

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



Evaluation de la planification des enfants à haut potentiel intellectuel

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

PERADON Violaine

Juin 2016

Remerciements

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Table des matières

<u>INTRODUCTION</u>	6
Partie Théorique	8
<u>I- L'ENFANT A HAUT POTENTIEL INTELLECTUEL</u>	9
A. DEFINITIONS ET CRITERES DE DIAGNOSTIC	9
1. TERMINOLOGIE	9
2. DEFINITIONS ET CRITERES DE DIAGNOSTIC.....	11
B. DEVELOPPEMENT ET SPECIFICITES DE FONCTIONNEMENT	15
1. LA NOTION DE DYSSYNCHRONIE	15
2. DONNEES DEVELOPPEMENTALES	16
3. SPECIFICITES COGNITIVES ET AFFECTIVES	18
a. Spécificités cognitives	18
b. Spécificités psycho-affectives.....	19
4. RISQUES D'UNE MECONNAISSANCE D'UNE PRECOCITE INTELLECTUELLE	19
C. HPI ET SCOLARITE	20
1. DIFFICULTES D'ADAPTATION SCOLAIRE	20
2. HPI ET TROUBLES DES APPRENTISSAGES.....	20
a. Interface HPI/Dysgraphie	21
b. Interface HPI-TDA/H	22
D. QUESTIONS ACTUELLES	23
<u>II- LES CAPACITES DE PLANIFICATION</u>	24
A. LES FONCTIONS EXECUTIVES	24
1. DEFINITION	24
2. LOCALISATION NEURO-ANATOMIQUE	25
3. LES MODELES.....	26
a. L'approche de Luria.....	26
b. Le modèle de la mémoire de travail de Baddeley.....	26

c. Le modèle de Norman et Shallice : Le Système de Supervision Attentionnel (SAS)	28
d. Le modèle de Miyake : Unité et diversité des fonctions exécutives.....	29
4. LE DEVELOPPEMENT DES FONCTIONS EXECUTIVES.....	30
5. SYNDROME DYSEXECUTIF DE L'ENFANT	31
B. LA PLANIFICATION	32
1. DEFINITION	32
2. DONNEES DEVELOPPEMENTALES	32
3. TROUBLE DE LA PLANIFICATION CHEZ L'ENFANT	33
C. LA RESOLUTION DE PROBLEMES.....	33
1. DEFINITION	33
2. MODELISATION DE LA RESOLUTION DE PROBLEME	34
3. HPI, RESOLUTION DE PROBLEMES ET ACTIVATIONS CORTICALES	36
D. OUTILS D'EVALUATION DE LA PLANIFICATION POUR LES ENFANTS	37
1. LES TESTS NEUROPSYCHOLOGIQUES	37
a. Test des labyrinthes : Laby 5-12	37
b. La Tour de Londres (TOL)	38
2. PROBLEMES RENCONTRES AVEC LES TESTS STANDARDS	39
3. VERS DE NOUVEAUX OUTILS D'EVALUATION DE LA PLANIFICATION	40
a. Les tests et questionnaires utilisés pour les adultes	40
b. Les tests et questionnaires utilisés pour les enfants.....	42
c. Utilité des tests écologiques pour évaluer les enfants HPI	44
 Partie Pratique	 46
 <u>I- OBSERVATIONS ET HYPOTHESE DE DEPART</u>	 <u>47</u>
1. IDEES PREMIERES : JULIE ET LOUIS	47
2. HYPOTHESE DE DEPART	47
 <u>II- CONSTRUCTION DE L'OUTIL</u>	 <u>48</u>
 A. PREMIERE VERSION DE L'OUTIL.....	 48
1. BALLADE AU ZOO (1)	48
a. Le support	48

b. Le contenu.....	49
c. Les consignes	49
d. La cotation	50
2. LES PASSATIONS	51
3. ANALYSE DES RESULTATS.....	51
B. DEUXIEME VERSION DE L’OUTIL : BALLADE AU ZOO (2).....	54
1. LES MODIFICATIONS.....	54
a. Le support	54
b. Le contenu.....	54
c. Les consignes	55
d. La cotation	56
2. ECHANTILLONS ET CADRES DES PASSATIONS	56
a. Au stage	57
b. A l’école primaire	57
<u>III- ANALYSE DES RESULTATS ET DE L’OUTIL.....</u>	<u>58</u>
A. ANALYSE DES RESULTATS :.....	58
1. RESULTATS DES ENFANTS HPI.....	58
a. La Tour de Londres.....	58
b. Le questionnaire de la BRIEF.....	59
c. Ballade au zoo (2)	60
2. RESULTATS DES ENFANTS DU GROUPE CONTROLE.....	61
3. LES STRATEGIES UTILISEES PAR LES ENFANTS HPI ET PAR LES ENFANTS CONTROLES	62
4. COMPARAISON DE PROFILS DE QUATRE ENFANTS HPI	63
B. ANALYSE DE L’OUTIL.....	64
1. LES POINTS POSITIFS	64
2. LES POINTS NEGATIFS	64
C. MODIFICATIONS DE L’OUTIL	66
<u>DISCUSSION</u>	<u>69</u>
<u>CONCLUSION.....</u>	<u>72</u>

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>74</u>
<u>ANNEXE 1 : BALLADE AU ZOO (1), PARTIE 1.....</u>	<u>78</u>
<u>ANNEXE 2 : BALADE AU ZOO (1), PARTIE 2.....</u>	<u>81</u>
<u>ANNEXE 3 : RESULTATS BALLADE AU ZOO (1)</u>	<u>82</u>
<u>ANNEXE 4 : BALLADE AU ZOO (2).....</u>	<u>83</u>
<u>ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE DE LA BRIEF ENFANTS HPI.....</u>	<u>85</u>

Introduction

Les études concernant les enfants surdoués sont relativement récentes. Vers la fin du XIX^{ème} siècle, Lombroso commence à s'intéresser aux génies et qualifie leur intelligence de « dégénérescence supérieure ». Il faudra attendre 1921 et Lewis Terman pour avoir la première grande étude longitudinale concernant ces enfants. Grâce au test de Binet et Simon crée quelques années plus tôt, Terman est arrivé à identifier de façon rigoureuse les enfants doués. Son étude qui débutera en 1921, porte sur un échantillon de 1444 enfants et durera 35 ans. Les résultats sont publiés dans le livre « Genetic studies of genius » et déclinés en cinq volumes.

Depuis, les principales études aux Etats-Unis et en France se sont principalement tournées vers les programmes scolaires. Le but est de pouvoir adapter les exigences scolaires au profil spécifique de ces enfants. En effet, les psychologues spécialisés qualifient leur intelligence d'intuitive et de créative. Deux notions qui ne sont pas mises en valeur dans notre système scolaire.

Les chercheurs qui se penchent sur l'analyse du fonctionnement de ces enfants mentionnent qu'il existe une très grande hétérogénéité des profils. Les études menées ont alors du mal à généraliser les résultats du fait du nombre restreint de participants mais également du fait de cette hétérogénéité qui semble être la règle chez ces enfants. Ainsi, les études portant sur les capacités de planification des enfants précoces sont rares et concluent seulement à des spécificités d'activations au niveau du cortex cérébral.

Problématique

Ces premiers éléments de contexte me permettent d'aboutir à la problématique de ce mémoire. Basée sur de multiples lectures mais également sur une expérience personnelle, cette réflexion a pour origine l'interrogation concernant l'interprétabilité des résultats aux tests neuropsychologiques lorsque ceux-ci ne sont pas concordants avec les observations cliniques des parents, des enseignants ou du psychomotricien. Plus précisément, nous pouvons nous demander si les capacités de planification mesurées par les tests

neuropsychologiques classiques reflètent de manière objective ce que décèlent au quotidien les parents et les différents professionnels qui entourent l'enfant. C'est précisément sur cette dernière interrogation que s'est portée ma réflexion tout au long de l'étude qui va suivre et qui m'a, par ailleurs, conduite à la construction d'un test écologique afin de mesurer au plus près cette fonction.

Le raisonnement s'articulera autour de deux parties. La première fera état des éléments théoriques se rapportant d'une part aux enfants intellectuellement précoces et à leurs spécificités de fonctionnement d'autre part à la fonction de planification et aux différents moyens mis à notre disposition pour l'évaluer.

La deuxième partie détaillera le test écologique que j'ai créé dans le cadre de cette étude et plus précisément sur la réflexion qui a permis son élaboration ainsi que sur la diversité des résultats obtenus d'après les passations.

Partie Théorique

I- L'enfant à Haut Potentiel Intellectuel

A. Définitions et critères de diagnostic

1. Terminologie

Dans la littérature scientifique, il existe de nombreux termes pour dénommer les enfants qui présentent un haut niveau d'aptitudes intellectuelles. Chaque terme renvoie à une définition et une explication bien particulière. Nous présenterons donc chaque appellation afin de choisir celle qui sera la plus appropriée pour notre propos.

La terminologie la plus répandue, dans le grand public et par les médias, est celle de *surdoué*. Ce terme est traduit et utilisé aux Etats-Unis par *gifted* et au Canada par le néologisme *douance*. Ces termes étaient connotés par la pensée religieuse de l'époque et sous-entendaient que l'intelligence était un don de Dieu. En se laïcisant, le terme *surdoué* a renvoyé à la prédétermination génétique, l'intelligence est alors vue comme un don génétique (Lautrey, 2004). Or les données scientifiques récentes, ont démontré que l'intelligence n'est pas un don génétique mais qu'elle est l'expression des contraintes génotypiques, développementales et environnementales (Liratni et Pry, 2007). Pour ces raisons, ce terme ne fait donc pas l'unanimité auprès des chercheurs et ne nous semble pas non plus approprié pour notre exposé.

On peut ensuite rencontrer la notion de *précocité intellectuelle*. Bien qu'elle soit plus neutre, cette notion fait référence à une avance supposée que ces enfants auraient pris dans le développement intellectuel par rapport aux autres enfants. Ce terme ne nous semble pas non plus adapté pour deux raisons. La première est que cette avance dans le développement intellectuel indique que les autres enfants pourraient un jour rattraper un supposé retard et arriver à un même niveau de développement intellectuel (Liratni et Pry, 2007 ; 2012). Or, on sait que ce n'est pas le cas car à mesure que les capacités intellectuelles des enfants dans la norme moyenne se développent, les capacités intellectuelles des enfants dits *précoces* se développent aussi. La comparaison des enfants à un âge plus avancé donnera donc les mêmes résultats. La deuxième raison tient aux outils psychométriques utilisés pour évaluer le

développement intellectuel. Ces tests ne donnent aucune information sur la vitesse de développement (Liratni et Pry, 2012). Ils indiquent seulement où se situe la performance de l'enfant par rapport aux autres enfants du même âge. Il n'y a donc pas de lien entre l'évaluation psychométrique de ces enfants et le terme de *précocité intellectuelle*. De ce fait, cette expression ne semble pas pleinement satisfaisante pour notre propos.

Enfin, il convient de définir le terme *Haut Potentiel Intellectuel*, que nous utiliserons maintenant par l'abréviation HPI. Selon Lautrey (2004), cette expression renvoie « à des dispositions intellectuelles exceptionnelles qui ne sont pas investies dans un domaine d'expertise particulier et qui ne le seront d'ailleurs peut-être jamais ». Liratni et Pry (2012) ajoutent que cette notion « semble davantage en adéquation avec l'approche psychométrique » car cette dernière mesure des dispositions intellectuelles générales mais pas une réussite particulière dans un domaine. En effet, pour que des performances s'écartent de la norme il faudrait que les scores élevés de ces enfants soient issus de hautes potentialités. Ces auteurs indiquent que par ce terme nous ne parlons plus de la performance intellectuelle en tant que telle mais bien d'un potentiel. Celui-ci s'exprimera ou non en fonction des contraintes environnementales et personnelles.

Avant de conclure, il semble important de définir le terme *talent* car il représente un concept différent de celui de HPI et est trop souvent employé comme un synonyme de celui-ci. Selon Gagné (2012), le talent renvoie à « la maîtrise remarquable d'habiletés systématiquement développées, appelées compétences (connaissances et habiletés pratiques), dans au moins un champ de l'activité humaine, à un tel niveau que l'individu se situe au moins parmi le 10 % supérieur de ses pairs en âge, actifs ou ayant été actifs dans ce champ ». Ainsi, le talent représente un niveau d'expertise dans un ou des domaines bien précis. Il se différencie donc du HPI car ce dernier est plus généraliste et renvoie aux dispositions intellectuelles aux dessus de la norme générale sans que l'on sache si elles sont investies dans un domaine particulier.

En conclusion, nous pensons que le terme HPI est le plus approprié pour parler de ces enfants. Il apparaît ainsi comme le plus neutre et comme celui qui fige le moins l'enfant dans une réussite attendue ou présumée. En effet, lorsque nous employons le terme HPI, nous parlons bien de potentialités et non d'avance développementale ou de performance

intellectuelle. C'est donc le terme que nous emploierons maintenant pour désigner ces enfants.

2. Définitions et critères de diagnostic

Si l'on souhaite définir les critères de diagnostic du HPI, il convient d'abord de définir ce qu'est l'intelligence.

Selon Binet et Simon en 1909, « l'intelligence, qui permet la connaissance, c'est-à-dire, la reconstruction du monde extérieur à partir de quelques fragments qui sont donnés, est une fonction générale qui permet l'adaptation à des situations nouvelles » (cité par Huteau, 2007, p.358). Plus récemment, Lautrey (2004) définit l'intelligence comme « la capacité d'un organisme à s'auto-modifier pour adapter son comportement aux contraintes de son environnement ». Cette capacité d'auto-modification renvoie à la notion de « plasticité » qui est observée au niveau des représentations, des processus mentaux, des comportements ou des connexions neuronales. Mais cette capacité d'adaptation ne peut être qualifiée d'intelligence que si elle revêt un degré de généralité assez élevé, c'est-à-dire si elle peut s'exprimer dans différentes situations (Lautrey, 2004).

Partant de ce postulat, les échelles de Quotient Intellectuel (QI) ou les tests de facteurs g se sont développés. Aujourd'hui les plus utilisés étant les échelles de Weschler. Suivant cette approche psychométrique et pour la plupart des psychologues, le haut potentiel intellectuel est défini par un QI total égal ou supérieur à 130 (certains psychologues évoquent un HPI dès 125 points au QI total). Dans les épreuves de Weschler, la moyenne est fixée à 100 et l'écart-type est de 15 points. Le seuil du HPI se situe alors à deux écarts-types au-dessus de la moyenne si l'on suit une distribution gaussienne. Cela fixe à 2,2% de la population de référence la proportion de personnes qui se situent au-delà.

Mais il faut également que le profil de QI soit interprétable, c'est-à-dire qu'il n'y ait pas une différence de plus de 15 points entre les différents indices mesurés par les échelles de Weschler. Concernant ce dernier point, des recherches récentes mettent en évidence une disparité importante entre les domaines cognitifs évalués aux échelles de Weschler (Bessou et al., 2005 ; Liratni et Pry, 2012). Elles révèlent que pour une large majorité, les profils psychométriques de ces enfants sont très souvent non-interprétables. Le HPI peut donc

seulement être évoqué mais le diagnostic ne peut pas être posé. En effet, en 2005, Bessou et al. ont réalisé une étude des profils psychométriques de 245 enfants sur la base d'un QI total supérieur ou égal à 130 au WISC-III. Cette étude montrait que dans 81,7% des cas, la différence entre le QIV et le QIP était de 14,08 points (extrême de 0 à 42 points). Les résultats plaident donc en faveur d'un profil psychométrique caractéristique des enfants HPI avec un score élevé aux épreuves « Similitudes » et « Compréhension » et un score chuté à l'épreuve « Code ». Selon Terrassier, l'échec au sub-test « Code » s'expliquerait par le manque d'attrait et de complexité que suscite l'épreuve ainsi que par les difficultés graphomotrices de ces enfants (Bessou et al. 2005). Ces observations soulignent une dyssynchronie entre les aspects linguistiques et les aspects moteurs ou graphomoteurs.

En 2012, Liratni et Pry ont réalisé le même travail que les auteurs précédents mais en utilisant le WISC-IV. L'étude des profils psychométriques a été réalisée sur 60 enfants HPI ayant un QIT supérieur ou égal à 130 (identification antérieure au WISC-III). Les résultats indiquent que l'indice le plus élevé est l'ICV, suivi de l'IMT puis de l'IRP et enfin de l'IVT. Ainsi, 77% des enfants obtiennent un meilleur score aux épreuves de l'ICV et des résultats faibles aux items « Code » et « Symboles ». Comme pour l'étude précédente, ces données permettent d'illustrer le phénomène de dyssynchronie entre les compétences linguistiques et graphomotrices. De plus, 87% des enfants présentent un profil de QI hétérogène et non-interprétable avec une différence d'au moins 23 points entre l'indice le plus fort et l'indice le plus faible (Liratni et Pry, 2012). Les auteurs concluent que l'hétérogénéité des profils psychométriques semble être la règle dans leur groupe d'enfants HPI.

Au vue des travaux cités précédemment, cette définition de l'intelligence et donc du haut potentiel intellectuel, paraît restrictive, étroite et jugée de moins en moins satisfaisante par les chercheurs dans ce domaine (Liratni et Pry, 2007).

On peut ainsi observer dans la littérature une évolution de la définition de l'intelligence qui étend de ce fait le concept de HPI et donc de son évaluation. En effet, l'identification des personnes à haut potentiel est différente selon que l'on se focalise sur une intelligence générale mesurée par le QI ou bien que l'on cible des formes d'intelligences différentes et relativement indépendantes.

Au quotidien, nous sommes amenés à réfléchir de différentes manières : essayer de nouvelles solutions, inventer de nouvelles façons de faire pour s'adapter au mieux à la situation présente. Cette pensée adaptative serait selon Besançon et Lubart (2012) « fondée sur des

comportements innovants correspond à la créativité ». La créativité peut donc être envisagée comme une dimension de l'intelligence et pour certains auteurs, elle est susceptible de compléter la mesure du QI afin de guider l'identification des enfants à HPI.

Dans cette perspective, de nouveaux modèles d'intelligence spécifiques aux sujets HPI ont été élaborés ces dernières années. Nous présenterons brièvement les modèles de Renzulli (1986), Stenberg (1998,1999) et Gagné (2000) que Lautrey (2004) présente brièvement dans son article.

Renzulli propose un modèle « en trois anneaux » pour identifier le sujet HPI. Les « trois anneaux » font référence à trois critères. Le premier est une aptitude intellectuelle élevée qui renvoie soit à une performance élevée à un test d'intelligence générale, soit à une performance élevée dans un domaine particulier. Le deuxième critère est la créativité qui est une combinaison de caractéristiques telles que la curiosité, l'originalité, la flexibilité. Enfin, le troisième critère est l'engagement, c'est-à-dire une forte motivation dirigée vers un domaine de connaissance particulier. Selon cet auteur, ce serait la conjonction de ces trois critères qui permettrait la « réalisation de productions intellectuelles exceptionnelles ». L'appréciation de ces trois critères permettrait ainsi l'identification du HPI.

Stenberg suggère une théorie triangulaire de l'intelligence concernant les HPI (the « triarchic mind »). Cette théorie repose sur 3 domaines : une intelligence analytique (mesurée par le QI), une intelligence pratique (dérivée des règles implicites à partir d'une situation donnée) et une intelligence créative (élaborer des idées originales).

Gagné, quant à lui, propose un modèle multidimensionnel et beaucoup plus complexe : le « Differentiated Model of Giftedness and Talent » (DMGT). Selon Lautrey (2004), Gagné intègre 6 grands facteurs dans son modèle : les aptitudes intellectuelles, les processus développementaux, les habiletés développées systématiquement ou talents, les facteurs intra-personnels, les facteurs environnementaux et un facteur de chance. Ces aptitudes naturelles ou dons seraient contrôlés par des facteurs génétiques et relèveraient de quatre domaines différents : académique, créatif, socio-affectif et sensorimoteur. Il distingue également le don (haut potentiel) du talent (performance extrême). La transformation du don en talent nécessiterait des interactions complexes entre différents facteurs, tels que la motivation, la

personnalité, le milieu socio-économique. Ce dernier point permet d'illustrer le fait que de nombreux enfants HPI ne deviennent pas ce que Liratni et Pry (2004) appellent « des adultes talentueux » du fait de facteurs intra et extra-personnels qui influencent le développement.

Selon Lautrey (2004), trois points communs ressortent de ces définitions récentes de l'intelligence chez le sujet HPI.

- 1) Le potentiel peut s'exprimer dans des formes d'intelligence différentes : analytique, créative, sociale, pratique, spécifique à un domaine précis (talent).
- 2) L'expression du potentiel est dépendante de facteurs intrinsèque (motivation) et extrinsèque (environnement propice) au sujet.
- 3) La définition prend aussi bien en compte la performance de haut niveau que le potentiel qui pourrait amener à cette performance (différence haut potentiel/talent)

En conclusion, nous pouvons dire que les études récentes et les nouvelles conceptions du HPI ont bousculé la notion d'intelligence et remettent en question le diagnostic du haut potentiel sur le seul critère d'un score élevé au QI. En effet, ces études suggèrent qu'un profil psychologique caractéristique différencie les sujets HPI de la population générale, profil dans lequel l'intra-variabilité constituerait une remarquable spécificité (Peireira-Fradin, 2004). L'évaluation de l'ensemble des compétences de l'enfant HPI semble donc nécessaire pour connaître précisément le profil de l'enfant et donc ses spécificités. Ce dernier point est important car il ne s'agit pas simplement d'étiqueter ces enfants avec un score élevé aux tests psychométriques mais de pouvoir répondre au mieux à leurs besoins en fonction de leurs particularités.

L'évaluation devrait donc systématiquement explorer et mettre en relation les trois domaines suivants : les fonctions neuropsychologiques au moyen de plusieurs tests, les facteurs personnels à l'enfant (créativité, motivation, estime de soi, etc.) ainsi que le contexte environnemental. Ceci dans le but d'avoir une vision globale de l'enfant et de pouvoir estimer ses besoins réels.

B. Développement et spécificités de fonctionnement

1. La notion de dyssynchronie

C'est à J.C Terrassier, psychologue clinicien et spécialiste des enfants HPI, que l'on doit la notion de *dyssynchronie*. Pour lui, cette notion décrit « le développement hétérogène spécifique et normal des enfants intellectuellement précoces (*dyssynchronie interne*) ainsi que les particularités de leur relation et intégration au contexte de vie (*dyssynchronie sociale*) » (Terrassier, 2005, p. 1). En aucun cas la *dyssynchronie* renvoie à une idée de pathologie mais bien à des particularités de développement propres aux enfants HPI.

La *dyssynchronie interne* renvoie aux différences de développement que l'on peut rencontrer entre l'évolution intellectuelle et l'évolution psychomotrice d'une part et l'évolution intellectuelle et l'évolution affective d'autre part (Terrassier, 1981).

La *dyssynchronie intelligence-psychomotricité* souligne la différence entre l'avance que les enfants HPI ont au niveau verbal et le retard qu'ils peuvent avoir sur le plan psychomoteur notamment graphique (Terrassier, 1981). En effet, il est courant que ces enfants sachent lire dès leur 5^{ème} année et donc avant de rentrer en classe de CP. Cependant, il est plus rare que leur maîtrise graphique soit aussi avancée du fait d'une maturation graphomotrice moins rapide. Prenant conscience de ses difficultés, l'enfant HPI réagira le plus souvent en essayant de contrôler et de maîtriser son geste. Cela a pour effet de ralentir son tracé et donc d'améliorer la trace mais l'enfant n'est alors plus capable de suivre le rythme demandé (Terrassier, 2005). L'échec est donc à craindre et peut amener des attitudes de refus ou d'évitement de toutes les tâches d'expression écrite. Cette *dyssynchronie intelligence-psychomotricité* peut également se retrouver dans les gestes de la vie quotidienne : s'habiller, lacer ses chaussures, ne pas renverser la tasse, ne pas se cogner, etc. (Terrassier, 2005).

La *dyssynchronie intelligence-affectivité* renvoie elle au déséquilibre entre une intelligence brillante et des besoins affectifs qui restent dans la norme de leur âge réel. Ainsi, leur développement affectif est davantage marqué par une richesse, une sensibilité et une complexité que par une précocité (Terrassier, 2005). De part son intelligence, « l'enfant exerce un " effet loupe " non seulement sur la logique de l'environnement mais également sur

sa perception et son interprétation des afférences affectives » (Terrassier, 2005, p. 3). Cet effet peut-être positif lorsqu'il sert l'intelligence mais il peut aussi fragiliser les enfants HPI lorsque leur sensibilité exacerbée provoque de l'anxiété.

Cette notion semble relativement bien acceptée par les chercheurs dans ce domaine. Les études que nous avons présentées plus haut, concernant le WISC-III et le WISC-IV, rendent compte de cette *dyssynchronie interne*. Les différences de réussite observées entre les indices mesurés par ces tests relèveraient de cette *dyssynchronie*.

Mais si Terrassier nous parle d'un décalage entre les fonctions intellectuelles et les compétences psychomotrices ou affectives, il ne nous indique pas si ce décalage est présent dès le début du développement de l'enfant ou s'il apparaît à un moment précis dans le développement. Les données développementales nous permettront de répondre à cette interrogation.

2. Données développementales

Lors d'études longitudinales rétrospectives et développementales, Vaivre-Douret (2004 ; 2012) a étudié le comportement néonatal de bébés diagnostiqués plus tard enfants à haut potentiel intellectuel (QI total d'au moins 130, sans différence entre le QIV et le QIP). L'examen des dossiers montre que ces enfants HPI semblent avoir un développement maturatif qui leur est propre. Cette maturation spécifique neuro-motrice, neuro-sensorielle et du tonus actif, permettrait des « émergences précoces des acquisitions posturo-locomotrices et de la coordination visuo-manuelle, celle du langage et des processus cognitifs » (Vaivre-Douret, 2004, p.255).

Dans ces deux articles, Vaivre-Douret (2004 et 2012) indique les principales conclusions qu'ont révélées ses études. Elles concernent la période néonatale, le développement posturo-locomoteur et le développement cognitif.

Durant la période néonatale il ressort que les nouveau-nés ont un état de vigilance augmenté avec des capacités de focalisation attentionnelle plus élevées que chez les nouveau-nés tout-venants, mettant en jeu la substance réticulée. Ils ont également une maturation précoce de la neuro-motricité avec une oculo-motricité performante, un contrôle postural et les premières

coordinations réalisées en avance par rapport aux autres enfants, attestant d'une myélinisation corticale plus rapide.

Sur le plan du développement posturo-locomoteur, Vaivre-Douret souligne une avance neuro-motrice importante concernant la synergie entre les muscles extenseurs et fléchisseurs de l'axe, permettant à l'enfant de maintenir sa tête deux secondes dès la naissance, ainsi qu'une disparition précoce des réflexes archaïques. Au cours des premières années de vie, l'avance de maturation neuro-motrice permet à ces enfants d'acquérir plus rapidement des niveaux de coordination, ce qui entraîne une autonomie de mouvements gérée activement par ces enfants. D'une façon plus générale ces enfants présentent sur le plan posturo-locomoteur une avance « d'au moins un à deux mois, ou d'un à deux écarts-types au-dessus de la moyenne » (Vaivre-Douret, 2004, p.256)

Concernant le développement cognitif, les études de Vaivre-Douret indiquent là aussi une maturation précoce avec notamment une précocité du langage (babillage vers 4 mois, première phrase autour de 18 mois, utilisation précoce des synonymes, antonymes et néologismes) ainsi qu'une acquisition précoce des notions de structuration spatiale et temporelle. Les perceptions et sensorialités extrêmement fines indiquent des mécanismes endogènes très développés ainsi qu'une réceptivité importante. Les données concernant les fonctions exécutives indiquent qu'il existe une avance d'une à deux années en moyenne sur les capacités de planification, de hautes capacités de traitement de l'information, des processus de pensée puissants avec un traitement analogique des données (établir des liens entre les situations) ce qui facilite l'encodage de la mémoire de travail.

Ces données nous indiquent qu'en bas âge, ces enfants présentent une synchronie dans leur développement maturatif. Cette synchronie serait « relative à un niveau de précocité des fonctionnements du développement psychomoteur et psychologique » (Vaivre-Douret, 2004, p.257). La dyssynchronie serait soit une dégradation des « fonctions non exercées et non reconnues socialement » (Vaivre-Douret, 2004, p.257) soit une focalisation sur un domaine qui serait alors hyper-investi par l'enfant (domaine cognitif par exemple) aux dépens par exemple de l'investissement du corps et/ou du domaine moteur (Vaivre-Douret, 2004).

3. Spécificités cognitives et affectives

a. Spécificités cognitives

Des études électrophysiologiques, utilisant la méthode des potentiels évoqués (PE), ont permis d'actualiser la connaissance des particularités neurophysiologiques associées au HPI. Magnié-Mauro (2012), dans son article, nous résume les principales conclusions de ces études. Les enfants HPI ont une vitesse de traitement de l'information plus rapide, ainsi que de grandes capacités attentionnelles et en mémoire de travail, par rapport aux enfants du groupe contrôle du même âge. Lors de tâche de résolution de problèmes, les enfants HPI analysent la situation de façon plus rapide et plus performante que les autres enfants avec la mise en œuvre de stratégies cognitives plus adaptées. Au niveau du traitement sémantique de l'information, des particularités ont pu être relevées et mises en corrélation avec le QI. Enfin, Magnié-Mauro (2012) indique que l'hypothèse d'un « style cognitif en rapport avec une particularité de spécialisation hémisphérique » semble vérifiée. En effet, les résultats tendent à mettre en évidence un surinvestissement de l'hémisphère droit et ce de façon indépendante à leur latéralité. Par ailleurs, cette spécialisation hémisphérique apparaît dépendante du degré de dysharmonie entre les performances verbale et pragmatique.

Selon Siaud-Fachin (2005), cette spécificité hémisphérique nous aide à comprendre le fonctionnement cognitif atypique de ces enfants. Elle a observé que très souvent l'enfant HPI est incapable d'expliquer son raisonnement alors que le résultat est juste. En effet, l'intuition est le fruit de l'hémisphère droit alors que le développement d'une idée, la justification et l'argumentation sont issus du cerveau gauche. De ce fait, l'enfant conclue « qu'il sait parce qu'il sait ». Ce mécanisme est spectaculaire en sciences dures, l'enfant résout des problèmes de façon très intuitive mais n'aura aucune idée de la méthode employée si on la lui demande.

L'enfant HPI présente également une pensée en arborescence où chaque idée ou concept se divise et se subdivise en nouvelles pensées et associations d'idées. Leur pensée est donc construite en réseaux : « chaque idée génère une ramification de nouvelles idées qui à leur tour et pour chacune d'entre elles vont produire de nouvelles associations et ainsi de suite » (Siaud-Fachin, 2005, p.13). De plus, l'enfant HPI a la possibilité d'activer simultanément plusieurs réseaux qui vont fonctionner en parallèle. Il se retrouve donc devant une multitude

d'informations et de données qui se déploient à grande vitesse. En associant ces informations avec leurs connaissances et acquisitions antérieures, ce fonctionnement de la pensée ouvre la voie à la créativité. La pensée en arborescence permet l'émergence « d'idées géniales » (Siaud-Fachin, 2005, p.13) mais est beaucoup moins efficace dans le milieu scolaire. Nous reviendront sur ce point dans le paragraphe concernant les difficultés d'adaptation scolaire.

b. Spécificités psycho-affectives

Selon Vaivre-douret (2012), les enfants HPI ont dès l'âge de 3 ans, et du fait de leur fonctionnement cognitif spécifique, un sens critique et autocritique pertinent. Ils développent en général un sens de l'humour important ainsi qu'une certaine générosité envers l'autre. De plus, il n'est pas rare que ces enfants aient une grande imagination qui si elle n'est pas contenue ou explicitée par les adultes peut devenir source d'angoisses et d'anxiété.

L'étude de Tordjman et al. (2010) s'intéresse aux difficultés émotionnelles des enfants HPI. Concernant l'anxiété, il ressort que ces enfants sont « confrontés à une pression de réussite » qui si elle est trop excessive peut évoluer « vers une anxiété de performances » (Tordjman et al., 2010, p.1365) voire l'échec scolaire. Selon ces mêmes auteurs, les Troubles Obsessionnels Compulsifs touchent 2 à 3 % des enfants HPI et l'anxiété est très souvent associée à des troubles du sommeil. Enfin, la dépression et l'humeur dépressive sont plus fréquentes chez les enfants HPI car ces derniers ont une estime de soi générale et une estime de soi scolaire plus altérée. Néanmoins, il convient d'être prudent car ces observations ne sont pas des traits constitutifs des enfants HPI, ils peuvent donc être présents ou non.

4. Risques d'une méconnaissance d'une précocité intellectuelle

Lorsqu'un enfant HPI n'est pas diagnostiqué, le milieu scolaire va attendre de lui des capacités scolaires dans la norme, ce qui va induire chez l'enfant une évolution bien inférieure à ses possibilités. C'est ce que Terrassier (1981) appelle *l'effet pygmalion négatif*. Il constitue un frein majeur à l'expression du potentiel de l'enfant ainsi qu'à sa réussite scolaire. Cet effet peut également se retrouver au sein des familles ou de groupe d'enfants du même âge. L'effet pygmalion n'est pas sans répercussion sur la représentation de soi de l'enfant. Il lui sera ainsi très difficile de découvrir et d'assumer ses capacités exceptionnelles si le milieu ne lui renvoie

pas une image en adéquation avec ses réelles possibilités (Terrassier, 1981). La conséquence de ce phénomène peut être une inhibition intellectuelle liée au sentiment de culpabilité d'avoir des capacités intellectuelles exceptionnelles. Terrassier ajoute que cet effet sera d'autant plus négatif que le milieu social sera défavorisé.

C. HPI et scolarité

1. Difficultés d'adaptation scolaire

Comme nous l'avons vu plus haut, l'enfant HPI a des spécificités cognitives qui sont propres à son fonctionnement et différent de l'enfant classique. En classe, ces enfants auront du mal à répondre à une consigne soit parce qu'elle fait référence à un implicite soit parce qu'elle n'est pas assez précise. Ils n'arriveront pas à sélectionner les informations pertinentes, à structurer et organiser leur pensée dans une suite d'étapes logiques. L'effet de la motivation est également très important pour ces enfants et va être un facteur clé de la réussite ou de l'échec scolaire. La démotivation génère l'ennui qui a pour conséquence le décrochage scolaire ou des troubles du comportement.

Selon Siaud-Fachin (2005), il semble donc important de proposer des aménagements scolaires afin de s'adapter au mieux aux caractéristiques de ces enfants. Les enseignants doivent donc guider l'enfant dans les différentes modalités d'apprentissage, définir le cadre dans lequel l'enfant devra travailler, expliciter clairement et sans ambiguïté ce qu'il faut faire et indiquer sous quelle forme il faut répondre. Il est également nécessaire de proposer à ces enfants des modalités d'apprentissage plus proche de leur fonctionnement afin de favoriser la motivation intrinsèque (plaisir d'apprendre, intérêt et curiosité face aux apprentissages).

2. HPI et troubles des apprentissages

De nombreux chercheurs s'accordent pour dire que les troubles des apprentissages peuvent coexister avec un profil de hautes potentialités. Au quotidien, il n'est pas rare que les capacités intellectuelles de ces enfants masquent des troubles des apprentissages et rendent vulnérables la précocité de ces enfants. Cependant, la plasticité cérébrale couplée aux

capacités de traitement de l'information leur permet de mettre en place et d'utiliser des moyens de compensation ainsi que des stratégies de récupération de façon efficace (Vaivre-Douret, 2012). Selon Vaivre-Douret (2012) plus les profils de QI sont hétérogènes plus il apparaît des troubles des apprentissages.

a. Interface HPI/Dysgraphie

Pour Terrassier, les difficultés de maîtrise de l'écriture relèvent plus souvent d'une dyssynchronie que d'une dyspraxie. Cependant cette affirmation ne repose pas sur des études quantitatives mais seulement sur les nombreuses observations que Terrassier a pu faire au cours de sa carrière.

Partant de ce postulat, Liratni, Wagner et Pry (2012) ont donc réalisé une étude concernant les performances d'écriture chez 12 sujets HPI. Plus précisément, ces auteurs se sont intéressés à la vitesse et à la qualité de l'écriture de 12 enfants HPI et ont voulu observer si leurs performances, dans ce domaine, sont supérieures, égales ou inférieures à la norme. Les tests utilisés pour cette étude sont le WISC-IV et le BHK-Enfant. L'échantillon se compose de 12 enfants âgés de 6 ans 5 mois à 9 ans 1 mois et ayant un QI total égal ou supérieur à 130 avec au minimum un indice du WISC-IV supérieur ou égal à 130.

Sur les 12 enfants, 10 ont un QI non interprétable car hétérogène. Les résultats de cette étude nous montrent que 10 des 12 enfants ont un rythme d'écriture au minimum « normal » et seulement 2 enfants présentent des performances déficitaires dans la qualité d'écriture. Ces derniers ont un profil très hétérogène au WISC-IV. Or, d'autres enfants présentaient un profil hétérogène sans obtenir des résultats déficitaires au BHK. L'hétérogénéité du profil de QI n'est donc pas systématiquement corrélée à des difficultés dans l'écriture chez ces enfants HPI. Pour ces deux enfants, une similarité est notée dans les items échoués au BHK à savoir : « écriture grande », « lettres ambiguës », « hésitations et tremblements ». Se pose alors la question pour ces deux enfants de difficultés de la représentation, de la planification et/ou de l'exécution du geste graphomoteur étant donné que leurs connaissances et leurs capacités intellectuelles sont très élevées.

En conclusion, nous pouvons dire que cette étude ne valide pas l'hypothèse d'un trouble de l'écriture fréquent et caractéristique chez les enfants HPI. Cependant, la notion de

« dyssynchronie interne » semble en adéquation avec les résultats de cette étude. Les performances scripturales seulement « moyennes » contrastent fortement avec les capacités intellectuelles très élevées de ces enfants.

b. Interface HPI-TDA/H

Selon Lareng (2009), la position actuelle de la recherche concernant ce domaine est qu'une comorbidité HPI-TDA/H peut exister. Il convient cependant de faire la distinction entre des comportements propres au HPI et des comportements qui se rattachent au TDA/H afin de poser le(s) bon(s) diagnostic(s).

Si l'on reprend la triade symptomatique du TDA/H (inattention, hyperactivité, impulsivité), on se rend compte que ces comportements peuvent se retrouver chez l'enfant HPI. Cependant, dans de nombreux cas leur analyse ne renverra pas aux mêmes conclusions.

Dans leur article respectif, Lareng (2009) et Tordjman (2007) soulignent que l'hyperactivité présente chez les enfants HPI est différente de celle d'un enfant TDA/H. L'enfant HPI va certes commencer plusieurs activités à la fois mais terminera ce qu'il a commencé. L'hyperactivité serait donc dirigée et focalisée ce qui n'est pas le cas des enfants TDA/H. L'impulsivité est également différente car bien que l'enfant HPI réponde très rapidement à une question, la réponse sera le plus souvent juste contrairement aux TDA/H. Les difficultés d'attention chez les enfants HPI peuvent être rattachées soit à de l'ennui soit relèveraient de la pensée créative. De plus, la gêne de ces comportements dans au moins deux milieux différents ne se retrouve pas pour les enfants HPI. La gêne s'exprime le plus souvent dans le milieu scolaire ou familial et serait très dépendante de la situation.

Cette distinction entre les différents comportements que l'on peut observer est donc très importante afin de guider notre démarche diagnostique. Ceci est d'autant plus important car on sait qu'un HPI peut masquer un TDA/H en compensant fortement avec ses capacités intellectuelles. L'inverse est également vrai, un TDA/H peut masquer un HPI lorsque les troubles sont trop importants. Selon Vaivre-Douret (2012), « La difficulté est d'évaluer les limites du normal et du pathologique, étant donné les hautes capacités de fonctionnement cognitif avec les stratégies mises en œuvre qui peuvent masquer la réalité des troubles existants, parfois jusqu'au lycée ».

Cependant, lorsque les deux tableaux sont présents, il est important d'avoir la possibilité de poser les deux diagnostics afin d'avoir une prise en charge plus adaptée aux besoins de l'enfant en fonctions de ses difficultés, propres au HPI et au TDA/H.

D. Questions actuelles

Outre les divergences concernant la (ou les) intelligence(s) et donc les moyens d'identification d'un enfant HPI, la question du seuil pathologique commence à interroger chercheurs et professionnels. Bien que très peu abordée dans la littérature scientifique, cette notion renvoie à la difficulté d'interprétation des résultats, c'est-à-dire savoir si l'habileté évaluée par tel ou tel test est déficitaire ou correcte lorsqu'un enfant HPI présente un résultat dans la norme par rapport aux enfants du même âge.

Seules les études portant sur les profils de QI évoquent cette idée de seuil pathologique et la nécessité de trouver des tests plus adaptés aux enfants HPI afin de rendre compte de leurs réels points forts et points faibles. En effet, les études portant sur les profils de QI des enfants HPI (Bessou et al. (2005); Liratni et Pry (2011)) ont mis en évidence que dans plus de 80% des cas le profil de QI de l'enfant se révèle non interprétable car hétérogène. Le diagnostic de HPI est seulement évoqué car le profil de QI indique de trop grandes différences de points entre les différents indices mesurés par l'échelle de QI. Lorsqu'un enfant présente un tel profil, les psychologues orientent généralement l'enfant vers d'autres professionnels (orthophonistes, psychomotriciens, orthoptistes, etc.). Cette démarche a pour but d'identifier les réelles difficultés de l'enfant et ainsi pouvoir proposer une prise en charge adaptée à ses besoins.

Le terme de difficultés est employé alors même que leurs résultats les plus faibles se situent, en général, dans la norme des enfants du même âge. Mais qu'en est-il avec les tests utilisés par les autres professionnels paramédicaux ? Doit-on parler de difficultés lorsque le sujet HPI obtient des résultats seulement dans la moyenne ? En somme, doit-on utiliser d'autres tests plus spécifiques aux enfants HPI au vue de leurs particularités de fonctionnement intellectuel ?

Toutes ces questions amènent à s'interroger sur le seuil pathologique lorsqu'un psychomotricien évalue les capacités de planification d'un enfant HPI.

Le chapitre suivant portera donc sur les capacités de planification. Malgré le peu d'études concernant les fonctions exécutives ou la planification chez les enfants HPI, cette deuxième partie tentera d'apporter des réponses quant au fonctionnement cognitif de ces enfants. Une présentation des diverses évaluations possibles de la planification, qu'elles soient neuropsychologiques ou écologiques, sera également exposée.

II- Les capacités de planification

A. Les fonctions exécutives

1. Définition

D'après Godefroy et al. (2008) le terme de fonctions exécutives (que nous utiliserons maintenant par l'abréviation FE) apparaît pour la première fois dans un article de Lézak (1982) et remplacera l'appellation fonctions frontales utilisée jusqu'alors. Les fonctions exécutives « comprennent les capacités mentales nécessaires pour formuler des objectifs, planifier la façon de les atteindre, et réaliser le plan de manière efficace » (Lézak, 1982, p. 281).

De nombreux auteurs et chercheurs dans ce domaine utilisent ainsi la métaphore du chef d'orchestre pour illustrer le rôle central de ces processus de haut niveau. En effet, les FE sont mises en jeu dès lors qu'il y a nécessité d'intervention de processus contrôlés (top-down) c'est-à-dire lorsque nous sommes face à une situation nouvelle ou trop complexe pour que nos schémas d'action routiniers s'activent. Elles assurent donc une fonction de contrôle, de régulation et d'organisation des autres fonctions cognitives dites *instrumentales*.

Selon Roy (2015) les FE sont essentielles car elles nous permettent d'ajuster en permanence notre comportement en fonction des contraintes et des fluctuations externes et/ou internes.

Les fonctions exécutives regroupent donc un ensemble de fonctions cognitives de contrôle, dont l'inventaire varie d'un auteur à l'autre. Les principales fonctions généralement décrites sont la planification et les stratégies organisationnelles, la flexibilité mentale, l'inhibition et la

mémoire de travail. Selon Chevignard et al (2006), la planification permet d'élaborer les étapes d'un plan d'action, de les mettre en œuvre et d'en évaluer les résultats. La flexibilité mentale nous permet de faire des choix en cas de situation nouvelle, complexe ou inattendue mais aussi de modifier le but à atteindre ou les stratégies employées. Toujours selon Chevignard et al (2006), l'inhibition sert à détourner des réponses et des comportements automatiques ou sur-appris non adaptés à la situation. Quant à la mémoire de travail, elle nous permet de retenir et de manipuler des informations pour une courte durée lors d'une tâche de raisonnement ou d'apprentissage par exemple.

2. Localisation neuro-anatomique

Les premières études concernant les FE ont attribué ces processus de haut niveau au lobe frontal et plus particulièrement à la région préfrontale.

D'après Luria (1966 ; cité dans Godefroy et al., 2008) le lobe frontal serait divisé en trois sous-unités : la région pré-motrice assurant l'organisation dynamique de l'activité, la région dorso-latérale permettant la décision d'action (planification et contrôle), la région médio-basale supportant le contrôle des inférences ainsi que la régulation de l'affectivité.

Aujourd'hui, les études indiquent que ces fonctions se situent principalement dans le cortex pré-frontal. La région latérale intervient dans les aspects cognitifs des FE, la région orbito-frontale contextualise les comportements sur les plans affectif et social enfin, le cortex cingulaire antérieur est impliqué dans l'auto-génération de comportements et dans la détection de conflits affectifs ou cognitifs. Par ailleurs, le cortex pré-frontal entretient de nombreuses relations avec les autres aires cérébrales telles que les aires sensorielles associatives temporales, pariétales et occipitales mais également avec les structures sous-corticales telles que l'hippocampe, l'amygdale, le thalamus, le cortex limbique et l'hypothalamus.

Monette et Bigras (2008) indiquent qu'en 2002, Zelazo et Müller ont décrit plusieurs facettes des FE renvoyant à des régions cérébrales distinctes. Le versant « cold » est ainsi associé aux régions dorso-latérales du cerveau. Elles sont caractérisées de « cold » car elles n'impliquent pas d'état émotionnel mais font appel à la logique, l'abstraction et la décontextualisation. On retrouve ainsi les fonctions de planification, inhibition, flexibilité mentale et la mémoire de travail. A l'inverse, les auteurs décrivent un versant « hot » des FE qui serait associé aux

régions orbitaires et ventro-médianes du cortex préfrontal. Ici, les aspects émotionnels et motivationnels sont impliqués de manière importante. Les fonctions concernées sont la prise de décision, les capacités d'autorégulation et de contrôle de ses émotions.

3. Les modèles

a. L'approche de Luria

Luria (1966) postule que les fonctions sous-tendues par le lobe frontal permettent un contrôle inhibiteur sur le reste de l'encéphale, notamment dans les situations où il est nécessaire de définir un but, pré-programmer et initier l'action, agencer les séquences et vérifier si le but est atteint (cité dans Godefroy et al., 2008). Ainsi, les régions frontales assurent un rôle de régulation de l'action en contrôlant les structures postérieures et sous-corticales. Lorsqu'elles sont atteintes, cette régulation ne peut pas se faire et entraîne une désadaptation de l'individu à son environnement.

Suivant cette théorie, Luria (1966) puis Lézak (1995) ont modélisé en quatre étapes les processus qui interviennent dans le comportement dirigé vers un but (Chevignard et al., 2006) :

- La formulation d'un objectif à atteindre
- La détermination des étapes et leur séquençage afin d'atteindre le but
- La mise en œuvre du plan d'action
- La vérification et la correction éventuelle du plan d'action

b. Le modèle de la mémoire de travail de Baddeley

Nous avons déjà vu que la mémoire de travail permet au cours d'une tâche le maintien temporaire et la manipulation cognitive de l'information. Dans cette perspective, Baddeley (1986) crée un modèle où la mémoire de travail s'articule suivant trois composantes : l'*administrateur central* qui supervise et coordonne la régulation du flux d'information, la *boucle phonologique* qui traite les informations auditives et verbales et enfin le *calepin visuo-spatial* qui lui traite les données spatiales et graphiques.

D'après George-Poracchia (2010) le rôle de *l'administrateur central* est d'assurer « le contrôle attentionnel, la gestion et la coordination de l'information ». Elle ajoute que lors d'une tâche de résolution de problème, ce serait ce système qui serait responsable de la sélection de la stratégie et de la planification. *L'administrateur central* s'appuierait ainsi sur les deux systèmes mnésiques représentés ci-dessus, la *boucle phonologique* et le *calepin visuospatial*. Ce système ferait appel au cortex préfrontal dorso-latéral, aux régions cingulaires et pariétales (Baddeley et al, 2007).

Dans les années 2000, Baddeley complète son modèle tripartite et ajoute une autre composante : le *buffer épisodique*. Ce dernier assure le stockage et la manipulation des informations de nature multidimensionnelle, en provenance de la mémoire à long terme ou des deux autres *registres esclaves* (Chanquenoy et Alamargot, 2002). Le *buffer épisodique* permettrait d'interpréter une ancienne expérience, de résoudre un nouveau problème et de planifier une activité (Pascal Roulois, 2011).

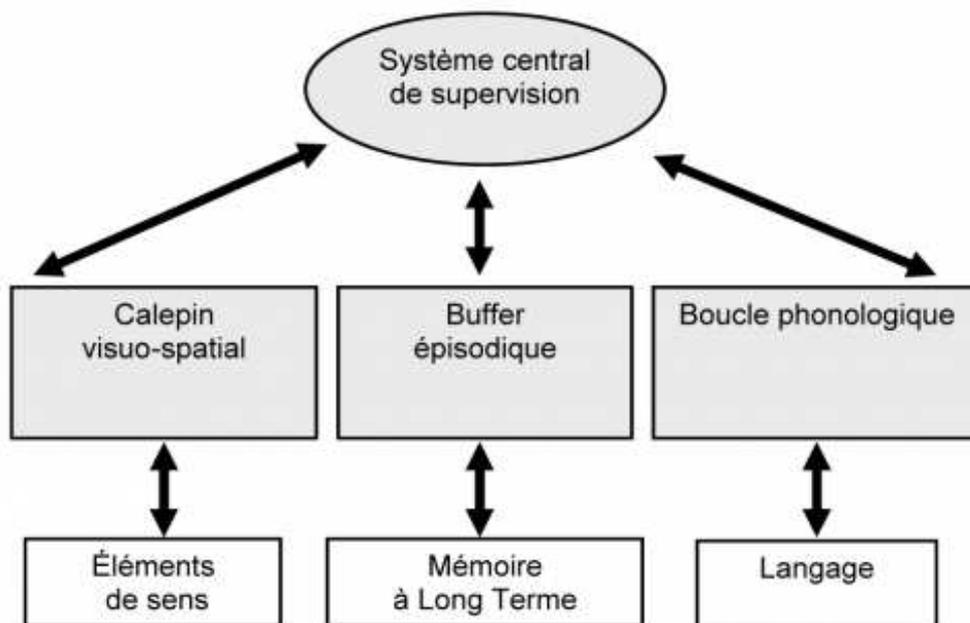


Figure 1. Modèle de la mémoire de travail, Baddeley (2000)

c. Le modèle de Norman et Shallice : Le Système de Supervision Attentionnel (SAS)

Norman et Shallice (1986) ont élaboré leur modèle en partant de la théorie générale de Luria concernant les « fonctions frontales ». L'hypothèse est que les régions frontales ont un rôle primordial dans la conception des actions finalisées (Allain et Le Gall, 2004). Pour Norman et Shallice il existe une différence entre les compétences cognitives et les schémas d'action. Les premières renvoient aux multiples capacités cognitives que sous tendent les régions cérébrales spécialisées. Les deuxièmes font référence à des séquences d'actions complexes connues du sujet.

La régulation de ces schémas d'actions peut alors se faire grâce à deux processus :

- Le gestionnaire des priorités
- Le système de supervision attentionnel (SAS)

Le gestionnaire des priorités « coordonne les actions sur-apprises nécessaires à la réalisation d'activités routinières » (Allain et Le Gall, 2004, p.110). Il agit de façon automatique et se situe dans les régions sous-corticales (noyaux gris centraux).

Le SAS est défini par Shallice (1995) comme un processus qui « ne contrôle pas directement le comportement mais module le système de niveau inférieur par l'activation ou l'inhibition des schémas spécifiques ». Il est donc nécessaire lorsque les activités sont nouvelles dans le but de « planifier un nouveau plan d'action ou à en réorganiser un plus ancien » (Allain et Le Gall, 2004, p.111). Shallice et Burgess (1991) soulignent que le SAS est responsable des fonctions que l'on attribue classiquement au lobe frontal.

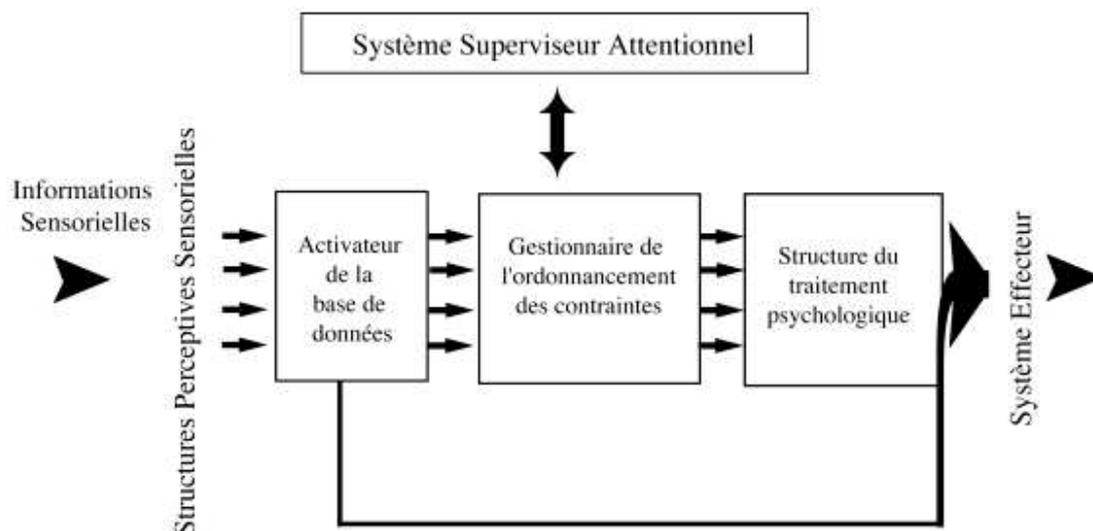


Figure 2. Système de Supervision Attentionnel, Norman et Shallice (1986)

d. Le modèle de Miyake : Unité et diversité des fonctions exécutives

La plupart des études portant sur les FE mettent en évidence des fonctions cognitives distinctes. Or, pour la plupart des outils évaluant les FE, l'implication d'autres processus cognitifs non exécutifs est quasi-systématique (la vitesse de traitement par exemple). Cela suppose donc une limite à l'interprétation des résultats que l'on peut obtenir grâce à ces outils. Dans une étude effectuée chez le sujet normal, Miyake et al. (2000) se sont intéressés à trois fonctions souvent nommées dans la littérature, à savoir la flexibilité (shifting), la mise en jour en mémoire de travail (updating) et l'inhibition de réponses prépondérantes. La question était de savoir en quoi ces trois fonctions exécutives sont des FE dissociables.

Il ressort de leurs observations que ces trois FE montrent à la fois « une unité et une diversité », c'est-à-dire qu'elles sont séparables et modérément corrélées, ce qui traduit l'unité et la diversité des processus exécutifs. Enfin, ces auteurs indiquent que ces trois FE influencent de façon différente la performance aux tâches exécutives complexes utilisées en neuropsychologie afin de diagnostiquer un syndrome dysexécutif :

- Les cartes du Wisconsin font appel de façon importante à la flexibilité
- La Tour de Hanoï à l'inhibition

- La génération aléatoire de nombre à la mise à jour et à l'inhibition
- La mémoire de travail à la mise à jour

Cependant, la performance en double tâche n'était liée à aucun de ces trois processus indiquant que l'attention divisée serait une autre fonction exécutive.

4. Le développement des fonctions exécutives

Les études portant sur les fonctions exécutives et leur développement chez l'enfant sont relativement récentes. Les données empiriques attestent désormais du rôle déterminant des FE pour la réussite scolaire, professionnelle, la qualité de vie, la santé mentale et physique mais aussi le développement psychologique, cognitif et social (Diamond 2013, cité dans Roy, 2015). Leur proximité avec d'autres fonctions cognitives telles que l'attention ou la théorie de l'esprit tend à leur attribuer un rôle essentiel afin d'aborder le comportement de l'enfant et ses perturbations en cas d'anomalies cérébrales.

Comme nous l'avons vu plus haut, les FE se situent principalement dans le cortex préfrontal. Or, du fait de la maturation caudo-rostrale, cette région corticale se développe plus lentement que les autres (Dennis, 2006, cité dans Roy, 2015). Ceci permet d'expliquer pourquoi le développement des FE et du contrôle du comportement est si long et progressif.

Les premières observations de l'émergence des FE chez le nourrisson ont été réalisées par Piaget (1936) avec la performance au paradigme A-non B. En effet, pour réussir cette tâche, le nourrisson doit maintenir à l'esprit une information tout en inhibant une réponse précédemment apprise. La réussite à cette épreuve apparaît entre 6 et 12 mois chez le nourrisson. Des études ont établi des corrélations anatomo-fonctionnelles entre la maturation précoce du cortex préfrontal dorsolatéral et la réussite à cette tâche (Roy, 2015).

Vers la fin des années 1980, des études auprès d'enfants d'âge pré-scolaire et scolaire, utilisant des tâches frontales dérivées de l'adulte (Levin et al, 1991 ; Welsh et al, 1991 ; cités dans Roy, 2015), ont mis en évidence les critères actifs et prolongés des fonctions exécutives et ce tout au long de l'enfance et de l'adolescence.

Aujourd'hui, les chercheurs plaident pour un modèle unitaire jusqu'à 5 ans, c'est-à-dire que les FE seraient indifférenciées jusqu'à la fin de la période pré-scolaire. Après quoi, émergeraient différentes fonctions de plus en plus spécialisées et relativement indépendantes.

Les premières FE à se différencier, seraient l'inhibition et la mémoire de travail, vers 6-7 ans. Ces dernières permettraient alors l'émergence de la flexibilité mentale puis des FE dites de plus haut-niveau telles que la planification et la résolution de problème (Roy, 2015).

5. Syndrome dysexécutif de l'enfant

L'étude du syndrome dysexécutif chez l'enfant est dérivée des travaux menés chez l'adulte où le syndrome dysexécutif est l'une des conséquences principales du traumatisme crânien sévère. Dans les années 1990, des études ont mis en évidence des troubles neuropsychologiques persistants suite à des lésions cérébrales au cours de l'enfance. Ces troubles étaient associés à une diminution de la réussite scolaire ainsi que de l'adaptation psychosociale (Roy et al., 2012).

Chez l'enfant, le syndrome dysexécutif se retrouve dans les pathologies acquises ou dans les troubles neurodéveloppementaux. Les pathologies acquises (traumatisme crânien, tumeurs cérébrales ou épilepsie) peuvent alors entraîner une perturbation des réseaux fronto-sous-corticaux et/ou de leurs liens avec les autres régions corticales. Les troubles neurodéveloppementaux, parmi lesquels le TDA/H, l'autisme, la neurofibromatose de type 1, la drépanocytose, la phénylcétonurie, les troubles spécifiques du langage oral et écrit ainsi que chez les anciens prématurés, seraient expliqués par une perturbation plus ou moins précoce et plus ou moins spécifique du développement de ces mêmes réseaux (Roy et al., 2012).

Les troubles exécutifs chez l'enfant peuvent concerner le contrôle du comportement, c'est-à-dire de développement socio-affectif (versant « hot » des FE), et/ou les processus cognitifs (versant « cold » des FE). Le défaut de contrôle du comportement peut s'exprimer par un défaut de contrôle émotionnel (irritabilité, agressivité, instabilité, impulsivité...) auquel s'associe un trouble des interactions et des règles sociales (Roy et al., 2012).

Concernant les processus cognitifs défaillants, on retrouve principalement un défaut de planification, d'inhibition, de contrôle attentionnel, de flexibilité mentale ou de mémoire de travail (Roy et al., 2012). Il convient de noter que la symptomatologie dysexécutive reste très variable d'un enfant à l'autre, les perturbations du registre socio-affectif et cognitif ne cohabitent pas forcément. De même, à l'intérieur d'un même registre (cognitif par exemple),

les perturbations sont présentes de façon variables, autant sur le nombre de processus perturbés que sur l'intensité des perturbations.

Le syndrome dysexécutif est mis en évidence par des tests neurpsychologiques et des questionnaires remplis par les enseignants et/ou parents. Nous développerons une partie de l'évaluation de façon plus précise dans la partie « Outils d'évaluation de la planification ».

B. La planification

1. Définition

La planification renvoie à la capacité d'élaborer et d'organiser dans le temps une succession d'actions dans le but d'atteindre l'objectif souhaité. Selon Lezak (1995), la planification implique la délimitation, l'organisation et l'intégration des comportements nécessaires afin de programmer une intention ou d'atteindre un objectif. Le processus de planification requière la capacité à anticiper les changements, à répondre objectivement, à générer et sélectionner des solutions de rechanges ainsi qu'à maintenir son attention de façon soutenue sur la tâche à réaliser. Dès qu'une situation nouvelle se présente, nous sommes face à une multitude de réponses. L'habileté à planifier facilite la sélection de la réponse appropriée à la tâche, ce qui nous permet de mieux contrôler notre comportement.

Par ailleurs, la fonction de planification est un processus cognitif complexe qui fait appel à d'autres composants cognitifs exécutifs tel que l'inhibition de réponse automatique, la flexibilité mentale et la mémoire de travail.

2. Données développementales

Très peu d'études sont disponibles concernant spécifiquement le développement de la planification. Cependant, l'étude d'Asato et al. (2006) a montré que la capacité de planification se développe au cours de l'enfance et qu'elle n'est mature qu'à la fin de l'adolescence. En effet, les résultats indiquent que la réussite à l'épreuve de la Tour de Londres n'est possible qu'à l'adolescence et soulignent une performance encore immature à l'âge de 12 ans. Le temps dédié à la planification avant de répondre (temps de réflexion

initial) augmente avec l'âge. Ainsi, bien que l'habileté à planifier une réponse soit présente tôt dans le développement, la capacité à élaborer, retenir et organiser une série d'actions semble elle plus tardive à se mettre en place. Selon ces auteurs, le développement de la planification est dépendant du développement simultané des processus exécutifs, inhibition et mémoire de travail, mais qu'il ne dépend pas de la maturation de la vitesse de traitement.

Deux études confirment ce que l'équipe d'Asato a mis en évidence. Luciana et al (2009) mentionnent que la fonction de planification s'améliore à l'adolescence, qu'elle est impactée par la maturation des autres fonctions cognitives et qu'elle est étroitement liée aux capacités d'inhibition. Dans ce sens, Tecwyn et al. (2014) indiquent que le contrôle inhibiteur influence les performances des individus dans le test de la Tour de Londres. Elles mentionnent également que les capacités d'inhibition se développent lentement et ne sont matures qu'à l'âge adulte.

3. Trouble de la planification chez l'enfant

Selon Roy (2015), les troubles de la planification se traduisent par des difficultés de l'enfant à anticiper ou générer des plans d'actions finalisés, à élaborer des stratégies, à organiser une succession d'étapes tout cela en fonction d'un but prédéfini. Les difficultés gênent les apprentissages et les domaines du fonctionnement cognitif de l'enfant. Le langage, les praxies visuo-constructives, les gnosies et l'attention sont alors parasitées. Les enseignants relèvent des difficultés pour l'élève à commencer les activités au bon moment ou à temps, à estimer leur durée de réalisation et à les mener à terme, à organiser des jeux avec ses camarades, à ranger ses affaires et à les retrouver. Plus globalement, l'enfant sera gêné pour organiser ses apprentissages.

C. La résolution de problèmes

1. Définition

On peut définir la résolution de problème par la réflexion et l'action orientées vers un but dans des situations pour lesquelles aucune solution de routine n'existe. La personne qui

cherche à résoudre un problème a défini un objectif de façon plus ou moins précise, mais ne sait pas exactement comment l'atteindre. Le problème est donc défini par l'incompatibilité des objectifs et des moyens possibles. La compréhension du problème et sa transformation par étapes, basée sur la planification et le raisonnement, constituent le processus de résolution du problème. (Statistique Canada, 2008).

Les différents courants de la neuropsychologie se sont intéressés à la résolution de problèmes. Dans leur article, Fasotti et Aubin (1999) en décrivent les principales idées.

Pour les Behavioristes, les problèmes sont résolus par essai-erreur sans aucune intervention de processus cognitifs. Ainsi, devant une situation problème, il est possible de proposer plusieurs réponses. L'une d'elle permettra la résolution du problème et sera renforcée. Plus les réponses adéquates seront renforcées plus elles seront utilisées et donc augmentées. Les propositions qui n'aboutissent pas tendront alors à disparaître. Cette conception de la résolution de problème est donc quantitative et fait appel à un processus uniquement reproductif (Fasotti et Aubin, 1999).

Pour la Gestalt-Psychologie, la résolution de problème dépend avant tout de la réorganisation perceptive des données du problème. Il convient de prendre en compte d'une part la structure, c'est-à-dire la perception d'ensembles intégrés et d'autre part la notion d'insight qui renvoie à la capacité de l'individu à percevoir ces structures, à comprendre les relations qu'il y a entre les éléments constituant ces structures ainsi que leur éventuelle réorganisation dans le but de compléter les éléments manquants. A l'inverse du behaviorisme, cette conception est qualitative et fait appel à un processus productif, créateurs de nouvelles solutions et réorganisations inédites (Fasotti et Aubin, 1999).

2. Modélisation de la résolution de problème

Pour Luria (1966), chaque comportement complexe nécessite la réalisation successive de quatre étapes : (1) Analyse des données initiales permettant la représentation du but à atteindre, (2) Elaboration d'un plan, d'un programme organisant les différentes étapes, (3) Réalisation de la tâche proposée, (4) Confrontation des résultats obtenus avec les données initiales.

S'inspirant du modèle de Luria, d'autres auteurs ont tenté, ces dernières années, de modéliser les différentes étapes nécessaires à la résolution de problème. George-Poracchia (2010) présente trois de ces nouvelles modélisations.

- Fagnant, Domontry, Lejong (2000) : (1) La représentation : construction d'un modèle de la situation, (2) La résolution : élaboration d'un modèle mathématique que l'on résout, réponse à la question posée, (3) La communication : transmission de la solution à autrui, (4) La vérification : évaluation de la solution et de l'ensemble de la démarche ; à la fin de la résolution ou tout au long de celle-ci.
- Fayol, Thevenot et Devidal (2005) : (1) Lecture de l'énoncé et élaboration de modèles mentaux, (2) Compréhension de la situation décrite, (3) Elaboration de la procédure de résolution, (4) Evaluation de la pertinence et de l'exactitude de la solution.
- Menissier (2007) : (1) Traduction du problème : connaissances linguistiques et factuelles, (2) Intégration du problème : représentation cohérente sous forme de modèle mental, (3) Planification de la solution, (4) Exécution de la solution.

On remarque que pour chaque modélisation quatre étapes sont décrites. Les auteurs insistent également sur l'importance d'une bonne représentation mentale de l'énoncé du problème avant de la résoudre. Cette étape permet une bonne planification des étapes pour ensuite suivre sa mise en œuvre.

Par ailleurs, deux types de procédures dans la résolution de problème sont à distinguer : les modèles mentaux et les schémas.

Les partisans des modèles mentaux (Mayer, 1982 ; Johnson-Laird, 1983 ; Van Dijk et Kintsch, 1983 ; cité dans George-Poracchia, 2010) soulignent l'importance de la mémoire de travail dans la résolution de problème. Selon eux, la mémoire de travail permet la construction d'une représentation transitoire de la situation problème, c'est-à-dire que les informations extraites seront unifiées dans le but d'être reliées les unes aux autres. Cette représentation mentale serait analogique et la plus proche possible de celle requise pour la résolution.

Les partisans des schémas (Barouillet, Thevenot, Fayol, 2004 ; cité dans George-Poracchia, 2010) indiquent que les problèmes sont résolus grâce à la récupération en mémoire à long terme d'un schéma de résolution. Ce schéma serait composé d'un ensemble d'informations parmi lesquelles on distingue la structure opératoire et les processus algorithmiques à mettre en œuvre en cas de situation problématique.

Enfin, d'autres auteurs (Menissier, 2007 ; Fayol, 2005 ; cité dans George-Poracchia, 2010) préfèrent associer les deux procédures. L'activation de schémas mentaux est, pour eux, précédée par l'élaboration des modèles mentaux.

3. HPI, résolution de problèmes et activations corticales

Très peu d'études dans la littérature scientifique portent sur ce thème. Il convient donc de ne pas généraliser trop vite les résultats mais de les interpréter en termes de tendances qui semblent se dessiner au sein de cette population.

Une équipe de chercheurs sud-coréens, Jin et al. (2006), a étudié les différences de transmission d'informations cérébrales entre des enfants HPI et des enfants normaux lors de la génération d'une hypothèse scientifique. L'échantillon est constitué de 25 enfants HPI et de 25 enfants normaux âgés de 11 ans. Un EEG pour chaque enfant fut réalisé utilisant 16 électrodes. La tâche consistait à observer durant trente secondes 20 œufs, de taille et de surfaces différentes (« The Quail Egg Task »). Suite à cette observation, il était demandé aux enfants de générer une hypothèse scientifique c'est-à-dire de tenter une explication causale afin de déterminer pourquoi la taille et les patterns de surface des œufs sont différents.

Les résultats révèlent des distinctions importantes dans l'activité cérébrales entre les deux groupes d'enfants. Les enfants HPI ont des activations plus importantes entre l'électrode temporale gauche et centrale, entre l'électrode temporale gauche et pariétale et entre l'électrode centrale gauche et pariétale. Enfin des activations plus importantes ont pu être observées entre les régions postérieures gauches et droites. Les enfants dits normaux présentaient eux plus d'activations entre les électrodes de la région frontale sans transfert d'informations entre les deux hémisphères. Les enfants HPI présentaient donc plus d'activation du cortex postérieur et des aires pariétales que les enfants du groupe contrôle. Le cortex pariétal postérieur serait notamment responsable du contrôle cognitif tel que la préparation endogène et les ajustements exogènes et serait engagé dans une large part des opérations cognitives.

L'étude de Desco et al. (2011), rejoint l'étude précédente. Elle indique qu'au cours de tâches de résolution de problème (Tour de Londres et Raven's Advanced Progressive Matrices

(RAPM)) les adolescents HPI ont des activations cérébrales différentes des adolescents du groupe contrôle. En effet, les adolescents HPI présentent plus d'activations bilatérales et font appel à plus de régions corticales notamment dans l'hémisphère droit. Lors du test de la Tours de Londres, les adolescents montrent plus d'activation dans le lobe occipital supérieur et dans le lobe temporal médian que les adolescents contrôles. Lors de la tâche de RAPM, les activations sont plus présentes dans le lobe pariétal inférieur droit, dans le gyrus cingulaire antérieur et dans les aires frontales.

Ces deux études nous indiquent que les enfants et les adolescents HPI ont des particularités de fonctionnement cognitif avec des activations corticales qui sont plus étendues, bilatérales et plus postérieures par rapport aux individus du même âge chronologique.

D. Outils d'évaluation de la planification pour les enfants

1. Les tests neuropsychologiques

a. Test des labyrinthes : Laby 5-12

Ce test créé par Marquet Doléac, Albaret et Soppelsa (2010) permet dépister rapidement et simplement le TDA/H. Il est basé sur les modèles de l'inhibition comportementale de Barkley (1997), de l'aversion pour le délai de Sonuga-Barke (2003) ainsi que du modèle à deux voies de Sonuga-Barke (2003). Plus précisément, ce test permet d'évaluer les capacités perceptives, de planification, de résolution de problèmes, d'inhibition d'une réponse motrice et d'instabilité de la trace motrice. Il a été étalonné sur 900 enfants âgés de 5 ans à 12 ans 11 mois. Deux versions sont disponibles, une version standard (composée de 9 labyrinthes) et une version dépistage (composée de 6 labyrinthes). La cotation permet d'obtenir trois indices différents : l'indice général d'erreur, l'indice d'inhibition et l'indice d'aversion pour le délai. Les qualités métriques de ce test sont bonnes et solides. Ce test n'est cependant pas centré sur l'évaluation de la planification mais au cours de la passation une appréciation de celle-ci peut être faite.

b. La Tour de Londres (TOL)

Le test de la TOL (Shallice 1982) est certainement aujourd'hui le test le plus utilisé afin d'évaluer les capacités de planification. Shallice s'est inspiré de la Tour de Hanoï afin d'évaluer spécifiquement le Système de Supervision de l'Attention (SAS).

Ce test a été étalonné sur des enfants âgés de 7 à 14 ans. Le matériel est composé de trois tiges de tailles différentes sur lesquelles sont disposées trois boules de couleurs différentes. L'enfant doit arranger un set de trois boules colorées dans le même ordre que ce qui lui est montré sur une fiche et en un nombre limité de déplacements. Le sujet doit anticiper les mouvements qu'il fera afin d'arriver au but souhaité, les capacités de planification sont donc requises. Il y a douze problèmes à résoudre, les derniers étant plus complexes que les premiers car le nombre de déplacements nécessaires augmente ce qui nécessite un plus haut niveau de planification (développer des sous-étapes et éviter les mouvements incorrects). Selon Shallice (1982), la TOL peut-être graduée plus facilement que la Tour de Hanoï. Deux scores peuvent être calculés suites aux résultats : le score Krikorian mesure les capacités de planification de l'enfant et le score Anderson mesure la vitesse de résolution de problèmes.

En ce qui concerne les qualités métriques de ce test, l'étalonnage indique que le score est sensible au développement, la fidélité inter-juge est correcte car la subjectivité n'intervient pas dans le système de notation, la fidélité test-retest est mauvaise du fait d'un effet d'apprentissage important. Le retest n'est donc pas conseillé.

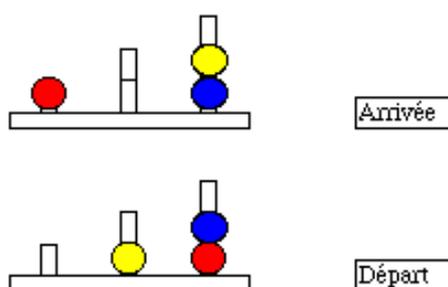


Figure 3. Exemple de situation de la Tour de Londres

2. Problèmes rencontrés avec les tests standards

Selon une étude d'Asato et al. (2006), la planification d'une réponse à une tâche complexe comme la TOL fait appel à plusieurs processus cognitifs exécutifs dont l'inhibition de réponse et la mémoire de travail. La TOL est donc une épreuve multi-déterminée et sa réussite n'est pas uniquement dépendante des capacités de planification. Plus généralement, tous les tests évaluant les FE font intervenir conjointement plusieurs FE. L'interprétation des résultats en est donc affectée car la composante initialement évaluée se retrouve en compétition avec d'autres. Par ailleurs, les conditions de passations de ces tests papier-crayon sont hautement structurées. Afin d'illustrer ce point, Shallice et Burgess (1991) (cité dans Broche, 2013) indiquent que pour une large majorité d'épreuves neuropsychologiques, les « patients ont à traiter un problème explicite, singulier, sur une période de travail très courte, l'initiation de la tâche est fortement impulsée par l'examineur et le but à atteindre souvent trop évident ». Allain et al. (2004) vont plus loin et soulignent que les tests standards utilisés aujourd'hui « se contentent d'explorer les habiletés qui sous-tendent le fonctionnement exécutif ».

Des problèmes spécifiques à l'évaluation de l'enfant ont également fait l'objet d'études et de réflexions. La démarche initiale a consisté à exporter les tests visant à évaluer les fonctions du lobe frontal de l'adulte à l'évaluation des FE chez l'enfant. Une analyse critique des outils disponibles a mis en évidence divers problèmes (Anderson, 1998, cité dans Roy 2015) : les erreurs de mesure des tâches exécutives, le caractère multifactoriel des épreuves, la variabilité des stratégies utilisées par les enfants, le manque de discrimination écologique des tests classiques, les manques relatifs à la validation psychométriques des outils disponibles.

Des solutions ont alors été proposées afin de limiter l'effet de ces problèmes sur l'évaluation. Roy (2015) nous indique les principales pistes soulevées par des auteurs (Anderson, 1998 ; Chevignard et al., 2012 ; Emslie et al., 2003) pour limiter les conséquences de ces problèmes : (1) mise au point d'outils ludiques, (2) le développement de stratégies d'examen spécifiques aux enfants, (3) la prise en compte du caractère multifactoriel des FE (conditions de passations variées et modulées, analyse des différentes variables en jeu dans l'épreuve), (4) une approche comportementale alliant tests formels et observations cliniques/questionnaires/tâches écologiques (situations au plus près de la vie quotidienne de

l'enfant), (5) évaluation des situations impliquant une composante affective/motivationnelle spécifique ainsi que les liens avec les autres fonctions supérieures (intelligence, praxies, etc.). Les propositions plaident donc en faveur de tests plus adaptés à l'enfant tant dans leur dimension ludique que représentative des difficultés rencontrées au quotidien.

Suivant cette démarche, Chevignard et al. (2006) indiquent que l'évaluation cognitive doit être menée dans le but de mettre en évidence les troubles pour en analyser les mécanismes mais aussi de mesurer les points forts et les points faibles du patient en vie quotidienne. Il est donc nécessaire d'évaluer et de quantifier les troubles des FE mais également leur retentissement sur les activités de la vie quotidienne. Ces auteurs ajoutent que, chez les patients présentant un syndrome dysexécutif, les tests neuropsychologiques ne sont pas toujours prédictifs du fonctionnement en dehors de la situation de test. On peut ainsi observer une dissociation entre des performances normales en situation d'évaluation et une incapacité à planifier un comportement lors d'une tâche de la vie quotidienne (nouvelle ou problématique). Dans les situations plus naturelles, de la vie quotidienne, l'objectif dépend davantage de la motivation du sujet avec un contexte souvent plus ouvert, des distracteurs plus nombreux et moins prévisibles.

Selon ces mêmes auteurs, il apparaît ainsi nécessaire d'utiliser des outils intermédiaires, assez contraignants pour permettre une évaluation objective, mais suffisamment souples pour que l'on puisse entrevoir les difficultés que le patient est susceptible de rencontrer au quotidien. Dans cette perspective, des tests dits *écologiques* ont été développés, faisant appel à ces nouvelles conceptions.

3. Vers de nouveaux outils d'évaluation de la planification

a. Les tests et questionnaires utilisés pour les adultes

A l'origine des tests écologiques, on retrouve deux tâches proposées par Shallice et Burgess (1991) : le test des six éléments (« Six elements test ») et le test des errances multiples (« Multiple errands test »). Ces deux épreuves nécessitent un fonctionnement adéquat du Système de Supervision Attentionnel. Leurs propriétés ont montré que ces tests

étaient sensibles aux problèmes dysexécutifs rencontrés dans la vie quotidienne des patients. Cependant, ces tests ne sont utilisés que pour les patients ayant subi un traumatisme crânien.

L'objectif du « Six elements test » est de réaliser six tâches en 15 minutes en respectant certaines règles. Trois types de tâches sont à effectuer (deux séries pour chacune donc six tâches en tout) : indiquer un trajet, écrire les noms d'une centaine d'images représentant des objets et résoudre des problèmes d'arithmétique. Les consignes permettent à la personne d'organiser son activité afin de réussir l'épreuve.

Le « Multiple errands test » se déroule lui en centre commercial et consiste à demander au sujet d'acheter certains produits, à rechercher des informations particulières et à se rendre à un rendez-vous fixé tout en respectant ici aussi des consignes précises. C'est donc au patient de planifier, organiser et exécuter son plan d'action pour aboutir au résultat sans oublier de respecter les règles données. Bien que présentant une forte validité écologique, ce test est très couteux en termes de temps et d'organisation préalable, il est donc peu applicable aux situations cliniques courantes. De plus, sa standardisation est quasi-impossible du fait de sa nature imprévisible et multifactorielle.

D'autres tests ont été élaborés par la suite en suivant ce même principe, à savoir proposer une tâche qui soit proche de la réalité et donc de la vie quotidienne. Brochec (2013) nous en donne les principaux : le « Party test » de Chalmers et Lawrence (1993), les tâches d'estimation cognitive de Shallice et Evans (1978), le test des commissions de Martin (1971), les tâches de script et les tâches d'évaluation en vie quotidienne de Chavignard et al. (2006).

- La BADS

A mi-chemin entre les tests neuropsychologiques standards et les tests écologiques multifactoriels nous trouvons la BADS, *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Cette batterie de tests permet de prédire les difficultés de la vie quotidienne consécutives au syndrome dysexécutif. Elle est issue des travaux de Wilson, Alderman, Burgess, Emslie et Evans en 1996. La validité écologique de cet outil ainsi que les bonnes qualités psychométriques qu'elle présente ont intéressé des chercheurs français afin de l'adapter et de la traduire en français. Allain, Roy, Kefi, Pinon, Etcharry-Bouyx et Le Gall

(2004) ont donc entrepris ce travail. Malgré une population d'étude réduite par rapport à la version originale (28 sujets contrôles contre 216 ; 28 sujets ayant subi un traumatisme crânien sévère contre 92 patients présentant un syndrome dysexécutif sévère), les résultats reproduisent assez fidèlement ceux de la version initiale.

La BADS est composée de six sub-tests (évaluant la flexibilité mentale, la résolution de problèmes, la planification, le jugement et la régulation comportementale) et d'un questionnaire. Les sub-tests sont (1) test d'alternance de règle, (2) test du programme d'action, (3) test des clés, (4) test du jugement temporel, (5) test du zoo, (6) test modifié des six éléments. Chaque sub-test est ensuite coté de 0 à 4 et l'ensemble des scores est additionné afin d'obtenir un score de profil total sur 24 points (Broche, 2013).

Le « Questionnaire de fonctionnement exécutif » (DEX) est constitué de 20 items permettant de mettre en évidence les problèmes comportementaux fréquemment associés au syndrome dysexécutif.

Les performances aux différents sub-tests sont relativement bien corrélées aux scores du questionnaire, cela souligne une bonne validité écologique de cette batterie d'évaluation.

Néanmoins, pour Chevignard et al. (2006), l'inconvénient de cette batterie est que ce sont des tests « papier-crayon » pour lesquels la passation est réalisée dans des conditions relativement calmes et structurées, ce qui n'est pas réellement représentatif d'une situation écologique.

b. Les tests et questionnaires utilisés pour les enfants

De la même manière que l'évaluation écologique des FE est nécessaire chez l'adulte si l'on veut mettre en évidence les difficultés rencontrées au quotidien par les patients, l'évaluation des FE chez l'enfant doit suivre cette même voie. En effet, il est nécessaire de pouvoir observer directement les enfants dans des tâches reproduisant le mieux possible des situations de la vie quotidienne afin de préciser la nature du trouble cognitif rencontré.

Très peu d'outils d'évaluation écologique des fonctions exécutives sont à ce jour disponibles pour les enfants. Ici aussi, les tests existants pour les enfants sont dérivés des outils utilisés pour l'adulte. Nous nous contenterons de présenter le questionnaire de la BRIEF ainsi que l'adaptation de la BADS pour les enfants, la BADS-C.

- La BRIEF (*Inventaire d'Evaluation Comportementale des Fonctions Exécutives*)

La BRIEF est issue des travaux de Gioia G.A., Isquith P.K., Guy S.C., Kenworthy L. Elle a fait l'objet d'une adaptation française en 2013 par Roy A., Fournet N., Le Gall D., Roulin J.L.

Ce questionnaire permet une évaluation écologique des fonctions exécutives. Il est normalisé pour les enfants de 5 à 18 ans et est destiné aux parents et aux enseignants. Il est composé de 86 items répartis en huit échelles cliniques : inhibition, flexibilité mentale, contrôle émotionnel, initiative, mémoire de travail, planification/organisation, organisation du matériel et contrôle. Les parents et/ou l'enseignant évaluent les comportements de l'enfant au cours des six derniers mois.

Deux échelles de validités (incohérence et négativité) permettent d'assurer la validité et l'interprétabilité du profil obtenu. A partir des scores obtenus aux huit échelles cliniques trois indices sont à calculer : l'indice de régulation comportementale (IRC), l'indice de métacognition (IM) et le score composite exécutif global (CEG). Les scores aux différentes échelles et indices sont ensuite convertis en scores T où la moyenne est rapportée à 50 avec une valeur d'écart-type à 10. Les scores sont significatifs dès lors qu'ils sont supérieurs ou égal à 70.

- La BADS-C (*Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome for Children*)

Reprenant le modèle de la BADS, la BADS-C (Emslie et al. 2003) cherche à simuler des activités de vie quotidienne pour évaluer les FE des enfants. La BADS-C a été standardisée et normée sur une population de 265 enfants anglais âgés de 8 ans à 15 ans 11 mois. Sa construction repose sur les modèles de la mémoire de travail de Baddeley et Hitch (1974) et sur le Système de contrôle attentionnel de Shallice (1982). Une version française est à l'étude. La BADS-C regroupe les épreuves suivantes : test des cartes à jouer, test de l'eau, test de la recherche des clés, test du plan du zoo (deux tests différents), test des 6 parties. Les scores s'expriment en Z-score ou percentiles. (Charbonnier et al, 2011). L'épreuve Cartes à jouer mesure les capacités de flexibilité réactive, les autres épreuves de la BADS-C sollicitent et évaluent les stratégies organisationnelles.

Le questionnaire associé, le DEX-C (*Dysexecutive Questionnaire for Children*) explore lui quatre domaines : émotions/personnalité, motivation, comportement, cognition. Le questionnaire comporte vingt items. Il permet ainsi de mettre en évidence les difficultés de planification, d'initiative, de contrôle inhibiteur, d'impulsivité et d'hyperkinésie, de prise de conscience de ses problèmes et de contrôle émotionnel (Charbonnier et al, 2011).

Très peu de données sont disponibles concernant la BADS-C et ses qualités métriques. Une étude israélienne d'Engel-Yeger et al. (2009) concernant la validité constructive de cet outil pour les enfants israéliens est disponible. L'échantillon est composé de 208 enfants âgés de 8 à 15 ans. Les résultats indiquent que les enfants plus âgés réussissent mieux les épreuves que les plus jeunes. Aucune différence significative n'a été trouvée concernant le sexe de l'enfant, le statut socio économique de la famille ou l'éducation.

Concernant l'adaptation française, il n'a pas été possible de trouver d'information précise par rapport à sa date de sortie.

c. Utilité des tests écologiques pour évaluer les enfants HPI

Dans la première partie concernant les enfants HPI, nous avons vu que ces enfants ont un mode de fonctionnement très intuitif. Leur raisonnement est guidé et entraîné par l'enchaînement rapide des idées qui s'offrent à eux. Nous l'avons vu aussi, les tests neuropsychologiques classiques sont très codifiés et rendent plus facile la résolution du problème pour ces enfants. Par exemple, pour le test de la Tour de Londres, avant chaque problème l'examineur annonce le nombre de mouvements minimums qui permet de résoudre le problème. Les enfants HPI identifient alors très rapidement les différentes solutions possibles et trouvent par, un jeu de déduction lui aussi rapide, la solution attendue.

L'intérêt premier d'un test écologique évaluant la planification est donc de laisser l'enfant s'organiser par lui-même. Pour cela, il convient de lui donner un minimum de consignes ou de stratégies pour qu'il trouve seul les étapes de la résolution du problème. Ceci dans le but d'évaluer la façon dont s'organise un enfant au quotidien pour résoudre un problème qui ne lui est pas familier. En ce sens, les situations écologiques permettent d'obtenir des informations plus proches de la vie quotidienne des enfants et donc de ce que peuvent observer les parents ou les différents professionnels qui entourent l'enfant. De ce fait, les

résultats obtenus d'après une épreuve écologique semblent un apport important et intéressant pour le psychomotricien. Il peut alors confronter les signes cliniques relevés au cours du bilan ou des séances aux résultats de cette épreuve.

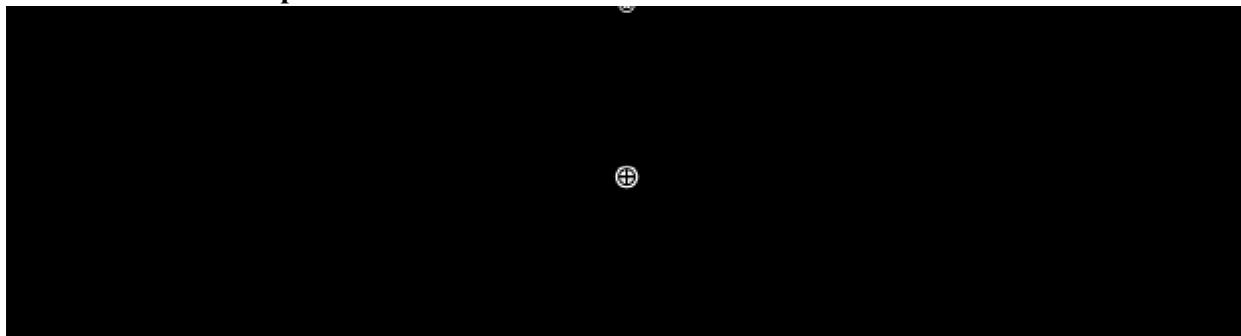
La partie suivante illustre la réflexion que j'ai eue concernant la construction d'un outil écologique visant l'évaluation de la planification. Cet outil est intitulé Ballade au zoo.

Je présenterai donc les deux versions de ce test avec pour chacune d'elle les critères précis de construction, les différents résultats obtenus lors des passations ainsi que les nombreuses modifications qui lui ont été apportées, permettant l'amélioration de cet outil.

Partie Pratique

I- Observations et hypothèse de départ

1. Idées premières : Julie et Louis



En analysant plus spécifiquement leur profil respectif et en leur faisant passer quelques tests complémentaires, les premières idées ont émergé quant à la construction d'un test écologique visant l'évaluation de la planification. En effet, Julie et Louis présentent tous les deux des résultats dans la norme au test de la Tour de Londres mais des résultats déficitaires ou proches des normes inférieures au questionnaire de la BRIEF, notamment aux items « Planification/organisation » ou « Organisation du matériel ». Les signes cliniques repérés en séances confirment les résultats de la BRIEF et mettent en évidence un manque important de planification et d'organisation pour les différentes tâches de la vie quotidienne.

Par la suite, en élargissant mes observations aux autres enfants HPI du même âge venant au cabinet, j'ai pu me rendre compte que, pour certains d'entre eux, les résultats ne sont pas concordants entre la Tour de Londres et la BRIEF.

Au vu des ces observations, la construire d'un outil permettant d'évaluer de façon écologique les capacités de planification des enfants HPI a été entrepris. Ceci dans le but de mettre en évidence leurs difficultés d'organisation et de planification repérées au quotidien, sachant que ces difficultés ne sont pas décelées par les tests neuropsychologiques classiques.

2. Hypothèse de départ

L'hypothèse de départ est la suivante : pour un même enfant, lorsque les résultats de la Tour de Londres sont dans la norme et que les scores T de la BRIEF sont déficitaires alors les résultats de cet enfant au test écologique Ballade au zoo sont aussi déficitaires. L'échec au test Ballade au zoo atteste donc d'un trouble de la planification.

Une présentation des deux versions de l'outil mis en place et utilisé sera exposée. De plus, une attention toute particulière sera portée sur les critères qui ont permis la construction de cet outil ainsi que sur la réflexion visant à l'améliorer pour qu'il puisse répondre aux critères d'évaluation recherchés.

II-Construction de l'outil

A. Première version de l'outil

1. Ballade au zoo (1)

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique, peu de tests existent pour évaluer de façon écologique les fonctions exécutives des enfants et aucun n'est spécifique aux enfants HPI. La BADS-C n'étant pas encore traduite et adaptée en français, je me suis inspirée de l'item « Test du zoo » de la BADS afin de créer mon outil d'évaluation. L'idée de cet item est de tracer un chemin sur un plan de zoo en respectant des consignes précises. La personne doit alors s'organiser toute seule pour tracer le bon chemin qui correspond aux consignes préalablement données. Partant de cette base là mais n'ayant pas la possibilité d'accéder à la batterie de la BADS, j'ai entrepris la construction de mon outil en essayant de l'adapter au mieux aux enfants.

a. Le support

J'ai utilisé le plan du zoo du jardin des plantes à Paris, existant et disponible sur internet (cf. Annexe 1). Il était important que le plan soit ludique et rapidement appréhendable par les enfants mais également assez complexe pour susciter l'intérêt des enfants HPI. Ce premier plan semblait répondre à ces critères, les noms des animaux apparaissaient sous leurs images, les chemins étaient lisibles et facilement repérables, les légendes rapidement appréhendables.

b. Le contenu

J'ai créé un chemin dans le zoo qui nécessite de passer voir certains animaux tout en évitant certains d'entre eux et ce en ne passant qu'une seule fois par le même chemin. Cette dernière condition crée la planification car il est alors nécessaire de regarder où se trouve les différents animaux à voir et ceux à éviter dans le but d'éliminer les chemins incorrects pour voir se dessiner le chemin correct.

Le nombre d'animaux pour chacun des critères a été fixé à cinq car c'est un nombre assez important pour que le chemin soit complexe et donc qu'il nécessite une réelle planification de la part de l'enfant. Par ailleurs, c'est un nombre assez faible pour motiver les enfants et ne pas susciter une trop grande appréhension face à la tâche à réaliser.

Ces différents animaux sont mentionnés dans un tableau composé de deux colonnes : les animaux à voir et les animaux à ne pas voir (cf. Annexe 1). Cependant, les animaux sont rangés dans un ordre aléatoire dans le but de susciter la planification chez l'enfant. Enfin, pour faciliter le repérage et pour éviter toutes difficultés de lecture, l'image de l'animal est ajoutée en dessous de son nom dans le tableau.

c. Les consignes

L'épreuve se déroule en deux temps. Une première partie où on demande simplement à l'enfant de tracer le chemin dans le zoo afin qu'il passe devant tous les animaux à voir tout en évitant tous les animaux à ne pas voir. La deuxième partie de l'épreuve reprend les consignes précédentes, néanmoins cette fois, de nouvelles consignes entrent en jeu. Une nouvelle colonne est ajoutée dans le tableau mentionnant d'autres règles à respecter :

- entrer par l'entrée reptile,
- passer par au moins deux points d'eau,
- passer deux fois aux toilettes,
- ne passer qu'une seule fois par le même chemin
- sortir par les quais Saint Bernard.

Entre les deux parties une pause de trois ou quatre minutes est autorisée.

Pour les deux parties et dans le but d'éviter tout problème lié à la lecture, toutes les consignes présentes dans le tableau sont lues une fois par l'examineur. On indique également à l'enfant qu'il a autant de temps qu'il le souhaite et qu'il doit réaliser la tâche tout seul sans aucune aide de l'adulte. Même si l'exercice est une épreuve papier-crayon, ces deux dernières consignes indiquent le caractère écologique du test car elles laissent une plus grande marge de manœuvre à l'enfant notamment par rapport à son organisation pour réaliser l'exercice. Certes, les consignes de la deuxième partie sont plus coûteuses en termes d'attention et d'inhibition mais elles ont pour principal objectif d'induire plus de planification chez l'enfant. En effet, la troisième colonne doit guider l'enfant car elle apporte des indices quant au tracé du chemin.

d. La cotation

A ce stade de la construction de l'outil, ma grille de cotation comporte deux versants, quantitatif et qualitatif, et ce pour chacune des parties de l'exercice. Pour la première partie de l'épreuve, la partie quantitative comptabilise le nombre d'animaux « vus » qu'il faut voir (réussites) et le nombre d'animaux « vus » qu'il ne faut pas voir (erreurs). Pour la deuxième partie de l'épreuve, on comptabilise en plus des deux critères précédents si l'entrée et la sortie sont respectées, si l'enfant n'est passé qu'une seule fois par le même chemin, s'il a respecté les consignes concernant les points d'eau et les toilettes.

La cotation qualitative pour chacune des deux parties de l'exercice est la même. On relève les comportements de vérifications (cocher les animaux dans le tableau, entourer les animaux sur le plan, etc.), la prise en compte du contexte c'est-à-dire des consignes générales de l'épreuve (regarde la colonne des animaux à voir/pas voir, passe qu'une seule fois par le même chemin, etc.). On note également les comportements d'errance ou de perplexité, le comportement général au cours de l'épreuve (concentré, agité, décrochage attentionnel, impulsivité etc.). Enfin, l'examineur mentionne s'il a pu observer une quelconque stratégie d'organisation de l'enfant (accompagnement par la parole, entourer ou barrer les animaux sur le plan ou dans le tableau, mettre des numéros à côté des animaux sur le plan ou le tableau, etc.)

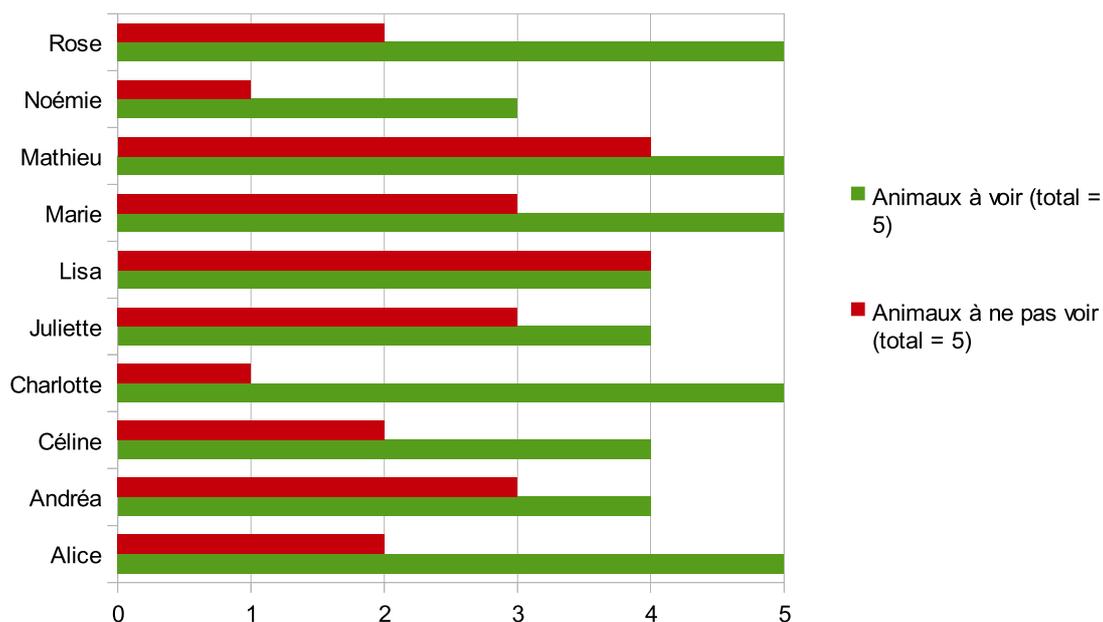
2. Les passations

Dans le but de tester mon outil avant de réaliser les passations aux enfants HPI et aux enfants du groupe contrôle, j'ai demandé à des étudiants en psychomotricité de le faire passer aux enfants de leur entourage durant les vacances scolaires. L'échantillon se compose de 10 enfants. Six sont âgés de 7 ans et sont en classe de CE1, les quatre autres sont âgés 8 ans et sont en classe de CE2. Le sex-ratio est de 1 garçon pour 9 filles.

Pour faciliter l'observation des comportements au cours de la passation j'ai réalisé une grille d'observation (cf Annexe 1). Elle permet de noter le nombre de commentaires ou de questions de l'enfant, si ces derniers sont en rapport ou non avec la tâche, les vérifications mises en place par l'enfant, le comportement général de l'enfant (agitation, décrochage attentionnel ou impulsivité). Le temps mis pour résoudre chacune des tâches est également relevé.

3. Analyse des résultats

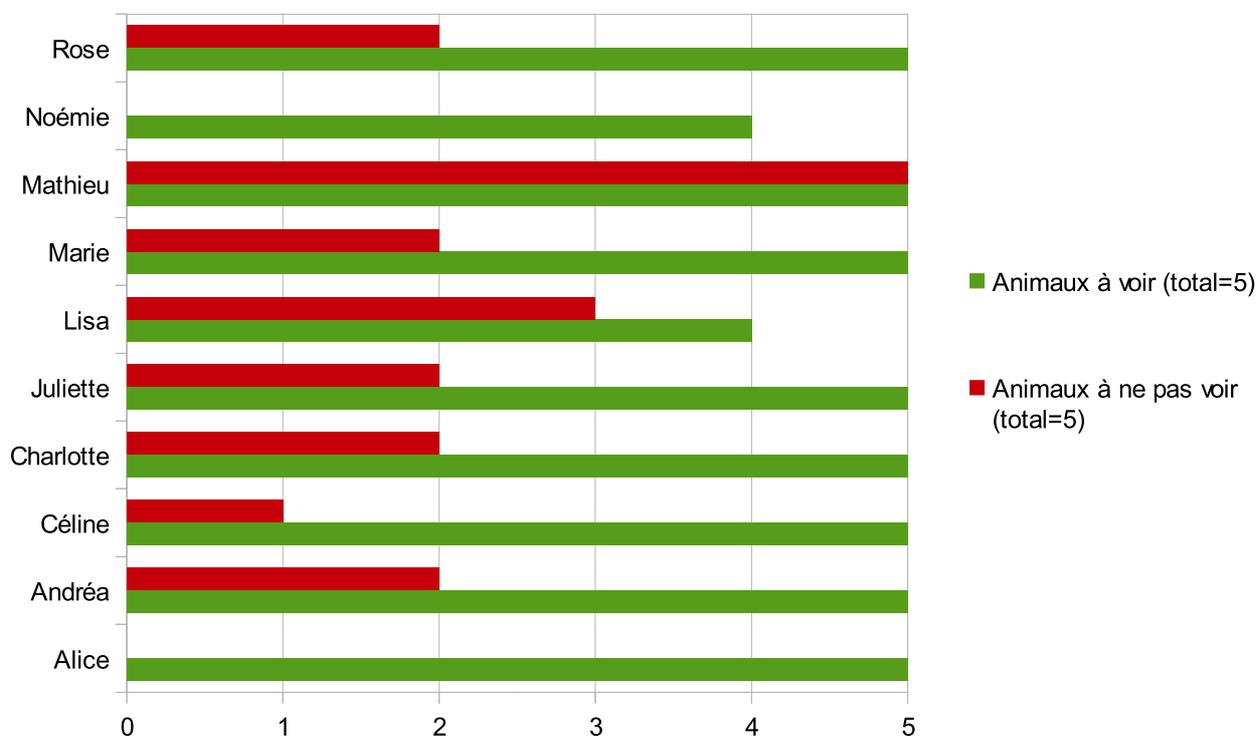
Les résultats obtenus sont inattendus et hétérogènes. Par soucis de lisibilité, les deux graphiques présentent seulement les données quantitatives de la cotation, les animaux « à voir » et les animaux « à ne pas voir ». Pour plus de détails, se référer à l'annexe 3.



Ballade au zoo (1) : Résultats partie 1

Ces scores indiquent que les enfants sont globalement passés devant tous les animaux à voir mais que certains sont également passés devant des animaux à ne pas voir.

L'épreuve est donc globalement réussie si on s'en tient à ces seuls critères.



Ballade au zoo (1) : Résultats partie 2

Pour cette deuxième partie de l'exercice, les scores indiquent que les enfants sont globalement passés devant tous les animaux à voir, ont respecté les consignes concernant les toilettes et les points d'eau. Mais les résultats montrent également que les enfants ont eu des difficultés à respecter les quatre autres consignes notamment celles concernant la sortie et celle de ne passer qu'une seule fois par le même chemin. En effet, de nombreux enfants ont réalisé plusieurs chemins distincts ou sont repassés de nombreuses fois par les mêmes chemins. Ces caractéristiques mettent en évidence des erreurs d'impulsivité voire des errances de leur part.

Suite à l'analyse des résultats, je remarque certaines limites aux deux parties du test Ballade au zoo (1).

La première partie ne donne pas assez de consignes pour que l'enfant réalise de façon autonome la tâche sans faire d'erreurs. Effectivement, l'enfant a pour seule consigne de tracer le chemin qui respecte les animaux à voir et ne pas voir. Il manque alors une ou deux

consignes qui incitent l'enfant à planifier son chemin avant de le tracer, notamment celle qui indique de ne passer qu'une seule fois par le même chemin.

La deuxième partie est elle trop complexe du fait des nombreuses consignes à respecter mentionnées dans le tableau. L'enfant ne prend alors pas assez de temps pour vérifier les informations présentes dans le tableau afin d'organiser son tracé ou bien oublie de consulter la troisième colonne avant de tracer. Il s'ensuit des erreurs du à de nombreux allers-retours sur le même chemin.

L'analyse globale et précise du plan révèle que ce dernier comporte trop d'informations visuelles. Certaines sont inutiles à l'exercice et peuvent être enlevées. Le retrait de ces distracteurs permettrait d'atténuer la charge attentionnelle qui est déjà importante par l'exercice en lui-même. Par exemple, les numéros et légendes auxquels doit se référer l'enfant ajoute de la complexité sans que cela soit utile à l'évaluation de la planification. Les chemins ne sont également pas assez contrastés et délimités par rapport aux enclos. Des enfants sont ainsi passés par les enclos ne voyant pas clairement où sont les chemins.

De plus, certains animaux que l'enfant ne doit pas passer voir apparaissent deux fois sur le plan. Cela a pénalisé certains d'entre eux qui ont respecté la consigne qu'une seule fois. D'autres enfants ont fait des erreurs car les images des animaux représentées sur le plan sont parfois ambiguës et se ressemblent deux à deux (exemple : l'émeu et le nandou).

Enfin, les couleurs du tableau ne sont pas non plus adaptées mais inversées par rapport au code couleur usuel (rouge = animaux à voir ; vert = animaux à ne pas voir). Cela a pu entraver la réussite de certains enfants en ajoutant de la complexité de par la flexibilité mentale que cela impose.

Au vue de ces remarques, il apparaît que le test n'a pas été assez bien ajusté à la population cible : des enfants de 7 à 8 ans. Certaines consignes sont ambiguës ou incomplètes et le plan trop complexe. L'outil ne mesure donc pas simplement les capacités de planifications car il demande beaucoup trop d'attention, d'inhibition, de flexibilité mentale et de capacités en mémoire de travail. Partant de toutes ces remarques et observations, j'ai décidé d'améliorer mon outil afin qu'il réponde au mieux à la problématique initiale.

B. Deuxième version de l'outil : Ballade au zoo (2)

1. Les modifications

a. Le support

J'ai gardé comme support le plan d'un zoo car c'est une base ludique, motivante, facilement appréhendable et qui reflète une activité que les enfants sont susceptibles de réaliser dans leur quotidien : visiter un zoo. Cependant, j'ai changé de plan car comme nous venons de le dire le premier était trop chargé, avec de nombreux éléments inutiles pour la tâche à réaliser.

J'ai donc pris le plan du zoo d'Atilly (cf. Annexe 4), également disponible sur internet, car il est plus contrasté au niveau des couleurs et de la délimitation des chemins, faisant plus penser à l'épreuve de la BADS. Les animaux sont mieux représentés (en photos) et n'apparaissent qu'une seule fois chacun. Ce changement est important car les enfants HPI ne sont pas sensibles aux implicites. Pour qu'ils comprennent correctement les consignes, il faut que celles-ci soient explicites, précises et évitent toute ambiguïté.

De plus, l'entrée est facilement repérable. J'ai alors ajouté une sortie bien visible et épuré le plan en enlevant tous les pictogrammes, légendes et certaines photos d'animaux. Ceci dans le but de diminuer la charge attentionnelle et émotionnelle lors de la vision du plan mais également lors de la recherche des animaux durant l'exercice.

b. Le contenu

En ce qui concerne le contenu du test et la tâche à réaliser, j'ai gardé le même principe à savoir tracer un chemin dans le zoo en passant devant certains animaux tout en évitant d'autres animaux. Le nombre d'animaux par catégorie est resté de cinq afin de permettre un tracé un minimum complexe mais surtout unique. J'ai également repris la base du tableau pour lequel j'ai inversé les couleurs des colonnes puisque celles-ci étaient en contradiction avec ce que l'on demandait de faire. La colonne des animaux à voir est maintenant en vert, celle des animaux à ne pas voir en rouge. J'ai gardé les images des animaux en dessous de leur nom afin de faciliter le repérage sur le plan et d'éviter tout biais de lecture. Les animaux

dans le tableau sont toujours mentionnés dans un ordre aléatoire dans le but que l'enfant prenne l'initiative de s'organiser comme il le souhaite (cf. Annexe 4).

Cette fois, l'exercice se déroule en un seul temps. En effet, lors du premier test, la première partie n'était pas assez précise pour induire de la planification et trop vague concernant les règles à respecter. La deuxième partie était elle trop complexe et coûteuse en termes d'attention. Les deux parties étaient donc trop différentes pour que l'on puisse comparer les résultats et pas assez lisibles pour que l'enfant les réussisse. Les deux parties ont donc été regroupées en une seule. Les consignes de la troisième colonne du précédent tableau sont cette fois ci données à l'oral avant que l'enfant ne commence l'épreuve.

c. Les consignes

Comme nous venons de le mentionner, le test se déroule maintenant en une seule partie. Il faut donc fournir des consignes efficaces qui déclenchent la planification. Mais il convient d'en donner le moins possible pour ne pas surcharger cognitivement l'enfant.

Pour cela, l'examineur indique à l'enfant qu'il doit tracer le chemin dans le zoo qui permet de passer devant tous les animaux que l'on veut voir tout en évitant les animaux que l'on ne souhaite pas voir. Il mentionne alors les deux grandes règles à respecter pour réaliser l'exercice :

- Le chemin doit commencer par l'entrée et finir par la sortie
- Il n'est possible de passer qu'une seule fois par le même chemin sauf pour les impasses où il est possible d'entrer et de sortir.

L'examineur montre alors un exemple pour les impasses de façon à lever toutes ambiguïtés. Comme pour la version précédente, l'examineur lit une fois le nom des animaux inscrits dans le tableau. Il ajoute alors que les animaux dans les deux colonnes du tableau ne sont pas dans l'ordre, que c'est à lui de s'organiser pour respecter les consignes. On mentionne également à l'enfant qu'il a autant de temps qu'il le souhaite et qu'il doit réaliser la tâche tout seul.

d. La cotation

Dans un premier temps, j'ai repris la même cotation que pour la première version du test à savoir une cotation quantitative et une cotation qualitative. Cette cotation est intéressante car elle permet d'avoir un profil complet et détaillé du travail de l'enfant et de localiser les principales erreurs. L'analyse qualitative indique par exemple les différentes stratégies utilisées, la qualité des vérifications mis en œuvre par l'enfant, le comportement au cours de l'épreuve. Elle peut ainsi mettre en évidence des différences d'organisation entre les deux groupes d'enfants : HPI et contrôles.

Cependant, la cotation quantitative ne permet pas de savoir si l'enfant a réussi ou pas le test. Elle a donc été laissée de côté au profit d'une autre. Ainsi, trois critères de réussite et un critère erreur ont été dégagés et permettent de coter rapidement et précisément l'épreuve. Ces critères reprennent les consignes qu'il faut respecter.

Les trois critères de réussite sont les suivants :

- être passé devant les cinq animaux à voir
- être passé une seule fois par le même chemin
- être entré et sorti par les endroits indiqués sur le plan.

Le critère erreur représente quant à lui le nombre d'animaux vus qu'il ne fallait pas voir. Le temps est également relevé dans le but de mettre en évidence des différences interindividuelles et intergroupes.

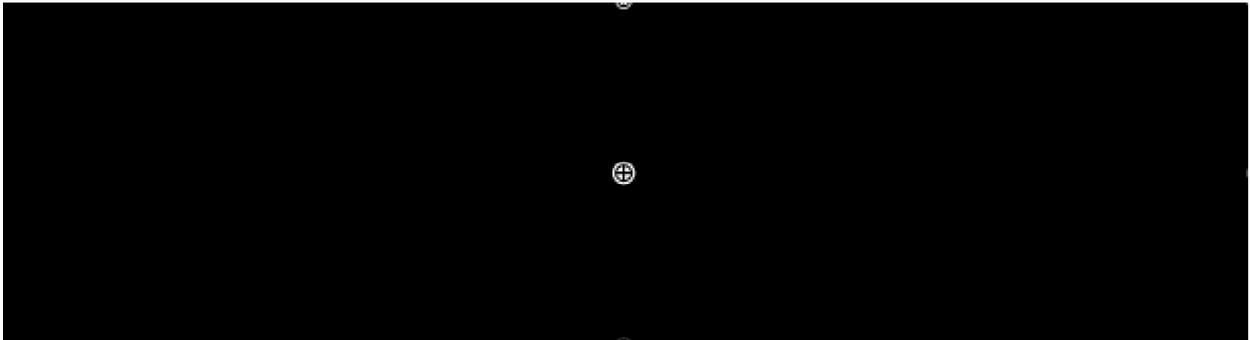
N'entrent pas en compte dans la cotation les sorties de chemins ou le nombre de distance en plus, comme c'est le cas pour le test du Laby 5-12. En effet, l'objectif de l'outil n'est pas de mesurer l'impulsivité ou les difficultés liées à la maîtrise du tracé mais bien de mettre en évidence les difficultés de planification et d'organisation. Cependant, ces informations cliniques peuvent amener des renseignements supplémentaires à l'examineur concernant le fonctionnement plus global de l'enfant. Il peut alors les mettre en relation avec les résultats obtenus au test et ainsi nuancer les scores de ce dernier.

2. Echantillons et cadres des passations

Après avoir retravaillé l'outil, le support est maintenant plus clair et l'exercice nécessite un coût attentionnel bien moins important. Dans le but de pouvoir comparer les résultats des

enfants HPI au test Ballade au zoo, j'ai fait passer ce test à des enfants contrôles d'une école primaire. Je vais donc décrire succinctement les deux échantillons ainsi que les cadres dans lesquels ont été effectuées les passations.

a. Au stage

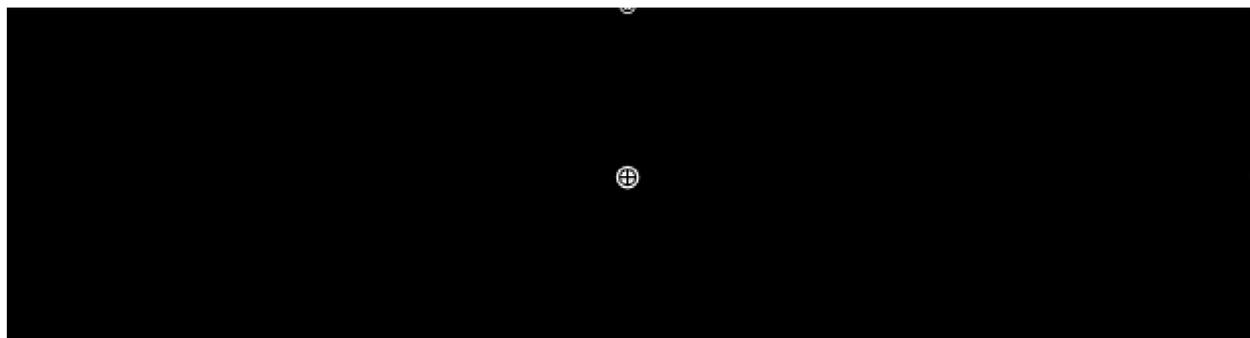


Tous les enfants de mon échantillon ont été diagnostiqués par une psychologue, enfant à haut potentiel intellectuel, avec un QI total supérieur ou égal à 130 au test WISC III ou WISC IV. Globalement, le profil verbal des enfants est supérieur de vingt points au profil non-verbal.

Pour chacun d'entre eux, je leur ai fait passer le test de la Tour de Londres et le test Ballade au zoo. Les passations ont été effectuées sur les temps de prise en charge. Comme la plupart des séances se déroulent en groupe, un petit coin a été aménagé au fond de la salle au calme afin de réaliser les passations dans les meilleures conditions possibles.

J'ai également demandé à leurs parents de remplir le questionnaire de la BRIEF.

b. A l'école primaire



bibliothèque de l'école, un endroit calme où nous n'avons pas été dérangés. Par souci

d'organisation et pour ne pas gêner continuellement les classes, les enfants étaient pris trois par trois. Pendant que l'un d'entre eux réalisait le test, les autres pouvaient lire un livre ou simplement se reposer sur les fauteuils en attendant leur tour.

III- Analyse des résultats et de l'outil

A. Analyse des résultats :

1. Résultats des enfants HPI

a. La Tour de Londres

Globalement, les résultats au test de la Tour de Londres mettent en évidence des scores dans la norme par rapport aux enfants du même âge. Seul Corentin et Gaël présentent des scores dans la norme faible.

Prénom	Score K (performance) en DS	Score A (vitesse de résolution) en DS
Corentin	-1,83	-1,47
Gaël	-1,56	0,03
Jules	-0,21	0,13
Julie	0,32	0,53
Léo	-0,21	0,33
Louis	-0,48	-0,17
Raphaël	0,32	1,33
Romain	0,38	0,8

Au vue des scores relevés au test psychométrique (Wisc III ou Wisc IV), les résultats ne sont pas à la hauteur de leurs performances intellectuelles. La notion de seuil pathologique abordée dans la partie théorique est ici appréhendable et reflète cette discordance entre les capacités intellectuelles très supérieures et les résultats dans la norme retrouvés lors de ce test.

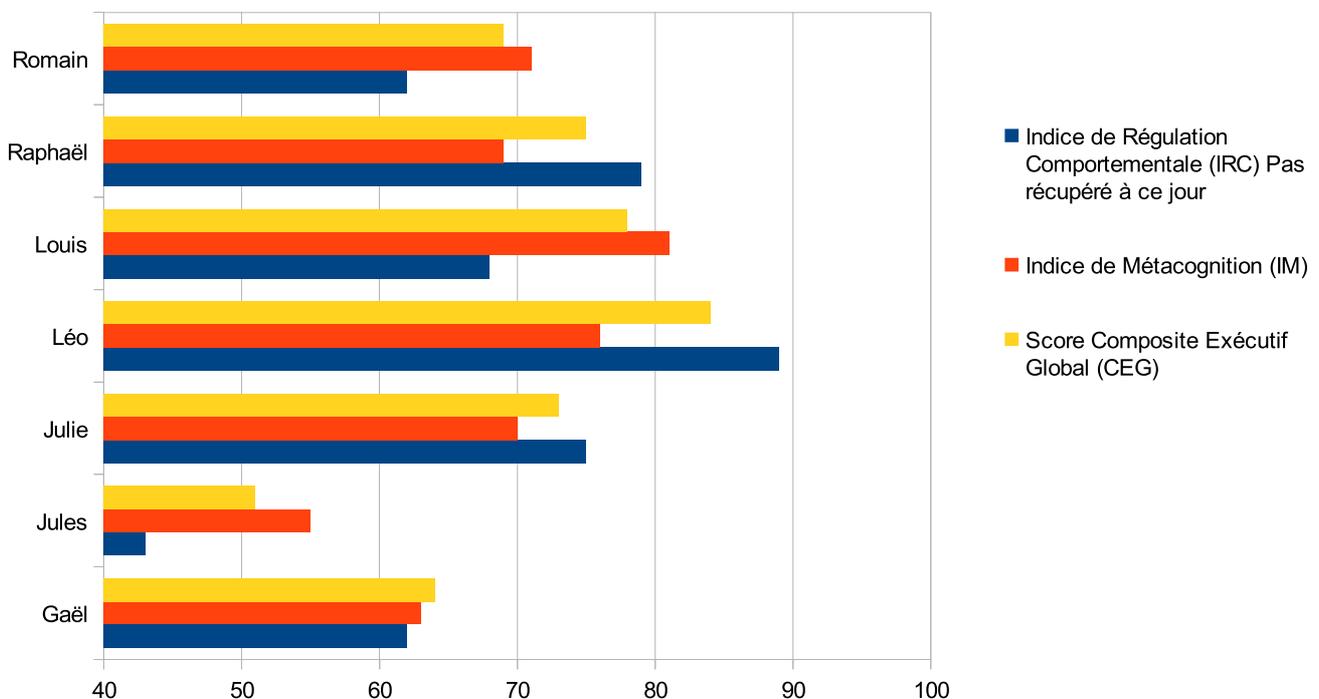
L'interprétation des scores pose donc problème mais sans données théoriques concernant l'interprétation des résultats dans ces cas précis, les scores présents révèlent des capacités de planification dans la norme par rapport aux enfants du même âge chronologique.

b. Le questionnaire de la BRIEF

Les résultats au questionnaire de la BRIEF (scores T) rendent compte de profils hétérogènes. La moyenne étant de 50 et l'écart type de 10, les résultats supérieurs à 70 attestent de grandes difficultés au niveau des fonctions exécutives évaluées au quotidien. Cinq d'entre eux, Julie, Louis, Romain, Raphaël et Léo, présentent des scores déficitaires, ce qui permet de montrer un déficit exécutif. Les deux autres ont des scores se situant dans la norme faible mais qui ne mettent pas en évidence un déficit exécutif réel.

De plus, l'échelle de négativité est acceptable pour tous les questionnaires, l'échelle d'incohérence est limite pour les profils de Jules et Romain, les six autres profils étant acceptables.

A ce jour, un profil n'a toujours pas pu être récupéré (profil de Corentin). Les scores T détaillés pour chaque item se trouvent dans le tableau en annexe 5.



Questionnaire de la BRIEF : Résultats des enfants HPI (score T)

c. Ballade au zoo (2)

A première vue, les résultats semblent confirmer l'hypothèse de départ. En effet, pour six enfants, les critères de réussites ne sont pas tous remplis ce qui atteste de l'échec à l'exercice. On remarque également que l'épreuve n'est pas échouée pour les mêmes raisons. Ainsi trois d'entre eux ont deux critères de réussite remplis sur les trois, les trois autres n'en ont qu'un seul. Cependant, cinq enfants sur les six ont échoué au même item à savoir « passer une seule fois par le même chemin ».

A contrario, deux enfants, Léo et Raphaël, ont réussi le test. Ils ont ainsi rempli les trois critères de réussite et n'ont fait qu'une seule erreur.

Prénom	Classe	Critères de réussite			Critère erreur
		5 animaux à voir	Une seule fois le même chemin	Entrée et sortie	5 animaux à ne pas voir
Corentin	CE1	-	-	+	2
Gaël	CE1	+	+	-	1
Jules	CE1	+	-	+	3
Julie	CE1	+	-	+	4
Léo	CE1	+	+	+	1
Louis	CE1	+	-	-	4
Raphaël	CE1	+	+	+	1
Romain	CE2	-	-	+	2

La moyenne du temps pour les huit enfants est de 5 minutes 22 secondes. Ces informations ne permettent donc pas de conclure à une spécificité de fonctionnement chez ceux qui ont réussi l'épreuve, l'un étant au dessous de la moyenne (Raphaël, 3'02) et l'autre au dessus (Léo, 6'03).

Regardons si les résultats des tests trois tests se recoupent. Pour quatre des huit enfants, les résultats concordent entre la Tour de Londres et le test Ballade au zoo (2). Deux d'entre eux ont des résultats faibles aux deux tests tandis que les deux autres ont des résultats dans la

norme à ces mêmes tests. Les quatre autres enfants ont des scores au test Ballade au zoo (2) qui ne sont pas en accord avec ceux de la Tour de Londres.

Les résultats de Léo et Raphaël mentionnés dans le tableau sont en contradiction avec ceux du questionnaire de la BRIEF puisque ces derniers révèlent un déficit exécutif alors que le test Ballade au zoo (2) est réussi. Au contraire, Jules présente des scores dans la norme à la BRIEF mais échoue au test. Pour les quatre autres profils, les résultats du test Ballade au zoo reflètent les scores obtenus à la BRIEF, à savoir des scores déficitaires.

2. Résultats des enfants du groupe contrôle

Sur les 20 enfants qui ont participé à mon étalonnage, sept d'entre eux ont échoué l'épreuve, ne permettant pas une cotation significative de leurs résultats. Sur les treize profils restants, huit ont été retenus car ils sont significatifs et relativement homogènes. Cette harmonisation permet une comparaison avec les résultats des enfants HPI.

Les résultats des 8 enfants sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Prénom	Classe	Critères de réussite			Critère erreur
		Animaux à voir	Une seule fois le même chemin	Entrée et sortie	Animaux à ne pas voir
Bastien	CE2	+	+	+	2
Elise	CE1	+	-	+	2
Joris	CE2	+	-	+	0
Lola	CE1	+	-	+	3
Louisa	CE1	+	-	+	3
Lucie	CE1	+	-	+	0
Matéo	CE1	+	-	+	3
Nicolas	CE2	+	+	+	1

Les résultats indiquent que seulement deux enfants sur les huit, Bastien et Nicolas, ont réussi l'épreuve, remplissant ainsi les trois critères de réussite.

Le tableau révèle également que le critère qui a posé problème aux autres enfants est le deuxième à savoir « ne passer qu'une seule fois par le même chemin ».

En ce qui concerne les moyennes de temps, pour les huit enfants la moyenne est de 7 minutes. Les deux enfants qui ont réussi l'épreuve se sont donc montrés plus rapides que les autres puisqu'ils ont réalisé l'épreuve en 3'19 et 5'17.

Si l'on compare maintenant ces temps à ceux des sujets HPI, on remarque que les enfants HPI sont plus rapides en moyenne que les enfants tout venant mais que les deux enfants HPI ayant réussi l'épreuve ne sont pas plus rapides que les deux enfants du groupe contrôle ayant eux aussi réussi l'exercice.

3. Les stratégies utilisées par les enfants HPI et par les enfants contrôles

Ici, le but est d'analyser qualitativement les résultats et de voir si des différences de stratégies ressortent entre les deux groupes d'enfants. Les données stratégiques que j'ai relevées diffèrent d'un groupe à l'autre.

Les enfants HPI ont utilisé le soliloque à voix haute ou à voix basse, ils ont posé plus de questions (notamment dès qu'ils étaient bloqués) enfin, la moitié d'entre eux ont coché dans le tableau les animaux à voir qu'ils avaient déjà vu.

Les enfants du groupe contrôle ont eux réalisés la tâche en silence, n'ont pas demandé d'aide même lorsqu'ils étaient bloqués. Des comportements d'errance étaient alors repérables comme le fait de passer par tous les chemins possibles pour rejoindre la sortie. Aucun d'entre eux n'a coché les animaux déjà vus dans le tableau mais certains ont tracé le chemin avec leur doigt avant de tracer avec leur stylo.

Ces différences de comportements et de stratégies sont imputables à deux raisons. La première est que la plupart des enfants HPI sont pris en charge en psychomotricité depuis au moins un an. Les stratégies d'organisation pour résoudre un problème ne leur sont donc pas étrangères puisqu'elles sont travaillées au cours des séances. Malgré cela, on se rend compte que l'épreuve est échouée pour six d'entre eux. Les enfants HPI n'ont donc pas réussi à mobiliser les stratégies apprises depuis un an afin de les mettre à profit pour résoudre la tâche. La deuxième raison tient au fait que les enfants du groupe contrôle ne me connaissent pas et sont de ce fait peut-être plus anxieux pour réaliser la tâche. Ils n'ont alors pas osé s'exprimer ou demander de l'aide. A contrario, les enfants HPI me connaissent depuis le mois d'octobre, ma présence et mon intervention leur sont donc plus familières, ce qui a permis de réduire le contexte émotionnel associé à la tâche.

4. Comparaison de profils de quatre enfants HPI

Avant de conclure et de passer à l'analyse plus précise de l'outil, je souhaiterais comparer brièvement les résultats de quatre enfants HPI dans le but d'illustrer l'hétérogénéité des profils chez ces enfants et la difficulté que comporte leur évaluation.

Si l'on reprend les profils de Julie et de Louis, on peut dire que le test Ballade au zoo permet d'actualiser leurs difficultés de planification mis en évidence par le questionnaire de la BRIEF. Or, si l'on prend les profils de Léo et de Raphaël, les deux enfants qui ont réussi le test Ballade au zoo, la mise en évidence d'un trouble de la planification par ce nouveau test est alors remise en question. En effet, Léo et Raphaël présentent eux aussi des résultats dans la norme au test de la Tour de Londres et des résultats déficitaires au questionnaire de la BRIEF, révélant un déficit exécutif. La réussite au test Ballade au zoo est donc en contradiction avec ce qui peut être observé au quotidien par leurs parents.

Pris séparément, les résultats au test Ballade au zoo (2) tendent globalement à confirmer la problématique initiale. Ce test rend compte de difficultés de planification chez les enfants HPI. Or, la comparaison des résultats avec ceux des deux autres tests tend à infirmer l'hypothèse initiale. Il n'a pas été montré que si l'enfant HPI a des scores dans la norme au test de la Tour de Londres et des scores déficitaires au questionnaire de la BRIEF alors il obtient des scores déficitaires au test Ballade au zoo (2). Les conclusions que l'on peut faire sont plus nuancées et attestent de l'hétérogénéité des profils chez les enfants HPI.

Malgré cela, une conclusion importante ressort de ces résultats individuels et concerne l'outil en lui-même. Ce qui a posé le plus problème aux deux groupes d'enfants c'est l'inhibition, c'est-à-dire les deux consignes générales de :

- Passer une seule fois par le même chemin
- Respecter les animaux à ne pas voir

Il est donc impératif de focaliser l'analyse sur l'outil (supports et consignes) afin de mettre en évidence les points faibles et les points forts de ce test. Cette analyse précise nous indiquera alors les points importants à améliorer pour que l'outil réponde au mieux à la problématique initialement posée.

B. Analyse de l'outil

1. Les points positifs

Deux des consignes principales ont presque toujours été respectées. Il s'agit des consignes suivantes :

- Passer devant les cinq animaux à voir
- Etre entré et sorti par les endroits indiqués sur le plan.

Ces deux consignes sont donc appropriées à la tâche mais aussi à l'âge des enfants puisqu'elles sont globalement respectées.

Contrairement à la première version du test, j'ai remarqué que les enfants retrouvent facilement les animaux sur le plan. Le support est donc plus lisible car les contrastes sont plus renforcés (notamment pour ce qui est des enclos et des chemins) et les distracteurs moins présents voire absents (légendes, pictogrammes, ambiguïté des photos d'animaux). La charge attentionnelle de l'exercice est donc bien moins importante que pour la première version de l'outil.

Enfin, plusieurs enfants (HPI ou du groupe contrôle) ont mentionné que c'était un exercice « rigolo » avec des animaux « trop mignons ». Les enfants se sont donc amusés lorsqu'ils ont réalisé l'épreuve. C'est un point important car j'ai voulu rendre cet exercice le plus attractif possible pour des enfants de 7 et 8 ans mais également assez complexe pour motiver les enfants HPI. En effet, la création d'un test écologique nécessite de penser à ce qui va générer la motivation de l'enfant puisqu'il doit réaliser la tâche tout seul. Il faut donc que l'épreuve soit motivante, attrayante tout en conservant l'aspect d'une tâche ordinaire c'est-à-dire réalisable dans le quotidien de l'enfant.

2. Les points négatifs

Comme nous l'avons dit lors de l'analyse des résultats, l'erreur la plus fréquemment rencontrée est celle de « parcourir plusieurs fois le même chemin ». Cette condition n'est pas respectée car les enfants n'ont pas pris en compte la colonne des animaux à ne pas voir. Ils n'ont donc pas effectué assez de vérifications envers cette partie du tableau.

Certes ces deux consignes nécessitent de la planification mais elles font avant tout appel à de grandes capacités d'inhibition et de manipulation de l'information en mémoire de travail. Les deux consignes ont donc gêné la planification du trajet car les fonctions exécutives auxquelles elles font appel sont trop prégnantes. Le coût attentionnel alloué à la tâche est trop important du fait des nombreux processus cognitifs de haut niveau à contrôler. L'exercice n'est donc pas assez « pur » pour ne mesurer que les capacités de planification.

Il conviendrait donc de ne garder qu'une consigne sur les deux. Cela permettrait de réduire les contraintes d'inhibition et de diminuer la charge d'informations à manipuler en mémoire de travail. Cette amélioration sera développée dans la partie suivante.

L'erreur de parcourir plusieurs fois le même chemin peut aussi être expliquée par le fait que les enfants n'ont pas respecté la consigne concernant l'ordre aléatoire dans lequel sont rangés les animaux dans le tableau. Ainsi, de nombreux enfants sont allés directement voir la chouette lapone tout simplement parce que c'est le premier animal dans le tableau. Ils se retrouvent donc bloqués dès le départ. Cependant, cet ordre aléatoire des animaux est nécessaire pour que l'on puisse évaluer la planification et l'organisation personnelle de l'enfant.

S'il n'est pas possible de modifier cette règle il est important d'améliorer la forme sous laquelle sont présentés les animaux et éviter une configuration en ligne ou en colonne.

Concernant le plan du zoo en lui-même, il est nécessaire de le simplifier encore un peu plus. Certains enfants ont par exemple empruntés les chemins gris. Certes, aucune consigne n'est donnée par rapport à ces chemins mais s'ils sont empruntés ils mettent les enfants en échec. Ils doivent donc être supprimés d'autant plus qu'ils n'apportent rien à l'exercice en tant que tel. Il apparaît également important de réduire le temps de recherche des animaux cibles en enlevant encore quelques photos d'animaux sur le plan. Le but de l'épreuve n'est pas de mesurer l'attention sélective mais bien les processus de planification. Il faut laisser assez de distracteurs pour que l'exercice ait du sens mais il convient de ne pas surcharger les processus attentionnels de l'enfant.

Lors des passations, les enfants réalisent rapidement s'ils se sont trompés. Découle alors de cette constatation des comportements d'errance ou de perplexité. Les enfants ne savent plus

comment faire et n'osent pas repasser par un chemin déjà emprunté alors même que c'est la seule solution pour finir l'exercice. De nombreux regards se dirigent alors vers moi ne sachant quoi faire. Dans ces moments là, il convient de rassurer l'enfant et lui indiquer qu'il est important qu'il finisse son trajet peu importe les erreurs qu'il peut faire. L'état émotionnel des enfants n'a donc pas influencé leur réussite. Bien que se voulant le plus écologique possible, ce test est tout de même un exercice papier crayon. Il est donc important que l'examineur puisse intervenir lorsque l'enfant se sent désarmé face à l'exercice. Il faut donc le rassurer au mieux pour qu'il puisse terminer l'épreuve sereinement.

Enfin, toute la difficulté de ce test réside dans le fait qu'il se veut écologique. Les consignes doivent donc induire de la planification chez les enfants mais sans leur donner de stratégie ou de méthode particulière pour cela. Les trois consignes principales ne sont donc pas assez précises, compréhensibles ou pertinentes puisque seuls 4 des 28 enfants ont réussi l'épreuve. Il convient donc de les modifier dans le but de les rendre plus lisibles et ainsi éviter qu'elles soient la cause de l'échec des enfants.

La dernière partie présente les réponses et les modifications qui convient d'apporter au test Ballade au zoo (2) pour que celui-ci nous permette d'évaluer les capacités de planification des enfants HPI et ainsi de pouvoir répondre à l'hypothèse initiale.

C. Modifications de l'outil

Par souci de clarté, je vais reprendre dans l'ordre les éléments mentionnés dans la partie ci-dessus et tenter d'y apporter une amélioration.

Nous venons de le voir, la principale erreur est d'être passé plusieurs fois par le même chemin soit parce que les enfants n'ont pas fait attention à la colonne des animaux à ne pas voir soit parce qu'ils n'ont pas pris en compte la consigne précisant l'ordre aléatoire des animaux dans le tableau. Afin de remédier à cela, il faudra supprimer la colonne des animaux à ne pas voir et conserver les consignes suivantes :

- Passer une seule fois par le même chemin
- L'ordre dans lequel sont rangés les animaux est aléatoire

L'hypothèse ici est de diminuer les contraintes d'inhibition pour que l'enfant puisse se focaliser sur la planification du chemin.

Conserver l'ordre aléatoire de présentation des animaux est nécessaire pour que l'enfant puisse planifier un chemin. Cependant, il est judicieux de modifier la présentation générale des animaux c'est-à-dire de ne plus les présenter en colonne dans un tableau. En effet, cette simple présentation a pu induire chez certains enfants un ordre dans lequel il fallait retrouver les animaux. Il faudra donc créer un support sous forme circulaire afin de limiter ce biais là.

Il convient également de modifier légèrement le plan dans le but de le simplifier visuellement et spatialement. Il s'agit donc d'enlever les chemins gris inutiles à la réalisation de la tâche mais aussi de réduire un peu le nombre d'animaux présents sur le plan pour faciliter la recherche des animaux à aller voir.

Enfin pour pallier l'impulsivité de certains enfants ou pour diminuer l'anxiété de réussite d'autres enfants, il apparaît important de proposer un deuxième essai à ceux qui le souhaitent.

En résumé, l'exercice consistera maintenant à tracer le chemin dans le zoo qui permet d'aller voir tous les animaux mentionnés sur la feuille en respectant trois grandes règles :

- Le chemin doit commencer par l'entrée et finir par la sortie
- Il ne faut passer qu'une seule fois par le même chemin sauf pour les impasses ou on peut entrer et ressortir (l'examineur en donne un exemple)
- Les animaux ne sont pas écrits dans l'ordre c'est à l'enfant de le retrouver.

L'examineur mentionnera également que l'enfant a autant de temps qu'il le souhaite pour réaliser la tâche et qu'il devra s'organiser tout seul pour faire l'exercice.

Quant à la cotation, les trois critères de réussite pourront être réutilisés pour coter l'exercice. Le critère erreur n'a lui plus de nécessité d'être utilisé puisque les animaux à ne pas voir ont été supprimés.

Je pense aussi qu'il serait intéressant de recueillir après l'exercice la stratégie utilisée par l'enfant. En effet, cela pourrait nous donner des indications sur la façon dont il s'est organisé et le cheminement intellectuel qu'il a eu pour résoudre le problème. D'autant plus qu'il y a

maintenant plusieurs chemins possibles du fait que la colonne des animaux à ne pas voir a été supprimée. Cela n'influe pas sur la cotation mais peut nous donner des indications sur la stratégie utilisée pour aller voir tous les animaux demandés et nous permettre par la suite un travail concernant la métacognition.

Discussion

Au travers de ce mémoire, j'ai entrepris la construction d'un test permettant d'évaluer de façon écologique la planification chez les enfants HPI. La réflexion qui m'a animée tout au long de cette étude s'est portée essentiellement sur trois exigences : évaluer fidèlement la planification c'est-à-dire sans que les autres fonctions exécutives ne soient trop prégnantes, répondre aux spécificités de fonctionnement des enfants HPI, et enfin créer un outil écologique qui se rapproche de situations de la vie quotidienne.

Le test Ballade au zoo (2) paraît répondre à ces trois exigences. En effet, l'analyse précise et rigoureuse de la première version et des ses résultats a permis de rebondir dans le but d'améliorer l'outil. Cette analyse a ainsi justifié la modification de nombreux points que ce soit au niveau du plan, du tableau ou des consignes générales. Suite aux modifications, l'exercice est plus précis, plus clair, moins couteux en terme attentionnel tout en gardant une certaine complexité pour motiver les enfants HPI.

L'analyse des résultats au test Ballade au zoo (2) tend globalement à confirmer la problématique initiale. En effet, pris séparément, les résultats montrent que ce test rend compte de difficultés de planification chez les enfants HPI.

Or, la comparaison des résultats avec ceux des deux autres tests tend à infirmer l'hypothèse initiale. Il n'a pas été montré que si l'enfant HPI a des scores dans la norme au test de la Tour de Londres et des scores déficitaires au questionnaire de la BRIEF alors il obtient des scores déficitaires au test Ballade au zoo (2). De plus, l'analyse des résultats révèlent que 18 des 20 enfants du groupe contrôle ont échoué au test Ballade au zoo (2). Il y a donc des facteurs internes ou externes qui ont gêné la réalisation et la réussite de ces enfants puisque cet échantillon est composé de sujets dont on suppose qu'ils n'ont pas de problème de planification.

Les conclusions qui ressortent de cette étude sont donc nuancées mais renforcent l'idée d'une hétérogénéité des profils chez les enfants HPI.

Pour tenter d'expliquer ces résultats il convient de faire des liens avec les éléments théoriques mentionnés dans la partie portant sur la planification.

Un premier lien concerne le développement de la planification. Il serait dépendant du développement simultané de l'inhibition et de la mémoire de travail mais il ne serait pas dépendant de la maturation de la vitesse de traitement. Les résultats peuvent donc refléter le défaut de maturation des autres fonctions exécutives telles que l'inhibition et la mémoire de travail. Les enfants ont pu échouer à ce test car les processus dont dépend la planification ne sont pas encore assez matures à 7 ou 8 ans pour soutenir la planification que demande l'exercice. Or, deux enfants HPI et deux enfants du groupe contrôle ont réussi l'épreuve. L'échec des autres enfants ne peut donc pas être imputable à cette seule raison.

Par ailleurs, d'autres éléments théoriques signalent que la fonction de planification fait étroitement appel aux autres fonctions exécutives telles que l'inhibition et la mémoire de travail. L'explication concernant l'hétérogénéité des résultats serait que le test Ballade au zoo de part sa construction fait appel de manière excessive aux autres fonctions exécutives. Les capacités d'inhibition et de mémoire de travail seraient alors trop sollicitées pour permettre une évaluation *pure* de la planification.

Enfin, que dire des résultats positifs des deux enfants HPI et des deux enfants du groupe contrôle ? Pourquoi ces enfants ont-ils réussi l'épreuve alors que les vingt-quatre autres ont échoués ? L'observation de leurs comportements au cours de la passation du test permet d'apporter quelques éléments de réponse. Ces quatre enfants ont analysé longuement le plan et le tableau avant de tracer un quelconque chemin. Deux d'entre eux ont procédé par déduction pour trouver le bon chemin : ils ont avancé petit à petit en testant mentalement les différents chemins qui s'offraient à eux. Ces enfants ont donc eu une analyse visuo-spatiale poussée, ce qui a facilité le repérage des animaux et le chemin à emprunter. Si l'on suit ce raisonnement, certains enfants ont pu échouer à l'épreuve car le support (plan) nécessite un traitement visuo-spatial trop important alors même que cette capacité leur fait défaut.

Outre les résultats concernant le test Ballade au zoo (2), mon étude met également en évidence des tendances de résultats chez les enfants HPI pour les deux autres tests utilisés. Effectivement, la Tour de Londres ne semble pas sensible aux difficultés de planification des enfants HPI de mon échantillon. Au contraire, le questionnaire de la BRIEF semble lui présenter une sensibilité excessive au fonctionnement cognitif et affectif particulier des enfants HPI évalués.

Il serait donc pertinent de tester ces deux observations auprès d'un échantillon plus important d'enfants HPI. Il conviendrait cependant, de proposer cette fois un entretien individualisé pour chaque parent pour pouvoir remplir le questionnaire de la BRIEF sous forme d'entretien semi-dirigé

Conclusion

Aboutissement d'une année de réflexion, la construction de ce test a été conçue avec la volonté d'interroger la notion de seuil pathologique. Lorsque nous évaluons des enfants à haut potentiel intellectuel, les résultats aux tests neuropsychologiques peuvent être en contradictions avec les signes cliniques que le psychomotricien recueille lors du bilan, des prises en charge ou des entretiens avec les parents ou enseignants. Dès lors, l'interprétation des résultats devient ambiguë et complexe.

Les études concernant cette notion de seuil pathologique sont rares. Pour guider sa réflexion, le psychomotricien n'a alors à sa disposition que les manuels d'interprétations des tests. Or, ces derniers ne mentionnent pas une conduite particulière à suivre lorsque nous évaluons un enfant HPI. L'interprétation des résultats doit donc se faire de la même manière que pour les autres enfants.

Dans la discussion, il a été montré que les résultats de l'outil Ballade au zoo (2) tendent à infirmer l'hypothèse de départ. L'analyse précise de cette deuxième version couplée aux éléments théoriques révèle que la principale faiblesse de ce test réside dans le recrutement trop important des autres fonctions exécutives, notamment de l'inhibition.

Les nouvelles améliorations proposées permettraient de réduire l'impact de l'inhibition pour que l'évaluation soit focalisée sur la planification. La colonne des animaux « à ne pas voir » serait donc supprimée et la présentation des animaux « à voir » serait modifiée afin d'explicitier l'aspect aléatoire de l'ordre des animaux à voir.

Cependant, si cette troisième version serait susceptible de réduire fortement les contraintes d'inhibition, la difficulté du test en serait amoindrie. Cette facilité apparente risquerait de ne pas créer suffisamment de motivation chez les enfants HPI pour qu'ils réalisent la tâche.

Néanmoins, cette étude a également mis en exergue deux points positifs qu'il est nécessaire de mentionner.

La comparaison des résultats des trois tests utilisés révèle l'hétérogénéité des profils chez les enfants HPI et la difficulté de conclure à des généralités ou des normes de fonctionnement chez ces enfants dits hors du commun. Cette remarque est en adéquation avec les travaux actuels des chercheurs et psychologues spécialisés dans ce domaine.

De plus, comme je l'ai mentionné dans la discussion, le test de la Tour de Londres et le questionnaire de la BRIEF semblent avoir une sensibilité spécifique aux enfants HPI. Il conviendrait donc de tester ces tendances sur une plus large population d'enfants HPI afin d'apporter des éléments théoriques pour guider l'interprétation des résultats obtenus.

Aussi, si la construction de ce nouvel outil n'a pas abouti à la confirmation de l'hypothèse initiale, les nombreux résultats obtenus sont prometteurs et ouvrent vers de nouvelles perspectives de recherches. Ces dernières sont d'autant plus importantes qu'elles s'inscrivent dans un champ de la recherche encore très peu développé à ce jour. Il incombe donc à la recherche de se pencher plus en détail sur ce champ d'application encore trop peu exploré.

Bibliographie

- ❖ Allain, P., Le Gall, A. (2004). Fonctions exécutives, et scripts. In T. Meulemans, F. Collette et M. Van der Linden (Eds), *Neuropsychologie des fonctions exécutives* (pp. 109-136). Marseille : Solal.
- ❖ Allain, P., Roy, A., Kefi, Z., Pinon, K., Etcharry-Bouyx, F., Le Gall, D. (2004). Fonctions exécutives et traumatisme crânien sévère. *Revue de neuropsychologie*, 14(3), 285-324.
- ❖ Asato, M.R., Sweeney, J.A., Luna, B. (2006). Cognitive processes in the development of TOL performance. *Neuropsychologia*, 44(12), 2259-2269.
- ❖ Besançon, M., Lubart, T. (2012). La créativité chez les enfants à haut potentiel. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 119, 425-430.
- ❖ Bessou, A., Montlahuc, C., Louis, J., Fournier, P., Revol, O. (2005). Profil psychométrique de 245 enfants intellectuellement précoces au WISC-III. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 81, 23-28.
- ❖ Chanquoy, L., Alamargot, D. (2002). Mémoire de travail et rédaction de textes : évolution des modèles et bilan des premiers travaux. *L'Année psychologique*, 102(2), 363-398.
- ❖ Charbonnier, V., Roy, A., Seegmuller, C., Gautier, A., Le Gall, D. (2011). Étude d'un cas de syndrome dysexécutif à prédominance cognitive chez un enfant présentant une épilepsie frontale symptomatique. *Revue de neuropsychologie*, 3(1), 11-22.
- ❖ Chevignard, M., Taillefer, C., Picq, C., Poncet, F., Pradat-Diehl, P. (2006). Évaluation du syndrome dysexécutif en vie quotidienne. In P. Pradat-Diehl et A. Peskine (Eds), *Évaluation des troubles neuropsychologiques en vie quotidienne*, (pp.47-65), Paris : Springer-Verlag.
- ❖ Desco, M., Navas-Sanchez, F.J., Sanchez-González, J., Reig, S., Robles, O., Franco, C., Arango, C. (2011). Mathematically gifted adolescents use more extensive and more bilateral areas of the fronto-parietal network than controls during executive functioning and fluid reasoning tasks. *Neuroimage*, 57(1), 281-292.
- ❖ Engel-Yeger, B., Josman, N., Rosenblum, S. (2009). Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome for Children (BADS-C): An examination of construct validity. *Neuropsychological Rehabilitation*, 19(5), 662-676.
- ❖ Fasotti, L., Aubin, G. (1999). Lobe frontal et résolution de problème. In M. Van der Linden, X. Seron, D. Le Gall, P. André (Eds). *Neuropsychologie des lobes frontaux*, Marseille : Solal.

- ❖ Gagné, F. (2000). A differentiated model of giftedness and talent (DMGT). *Retrieved August, 20, 2012.*
- ❖ George-Poracchia, F. (2010). *Actualités dans la prise en charge des troubles dys.* Marseille : Solal.
- ❖ Godefroy, O., Jeannerod, M., Allain, P., Le Gall, D. (2008). Lobe frontal, fonctions exécutives et contrôle cognitif. *Revue neurologique, 164*, 119-127.
- ❖ Huteau, M. (2007). L'étude de l'intelligence: nouveauté et portée de l'œuvre d'Alfred Binet. *Bulletin de psychologie, 4*, 357-370.
- ❖ Jin, S.H., Kwon, Y.J., Jeong, J.S., Kwon, S.W., Shin, D.H. (2006). Differences in brain information transmission between gifted and normal children during scientific hypothesis generation. *Brain and cognition, 62(3)*, 191-197.
- ❖ Lareng-Armitage, J. (2009). Trouble déficitaire de l'attention : diagnostic différentiel et comorbidité en référence à la surdouance intellectuelle. In *Entretiens de Psychomotricité 2009* (pp. 23-28). Paris : Les Entretiens Médicaux.
- ❖ Lautrey, J. (2004). Hauts potentiels et talents : la position actuelle du problème. *Psychologie française, 49*, 219-232.
- ❖ Lezak, M.D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology, 17(1-4)*, 281-297.
- ❖ Liratni, M., Pry, R. (2007). Psychométrie et WISC IV: quel avenir pour l'identification des enfants à haut potentiel intellectuel ?. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence, 55(4)*, 214-219.
- ❖ Liratni, M., Pry, R. (2012). Profils psychométriques de 60 enfants à haut potentiel au WISC IV. *Pratiques psychologiques, 18(1)*, 63-74.
- ❖ Liratni, M., Wagner, A., Pry, R. (2012). Performances d'écriture de 12 enfants à haut potentiel intellectuel. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant 116*, 86-94.
- ❖ Luciana, M., Collins, P.F., Olson, E.A., Schissel, A.M. (2009). Tower of London performance in healthy adolescents: The development of planning skills and associations with self-reported inattention and impulsivity. *Developmental neuropsychology, 34(4)*, 461-475.
- ❖ Magnié-Mauro, M.N. (2012). Le haut potentiel intellectuel: des particularités neurophysiologiques. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 119*, 457-462.

- ❖ Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.
- ❖ Monette, S., Bigras, M. (2008). La mesure des fonctions exécutives chez les enfants d’âge préscolaire. *Canadian Psychology*, 49(4), 323-341.
- ❖ Pereira-Fradin, M. (2004). La variabilité intra-individuelle chez les enfants à haut potentiel intellectuel. *Psychologie française*, 49(3), 253-266.
- ❖ Robert, G., Kermarrec, S., Guignard, J.H., Tordjman, S. (2010). Signes d’appel et troubles associés chez les enfants à haut potentiel. *Archives de pédiatrie*, 17, 1363-1367.
- ❖ Roulois, P. (2011). *Organisations et fonctions de la mémoire de travail*. Disponible sur : <<https://neuropedagogie.com/memoire-de-travail/organisation-et-fonctions-de-la-memoire-de-travail.html>> [Consulté le 27 février 2016]
- ❖ Roy, A. (2007). *Fonctions exécutives chez les enfants atteints d'une neurofibromatose de type 1 approche clinique et critique* (Doctoral dissertation, Université d'Angers).
- ❖ Roy, A. (2015). Les fonctions exécutives chez l’enfant: des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire.
- ❖ Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J. L., Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant: approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 287-297.
- ❖ Shallice, T. (1995). *Symptômes et modèles en neuropsychologie : des schémas aux réseaux*. Paris : Presses universitaires de France.
- ❖ Shallice, T., Burgess, P.W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114(2), 727-741.
- ❖ Siaud-Fachin, J. (2005). Trouble des apprentissages scolaires ? Enfants surdoués ? Quels liens ? *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 81, 7-15.
- ❖ Statistique Canada. (2008). *Résolution de problèmes*. Disponible sur : <<http://www.statcan.gc.ca/pub/81-004-x/def/4068738-fra.htm>> [Consulté le 5 mars 2016].
- ❖ Tecwyn, E.C., Thorpe, S.K., Chappell, J. (2014). Development of planning in 4-to 10-year-old children: Reducing inhibitory demands does not improve performance. *Journal of experimental child psychology*, 125, 85-101.
- ❖ Terrassier, J. C. (2005). Les dyssynchronies des enfants intellectuellement précoces. In S. Tordjman (Ed.), *Enfants surdoués en difficulté: de l’identification à une prise en charge adaptée*, (pp. 69-87). Rennes : Presses universitaires de Rennes.

- ❖ Terrassier, J.C. (1981). *Les enfants surdoués : ou la Précocité embarrassante*. Paris : Éditions E.S.F
- ❖ Tordjman, S. (2007). A la rencontre des difficultés présentées par les enfants surdoués. *Archives de pédiatrie*, 14, 685-687.
- ❖ Vaivre-Douret, L. (2004). Point de vue développemental sur l'enfant à « hautes potentialités » (surdoué). *Journal de pédiatrie et de puériculture*, 17, 254-261.
- ❖ Vaivre-Douret, L. (2012). Spécificités développementales du jeune enfant à « hautes potentialités ». *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 119, 445-455.
- ❖ Vincent Brochec. Apports d'une évaluation écologique des fonctions exécutives en UEROS : la BADS comme indicateur du handicap ?. *Psychology*. 2013. <dumas-00881800

Références des figures

Figure 1 : Piolat, A. (2004). Approche cognitive de l'activité rédactionnelle et de son acquisition. Le rôle de la mémoire de travail. *Théories de l'écriture et pratique scolaire*, 51, 55-74. En ligne sur <<http://linx.revues.org/174>>

Figure 2 : En ligne sur <http://theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2001.vieillard_s&part=181595>

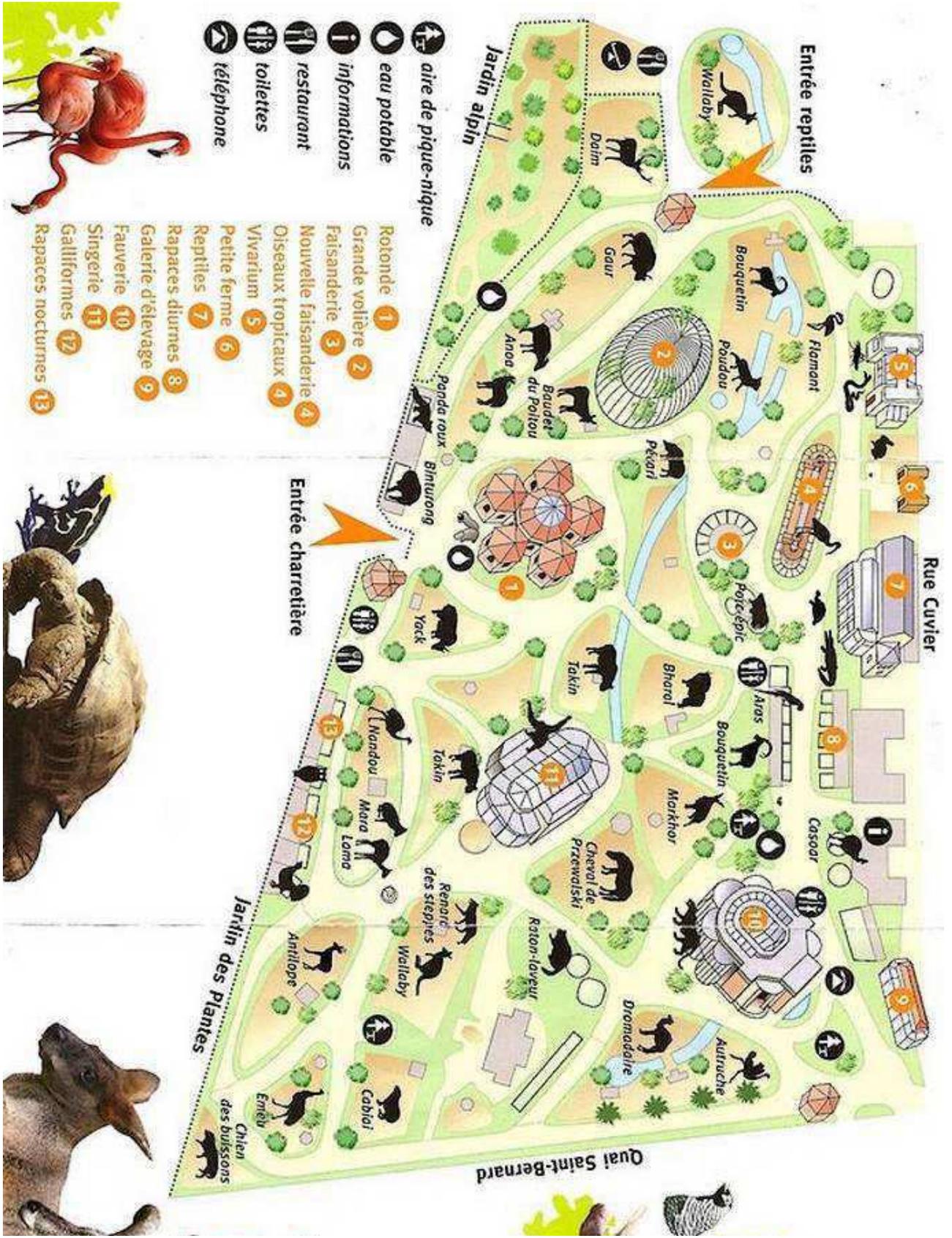
Figure 3 : Fery, P. (2003). Tour d'Hanoi/Tour de Londres. En ligne sur <http://www.ulb.ac.be/psycho/fr/docs/museum/Experiments/Tour_hanoi/Tour_hanoi-theo.html>

ANNEXE 1 : Ballade au zoo (1), partie 1

Recueil des infos pendant la passation :

Sexe :	Age :ans etmois	Classe : Ville :
Commentaires	En rapport avec la tâche	Pas en rapport avec la tâche
Questions	En rapport avec la tâche	Pas en rapport avec la tâche
Vérifications/Contrôle		
Comportement	Agitation : Décrochage attentionnel : Impulsivité :	
Temps mis pour résoudre le problème :		
Autres observations :		

Les animaux que je veux voir	Les animaux que je ne veux pas voir
<p data-bbox="408 333 557 360">Le nandou</p> 	<p data-bbox="999 333 1182 360">Le bouquetin</p> 
<p data-bbox="365 566 580 593">Le raton laveur</p> 	<p data-bbox="954 566 1230 593">Le baudet du poitou</p> 
<p data-bbox="373 851 572 878">Le panda roux</p> 	<p data-bbox="1015 851 1169 878">L'autruche</p> 
<p data-bbox="333 1135 632 1162">Les oiseaux tropicaux</p> 	<p data-bbox="1011 1135 1173 1162">Les reptiles</p> 
<p data-bbox="333 1420 632 1447">Le renard des steppes</p> 	<p data-bbox="1035 1420 1149 1447">Le lama</p> 



- 1 Rotonde
- 2 Grande voliere
- 3 Faisanderie
- 4 Nouvelle faisanderie
- 4 Oiseaux tropicaux
- 5 Vivarium
- 6 Petite ferme
- 7 Reptiles
- 8 Rapaces diurnes
- 9 Galerie d'eleavage
- 10 Fauverie
- 11 Singerie
- 12 Galliformes
- 13 Rapaces nocturnes

ANNEXE 2 : Balade au zoo (1), partie 2

Les animaux que je veux voir	Les animaux que je ne veux pas voir	Consignes générales
<p>Le nandou</p> 	<p>Le bouquetin</p> 	<p>On veut passer par au moins 2 points d'eau</p> 
<p>Le raton laveur</p> 	<p>Le baudet du poitou</p> 	<p>On entre par l'Entrée Reptiles</p>
<p>Le panda roux</p> 	<p>L'autruche</p> 	<p>On veut passer 2 fois aux toilettes</p> 
<p>Les oiseaux tropicaux</p> 	<p>Les reptiles</p> 	<p>On veut sortir Quai Saint-Bernard</p>
<p>Le renard des steppes</p> 	<p>Le lama</p> 	<p>On ne veut pas passer 2 fois par le même chemin</p>

ANNEXE 3 : Résultats Ballade au zoo (1)

- Résultats partie 1 :

Prénom	Animaux à voir (total = 5)	Animaux à ne pas voir (total = 5)
Alice	5	2
Andréa	4	3
Céline	4	2
Charlotte	5	1
Juliette	4	3
Lisa	4	4
Marie	5	3
Mathieu	5	4
Noémie	3	1
Rose	5	2

- Résultats partie 2 :

Prénom	Animaux à voir (total=5)	Animaux à ne pas voir (total=5)	Entrée Reptiles	Sortie Quai Saint-Bernard	Passer 2 fois aux toilettes	Passer par au moins 2 points d'eau	Passer une seule fois par le même chemin
Alice	5	0	+	-	+	+	-
Andréa	5	2	-	-	+	+	-
Céline	5	1	-	-	+	+	-
Charlotte	5	2	+	-	+	+	-
Juliette	5	2	+	-	+	+	-
Lisa	4	3	+	+	+	+	-
Marie	5	2	-	-	-	+	-
Mathieu	5	5	+	+	+	+	Passer par enclos
Noémie	4	0	-	-	+	+	-
Rose	5	2	+	-	+	+	-

ANNEXE 4 : Ballade au zoo (2)



Animaux A VOIR	Animaux A NE PAS VOIR
<p data-bbox="304 295 663 331">CHOUETTE LAPONE</p> 	<p data-bbox="986 295 1222 331">CERF WAPITI</p> 
<p data-bbox="419 598 549 633">HYENE</p> 	<p data-bbox="892 598 1318 633">WALLABY DE BENNETT</p> 
<p data-bbox="397 862 571 898">CIGOGNE</p> 	<p data-bbox="940 862 1270 898">COBE DE LECHWE</p> 
<p data-bbox="429 1090 539 1126">EMEU</p> 	<p data-bbox="1043 1090 1161 1126">LAMA</p> 
<p data-bbox="352 1337 616 1373">HIPPOPOTAME</p> 	<p data-bbox="863 1337 1347 1373">MOUFLON A MANCHETTES</p> 

- **Résumé**

Les capacités de planification nous permettent au quotidien de résoudre des problèmes pour lesquels la solution n'est pas directement appréhendable. Couplée aux autres fonctions exécutives, la planification permet donc à l'individu de choisir la solution la plus adaptée à son environnement et à la situation.

Les enfants à haut potentiel intellectuel (HPI) sont réputés pour leur pensée intuitive et créative. Ce sont également des enfants que nous rencontrons fréquemment en cabinet libéral pour des difficultés d'attention, d'écriture ou encore de visuo-construction. Cependant, les résultats que le psychomotricien obtient lors de l'évaluation de la planification ne sont pas toujours en adéquation avec ce qui peut être observé en séance ou rapporté par les parents.

Dans le but d'un dépistage plus précis des difficultés de planification des enfants HPI, la construction d'un test écologique a été entreprise. Cette étude en relate le déroulement.

Mots clés : planification, haut potentiel intellectuel, évaluation écologique, fonctions exécutives

- **Summary**

Every day, planning skills allow us to solve problems when the solution is not easy to apprehend. With other executive functions, planning abilities let the individual to choose the most appropriate answer for the context.

Gifted children are well known for their intuitive thinking and creativity. These are children we often come across in psychomotor offices for attention, writing or visual-construction difficulties. Nevertheless, the results the practitioner gets when evaluating planning skills are not always in line with what can be noticed during the consultation or ear through the parents.

In order to screen more precisely the difficulties gifted children have with planning abilities, the making of an ecological assessment has been undertaken. The following study relates its process.

Key words: planning skills, ecological assessment, gifted children, executive functions