses sans rapport avec la tâche: « ouvre les yeux »...)	9	X		
Stroop (... de la lecture automatique / préalablement entraînée)	10		X	X
T2B (... de distracteurs / préalablement entourés)	11	X	X ?	
TAI (... d'une réponse impulsive)	12	X ?		X
Tour de Londres (... d'une réponse antérieure, impulsivité dans la manipulation)	13		X	X
Amorçage négatif (... pour sélectionner une réponse correcte)	14	X		
Anti-saccade (... d'un mouvement oculomoteur réflexe)	15			X
Effet Simon (... d'une réponse motrice automatique)	16			X
Go/No-Go (... d'une réponse motrice automatique ou prédominante)	17			X
Hayling (... d'une réponse verbale sur-apprise)	18			X
Inhibition proactive et rétroactive (... cognitive d'une réponse plus pertinente)	19		X	
Oubli dirigé (... cognitive de la récupération en mémoire)	20		X	
Stop-Signal (... d'une réponse motrice automatique)	21			X
Task Switching (Difficulté à faire et défaire l'inhibition appliquée)	22		X ?	
Wason Selection Task	23			X ?
WCST (... de stratégie antérieure de catégorisation au profit d'une nouvelle)	24		X	X
Jeu des 5 mots (18, 19)			X ?	X ?
Jeu La France en Musique (1, 2, 4, 10, 22)			X ?	X ?
Jeu Mot incongru (18)				X ?
Jeu Musique Les Gens (6, 17)				X ?
Jeu Sketch (1, 2, 4, 6, 17, 21)			X ?	X ?
Jeu Sonnette (10, 17)				X ?
Jeu Switch (22)			X ?	
Jeu Tri de cartes (24)			X ?	X ?
Jeu Syllogisme (23)				X ?
Jeu Tâche Evans (23)				X ?
Jeu Tâche Bière et Coca (23)				X ?

Figure 9: Récapitulatif des modalités d'inhibition mises en œuvre dans des tests, paradigmes (d'après Miyake et al. 2000 ; Roy, 2008 ; Seguin et al. 2015) et les jeux proposés dans ce protocole

TAI : Test Appariement d'Images. **WCST** : Wisconsin Card Sorting Test.

X ? : Cette donnée n'a pas été retrouvée dans la littérature et constitue ici une hypothèse.

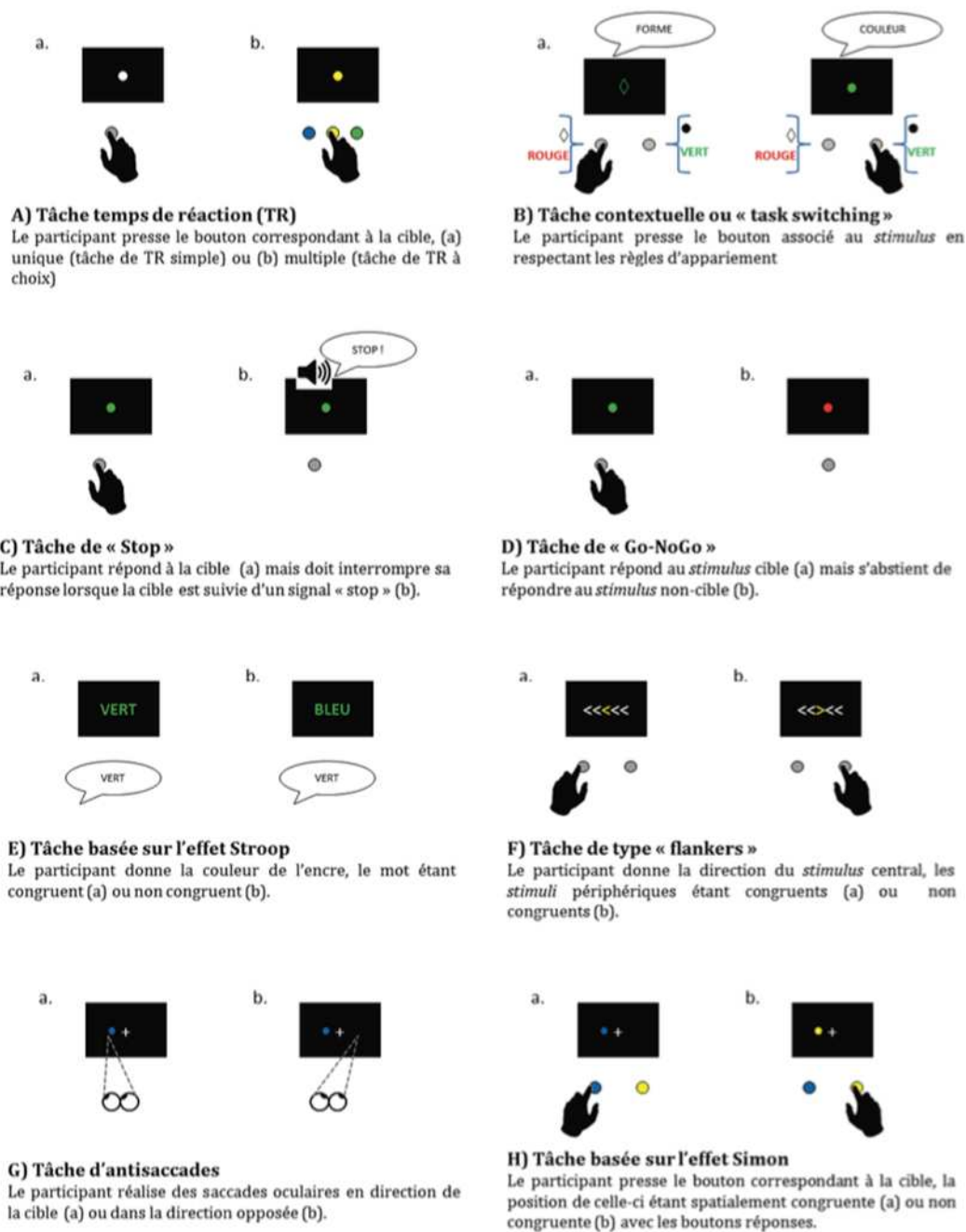


Figure 10 : Principaux paradigmes expérimentaux utilisés pour évaluer le contrôle exécutif de l'action (d'après Favre, 2015)

Quelques précisions sur des tests intégrés dans le tableau ci-dessus et qui habituellement n'évaluent pas l'inhibition : le « Task Switching », la Tour de Londres, le « Wisconsin Card Sorting Test » et la tâche de Wason.

La difficulté des tâches « Task Switching » serait expliquée, entre autres, par la théorie du fonctionnement cognitif général « All-or-none theory » de Diamond (2009). Cette théorie propose un mode de fonctionnement cérébral et cognitif qui serait par défaut général et automatique. Néanmoins, ce dernier peut être modulé par le biais

d'un contrôle conscient mais coûteux pour s'adapter aux contingences environnementales. Ce contrôle serait plus facile à appliquer une seule fois pour tous les essais (changer de la règle couleur à la règle forme en une fois) plutôt que plusieurs fois en fonction des indices externes. En d'autres termes, ces tâches de « Task Switching » seraient difficiles car le sujet doit « faire et défaire l'inhibition appliquée pour surmonter l'inertie attentionnelle » (Diamond, 2009).

Plusieurs stratégies peuvent être utilisées lors de la résolution d'une épreuve telle que la Tour de Londres (Miyake et al. 2000). La stratégie la plus fortement liée à la notion de planification, qui est aussi celle qui permet de résoudre les modèles en un minimum de déplacements, est la stratégie dite de goal-recursion (Miyake et al., 2000). Néanmoins, une stratégie alternative moins exigeante serait employée par la majorité des sujets, celle dite « perceptuelle » (Goel et Grafman, 1995). Dans ce cas, chaque déplacement serait effectué de façon à rendre la configuration plus proche d'un point de vue perceptif de l'état final requis. Or, pour la plupart des problèmes, cette stratégie ne permet pas de satisfaire à la consigne qui est d'effectuer un nombre minimal de permutations. Dans cette perspective, l'inhibition est requise pour résister à la tendance naturelle de déplacer les boules selon la stratégie perceptuelle. De fait, Miyake et al. (2000) ont montré que l'inhibition contribue aux performances de jeunes adultes dans une version informatisée de la Tour de Hanoï au cours de laquelle aucune indication n'était fournie aux sujets quant à la stratégie à adopter. Sous cette dernière condition et selon Goel et Grafman (1995), la Tour de Hanoï ne doit pas être envisagée comme évaluant la planification ; ce serait également le cas pour la Tour de Londres (Murji et DeLuca, 1998).

A l'origine, le Wisconsin Card Sorting Test a été élaboré afin d'évaluer la flexibilité cognitive de populations adultes « normales » (Dempster, 1992), i.e. l'aptitude à changer de stratégie cognitive en réponse aux modifications de l'environnement. Deux mesures principales sont habituellement considérées, qui reflètent des mécanismes partiellement différents : le nombre de catégories accomplies (i.e. le nombre de règles pour lesquelles le critère de dix classements consécutifs corrects a été atteint), permettant d'évaluer la flexibilité ; et le nombre d'erreurs de persévération, permettant d'appréhender l'efficacité de l'inhibition des réponses précédemment valides. Outre la fonction de flexibilité cognitive, ce type d'épreuves implique ainsi l'inhibition de choix stratégiques devenus non pertinents, au profit d'une nouvelle stratégie (Houdé et al., 2003).

Houdé (2000) a étudié l'impact au niveau cérébral d'un apprentissage de l'inhibition de la stratégie perceptive lors de tâches de logique déductive. Il s'est intéressé notamment à la tâche de Wason que nous aborderons dans le protocole. Le

protocole intègre plusieurs de ses expérimentations menées dans des domaines tels que la construction de l'objet, le nombre, la catégorisation ou le raisonnement de l'enfance à l'âge adulte, au travers des activités suivantes : Syllogisme, Tâche Evans et Tâche Bière et Coca, Tâche de Wason.

2. Description du protocole

Le protocole comporte une séance de test, six séances de prise en charge et une séance de retest pour évaluer les effets de l'intervention sur les capacités d'inhibition.

Chaque séance commence, le cas échéant, par un rappel de ce qui a été vu la fois précédente, une partie métacognitive puis une partie rééducative. Les difficultés d'inhibition rencontrées par Marc dans son environnement peuvent être abordées de manière informelle avant ou après les activités, selon ce que l'on souhaite travailler ou ce que l'on a pu observer, avec comme objectif que Marc puisse se saisir de ce qu'il expérimente et le mettre en œuvre au quotidien.

a) Séance test

Le choix des tests a été guidé par une triple contrainte : de temps (respecter la durée d'une séance de 40 minutes), de contenu (mesurer l'inhibition), de nouveauté (éviter l'effet retest). Le choix a donc été porté sur les tests suivants : le Stroop, l'Inhibition de la Nepsy 2 et le Laby 5-12 (standard). Les résultats du subtest Marche-Arrête de la TEA-ch du dernier bilan seront repris et intégrés comme ligne de base pour la comparaison avec le retest de fin de protocole. Bien que les études aient montré que les profils TDA/H n'ont pas de déficit concernant l'effet d'amorçage négatif (Friedman et Miyake, 2004), j'ai souhaité le tester dans ce protocole. Une planche supplémentaire du Stroop a ainsi été créée pour le besoin du protocole, pour évaluer l'effet de l'amorçage négatif (**annexes 3 et 6 et figure 11**). Cette planche n'est pas étalonnée mais l'objectif est de voir si les performances entre les 2 séances de test et retest se sont améliorées chez ce patient. Les tests ont été passés dans l'ordre suivant : Stroop « classique » (4 planches), Inhibition de la Nepsy 2, Planche supplémentaire du Stroop, Laby 5-12 (voir **figures 12, 13 et 14** pour les résultats).



Figure 11 : Protocole en amorçage négatif avec une tâche de type Stroop
 La situation contrôle correspond à une tâche classique interférente. Dans la situation test, le nom de couleur ignoré à l'essai n-1 correspond à la cible « couleur de l'encre » de l'essai n. Un ralentissement dans cette condition par rapport à la condition contrôle illustrerait le coût lié à la levée d'inhibition, permettant de confirmer que le mot de couleur doit être inhibé lorsqu'il y a interférence (extrait de Krakowski, 2015).

Note	Nombre de mots lus		Nombre d'erreurs		Interférence	
	Brute	DS	Brute	DS	Brute	DS
Lecture du mot (en noir)	106	0,4	3	- 0,7		
Lecture du mot (en couleur)	101	0,4	1	0,6		
Dénomination de la couleur du trait	66	0,2	5	0	23	0,8
Dénomination de la couleur du mot	43	0,8	28	- 5,4		
Dénomination de la couleur du mot avec amorçage négatif	36	N.A.	9	N.A.	N.A.	N.A.

Figure 12 : Résultats de Marc au test Stroop

Marc tapote des doigts sur la table entre chaque épreuve et anticipe les consignes. Contrairement aux 3 premiers items, il fait, dans la quatrième épreuve, beaucoup plus d'erreurs que d'hésitations et celles-ci se situent plutôt dans les derniers mots lus. Une saturation de la capacité cognitive pourrait expliquer cette impulsivité. Par ailleurs, il se rend compte systématiquement de ses erreurs, s'énerve et s'apostrophe. Il est curieux de noter que Marc, qui a des difficultés de lecture, lit moins vite et fait davantage d'erreurs à l'épreuve de dénomination des couleurs. De même que pour le dernier item avec amorçage négatif, il sera intéressant de comparer ces résultats bruts à ceux du retest.

	Total Durée Exécution		Total Erreurs	Total Erreurs Non Corrigées	Total Erreurs Auto-corrigées	Comparaison IND-INI		Comparaison INI-INC	
	NE NB	DS	RP NB	RP NB	RP NB	NE	DS	NE	DS
Dénomination (IND)	12 37	0,7	2-5 2	< 2 2	51-75 0	9	- 0,3		
Note composite (IND)	6		-1,3						
Inhibition INI	13 44	1	11-25 4	6-10 4	51-75 0			5	
Note composite (INI)	8		- 0,7						
Changement (INC)	11 79	0,3	< 2 14	< 2 12	51-75 2				
Note composite (INC)	5		-1,7						

Figure 13 : Résultats de Marc au subtest Inhibition de la Nepsy 2

NB : note brute. **NE** : note étalonnée. **DS** : déviation standard. **RP** : rang percentile

La vitesse d'exécution de l'exercice augmente avec le niveau de difficulté de la tâche. Les 2 erreurs commises dans la première partie IND traduisent une certaine précipitation et font chuter la note composite. En comparaison, les résultats sont donc meilleurs à la deuxième partie INI et montrent que Marc n'a semble-t-il pas de difficulté dans l'inhibition de réponses prédominantes. En revanche, à la dernière partie INC, il commet beaucoup d'erreurs (RP < 2). Il faut noter que Marc ne corrige que 2 de ses erreurs. Peut-être est-ce dû au fait que ce test a été passé après le Stroop où il est demandé à l'enfant de ne pas corriger ses erreurs. Il est possible que Marc ait maintenu cette règle dans la mesure où les consignes du subtest de la Nepsy 2 ne précisent pas que l'on peut s'auto-corriger.

	Distances en Plus	Temps Total (en s.)	Lignes Coupées	Mauvaises Directions
NB / DS	108	384"	5	11
Indice d'erreur général	4,2 / - 0,3 DS			
Indice inhibition	1,7 / - 0,9 DS			
Indice aversion délai	0,8 / 0,3 DS			

Figure 14 : Résultats de Marc au Laby 5-12

Les résultats à ce test sont corrects alors même que Marc n'aime pas ce type de jeu et que ses précédents résultats aux labyrinthes de Porteus ont systématiquement été déficitaires. L'indice d'inhibition indique une fragilité : il s'engage quasi systématiquement dans les impasses présentant des ramifications et ne réalise que tardivement son erreur. C'est dans le premier labyrinthe avec amorçage négatif (le 6) qu'il parcourt la quasi moitié des distances en plus (46) et met le plus de temps (57"). La nouveauté et les contraintes propres à la construction de ce labyrinthe l'ont mis en difficulté mais il a été capable de se remobiliser et trouver des stratégies pour faire face à la complexité croissante (prise du stylo en position médiane pour faciliter

la recherche, arrêt aux intersections, observation du labyrinthe avant de commencer, soliloque, dessin d'un smiley à la fin de chaque labyrinthe). Au dernier labyrinthe, il s'insulte quand il pense s'être trompé. On notera enfin que la forme circulaire des labyrinthes ne le met pas spécifiquement en difficulté.

Ces trois épreuves indiquent que Marc présente un trouble de l'inhibition, sur les versants cognitif, verbal et comportemental. Il fait aussi preuve de flexibilité et de persévérance. Ces éléments permettent de confirmer les axes de prise en charge choisis.

b) Séance 1

a. Expérimenter une heuristique via un syllogisme

(a) Toutes les roses sont des fleurs, (b) certaines fleurs fanent vite, donc (c) certaines roses fanent vite. Est-ce que cet argument est valide sur le plan logique ? La conclusion découle-t-elle des affirmations ?

Marc répond « oui et non ».

(a) Les éléphants sont des mangeurs de foin, (b) Les mangeurs de foin ne sont pas lourds. Est-ce que cela veut dire que (c) les éléphants sont lourds ?

Il répond « oui » puis « non car on ne peut pas déduire la 3^{ème} phrase des 2 premières ».

Si la conclusion est crédible (« certaines roses fanent vite », « les éléphants sont lourds »), les personnes (adultes dans le premier cas, et enfants dans le second) l'acceptent sans examen et ne s'alertent qu'en cas de conflit entre la conclusion et leurs croyances ou connaissances habituelles. Il a été démontré que la difficulté de ce type de tâche, au cours du développement, est de parvenir à inhiber le contenu sémantique de la conclusion. Du point de vue logique, la validité d'un raisonnement dépend de la structure de l'inférence et non de contenu de la phrase, i.e. la sémantique. Ici nos connaissances générales sur le monde court-circuitent la logique. Notre Système 1 est « biaisé pour croire » que les éléphants sont lourds ou que certaines roses fanent vite (sa mémoire associative l'y incite), car il fonctionne automatiquement et rapidement, avec peu ou pas d'effort (Houdé, 2018).

b. Explication des 3 systèmes

Le Système 1 fonctionne automatiquement et rapidement, avec peu ou pas d'effort et aucune sensation de contrôle délibéré. Le Système 2 accorde de l'attention aux activités mentales contraignantes qui le nécessitent, y compris des calculs complexes. Le fonctionnement du Système 2 est souvent associé à l'expérience subjective de l'action, du choix, et de la concentration. (Kahnemann, 2012)

Le Système 2 est beaucoup trop lent et inefficace pour pouvoir remplacer le Système 1 dans la prise de décisions de routine. Le plus adapté est de trouver un compromis : il faut apprendre à reconnaître les situations propices aux erreurs, et mieux veiller à éviter les grosses erreurs quand les enjeux sont importants (**figure 15** et **annexe 5**).

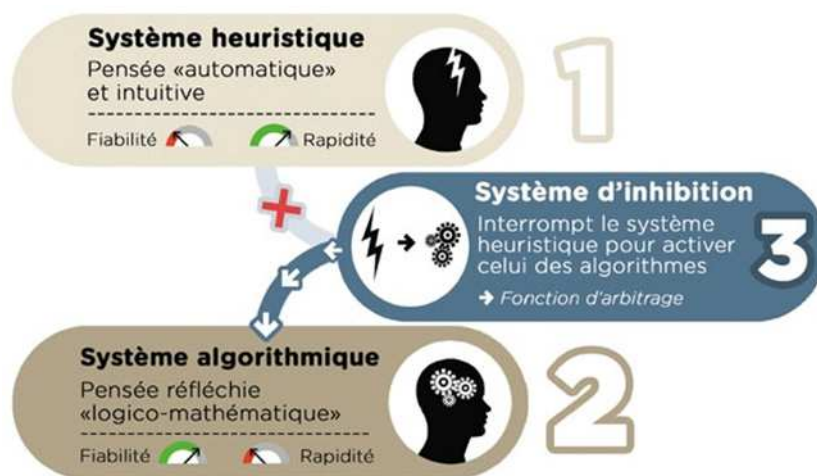


Figure 15 : Les trois systèmes cognitifs (Houdé, 2019)

c. Illustration des stratégies algorithmique et heuristique dans la tâche piagétienne de conservation du nombre

Marc est devant 2 rangées de même longueur mais de couleur différente de 7 jetons.
Est-ce qu'il y a le même nombre dans les deux lignes ? « Oui »
Puis on écarte les jetons de la deuxième rangée.
Est-ce qu'il y a le même nombre dans les deux lignes ? « Oui »
Un enfant de 4-5 ans aurait répondu « il y a plus de jetons là où c'est plus long ».
Est-ce que tu as une idée de ce qui l'induit en erreur ? « C'est la longueur. »

L'enfant de 4-5 ans donne cette réponse qui fait appel à une heuristique « longueur = nombre ». Alors qu'un enfant de 6-7 ans répond généralement qu'il y en a autant car l'adulte n'en a pas ajouté ou enlevé. Pour Piaget (1966), avant 6-7 ans, l'enfant n'a pas acquis le concept de nombre mais il a été démontré depuis que les nourrissons

de 4-5 mois sont capables de capacité numérique (Wynn, 1992). Le problème ne vient pas de la notion de nombre mais de la capacité à inhiber une stratégie perceptive inadéquate, qui fonctionne habituellement. Ainsi l'enfant de 6-7 ans est capable de corriger, annuler par l'opération inverse, i.e. par l'opération mentale de l'action de rapprocher les jetons. Il inhibe ainsi l'heuristique « longueur = nombre » et utilise l'algorithme de comptage (Houdé et Guichart, 2001) (**annexe 7**).

d. Jeu « switch »

Le but du jeu est de se débarrasser de l'ensemble de ses cartes. Celles-ci comportent soit un animal coloré avec une couleur de fond différente, soit des flèches « carte switch » (**figure 16**). A tour de rôle, chaque joueur retourne la carte qui est sur le dessus du paquet et la pose devant lui. Si les deux cartes retournées représentent le même animal, il faut attraper le plus vite possible le totem (objet à saisir posé au milieu de la table) et donner alors l'ensemble de ses cartes retournées à l'autre joueur. Si un joueur attrape le totem par erreur, il récupère toutes les cartes déjà retournées. Lorsqu'une carte switch est retournée, la règle change. Il ne faut plus comparer les animaux mais la couleur du fond des cartes (et non la couleur des animaux). Si on retourne une nouvelle carte switch, la règle s'inverse à nouveau et il faudra comparer les animaux.

Marc trouve ce jeu facile et le compare au jeu Jungle Speed qu'il apprécie. Il trouve ses stratégies pour gagner en rapidité.

Puis une règle vient s'ajouter aux précédentes: si les cartes présentent les mêmes animaux avec un même fond de couleur, alors il ne faut pas attraper le totem.

Marc s'est trompé 2 fois avec cette règle mais ne fait pas de confusion avec la couleur de l'animal.



Figure 16: Exemples de cartes « animal » et « flèche » du jeu Switch

c) Séance 2

a. Illustration des deux stratégies avec la tâche d'inclusion de Piaget

Marc a devant lui, posées sur la table, 8 marguerites et 2 roses dessinées.

Y a-t-il plus de marguerites ou plus de fleurs ?

Marc répond : « Plus de fleurs parce les fleurs sont les deux. »

Des marguerites et des roses supplémentaires sont disponibles sur le bureau.

Crois-tu que l'on puisse faire quelque chose pour avoir plus de marguerites que de fleurs ?

Marc répond : « Non, ce n'est pas possible ».

Pour éviter ce biais perceptif et donc la compétition entre les systèmes 1 et 2, on pourrait par exemple poser la question sans qu'il y ait de support visuel : « Si j'avais 8 marguerites et 2 roses, est-ce que j'aurais plus de marguerites ou plus de roses ? », ce qui permet d'activer l'algorithme plus facilement.

La réponse à la première question d'un enfant de 4-5 ans serait qu'il y a plus de marguerites, c'est une erreur d'intuition perceptive de sous-classes (ici les roses et les fleurs), en raison de la saillance visuelle et spatiale des 10 marguerites par rapport aux 2 roses. A contrario, un enfant de 6-7 ans (stade pré-opératoire) aurait donné la bonne réponse, à savoir qu'il y a plus de fleurs que de marguerites parce que les roses sont aussi des fleurs, ce qui montre que la logique de catégorisation est acquise. Cependant lorsque l'on pose la deuxième question proposée par Markman (1978), à des enfants entre 7 et 12 ans, qui ont bien répondu à la première, ils répondent le plus souvent « Tu n'as qu'à rajouter des marguerites ou enlever des roses. ». L'échec à ce type de tâche révèle moins l'incapacité de l'enfant à comprendre la logique sous-jacente comme Inhelder et Piaget (1964) l'avaient affirmé mais davantage l'incapacité à résister à une interférence (Dempster, 1995). Dans la tâche classique d'inclusion de Piaget, l'enfant jusqu'à 7 ans ne parvient pas à inhiber la comparaison perceptive directe des extensions spatiales (10 marguerites vs 2 roses). La prégnance perceptive ici est créée par le grand nombre de marguerites par rapport au nombre de roses. Dans la seconde tâche, l'enfant, jusqu'à 12 ans, ne parvient pas à inhiber le schème mathématique sur-appris à l'école comme à la maison, « pour avoir plus de, on ajoute et pour avoir moins de, on enlève », suractivée par la question posée (Houdé 2017, 2019) (**annexe 7**).

b. Jeu des 5 mots

1^{ère} étape : Eloïse va sortir quelques instants de la salle, je vais te donner à l'oral 5 mots, et dès que je t'en donne un, tu me dis le premier mot qui te vient à l'esprit. Puis Eloïse va revenir et je vais lui donner les 5 mêmes mots, elle va aussi me donner le premier qui lui vient à l'esprit et le but c'est que vous ayez un mot en commun.

2^{ème} étape : Maintenant je vous donne la règle à l'un puis à l'autre. (Eloïse sort.) Je vais te donner les mêmes mots que tout à l'heure, sauf que cette fois-ci, il faut que tu me dises un mot différent de ceux que tu as cités ou entendus tout à l'heure, il peut être tout à fait loufoque.

Marc fait l'exercice puis Elodie revient et je lui donne la même règle qu'à Marc.

Ci-dessous les mots donnés par le patient Marc et la psychomotricienne Eloïse :

Liste de mots	1 ^{ère} étape		2 ^{ème} étape	
	Marc	Eloïse	Marc	Eloïse
Droite	Gauche	Gauche	Loufoque	Vert
Manger	Nourriture	Boire	Lumière	Jeu
Arbitre	Siffler	Loi	Mur	Lampe
Soleil	Lumière	Lumineux	Eau	Conduire
Téléphone	Appel	Appel	Table	Eau
<i>Tps mis en s.</i>	22"	27"	25"	33"

Dans la deuxième étape, pour trouver des mots, Marc reprend un mot de la consigne, s'inspire de l'environnement ou fait des associations d'idées. Les mots « eau » et « table » sont cependant proches des mots « soleil » et « téléphone ».

c. Tâche de Evans (1998)

Marc a des carrés, ronds et losanges de couleurs différentes (rouge, jaune, bleu et vert). Quatre problèmes lui sont exposés successivement où il lui est demandé de sélectionner 2 formes parmi celles présentées rendant la règle vraie pour les deux premiers problèmes et fausse pour les deux derniers (voir les réponses en **annexe 8**):

- S'il y a un carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite
- S'il y a un carré rouge à gauche, alors il n'y a pas de cercle jaune à droite
- S'il y a un carré rouge à gauche, alors il n'y a pas de cercle jaune à droite
- S'il n'y a pas de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite

Cette activité met Marc en difficulté. Dans la mesure où il aime bien dessiner, on essaie de faire un problème similaire avec des éléments plus parlants que l'on

dessine : « il y a un carré rouge » devient « le chien a faim », « il y a un cercle jaune » devient « le chien fugue » puis on repasse sur le problème initial à la demande de Marc.

Au premier problème, Marc place le carré rouge à droite puis à gauche, et place le cercle jaune à gauche.

Au second problème, Marc prend le carré rouge en même temps qu'il lit : « alors il y a » au lieu de « il n'y a pas » et met le cercle jaune à droite. Puis il se reprend, ne veut rien placer puis choisit de placer tous les cercles sauf le jaune puis se ravise et comprend qu'il peut mettre toutes les figures hormis le cercle jaune.

Au troisième problème, il lui est conseillé de bien lire la consigne jusqu'au bout. Il propose 2 solutions : le carré jaune à gauche et le cercle vert à droite ; le carré rouge à gauche et le cercle jaune à droite.

Au quatrième problème, Marc se précipite de nouveau et ne lit pas le deuxième paragraphe, il n'infirme pas la règle comme demandé et propose : carré jaune à gauche et cercle jaune à droite. Puis il se reprend et met un cercle vert à droite.

Les trois premiers problèmes sont souvent réussis alors que 90% des adolescents et adultes échouent au quatrième problème, alors que ce n'est pas techniquement plus compliqué. Le psychologue Evans (1998) s'est rendu compte que les personnes répondent à cette question « un carré rouge à gauche et un cercle jaune à droite », en pensant donner la bonne réponse. Du fait qu'il y a une négation au début, pour rendre la règle fausse, les personnes choisiraient d'apparier exactement leur réponse avec les deux formes citées dans la règle. Ce n'est pas la bonne réponse, mais une erreur de logique appelée « biais d'appariement » par Evans, déclenché ici par la présence d'une négation, qui pousse la personne à focaliser son attention sur ce qui est nié. Il faut donc éviter de se laisser piéger par la perception des éléments cités dans la règle (un carré rouge et un cercle jaune) mais raisonner selon la table de vérité logique (**annexe 9**), en choisissant une situation où l'antécédent de la règle est vrai et le conséquent faux. Ici la logique consiste à s'abstraire de la perception des éléments cités, soit inhiber le biais d'appariement perceptif.

On note que, au cours de cette séance, Marc a dit 3 gros mots.

d) Séance 3

a. Règle à suivre pour la séance

Les difficultés d'inhibition verbale (en particulier les gros mots) étant très présentes chez Marc, nous commençons la séance en discutant des problèmes que cela peut lui occasionner au collège. Il lui est alors proposé pour chaque gros mot qu'il a

l'habitude de prononcer, de choisir un autre mot, proche sur le plan phonétique et socialement plus acceptable. Un objet en forme de chat, qui peut faire un bruit strident et désagréable, est posé en face de lui. Il permet de maintenir son attention sur le respect de cette nouvelle consigne durant nos séances.

b. Jeu Bière et Coca

Marc a devant lui 4 cartes différentes dont la face visible affiche respectivement : « 16 ans », « 22 ans », une bière et un coca (**figure 17**).

Imagine que tu es policier et que tu dois donc t'assurer du respect de la loi. Les cartes en face de toi ont des informations sur 4 personnes assises à une table.

D'un côté, il y a l'âge de la personne, et de l'autre, il y a un dessin de la boisson qu'elle est en train de boire. La règle est la suivante : « Si la personne boit de la bière, alors elle doit avoir plus de 18 ans. ». Tu dois sélectionner la ou les cartes qu'il faut nécessairement retourner pour déterminer si les personnes respectent bien la loi. Il ne faut pas retourner de carte inutilement, ni oublier d'en retourner une.

Marc a aussi les cartes-réponses correspondant aux quinze solutions possibles, selon que l'on retourne 1, 2, 3 ou les 4 cartes.

Tu as ici toutes les réponses possibles. Dans ce type de tâche, il y a un piège. Pour t'aider à éliminer les mauvaises réponses, i.e. inhiber l'heuristique et activer l'algorithme, on va utiliser l'attrape-piège. Il y a une partie hachurée sous laquelle on place le ou les pièges et un rond central dans lequel la réponse correcte peut être placée. La partie hachurée est transparente, elle matérialise le processus d'inhibition. Quand on soulève la partie hachurée pour y placer une réponse fautive, le piège est « attrapé ». On continue donc de chercher tout en conservant en mémoire l'historique de ses erreurs.



Figure 17: Dispositif pour le Jeu Bière et Coca (attrape-piège et les 4 cartes)

La partie hachurée transparente matérialise le processus attentionnel d'inhibition, et la partie ronde centrale représente le processus attentionnel d'activation.

Ce jeu reprend la tâche de Griggs et Cox (1982).

Marc donne rapidement la bonne réponse (« 16 ans » et « Bière »), sans avoir recours aux cartes réponses ou à l'attrape-piège.

c. Jeu Sonnette

Sur ordinateur défilent automatiquement toutes les 2 secondes, des planches faisant apparaître le dessin d'une sonnette et/ou le(s) mot(s) « GAUCHE », « DROITE » ou « DRING ». Les mots « GAUCHE », « DROITE » sont écrits obligatoirement à droite ou à gauche de l'écran (et non au milieu). Les mots ainsi que le dessin de la sonnette peuvent varier de taille, par contre la police utilisée pour les mots ne change pas pour éviter que les difficultés de lecture de Marc ne perturbent le jeu (voir un exemple en **annexe 10**).

Les règles sont les suivantes selon que sur la planche se trouvent :

- le mot « DRING » et le dessin de la sonnette, alors il faut dire « DRING »,
- le mot « GAUCHE » ou « DROITE » et le dessin de la sonnette, alors il faut lever la main correspondant à l'emplacement du mot sur l'image (et non le sens du mot, i.e. si le mot « GAUCHE » apparaît à droite de la sonnette, il faut lever la main droite),
- aucun dessin de sonnette sur l'image, alors on ne fait rien.

Nous commençons par un essai de 5 planches: Marc ne fait pas d'erreur. Pour les 30 planches suivantes, il ne fait qu'une seule erreur (prononce le mot « DRING » alors que la réponse attendue est de ne rien faire). Il ne commet pas d'erreur aux items avec distracteur sonore (**annexe 11**).

Il faut noter que cette activité a été proposée à d'autres patients adolescents présentant soit un TDA/H, soit un TDA, soit un trouble du spectre autistique léger et on a pu noter des différences notables dans les réactions face aux distracteurs, dans les temps de réaction, les confusions orales (dit « DROITE » ou « GAUCHE » alors que seul le mot « DRING » est attendu) ou motrices (déplace sa main gauche à droite du corps quand voit le mot « GAUCHE » écrit à droite de l'écran).

d. Jeu Mot incongru

Sur une durée de 2 minutes, Marc doit d'abord compléter à l'oral un maximum de phrases à la fin desquelles il manque le dernier mot, sachant que le contexte de la phrase ne laisse pas ou peu d'alternative. Dans un second temps, Marc doit compléter les mêmes phrases mais cette fois-ci avec un mot qui n'a aucun rapport avec le contexte de la phrase (**annexe 12**).

Marc complète 27 phrases à la première étape et 16 à la seconde. Dans cette deuxième épreuve Lorsqu'il faut inhiber le mot qui vient automatiquement à l'esprit, Marc se précipite : plusieurs mots sont proches du mot « interdit » sur le plan sémantique (**annexe 13**).

e) Séance 4

a. Attrape-piège avec orthographe

Aujourd'hui, on va utiliser l'attrape-piège pour un problème d'orthographe que l'on fait souvent à ton âge et encore à l'âge adulte. La règle est la suivante : « Pour accorder un verbe, il faut rechercher le sujet. » Mais attention, il y a un piège qui consiste à accorder le verbe au mot écrit juste devant sans avoir vérifié quel est le mot qui commande l'accord. Si on ne regarde que le mot juste avant, on peut se tromper. Pour penser à ne pas tomber dans le piège, tu vas utiliser l'attrape-piège et des cartes-réponses verte et rouge. Voici la carte verte : c'est la bonne stratégie, celle à adopter. Elle a deux faces. D'un côté, c'est la règle écrite : « Je vérifie et j'accorde avec le mot qui commande le verbe ». Puis regarde maintenant, de l'autre côté, il y a écrit : « J'identifie le verbe et je recherche le mot qui commande le verbe ». Voici la carte alerte rouge : c'est la mauvaise stratégie, celle que je dois rejeter. Elle a aussi deux faces. D'un côté, c'est la règle écrite : « Comme je ne vérifie pas, j'accorde avec le mot devant ». Et de l'autre côté, il y a écrit : « J'identifie le verbe et j'accorde toujours avec le mot devant ». Pour éviter de tomber dans le piège, il faut mettre la carte rouge qui est la mauvaise stratégie sous les rayures et la carte verte qui est la bonne stratégie au milieu dans le rond blanc. Attention ! Tu ne dois pas aller trop vite ! Sinon tu risques de tomber dans le piège qui est de se dire : « Comme souvent, le verbe s'accorde avec le mot placé juste devant ».

Les cartes-réponses avec les 6 phrases à compléter sont données à Marc (**figure 18**).

Marc donne directement une seule réponse et ne montre pas qu'il a des doutes. La réponse donnée est bonne pour 3 phrases. Pour les 3 autres, il accepte de remplir les cartes-réponses avec les autres réponses possibles et utilise l'attrape-piège. Marc a paru agacé par cette tâche qui met en jeu ses capacités en orthographe. Je lui explique que j'avais hésité à le faire avec des problèmes de mathématiques mais que j'ai fait l'hypothèse que cette activité pourrait l'aider dans ses devoirs à rendre au collège.

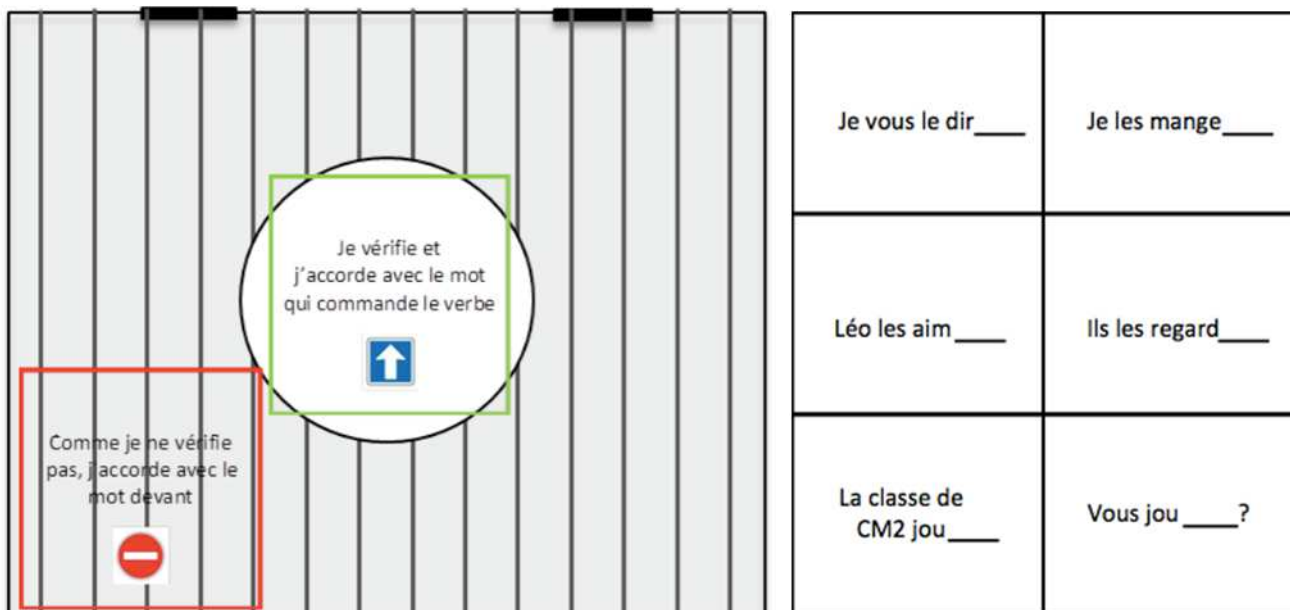


Figure 18: Dispositif avec l'attrape-piège et les cartes-réponses (en rouge, la stratégie heuristique, et en vert, la stratégie algorithmique (d'après Lubin et al. 2012)

b. Jeu Musique Les Gens

A l'écoute de la chanson « Les gens » de Christophe Maé, Marc doit taper avec une gomme sur la table à chaque fois qu'il entend le mot cible « gens » et uniquement lorsqu'il entend ce mot, et non d'autres mots homonymes ou qui contiennent le même son (**annexe 14**).

Puis à la deuxième écoute de la chanson, cette fois-ci, dès qu'il entend un distracteur fait par l'expérimentateur juste avant le mot (tapotement des doigts sur la table), il doit inhiber son geste (**annexe 15**).

Durant la première phase Marc tape souvent en décalé, ce qui génère des erreurs. Il prononce 2 gros mots. Il n'a évoqué aucune difficulté à la deuxième étape. Le distracteur a été choisi pour attirer son attention sur ce geste qu'il fait de manière quasi-automatique quand il s'impatiente.

c. Jeu des 5 mots

Les consignes du jeu ont changé : il faut garder en tête le mot qui vient spontanément et restituer les 5 mots, dans l'ordre, à la fin de l'énoncé de la liste.

Une première liste de mots (liste A) est donnée à Marc pour s'entraîner. A la fin de l'énoncé des 5 mots, il restitue ses mots sans difficulté. En revanche, il éprouve des difficultés lors de la deuxième liste (liste B) : il ne parvient pas à faire appel à sa mémoire et il est nécessaire de répéter les mots de la liste pour qu'il puisse retrouver ses propres mots. L'ordre des mots n'est pas respecté. On cherche ici à travailler l'inhibition proactive lorsque Marc récite la liste B (**annexe 3**) mais il semble que la

difficulté qu'il rencontre ici relève davantage de la mémoire de travail que d'une interférence proactive, bien qu'elles soient toutes deux liées.

Liste A (entraînement)		Liste B	
Mots lus	Réponses de Marc	Mots lus	Réponses de Marc
Soleil	Lumière	Chaise	Table
Manger	Nourriture	Tendresse	Amour
Droite	Gauche	Bouquet	Fleur
Castres	Ville	Haut	Verre (pour « eau »)
Maison	Habitation	Homme	Femme

La situation sanitaire actuelle n'a pas permis la poursuite de ce protocole. Aussi, les 2 dernières séances et celle de retest seront simplement décrites telles que imaginées.

f) Séance 5

a. Jeu tri de cartes

Le jeu de 64 cartes comporte des dessins qui varient selon 3 dimensions et présentent 4 attributs chacune : la forme (carré, cercle, losange, triangle), la couleur (jaune, rouge, bleu, vert) et le nombre (1, 2, 3, 4).

L'arbitre a disposé devant lui 4 cartes comportant respectivement : un rond rouge, deux carrés bleus, trois triangles jaunes et quatre losanges verts.

Dans la première partie, les doubles des 4 cartes que l'arbitre a devant lui ont été enlevés des cartes distribuées à Marc et Eloïse. L'objectif est de ranger les cartes avec celles déjà posées sur la table. On peut donc ranger selon la couleur, la forme ou la quantité. L'arbitre choisit une manière de ranger les cartes sans la dire. Marc pose ses cartes et l'arbitre lui dit si elles sont bien rangées ou non ce qui permet à Marc de trouver quel classement a été choisi par l'arbitre. Puis Eloïse joue de même, et ainsi de suite. Régulièrement, l'arbitre change de critère.

Dans la seconde partie, les 4 cartes manquantes sont rajoutées au jeu de Marc et Eloïse. Ils retournent leurs cartes en même temps mais continuent de jouer chacun à leur tour. Chaque joueur doit désormais annoncer, avant de poser la carte, en combien de coups il pense trouver la solution. Cela dépend à la fois du nombre de critères communs entre la carte du joueur et les 4 cartes de l'arbitre mais aussi de la réponse qui a été donnée au précédent joueur sur cette manche.

Puis on inverse les rôles : Marc prend le rôle de l'arbitre.

b. Jeu La France en musique

Marc a une carte de France (planche A) posée devant lui où des villes sont indiquées par un point avec leur nom. Les positions des villes sur la carte sont revues avec Marc. Sur la chanson de Bigflo et Oli « Bienvenue chez moi » (4'30" environ), à chaque fois que Marc entend le nom d'une ville, il doit indiquer avec un stylo le point correspondant sur la carte et tracer ainsi le chemin parcouru selon les noms de ville entendus (**annexes 16 et 17**).

Puis une nouvelle carte de France (planche B) est donnée à Marc où les noms des villes ont été échangés. A l'écoute de la chanson, Marc doit pointer avec un stylo le point correspondant au nom de la ville écrit sur la carte, même si celui-ci est erroné. Enfin, pour la dernière écoute de la chanson, et toujours avec cette nouvelle carte, Marc doit pointer avec un stylo le point correspondant à l'emplacement réel de la ville, en ne tenant pas compte des erreurs de nom de ville sur la carte.

c. Jeu Sketch

Marc peut choisir entre 2 sketches de Raymond Devos présentés ci-dessous.

➤ Sketch « sens dessus dessous » (2'30" environ)

Marc a deux cubes de couleur différente empilés devant lui, sur la table. Il choisit quelle main sera celle qui manipulera le cube durant le jeu (« main choisie »), l'autre main restant statique tout en maintenant à hauteur l'autre cube. Dans la position de départ, la main choisie doit toucher le cube du bas. A l'écoute du sketch, à chaque fois qu'il entend le mot « dessus », il doit s'assurer que le cube de la main choisie est au-dessus ou le déplacer si ce n'est pas le cas (avec la main choisie) et inversement s'il entend le mot « dessous ».

Puis à la deuxième écoute, cette fois-ci, à chaque fois qu'il entend le mot « dessus », il doit s'assurer que le cube de la main choisie est au-dessous ou le déplacer si ce n'est pas le cas et inversement s'il entend le mot « dessous ». La main choisie ne change pas mais la position de départ change puisque la main choisie touche le cube placé en haut (**annexe 18**).

➤ Sketch « ça peut se dire, ça peut pas se faire » (3' environ)

A l'écoute du sketch, Marc doit faire une mimique ou un geste choisi par lui-même quand il entend le mot « faire » ou une de ses conjugaisons, et un autre geste choisi aussi par lui-même quand il entend le mot « rien ». Quand il entend les deux mots, il doit donc faire les deux gestes en même temps.

Puis, à la deuxième écoute, il doit produire les mêmes gestes (ou mimiques) s'il entend séparément les deux mots cibles mais ne doit rien faire lorsque les deux mots sont prononcés dans une même expression (ex : « rien à faire »).

Avant de commencer la première étape, nous écoutons le début du sketch pour que Marc puisse s'entraîner et qu'il ait une idée du rythme de parole (**annexe 18**).

d. Choix des jeux pour la dernière séance

Afin de préparer la dernière séance, Marc peut choisir quelles activités il souhaite faire : Jeu Mot incongru, Jeu Sonnette, Jeu Sketch, Jeu de logique ou d'un problème mathématique avec l'aide de l'attrape piège, Jeu La France en musique, Jeu des 5 mots, Jeu Switch.

g) Séance 6

a. Tâche de Wason avec l'attrape-piège

Cette activité reprend la tâche de vérification conditionnelle de Wason (1968). Elle a inspiré la tâche de Griggs et Cox (1982). Elle est réputée plus difficile que cette dernière car plus abstraite. Ainsi cette tâche est réussie dans 75 % des cas quand celle de Wason est réussie dans 10 à 20% des cas (Evans, 2003) (**figure 19**).

4 cartes comportant un chiffre sur une face et une lettre sur l'autre, sont disposées à plat sur une table. Une seule face de chaque carte est visible.

Les faces visibles sont les suivantes : A, 7, 3, D.

*Quelle(s) carte(s) dois-tu retourner pour rendre la règle suivante vraie :
si une carte a un A sur une face, alors elle porte un 3 sur l'autre face.*

Il ne faut pas retourner de carte inutilement, ni oublier d'en retourner une.

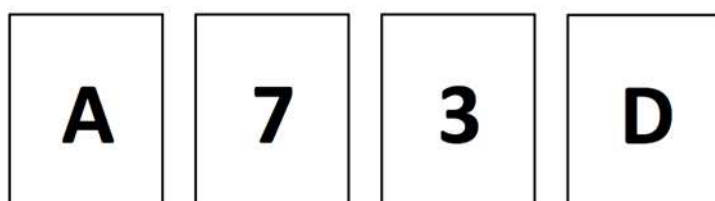


Figure 19: Dispositif utilisé pour la tâche de Wason (d'après Houdé et al. 2000)

Jeu La France en musique

Les règles sont identiques à celles de la séance 5 et la chanson pour cette séance est « 3-0 » des Ogres de Barback qui dure 4 minutes 30 environ (**annexes 17 et 20**).

Jeu Sketch

Nous utilisons le sketch non effectué à la séance 5 (voir séance 5, **annexes 18 et 19**).

Jeu Sonnette

Nous reprenons les mêmes planches sur ordinateur que la dernière fois.

1^{ère} étape : il y a une sonnette (bouton poussoir) sur le bureau. Les règles sont les suivantes : si il y a le mot « DRING », alors il faut appuyer sur la sonnette, sauf si le dessin de la sonnette y est aussi. Si le(s) mot(s) « GAUCHE » et/ou « DROITE » sont présents, il faut le(s) prononcer, peu importe l'ordre.

2^{ème} étape : on reprend les mêmes planches avec les mêmes règles que la dernière fois.

Ces planches peuvent offrir plusieurs variantes :

- on peut ajouter des distracteurs visuels (dessins de téléphone),
- on peut ajouter un signal sonore, auquel cas le patient doit inhiber sa réponse verbale ou motrice (tâche stop signal),
- on peut remplacer les mots « GAUCHE » et « DROITE » par 2 rectangles de couleur et poser 2 cubes avec ces mêmes couleurs sur la table. L'adolescent doit toucher le cube de la bonne couleur et prononcer le mot « DRING » si le dessin de la sonnette est aussi présent.

Jeu Mot incongru

On va rejouer au jeu du mot incongru. Cette fois-ci, tu donnes à chaque phrase le mot auquel tu as pensé à la phrase précédente, ce qui signifie qu'à l'écoute de chaque phrase, tu gardes en tête le mot qui te vient spontanément à l'esprit et tu me le donnes à la fin de la phrase suivante.

Jeu 5 mots

On va rejouer au jeu des 5 mots. Comme la dernière fois, à l'écoute de chacun des mots, tu gardes en tête le mot qui te vient spontanément à l'esprit et, une fois que je t'aurai cité les 5 mots, tu me les donneras tous, dans l'ordre. On va faire le jeu avec deux listes de mots différentes et tu ne dois pas prendre 2 fois le même mot.

La première liste de mots est : cheval, nez, football, crabe, bronzage.

La seconde liste de mots est : pantalon, tomate, tapis, carton, école.

Après avoir restitué la deuxième liste de mots, Marc doit de nouveau donner les mots de la première liste.

On cherche ici à travailler l'inhibition proactive lorsque Marc récite la deuxième liste, et rétroactive, lorsqu'il récite à nouveau la première liste (**annexe 3**).

Une autre variante fondée sur le paradigme des paires associées de Neill et Mathis (1998), consiste à demander à Marc de retenir une liste de paires de mots et de les restituer (ex : arbre-toit). Puis il doit retenir une deuxième liste de mots dans laquelle le premier mot de chaque paire est conservé, mais non le deuxième (ex : arbre-banc). Cette tâche implique donc l'inhibition d'une partie de l'information venant d'être apprise.

Jeu Switch

On reprend les mêmes consignes que celles décrites à la séance 1, sauf que le changement de règle ne s'opère pas sur la première paire de cartes retournées après la carte « switch » mais sur la seconde paire.

b. Evaluation des jeux

Marc a une feuille sur laquelle se trouve la liste des activités faites ensemble. Il lui est demandé de dessiner, en face de chaque jeu, d'une part, un smiley dont l'émotion exprime le fait que le jeu lui a plu ou non, et d'autre part les signes +/- pour le degré de difficulté que ce jeu a représenté pour lui. Nous échangeons à l'oral sur ses réponses dans le but de :

- Savoir si il a perçu des évolutions sur le plan cognitif, comportemental ou verbal, à la maison ou au collègue
- Expliquer ou rappeler l'objectif visé par ses activités, lesquels n'ont pas obligatoirement été explicités à chaque séance
- Evaluer si ces jeux étaient adaptés dans leur conception à ce patient en termes de difficulté, d'attractivité et d'intérêt perçu pour la généralisation et le transfert.

c. En guise de conclusion du protocole

Il est demandé à Marc de ne pas penser à un éléphant. L'objectif est d'observer si le biais d'appariement perceptif en présence d'une négation, le pousse malgré tout à construire l'image mentale d'un éléphant (Evans, 1989).

h) Séance retest et observation des résultats un mois après

Les tests prévus pour la séance de retest sont identiques à ceux de la séance test (Stroop « classique », Inhibition de la Nepsy 2, planche supplémentaire du Stroop, Laby 5-12), auxquels on ajoute le subtest Marche-arrête de la TEA-ch.

Un mois après l'intervention, nous échangeons avec Marc sur les améliorations ou difficultés qu'il a pu constater dans différentes situations. Marc fait un retour « à froid » sur l'utilité de chacune des activités.

IV. Discussion

L'hypothèse principale de ce travail était la suivante : une rééducation fondée sur une adaptation de paradigmes expérimentaux évaluant l'inhibition permettrait une amélioration ciblée des processus d'inhibition chez un adolescent porteur d'un TDA/H. Cette hypothèse, devait être objectivée par la différence significative attendue entre les résultats obtenus aux évaluations pré-intervention et post-intervention. Cependant le protocole n'a pu être mené à son terme et ainsi permettre d'évaluer les effets aussi bien quantitatifs (comparaison des résultats des tests et retests) que qualitatifs (observation en séance du comportement et feedbacks de Marc et de son entourage scolaire et familial) de cette prise en charge.

Sur le plan clinique, j'ai pu observer une amélioration quant au nombre de gros mots prononcés en séance. La nouveauté des jeux semble avoir suscité l'intérêt de Marc et le niveau de difficulté des jeux correspond globalement à ses capacités, même si, d'une activité à l'autre, la difficulté exprimée par Marc est plus hétérogène.

A titre personnel, j'ai trouvé enrichissant la démarche de s'appuyer sur des apports théoriques qui gravitent tous autour de la notion d'inhibition mais avec un angle d'approche différent et une limitation graduelle : le concept d'inhibition (Friedman et Miyake), dans le développement de l'enfant (Houdé), au sein d'une pathologie spécifique (Barkley) .

Cependant, au fil des séances, plusieurs remarques et limites sur la démarche se dégagent :

- Une évaluation qualitative normée fait défaut. Aussi pourrait-on ajouter l'administration d'un questionnaire de type BRIEF pour compléter les séances de test-retest. Ce questionnaire, à destination des parents et enseignants permettrait de recueillir les données de description comportementale et évaluer les évolutions de Marc dans son environnement
- Les contraintes de temps ont imposé une durée d'intervention trop courte. Un protocole d'une dizaine de séances permettrait de refaire plusieurs fois les exercices à l'identique et voir les améliorations éventuelles en dehors d'une situation d'évaluation
- En lien avec le point précédent, on constate que, in fine, le protocole a été davantage porté sur des techniques Top-Down que Bottom-Up. Or chez le TDA/H, le dysfonctionnement du système Bottom-Up expliquerait les difficultés à tolérer l'attente et le délai de renforcement. Le choix a été fait d'accorder une place importante à la métacognition, probablement au détriment d'un travail sur la régulation émotionnelle.

- Un niveau de difficulté adéquat est nécessaire pour pouvoir répéter les jeux dans les mêmes règles et ainsi voir l'évolution. Dans ce protocole, les règles changent à chaque séance. On peut s'interroger sur ce qui a finalement été travaillé : l'inhibition ou la flexibilité ? La subtilité a consisté à trouver un juste milieu entre l'intérêt de Marc pour la nouveauté et le caractère essentiel de la répétition dans l'apprentissage
- De même, le jeu des 5 mots a mis Marc dans l'embarras probablement en raison d'une mémoire auditivo-verbale à court terme fragile, et non par manque d'inhibition
- En raison de son trouble orthophonique, Marc a rencontré des difficultés à lire certains mots de la consigne de la tâche Evans. Cet aspect a été rectifié par la suite pour limiter la gêne occasionnée par la lecture (mot « DRING » écrit avec une police différente de « DROITE » pour éviter les erreurs de lecture)
- Il manque des jeux portant sur le filtrage pour s'assurer que ce type d'inhibition n'est pas défaillant chez Marc
- L'inhibition oculomotrice n'a pas été abordée. Cette piste est à creuser compte tenu des problèmes de lecture de Marc et des difficultés relevées dans le bilan orthoptique et portant sur le contrôle oculomoteur
- Le choix a été porté sur la taxonomie de l'inhibition de Friedman et Miyake (2004), mais la complexité associée au classement des différents jeux selon la triade (filtrage, blocage, suppression) nous conduit à envisager des limites à ce modèle. On voit ici comment la confusion qui perdure dans la littérature sur le concept même d'inhibition conduit à de nombreuses tribulations quant au choix d'élaboration des activités.

V. Conclusion

L'objectif de ce travail était de décrypter les stratégies de rééducation cognitive chez l'enfant porteur d'un TDA/H en élaborant et évaluant un protocole de prise en charge psychomotrice spécifique au profil de ces patients. Pour atteindre cet objectif, ce travail s'est appuyé sur une approche quadridimensionnelle associant les modèles du TDA/H et la place centrale de l'inhibition dans ce trouble, les procédures ascendante et descendante, les techniques issues des thérapies cognitivo-comportementales et enfin les procédures de rééducation.

Le contrôle inhibiteur implique de traiter les interférences proactives, c'est-à-dire à partir des informations préalablement acquises, et les interférences rétroactives, c'est-à-dire à partir des informations présentées a posteriori. Ce postulat théorique implique ainsi la mémoire de travail, nécessaire pour conserver et maintenir les informations en direct, ainsi que la flexibilité cognitive permettant le changement, la modification et la désactivation ou inhibition d'informations nécessitant alors une forme de souplesse cognitive. Ainsi, même en l'absence de résultats, les liens ténus existants entre inhibition et flexibilité, mémoire de travail, émotion et motivation notamment, orientent vers des modèles d'inhibition à plusieurs voies. On peut alors se poser la question de savoir si une prise en charge axée spécifiquement sur l'inhibition peut bénéficier à l'ensemble des patients TDA/H ou tout du moins à l'un des sous-types du DSM-5. Nous formulons ici l'hypothèse que travailler l'inhibition peut bénéficier – certes à des degrés divers – à n'importe quelle personne, avec ou sans pathologie, jeune ou âgée. Cette démarche prônée par Houdé nous amène à nous interroger sur le contenu des réponses lors des tâches d'inhibition. Il est étonnant de constater que les tests et donc les paradigmes expérimentaux sur lesquels ils s'appuient, évaluent quasi systématiquement l'inhibition – y compris cognitive – par le ralentissement de la réponse, ou la non réponse, ou encore le caractère erroné de la réponse. Mais sur ce dernier point, on ne s'intéresse pas au contenu de l'erreur. Or l'approche de Houdé, en reprenant les tâches de Piaget ou de Wason qui offrent un panel plus large de réponses, permet de mieux discriminer à quelle étape du processus de développement de l'inhibition l'enfant se trouve. Sans aller jusqu'à proposer une échelle développementale de l'inhibition, cette observation pourrait cependant offrir des perspectives innovantes pour l'élaboration de nouveaux tests psychomoteurs d'évaluation de l'inhibition.

Enfin, on peut découvrir des similitudes dans les approches aussi éloignées en apparence que celles de Barkley et Houdé. Le premier, psychiatre et psychologue clinicien spécialiste du TDA/H et le second, professeur de psychologie du

développement, se sont tous deux intéressés à l'inhibition mais par des cheminements différents : en cas de dysfonctionnement, elle est à l'origine d'un trouble pour l'un, et pour l'autre, elle est au cœur du développement de l'intelligence chez l'enfant. Au delà de ce contraste, leur exigence de validation scientifique et de vulgarisation les a déterminé, d'une part à adosser leur théorie aux progrès continus réalisés en neuroimagerie, et d'autre part à transmettre leurs connaissances aux parents pour l'un et aux enseignants pour l'autre, et finalement à tous ceux qui s'intéressent à ces sujets. Un dernier point commun, important à mentionner, se rapporte à l'intérêt croissant qu'ils ont tous deux porté, au cours de leurs recherches à l'émotion. Les résultats d'une expérience d'un apprentissage de l'inhibition d'un biais perceptif menées par l'équipe de Houdé (2001), ont indiqué que l'activation cérébrale la plus importante par rapport à la condition contrôle était celle du cortex préfrontal ventro-médian droit, laquelle est impliquée dans les relations étroites entre émotion, « sentiment même de soi » et raisonnement selon Damasio (1995). Ce qui amène Houdé à supposer « qu'il existe des liens étroits entre émotion, inhibition et intelligence » (Houdé 2001). Barkley (2018), de son côté, considère qu'il faut réintroduire la dysrégulation émotionnelle en tant que composante clé du TDA/H et souhaite à ce titre que les symptômes d'impulsivité émotionnelle soient clairement intégrés dans la prochaine version du DSM.

VI. Bibliographie

Albaret, J. M. (1996). L'enfant agité et distrait en psychomotricité. *Journal de pédiatrie et de puériculture*, 9(3), 149-154.

Albaret, J. M., & Migliore, L. (1999). *Test de Stroop*. ECPA, les Éditions du centre de psychologie appliquée.

Albaret, J.M. (2005). Le TDA/H comme trouble de l'inhibition comportementale et de l'auto-contrôle : le modèle de Barkley. In F. Joly (Ed.), *L'hyperactivité en débat* (pp. 146-148). Toulouse : Erès.

Albaret, J.M., Giromini, F., & Scialom, P. (2018). *Manuel d'enseignement en psychomotricité: Tome 5-Examen psychomoteur et tests*. De Boeck Supérieur.

Albaret, J.M., Marquet-Doléac, J., & Soppelsa, R. (2010). Évaluation neuropsychologique et psychomotrice des troubles attentionnels de l'enfant. In *Trouble Déficit De L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité* (pp. 12-22). Elsevier Masson.

Albaret, J., Marquet-Doléac, J. & Soppelsa, R. (2011). Psychomotricité et Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité : Nouvelles perspectives dans l'approche de l'enfant agité et distrait. *Développements*, 9(3), 9-16. doi:10.3917/devel.009.0009.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.

Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 8(4), 170-177.

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford Univ. Press.

Bange, F. & Vieyra, M. (2014). 6. Le syndrome dans le DSM-IV, le DSM-5 et la CIM-10. Dans : François Bange éd., *TDA/H - Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité: En 57 notions* (pp. 34-43). Paris: Dunod. doi:10.3917/dunod.bange.2014.01.0034.

Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. Guilford Press.

Barkley, R.A. (2012). *Executive functioning and selfregulation: Extended phenotype, synthesis, and clinical implications*. New York, NY: Guilford Press.

Barkley, R. A. (2018). *Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook for*

diagnosis and treatment (4th Edition). New York, NY: Guilford Press.

Barkley, R. A., Cook, E. H., Diamond, A., Zametkin, A., Thapar, A., & Teeter, A. (2002). International consensus statement on ADHD. January 2002. *Clin Child Fam Psychol Rev*, 5(2), 89-111.

Barkley, R. A., Grodzinsky, G., & DuPaul, G. J. (1992). Frontal lobe functions in attention deficit disorder with and without hyperactivity: A review and research report. *Journal of abnormal child psychology*, 20(2), 163-188.

Berk, L. E., & Potts, M. K. (1991). Development and functional significance of private speech among attention-deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Journal of abnormal child psychology*, 19(3), 357-377.

Berthoz, A. (2009). *La Simplexité*. Odile Jacob.

Casey, B. J., Thomas, K. M., Welsh, T. F., Badgaiyan, R. D., Eccard, C. H., Jennings, J. R., & Crone, E. A. (2000). Dissociation of response conflict, attentional selection, and expectancy with functional magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(15), 8728-8733.

Castellanos, F. X., Margulies, D. S., Kelly, C., Uddin, L. Q., Ghaffari, M., Kirsch, A., ... & Sonuga-Barke, E. J. (2008). Cingulate-precuneus interactions: a new locus of dysfunction in adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 63(3), 332-337.

Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends in cognitive sciences*, 10(3), 117-123.

Clark, C., Prior, M., & Kinsella, G. J. (2000). Do executive function deficits differentiate between adolescents with ADHD and oppositional defiant/conduct disorder? A neuropsychological study using the Six Elements Test and Hayling Sentence Completion Test. *Journal of abnormal child psychology*, 28(5), 403-414.

Coghill, D. R., Seth, S., & Matthews, K. (2014). A comprehensive assessment of memory, delay aversion, timing, inhibition, decision making and variability in attention deficit hyperactivity disorder: advancing beyond the three-pathway models. *Psychological medicine*, 44(9), 1989-2001.

- Damasio Antonio, R. (1995). L'erreur de Descartes. La raison des émotions.
- Deforge, H. (2011). Prise en charge des troubles attentionnels et exécutifs chez l'enfant. La remédiation cognitive: pratiques et perspectives. *Développements*, (2), 5-20.
- Dempster, F. N. (1992). The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Developmental review*, 12(1), 45-75.
- Dempster, F. N. (1995). Interference and inhibition in cognition: An historical perspective. In *Interference and inhibition in cognition* (pp. 3-26). Academic Press.
- Diamond, Adele. (2009). All or None Hypothesis: A Global-Default Mode That Characterizes the Brain and Mind. *Developmental Psychology*, 45(1), 130–138.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Diamond, A. (2014). Understanding executive functions: What helps or hinders them and how executive functions and language development mutually support one another. *Perspectives on language and literacy*, 40(2), 7-11.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964.
- Duncan, J., & Owen, A. M. (2000). Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends in neurosciences*, 23(10), 475-483.
- Emond, V., Joyal, C., & Poissant, H. (2009). Neuroanatomie structurelle et fonctionnelle du trouble déficitaire d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *L'Encéphale*, 35(2), 107-114.
- Espy, K. A., & Bull, R. (2005). Inhibitory processes in young children and individual variation in short-term memory. *Developmental neuropsychology*, 28(2), 669-688.
- Evans, J. S. B. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Evans, J. (1998). Matching bias in conditional reasoning. *Thinking & Reasoning*, 4, 45 – 82.

Evans, J. S. B. (2003). In two minds: dual-process accounts of reasoning. *Trends in cognitive sciences*, 7(10), 454-459.

Fair, D. A., Bathula, D., Nikolas, M. A., & Nigg, J. T. (2012). Distinct neuropsychological subgroups in typically developing youth inform heterogeneity in children with ADHD. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(17), 6769-6774.

Faraone, S. V., Perlis, R. H., Doyle, A. E., Smoller, J. W., Goralnick, J. J., Holmgren, M. A., & Sklar, P. (2005). Molecular genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 57(11), 1313-1323.

Favre, E. (2015). *Troubles exécutifs et dysfonctionnement du contrôle inhibiteur dans la maladie de Parkinson* (Doctoral dissertation).

Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. *Metacognition, motivation and understanding*.

Foisy, L. M. B., Ahr, E., Masson, S., Borst, G., & Houdé, O. (2015). Blocking Our Brain: How We Can Avoid Repetitive Mistakes!. *Frontiers for young minds*, 5.

Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology. General*, 133(1), 101-135.

Friedman, N. P., Miyake, A., Robinson, J. L., & Hewitt, J. K. (2011). Developmental trajectories in toddlers' self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: a behavioral genetic analysis. *Developmental psychology*, 47(5), 1410.

Garavan, H., Ross, T. J., & Stein, E. A. (1999). Right hemispheric dominance of inhibitory control: an event-related functional MRI study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(14), 8301-8306.

Goel, V., & Grafman, J. (1995). Are the frontal lobes implicated in "planning" functions? Interpreting data from the Tower of Hanoi. *Neuropsychologia*, 33(5), 623-642.

Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2014). *Executive functioning*. New York: Springer.

Griggs, R. A., & Cox, J. R. (1982). The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task. *British journal of psychology*, 73(3), 407-420.

Habib, M. (2011). Le cerveau de l'hyperactif: entre cognition et comportement. *Développements*, (3), 26-40.

Hampshire, A., Chamberlain, S. R., Monti, M. M., Duncan, J., & Owen, A. M. (2010). The role of the right inferior frontal gyrus: inhibition and attentional control. *Neuroimage*, 50(3), 1313-1319.

Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: Theories, definitions, and research evidence. In *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). Academic Press.

Haute Autorité de Santé (HAS). (2014). Conduite à tenir en médecine de premier recours devant un enfant ou un adolescent susceptible d'avoir un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité : recommandation de bonne pratique.

Homack, S., & Riccio, C. A. (2004). A meta-analysis of the sensitivity and specificity of the Stroop Color and Word Test with children. *Archives of clinical Neuropsychology*, 19(6), 725-743.

Houdé, O. (1995). *Rationalité, Développement et Inhibition. Un nouveau cadre d'analyse*. Paris: Presses Universitaires de France.

Houdé, O. (2000). Inhibition and cognitive development: Object, number, categorization, and reasoning. *Cognitive development*, 15(1), 63-73.

Houdé, O. (2001). Le temps du développement. *Enfances Psy*, (1), 21-25.

Houdé, O. (2017). *La psychologie de l'enfant*. Presses universitaires de France.

Houdé, O. (2018). *Le raisonnement: «Que sais-je?» n° 1671*. Que sais-je.

Houdé, O. (2019). *L'intelligence humaine n'est pas un algorithme*. Odile Jacob.

Houdé, O., & Guichart, E. (2001). Negative priming effect after inhibition of number/length interference in a Piaget-like task. *Developmental Science*, 4(1), 119-123.

Houdé, O., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Neural foundations of logical and mathematical cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(6), 507.

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

Houdé, O., Zago, L., Crivello, F., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2001). Access to deductive logic depends on a right ventromedial prefrontal area devoted to emotion and feeling: Evidence from a training paradigm. *Neuroimage*, 14(6), 1486-1492.

Huang-Pollock, C. L., Karalunas, S. L., Tam, H., & Moore, A. N. (2012). Evaluating vigilance deficits in ADHD: a meta-analysis of CPT performance. *Journal of abnormal psychology*, 121(2), 360.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1964). *The early growth of logic in the child* (EA Lunzer & D. Papert, Trans.). London: Routledge & Kegan Paul. Jordan, WJ, & Nettles, SM (2000). How students invest their time outside of school: Effects on school-related outcomes. *Social Psychology of Education*, 3, 217-243.

Kahneman, D. (2012). *Système 1/Système 2: Les deux vitesses de la pensée*. Flammarion.

Kerns, K. A., & Price, K. J. (2001). An investigation of prospective memory in children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 7(3), 162-171.

Korkman, M., Kirk, U., Kemp, S., & Plaza, M. (2004). NEPSY: bilan neuropsychologique de l'enfant. ECPA (Editions du centre de psychologie appliquée).

Krakowski, C. S. (2015). *L'inhibition, un processus au cœur de la compétition visuo-attentionnelle globale/locale: perspectives développementales* (Doctoral dissertation).

Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D., & Thomsen, P. H. (2011). Executive dysfunction in school-age children with ADHD. *Journal of attention disorders*, 15(8), 646-655.

Lara, C., Fayyad, J., De Graaf, R., Kessler, R. C., Aguilar-Gaxiola, S., Angermeyer, M., ... & Karam, E. G. (2009). Childhood predictors of adult attention-deficit/hyperactivity disorder: results from the World Health Organization World Mental Health Survey Initiative. *Biological psychiatry*, 65(1), 46-54.

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

Lubin, A., Lanoë, C., Pineau, A., & Rossi, S. (2012). Apprendre à inhiber: une pédagogie innovante au service des apprentissages scolaires fondamentaux (mathématiques et orthographe) chez des élèves de 6 à 11 ans. *Neuroeducation*, 1(1), 55-84.

Lussier, F., & Flessas, J. (2010). Rééduquer les fonctions attentionnelles et exécutives: une approche métacognitive. In *Trouble Déficit De L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité* (pp. 54-64). Elsevier Masson.

Mahone, E. M., & Denckla, M. B. (2017). Attention-deficit/hyperactivity disorder: A historical neuropsychological perspective. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 23(9-10), 916-929.

Markman, E. M. (1978). Empirical versus logical solutions to part-whole comparison problems concerning classes and collections. *Child development*, 168-177.

Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R., & Albaret, J. M. (2005). La rééducation du Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité: approche psychomotrice. *Neuropsychy news*, 4(3), 94-101.

Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R., & Albaret, J. M. (2006). Validation d'un protocole d'apprentissage de l'inhibition sur une population d'enfants avec Trouble de l'Attention/Hyperactivité. *Entretiens de Psychomotricité 2006*, 90-99.

Marquet-Doléac, J., Soppelsa, R., & Albaret, J. M. (2010). TDA/H: des modèles théoriques actuels à la prise en charge, l'approche psychomotrice. In *Trouble Déficit De L'attention Avec Ou Sans Hyperactivité* (pp. 65-75). Elsevier Masson.

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.

Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14.

Monette, S., & Bigras, M. (2008). La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d'âge préscolaire. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(4), 323.

Murji, S., & DeLuca, J. W. (1998). Preliminary validity of the cognitive function checklist: Prediction of Tower of London performance. *The Clinical Neuropsychologist*, 12(3), 358-364.

Neill, W. T., & Mathis, K. M. (1998). Negative priming and related phenomena. *Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, 38(1).

Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological bulletin*, 126(2), 220.

Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., & Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: do we need neuropsychologically impaired subtypes?. *Biological psychiatry*, 57(11), 1224-1230.

Nigg, J. T. (2006). *What causes ADHD?: Understanding what goes wrong and why*. Guilford Press.

Noël, M. P., Rousselle, L., & De Visscher, A. (2013). La dyscalculie développementale: à la croisée de facteurs numériques spécifiques et de facteurs cognitifs généraux. *Développements*, (2), 24-31.

Pascual-Leone, J. (1984). Attention, dialectic, and mental effort: Towards an organismic theory of life stages. In M. . Commons, F. A. Richards, & C. Armon (éd.), *Beyond formal operations* (Vol. 1, p. 182–215). New York, NY, US: Praeger.

Piaget, J. (1966). *La psychologie de l'enfant*-Ed. Presses Universitaires de France, coll.". *Que sais-je*.

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

Polanczyk, G. V., Salum, G. A., Sugaya, L. S., Caye, A., & Rohde, L. A. (2015). Annual research review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(3), 345-365.

Rubia, K., Smith, A. B., Brammer, M. J., Toone, B., & Taylor, E. (2005). Abnormal brain activation during inhibition and error detection in medication-naïve adolescents with ADHD. *American Journal of Psychiatry*, 162(6), 1067-1075.

Sagvolden, T., Johansen, E. B., Aase, H., & Russell, V. A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(3), 397-418.

Seguin, C., Des Portes, V., & Bussy, G. (2015). Évaluation neuropsychologique du trouble de l'inhibition dans le TDAH: de la théorie à la clinique. *Revue de neuropsychologie*, 7(4), 291-298.

Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder?. *Behavioural brain research*, 130(1-2), 3-28.

Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiati, R. I. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental neuropsychology*, 21(1), 43-71.

Siegler, R. S. (1999). Strategic development. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(11), 430-435.

Snow, P. J. (2016). The structural and functional organization of cognition. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 501.

Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural brain research*, 130(1-2), 29-36.

Sonuga-Barke, E., Bitsakou, P., & Thompson, M. (2010). Beyond the dual pathway model: evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(4), 345-355.

Sonuga-Barke, E. J., & Fairchild, G. (2012). Neuroeconomics of attention-deficit/hyperactivity disorder: differential influences of medial, dorsal, and ventral prefrontal brain networks on suboptimal decision making ?. *Biological Psychiatry*, 72(2), 126-133.

Sonuga-Barke, E. J. S., & Taylor, E. (1992). The effect of delay on hyperactive and non-hyperactive children's response times: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(6), 1091-1096.

Tarver, J., Daley, D., & Sayal, K. (2014). Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): an updated review of the essential facts. *Child: care, health and development*, 40(6), 762-774.

Thapar, A., Cooper, M., Eyre, O., & Langley, K. (2013). What have we learnt about the causes of ADHD?[Research Support, Non-US Gov't]. *J Child Psychol Psychiatry*, 54(1), 3-16.

Wason, P. C. (1968). Reasoning about a rule. *Quarterly journal of experimental psychology*, 20(3), 273-281.

Wilson, S. P., & Kipp, K. (1998). The development of efficient inhibition: Evidence from directed-forgetting tasks. *Developmental Review*, 18(1), 86-123.

Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358(6389), 749-75

Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. *Blackwell handbook of childhood cognitive development*, 445-469.

RESUME

L'inhibition est considérée comme un élément clé dans l'ensemble des fonctions exécutives. Celles-ci sont indispensables pour l'organisation des stimuli internes et externes qui permettent la coordination d'un comportement dirigé vers un but. Comprendre le fonctionnement cognitif d'un patient et les répercussions de ses troubles constituent un enjeu majeur de la thérapie psychomotrice. Chez l'adolescent, la réalisation de cette rééducation amène à s'interroger sur les possibilités et les stratégies d'amélioration cognitive dans le cadre développemental en faisant notamment appel à la métacognition.

L'objet de ce mémoire est ainsi de présenter un projet de soin fondé à la fois sur différentes techniques de rééducation dans le trouble de l'inhibition, déficit considéré comme central selon Barkley dans son modèle relatif au Trouble du Déficit de l'Attention/Hyperactivité (TDA/H), et des tâches employées comme modèles expérimentaux fiables dans l'exploration des soubassements comportementaux et neurobiologiques de l'inhibition.

Mots clé : fonctions exécutives, inhibition, TDA/H, métacognition, rééducation

RESUME

Inhibition is considered as a key element in all executive functions. It is essential to the coherence between internal and external stimuli, enabling the coordination of goal-directed behaviour. Understanding a patient's cognitive functioning and the impact of the disorder is a major challenge in psychomotor therapy. The rehabilitation of teenagers raises questions on the prospects and strategies for cognitive enhancement in the context of development, notably by using metacognition.

The purpose of this dissertation is to present a care project based on both several rehabilitation techniques for impaired inhibition, which is a central deficit in Barkley's model of ADHD, and tasks used as reliable experimental models in the exploration of behavioural and neurobiological underpinnings of inhibition.

Keywords : executive functions, inhibition, ADHD, metacognition, rehabilitation