

UNIVERSITE PAUL SABATIER - TOULOUSE III

Faculté de médecine Toulouse-Rangueil

Institut de Formation en Psychomotricité

Essai de rééducation psychomotrice du déficit d'inhibition par le biais d'activités corporelles et motrices



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

REVEL Pauline

Juin 2011

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et leur soutien durant toute cette année et qui ont ainsi contribué de près ou de loin à la réalisation de mon mémoire.

Je remercie Annabelle Miermon pour m'avoir suivi et aiguillé tout au long de ma démarche, ainsi que Michel Santamaria pour son aide inopinée, ponctuée de précieux conseils.

Merci également à Nicolas et à sa famille pour avoir accepté de participer à ce projet.

Je remercie mes maîtres de stage, Annabelle Miermon, Julie Sanchez et Carole Valeille, pour toutes les connaissances qu'elles m'ont apportées.

Enfin, je remercie plus particulièrement *Nico*, Ma Cloc', Maé, Pascalou ainsi que ma famille pour m'avoir supporté et soutenu tout au long de l'année.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
Chapitre I : Définition, rôle et hétérogénéité des fonctions exécutives	9
A- Définition des fonctions exécutives	9
1- Définition du système exécutif	9
<i>a- Généralités</i>	9
<i>b- Modèle de Norman et Shallice (1986)</i>	10
2- Rôles et hétérogénéité des fonctions exécutives	11
<i>a- Généralités</i>	11
<i>b- La planification</i>	11
<i>c- L'attention sélective</i>	12
<i>d- La mémoire de travail</i>	12
<i>e- La flexibilité cognitive</i>	13
3- L'inhibition	14
<i>a- Définition</i>	14
<i>b- Différentes théories</i>	15
❖ Théorie de Barkley	15
❖ Théorie de Dempster	15
❖ Théorie de Roberts et Pennington	15
B- Localisation anatomique	16
1- Le cortex frontal	16
2- Le cortex préfrontal	16
C- Syndrome dysexécutif	19
1- Historique	19
2- Manifestations comportementales et cognitives du syndrome dysexécutif	19
<i>a- Manifestations cognitives</i>	20
<i>b- Manifestations comportementales</i>	20
Conclusion	21
Chapitre II : Développement ontogénétique des fonctions exécutives	22
A- Généralités sur le développement normal des fonctions exécutives	22
B- Hétérogénéité du développement	23

1- Données développementales	23
<i>a- La planification</i>	23
<i>b- La mémoire de travail</i>	23
<i>c- La flexibilité cognitive</i>	24
<i>d- L'inhibition.....</i>	24
2- Facteurs contribuant au développement des fonctions exécutives.....	25
<i>a- Les autres structures impliquées dans leur développement</i>	25
<i>b- Les différences sexuelles.....</i>	26
<i>c- Le rôle du langage.....</i>	26
<i>d- Les variations inter-individuelles</i>	27
Conclusion.....	27
Chapitre III : Fonctions exécutives et motricité	28
A- Implication du lobe préfrontal et des fonctions exécutives dans le contrôle du mouvement.....	28
1- La motricité.....	28
<i>a- Définition générale</i>	28
<i>b- Les différents types de mouvements.....</i>	28
2- Programme moteur et contrôle du mouvement volontaire.....	29
<i>a- Les étapes permettant l'élaboration d'un mouvement volontaire</i>	29
<i>b- Rôle du lobe préfrontal dans le contrôle du mouvement</i>	30
B- Inhibition et motricité	31
1- Manifestations cliniques d'un déficit d'inhibition.....	31
2- Rôle de l'inhibition dans le contrôle moteur	32
<i>a- Equilibre entre activation et inhibition</i>	32
<i>b- Mise en évidence expérimentale</i>	32
3- Trouble Déficitaire de l'Attention/Hyperactivité et difficultés motrices.....	33
<i>a- Définition du TDA/H</i>	33
<i>b- Rôle de l'inhibition chez le TDAH.....</i>	35
❖ Le modèle hybride de Barkley (1997).....	35
❖ Le modèle à deux voies de Sonuga Barke (2003)	36
<i>c- Hypothèse d'un dysfonctionnement préfrontal.....</i>	38
<i>d- Place des difficultés motrices chez les enfants TDA/H.....</i>	38
<i>e- Comorbidité TDAH / TAC.....</i>	39

<i>f- Comment aborder la prise en charge d'une comorbidité telle que TDAH/TAC ?</i>	39
Conclusion.....	40
Essai de rééducation psychomotrice du déficit d'inhibition	42
A- Mise en place de l'essai de rééducation	42
1- Problématiques et explications de la démarche	42
2- Présentations des tests évaluant l'inhibition	43
<i>a- Test de Stroop</i>	43
<i>b- Laby 5-12</i>	44
3- Etude de cas : Nicolas, né le 9 mai 2002 – Scolarisé en CE2	44
<i>a- Eléments de l'anamnèse</i>	44
<i>b- Bilan psychologique</i>	45
<i>c- Résumé des Bilans orthophoniques</i>	45
<i>d- Bilan psychomoteur</i>	46
<i>e- Evaluation de l'inhibition</i>	49
<i>f- Conclusion</i>	50
B- Description de l'essai de rééducation psychomotrice du déficit d'inhibition :exercices et déroulement des séances	51
1- Remarques générales	51
2- Description des exercices	52
3- Mise en place d'un tableau d'évaluation	61
C- Déroulement et observations des séances	62
1- Observations des séances	62
<i>a- Déroulement type d'une séance</i>	62
<i>b- Résumé des observations faites en séance</i>	63
2- Interprétation du tableau d'évaluation et du diagramme	65
3- Résultats	67
<i>a- Résultats aux re-tests</i>	67
<i>b- Observations cliniques</i>	70
 DISCUSSION	71
CONCLUSION	76
BIBLIOGRAPHIE	77

INTRODUCTION

« Je bouge donc je suis ! »

C'est à partir d'observations effectuées cette année lors d'un stage en cabinet libéral, plus particulièrement auprès d'enfants ayant un Trouble De l'Attention avec ou sans Hyperactivité, que je me suis rendu compte que la plupart d'entre eux avait une motricité désorganisée et peu contrôlée. D'ailleurs, nombreux sont ceux pour qui le diagnostic de Trouble de l'Acquisition de la Coordination a également été posé.

J'ai donc essayé de comprendre pourquoi ces enfants pouvaient présenter une motricité « maladroite » : Quelle est la nature des particularités motrices ? Quel est le trouble qui prédomine chez les enfants TDA/H ? D'après le modèle de Barkley, un déficit d'inhibition d'informations non pertinentes serait la cause principale des troubles observés chez les enfants TDA/H. Tout est donc parti de là !

Etant donné que l'inhibition fait partie du fonctionnement exécutif, je me suis donc tout d'abord intéressée à la définition générale des fonctions exécutives : c'est une notion qui a longtemps été incertaine. En effet, depuis la première définition donnée par Luria en 1966, de nombreuses théories ont été mises en place pour préciser ce que sont réellement les fonctions exécutives. Il reste encore difficile aujourd'hui de définir clairement ce concept. Néanmoins, il est admis qu'il s'agit de fonctions cognitives nécessaires pour réaliser des tâches nouvelles, complexes et non automatiques. Elles sont donc essentielles à la bonne adaptation du sujet à son environnement.

Je me suis ainsi posée les questions suivantes : **Comment se développent les fonctions exécutives ? Quels sont leurs rôles dans le développement de l'enfant ? Quels sont leurs liens avec la motricité ? Quel est le rôle de l'inhibition dans le contrôle moteur ? Quel genre de prise en charge pourrait être mise en place pour améliorer un déficit d'inhibition et illustrer de telles questions ?**

Les fonctions exécutives sont parfois appelées le «chef d'orchestre du cerveau humain», peut-on se permettre de les appeler le «chef d'orchestre du corps humain» ?

Au sein de la partie théorique, après avoir exposé une définition des fonctions exécutives, nous nous intéresserons à leur hétérogénéité, leurs rôles et leur localisation neuro-anatomique, afin d'établir par la suite une définition du syndrome dysexécutif dans le but de comprendre l'impact que peut avoir un tel dysfonctionnement dans la vie d'un individu.

Par la suite, nous analyserons le développement des fonctions exécutives chez le jeune enfant et les facteurs susceptibles d'influencer ce développement.

Enfin, après avoir donné une définition relativement succincte de la motricité et défini plus précisément l'inhibition, nous essaierons d'établir le lien entre l'inhibition et le contrôle moteur. Pour terminer, nous nous attacherons au lien possible avec le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité.

La partie pratique tentera d'illustrer le lien entre l'inhibition et la motricité par la mise en place d'un essai de rééducation psychomotrice du déficit d'inhibition basé sur des activités uniquement corporelles et motrices, chez un enfant diagnostiqué TDA/H et TAC.

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Définition, rôle et hétérogénéité des fonctions exécutives

A- Définition des fonctions exécutives

1- Définition du système exécutif

a- Généralités

Alexander Luria, neuropsychologue, est le premier à proposer en 1966 une définition des fonctions exécutives. Selon lui, les fonctions exécutives sont des fonctions cognitives qui ont un rôle important dans toute activité de résolution de problèmes, ce qui suppose quatre choses :

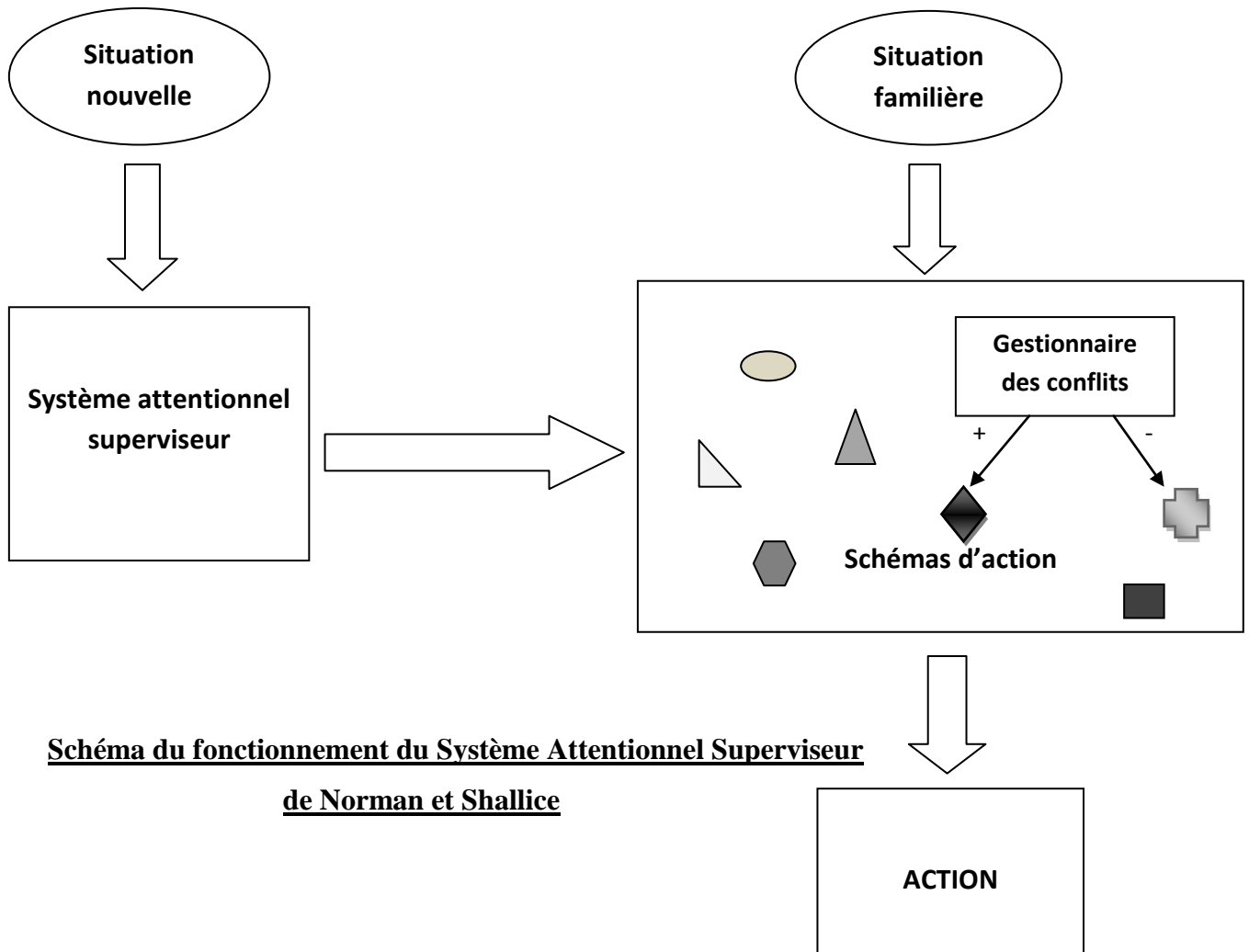
- ✓ Une analyse de la situation.
- ✓ Une élaboration d'un plan de résolution.
- ✓ Une résolution séquentielle et organisée de ce plan.
- ✓ Une vérification, en comparant l'objectif de départ avec le résultat obtenu.

Ce concept s'est ensuite enrichi par le biais de la neuropsychologie. Il est encore difficile aujourd'hui de définir avec précision ce que sont réellement les fonctions exécutives et de cerner l'ensemble des situations dans lesquelles elles sont activées, tant les notions qu'elles regroupent sont différentes.

Un consensus a cependant été établi pour dire qu'elles sont recrutées lorsque le sujet doit faire face à une situation nouvelle. Selon Seron, Vander Linden et Andres (1999), elles constituent « un ensemble de processus dont la fonction principale est de faciliter l'adaptation du sujet à des situations nouvelles, et ce notamment lorsque les routines d'actions, c'est-à-dire des habiletés cognitives automatisées, ne peuvent suffire. ». De ce fait, chaque fois que le répertoire de nos habiletés apprises ne nous permet pas d'affronter convenablement une situation, le fonctionnement exécutif est susceptible d'intervenir.

b- Modèle de Norman et Shallice (1986)

Le modèle de contrôle attentionnel de l'action, développé par Norman et Shallice (1986), est à l'origine des propositions théoriques les plus judicieuses dans le domaine des fonctions exécutives. Ce modèle s'appuie sur l'idée que l'être humain est en mesure de réaliser un grand nombre d'activités sans réellement y prêter attention car elles se font de manière automatique, on parle d'un répertoire de schémas d'action composé de comportements surappris. Dans certaines situations routinières, plusieurs schémas d'actions peuvent se trouver activés en même temps, c'est donc là que le gestionnaire de conflit intervient. C'est un processus rapide et efficace qui permet la sélection du schéma le plus approprié en fonction des exigences de la tâche. En revanche, certaines situations, telles que des situations nouvelles et complexes, requièrent un contrôle attentionnel volontaire, assuré par le système attentionnel de supervision. Ce système s'efforce à rechercher des solutions originales en activant et en réarrangeant des routines inhabituelles ou peu familières qui peuvent favoriser l'émergence d'une solution. Cela nécessite donc l'intervention des fonctions exécutives.



Un des rôles principaux des fonctions exécutives est donc de contrôler l'attention. Cependant, toute mobilisation attentionnelle n'est pas forcément induite par les fonctions exécutives puisque l'attention peut être dirigée de façon exogène. Les fonctions exécutives interviennent uniquement dans le cas de réorientation endogène de l'attention, ce qui suppose que l'individu doit fournir un effort.

2- Rôles et hétérogénéité des fonctions exécutives

a- Généralités

Les fonctions exécutives sont des habiletés propres au cerveau et les activités qui les requièrent sont quasiment quotidiennes. Elles sont impliquées dans la plupart des activités complexes, depuis la résolution de problème jusqu'à la théorie de l'esprit et la régulation des émotions. Elles entretiennent des liens importants avec la réussite scolaire, notamment avec les mathématiques et la lecture. Pendant la scolarisation, l'atteinte de ces fonctions peut diminuer considérablement la capacité de l'élève à réaliser certaines tâches scolaires. Elles sont donc en lien avec de nombreux troubles des apprentissages.

Le fonctionnement exécutif a longtemps été considéré comme une entité unitaire. Aujourd'hui, on parle d'une diversité des fonctions exécutives partageant malgré tout une base commune (Miyake et al. 2000). Le système exécutif regroupe différentes fonctions telles que la planification, la mémoire de travail, l'inhibition, l'attention sélective, la flexibilité... etc. Chaque fonction exécutive recouvre une multitude de processus. On considère actuellement que l'inhibition, la flexibilité et la mémoire de travail (sa mise à jour) sont les principales composantes des fonctions exécutives.

b- La planification

Les capacités de planification sont impliquées dans les situations de résolution de problèmes. C'est une fonction exécutive qui repose sur la capacité à constituer et coordonner une séquence d'actions optimale, visant l'atteinte d'un but. Pour planifier, il est indispensable d'avoir une juste représentation de la situation et du but à atteindre, d'élaborer un ensemble de stratégies appropriées à la situation et au but visé, ainsi que de superviser l'exécution du plan afin de s'assurer que les actions stratégiques choisies puissent contribuer efficacement à l'atteinte du but.

Une atteinte à ce niveau peut entraîner une certaine désorganisation de l'individu, tant au niveau moteur que cognitif, ainsi qu'un manque d'initiative. En effet, un enfant présentant un trouble de la planification n'est pas capable de s'organiser dans son travail et de planifier correctement ses mouvements.

c- L'attention sélective

L'attention sélective est une fonction cognitive d'ordre supérieur qui participe à un ensemble complexe du traitement de l'information. D'après William James (1890) « L'attention sélective est la prise de possession de l'esprit qui implique le retrait de certains objets afin de traiter efficacement les autres ». Ainsi, il est impossible de traiter entièrement et efficacement tous les stimuli qui s'offrent à nous simultanément. L'attention sélective correspond donc principalement à un choix qui se fait sur l'information à traiter et également sur le type de réponse à donner. Elle permet l'exécution d'une tâche à travers la mise en œuvre, l'arrêt ou le passage d'une activité à une autre. Ces opérations mentales sont sous le contrôle du sujet, elles lui demandent un temps de préparation afin qu'il puisse « choisir » telle ou telle information à traiter, qu'elle soit le plus souvent auditive ou visuelle. C'est un processus lent et séquentiel qui intervient dans le traitement de la nouveauté. C'est donc une fonction exécutive à part entière qui agit en collaboration avec d'autres fonctions exécutives comme l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité cognitive.

Un déficit au niveau de l'attention sélective entraîne chez l'enfant de grosses difficultés à l'école pour rester concentré sur la tâche à effectuer, du fait des nombreux stimuli distrayants susceptibles de l'entourer.

d- La mémoire de travail

La mémoire de travail a été définie par Baddeley et Hitch (1974), comme étant un système de mémoire active qui s'occupe à la fois du maintien des informations à court terme et du traitement des informations pour le passage dans la mémoire à long terme, permettant la réalisation d'activités cognitives immédiates. Elle intervient lorsque l'on prête attention à un stimulus enregistré par la mémoire sensorielle.

Elle est composée de plusieurs modules :

- **Un administrateur central** qui sélectionne, contrôle et intègre les opérations de traitement des systèmes esclaves.
- **Des systèmes esclaves :**
 - ✓ **La boucle phonologique** qui stocke les informations auditives et visuelles (verbale)
 - ✓ **Le calepin visuo-spatial** qui stocke les informations visuelles et spatiales (non verbale)

Les différentes composantes de la mémoire de travail jouent un rôle clé dans plusieurs activités de la vie quotidienne. Une atteinte à ce niveau peut entraîner chez l'enfant des difficultés pour effectuer des tâches qui demandent de gérer le traitement de plusieurs informations à la fois.

e- La flexibilité cognitive

C'est la capacité à changer de système de référence, planifier, initier l'activité, réfléchir d'une manière créative et s'adapter aux exigences des changements de l'environnement. Elle permet de basculer efficacement d'une tâche à l'autre. Certains considèrent cette fonction comme reposant sur l'inhibition et la mémoire de travail. En effet, l'inhibition serait requise pour bloquer des réponses qui ne sont plus pertinentes et la mémoire de travail serait nécessaire pour maintenir les nouvelles consignes à suivre et répondre en fonction de celles-ci. Ce serait cependant une fonction exécutive à part entière qui repose ainsi sur un ensemble de processus cognitifs. On dit que la flexibilité cognitive demande un désengagement de l'attention de certaines informations et un engagement à l'égard d'autres informations en fonction des exigences de la situation. Néanmoins, toute orientation attentionnelle ne relève toutefois pas de la flexibilité.

Un déficit au niveau de cette fonction est à l'origine chez l'enfant de la persévération cognitive pouvant avoir une incidence dans les apprentissages et dans les relations sociales. Ce sont des enfants qui peuvent être totalement déstabilisés par une nouveauté ou un changement dans leur routine. Ils ont des difficultés à l'école pour passer d'une activité à une autre, d'un sujet à un autre, et ont sans cesse besoin d'être ramené dans la situation.

3- L'inhibition

a- Définition

L'inhibition vient du mot latin « inhibire » qui signifie littéralement « ramer en arrière ». C'est une des dimensions principales du fonctionnement exécutif. Elle regroupe un ensemble de processus qui participent au raisonnement et au comportement dirigé vers un but, dans le cas de situations nouvelles ou complexes, qui nécessitent de l'attention.

C'est la capacité à :

- ✓ **Retenir intentionnellement une réponse prépondérante et automatique,**
- ✓ **Arrêter une réponse en cours,**
- ✓ **Contrôler les stimulations non pertinentes appelées interférences.**

On dit ainsi que l'inhibition sert de « filtre ». En effet, « elle supprime ce qu'il peut y avoir d'inutile dans l'acte », selon Wallon. Le fait de donner une réponse automatique que l'on croit être bonne, sans prendre en compte les informations qui nous parviennent, peut compromettre l'efficacité et la justesse de la réponse. « C'est donc un mécanisme flexible, adaptatif et susceptible de se modifier selon les attentes et les variations du contexte » (May, Kane et Hasher, 1995). La plupart des auteurs sépare aujourd'hui l'inhibition motrice de l'inhibition cognitive (Harnishfeger, 1995).

Certaines études (Carlson et Moses, 2001 ; Sonuga Barke, Dalen et Remington, 2003) ont permis de distinguer deux types d'inhibition :

- ✓ **Inhibition « Délai »** : C'est la capacité à tolérer un délai avant de recevoir un renforçateur. Ce type d'inhibition ferait partie des fonctions exécutives dites « chaudes » c'est-à-dire qu'il y a un enjeu affectif et émotionnel qui entre en compte dans l'exécution de la réponse.
- ✓ **Inhibition « Conflit »** : On parle dans ce cas de conflit cognitif. Ce type d'inhibition ferait partie des fonctions exécutives dites « froides », et concernerait les résolutions de problèmes complexes sans charge affective.

b- Différentes théories

❖ **Théorie de Barkley**

L'une des théories les plus influentes du rôle de l'inhibition dans le développement a été proposée par Barkley (1997). Bien que l'origine de la théorie concerne le TDA/H, elle peut aussi être appliquée au développement typique. Il a suggéré que la mémoire de travail, l'auto-régulation des affects, l'intériorisation du discours et la reconstitution sont des fonctions exécutives qui sont en partie dépendantes de l'inhibition. Il suppose donc que le délai de réflexion que prévoit l'inhibition dans la façon d'agir, donne à ces autres fonctions la possibilité d'intervenir, et de contrôler de façon efficace la réponse en cours. En terme de développement, puisque la capacité à inhiber une réponse s'améliore, cela crée donc une chance pour les autres fonctions exécutives de se développer.

❖ **Théorie de Dempster**

Dempster (1993) a attribué une variété de caractéristiques à l'inhibition qui varient en fonction :

- du temps (proactif, coactifs, rétroactif)
- de la forme (motricité, perception, et linguistique)
- de l'espace (interne, externe).

Il a suggéré que la résistance aux interférences est un facteur majeur dans le développement cognitif, mais que les variétés d'inhibition présentent différentes trajectoires de développement. L'interférence motrice serait la première à arriver à maturité, et les interférences linguistiques les dernières. Dempster a fait valoir que les changements développementaux dans la résistance aux interférences expliquent l'amélioration liée à l'âge pour effectuer de nombreuses tâches différentes.

❖ **Théorie de Roberts et Pennington**

Roberts et Pennington (1996) affirment que la mémoire de travail influe fortement sur l'inhibition. En effet, lorsque les processus de la mémoire de travail sont mis en œuvre, d'autres actions sont automatiquement inhibées. De nombreuses tâches d'exécution impliquent l'exploitation de la mémoire de travail tout en inhibant une réponse prédominante.

Suivant cette logique, on considère que si les demandes en mémoire de travail sont augmentées, il devrait y avoir une diminution des capacités d'inhibition et donc une augmentation de la probabilité de commettre des réponses inadaptées. C'est pourquoi, les enfants qui réussissent bien les tâches impliquant la mémoire de travail, ont également de bons résultats concernant les tâches d'inhibition (Davidson et al. 2006). Ce sont donc deux processus indépendants mais qui ont une forte relation. Plus les enfants grandissent, plus ces processus deviennent matures et plus ils deviennent capables de faire des tâches complexes.

Ainsi, le fait de retenir temporairement une idée de façon efficace, éviterait de stocker de fausses informations et permettrait de s'ajuster en cours de route, de revenir sur des informations antérieures pertinentes et de faire des liens efficaces. C'est pourquoi l'inhibition et la mémoire de travail permettraient la flexibilité cognitive, processus qui permet au sujet de déplacer son attention d'un stimulus à un autre.

B- Localisation anatomique

1- Le cortex frontal

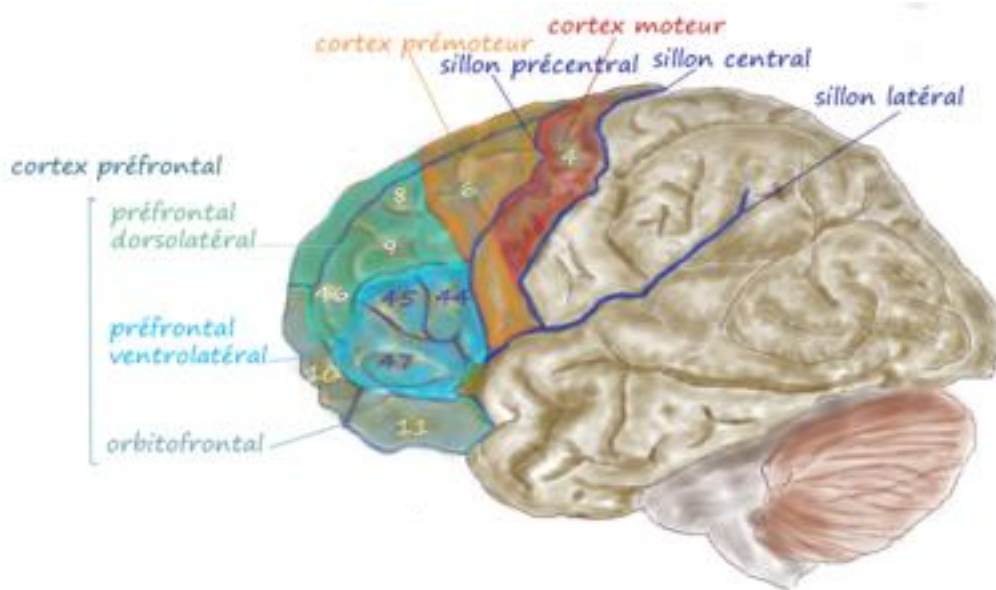
L'étude du fonctionnement exécutif est issue d'observations faites sur des adultes ayant des dommages au niveau du lobe frontal. D'après de nombreuses études, on sait que ces patients présentent généralement un manque de contrôle et se montrent souvent impulsifs et inflexibles. L'analyse de ces patients a mis en avant le lien qu'il peut y avoir entre le fonctionnement exécutif et les fonctions du lobe frontal. Le cortex frontal est la partie la plus antérieure du cerveau. D'un point de vue fonctionnel, il se divise en trois régions principales : les aires motrice et prémotrice, et plus en avant, le cortex préfrontal. C'est principalement le cortex préfrontal qui est lié aux fonctions exécutives.

2- Le cortex préfrontal

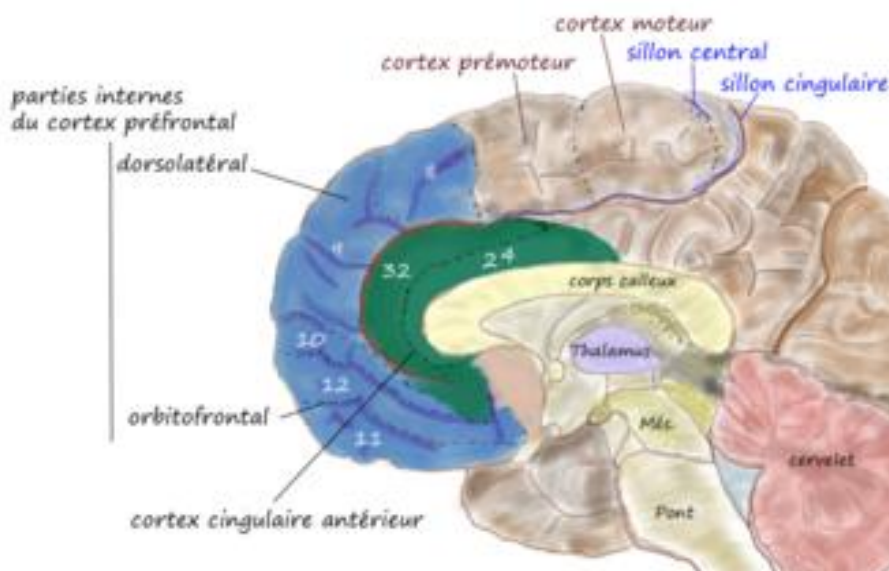
Le cortex préfrontal est la partie antérieure des lobes frontaux du cerveau, se trouvant devant les secteurs moteur et prémoteur. Il peut être divisé de plusieurs manières :

- Le cortex préfrontal dorsolatéral
- Le cortex ventrolatéral
- Le cortex frontal inférieur dont le cortex orbito-frontal

- Le cortex frontal médial et cingulaire antérieur



Vue latérale du cortex préfrontal



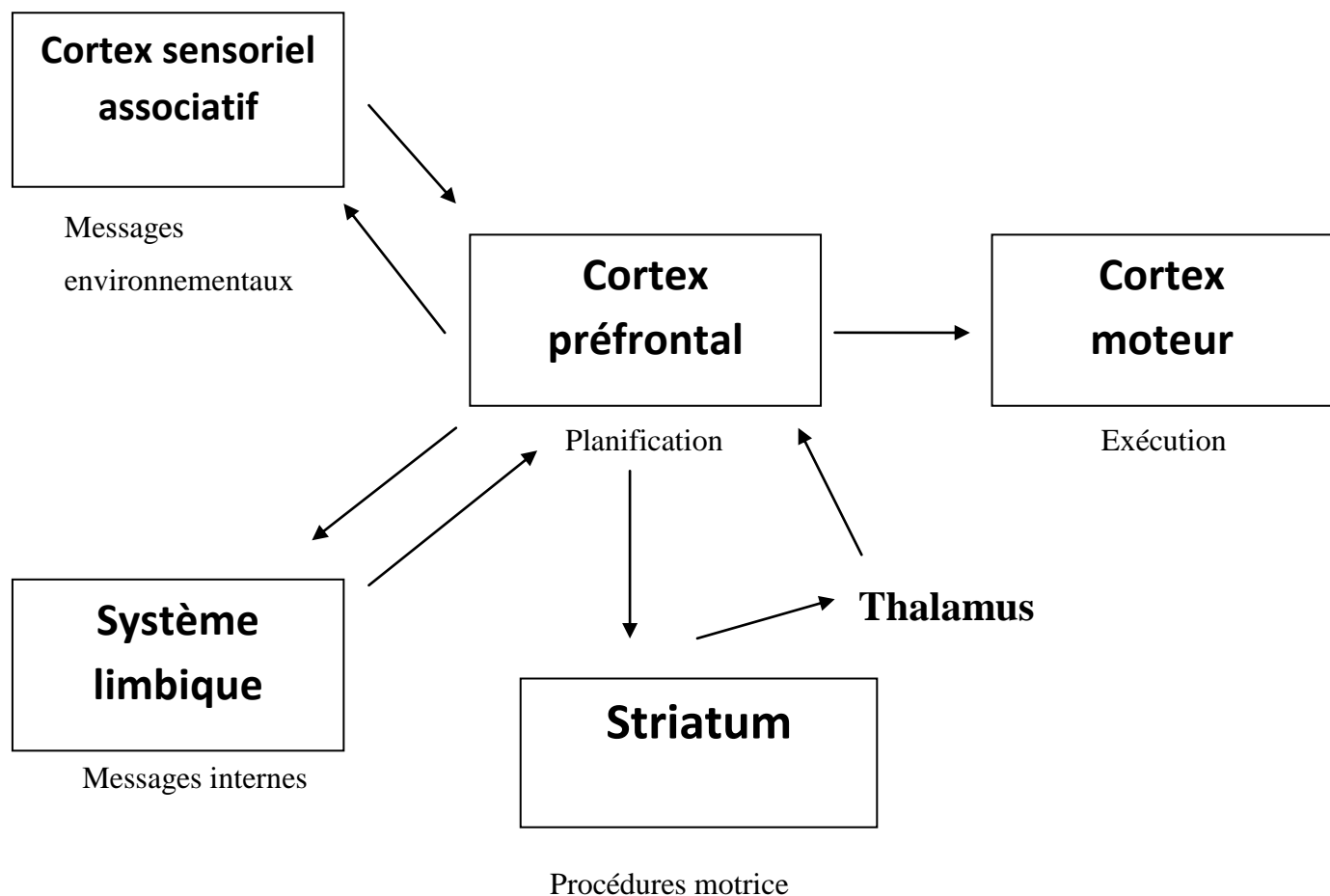
Vue médiale du cortex préfrontal

Le développement des fonctions exécutives semblerait intrinsèquement lié en particulier à la maturation du cortex préfrontal dorsolatéral. En effet, les neurones de celui-ci peuvent conserver la trace de l'information perçue, préparer l'action imminente, inhiber les

comportements inappropriés et coder l'ordre d'un stimulus dans une séquence temporelle, et cela de façon quasi simultanée. De plus, cette région possède une importante flexibilité de son activité neuronale, car celle-ci peut être différente en fonction du contexte.

En outre, le cortex préfrontal est considéré comme un centre privilégié d'intégration du cerveau car il est en relation directe ou indirecte avec :

- **Le thalamus** : ce qui lui permet d'actualiser les expériences passées.
- **Le système limbique** : ce qui le rend ouvert sur le monde intérieur, l'état affectif et motivationnel.
- **Les aires sensorielles associatives** : ce qui lui permet d'avoir une représentation interne du monde environnant extra-corporel.
- **Les aires prémotrices** : ce qui lui permet de participer au contrôle moteur.
- **Le cervelet** : ce qui lui permet de participer à la génération et au contrôle du mouvement.



Représentation schématique des principales connexions du cortex préfrontal

C- Syndrome dysexécutif

1- Historique

En 1848, c'est le cas Phineas Gage, contremaître des chemins de fer qui a subi un traumatisme crânien majeur au niveau du lobe frontal, qui a permis de faire un premier inventaire des différentes manifestations psycho-comportementales du syndrome frontal : apathie, pseudo-dépression, distractibilité, persévération, désinhibition, troubles des conduites sociales...etc. A l'époque, ces troubles sont mal classés et systématiquement reliés à l'atteinte du territoire paralimbique des lobes frontaux.

Ce n'est que dans la deuxième moitié du XXe siècle, que la description du syndrome frontal va s'améliorer d'un point de vue cognitif grâce aux travaux de Luria (1966) et de Milner (1963) et au développement de nombreux tests neuropsychologiques. Et c'est en 1988 que le terme de syndrome dysexécutif apparaît pour la première fois dans un article de Baddeley et Wilson.

Aujourd'hui, grâce aux progrès en matière d'imagerie cérébrale, on sait qu'un syndrome dysexécutif n'est pas systématiquement dû à une atteinte frontale. En effet, nous avons vu précédemment que d'autres structures sont également impliquées dans le fonctionnement exécutif. De plus, certaines atteintes frontales ne provoquent pas de syndrome dysexécutif. Néanmoins, les troubles exécutifs restent très courants chez les patients cérébro-lésés frontaux et sont accompagnés de manifestations comportementales et cognitives.

En outre, un syndrome dysexécutif ne s'observe pas uniquement chez des personnes cérébro-lésés, en effet, les déficits des fonctions exécutives sont également caractéristiques de plusieurs troubles cliniques, notamment du Trouble du Spectre Autistique et du Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité.

2- Manifestations comportementales et cognitives du syndrome dysexécutif

Les perturbations des fonctions exécutives sont à l'origine d'un large panel de troubles dont l'élément commun serait le déficit d'une fonction de contrôle et dont le profil évolue

suivant la pathologie. De ce fait, les perturbations peuvent prédominer dans le domaine comportemental ou plutôt dans le domaine cognitif.

a- Manifestations cognitives

D'un point de vue cognitif, un dysfonctionnement exécutif s'exprime par des difficultés dans la vie quotidienne, particulièrement lorsque le sujet est confronté à des tâches complexes ou nouvelles. Il provoque de surcroît une inadéquation entre l'objectif et les moyens mis en œuvre pour y accéder. De plus, ce sont des sujets qui ont tendance à ne pas critiquer leurs performances erronées. Ces patients présentent fréquemment des difficultés pour :

- Organiser une série d'actions en une séquence optimale visant l'atteinte d'un but,
- Résoudre des problèmes,
- S'empêcher de produire des actions inadaptées,
- Passer d'un comportement à un autre en fonction des exigences de l'environnement,
- Récupérer des informations en mémoire de façon active.

b- Manifestations comportementales

Lorsque l'atteinte des fonctions exécutives concerne une pathologie cérébrale, les troubles concernent fréquemment le domaine comportemental. Les manifestations comportementales le plus couramment observées sont :

- Réduction d'activité avec désintérêt, aboulie ou apathie ayant parfois conduit à un diagnostic initial de dépression,
- Comportement hyperkinétique avec distractibilité, impulsivité ou désinhibition,
- Modification du comportement familial et social.

Conclusion

En définitive, les fonctions exécutives ont un rôle essentiel pour la bonne adaptation de l'individu à son environnement. Elles regroupent un ensemble de processus très hétérogènes, localisés en partie au niveau du cortex préfrontal. Ces différentes fonctions présentent chacune des rôles bien différents et fondamentaux. L'inhibition apparaît comme une des dimensions principale du système exécutif.

Un dysfonctionnement exécutif peut de ce fait être très handicapant et déstabiliser fortement un individu dans son environnement.

Chapitre II : Développement ontogénétique des fonctions exécutives

A- Généralités sur le développement normal des fonctions exécutives

D'abord étudiées dans le contexte de lésions du cortex préfrontal en neuropsychologie, les fonctions exécutives sont maintenant appréhendées sous l'angle du développement normal. L'étude des fonctions exécutives chez les enfants a longtemps été négligée, car les scientifiques étaient nombreux à penser que les lobes frontaux n'étaient pas fonctionnels avant l'adolescence. Nous savons maintenant que ce n'est pas le cas ; les lobes frontaux sont actifs dès le début de l'enfance et continuent à se développer dans la deuxième décennie de la vie (Bell et Fox, 1992). Cette maturation physiologique est accompagnée d'un développement de longue durée de la capacité de contrôle du comportement. On dit souvent que les enfants « agissent sans réfléchir », c'est pourquoi il est important de comprendre le développement des fonctions exécutives car elles jouent un rôle essentiel dans le passage de l'enfance à l'âge adulte : adulte devant être capable de planifier et de contrôler ses actions de façon économique et efficace

La maturation des régions préfrontales se fait plus tardivement et dure plus longtemps que celle des autres régions du cerveau, elle ne se terminera qu'à l'adolescence (Gogtay et al. 2004). En effet, les travaux sur le développement des fonctions exécutives mettent en avant le fait que celui-ci est relativement long puisqu'il couvre l'ensemble de l'enfance. Il a été prouvé que dès l'âge de 12 mois des formes de fonctions exécutives commencent déjà à devenir plus ou moins efficaces. De plus, les différentes études ont permis d'affirmer que le rythme de maturation est particulièrement intense de 2 à 6 ans c'est-à-dire durant la période d'âge préscolaire. Après cette période, les progrès semblent moins importants en particulier pour la fonction d'inhibition, mais ils se poursuivent pendant l'adolescence à un rythme régulier. Même au début de l'âge adulte, le fait d'exercer un contrôle exécutif efficace dans des situations complexes se traduit par un temps de réponse relativement long.

B- Hétérogénéité du développement

1- Données développementales

D'après plusieurs études, il semblerait que les fonctions exécutives se séparent et se spécialisent progressivement au cours de la période préscolaire. Les différents processus mûrissent ensuite à des âges différents. Nous parlerons dans cette partie uniquement du développement de la planification, de la mémoire de travail, de la flexibilité cognitive et de l'inhibition.

a- La planification

Le développement de la planification chez le tout jeune enfant a semble-t-il été très peu étudié jusqu'à aujourd'hui. Des études ont toutefois mis en avant que les capacités de planification émergent fortement à l'âge préscolaire (Atance et O'Neill, 2001 ; Bauer, Schwade, Wewerka et Delaney, 1999). En effet, vers 4-5 ans, les enfants peuvent élaborer et exécuter des plans simples en liens avec des événements familiaux (Hudson et Fivush, 1991). De surcroît, ils se montrent également capables de planifier des itinéraires (Gauvain, 1992). Durant la période préscolaire, les enfants deviennent de plus en plus performants dans l'élaboration et l'utilisation de stratégies de planification efficaces en fonction du but à atteindre (Cohen et al. 1994). Au fur et à mesure des apprentissages en milieu scolaire, l'enfant voit ses capacités de planification s'améliorer.

Le développement des habiletés de planification se poursuit à l'adolescence et jusqu'à l'âge adulte. Il est nécessaire pour l'autonomisation de l'enfant face aux tâches plus ou moins complexes de la vie quotidienne.

b- La mémoire de travail

Le développement de la mémoire de travail a été le sujet de nombreux travaux qui ont été contraints par le peu d'épreuves disponibles pour les premiers âges de la vie. Néanmoins, les chercheurs ont tout de même pu démontrer à l'aide de paradigmes visuels que dès l'âge de 6 mois, les enfants sont capables de se souvenir de l'endroit où ils ont vu disparaître un objet après un délai de quelques secondes pendant lequel des informations inappropriées leur sont

présentées. Ces résultats ont été interprétés comme des manifestations hâtives de la mémoire de travail (Reznick, Morrow, Goldman et Snyder, 2004). D'après de nombreuses études effectuées grâce à l'essor des épreuves évaluant la mémoire de travail, on sait également aujourd'hui que les performances augmentent considérablement durant la période préscolaire et ce jusqu'à l'âge adulte.

Le développement de la mémoire de travail s'avère être essentielle au bon développement de l'enfant, notamment dans l'acquisition de nouveaux apprentissages.

c- La flexibilité cognitive

L'étude du développement de la flexibilité cognitive chez le tout jeune enfant est un fait relativement récent. En effet, la pensée piagétienne donnait à l'époque l'image « d'un enfant préopérateur dont la pensée égocentrique ne lui permet pas de se représenter différents points de vue sur une même réalité. » (Chevalier, 2006).

Aujourd'hui, les différents auteurs se sont mis d'accord pour affirmer que les capacités de flexibilité cognitive connaissent un très fort développement durant la période préscolaire, particulièrement entre 3 et 4 ans. Des études menées par Deák et ses collaborateurs (1998, 2001) ont mis en avant chez l'enfant de 3 ans des capacités de polynomie : ils sont par exemple capable, face à un crayon en forme de dinosaure, de dire que c'est un « crayon » et un « dinosaure ». Il est donc envisageable à cet âge là de montrer des formes de flexibilité cognitive dans certains domaines. Des progrès importants ont également lieu au-delà de ces âges.

Ainsi, il a été démontré que le développement d'une telle fonction cognitive joue un rôle important dans l'acquisition de facultés essentielles comme le langage ou la théorie de l'esprit. Il semblerait que la flexibilité cognitive aide à la représentation du point de vue d'autrui.

d- L'inhibition

L'inhibition est considérée par certains comme un facteur déterminant du développement cognitif, social et de la personnalité. Elle serait la fonction exécutive qui se développe la plus précocement. Certaines études montrent que le contrôle de l'inhibition est présent chez l'enfant à un stade précoce du développement et qu'il se développe durant toute l'enfance. Puis le développement continuerait tout au long de la vie mais de façon beaucoup

moins marquée. Huizinga (2006) a constaté que les tâches qui mesurent la performance de vitesse d'inhibition mettent en avant une amélioration jusqu'à l'âge de 15 ans. Ainsi, la capacité à ignorer des informations sans importance pour effectuer une tâche, s'améliore avec l'âge. Les enfants plus âgés sont moins sensibles aux interférences et sont plus réceptifs aux manipulations visant à réduire les conflits de réponse.

D'après certaines études, l'inhibition se développerait dès les premiers mois de la vie. Il semblerait que ce soit un mécanisme important dans le développement du nourrisson. Dès l'âge de 12 mois les enfants parviennent à inhiber certaines réponses automatiques. D'un point de vue moteur, l'inhibition est le mécanisme qui permet aux nourrissons de supprimer les réponses inutiles ou rigides pour développer des actes plus flexibles par rapport à des objectifs qui changent en permanence. Au niveau cognitif, l'inhibition est à la base du tri et de la suppression de bruits parasites et d'informations non pertinentes, elle contribue donc à l'émergence de la vigilance et de l'attention au cours des premiers mois de vie.

Les capacités d'inhibition continuent à croître fortement entre 1 et 3 ans, comme le montre par exemple la capacité grandissante de ces enfants à différer la prise d'une récompense afin d'en recevoir une plus importante (Carlson, 2005). Et c'est entre 3 et 7 ans que les progrès développementaux seraient les plus significatifs (Diamond et Taylor, 1996).

2- Facteurs contribuant au développement des fonctions exécutives

Nous savons maintenant que le développement des fonctions exécutives est lié à la maturation du cortex préfrontal. Néanmoins d'autres facteurs entrent en compte et présentent leur importance.

a- Les autres structures impliquées dans leur développement

D'après certaines études menées récemment sur des patients cérébro-lésés et par le biais de l'utilisation de techniques d'imagerie cérébrale, le développement des fonctions exécutives semblerait lié également à d'autres structures telles que le cortex pariétal supérieur et les ganglions de la base.

b- Les différences sexuelles

Des études en neuro-imagerie, menées par Bellis et coll. en 2001, ont démontré que la maturation cérébrale, et en particulier celle des régions préfrontales, est différente chez les filles et les garçons. Le développement de la matière grise dans les régions préfrontales s'achève plus tôt chez les filles (Gied et al. 1999). On suppose donc que les fonctions exécutives empruntent des trajectoires spécifiques et indépendantes selon le sexe. Il semblerait également que les fonctions exécutives soient généralement plus efficaces chez les filles.

c- Le rôle du langage

La verbalisation d'informations pertinentes lors de la résolution de tâches qui requièrent l'intervention des fonctions exécutives influe favorablement sur les performances des enfants d'âges préscolaire ou scolaire, notamment en ce qui concerne les tâches qui mettent en jeu l'inhibition, la flexibilité et la planification. Ainsi, les enfants qui présentent des capacités langagières plus avancées se révèlent être plus efficaces dans l'utilisation des fonctions exécutives (Espy, Bull, Martin et Stroup, 2006). C'est pourquoi il est dit que le langage présente une « fonction auto-régulatrice ». Luria (1961) estime que le langage joue un rôle dans le déclenchement et l'inhibition des comportements moteurs. Ce contrôle se déroule en plusieurs étapes ; allant du discours généré par l'adulte servant de régulation externe, jusqu'au langage à voix haute de l'enfant ou soliloque vers l'âge de 5 ans, pour aller petit à petit vers un langage intériorisé à partir de 8ans (Winsler et Naglieri, 2003).

« Les verbalisations liées aux actions aident à faire de l'expérience de ces actions un objet de considération sur lequel on peut exercer un contrôle » (Chevalier, 2010). De plus, « la gestion des buts à atteindre repose sur le discours interne, pour favoriser la formation d'une représentation phonologique en mémoire de travail, ce qui impliquerait des aires cérébrales associées au langage », (Gruber et Goschke, 2004).

d- Les variations inter-individuelles

Il existe de fortes variations inter-individuelles concernant le fonctionnement exécutif. En effet, un processus est plus ou moins automatisé selon les individus ce qui engendre des demandes concernant les fonctions exécutives plus ou moins importantes. Cela réduit la fiabilité test/retest des épreuves et complique donc les études concernant le développement des fonctions exécutives. De plus, les épreuves qui évaluent les fonctions exécutives ne sont pas suffisamment sensibles ce qui accroît les difficultés d'évaluation.

Conclusion

Finally, le développement des fonctions exécutives débute relativement tôt chez le tout jeune enfant et se poursuit jusqu'à l'âge adulte. Ce développement précoce permet ainsi à l'enfant d'agir efficacement face aux exigences de l'environnement et de s'adapter. Les fonctions exécutives jouent un rôle prépondérant lorsque l'individu se trouve face à des tâches peu habituelles et complexes, c'est pourquoi elles sont fréquemment sollicitées lors des apprentissages à l'âge scolaire et préscolaire. Elles sont donc essentielles au bon développement de l'enfant.

Chapitre III : Fonctions exécutives et motricité

A- Implication du lobe préfrontal et des fonctions exécutives dans le contrôle du mouvement

1- La motricité

a- Définition générale

La motricité est une faculté essentielle du corps humain commandée par le cerveau qui permet au corps de se mouvoir dans l'espace par la contraction musculaire. Les activités de motricité globale comme la marche, la course, la natation, demandent l'intervention des différentes parties du corps et la coordination de groupes musculaires importants (Rigal, 2003).

Bien entendu, de multiples notions différentes se rassemblent sous le terme de motricité et sont à mettre en relation avec des approches variées. De plus, il est évident que les mécanismes cérébraux qui permettent la préparation et l'exécution d'un mouvement surpassent la simple vision du cortex moteur donnant des ordres aux motoneurones qui exécutent.

b- Les différents types de mouvements

Toute activité motrice s'exprime par des mouvements, mais sous ce terme de mouvement on discerne différentes expressions :

- **Les mouvements réflexes** : Ce sont des réponses motrices déclenchées involontairement suite à une excitation sensorielle.
- **Les mouvements semi-volontaires** : Ce sont des mouvements déclenchés par des sensations internes (s'étirer, bailler...).

- **Les mouvements automatiques** : Le mouvement automatique, s'il se déroule de lui-même, est généré par un réseau nerveux inné ou construit par un apprentissage. L'initiation du mouvement peut être volontaire mais le déroulement du mouvement est inconscient.
- **Les mouvements volontaires** : Ce sont des mouvements pleinement intentionnels qui sont planifiés et dirigés vers un but.

L'activité automatique prend en charge les tâches surappries qui ont été répétées et qui nécessitent peu de ressources cognitives. Tandis que l'activité volontaire survient face à des situations nouvelles ou complexes. C'est donc lors de mouvements volontaires que le lobe frontal intervient, et plus particulièrement les fonctions exécutives comme nous avons pu le voir précédemment.

2- Programme moteur et contrôle du mouvement volontaire

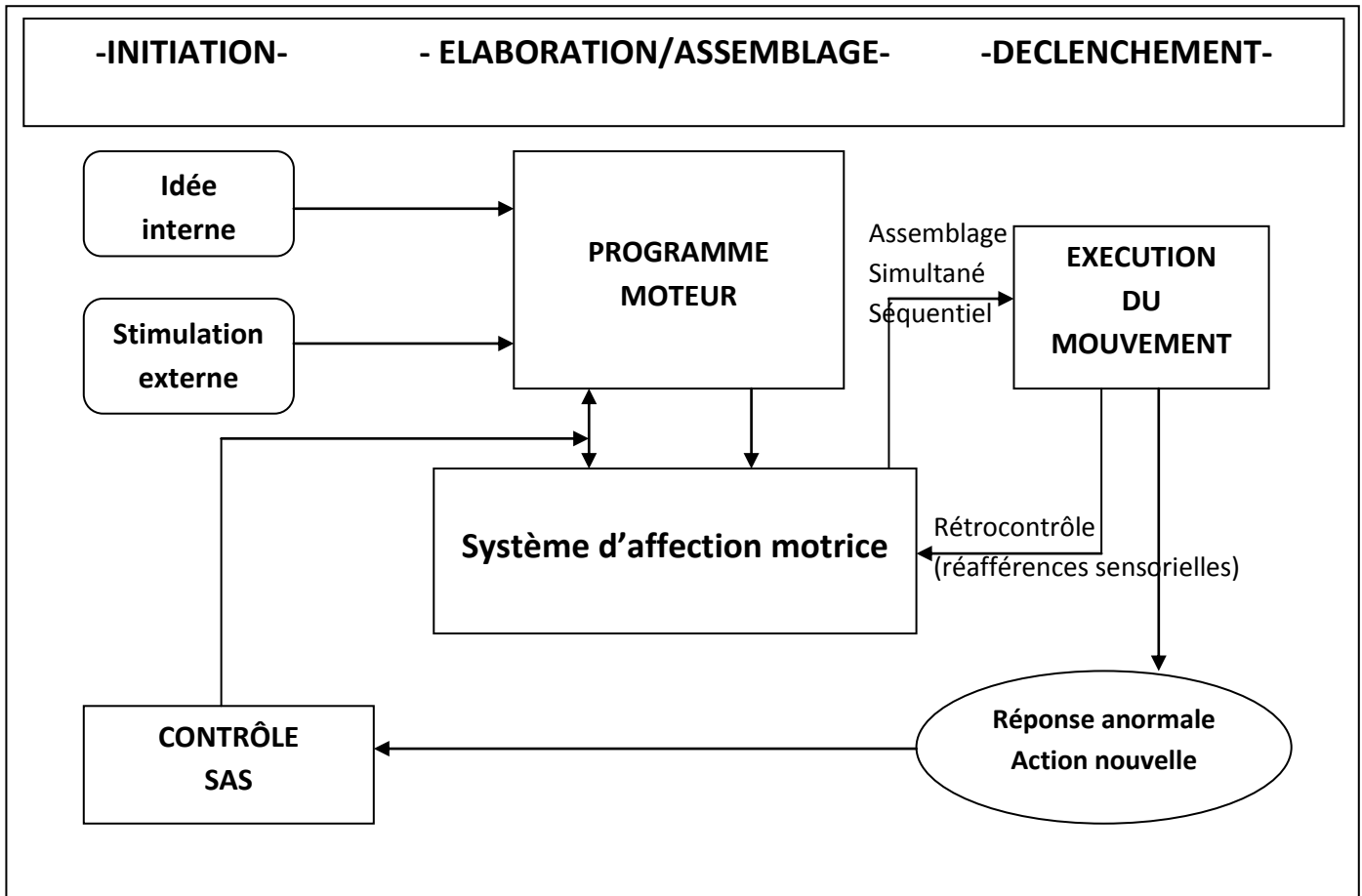
a- Les étapes permettant l'élaboration d'un mouvement volontaire

C'est à partir des travaux de Luria en 1980 mettant en évidence le rôle intégrateur du cortex frontal, que les auteurs envisagent le fait que tous les mouvements volontaires sont conditionnés par un but et définis en termes d'objectifs.

C'est donc à partir de ce postulat qu'un modèle théorique du mouvement a été proposé. Ce modèle est constitué de quatre étapes :

- 1) L'initiation du mouvement se fait soit à partir d'une **idée interne**, soit à partir de **stimulations externes**.
- 2) Puis, le **programme moteur**, constitué de multiples programmes élémentaires appelés **systèmes d'effection motrice**, se déclenche (Semjen 1994). Un **assemblage** se fait ensuite de façon simultanée ou séquentielle dans le but d'obtenir une action motrice.
- 3) Vient ensuite la phase **d'exécution du mouvement**.

- 4) Grâce à des **réafférences sensorielles** provenant de la peau, des muscles et des articulations, un **rétrocontrôle** se fait tout au long de la production du mouvement. De plus, le **Système Attentionnel Superviseur** intervient dans le cas où de **actions nouvelles** doivent être produites ou lorsque les **réponses effectuées s'avèrent être anormales**.



Schématisation des différentes étapes impliquées dans l'élaboration d'un mouvement volontaire

b- Rôle du lobe préfrontal dans le contrôle du mouvement

De nombreuses structures cérébrales interviennent dans le contrôle moteur. Le lobe préfrontal a un rôle prépondérant au niveau du contrôle cognitif de l'action. Nous avons vu précédemment qu'il est considéré comme étant un centre privilégié d'intégration du cerveau

grâce à ses différentes relations avec de nombreuses zones corticales et sous-corticales. Parmi celles-ci, certaines sont impliquées dans la réalisation d'une réponse motrice. Le lobe préfrontal se trouve également au centre de la convergence entre les informations en provenance du monde extérieur (les afférences sensorielles) et celles en provenance du monde intérieur (afférences limbiques).

De plus, les méthodes d'activation cérébrale ont mis en avant le rôle prépondérant du lobe préfrontal dans la gestion de l'activité gestuelle, de la programmation à la réalisation. C'est pourquoi, certains cérébro-lésés préfrontaux peuvent parfois présenter en plus des séquelles au niveau moteur.

B- Inhibition et motricité

1- Manifestations cliniques d'un déficit d'inhibition

Un déficit d'inhibition se manifeste fréquemment face à des situations nouvelles ou complexes, lorsque l'on sort des automatismes. D'un point de vue clinique, quand les processus inhibiteurs sont atteints, le sujet aura tendance à se lancer dans la production d'une réponse dite surprise, sans prendre en considération les informations les plus pertinentes pour réaliser la tâche en cours. Les comportements deviennent dès lors stéréotypés, persévérants et donc inadaptés. Ainsi, les enfants ayant un trouble de l'inhibition sont bien souvent décrits comme des enfants impulsifs, mais ce n'est pas toujours le cas. Un trouble de l'inhibition peut se manifester différemment suivant la pathologie et l'atteinte neurologique.

On observe bien souvent chez les enfants qui présentent un trouble de l'inhibition les manifestations suivantes :

- Ils présentent des difficultés à s'adapter efficacement aux situations nouvelles et ont tendance à choisir en priorité les réponses motrices ou cognitives les plus habituelles et les plus simples,
- Ils ne prennent pas toujours le temps de bien faire, on dit donc souvent d'eux qu'ils « ne réfléchissent pas avant d'agir »,
- Ils ont des difficultés pour contrôler efficacement leurs mouvements,
- Ils n'ont pas toujours des comportements adaptés socialement. En effet, il est difficile pour eux de gérer correctement leurs émotions,

- Il leur est difficile d'interrompre une réponse motrice en cours ou de la modifier,
- Ils se laissent facilement distraire par des stimuli externes.

C'est un trouble qui est difficilement visible si l'individu ne se trouve pas face à des situations complexes. Il peut donc parfois passer inaperçu dans la vie de tous les jours, d'autant plus quand il n'y a pas d'impulsivité.

2- Rôle de l'inhibition dans le contrôle moteur

a- Equilibre entre activation et inhibition

Le contrôle du mouvement est semble-t-il fondé sur un équilibre absolu entre l'activation et l'inhibition des groupes musculaires. On parle d'un mécanisme binaire qui est omniprésent au niveau physiologique dans la façon dont le corps fonctionne. « Le système nerveux doit faire face au problème de contrôler une machinerie motrice à qui les caractéristiques musculo-squelettiques confèrent de multiples degrés de liberté. » (Turvey, Easton, Greene, Gurfinkiel 1972). En effet, face à une action, une multitude de mouvements différents sont susceptibles d'être activés. Ainsi, grâce à des processus d'activation et d'inhibition, le programme moteur pourra choisir les muscles adéquats qui seront impliqués dans l'action ou dans les réajustements posturaux qui suivront.

b- Mise en évidence expérimentale

Des études ont été menées par Barral et al. publiées en 2006, dans le but d'examiner les changements développementaux dans l'activation et l'inhibition de la motricité chez des enfants âgés de 5 à 11 ans. Pour cela, trois tâches motrices différentes leur ont été proposées :

- **Des mouvements uni-manuels** avec la main dominante et la main non dominante,
- **Des mouvements bi-manuels « en miroir »**, c'est -à-dire symétriques,
- **Des mouvements bi-manuels « en parallèle »**, c'est-à-dire asymétriques.

La première étude a mis en avant des temps de réaction plus longs pour déclencher des mouvements uni-manuels par rapport aux mouvements bi-manuels simples chez les enfants les plus jeunes. Ces différences ont tendance à s'atténuer dès l'âge de 8 ans. En effet,

déclencher une réponse uni-manuelle demande de pouvoir inhiber de façon efficace une main pendant que l'autre est activée. Le développement des mécanismes d'inhibition semble donc être un préalable important pour l'initiation des mouvements uni-manuels ainsi que des coordinations bi-manuelles complexes.

La deuxième étude souligne l'existence de deux mécanismes d'inhibition lors d'une activité bi-manuelle :

- **L'inhibition non sélective** qui permet l'arrêt total de toutes les composantes de l'action. Elle est semble-t-il compétente et mature dès l'âge de 5 ans.

- **L'inhibition sélective** qui permet d'arrêter ou de modifier uniquement une des composantes de l'action en cours (exemple : l'arrêt d'une main). Elle est de plus en plus efficace en fonction de l'avancée en âge de l'enfant. C'est un mécanisme qui semble donc être grandement impliqué dans le contrôle des coordinations bi-manuelles complexes.

Ces deux études ont mis en avant le fait que l'inhibition et l'activation ne varient pas de la même manière avec l'âge, ce sont donc deux mécanismes distincts. Les mécanismes d'inhibition sembleraient se développer plus précocement que les mécanismes d'activation.

Ce serait donc plus particulièrement le développement de l'inhibition qui permettrait l'émergence des coordinations bi-manuelles complexes impliquant des synergies de mouvements simultanés et complémentaires. Ainsi, l'inhibition jouerait un rôle prépondérant dans l'évolution de la motricité de l'enfant.

3- Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité et difficultés motrices

a- Définition du TDA/H

Le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité apparaît comme le plus diagnostiqué des troubles pendant l'enfance, il représente entre 3 et 5% des enfants d'âge scolaire en France. D'après le DSM IV-TR (2000), ce trouble est composé d'une triade symptomatique regroupée en deux dimensions : **Inattention** et **Impulsivité/Hyperactivité**.

Les symptômes doivent se manifester dans au moins deux types d'environnement différents (à la maison et à l'école le plus souvent), devront débiter avant l'âge de sept ans et

durer depuis plus de 6 mois, provoquant une altération significative de l'adaptation de l'enfant à son environnement.

Quatre types de TDA/H sont définis en fonction de la prédominance de ces critères diagnostiques :

- **TDA/H mixte** : Critères Inattention et Impulsivité/Hyperactivité présents sur les six derniers mois.

- **TDA/H Impulsivité/Hyperactivité** : Critère Impulsivité/Hyperactivité uniquement, présent sur les six derniers mois.

- **TDA/H Inattention prédominante** : Critère Inattention uniquement, présent sur les six derniers mois.

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

Inattention (6 items/9)	Hyperactivité/Impulsivité (6 items/9)
<ul style="list-style-type: none"> • Ne prête pas attention aux détails • A du mal à soutenir son attention • Ne semble pas écouter quand on lui parle • Ne se conforme pas aux consignes • A du mal à s'organiser dans son travail • Evite et a en aversion les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu • A des oublis fréquents dans la vie quotidienne • Se laisse distraire pas les stimuli externes 	<p style="text-align: center;"><u>Hyperactivité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Remue les mains et les pieds • Se tortille sur son siège • Se lève dans des situations où il est assis • Parle souvent trop • Court ou grimpe partout • A du mal à se tenir tranquille • Agit comme étant sur la « brèche » ou comme s'il était monté sur ressorts <p style="text-align: center;"><u>Impulsivité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Laisse échapper la réponse à une question qui n'est pas encore posée • A du mal à attendre son tour • Interrompt souvent les autres ou impose sa présence

Critères diagnostiques du TDA/H d'après le DSM IV

b- Rôle de l'inhibition chez le TDAH

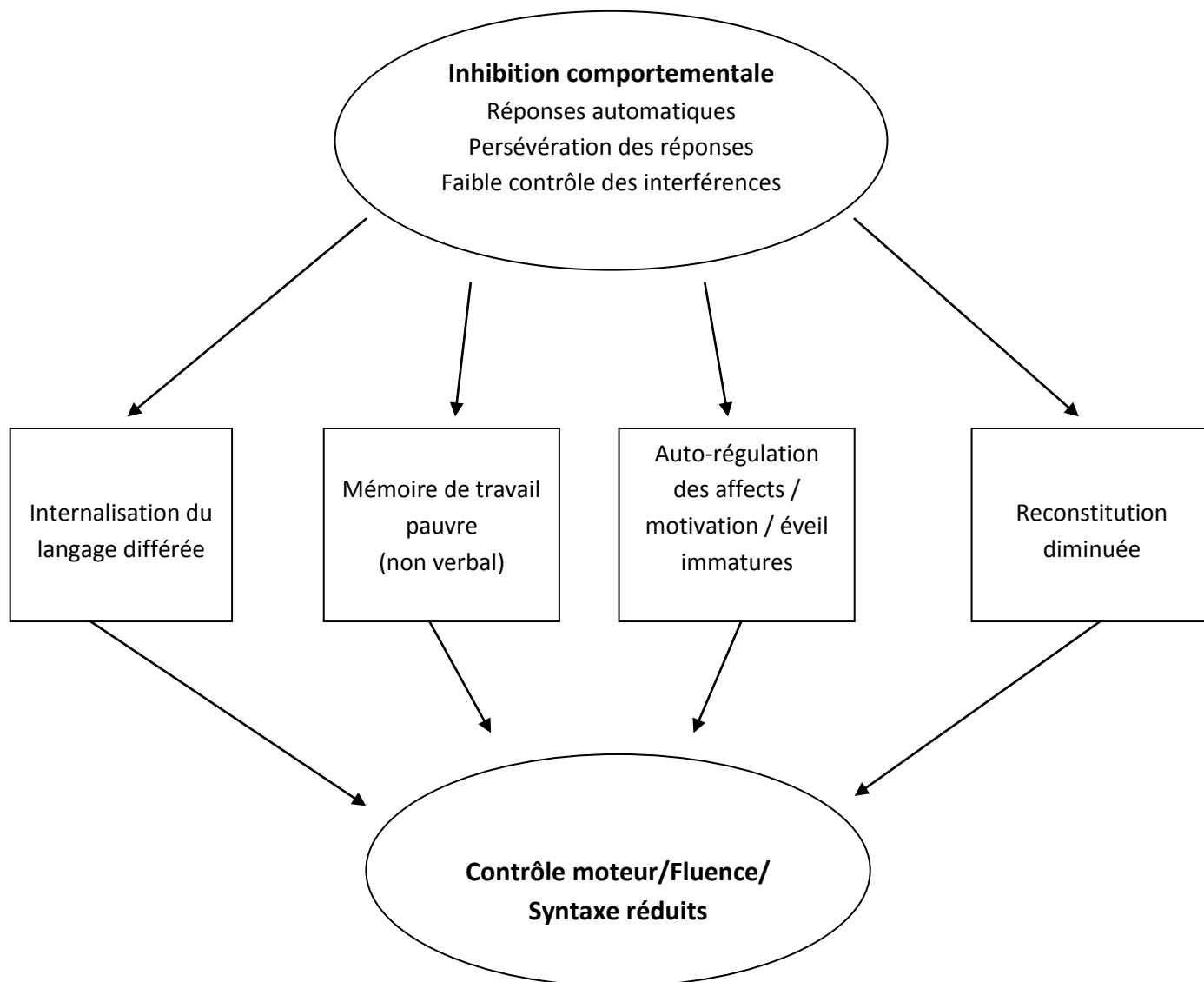
❖ Le modèle hybride de Barkley (1997)

Selon le modèle hybride de Barkley (1997), le déficit d'inhibition serait la cause principale des troubles observés chez les enfants TDA/H. En effet, ils semblent éprouver des difficultés lorsqu'il s'agit de retarder ou d'interrompre une réponse. Les difficultés d'attention ne seraient donc que des conséquences du trouble de l'inhibition.

Ce déficit primaire entraînerait secondairement une diminution, en terme de perte d'efficacité, des quatre fonctions exécutives suivantes :

- ✓ **Une mémoire de travail pauvre** : Du fait de leur pauvre mémoire de travail, les enfants TDA/H sont incapables de garder des événements en mémoire et d'agir de façon efficace sur le milieu. De plus, ils présentent des difficultés pour anticiper et pour imiter des séquences complexes difficiles.
- ✓ **Une auto-régulation diminuée des affects** : Les enfants TDA/H présentent ainsi un mauvais ajustement émotionnel et comportemental, ainsi qu'un manque d'objectivité et de perspective.
- ✓ **Une intériorisation différée du discours** : Le retard d'intériorisation du langage entraîne chez l'enfant TDA/H une réaction vive et rapide à la stimulation du moment, une réflexion réduite, une résolution de problème pauvre et un raisonnement moral différé.
- ✓ **Une reconstitution diminuée** : La diminution de la reconstitution entraîne chez l'enfant TDA/H des difficultés à analyser et à synthétiser les informations, ainsi qu'une créativité déficiente.

Le TDA/H serait donc l'expression clinique d'un syndrome dysexécutif, avec un déficit prédominant d'inhibition.



Représentation schématique du modèle hybride de Barkley (1997)

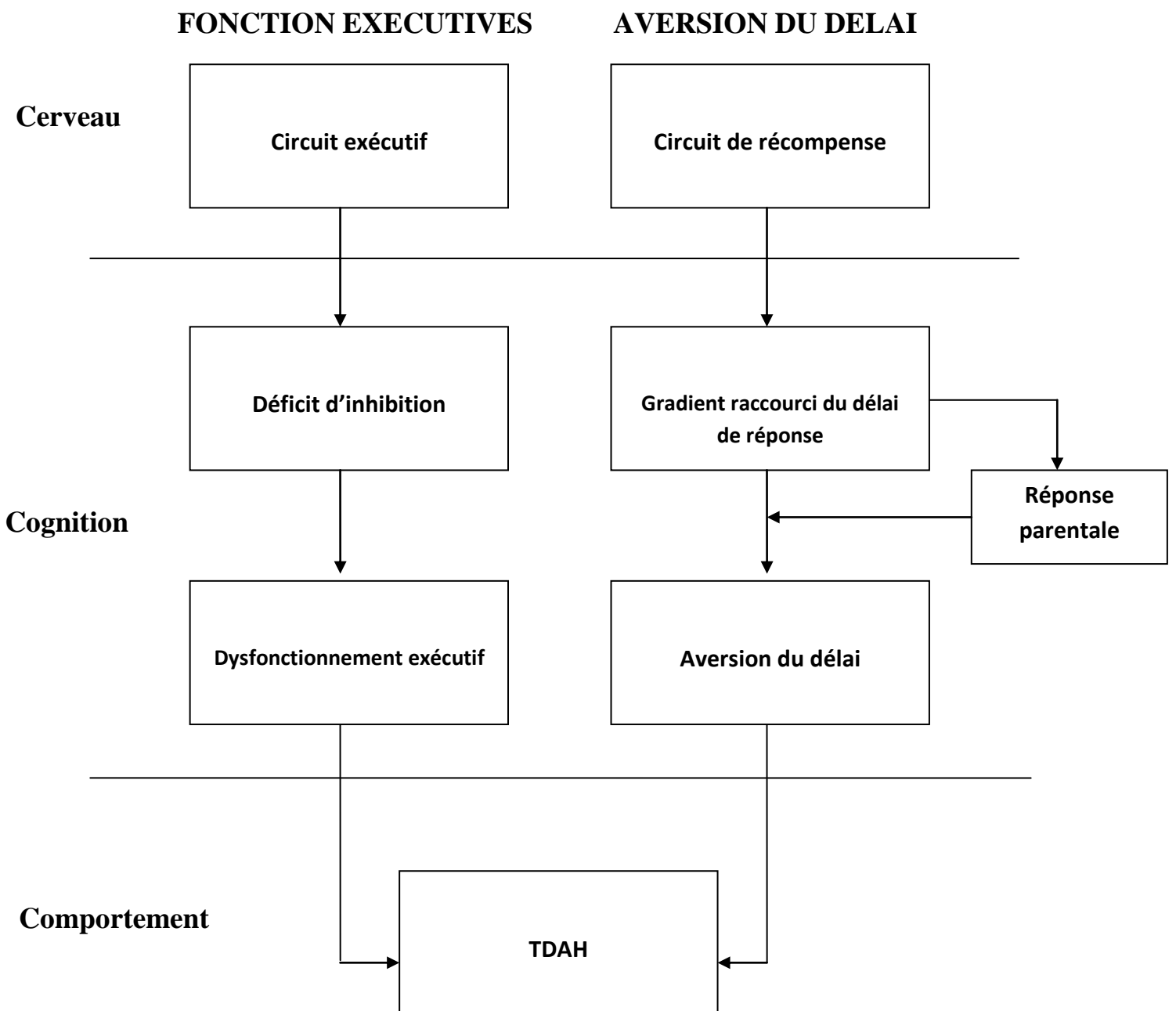
La pauvreté de l'inhibition comportementale se retrouve dans le débordement et l'intensité de l'activité motrice, ainsi que dans l'abondance de la parole et de la nuisance sonore (Corraze, 1999). Ainsi, les symptômes chez les enfants TDA/H seraient le reflet d'un dysfonctionnement exécutif, et plus particulièrement de l'inhibition.

❖ Le modèle à deux voies de Sonuga Barke (2003)

Les symptômes observés chez les enfants TDA/H seraient également, selon Sonuga Barke (1992), la conséquence d'une aversion du délai. En effet, les enfants TDA/H se montrent bien souvent peu patients. C'est donc dans le but de réduire ou de supprimer un

temps d'attente les séparant de la fin d'une tâche que des symptômes d'impulsivité se manifestent. Les réponses sont alors spontanées et peu réfléchies.

Ainsi, pour compléter le modèle de Barkley sur les fonctions exécutives, Sonuga Barke a mis en place un modèle à deux voies (2003) : Synthèse du modèle de l'aversion du délai (Sonuga Barke, 1992) et du modèle hybride de Barkley (1997). Il envisage de ce fait l'association des facteurs internes avec le modèle d'inhibition de la réponse et des facteurs externes avec celui de l'aversion du délai.



Représentation schématique du modèle à deux voies de Sonuga Barke (2003)

c- Hypothèse d'un dysfonctionnement préfrontal

Des données récentes ont amené les auteurs à prendre en compte l'hypothèse d'un dysfonctionnement au niveau du lobe préfrontal chez les sujets TDA/H. En effet, des études ont mis en avant le fait que le volume du cerveau de ces enfants serait plus petit de 5 à 8% par rapport à la population générale, notamment celui du lobe préfrontal (Castellanos et al. 1996 ; Motofsky et al. 2002). Il semblerait également que les volumes du noyau caudé, du globus pallidus, du corps calleux et du cervelet seraient réduits (Castellanos et al. 1996, 2002 ; Semrud-Clikeman et al. 2000 ; Berquin et al. 1998). De surcroît, certains auteurs, ont pu observer des points communs entre les enfants TDA/H et des sujets atteints d'un syndrome dysexécutif, ce qui renforcerait l'hypothèse d'un dysfonctionnement préfrontal. Le modèle hybride de Barkley permet également de renforcer cette hypothèse.

d- Place des difficultés motrices chez les enfants TDA/H

Dans la définition du DSM IV, aucun des critères diagnostiques du TDA/H ne fait référence aux caractéristiques de la coordination motrice. Pourtant, d'après ce que nous avons pu voir précédemment, le trouble de l'inhibition, symptôme prédominant selon Barkley, peut semble-t-il générer des difficultés dans le contrôle de la motricité. En outre, cliniquement, ce sont des enfants qui ne prennent pas toujours le temps de prendre en compte toute l'information ou de préparer correctement leur réponse motrice avant d'agir.

Gilberg (1989) est l'un des premiers auteurs à parler de difficultés de coordinations motrices dans le diagnostic clinique du TDA/H. Les enfants TDA/H seraient d'après lui, plus à risque de présenter des déficits moteurs du fait de leur maladresse et de leur manque de contrôle. Récemment, d'autres auteurs ont appuyé ces propos. Les enfants TDA/H sont décrits comme des enfants qui tombent souvent. Ils sont moins actifs en sport, ont des difficultés à maintenir leur équilibre, à courir, à apprendre de nouveaux mouvements...etc, et ce d'autant plus quand le trouble de l'attention et l'impulsivité sont importants (Tervo et al. 2002).

Il faut néanmoins tenir compte du fait qu'un grand nombre d'enfants TDA/H présente une faible estime de soi et sont bien souvent rejetés socialement par les pairs du fait de leurs conduites parfois inadaptées. Ceci peut donc limiter leur participation dans les activités sociales qui comprennent les activités sportives. Ce qui pourrait également expliquer en partie leur aversion pour le sport et les activités motrices collectives.

e- Comorbidité TDAH / TAC

Le Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC) est défini comme un trouble des habiletés motrices qui a des répercussions sur la réalisation des tâches scolaires et sur les activités de la vie quotidienne de l'enfant. L'incoordination (maladresses ou déficit du contrôle moteur), les troubles de l'équilibre, des difficultés visuo-motrices et de motricité fine représentent globalement les caractéristiques des enfants présentant un TAC (Geuze, 2005).

Des études ont démontré que plus de 50% des enfants TDAH présenteraient également un TAC (Gillberg, 2003; Pitcher, Piek et Hay, 2003).

L'association TAC/TDAH représente un trouble spécifique rentré en vigueur dans les pays scandinaves appelé DAMP. Cette terminologie sert à identifier les individus ayant une combinaison des critères diagnostiques du TDAH et ceux du TAC. En effet, il s'agit du Déficit de l'Attention, du contrôle Moteur et de la Perception (DAMP).

f- Comment aborder la prise en charge d'une comorbidité telle que TDAH/TAC ?

Les questions qui se posent lorsque l'on se trouve face à un enfant diagnostiqué TDAH et TAC sont les suivantes :

- Quelles sont les raisons de cette comorbidité ?
- Comment aborder la prise en charge d'une telle comorbidité ?
- Quel trouble traiter en priorité ?

Il existe deux types de comorbidité :

✓ **Comorbidités horizontales** : On parle de comorbidité horizontale quand « l'une des deux entités est un facteur déterminant de l'existence de l'autre ».

On dénombre deux types de comorbidités horizontales :

- **Comorbidité horizontale directe** : C'est-à-dire qu'un trouble existe du fait de l'existence de l'autre trouble.

- **Comorbidité horizontale réciproque** : C'est-à-dire que les deux troubles existent dépendamment l'un de l'autre.

✓ **Comorbidités verticales** : On parle de comorbidité verticale « lorsqu'un facteur commun rend compte de la comorbidité ».

Ainsi, il semble important avant de rééduquer un enfant présentant plusieurs troubles, de se poser la question du type de comorbidité qu'il présente. L'enfant est-t-il TAC parce qu'il est TDA/H ou inversement ? Existe-t-il une même cause responsable des deux troubles ? Le fait de se poser ces questions et de pouvoir y répondre, par le biais d'observations cliniques notamment, est nécessaire pour envisager une prise en charge optimale de l'enfant. Il n'est toutefois pas toujours évident de savoir dans quel type de comorbidité on se trouve.

La prise en charge de plusieurs pathologies emboîtées pose donc problème et complique les choses. En effet, « l'intrication des troubles et l'influence qu'ils ont les uns sur les autres amène la progression thérapeutique à être dépendante de l'ordre des actions des différents intervenants. » (Soppelsa, 2009).

Conclusion

En conclusion, les fonctions exécutives, plus particulièrement l'inhibition, semblent intrinsèquement liées au fonctionnement moteur. Elles participent à la préparation du mouvement volontaire, à son exécution ainsi qu'aux éventuelles modifications par le biais d'un rétrocontrôle permanent. De plus, l'inhibition permet notamment un bon contrôle du mouvement, et jouerait par conséquent un rôle prépondérant dans le développement de la motricité de l'enfant, notamment dans la mise en place des coordinations complexes.

Ainsi, ce serait en partie une des raisons pour lesquelles la plupart des enfants TDA/H présente des difficultés motrices qui ne sont pas négligeables. Il semble donc important et légitime de traiter en priorité un tel déficit chez ces enfants afin de les soulager d'une difficulté prenante au quotidien et éventuellement de diminuer les nombreux troubles qui pourraient en découler.

PARTIE PRATIQUE

Essai de rééducation psychomotrice du déficit d'inhibition

A- Mise en place de l'essai de rééducation

1- Problématiques et explications de la démarche

Afin de pouvoir clarifier davantage ma partie théorique, j'ai décidé de mettre en place un essai de rééducation du déficit d'inhibition qui sera basé sur des activités corporelles et motrices, et de l'appliquer sur un enfant que je vois chaque semaine en séance et qui est diagnostiqué : Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité et Trouble de l'Acquisition de la Coordination. Différentes questions se sont donc posées...

❖ Pourquoi rééduquer le déficit d'inhibition en particulier ?

Premièrement, j'ai choisi de rééduquer le défaut d'inhibition car comme nous avons pu le voir précédemment, c'est une des fonctions exécutives les plus importantes, qui a un rôle prépondérant dans le développement de l'enfant. Rééduquer en priorité un tel trouble m'a paru dès lors évident.

❖ Pourquoi rééduquer un déficit d'inhibition uniquement à partir d'activités corporelles et motrices ?

J'ai pris la décision de créer un essai de rééducation uniquement à partir d'activités corporelles et motrices, car habituellement les fonctions exécutives se travaillent essentiellement à travers des activités purement cognitives qui se font au bureau. J'ai donc voulu démontrer qu'il était possible de faire autrement. Ce sera donc en quelque sorte une émancipation du bureau.

❖ L'enfant en mouvement prendra-t-il davantage conscience de ses difficultés ?

De surcroît, j'ai pu remarquer que ce trouble peut parfois passer inaperçu et cela peut poser problème. Il ne se voit pas toujours cliniquement, d'autant plus quand il n'y a pas d'impulsivité. Nous avons vu précédemment qu'un déficit exécutif se voit principalement

face à des situations nouvelles et complexes. C'est donc en faisant faire quelque chose d'inhabituel à l'enfant, que l'on pourra mettre davantage en avant un tel trouble. Les activités purement cognitives ne lui permettront pas toujours de comprendre comment il fonctionne. Il faut donc certainement passer par l'action pour que l'enfant puisse de ce fait recevoir directement des feedbacks et réfléchir sur sa façon de faire.

❖ **Est-ce que le fait d'atténuer le déficit d'inhibition améliorera la motricité de l'enfant?**

Enfin, un trouble de l'inhibition peut être prégnant chez un enfant, notamment quand il y a de l'impulsivité. J'ai pu constater grâce aux données théoriques et aux observations faites en stage, qu'il est susceptible de désorganiser la motricité et de créer une maladresse chez l'enfant. C'est pourquoi il me semble important d'axer la prise en charge en premier lieu autour d'un tel trouble afin de diminuer ceux qui peuvent en découler. Ainsi, le but sera donc de voir si le Trouble de l'Acquisition de la Coordination que présente l'enfant ne serait pas la conséquence du Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité. On se situerait alors dans le cadre d'une comorbidité horizontale. Ce qui me permet d'être dans une démarche diagnostique.

J'ai donc conçu mon essai de rééducation en me basant sur ces questions et en choisissant des exercices uniquement moteurs qui ont pour but de travailler toutes les composantes de l'inhibition.

2- Présentations des tests évaluant l'inhibition

Pour évaluer le trouble de l'inhibition, j'ai décidé d'utiliser le test de Stroop et le Laby 5-12. En effet, ces deux tests m'ont semblé être complémentaires pour une bonne évaluation des capacités d'inhibition.

a- Test de Stroop

Le test de Stroop est un test neuropsychologique qui évalue la capacité à maintenir l'attention sur une cible, même en présence de distracteurs, ainsi que l'aptitude à ne tenir

compte que d'une des dimensions d'un stimulus tout en ignorant les autres grâce aux processus inhibiteurs.

b- Laby 5-12

Le Test Laby 5-12 évalue d'une part l'incapacité à inhiber une réponse motrice erronée ou persistante dans l'erreur, et d'autre part la volonté de réduire le temps d'exposition à la tâche, sans pouvoir utiliser un temps d'analyse nécessaire à une réalisation correcte.

3- Etude de cas : Nicolas, né le 9 mai 2002 – Scolarisé en CE2

a- Eléments de l'anamnèse

Nicolas est le dernier d'une fratrie de 3 enfants. Il est né à terme, suite à une grossesse et un accouchement qui se sont bien déroulés. Les différentes étapes du développement psychomoteur se sont mises en place dans la norme, avec une station assise à 9 mois et une marche à 16 mois. La mise en place du langage est tardive, il ne dira ses premiers mots qu'à l'âge de 4 ans. Petit, la maman le décrit comme un bébé tonique qui tombait souvent.

A l'école, son intégration s'est faite facilement, avec de bonnes capacités de socialisation tant avec l'adulte qu'avec ses pairs. Nicolas est décrit comme un enfant assez agité mais soucieux de bien faire. Il est très fatigable du fait de son trouble de l'attention et de son impulsivité. Il est aujourd'hui scolarisé en CE2 et est accompagné d'une AVS trois demi-journées par semaine pour l'aider à s'organiser dans son travail et ne pas le laisser être envahi par tout ce qui peut le parasiter.

A la maison, Nicolas est décrit comme un enfant impulsif tant au niveau cognitif que moteur. Il a tendance à agir avant de réfléchir et présente des difficultés à garder en mémoire des événements récents. De plus, il a des difficultés d'organisation dans ses activités et est bien souvent étourdi et irréfléchi. Sa maman dit qu'il ne sait pas gérer ses émotions, notamment quand il est content, Nicolas ne sait pas se contenir et « explose ». Son comportement a tout de même nettement évolué depuis quelques temps, Nicolas se trouve en ce moment en pleine phase de progression.

Il aime peu le sport, il pratique néanmoins depuis peu du basketball

Au niveau sensoriel, l'audition ne pose pas de soucis particuliers. Nicolas porte des lunettes pour corriger une hypermétropie et présente un strabisme important au niveau de l'œil gauche.

Depuis décembre 2009, un traitement sous Ritaline a été mis en place pour réguler les processus attentionnels.

Il est suivi en psychomotricité depuis le mois de mai 2009 et les axes de travail portent sur les processus attentionnels, la visuo-construction, les coordinations motrices générales et la planification.

b- Bilan psychologique : Décembre 2007

Echelle d'intelligence pour les périodes préscolaires et primaires : le WPPSI-R

QIV : 104 QIP : 74

QI total : non significatif vu la dispersion de 30 points entre les deux QI

Le test montre des difficultés dans l'organisation spatiale, dans la coordination visuo-motrice et dans les capacités d'abstraction.

c- Résumé des Bilans orthophoniques : De 2007 à 2010

Nicolas est suivi en orthophonie depuis l'âge de 3 ans, à raison de deux fois par semaine à ce jour.

Au niveau du langage Oral : **Retard de langage et dans l'enchaînement des sons.**

Au niveau du langage écrit : **Retard dans l'acquisition du langage écrit.**

Au niveau des Mathématiques : **Retard dans l'acquisition du raisonnement et des connaissances logico-mathématiques.**

En conclusion, Nicolas présente un trouble articulatoire associé à un retard de langage écrit et oral marqué sur les versants expressifs et réceptifs, ainsi que des difficultés marquantes en mathématiques.

(Lors du bilan, Nicolas ne sera pas sous Ritaline.)

❖ Les fonctions motrices

Latéralité : Nicolas est un droitier homogène dans les gestes innés de la vie quotidienne. Les dominances manuelle, pédestre et oculaire se font à droite.

La connaissance de la droite et de la gauche est acquise sur lui et sur autrui.

L'écriture (Test du BHK) : Nicolas a un tracé peu fluide et saccadé.

	2010
Vitesse (+)	0,1 DS (moyenne CE2)
Score de dégradation (-)	0 DS (moyenne CE2)

Les résultats sont dans la moyenne par rapport à son niveau scolaire.

Le développement psychomoteur (Lincoln Oseretsky) : Une impulsivité motrice et cognitive est observée tout au long de la passation du test. Il est difficile pour Nicolas d'écouter les consignes jusqu'à la fin ou d'observer les démonstrations.

De plus, ses troubles attentionnels et son impulsivité ont tendance à désorganiser d'autant plus sa motricité. De ce fait, Nicolas n'est pas dans le contrôle moteur et présente des difficultés à réajuster ses mouvements et sa posture. Il ne semble pas prendre suffisamment en compte les informations de l'environnement.

	2010
Note totale	47 points = -2,2 DS
F1 (contrôle manuel, vitesse et précision)	25 %
F2 (coordinations générales)	57 %

F3 (coordinations main-pied)	66,6 %
F4 (Vitesse mouvements poignets doigts)	42,8 %
F5 (Equilibre)	25 %
F8 (Motricité manuelle globale)	33,3 %

Les résultats soulignent un **retard moteur assez global**. Nicolas présente notamment des difficultés importantes en équilibre dynamique et dans toutes les activités manuelles. Une lenteur est observable dans sa motricité fine comme globale.

Le tonus (épreuve du ballant et de la poussée) : Il lui est difficile d'adapter son tonus à la demande. De plus, des paratonies sont présentes à droite.

Gnosie digitale (Distinction de doigts de la Nepsy) :

Main dominante (Droite) : 0,29 DS

Main non dominante (Gauche) : -0,4 DS

❖ Les praxies

Praxies idéomotrices (Bergès Lézine) :

	2010
Gestes simples	18 points = moyenne des 5 ans
Gestes complexes	13,5 points = moyenne des 6 ans

Les praxies idéomotrices sont très fragiles pour son âge.

Visuoconstruction (Figure de Rey A) :

		2010
COPIE	Note	-4,3 DS
	Temps	Centile 50
	Type	Centile 50
MEMOIRE	Note	-2,6 DS

Nicolas présente **un trouble important de la visuoconstruction**. Son manque d'organisation et ses difficultés dans le contrôle graphique font qu'il se perd vite dans le modèle et l'empêche d'aller loin dans sa production.

❖ **Les processus attentionnels**

L'attention soutenue (T2B) : Nicolas a du mal à se poser durant cette épreuve, il gesticule beaucoup et est vite dérangé par les stimuli externes.

	2010	
	1 ^{er} barrage	2 ^e barrage
Vitesse de perception (+)	0,7 ESIQ	1,1 ESIQ
Indice d'erreur (-)	5,2 ESIQ	3,3 ESIQ

Ces résultats soulignent **un trouble sévère de l'attention** soutenue car Nicolas fait un grand nombre d'omissions et de substitutions et a une vitesse d'analyse et de traitement beaucoup trop rapide due à son impulsivité.

❖ **Fonctions exécutives**

Planification (Tour de Londres) : Il est nécessaire pour Nicolas durant cette épreuve de manipuler pour se représenter mentalement le problème.

	2010
Score K (stratégie)	-4,2 DS
Score A (Temps)	-2,8 DS

Il lui est difficile d'anticiper et de mettre en place une stratégie efficace. De plus, une impulsivité cognitive et des persévérations sont observées ce qui l'empêche d'aller plus loin dans son raisonnement.

Il présente donc **des difficultés importantes dans le domaine de la planification.**

Mémoire de travail (Blocs de Corsi) : Nicolas peut retenir jusqu'à 3 cubes ce qui fait un résultat de **-2,4 DS**.

Il a donc **une mémoire de travail faible**.

e- Evaluation de l'inhibition

Inhibition cognitive et attention sélective (Test de Stroop) : Cette épreuve a été très compliquée à gérer pour Nicolas. En effet, il s'est vite laissé envahir par la complexité de l'exercice. J'ai dû à plusieurs reprises le relancer dans la tâche qui était trop complexe pour lui.

2010		
	Nombre de mots lus	Score d'erreur (les scores sont en dégradation)
Lecture 1	-1,4 DS	1,5 DS
Lecture 2	-4,7 DS	5,4 DS
Lecture 3	-1,8 DS	4,1 DS
Lecture 4	-1,8 DS	2,1 DS
Score d'interférence : -0,6 DS		

La vitesse de lecture est beaucoup trop lente, et Nicolas fait énormément d'erreurs. Le délai de réponse est trop long. On note alors un **trouble important de l'inhibition et de l'attention sélective**.

Inhibition cognitive et aversion du délai (Laby 5-12): Nicolas ne prend pas le temps d'analyser les différents chemins qui s'offrent à lui avant de les emprunter. Il attend bien souvent de se retrouver au bout des impasses pour se rendre compte de ses erreurs. J'observe également de nombreuses persévérations.

2011			
Lignes coupées	58	Indice général d'erreurs	2,8 DS
Mauvaises directions	47	Indice d'inhibition	2,7 DS
Distance parcourue en plus	418	Indice d'aversion pour le délai	2,2 DS
Temps	590		

Nicolas ne contrôle pas son tracé et effectue ainsi beaucoup trop de « lignes coupées ». De plus, il fait trop de « distance parcourue en plus » ce qui traduit un trouble de l'inhibition, notamment d'une réponse en cours.

Au vu des résultats, Nicolas présente **un trouble important de l'inhibition, ainsi qu'une aversion du délai**.

f- Conclusion

Nicolas présente les difficultés suivantes :

- Troubles de l'Attention soutenue et sélective
- Trouble de la visuoconstruction
- Trouble de la planification
- Mémoire de travail faible
- Trouble de l'inhibition
- Aversion du délai

- Praxies idéomotrices fragiles
- Difficultés dans les coordinations motrices générales

Nicolas semble donc présenter un **Trouble de l'Attention avec Hyperactivité** accompagné d'un **Trouble de l'Acquisition de la Coordination**. Il présente également une dyspraxie visuoconstructive et un syndrome dysexécutif en lien avec son Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité.

Son trouble de l'inhibition est prégnant et l'envahit autant à l'école qu'à la maison. Il est vite happé par les stimuli externes et n'arrive pas toujours à prendre en compte les bonnes informations. Il est difficile pour lui d'inhiber une réponse non pertinente. Les tâches qui demandent de gérer plusieurs informations à la fois sont donc difficiles.

Au niveau moteur, sa motricité qui est envahie par des mouvements parasites est vite désorganisée. Il n'est pas attentif à ce qu'il fait et n'est pas dans le contrôle moteur, c'est pourquoi il est décrit comme un enfant maladroit qui ne prend pas suffisamment en compte les informations en provenance de l'environnement.

B- Description de l'essai de rééducation psychomotrice du déficit d'inhibition : exercices et déroulement des séances

1- Remarques générales

L'essai de rééducation a été pensé en fonctions des besoins et des capacités de Nicolas. Il est composé de 9 exercices de 20 à 25 minutes répartis en 9 séances. Ces exercices ont été conçus dans le but de travailler les diverses composantes de l'inhibition à partir d'activités motrices. Pour cela, je me suis appuyée sur les différentes définitions de l'inhibition et de son trouble, notamment celle de Barkley, ce qui m'a permis de dégager les différents axes de travail suivants :

- ✓ **Inhibition d'une réponse automatique**
- ✓ **Interruption d'une réponse en cours**
- ✓ **Résistance aux interférences**
- ✓ **Contrôle moteur**
- ✓ **Délai de réponse**

- ✓ **Mémoire de travail**
- ✓ **Internalisation du langage**
- ✓ **Créativité et diversité comportementales**

Les exercices tentent de respecter un ordre de difficulté croissant. En effet, au fur et à mesure des exercices, les exigences de performances seront plus fortes. De plus, au fil des séances les compétences travaillées seront de plus en plus nombreuses.

Afin de ne pas laisser de côté les autres difficultés de l'enfant, le reste de la séance sera consacré à des exercices de planification ou de visuoconstruction. Je veillerai à ce que l'inhibition ne soit pas retravaillée de façon à ne pas fausser les résultats lors du re-test.

La méthode du stop-and-go devra être utilisée, notamment si l'enfant est trop impulsif et peu attentif lors de la réalisation des aptitudes motrices, afin qu'il puisse se poser et repartir plus sereinement et de façon plus efficace.

Il faudra également l'encourager pleinement à travers des renforcements positifs afin de le motiver et de lui redonner confiance en lui, notamment en situation d'échec. Cela permettra également de renforcer et maintenir un comportement désiré.

2- Description des exercices

1^{ère} séance

1^{er} exercice : *Jacques a dit «remue-toi!»*

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique, l'interruption d'une réponse en cours et la créativité.

J'ai décidé de travailler, en plus de l'inhibition, un maximum de coordinations motrices générales différentes. Pour cela, avant de commencer l'exercice, on s'assurera que l'enfant connaisse toutes les coordinations qui lui seront suggérées.

Ensuite, l'enfant devra effectuer la coordination citée, uniquement si on lui dit en début de phrase « Jacques a dit », dans le but de **travailler l'inhibition d'une réponse automatique.**

Enfin, lorsqu'on lui dira «stop », l'enfant devra arrêter au plus vite son mouvement et s'immobiliser, ce qui fera **travailler l'interruption d'une réponse en cours**.

Les coordinations proposées sont les suivantes :

- Faire le pantin
- Sauter à cloche-pied
- Faire des pas chassés
- Sauter en tapant des mains
- Faire des sauts de grenouille
- Faire un saut demi-tour
- Faire des pas de fourmis
- Ramper
- Faire des sauts de lapin
- Faire des pas de géant
- Sauter par-dessus (un obstacle dans la pièce)
- Marcher en tapant des mains
- Sauter à pieds-joints
- Marcher à reculons

Pour qu'il y ait une interaction entre l'enfant et le psychomotricien, l'enfant pourra donner également lui-même ses propres consignes de façon à **travailler sa créativité**.

On fera en sorte que l'enfant puisse effectuer toutes les consignes citées ci-dessus au moins une fois.

2^e et 3^e séances

2^e exercice : *Le fou parcours moteur*

Ce jeu fait travailler : l'inhibition d'une réponse automatique, l'inhibition d'une réponse, la créativité de l'enfant, sa mémoire de travail et l'internalisation du langage.

Etape 1 : Tout d'abord, on construira un parcours moteur avec l'enfant en incluant : une table (pour passer au-dessus ou en-dessous), ainsi que des sauts (cloche pied, pieds joints...), de l'équilibre statique et dynamique et des dissociations de mouvements. L'enfant devra en

partie créer seul les différentes étapes du parcours, le but étant de faire **travailler sa créativité**.

Etape 2 : Dans un premier temps, l'enfant fera au moins deux fois le parcours de façon à ce qu'il s'imprègne bien des étapes, ce qui fera **travailler sa mémoire de travail**. Les consignes données seront visuelles ou verbales (ou les deux) selon les compétences de l'enfant.

Etape 3 : Dans un second temps, il sera demandé à l'enfant de faire le parcours à l'envers, de façon à **travailler l'inhibition d'une réponse automatique ainsi que la mémoire de travail**.

Etape 4 : Puis, on demandera de nouveau à l'enfant de faire le parcours à l'endroit en modifiant ou en rajoutant au préalable certains détails (exemple : passer au-dessus de la table plutôt qu'en-dessous). On complexifiera plus ou moins les modifications suivant ses facilités et ses difficultés. Le but étant toujours de **travailler l'inhibition d'une réponse automatique et la mémoire de travail**.

Etape 5 : Pour complexifier davantage, on inclura un rythme que l'on produira avec un instrument ou avec les mains, pendant que l'enfant réalisera une nouvelle fois son parcours. On pourra demander à l'enfant d'avancer à la même allure que le rythme présenté (que l'on accélérera ou ralentira), et de s'arrêter net (sans bouger) lorsque le rythme cessera. Le but étant de **travailler sur l'inhibition d'une réponse en cours et le contrôle moteur**. Cette consigne ne sera donnée à l'enfant seulement si celui-ci n'a pas trop été mis en difficulté lors des consignes précédentes.

Etape 6 : Enfin, on établira 2 signaux avec l'enfant qui permettront de varier à l'intérieur du même parcours la façon de se déplacer, en avant ou en arrière. L'enfant devra ensuite retenir les endroits où il s'est déplacé en avant et en arrière, puis il devra le refaire en inversant les consignes. Ce qui fera **travailler l'inhibition d'une réponse automatique ainsi que la mémoire de travail**. On pourra rajouter un 3^e signal qui correspondra à l'arrêt de l'enfant ce qui fera **travailler l'interruption d'une réponse en cours**.

(Les étapes 3 et 4 ou 4 et 5 peuvent se faire en même temps, suivant les capacités de l'enfant.).

Pendant que l'enfant effectuera les consignes proposées, on pourra lui dire de s'aider en énumérant, à haute voix ou en chuchotant, ce qu'il doit faire. Ce qui **fera travailler l'internalisation du langage**.

Ce jeu se répartira sur deux séances (ou plus si besoin est), suivant le temps disponible et les compétences de l'enfant. Les consignes proposées seront bien évidemment plus complexes lors de la deuxième séance. Les observations faites à la première séance serviront à constituer la deuxième, elles permettront de savoir quelles sont les compétences motrices et d'inhibition à retravailler et à approfondir.

4^e séance

3e exercice : *La course de lenteur*

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique, la résistance aux interférences, ainsi que le contrôle moteur.

Le but du jeu est d'apprendre à l'enfant à faire une course au ralenti en **contrôlant au maximum ses mouvements**.

Etape 1 : On découpera dans un premier temps avec l'enfant les mouvements et les principales étapes de la course à pied, qui sont : la coordination des mouvements des bras et des jambes, l'équilibre du corps, les différentes phases de chaque enjambée, et le tronc relativement droit. Ce qui permettra de faire **travailler les capacités d'analyse de l'enfant**. On pourra au début matérialiser le sol, afin de donner des repères visuels à l'enfant, notamment s'il éprouve des difficultés à effectuer correctement les mouvements (exemple : disposer des obstacles au sol pour inciter l'enfant à faire de grandes enjambées en passant par-dessus ou faire des traces au sol).

Etape 2 : Ensuite, on produira, en frappant des mains, un rythme relativement lent, de façon à ce que l'enfant puisse se poser dessus. A chaque «traversée», on proposera à l'enfant de le chronométrer, ce qui pourra être pour lui une motivation supplémentaire et une sorte de feedback, un retour sur ses performances.

Etape 3 : Puis, si l'enfant se débrouille bien, on pourra le déstabiliser en accélérant le rythme, tandis que l'enfant devra garder la même allure, ce qui fera **travailler le contrôle des interférences**.

Etape 4 : Pour rendre le jeu plus attractif, on pourra proposer à l'enfant de faire la course avec lui. Cela lui permettra à son tour de **juger de la qualité des mouvements du psychomotricien et ainsi d'améliorer lui-même ses mouvements**.

Ce jeu incitera donc l'enfant à fixer son attention sur les différentes parties de son corps en mouvements et de l'intérêt que cela peut avoir pour lui dans la vie de tous les jours. Cela l'incitera également à **contrôler ses mouvements tout en inhibant la réponse automatique qui est la course ainsi que les interférences provoquées par l'accélération du rythme**.

5e séance

4^e exercice : *La course de lenteur (2^e partie)*

On reprendra la course de lenteur, mais uniquement les deux dernières consignes (accélération du rythme et course à deux) afin de voir si l'enfant se souvient de ce qui a été fait la séance précédente et s'il s'est amélioré.

5^e exercice : « *Fais le contraire de ce que Jacques a dit !* »

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique, l'interruption d'une réponse en cours, la créativité de l'enfant et l'internalisation du langage.

Le but de cet exercice est de **travailler l'inhibition d'une réponse automatique** mais de façon plus complexe. Non seulement l'enfant devra agir uniquement lorsqu'on lui dira « Jacques a dit », mais il devra également faire l'inverse de la consigne proposée. Pour s'aider, l'enfant pourra au début répéter à haute voix la consigne et ce qu'il doit faire avant d'agir, afin de ne pas se tromper, ce qui fera **travailler l'internalisation du langage**. Il y aura certaines consignes où la réponse contraire ne sera pas évidente, cela permettra à l'enfant de **travailler sa créativité et son imagination**.

Lorsque l'on dira « stop », l'enfant devra s'immobiliser ce qui fera **travailler l'interruption d'une réponse en cours.**

Les consignes proposées sont les suivantes :

- Passer au-dessus de la table
- Marcher
- Sauter à pieds-joints
- Faire des pas de fourmi
- Faire un saut demi-tour à droite
- Courir
- Faire un saut demi-tour à gauche
- Faire des pas de géant
- Sauter à cloche pied
- Marcher à reculons

L'enfant pourra également donner lui-même des consignes au psychomotricien pour qu'il y ait une interaction et pour faire **travailler sa créativité.**

6^e séance

6^{ème} exercice : *Le mime de scènes au ralenti*

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique, le contrôle moteur et la créativité de l'enfant.

Ce jeu rappelle ce qui a été fait lors de « la course de lenteur », cela nous permettra dans un premier temps de voir si l'enfant est capable de réutiliser ce qu'il a appris auparavant.

Plusieurs scènes sportives ou de la vie quotidienne seront proposées à l'enfant, et celui-ci devra les représenter en les mimant. Il devra aller le plus lentement possible en décomposant au mieux ses mouvements, dans le but de **travailler le contrôle du mouvement et l'inhibition d'une réponse automatique.**

Les scènes proposées sont les suivantes :

- Manger une soupe
- Se coiffer
- Se brosser les dents
- Escalader un mur
- Courir
- Faire de la boxe
- Jouer au tennis

L'enfant pourra à son tour également proposer des scènes au psychomotricien, afin qu'il y ait une interaction entre eux.

Les représentations de l'enfant pourront être évaluées par un système de point : les points seront attribués selon la qualité et le respect des consignes. Lorsque l'enfant atteindra un certain nombre de points, on estimera qu'il aura accompli sa tâche. L'enfant pourra lui aussi évaluer la qualité des représentations du psychomotricien.

Ce jeu fera également **travailler l'expression corporelle et la créativité.**

7^e séance

7^e exercice : *Le rythme fou*

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique et d'une réponse en cours, ainsi que le contrôle des interférences.

Etape 1 : L'enfant devra dribbler avec un ballon pendant que le psychomotricien frappera un rythme avec ses mains. Lorsque l'on accélèrera le rythme, l'enfant devra accélérer son mouvement, et ainsi de suite. L'enfant devra à la fois être attentif à ses mouvements et à l'écoute du rythme. **Le but étant d'inhiber une réponse en cours.**

Etape 2 : Ensuite, on fera l'inverse, c'est-à-dire que lorsque le rythme sera lent, l'enfant devra dribbler rapidement et inversement. **Le but étant d'inhiber une réponse automatique et d'interrompre une réponse en cours tout en contrôlant les interférences.**

Etape 3 : Enfin, on proposera à l'enfant d'introduire un deuxième rythme (clairement différent du premier), ainsi, lorsque l'on effectuera ce deuxième rythme, l'enfant devra arrêter de dribbler et lancer la balle contre le mur, et ainsi de suite. Ce qui fera toujours **travailler l'inhibition d'une réponse en cours.**

On donnera en plus comme consigne à l'enfant (valable pour toute la durée de l'exercice) d'arrêter de dribbler (tandis que la balle continuera son mouvement) lorsque le rythme cessera, de façon à **travailler l'interruption d'une réponse en cours.**

Si le dribble s'avère être une activité trop difficile pour l'enfant, on modifiera les consignes selon ses capacités.

8^e séance

8^e exercice : *Jacques a dit... « Mais pas tout de suite »*

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique, l'interruption d'une réponse en cours, la créativité de l'enfant, la mémoire de travail et l'internalisation du langage.

La règle du « Jacques a dit » se complexifie. L'enfant devra différer ses réponses, c'est-à-dire qu'il devra fournir une réponse, mais seulement à la consigne suivante.

Exemple : 1^{ère} consigne : « Jacques a dit saute ». L'enfant ne fait rien et attend la consigne suivante ; 2^{ème} consigne : « Marche ». L'enfant effectue la 1^{ère} consigne et saute...et ainsi de suite. **Cela nécessitera pour l'enfant une grande attention et une bonne mémoire de travail.**

Lorsqu'on lui dira « stop », l'enfant devra s'immobiliser de façon à **travailler l'interruption d'une réponse en cours.**

Des consignes simples à retenir seront proposées au départ à l'enfant. On pourra lui proposer pour s'aider d'énoncer à haute voix ou en chuchotant ce qu'il doit faire, toujours dans le but de **travailler l'internalisation du langage**.

On pourra reprendre les consignes du 1^{er} exercice qui sont les suivantes:

- Faire le pantin
- Sauter à cloche-pied
- Faire des pas chassés
- Sauter en tapant des mains
- Faire des sauts de grenouille
- Faire l'animal préhistorique
- Saut demi-tour
- Faire des pas de fourmis
- Ramper
- Faire des sauts de lapin
- Faire des pas de géant
- Sauter par-dessus...
- Marcher en tapant des mains
- Sauter à pieds-joints
- Marcher à reculons

L'enfant pourra également lui-même proposer des consignes au psychomotricien pour qu'il y ait une interaction et pour faire **travailler sa créativité**.

9^e séance

9^e exercice : « *A chaque signal une réponse !* »

Ce jeu fait travailler : L'inhibition d'une réponse automatique, l'interruption d'une réponse en cours, le contrôle des interférences et la mémoire de travail.

Trois signaux seront définis au préalable par l'enfant (exemple : un son de cloche, frapper deux fois dans les mains et taper sur la table). L'enfant devra marcher dans la salle tout en tapant dans ses mains un rythme défini qu'il aura choisi au départ.

Chaque signal correspondra à l'arrêt d'une activité, ce qui fera **travailler l'inhibition d'une réponse en cours et la mémoire de travail** :

- 1^{er} signal : arrêt de la marche.
- 2^e signal : arrêt des mains
- 3^e signal : arrêt des deux

Il sera possible de distraire l'enfant en produisant des sons qui ne le concernent pas (exemple : frapper une fois dans les mains au lieu de deux), le but étant de **travailler le contrôle des interférences**.

L'enfant devra garder son rythme tout au long de l'exercice, être le plus attentif possible à l'émission des signaux et ne devra pas se laisser distraire.

3- Mise en place d'un tableau d'évaluation

J'ai décidé de mettre en place un tableau d'évaluation dans le but d'apprécier le comportement de l'enfant et d'avoir une vision plus nette de son évolution, mais également pour me rendre compte du niveau de difficulté de chaque exercice. Ce tableau me permettra de quantifier les compétences observées durant les séances.

Pour dégager les différentes compétences, je me suis inspirée des diverses composantes qui entrent dans la définition de l'inhibition ainsi que des particularités rencontrées chez l'enfant TDA/H.

Ces différentes habiletés seront notées de 1 à 5 pour chaque séance, les critères de notation allant de « très faible » à « très bon ». Ces notes seront donc purement subjectives et m'aideront à évaluer la progression de l'enfant, au fur et à mesure des séances. Elles détermineront ainsi quelles sont les habiletés sur lesquelles il faudrait plus centrer l'apprentissage ou au contraire celles pour lesquelles il n'y a pas trop d'inquiétude à avoir pour l'enfant. Elles me guideront donc tout au long de la rééducation.

Un diagramme sera en plus créé par la suite ce qui illustrera davantage le niveau de progression de l'enfant de séance en séance, d'une habileté à l'autre.

Les habiletés observées sont les suivantes :

- **Inhibition d'une réponse automatique**
- **Interruption d'une réponse en cours**
- **Mémoire de travail**
- **Résistance aux interférences**
- **Contrôle moteur**
- **Créativité comportementale**
- **Aversion du délai**
- **Niveau de concentration**
- **Agitation motrice**

C- Déroulement et observations des séances

1- Observations des séances

a- Déroulement type d'une séance

Remarques : Chaque séance a été remaniée en fonction des facultés et des difficultés observées chez l'enfant. Certaines consignes auront donc été retirées tandis que d'autres auront été maintenues plus longtemps. Pour quantifier cela, je me suis aidée du tableau d'évaluation.

Tous les exercices auront été menés de la façon suivante :

- 1) **Explication des consignes :** Pour commencer, toutes les consignes étaient données oralement à l'enfant suivies de démonstrations visuelles afin d'optimiser la compréhension de l'enfant sur ce que l'on attendait de lui. Il était important de ne pas passer trop de temps dans les explications au risque de créer de l'ennui et de l'impatience chez lui.

- 2) **Feedbacks** : Ensuite, Nicolas commençait seul l'exercice, sans trop d'interventions de ma part, puis petit à petit, je lui renvoyais des feedbacks (renforcements, conseils, systèmes de points) en plus de ses propres feedbacks générés par ses performances motrices.
- 3) **Métacognition** : Puis, en plein milieu de l'exercice, un temps d'analyse lui était accordé de façon à ce qu'il puisse juger de sa manière de procéder et qu'il se rende compte au fur et à mesure de comment il pouvait fonctionner.
- 4) **Temps de discussion** : A la fin, un petit temps de discussion entre l'enfant et moi se faisait pour dialoguer sur les intérêts d'un tel exercice en essayant de le rapprocher le plus possible de situations de la vie quotidienne dans le but de favoriser la généralisation.

b- Résumé des observations faites en séance

Nicolas a montré beaucoup d'enthousiasme à l'idée de faire des jeux moteurs. En effet, cela changeait pour lui du contexte habituel où on travaillait principalement au bureau sur des activités purement cognitives.

Les deux premiers exercices furent laborieux pour Nicolas qui était très agité. En effet, c'est un petit garçon qui gesticule beaucoup et qui ne peut pas s'empêcher de bouger ses mains et de toucher à tout. C'est pourquoi il était difficile pour lui d'écouter correctement les consignes, notamment les consignes orales. La méthode du stop and go était donc la bienvenue, afin de recentrer son attention sur les consignes et sur ses propres sensations. Pour lui parler, je devais en plus régulièrement lui tenir les mains et le regarder droit dans les yeux, ce qui l'aidait également à se concentrer. Nicolas a eu donc besoin, notamment au début, d'un cadre rigide pour contenir son comportement.

D'emblée, l'inhibition d'une réponse automatique ainsi que l'interruption d'une réponse en cours étaient loin d'être évidentes, Nicolas avait du mal à se détacher de son action pour la stopper ou en effectuer une autre. Il se sentait rapidement envahi par tout ce qu'il devait gérer.

La mise en place de système de points ainsi que ma participation dans les jeux ont favorisé l'augmentation de sa motivation et l'amélioration de ses performances. En effet, le fait de me voir effectuer les consignes correctement a pu l'inciter à s'appliquer davantage. De plus, Nicolas est très sensible aux renforcements positifs ce qui a favorisé également sa bonne progression.

Néanmoins, en ce qui concerne la résistance aux interférences, les difficultés étaient telles que pour ne pas trop le perturber dans sa progression j'ai préféré ne pas trop insister sur ces consignes. Les progrès sont donc moins importants à ce niveau là.

De plus, du fait de sa faible mémoire de travail, certaines consignes ou exercices se sont avérés trop difficiles pour lui, tel que le : Jacques a dit... « Mais pas tout de suite », ce qui avait tendance à le désorganiser et à diminuer ses performances à tous les niveaux.

Du fait des efforts fournis pour rester concentré et s'appliquer à bien faire, la fatigue se faisait vite ressentir ce qui avait tendance à provoquer de l'agitation motrice et une désorganisation de la motricité. C'est pourquoi les exercices ne duraient jamais plus de 25 minutes.

Les temps de parole ont semble-t-il été bénéfiques, autant pour moi que pour lui. En effet, ils m'ont permis de comprendre au mieux ses difficultés, d'obtenir des indications précieuses pour le déroulement des séances qui suivaient et ils l'ont aidé à comprendre pourquoi de tels exercices lui étaient proposés. Avec mon aide, Nicolas arrivait parfois à modifier sa façon de faire pour devenir plus performant. Il arrivait également à appliquer d'une séance à l'autre ce qu'il avait appris.

D'une manière générale, au fur et à mesure des séances, des progrès se sont fait ressentir à tous les niveaux. Nicolas s'est montré de plus en plus attentif et intéressé par ce que je lui proposais. Malgré ses difficultés, notamment en mémoire de travail, il était plein de bonnes intentions et a fait beaucoup d'efforts pour réussir au mieux ce qui lui était demandé.

Le délai pour interrompre une réponse en cours ainsi que pour inhiber une réponse automatique a diminué de séance en séance, mais demeurait tout de même trop important lorsque l'exercice était difficile pour lui.

De plus, sa motricité m'a paru de plus en plus contrôlée, Nicolas semblait plus attentif à ses mouvements. Ainsi, l'évolution de son comportement à donner lieu à la fin à un relâchement du cadre.

De plus, grâce aux renforcements positifs et à ses bonnes performances, Nicolas a pris de plus en plus conscience de ses progrès ce qui lui a donné davantage confiance en lui.

2- Interprétation du tableau d'évaluation et du diagramme

Ce tableau, qui est purement subjectif, m'a permis de guider mes observations sur des caractéristiques bien précises du comportement de l'enfant ainsi que d'en approfondir mon analyse.

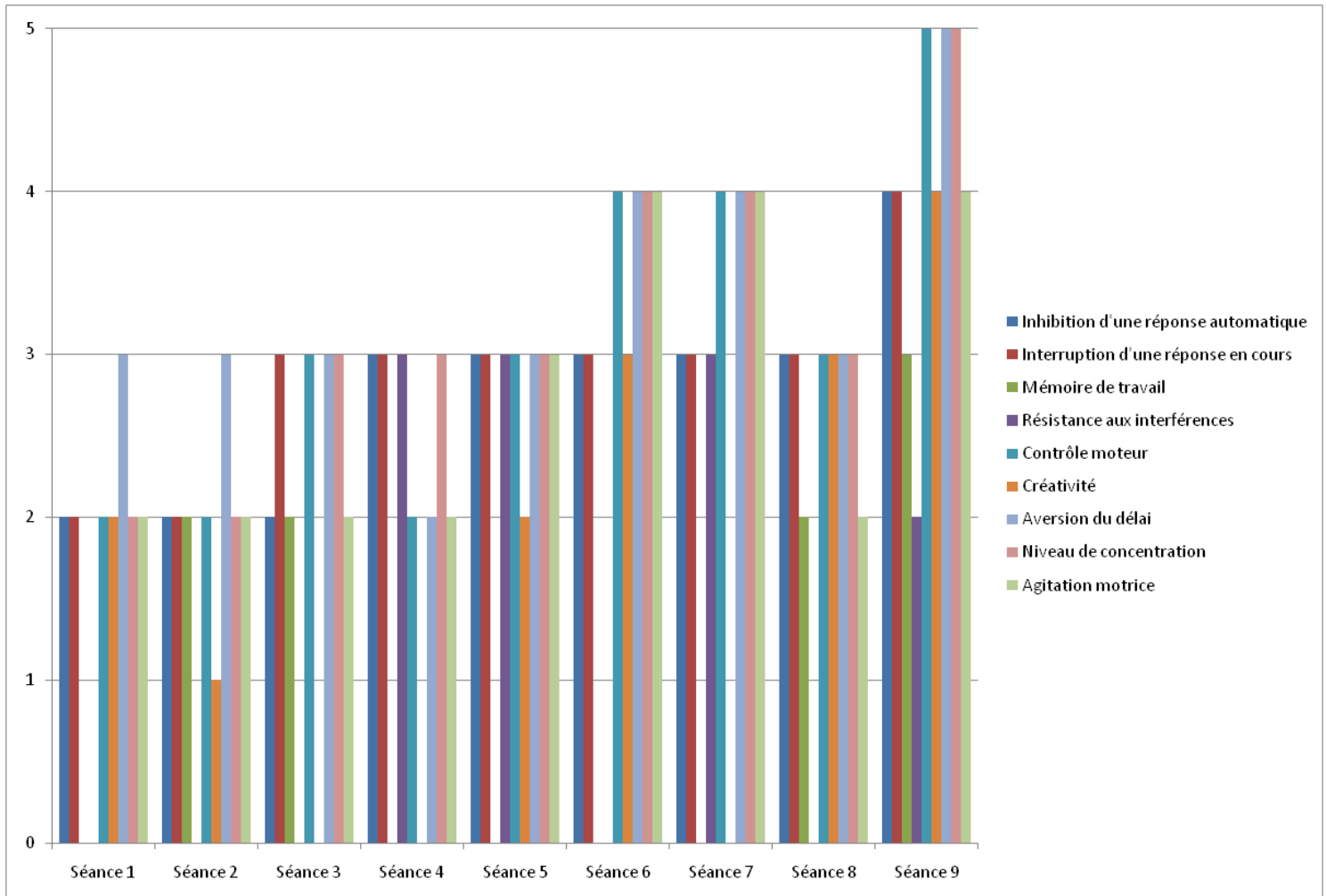
<u>Note de 1 à 5 sur la qualité des aptitudes observées</u>									
<u>Séances</u>	Inhibition d'une réponse automatique	Interruption d'une réponse en cours	Mémoire de travail	Résistance aux interférences	Contrôle moteur	Créativité	Aversion du délai	Niveau de concentration	Agitation motrice
Séance n°1	2	2			2	2	3	2	2
Séance n°2	2	2	2		2	1	3	2	2
Séance n°3	2	3	2		3		3	3	2
Séance n°4	3			3	2		2	3	2
Séance n°5	3	3		3	3	2	3	3	3
Séance n°6	3				4	3	4	4	4
Séance n°7	3	3		3	4		4	4	4
Séance n°8	3	3	2		3	3	3	3	2
Séance n°9	4	4	3	2	4	4	5	5	4

Légende : 1 : très faible ; 2 : faible ; 3 : moyen ; 4 : bon ; 5 : très bon

Remarque :

- Concernant l'agitation motrice et l'aversion du délai, la note 5 signifiera que l'enfant s'est montré peu agité et qu'il n'a pas présenté d'aversion du délai.
- Les cases barrées signifient que les habiletés concernées n'auront pas été sollicitées lors de l'exercice.

Le diagramme, lui, m'a permis d'avoir une vision de l'allure générale de l'évolution de l'enfant, ainsi qu'une vision, séance par séance de ses performances. De plus, il aura rendu possible l'analyse des progrès et des difficultés qui auront persisté pour chaque habileté observée.



(Pour une meilleure lisibilité, le diagramme sera présenté en annexe.)

L'observation de l'allure générale de ce diagramme montre que l'enfant a globalement progressé au fur et à mesure des séances.

On peut observer une baisse importante des performances lors de la séance 8 (Jacques a dit... « Mais pas tout de suite ») ce qui traduit la difficulté de l'exercice pour l'enfant.

Les progrès les plus marquants concernent le contrôle moteur, l'aversion du délai et le niveau de concentration. L'inhibition d'une réponse automatique ainsi que l'interruption

d'une réponse en cours ont également bien progressé. De plus, Nicolas s'est montré de moins en moins agité et de plus en plus patient au vu de la nette progression de l'agitation motrice et de l'aversion du délai.

On observe cependant que des difficultés persistent au niveau de la mémoire de travail et de la résistance aux interférences.

Au vu de ces différentes observations, on pourrait penser qu'il serait judicieux à l'avenir de centrer d'autant plus le travail sur la mémoire de travail ainsi que la résistance aux interférences afin d'améliorer davantage les capacités inhibitrices de l'enfant et de diminuer son impulsivité.

3- Résultats

a- Résultats aux re-tests : Avril 2011

(Lors du bilan, Nicolas ne sera pas sous Ritaline.)

Les scores entre parenthèses sont les scores d'évaluation de l'enfant avant la mise en place de l'essai de rééducation. Il faudra tenir compte des effets d'apprentissages, étant donné que les tests ont été administrés il y a 6 mois.

Inhibition cognitive et attention sélective (Test de Stroop) : La vitesse de lecture reste lente, mais Nicolas fait beaucoup moins d'erreurs que la première fois. C'est une épreuve qui reste difficile et éprouvante pour lui. Dans le doute, il ne se précipite pas pour donner une réponse, mais le temps de réaction reste trop important.

2011		
	Nombre de mots lus	Score d'erreur (les scores sont en dégradation)
Lecture 1	(-1,4) -1,1 DS	(1,5) -0,6 DS
Lecture 2	(-4,7) -2,8 DS	(5,4) 1,3 DS
Lecture 3	(-1,8) -2 DS	(4,1) -0,2 DS

Lecture 4	(-1,8) -0,5 DS	(2,1) -1,1 DS
Score d'interférence : (-0,6) -1,7 DS		

Les résultats sont néanmoins en nette amélioration. Le score d'interférence est bien meilleur que lors de la première évaluation.

Inhibition cognitive et aversion du délai (Laby 5-12): Nicolas se précipite beaucoup moins pour effectuer ses tracés. Il prend parfois le temps d'analyser avant de crayonner son chemin, mais il ne le fait pas systématiquement.

2011			
Lignes coupées	(58) 30	Indice général d'erreurs	(2,8) 0,5 DS
Mauvaises directions	(47) 28	Indice d'inhibition	(2,7) 0,5 DS
Distance parcourue en plus	(418) 223	Indice d'aversion pour le délai	(2,2) 0,4 DS
Temps	(590) 678		

Son tracé est plus contrôlé et moins impulsif. Il effectue de ce fait moins de « lignes coupées ». J'observe également moins de persévérations qu'au bilan précédent. Nicolas fait beaucoup moins de « distance parcourue en plus » ce qui montre qu'il est maintenant capable d'inhiber un mouvement en cours plus rapidement.

Ainsi, les résultats se sont nettement améliorés, tant au niveau de l'inhibition que de l'aversion du délai.

L'attention soutenue (T2B) : Ce test a été administré à la fin du bilan d'évolution. Nicolas n'a montré aucune motivation, il se plaint d'être fatigué et dit que l'épreuve est trop difficile.

Il fournit très peu d'efforts et se couche même sur la table à la fin du 2^e barrage, ce qui l'empêche d'effectuer un balayage visuel efficace. Il oublie d'observer de nombreuses lignes et fait énormément d'omissions. L'aversion du délai est particulièrement présente lors de ce test.

	2010	
	1 ^{er} barrage	2 ^e barrage
Vitesse de perception (+)	(0,7) 4,4 ESIQ	(1,1) 2,3 ESIQ
Indice d'erreur (-)	(5,2) 5,2 ESIQ	(3,3) 2,8 ESIQ

Le score reste largement en-dessous de la moyenne, les difficultés d'attention soutenue sont donc toujours aussi conséquentes.

Mémoire de travail (Blocs de Corsi) : Nicolas peut retenir jusqu'à 3 cubes ce qui fait un résultat de (-2,4) **-2,4 DS**.

Il a donc toujours **une faible mémoire de travail**.

Le développement psychomoteur (Lincoln Oseretsky) : La passation du test s'est déroulée sur deux séances, le comportement de Nicolas a été très variable de la première à la deuxième séance. En effet, lors de la première séance consacrée aux activités sur table, Nicolas est peu agité, concentré et a arrive à contrôler ses mouvements. En revanche, lors de la deuxième séance consacrée aux activités motrices, Nicolas est très agité, peu attentif et n'arrive pas toujours à tenir jusqu'au bout des épreuves.

	2010
Note totale	(47pts = -2,2 DS) 51pts = -1,9 DS
F1 (contrôle manuel, vitesse et précision)	(25%) 25%
F2 (coordinations générales)	(57%) 71%
F3 (coordinations main-pied)	(66,6%) 66,6%
F4 (Vitesse mouvements poignets doigts)	(42,8%) 57%
F5 (Equilibre)	(25 %) 25%
F8 (Motricité manuelle globale)	(33,3%) 66%

Le score globale montre une légère amélioration, mais peu significative. Les progrès les plus flagrants concernent le la motricité manuelle globale. En effet, Nicolas est plus précis et plus habile qu'avant. Les épreuves d'équilibre et de précision sont toujours aussi difficiles pour lui.

b- Observations cliniques

D'après les observations cliniques lors des séances et du bilan ainsi que les propos rapportés par la maman, Nicolas semble moins agité depuis quelques temps.

En effet, lors des deuxièmes parties de séances consacrées à des exercices de planification et de visuoconstruction, Nicolas s'est montré de plus en plus attentif et de moins en moins distractible. Il semble maintenant mieux gérer les tâches qui demandent de traiter plusieurs informations à la fois et d'inhiber des données non pertinentes. Néanmoins, lorsque la fatigue apparaît, l'agitation motrice a tendance à revenir et à le déstabiliser.

En ce qui concerne la motricité, Nicolas semble plus posé et fait ainsi plus attention aux informations environnantes. Bien que les difficultés motrices persistent, Nicolas paraît un peu plus habile qu'avant. Il est plus attentif à ce qu'il fait, et contrôle un peu mieux ses mouvements. La fatigue et l'agitation motrice ont toutefois tendance à désorganiser d'autant plus sa motricité. Ses performances sont donc très variables.

Les progrès sont là mais génèrent beaucoup de fatigue et de l'agitation motrice ce qui prouve qu'ils sont encore peu stables.

DISCUSSION

Au départ de ce travail, plusieurs hypothèses ont été posées :

- **Intérêt de rééduquer en priorité un déficit exécutif comme le trouble de l'inhibition.**
- **Intérêt de rééduquer un déficit d'inhibition uniquement à partir d'activités motrices et corporelles.**
- **Amélioration de la motricité à partir de la rééducation du déficit d'inhibition.**

Nous discuterons ainsi autour de ces trois hypothèses en s'appuyant sur les résultats du bilan et des données cliniques tout en revenant sur des données théoriques et sur ce qui a été mis en place.

Suite au bilan d'évolution et aux observations cliniques, il apparait que certaines composantes du comportement de Nicolas se sont améliorées.

On observe donc une amélioration dans les domaines suivants :

- ✓ **Inhibition d'une réponse en cours**
- ✓ **Inhibition d'une réponse automatique**
- ✓ **Contrôle des interférences**
- ✓ **Attention sélective**
- ✓ **Aversion du délai**
- ✓ **Contrôle moteur**
- ✓ **Motricité manuelle et coordinations générales**

❖ *Intérêt de rééduquer un déficit d'inhibition uniquement à partir d'activités motrices et corporelles.*

D'un point de vue cognitif, les progrès les plus flagrants concernent l'interruption d'une réponse en cours. En effet, lors de la passation du Laby 5-12, Nicolas arrive à stopper

son action plus rapidement lorsqu'il se trouve dans une impasse. De ce fait, il effectue beaucoup moins de « distance parcourue en plus » que lors du premier bilan. Il faut néanmoins prendre en considération l'éventuel effet d'apprentissage.

Cependant, la résistance aux interférences est plus difficile à gérer, et cela se retrouve dans les résultats du test de Stroop. Nicolas est encore trop lent lorsqu'il s'agit d'inhiber une réponse automatique tout en résistant aux interférences. Les résultats montrent tout de même une nette progression.

D'un point de vue clinique, Nicolas a fait des progrès. Il est plus posé, arrive plus facilement à inhiber des réponses non pertinentes et à se concentrer sur ce qu'il est en train de faire. Ses capacités d'inhibition semblent donc s'être améliorées. Les tâches qui demandent de manier plusieurs informations sont de ce fait moins difficiles à gérer pour lui.

La mémoire de travail, quant à elle, n'a pas progressé depuis la première évaluation. Comme nous avons pu le voir tout au long de l'essai de rééducation, les difficultés ont persisté et l'ont parfois handicapé dans la réalisation de certaines consignes. On suppose donc qu'il faudrait à l'avenir travailler davantage cette fonction cognitive essentielle et complémentaire des capacités d'inhibition.

En ce qui concerne les activités proposées, certaines consignes ou exercices auraient mérités d'être travaillés plus longtemps afin qu'on puisse voir apparaître des progrès significatifs. De plus, certains exercices ont peut être été proposés trop tôt à Nicolas du fait de ses difficultés persistantes dans certains domaines, ce qui fait qu'il n'a pas pu profiter pleinement du « bienfait » des consignes présentées.

De plus, comme nous avons pu le constater, tout cela lui demande encore beaucoup d'efforts, et engendre de la fatigue ce qui a tendance à réactiver de l'agitation motrice et à le déstabiliser. Cela prouve que ces récents progrès ne sont pas encore suffisamment ancrés et devenus « naturels » et qu'il faut continuer à travailler les composantes de l'inhibition pour voir enfin apparaître des progrès significatifs et stables, tant au niveau cognitif que moteur.

Dans l'ensemble, l'essai de rééducation du défaut d'inhibition a porté ses fruits. Nicolas a semble-t-il pris davantage conscience de ses difficultés lorsqu'il était en mouvement, grâce aux nombreux feedbacks reçus et aux réflexions faites après l'analyse de

ceux-ci. Ce qui permet d'affirmer l'hypothèse de la pertinence de la rééducation d'un déficit d'inhibition uniquement à partir d'activités motrices et corporelles.

Toutefois, cet essai de rééducation n'a été proposé qu'à un seul enfant. Il serait donc intéressant d'appliquer à l'avenir ce protocole sur plusieurs enfants, et de comparer les résultats avec ceux d'un groupe contrôle qui aurait travaillé l'inhibition à partir d'activités purement cognitives au bureau.

Cela nous permettrait de se poser les questions suivantes : **Est-ce efficace pour la plupart des enfants présentant un trouble de l'inhibition de travailler à partir d'activités motrices ? Est-ce plus efficace que de travailler à partir d'activités purement cognitives ?**

On pourrait également avoir ces questionnements pour les autres fonctions exécutives : **Est-ce pertinent de travailler les fonctions exécutives à partir d'actions motrices ? Est-ce plus efficaces qu'à partir d'activités cognitives ?**

❖ *Amélioration de la motricité à partir de la rééducation d'un déficit d'inhibition.*

D'un point de vue moteur, cliniquement, des progrès sont également présents. Nicolas fait plus attention à ce qu'il fait et prend plus de temps pour exécuter un mouvement, il a l'air de prendre davantage en compte les informations de l'environnement. Il semble ainsi mieux contrôler ses mouvements.

Néanmoins, les résultats aux tests évaluant la motricité ne montrent pas de résultats significatifs. Les seuls progrès mis réellement en évidence concernent les activités de motricité manuelles. En effet, Nicolas semble mieux contrôler ses mouvements quand il est contenu à un bureau. Il est plus concentré et plus précis sur ce qu'il fait. Les épreuves d'équilibre restent très difficiles pour lui, Nicolas se disperse et a du mal à maintenir son attention sur ses différentes parties du corps pour effectuer des réajustements.

Ainsi, je ne peux donc pas déterminer à ce stade de la prise en charge dans quel type de comorbidité se trouve Nicolas.

Il faudrait peut être, comme nous l'avons dit précédemment, continuer à travailler toutes les composantes de l'inhibition sur un temps plus long, afin de pouvoir éventuellement voir apparaître de réels progrès.

Il serait également nécessaire, pour pouvoir affirmer l'hypothèse, de s'intéresser à plusieurs enfants. En effet, on ne peut pas se permettre de répondre à cette question à partir d'une seule étude de cas.

En outre, nous savons que les fonctions exécutives ont un impact sur la motricité et Nicolas, ayant un syndrome dysexécutif, on peut se poser la question suivante : **Ne faudrait-il pas travailler toutes les fonctions exécutives sur du long cours pour voir apparaître de réels progrès au niveau moteur ?**

Enfin, c'est un essai de rééducation qui fait travailler directement plusieurs composantes motrices. **On pourrait alors se demander si les progrès mis en avant en motricité ne sont pas dus en partie au travail purement moteur de la prise en charge ?**

Ceci dit, je possède déjà quelques éléments de réponse. Durant le déroulement de chaque exercice, je demandais à l'enfant de s'appliquer au mieux pour effectuer les différentes habiletés motrices. Cependant, je ne lui faisais pas de retours sur ses performances motrices et je ne lui donnais pas non plus les outils nécessaires pour pouvoir s'améliorer. On ne peut donc pas dire que les progrès sont dus au travail purement moteur de l'essai de rééducation.

❖ *Intérêt de rééduquer en priorité un déficit exécutif comme le déficit d'inhibition.*

Finalement, il semble primordial de rééduquer en premier lieu un tel trouble. D'après les données théoriques, les fonctions exécutives sont « le chef d'orchestre » du cerveau humain. Elles sont nécessaires au bon développement de l'enfant. Lorsqu'il y a un déficit à ce niveau là, de nombreux troubles peuvent en découler tant au niveau cognitif que moteur. Cet essai de rééducation illustre donc bien cette image. Après avoir atténué le déficit d'inhibition, Nicolas paraît plus « présent », plus attentif à ce qu'il fait. Il peut de ce fait rentrer plus facilement dans des apprentissages et s'adapter aux diverses demandes de son environnement.

Ainsi, au terme de cette discussion, il me semble que le travail entrepris est pertinent et pourrait continuer pour Nicolas, en gardant le même cadre et les mêmes types d'exercices, dans le but de stabiliser les acquis et de renforcer la généralisation.

On pourrait également penser pour Nicolas, afin qu'il comprenne mieux l'intérêt d'une telle prise en charge et qu'il puisse généraliser plus facilement, étendre ce travail en milieu écologique. C'est-à-dire, mettre l'enfant dans des situations de la vie quotidienne (traverser la route, marcher dans une rue passante...) et l'amener à comprendre par lui-même pourquoi il est important de prendre en compte les informations qui proviennent de l'environnement, et de « réfléchir avant d'agir ». Cela lui permettra donc d'appliquer plus facilement dans la vie tous les jours ce qu'il a appris dans la salle de psychomotricité.

CONCLUSION

Le but de mon travail était de prouver l'importance que peuvent avoir les fonctions exécutives et leur développement chez l'être humain, plus particulièrement chez les enfants d'âge préscolaire et scolaire, pour ensuite démontrer l'impact d'un dysfonctionnement exécutif dans leur vie quotidienne.

Les fonctions exécutives sont effectivement nécessaires à la bonne adaptation de l'individu à son environnement du fait des nombreux effets qu'elles produisent. Elles jouent notamment un rôle prépondérant dans le contrôle du comportement de l'individu face à des situations non routinières et complexes.

Non seulement elles dirigent le cerveau, mais elles dirigent également le corps qui agit volontairement dans son milieu.

Un dysfonctionnement exécutif peut être à l'origine de nombreux troubles des apprentissages chez l'enfant, tant au niveau cognitif que moteur.

C'est pourquoi, il me semble que la rééducation des déficits exécutifs a une place considérable au sein d'une prise en charge en psychomotricité, particulièrement en cabinet libéral où les troubles des apprentissages sont rois.

Finalement, ce mémoire et tout le travail d'observation et d'analyse qu'il a engendré m'ont permis, en complément de mon stage en libéral, d'évoluer tout au long de cette année. Il m'a principalement fait réfléchir sur la façon d'aborder une prise en charge psychomotrice. Je sais aujourd'hui qu'il faut être en mesure de faire la part des choses entre les différents troubles que peut présenter un enfant et de tenir compte de leur hiérarchie.

Cependant, lorsqu'un enfant vient consulter en psychomotricité, il vient avec une histoire, un environnement particulier, une personnalité. Il semble donc également important de prendre en compte l'enfant dans sa globalité.

D'une certaine manière, les réflexions que m'a suscitées ce travail m'ont aidé à avancer en me guidant sur le chemin de ce joli métier qu'est la psychomotricité.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et articles

ALBARET J.M. (2006), *Note de synthèse sur les programmes d'auto-instructions dans la prise en charge de l'enfant TDA/H*. ANAE (Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant), n°90, p. 324-329.

AZOUVI P. (2006), *Fonctions exécutives et rééducation*, Masson.

BARKLEY R.A. (1997), *Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD*. Psychological Bulletin, vol. 121, n°1, p.65-94.

BARRAL J., DE PRETTO M., DEBÛ B., HAUERT C.A. (2010), *Activation and inhibition of bimanual movements in school-aged children*. Human Psychology, vol. 36, p. 47-57.

BARRAL J., ALBARET J.M., HAUERT C.A. (2009), *Des syncinésies aux mécanismes d'inhibition motrice chez l'enfant*. Thérapies psychomotrices – et recherches, n° 157.

BERQUIN P. (2005), *Le Trouble d'Attention avec Hyperactivité : Aspects neurofonctionnels*. Paediatrica, vol. 16, n°6, p. 14-16.

CHEVALIER N., GUAY M.C., ACHIM A., LAGEIX P., POISSANT H. (2006), *Trouble déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité ; Soigner, Eduquer, Surtout valoriser*, Presse de l'Université du Québec.

CHEVALIER N. (2010), *Les fonctions exécutives chez l'enfant : concepts et développement*. Canadian Psychology, vol. 51, n° 3, p. 149-163.

CHEVALIER N., BLAYE A. (2006), *Le développement de la flexibilité cognitive chez l'enfant préscolaire : enjeux théoriques*. L'année psychologique, 106, pages 569-608.

CORRAZE J. (1999), *Les troubles psychomoteurs*, Solal.

DE LIEVRE B., STAES L. (2008), *La psychomotricité au service de l'enfant ; notions et applications pédagogiques*, De Boeck.

DEROUESNE C., BAKCHINE S. (2000), *Syndrome frontal*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale.

ESPY K.A. (2004), *Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children*. *Developmental Neuropsychologie*, 26(1), p. 379-384.

FAGARD J. (1982), *Le contrôle moteur chez l'enfant de 6 à 10 ans : flexibilité, impulsivité, inhibition*. *Enfance*, vol. 35.

GARON N. (2008), *Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework*. *Psychological Bulletin*, vol. 134, n°1, p. 31-60.

HAPPE F. (2006), *Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and age*. *Brain and Cognition*, n° 61 p. 25-39.

MARQUET-DOLEAC J., SOPPELSA R., ALBARET J.M. (2008), *Prise en charge psychomotrice du sujet porteur d'un Trouble déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité TDA/H*. *Réadaptation*, n° 547.

MARQUET-DOLEAC J., SOPPELSA R., ALBARET J.M. (2010), *Manuel du Laby 5-12*, HOGREFE.

MEULEMANS T., COLETTE F., VAN DER LIDEN M. (2004), *Neuropsychologie des fonctions exécutives*, Solal.

MONETTE S., BIGRAS M. (2008), *La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d'âge préscolaire*. *Canadian Psychology*, vol. 49, n°4, p. 323-341.

NOEL M.P. (2007), *Bilan neuropsychologique de l'enfant ; Evaluation, Mesure, Diagnostic*, Mardaga.

ROCHAT P. (2006), *Le monde des bébés*, Odile Jacob.

SAINT LAURENT D., MOSS E. (2002), *Le développement de la planification : influence d'une activité conjointe*. *Enfance*, vol. 54.

SIEROFF E. (1992), *Introduction à l'attention sélective : Définitions et propriétés*. *Revue de neuropsychologie*, vol. 2, n°1, p. 3-27.

VAN DER LIDEN M., SERON X., LE GALL D., ANDRES P. (1999), *Neuropsychologie des lobes frontaux*, Solal.

SCHERES A. et al. (2004), *Executive functioning in boys with ADHD: primarily an inhibition deficit*. Archives of Clinical Neuropsychology, n°19, p. 569–594.

SOPPELSA R., ALBARET J.M., CORRAZE J. (2009), *Les comorbidités : théorie et prise de décision thérapeutique*. Entretiens de Bichat 2009, pages 5-20.

Thèses et Mémoires

ANTONIN E. (2008), *Réflexions sur les liens entre Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité et troubles moteurs : vers une rééducation motrice spécifique ?* Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Psychomotricité. Toulouse.

CRAGG L. (2007), *The developmental of executive function in childhood*. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. St John's College, University of Oxford.

GAGNE J. (2008), *La motricité globale d'enfants présentant un Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité*. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en kinanthropologie, Université du Québec Montréal.

LAFRAN W. (2000), *Fonctions exécutives : Présentation de la BREF, échelle d'évaluation des fonctions cognitives de l'enfant de 4 à 9 ans*. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Psychomotricité. Toulouse.

SUN J. (2003), *Early indicators of executive function and attention in preterm and full-term infants*. Thesis submitted in fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy. Centre for innovation in Education Queensland University of Technology.

Sites internet

CHEVALIER N., GAGNE J., BOUCHER J.P., VERRET C., GUAY (2008), www.multisport-qc.ca, « Evaluation des habiletés motrices globales chez des garçons de 8-10 ans vivant avec un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité ».

LAPORTE P. (2005), www.tdah-france.fr, « Vers une conception neuropsychologique ».

www.lecerveau.mcgill.ca, « Le cerveau à tous les niveaux ! »

www.wikipédia.org, « Cortex préfrontal », « Fonctions exécutives ».

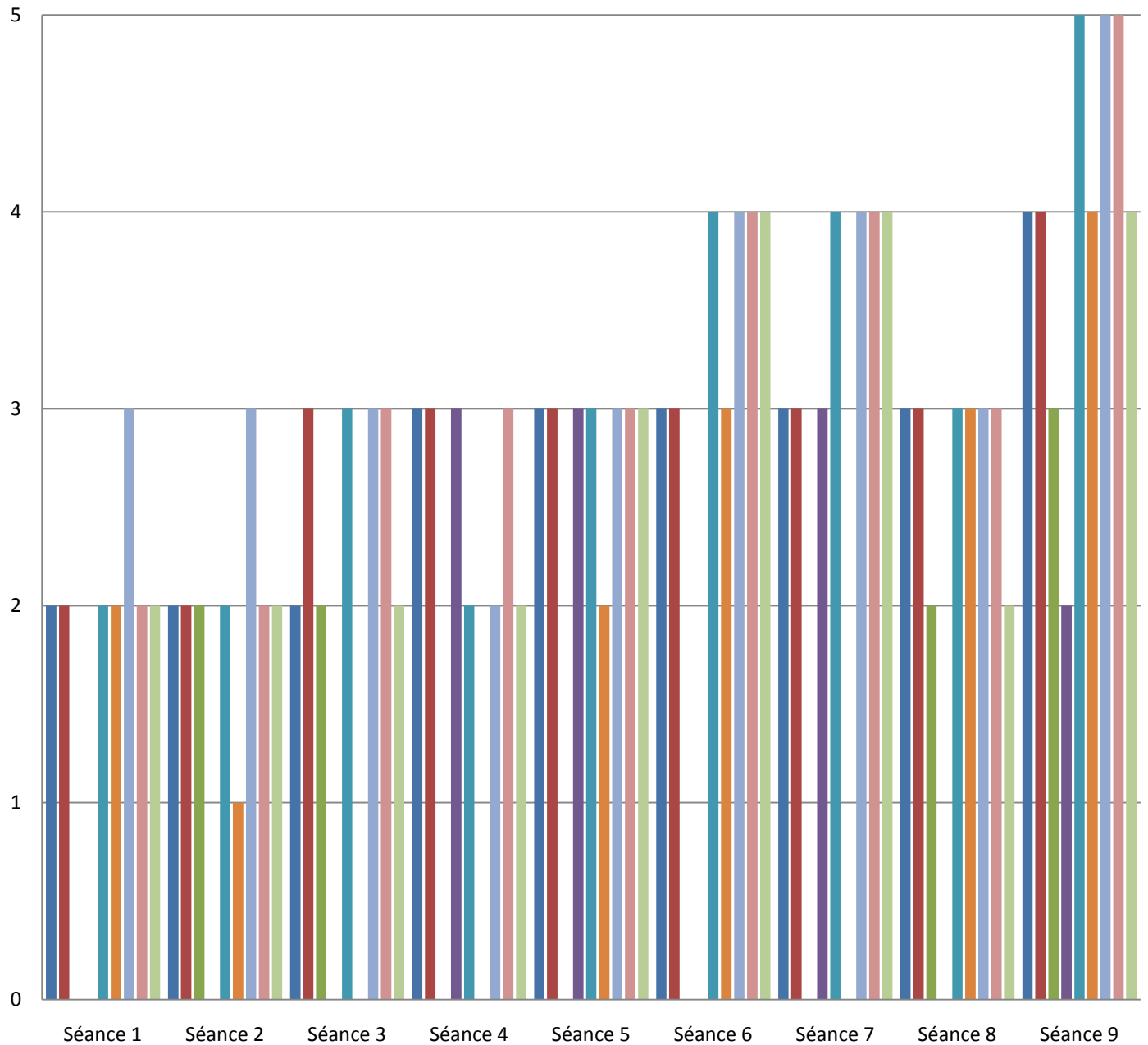
Cours

ALBARET J.M. (2010), Cours de 2ème année sur le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans hyperactivité.

MARQUET-DOLEAC J. (2010), Travaux Dirigés de 3ème année sur le traitement psychomoteur du Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité.

ANNEXE

Evolution de l'enfant au fil des séances



- Inhibition d'une réponse automatique
- Mémoire de travail
- Contrôle moteur
- Aversion du délai
- Agitation motrice
- Interruption d'une réponse en cours
- Résistance aux interférences
- Créativité
- Niveau de concentration

Ce mémoire a été supervisé par

Annabelle Miermon, psychomotricienne et Michel Santamaria, psychomotricien