

UNIVERSITE DE MONS

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education

**Etude de la relation entre la théorie de l'esprit et
les fonctions exécutives à partir de deux troubles
développementaux, l'autisme et le TDAH**

Direction :
L. Lefebvre

Mémoire présenté par Aurore Delhommeau
En vue de l'obtention du diplôme de
Master en Sciences psychologiques
Finalité spécialisée

Année Académique 2013-2014

Remerciements

Je remercie le professeur Laurent Lefebvre pour m'avoir donné accès à ce thème de recherche que j'affectionne, ainsi que pour ses conseils avisés et pour sa grande disponibilité.

Je remercie Isabelle Simoes Loureiro et Amandine Hommé pour leur disponibilité, leur gentillesse et surtout leurs précieux et nombreux conseils.

Je remercie le docteur Pierre Defresne, le SUSAS, ainsi que l'asbl TDA/H Belgique pour m'avoir été d'une grande aide dans le recrutement de mes participants. Je remercie aussi les docteurs Delcommenne et Gillain.

Je remercie mes sœurs, Anne-Lise et Edith, pour s'être plongées sans hésitation dans la relecture de mon travail. Merci aussi à Laurent.

Je remercie mon compagnon de route, Pierre, pour tout.

Je remercie mes chers enfants, Lilian et Judith, avec qui la vie est toujours un bonheur, quoi qu'entreprenne leur maman.

Enfin je remercie tous les parents, mais surtout tous les enfants qui ont bien voulu participer à cette recherche et qui l'ont rendue si agréable à mener.

Résumé

La théorie de l'esprit (ToM) permet d'analyser une situation sociale, d'en comprendre les sous-basements, afin d'en inférer ce que les acteurs pensent ou ressentent. Les fonctions exécutives (FE) permettent de mettre en place un plan d'action afin de parvenir à un but fixé au préalable. Il existe de nombreuses discussions théoriques sur le lien entre la ToM et les FE. Pour explorer cette question, 37 enfants (8-12ans ; QI non verbal \geq 80), dont 16 avec un trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH), 5 avec autisme, et 16 avec un développement typique (contrôle) ont été comparés pour la maîtrise de la ToM et des FE. Le groupe d'enfants avec TDAH présente des capacités significativement inférieures par rapport au groupe contrôle en inhibition cognitive et motrice, ainsi qu'en théorie de l'esprit de haut niveau. Le groupe avec autisme présente quant à lui des faiblesses plus importantes en ToM, mais aucune différence ne s'est révélée pour le traitement exécutif. Ces deux troubles développementaux nous ont permis d'obtenir des profils de déficits afin de discuter de la question du prérequis d'une fonction pour l'autre. Nous avons ainsi pu montrer que la ToM n'est un prérequis à aucune des FE puisque si elle est déficitaire, les FE ne sont pour autant pas systématiquement atteintes. La même démarche a permis de conclure que l'inhibition n'est pas un prérequis à la ToM. La flexibilité et la planification ont ici été montrées comme peu touchées dans ces troubles, la question sur un prérequis de celles-ci pour la ToM n'a donc pas pu être clôturée. L'étude ne montre par ailleurs pas de corrélation stable entre FE et ToM, ce qui appuie l'hypothèse d'une autonomie fonctionnelle.

Table des matières

Introduction	1
Partie théorique	2
Chapitre 1: La théorie de l'esprit et les fonctions exécutives.....	2
I. La théorie de l'esprit	2
1.1. Définition.....	2
1.2. Les différents niveaux de la théorie de l'esprit.....	4
1.3. Le développement de la théorie de l'esprit chez l'enfant.....	5
1.4. Les bases anatomiques	6
II. Les fonctions exécutives	7
2.1. Définition et modèles théoriques	7
2.3. Le développement des fonctions exécutives	14
2.4. Les bases anatomiques	17
III. Liens entre Théorie de l'Esprit et Fonctions Exécutives	18
Chapitre 2: La ToM et les FE dans l'autisme et le TDAH.....	24
I. L'autisme	24
1.1. Définition.....	24
1.1.1. Trouble autistique :.....	25
1.1.2. Syndrome d'Asperger.....	25
1.1.3. Troubles envahissants du développement non spécifiés	26
1.2. Étiologie	26
1.3. Neurologie	28
1.4. Les modèles cognitifs.....	29
1.5. La ToM et les FE dans l'autisme	31
II. Le trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH).....	32
2. 1. Définition.....	32
2.1.1. Trouble de l'attention	33
2.1.2. Trouble d'hyperactivité	34
2.1.3. Trouble d'impulsivité	34
2. 2. Étiologie	35
2. 3. Neurologie	36

2.4. Les Modèles cognitifs	37
2. 5. La ToM et les FE dans le TDAH	39
III. Études comparant les deux troubles	40
IV. Synthèse de la partie théorique	43
Partie pratique	45
I. Questions de recherche et hypothèses	45
1.1. Les Fonctions exécutives.....	45
1.2. La théorie de l'esprit	49
1.3. Le lien entre FE et ToM	51
II. Population.....	54
III. Matériel	56
3.1. Mesure de la ToM.....	56
3.1.1. Tests de fausses croyances.....	56
3.1.2. Test des faux pas	58
3.1.3. NEPSY II.....	58
3.2. Mesure des FE	59
3.2.1. La planification	59
a. La Tour de Londres (Lussier & al., 1998).....	59
b. Les Labyrinthes (Wechsler, 1996).....	60
3.2.2. La flexibilité mentale.....	60
a. Les Mondes contraires (TEA-CH, Manly & al., 2004).....	61
b. Le Trail Making Test (Reitan, 1958)	61
c. Subtest Inhibition-partie Changement (NEPSY II, Korkman & al., 2012).....	61
3.2.3. L'inhibition	62
a. Cogner-frapper (NEPSY, Korkman & al., 2003)	62
b. la Statue (NEPSY, Korkman & al., 2003).....	62
c. Inhibition-partie Inhibition ((NEPSY II, Korkman & al., 2012)	62
3.2.4. La mémoire de travail.....	62
a. Mémoire des chiffres (WISC-IV, Wechsler, 2005)	63
b. Mémoire spatiale (WNV, Wechsler & Naglieri, 2009)	63
3.2.5. L'attention sélective	63
3.2.6. Les fluences	63
a. Fluidité verbale (NEPSY, Korkman & al., 2003).....	64
b. Fluidité de dessins (NEPSY, Korkman & al., 2003)	64

IV. Méthode	64
V. Traitement des données.....	65
VI. Résultats.....	66
6.1. Les fonctions exécutives	66
6.1.1. Groupe enfants avec autisme	67
6.1.2. Groupe enfants avec TDAH	67
6.1.3. Comparaison des enfants avec autisme et avec TDAH.....	68
6.1.4. Comparaison des trois groupes	69
6.2. La théorie de l'esprit	69
6.2.1. Groupe enfants avec autisme	69
6.2.2. Groupe enfants avec TDAH	70
6.2.3. Comparaison des enfants avec autisme et avec TDAH.....	71
6.2.4. Comparaison des trois groupes	71
6.3. Liens entre FE et ToM	72
6.3.1. Corrélations.....	72
a. Intercorrélations dans les FE	72
b. Intercorrélations dans la cognition sociale	73
c. Corrélations entre FE et ToM.....	73
6.3.2. Profils cognitifs	75
a. Recherche des profils FE-/ToM+.....	75
b. Recherche des profils ToM-/FE+	78
VII. Discussion.....	79
7.1. Les fonctions exécutives	79
7.1.1. Les FE dans l'autisme	79
7.1.2. Les FE dans le TDAH	82
7.1.3. Comparaison entre groupes d'enfants avec autisme et avec TDAH pour les FE.....	86
7.2. La théorie de l'esprit	89
7.2.1. La ToM dans l'autisme.....	89
7.2.2. La ToM dans le TDAH.....	90
7.2.3. Comparaison entre groupes d'enfants avec autisme et avec TDAH pour la ToM.....	91
7.3. Étude du lien entre les FE et la ToM.....	92
7.3.1. Corrélations entre FE et ToM.....	92
7.3.2. Les FE sont-elles un prérequis à la ToM ?	94

7.3.2. La ToM est-elle un prérequis aux FE ?	95
7.4. Conclusion de la partie pratique	96
Conclusion	99
Bibliographie	101

Table des illustrations

Tableau 1 : Distinction entre syndrome d'Asperger et autisme de haut niveau	26
Tableau 2 : Comparaison FE et ToM dans l'autisme et le TDAH	41
Tableau 3 : études sur les fonctions exécutives dans l'autisme.....	46
Tableau 4 : études sur les fonctions exécutives dans le TDAH.....	48
Tableau 5 : études de la théorie de l'esprit dans le TDAH	50
Tableau 6 : Hypothèses	53
Tableau 7 : Critères d'inclusion et d'exclusion	55
Tableau 8 : Caractéristiques des sujets	55
Tableau 9 : Comparaison des groupes, test Kruskal-Wallis puis U Mann-Whitney	66
Tableau 10 : Comparaison des groupes, test T	68
Tableau 11 : Comparaison des groupes, test U Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis.....	70
Tableau 12 : Comparaison des groupes, test T	71
Tableau 13 : Corrélations non paramétriques.....	74
Tableau 14 : Déficits individuels	77
Tableau 15 : Retour sur les hypothèses.....	98
Graphique 1	67
Graphique 2	68
Graphique 3	69
Graphique 4	71

Introduction

À l'heure de la neuro-imagerie, où la pensée devient « visible » dans toute sa complexité, les questions sur les mécanismes sous-jacents des diverses fonctions cognitives restent nombreuses et passionnantes. Comprendre leurs relations fonctionnelles reste une voie majeure pour approfondir les connaissances neuropsychologiques du fonctionnement cérébral.

La théorie de l'esprit (ToM) permet d'analyser une situation sociale, d'en comprendre les sous-bassements, afin d'en inférer ce que les acteurs pensent ou ressentent. Les fonctions exécutives (FE) permettent de mettre en place un plan d'action afin de parvenir à un but fixé au préalable. Ces deux fonctions cognitives de haut niveau sont-elles liées, et si oui, de quelle manière ? Ce lien est actuellement débattu. Nous souhaitons l'étudier par la comparaison de deux troubles développementaux, l'autisme et le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité/impulsivité (TDAH). La ToM est connue pour être déficitaire dans l'autisme alors que les FE seraient particulièrement atteintes dans le TDAH. Si ces deux fonctions sont liées, alors, d'une part, les personnes avec autisme, touchées dans la maîtrise de la ToM, pourraient aussi avoir un fonctionnement exécutif particulier, et d'autre part les personnes avec TDAH pourraient aussi être atteintes au niveau de la ToM. Dans un premier temps, notre travail permettra d'éclaircir les profils déficitaires en FE et/ou ToM dans deux groupes d'enfants de 8 à 12 ans porteurs de ces troubles, grâce à une comparaison à un groupe contrôle. Dans un deuxième temps, l'étude portera sur le lien entre la ToM et les FE. Nous effectuerons alors une étude corrélationnelle entre FE et ToM. De plus, si un lien existe, il devrait se retrouver dans ces deux troubles par des déficits associés, ou par des déficits incompatibles en cas de prérequis d'une fonction pour l'autre. Une investigation de la ToM et des FE pour chaque sujet (TDAH, avec autisme ou contrôle) nous permettra d'obtenir une grande variété de profils avec des déficits répartis différemment en fonction des sujets. Mieux comprendre les liens unissant ToM et FE permettra conséquemment de mieux comprendre ces troubles et d'améliorer leur prise en charge.

Dans cette partie seront présentées, dans un premier chapitre, les fonctions cognitives visées par cette étude, puis les théories concernant leurs liens. Dans un second chapitre, l'autisme et le TDAH seront abordés, ainsi que les connaissances théoriques concernant la maîtrise des FE et de la ToM au sein de ces troubles. Ce chapitre se clôturera sur une revue de la littérature des études ayant comparé ces deux troubles dans les domaines de la ToM et des FE.

Chapitre 1

La théorie de l'esprit et les fonctions exécutives

I. La théorie de l'esprit

1.1. Définition

La théorie de l'esprit (*Theory of Mind, ou ToM*) est une notion introduite par Premack & Woodruff (1978, cités par Nader-Grosbois, 2011) sur l'aptitude à expliquer et prédire ses propres actions ainsi que les actions et intentions d'autrui. Ce terme, correspondant à un comportement à priori humain, a été paradoxalement défini dans cette première étude pour évaluer les aptitudes du chimpanzé dans ce domaine. Ils ont alors montré que le chimpanzé est capable de résoudre différents problèmes en attribuant des buts et des intentions à l'intervenant. Cette interprétation est remise en cause par Emery et Amaral (2000) qui interprète l'attitude du chimpanzé comme plus dépendante d'aspects perceptifs et motivationnels plutôt qu'une vraie compréhension des intentions de l'intervenant. La théorie de l'esprit est actuellement définie comme la capacité, d'une part, de comprendre ses propres états mentaux, et d'autre part, d'attribuer des états mentaux différents des siens à autrui. Elle traduit donc l'aptitude d'inférer des états mentaux inobservables tels que des intentions, des croyances, ou des connaissances aux autres afin de comprendre et prédire les comportements (Nader-Grosbois, 2011).

La notion de théorie de l'esprit peut-elle être assimilée à l'empathie ? Ces deux notions font en effet référence à une conscience de ce qu'il se passe dans l'esprit de l'autre. Doron et Parot (1991, p. 251) définissent l'empathie comme une « *intuition de ce qu'il se passe*

en l'autre, sans oublier toutefois qu'on est soi-même, car dans ce cas il s'agirait d'identification ». Rogers (2005) évoque, toujours en ce qui concerne l'empathie, une compréhension « de l'intérieur » des sentiments et réactions éprouvés par l'autre, comme si l'on était cet autre. Dans les deux cas, théorie de l'esprit et empathie, il s'agit d'inférer un état mental. Samson (2012) propose de distinguer les deux notions par la présence, ou non, d'un ressenti émotionnel. Pour l'auteur, la théorie de l'esprit ne concerne que le processus inférentiel purement cognitif, alors que l'empathie ferait appel à une réponse émotionnelle. Coricelli (2005) intègre par contre l'aspect émotionnel dans le processus d'attribution d'état mental. Il distingue alors deux dimensions. La dimension « froide » de la ToM qui renvoie aux inférences sur des états mentaux sans implication affective (croyances, désirs, connaissances). Cet aspect peut correspondre à la ToM « cognitive », ou à la ToM définie par Samson, et permet de comprendre les états mentaux d'autrui (intentions, buts, croyances). C'est la dimension « chaude » qui correspond à l'aspect émotionnel, car elle renvoie aux inférences sur les états mentaux affectifs ou ToM « affective » qui permet de partager le ressenti et les émotions des autres. La distinction avec l'empathie est ici plus ambiguë. Lamm, Baston et Decety (2007) proposent que l'attribution, ou déduction des états mentaux (même émotionnels) ne concerne que la ToM, alors que l'empathie renverrait à la capacité de deviner les expériences émotionnelles, d'en faire l'expérience, de les comprendre comme l'entendait Rogers (2005).

La théorie de l'esprit fait partie du concept plus large de « cognition sociale » qui implique la perception, le traitement et l'interprétation des signaux sociaux (Adolphs, 2001). La cognition sociale n'est pas un bloc unitaire, selon le NIMH (*National Institute of Mental Health*), elle peut être subdivisée en quatre domaines (Green & al., 2008). Ces domaines sont la théorie de l'esprit, le traitement des émotions, la perception sociale et le biais d'attribution. Le traitement des émotions concerne la capacité à inférer des informations de nature émotionnelle à partir d'expressions faciales (reconnaissance d'affects) ou d'indices prosodiques¹ (Champagne-Lavau, 2012). La perception sociale concerne la

¹Indices prosodiques : caractéristiques phoniques de la chaîne parlée (pauses, traits mélodiques, accent, ton, etc.)

capacité à détecter des indices sociaux, verbaux ou non, autres que ceux concernant le traitement des émotions. Ces indices peuvent être, par exemple, la détection des rôles sociaux ou règles sociales implicites. Le biais d'attribution est la façon d'attribuer la responsabilité d'une situation à soi ou aux autres. D'autres auteurs décomposent la cognition sociale de façon différente : pour Emery et Amaral (2000) par exemple, elle se divise en l'aptitude à relever les signaux donnés par le regard, la prise de perspective, la tromperie, l'empathie et la théorie de l'esprit.

1.2. Les différents niveaux de la théorie de l'esprit

La théorie de l'esprit est donc un processus qui permet d'inférer sur les états mentaux d'autrui, ces états mentaux peuvent cependant être de nature cognitive ou affective. On peut alors distinguer différents niveaux.

Pour les états mentaux de nature cognitive, la maîtrise de la théorie de l'esprit peut se hiérarchiser en deux niveaux. Le premier niveau (1^{er} ordre) permet de se mettre à la place de l'autre (dire ce que X pense), le sujet doit être capable de dissocier ce que pense un personnage par rapport à ce que lui-même sait (annexe 1, a). Les tâches de 1^{er} ordre sont réussies vers 4 ans. Ce sont des tâches dites de fausses croyances car la croyance à inférer ne correspond pas à la réalité perçue par le sujet. L'épreuve de « Sally et Anne », deux petites marionnettes, en est un exemple célèbre (Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985), « Sally met sa bille dans son panier et sort se promener. Pendant ce temps, Anne prend la bille et la met dans la boîte. Sally revient sur les lieux et veut jouer avec sa bille ». On demande alors à l'enfant : « Où Sally va-t-elle chercher sa bille, dans le panier ou dans la boîte ? » Pour répondre, l'enfant doit comprendre et attribuer à la poupée Sally la fausse croyance selon laquelle la bille est dans le panier. C'est une fausse croyance, car elle est différente de l'état réel du monde (en réalité la bille est dans la boîte). La plupart des enfants de moins de 4 ans échouent à cette tâche de fausse croyance, ils répondent en fonction de la réalité du monde et non en fonction de ce que l'autre peut faussement croire. Une personne déficitaire au niveau de la théorie de l'esprit de premier ordre ne comprendra pas qu'il existe des états mentaux distincts de leurs propres connaissances.

Le second niveau (2^d ordre) permet de dire ce qu'une autre personne pense d'une tierce personne (dire ce que X croit qu'Y pense). Il explore la croyance à propos de ce que

l'autre croit et n'est acquis que plus tard, vers 6-7 ans. Les tâches de fausses croyances (annexe 1, b) sont aussi utilisées pour évaluer ce niveau de la théorie de l'esprit. Une illustration classique d'une croyance de second ordre est donnée par la situation suivante (Deneault & Morin cités par Nader-Grosbois, 2011) : pendant que Max est absent, Julie, sa sœur, cache dans le frigo le chocolat que son frère avait rangé dans l'armoire. À l'insu de Julie, Max est témoin de ce déplacement. Puis Max revient, on demande alors à l'enfant où il pense que Julie croit que Max va chercher l'objet. L'enfant sait que Max connaît le lieu réel de l'emplacement de l'objet (le frigo), mais il doit se mettre à la place de Julie (qui ne sait pas que Max connaît la vérité) et répondre que Julie pense que Max va chercher le chocolat dans l'armoire.

La maîtrise de la théorie de l'esprit permet aussi d'inférer sur des états mentaux affectifs. La tâche des « faux pas » (Stone, Baron-Cohen & Knight, 1998) permet d'évaluer ce versant. Il s'agit pour le sujet de détecter une maladresse sociale, par exemple une phrase blessante qu'un protagoniste de l'histoire lue aurait prononcée à l'égard d'un autre personnage. Le sujet doit détecter l'aspect non intentionnel du faux pas et, au niveau affectif, comprendre l'impact blessant de la maladresse. Selon Derouesné (2003), les tests dits de faux pas seraient réussis à l'âge de 9-11 ans.

1.3. Le développement de la théorie de l'esprit chez l'enfant

Pour que le développement de la théorie de l'esprit puisse s'engager, plusieurs précurseurs sont nécessaires. Ils se situent à deux niveaux : le niveau communicationnel et le niveau socio-affectif. Au niveau communicationnel, l'interaction avec l'environnement, et notamment les parents, est au cœur du processus d'acquisition du langage. En partageant des activités, en sélectionnant et renforçant les comportements les mieux adaptés à la situation de communication, en interprétant les productions verbales ou non, les parents vont façonner les conduites communicationnelles. En interagissant avec son entourage, l'enfant peut ainsi mettre en place un certain nombre de précurseurs de la communication, parmi lesquels le regard, l'attention conjointe, l'imitation. Les échanges de regards entre le bébé et son entourage sont importants pour initier l'attention conjointe, permettre l'imitation et ainsi entrer dans la communication.

L'attention conjointe se définit comme la capacité à partager un événement avec autrui, à attirer et à maintenir son attention vers un objet ou une personne dans le but d'obtenir une observation commune et conjointe. Elle s'accompagne donc d'échanges de regards et parfois de pointages. Cette capacité apparaît normalement vers 9 mois et se développe tout au long de la 2^e année. Elle joue un rôle important dans l'acquisition du langage. Elle serait aussi considérée comme un prérequis à l'émergence de la théorie de l'esprit (Tourette, Recordon, Barbe & Soares-Boucaud, 2000), avec une association commune aux habiletés langagières.

L'imitation et les habiletés à faire semblant sont soulignées par Nader-Grosbois (2011) comme ayant certainement un rôle dans la maîtrise de la théorie de l'esprit. L'imitation est un moyen privilégié d'apprentissage, et l'imitation symbolique permet de se détacher de l'aspect concret des échanges relationnels. La simulation permet aussi ce détachement par rapport à l'immédiateté et est une ouverture sur la compréhension des états mentaux. Nader-Grosbois postule un développement parallèle de la théorie de l'esprit et de l'habileté à faire semblant plutôt que l'idée de prérequis d'une fonction sur l'autre.

Des précurseurs plus socio-affectifs sont impliqués dans le développement de la théorie de l'esprit. Ainsi, la qualité de l'attachement pourrait être un facteur influençant ce développement. De même l'empathie, qui sera donc considérée ici comme le versant affectif de la compréhension de l'autre, est considérée par certains auteurs (Astington, 2003, cité par Nader-Grosbois, 2011) comme un précurseur à la théorie de l'esprit.

Le développement de la théorie de l'esprit se fait donc en lien avec ces différents facteurs. Les premières manifestations de la capacité à mentaliser apparaissent vers 18 mois (Labryère, 2007), notamment avec la capacité à faire semblant. En ce qui concerne la théorie de l'esprit telle que définie précédemment, nous avons vu que la compréhension du premier ordre de la théorie serait acquise vers 3-4 ans, le second ordre vers 6-7 ans, et la détection des faux pas ne se ferait que plus tard entre 9 et 11 ans (Lechevalier, Eustache & Viader, 2008).

1.4. Les bases anatomiques

Le réseau sous-tendant la théorie de l'esprit est composé de différentes régions corticales. Le cortex préfrontal a été le premier montré comme étant impliqué dans la compréhension

de la notion d'« esprit » s'opposant à la notion « corps » (Baron-Cohen & al., 1999), en particulier le cortex orbito-frontal (aire 11 de Brodmann) dont des lésions engendrent des déficits subtils en ToM. Toujours au niveau du cortex préfrontal médian, l'aire 8 de Brodmann et le cortex cingulaire antérieure (annexe 2) s'activent à la lecture d'une histoire faisant intervenir la théorie de l'esprit ou lorsqu'un sujet doit déterminer l'état mental d'un autre sujet (Le Gall, Besnard, Havet, Pinon & Allain, 2009). La région préfrontale s'active lorsque le sujet est plongé dans ses pensées (Frith, 2010), ou lorsque quelqu'un s'adresse à lui. Une étude de cas suivant un enfant souffrant d'une lésion frontale gauche acquise (Williams & Mateer, 1992) montre des changements de comportement. Cet enfant éprouvait notamment des difficultés dans les interactions sociales et leur compréhension, dans la compréhension des métaphores avec une tendance à interpréter de façon littérale. Vuadens (2005, cité par Duval, Desgranges, Eustache & Piolino, 2009), qui a fait une revue de la littérature sur les bases anatomiques de la théorie de l'esprit, ajoute que si cette région préfrontale semble être centrale dans le traitement de la théorie de l'esprit, d'autres régions s'activent. Ainsi, des tâches de mentalisation ont montré aussi une activité des pôles temporaux, surtout du côté gauche, du sillon temporal supérieur et de l'amygdale. Les amygdales (Brosch & Sander, 2012 ; Le Gall & al., 2009) jouent un rôle dans le décodage des signes sociaux tels que le regard, la reconnaissance émotionnelle et les mouvements du corps. Les pôles temporaux joueraient un rôle dans l'accès aux connaissances sociales. Frith (2010) indique aussi trois régions systématiquement activées lors de la prise en compte de l'état mental d'autrui : le cortex préfrontal médian, le sillon temporal supérieur postérieur et le lobe temporal à proximité de l'amygdale. Sabbagh (2004) évoque un fonctionnement anormal du circuit orbito-frontal/médio-temporal qui induirait le développement anormal de la cognition sociale des individus avec autisme.

II. Les fonctions exécutives

2.1. Définition et modèles théoriques

Les fonctions exécutives peuvent être définies comme un ensemble de processus cognitifs supérieurs impliqués dans la réalisation d'un comportement moteur ou d'un

raisonnement, dirigé vers un but. Elles permettent l'adaptation à des situations nouvelles et peuvent être envisagées comme des fonctions transversales qui administrent et supervisent les autres fonctions cognitives (Lechevalier & al., 2008).

* *Modèles neuroanatomiques*

Les premiers modèles s'appuient sur la neuroanatomie. La question du rôle fonctionnel des lobes frontaux est historiquement ouverte par Harlow en 1968 (Seron, 2009) qui décrit le cas de Phineas Gage. Le lobe frontal de Phineas Gage, contremaître efficace et consciencieux, se voit accidentellement transpercé par une barre d'acier. Harlow décrit alors le changement qui s'ensuit chez son patient, changement qui toucha en particulier la personnalité de Gage. Il devint en effet d'humeur changeante, irresponsable, et incapable de s'engager dans une tâche exigeant une planification d'actions. S'ensuit une série d'approches neuroanatomiques, jusqu'à l'introduction du concept de fonctions exécutives. Ce terme a été introduit par Luria en 1973 (cité par Lechevalier & al., 2008) sous lequel il regroupa un ensemble d'activités cognitives complexes impliquées dans le contrôle et la mise en œuvre des actions. Luria postule une conception tripartite du cerveau : une région médiobasale qui maintiendrait l'activité tonique et contrôlerait l'attention sélective et la mémorisation, une région postérieure responsable du traitement de l'information, et une région antérieure assurant planification, anticipation et contrôle. Pour Luria, cette zone correspondant aux lobes frontaux, et en particulier au cortex préfrontal, constitue le substrat anatomique des fonctions exécutives. Luria propose ensuite une division des fonctions régulatrices des lobes frontaux dans les situations de résolution de problèmes. Il distingue quatre étapes que l'individu doit traverser dans ce type de situations : l'analyse des données et formulation d'un but, l'élaboration d'un plan d'action impliquant l'anticipation des buts à atteindre ou planification, la réalisation du plan ou exécution, et la vérification du résultat obtenu.

* *Modèles cognitifs*

Godefroy, Jeannerod, Allain et Le Gall (2008) ont précisé le concept de Luria en redéfinissant les quatre phases intervenant dans le déroulement d'une action et d'un comportement finalisé. La volition correspond à la prise d'initiative c'est-à-dire la formulation d'un objectif à atteindre. La volition est suivie de la planification qui correspond à la détermination des étapes nécessaires à l'atteinte du but et l'organisation

séquentielle de ces étapes. Puis, on retrouve la mise en œuvre pratique du plan d'action et enfin le rétrocontrôle qui vérifie l'efficacité de l'acte.

D'autres modèles cognitifs tentent de rendre compte de la complexité des fonctions exécutives. Shallice et Norman (Norman & Shallice, 1986 ; Shallice, 1982, cités par Lechevalier & al., 2008) proposent un modèle du contrôle attentionnel de l'action. Ce modèle postule d'une part une distinction entre processus automatiques et contrôlés, et d'autre part un traitement hiérarchique des activités mentales organisées en trois niveaux de contrôle attentionnel. Le premier est un répertoire de schémas d'actions et concerne les procédures automatisées. Ces schémas sont déclenchés de façon automatique lors de situations routinières qui ne demandent qu'un contrôle attentionnel minimal (p. ex. : conduite automobile expérimentée). Le second niveau de contrôle est le gestionnaire des conflits — ou gestionnaire des priorités de déroulement — et il intervient dans les activités familières (p. ex. : choisir entre le savon ou le dentifrice pour se laver les mains). Lors d'un conflit entre plusieurs routines, il assure la coordination des schémas les plus pertinents en fonction du but poursuivi. Le gestionnaire de conflit est un processus semi-automatique. Enfin, le Système Attentionnel Superviseur (SAS) est recruté lorsqu'une activité nouvelle ou complexe nécessite l'élaboration de stratégies. Ce troisième niveau implique un contrôle volontaire, il intervient dans les situations non automatisées puisqu'il a pour fonction de produire une réponse à la nouveauté qui est planifiée plutôt qu'automatique ou impulsive. Shallice classe ces situations en cinq catégories : les situations impliquant la planification ou prise de décision ; celles impliquant les corrections d'erreurs ; les situations nouvelles impliquant les nouveaux apprentissages ; les situations dangereuses et les situations impliquant l'inhibition d'un schéma non adapté. Plus récemment, Burgess (2000, cité par Lechevalier & al., 2008) a étendu l'intervention du SAS aux situations de tâches multiples avec, par exemple, des situations dans lesquelles plusieurs tâches doivent être effectuées, ou dans lesquelles une tâche est scindée par des coupures temporelles. Comme le modèle de Shallice, le modèle proposé par Baddeley décrivant la mémoire de travail (Baddeley & Hitch, 1974, cités par Lechevalier & al., 2008) comprend un régisseur central dont dépendent plusieurs sous-processus. Le modèle initial proposé par Baddeley et ses collaborateurs est formé de trois composantes : l'administrateur central qui correspond au régisseur, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial qui sont les systèmes-esclaves. L'administrateur

central coordonne les opérations des deux autres sous-unités du modèle. La boucle phonologique retient temporairement l'information verbale tandis que le calepin visuo-spatial vise l'information visuo-spatiale. Lorsque la quantité d'informations à maintenir en mémoire excède la capacité de ces systèmes dits esclaves, l'administrateur central intervient dans la résolution du problème. Une quatrième fonction est ajoutée plus récemment par Baddeley (2000) : la mémoire tampon épisodique, qui agit comme médiateur entre les autres modules et la mémoire à long terme. Baddeley attribue quatre tâches distinctes à l'administrateur central : la capacité à effectuer deux tâches simultanément (double tâche), la capacité à alterner entre différentes stratégies (flexibilité), la capacité à porter une attention sélective à un stimulus et à inhiber les perturbations causées par les autres stimuli de l'environnement (attention sélective, inhibition), et la capacité à récupérer et manipuler l'information en mémoire à long terme.

Les études actuelles (Miyake & al., 2000) portent plus sur la problématique de la fragmentation fonctionnelle et neuroanatomique du fonctionnement exécutif. Miyake et ses collaborateurs proposent un modèle qui suppose une décomposition en sous-systèmes partiellement autonomes. Ce *modèle à composantes multiples* propose que le système exécutif se divise en plusieurs fonctions exécutives, toutes utilisées pour l'accomplissement d'une action dirigée vers un but, mais indépendamment mesurables. Miyake et al. (2000) se sont proposés d'éclaircir le débat sur l'unicité ou la diversité des fonctions de l'administrateur central de Baddeley. Ils ont isolé trois fonctions exécutives spécifiques grâce à une analyse de régression : la flexibilité (permettant le passage volontaire d'un processus cognitif à un autre), la mise à jour (permettant la modification du contenu de la mémoire de travail en fonction d'entrées nouvelles) et l'inhibition (permettant d'écarter les informations non pertinentes). Ces trois fonctions seraient indépendantes mais corrélées entre elles. Fisk et Sharp (2004, cités par Huizinga, Dolan & Van der Molen, 2006) ont aussi tenté de fractionner le domaine des fonctions exécutives en plusieurs fonctions interdépendantes et mesurables isolément. Ils retrouvent les trois fonctions de Miyake plus une : l'efficacité d'accès à la mémoire à long terme. En 2007, Verdejo-Garcia et Pérez-Garcia retrouvent aussi les trois mêmes facteurs et une quatrième fonction exécutive différente de celle de Fisk : la capacité de prise de décision. Un des plus anciens modèles à composantes multiples est le modèle de Stuss et Benson (1986, cité par Packwood, 2011), qui propose cinq classes de fonctions exécutives :

l'anticipation, la sélection du but, la planification, le contrôle et l'utilisation de la rétroaction. Selon ces auteurs, chacune des cinq classes représente une fonction indépendante et mesurable.

* *Modèles à composante principale*

Ces modèles postulent que les fonctions exécutives reposent sur une composante commune et centrale. Pour Kimberg et Farah (1993, cité par Packwood, 2011), c'est la mémoire de travail qui est au cœur du fonctionnement exécutif, ils postulent que l'ensemble des déficits exécutifs peut s'expliquer par un affaiblissement de celle-ci. Pour d'autres (Frias, Dixon & Strauss, 2009), les fonctions exécutives s'appuient aussi sur un facteur commun, mais celui-ci serait l'intelligence fluide.

* *Modèles à système unique*

Les modèles à système unique conçoivent les fonctions exécutives comme étant gouvernées par un seul système ou une seule structure cérébrale. Pribram (1960, cité par Lechevalier & al., 2008) propose par exemple le système TOTE — Test-Operate-Test-Exit system — qu'il divise en deux propriétés : la planification et l'exécution.

* *Modèles incluant l'aspect émotionnel*

D'autres approches théoriques ont tenté de tenir compte de l'aspect motivationnel et émotionnel dans le fonctionnement exécutif. Ainsi Damasio (Bechara & Damasio, 2005) renoue avec les observations anciennes citées précédemment à propos de Phineas Gage, et propose un cadre théorique nouveau pour l'interprétation des lésions frontales. Il avance la théorie des marqueurs somatiques, selon laquelle l'individu prend ses décisions en fonction de sa propre expérience passée et des conséquences positives et négatives qui ont généré des états internes particuliers. Il s'appuie sur le fait que les lobes frontaux, notamment leur région ventro-médiane, sont connectés aux structures limbiques liées aux émotions. Ce modèle fait le lien entre les variables motivationnelles et les conduites orientées vers un but. Enfin Zelazo et Müller (2013) distinguent les formes cognitives « froides » des fonctions exécutives, qui sont utilisées dans des situations purement intellectuelles, et leurs formes plus « chaudes », émotionnelles, qui jouent un rôle clé dans les situations ayant une composante motivationnelle.

2.2. Les principales composantes

Notre travail s'appuiera sur les modèles à composantes multiples où le système exécutif est scindé en plusieurs fonctions exécutives. La décomposition proposée par Sergeant (2005, p. 1249) reprend un ensemble pertinent de fonctions : « *Executive function — defined as the cognitive process needed to attain a future goal — includes response inhibition, working memory, cognitive flexibility (set shifting), planning, and fluency.* ». Donc aux trois principales composantes proposées par Miyake, l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité, nous ajouterons la planification et la fluence.

* *L'inhibition*

Comme vu précédemment, l'inhibition est une des six situations non automatisées où doit intervenir le SAS proposé par Shallice. Elle fait référence à la capacité de retenir de façon délibérée une réponse prépondérante et au contrôle de l'interférence. Une inhibition non intentionnelle, comme le fait de centrer son attention sur une cible en ignorant les stimuli non pertinents, concerne plus le concept d'attention sélective, par exemple dans une tâche de recherche visuelle de cibles parmi des détracteurs (Friedman & Miyake, 2004). Le modèle de Barkley (1997) divise cette fonction exécutive en sous-unités. La première correspond à l'inhibition d'une réponse dominante, la deuxième permet de stopper ou retarder une réponse en cours, la troisième et dernière est la capacité à limiter l'interférence ou la distractibilité durant un stade de traitement précoce. Harnishfeger (1995, cité par Lechevalier & al., 2008), quant à lui, propose de définir l'inhibition selon deux axes. Le premier distingue l'inhibition volontaire (un stimulus proche de la cible, par exemple) de l'automatique (des pensées parasites, par exemple). Le second axe permet de déterminer si l'inhibition est mobilisée à un niveau comportemental (inhibition d'une réponse motrice ou contrôle des impulsions) ou à un niveau cognitif (intervenant dans les processus mentaux). Le niveau comportemental correspondrait à une fonction exécutive dite « chaude », le niveau cognitif serait la forme « froide » de l'inhibition. Enfin Nigg (2000, cité par Lechevalier & al., 2008) propose quatre types d'inhibition : le premier intervient lorsque plusieurs réponses entrent en compétition. Le deuxième permet de supprimer les informations non pertinentes en mémoire de travail. Le troisième correspond à l'inhibition comportementale (retenir une action), et le dernier est l'inhibition oculomotrice et implique la suppression des saccades oculaires. Miyake et al.

(2000) proposent une composante principale : l'inhibition d'une réponse interférente (activation automatique de représentations non pertinentes).

* *La flexibilité*

La flexibilité mentale (« shifting ») correspond à la capacité d'alterner dynamiquement entre différentes tâches, opérations ou registres mentaux. Elle permet d'adapter sa stratégie de réponse en cours de tâche. Par exemple, un élève doit faire preuve de flexibilité lorsqu'alternent additions et soustractions dans son devoir de calcul. Un défaut de flexibilité amènera à une persévération dans la réponse alors que la tâche nécessite un changement de stratégie. Par exemple, l'élève continuera à effectuer des additions alors que des soustractions sont demandées (Noël, 2007). La flexibilité peut être spontanée (fluence), réactive (test de déduction des règles de classement) avec par exemple le maintien d'une alternance fixée au préalable (test Trail Making Test², Reitan, 1958). Deux théories tentent d'expliquer les déficits de flexibilité retrouvés chez les jeunes enfants. Zelazo, Muller, Frye et Marcovitch (2003), dans leur modèle du contrôle et de la complexité cognitive, postulent l'existence d'un système de niveaux dans l'utilisation de règles, celui-ci serait dépendant de l'âge. En effet, en fonction de son âge, l'enfant sera ou non capable de se représenter la structure hiérarchique de la consigne, et de distinguer les différentes règles au sein de cette subdivision. Cette représentation permet l'alternance entre ces différentes règles, et donc la flexibilité mentale. La théorie de l'inertie attentionnelle de Kirkham, Cruess et Diamond (2003) suppose un déficit d'inhibition chez les jeunes enfants qui les empêcherait de rompre leur focus attentionnel sur la dimension de classement initial, et interdirait donc la flexibilité.

* *La planification*

Pour Pribram (1960, cité par Lechevalier & al., 2008), la planification est une des deux principales propriétés du système TOTE cité précédemment. Elle concerne la planification de la tâche à accomplir ainsi que l'ordre dans lequel les opérations doivent être effectuées. Planifier une tâche signifie organiser une série d'actions en une séquence optimale visant à atteindre le but fixé. Pour réussir à atteindre un but complexe, comme la réussite à un examen ou la préparation d'un repas pour de nombreux invités, il est

²*Trail Making Test* : ou *TMT*, le sujet doit relier des chiffres et des lettres en alternance.

nécessaire d'établir un plan d'action. Celui-ci doit tenir compte de plusieurs paramètres comme l'ordre des actions ou le temps nécessaire pour chaque action. Phineas Gage illustre, à ses dépens, la planification par un déficit majeur dans ce domaine suite à une atteinte dramatique au cortex préfrontal. Il devint incapable de programmer ses actions ou de faire des choix judicieux pour son avenir (Damasio, 1995). Duncan, en 1995 (cité par Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2001), scinde la planification en trois composantes : l'identification du but et la précision des buts intermédiaires, l'anticipation des conséquences des actions, et l'organisation des différentes actions. Dans le modèle de Shallice, le Système Attentionnel Superviseur est recruté lors de situations nouvelles, et notamment celles impliquant la planification ou la prise de décisions. Il permet de choisir une stratégie et de planifier une série d'actions de façon volontaire. La planification n'est plus reprise en tant qu'unité du fonctionnement exécutif dans les modèles à composantes multiples récents tel que celui de Miyake. Les tâches mesurant la planification sont, pour ces auteurs, multifactorielles et impliquent autant la mémoire de travail, l'inhibition ou les stratégies.

* *La mémoire de travail*

La mémoire de travail permet le maintien de l'information de manière temporaire, le temps de traiter d'autres informations. Rappelons que pour Baddeley (2000), elle comprend quatre composantes majeures : l'administrateur central, les deux systèmes asservis, l'un servant au maintien des représentations visuo-spatiales, l'autre au maintien des représentations verbales sous un format phonologique. Enfin le buffer épisodique qui permet le lien avec la mémoire à long terme. Telle que vue par Miyake et al. (2000), elle concerne la mise à jour, c'est-à-dire la capacité à rafraîchir le contenu de sa mémoire de travail en tenant compte des informations nouvelles qui lui sont transmises. Par exemple, un barman enregistrant une commande, un client change finalement son choix, le barman doit réactualiser sa liste de boissons mémorisées.

2.3. Le développement des fonctions exécutives

Le développement des fonctions exécutives est long, complexe et asynchrone. Il dépend du type de fonctions exécutives et s'étale de la première année jusqu'à la fin de l'adolescence. Cette évolution est parallèle au développement cérébral, et notamment au développement du lobe frontal qui est plus ou moins progressif jusqu'à la fin de

l'adolescence, avec une certaine hétérochronicité (Knapp et Morton, 2013). Ainsi on retrouve trois périodes de développement accélérées du cortex frontal : entre 0 et 2 ans, 7 et 9 ans, et 16 et 19 ans. Le rythme du développement des fonctions exécutives dépend donc du développement des structures cérébrales impliquées et est variable en fonction de la fonction cognitive considérée. De plus, les cortex frontal et pariétal ne sont correctement interconnectés qu'à partir de la fin de l'adolescence, et le fonctionnement exécutif atteint aussi sa maturité à cette période. Ceci peut s'expliquer par le fait que les FE reposent en grande partie sur ces régions et sur leurs capacités à travailler ensemble (Knapp et Morton, 2013). Zelazo distingue deux périodes marquées par des changements rapides au niveau des FE (Zelazo, 2013) : les premières années préscolaires et la période de transition vers l'adolescence.

En ce qui concerne l'inhibition, elle se développe rapidement entre 3 et 5 ans (Best, Miller & Jones, 2009] pour continuer ensuite à se développer jusqu'à l'adolescence. Plusieurs facteurs sont impliqués dans le développement de cette fonction : les facteurs sociaux influencent les performances en inhibition avec, par exemple, une régression au début de l'adolescence (Best & Miller, 2010). Il est à noter qu'il existe des variations quant à l'âge d'acquisition en fonction du type d'inhibition mesurée (contrôle de l'interférence, inhibition cognitive ou inhibition motrice) et en fonction des tests utilisés pour les mesurer (Best & al., 2009). Mais les périodes de 3 ans et 5-6 ans semblent correspondre à des améliorations rapides pour tous les domaines de l'inhibition avec un âge de maturité variable selon le type d'inhibition. L'inhibition cognitive mesurée par une épreuve de type Go-No go³, où l'on demande à l'enfant de réagir à un type de stimulus mais pas à un autre, atteint par exemple sa maturité à 9 ans, vers 8 ans lorsque mesurée par le Stroop⁴ (Albaret & Migliore, 1999) et l'inhibition motrice mesurée par l'épreuve Cogner-frapper⁵ (Korkman, Kirk & Kemp, 2003) vers 7 ans (Roy, 2007).

Concernant la flexibilité, on retrouve un parcours de développement plus linéaire. La flexibilité cognitive est possible vers 3 ans où l'enfant est capable de déplacer son

³*Go-NoGo* : dans les épreuves type « Go-NoGo », le sujet doit réagir à un type de stimulus mais pas à un autre.

⁴*stroop* : tâche d'inhibition de réponse verbale automatique (lecture automatique des mots au lieu de leur couleur).

⁵*cogner-frapper* : le sujet doit faire des gestes inverses à ce que l'examineur fait.

attention d'une dimension catégorielle à une autre (Zelazo, Müller, Frye & Marcovitch, 2003), mais c'est vers 4 ans qu'ils peuvent s'adapter à une nouvelle consigne de classement catégoriel. Le développement est progressif et les enfants sont capables d'effectuer des tâches de flexibilité de plus en plus complexes. Par exemple, la réussite aux tests de fluences verbales et graphiques, mesurant la flexibilité spontanée, atteint sa maturité vers 11 ans, le Trail Making Test vers 8 ans pour la flexibilité avec alternance prédéfinie, et le Wisconsin Card Sorting Test ⁶(Heaton, Chelune, Talley, Kay & Curtiss, 2002) vers 10 ans pour la flexibilité réactive (Roy, 2007).

Les habiletés en planification se développent dès la première année de vie avec par exemple l'acquisition de comportements dirigés vers un but tel qu'une tâche de recherche d'objets (Labruyère, 2007). Le développement se poursuit ensuite de façon prolongée avec une amélioration des performances progressive et constante jusqu'à la fin de l'adolescence (Best & al., 2009).

Concernant la mémoire de travail, très rapidement, vers 6 mois, les enfants peuvent garder une représentation en mémoire à court terme (Garon, Bryson & Smith, 2008). Vers 2 ans, les enfants réussissent les épreuves de mise à jour ; vers 3 ans, les empan en ordre inverse. Puis les performances de rétention et manipulation s'améliorent et la mémoire de travail progresse entre 4 et 14 ans, avec une stabilisation à 14 ans (Best & Miller, 2010). Toutefois, les différentes composantes de la mémoire de travail seraient déjà bien développées à 6 ans.

En résumé, l'ensemble des FE émerge dès les premières années de vie et leur développement se prolonge jusqu'à la fin de l'adolescence. Mais toutes les FE ne se développent pas au même rythme. Par exemple, si elles se développent dans l'ensemble progressivement, l'inhibition a un pic de développement entre 3 et 5 ans. L'émergence de la flexibilité est quant à elle un peu plus tardive. La variabilité de ces trajectoires de développement des FE appuie le modèle plurifactoriel de Miyake et al. (2000). D'autres facteurs, génétiques et environnementaux, sont aussi impliqués dans la production des

⁶*Wisconsin Card Sorting Test* : le sujet doit classer des cartes en fonction d'un critère à découvrir, l'examineur change le critère au cours de l'épreuve.

divers phénotypes de FE (Zelazo, 2013), sans qu'il ne soit aujourd'hui possible de mesurer l'impact précis de l'un ou l'autre de ces facteurs. Certains facteurs sont, cependant, connus pour influencer le développement des FE tels que la métacognition avec prise en compte des feedback (Best & Miller, 2010).

2.4. Les bases anatomiques

Les fonctions exécutives sont historiquement associées aux lobes frontaux. Or le fonctionnement exécutif ne dépendrait pas uniquement du cortex préfrontal mais d'un réseau cérébral beaucoup plus large impliquant aussi les zones plus postérieures (Colette, Hugges, Salmon & Van Der Linden, 2006, cités par Monette, 2012).

Le cortex préfrontal reste primordial pour la maîtrise des diverses fonctions exécutives. Il est interconnecté avec de nombreuses autres structures corticales et sous-corticales, ce qui en fait une structure intégratrice (Noël, 2007). Il est en contact avec le cortex sensoriel associatif (messages environnementaux) et le système limbique (messages internes). Il est aussi relié aux aires impliquées dans la mémorisation (notamment le thalamus), et dans le contrôle moteur (striatum, cortex prémoteur). En ce qui concerne le fonctionnement exécutif, il est impliqué pour toutes les FE : l'inhibition (Nee, Jonides & Berman, 2007), la flexibilité (Best & al., 2009), la planification (Wager & Smith, 2004), et la mémoire de travail (Wager, Jonides & Reading, 2003). Le cortex cingulaire est activé par des tâches d'inhibition (Nee & al., 2007) et de mémoire de travail (Wager et Smith, 2004). Le cortex pariétal est impliqué dans le contrôle inhibiteur (Nee & al., 2007), la flexibilité (Monette, 2012) et la mémoire de travail (Wager et Smith, 2004). Les cortex occipital et pariétal semblent aussi impliqués, notamment dans des tâches de flexibilité (Best & al., 2009 ; Wager & al., 2003).

L'implication de nombreuses aires semble donc évidente, ceci est en lien avec la variabilité des fonctions exécutives et leur complexité avec implication de plusieurs sous-processus.

III. Liens entre Théorie de l'Esprit et Fonctions Exécutives

Des liens entre la ToM et les fonctions exécutives ont été retrouvés parmi plusieurs populations présentant un double déficit. Ainsi, une non-maîtrise de la ToM associée à un syndrome dysexécutif sont souvent retrouvés dans le cas de la schizophrénie (Pickup, 2008), de l'autisme (Ozonoff & Jensen, 1999), de lésions frontales (Rowe, Bullock, Polkey & Morris, 2001), de lésions hémisphériques droites (Champagne-Lavau & Joannette, 2009), ou chez des patients dysexécutifs (Le Gall & al., 2009).

De nombreuses études, concernant plus particulièrement les enfants d'âge préscolaire, s'intéressent à ce lien. C'est en effet à cette période que les fonctions exécutives et la ToM sont en émergence. Ainsi, les habiletés à comprendre les fausses croyances — ToM de 1^{er} ordre — émergent parallèlement à l'aptitude à planifier et exécuter un comportement dirigé vers un but (FE). Cette période clé est ainsi investiguée pour comprendre le lien entre les FE et la ToM : sont-elles dépendantes l'une de l'autre ou indépendantes ? Si elles sont dépendantes, une fonction est-elle précurseur de l'autre, ou encore y-a-t-il un facteur commun à ces deux grands processus ?

La ToM est retrouvée associée aux FE (Russel, Saltmarsh & Hill, 1999), en particulier à la flexibilité, à l'inhibition et à la mémoire de travail, moins à la planification. Carlson, Moses et Claxton (2004) rapportent que le contrôle de l'inhibition est fortement lié à la ToM. Chez des enfants avec un syndrome d'alcoolisation fœtale, Rasmussen, Wuper et Talwar (2009) montrent aussi que l'inhibition est positivement corrélée aux compétences en ToM. Carlson, Moses et Claxton (2002) ont également examiné la potentielle contribution de la planification et de la mémoire de travail dans la maîtrise de la ToM, ils ne retrouvent pas de corrélation chez les enfants de 3-4 ans. Gordon et Olson (1998) ainsi que d'autres auteurs (Cfr. Nader-Grosbois, 2011) obtiennent une relation modérée entre la ToM et la mémoire de travail. Welch-Ross et Miller (2000, cités par Nader-Grosbois, 2011) estiment que la maîtrise de la ToM est associée à l'attention sélective chez les enfants d'âge préscolaire mais cette implication de l'attention sélective reste à investiguer pour d'autres populations. Hughes et Ensor (2005, cités par Nader-Grosbois, 2011) retrouvent la ToM corrélée à la mémoire de travail, l'inhibition et la planification chez les enfants de 24 mois. Chez les plus jeunes (18 mois), Poulin-Dubois et Yott (2014) retrouvent une association entre le contrôle inhibiteur et la maîtrise des fausses croyances.

La ToM a donc été retrouvée associée au moins une fois à chacune des fonctions exécutives (planification, flexibilité, inhibition, mémoire de travail) et à l'attention sélective.

Plusieurs positions se dégagent de la littérature quant aux liens entre les fonctions exécutives et la ToM, sans que le débat soit encore tranché.

* *FE comme prérequis à la ToM*

Une première théorie stipule que le contrôle exécutif serait nécessaire à l'acquisition de la ToM. Russell et al. (1999), concernant l'émergence de la ToM, propose que les enfants doivent atteindre un certain niveau de compétence exécutive avant de pouvoir même commencer à construire des concepts complexes de la vie mentale. Russel propose que le lien entre ToM et FE serait dû au fait que la ToM requiert un contrôle exécutif avec inhibition de ses connaissances pour se mettre à la place du personnage, il faut aussi garder en esprit les informations initiales. Plusieurs études (Carlson & al., 2004 ; Hughes, Dunn & White, 1998 ; Pellicano, 2007) concluent dans le sens de cette hypothèse en montrant l'implication des FE dans la ToM. L'inhibition est plus particulièrement centrale dans le cadre de cette théorie. En effet, la capacité à se désengager et à inhiber une information saillante — comme l'état réel de la situation — est nécessaire afin de prendre en considération une information moins saillante, comme la croyance d'une autre personne.

Carlson et al. (2002 ; 2004) ont étudié le lien entre les FE et la ToM chez les enfants d'âge préscolaire (entre 3 et 5 ans). Ils postulent que l'inhibition est au cœur de la relation entre FE et ToM, avec une participation moindre de la mémoire de travail. L'inhibition permet de supprimer les perspectives inadéquates, et la mémoire de travail de garder en mémoire les multiples perspectives. La planification est donc marginale pour cette problématique. Elle se développe pourtant en même temps que la ToM et on peut supposer que le fait de prévoir des séquences d'actions (Pellicano, 2007) pour un évènement futur puisse être une propriété clé pour le développement de la ToM. Hughes et al. (1998) retrouvent une corrélation entre les résultats au test de la Tour de Londres ⁷et aux tests mesurant la ToM

⁷Test de la *Tour de Londres* : (Shallice, 1982) ce test consiste à planifier les déplacements de trois boules sur trois tiges afin d'obtenir la disposition souhaitée.

chez des enfants d'âge préscolaire. Carlson minimise cette implication de la planification, argumentant que les tests de planification font aussi appel à l'inhibition d'une réponse prépondérante. Müller, Zelazo et Imrisek (2005) montrent que les performances au test DCCS (Dimensional Change Card Sort- adaptation Wisconsin) prédisent les performances dans les fausses croyances. Hughes et Russell (1993) postulent que les tests de fausses croyances sont basés sur une composante exécutive : l'inhibition de la réponse automatique, c'est-à-dire celle qui correspond à la réalité. Dans les tests de fausses croyances, la préoccupation pour la localisation réelle de l'objet serait prépondérante par rapport à la préoccupation concernant les croyances des personnages impliqués. Appuyant cette théorie, Zaitchik (1991, cité par Perner, Kain & Barchfeld, 2002) a montré que les enfants font moins d'erreurs aux tests de fausses croyances (1^{er} ordre) si la cible est invisible par rapport aux tests avec cibles visibles : le détachement par rapport à la réalité améliore les résultats. Plus tard, Russell et al. (1999) complètent leur théorie en proposant les FE comme ingrédients indispensables à l'acquisition de la conscience de soi, celle-ci étant nécessaire à la mise en place de la compréhension des concepts mentaux. Pour Moses (2001, cité par Wellman, Cross & Watson, 2001), les FE seraient impliquées dans le développement de la ToM, mais une fois formée et opérationnelle, cette dernière deviendrait indépendante des FE.

* *La ToM comme prérequis aux FE*

Perner (Perner & Lang, 1999) prend une position inverse par rapport à Russell (Russell & al., 1999). Il propose que la méta-représentation (compréhension des représentations en tant que représentations) requise pour la compréhension de la ToM serait un prérequis au contrôle exécutif. Pour atteindre le contrôle exécutif, il faut pouvoir se représenter les actions et imaginer qu'elles aient un but, cette connaissance de l'intention serait première pour Perner. Ainsi, pour lui, la planification requiert une représentation de ses propres intentions, l'inhibition et la flexibilité requièrent une représentation de sa propre connaissance sur les actes habituels.

Ces deux courants théoriques s'opposent donc sur la fonction qui serait un prérequis à l'autre. Russell met la maîtrise des FE en position première : elle serait indispensable pour comprendre la pensée des autres. À l'inverse, Perner postule que la maîtrise de la ToM

serait un prérequis au contrôle exécutif. Dans le premier cas (Russell), un déficit en FE aurait automatiquement pour conséquence un déficit en ToM (profil impossible⁸ : FE-/ToM+). Dans le deuxième cas (Perner), un déficit en ToM serait automatiquement accompagné d'un fonctionnement exécutif problématique (profil FE+/ToM- impossible).

* *ToM et FE indépendantes*

D'autres auteurs (Fine, Lumsden & Blair, 2001 ; Gallagher & Frith, 2003 ; Le Gall & al., 2009 ; Pickup, 2008 ; Rowe & al., 2001), en analysant les profils déficitaires dans ces fonctions, avancent plutôt l'hypothèse d'une indépendance fonctionnelle. Le Gall et al. (2009) obtiennent, sur 60 patients dysexécutifs adultes, 13 profils FE-/ToM- et 47 FE-/ToM+, ce qui indique que les FE ne sont pas indispensables à la maîtrise de la ToM et va donc à l'encontre de l'hypothèse de Russell (notons que ces patients ont un syndrome dysexécutif acquis). Les auteurs concluent à une autonomie fonctionnelle de la ToM. Pickup (2008) conclut aussi à l'indépendance de ces 2 fonctions dans le cas de la schizophrénie. La maîtrise de la ToM, ainsi que celle des FE (notamment au test de la Tour de Londres et de Wisconsin), sont très souvent affectées chez les patients schizophrènes. Mais seule la ToM prédit la probabilité de développer une schizophrénie. Pour l'auteur, la ToM et les FE sont indépendantes même si toutes les deux sont touchées dans la schizophrénie. Gregory et al. (2002) retrouvent aussi un profil ToM -/FE+ chez un patient souffrant d'une démence fronto-temporale. Ces dissociations vont dans le sens de l'hypothèse de l'implication de régions cérébrales séparées. Pour Gallagher et Frith (2003), trois aires sont impliquées dans la maîtrise de la ToM : le cortex paracingulaire antérieur, le sillon temporal supérieur et les pôles temporaux ; alors que le test Wisconsin active plutôt le cortex préfrontal dorsolatéral. Toutes ces régions cérébrales ont été retrouvées comme présentant des anomalies dans le cadre de la schizophrénie, ce qui peut expliquer le lien entre les déficits en ToM et FE. Rowe et al. (2001) retrouvent aussi des déficits dans les deux domaines chez 31 patients avec lésions unilatérales (soit à droite, soit à gauche) aux lobes frontaux. Des corrélations entre ToM et FE sont retrouvées seulement si les lésions sont à gauche et les analyses de covariance montrent une indépendance entre ToM et FE. Ils en concluent que cette indépendance s'explique par

⁸Profils : un profil FE déficitaires associé à une ToM préservée s'écrira : FE-/ToM+
Un profil FE préservées associé à une ToM déficitaire s'écrira : FE+/ToM-, etc.

des structures cérébrales différentes pour ces deux fonctions, mais se situant dans les lobes frontaux.

Fine et al. (2001), suite à une étude de cas sur un patient, B.M., avec lésion précoce ou congénitale de l'amygdale gauche, concluent que la ToM est indépendante des FE. En effet, ce patient présente un grave déficit dans la maîtrise de la ToM, tout en gardant un fonctionnement exécutif parfaitement préservé. Ce profil FE+/ToM- va à l'encontre de l'hypothèse de Perner qui postule que la ToM est un prérequis aux FE. Pour les auteurs, le système neurocognitif responsable de la ToM est donc séparable des FE. Un autre de leur patient présentait une dissociation opposée : FE-/ToM+ qui s'oppose à la théorie de Russell (FE prérequis à ToM). Les auteurs avancent l'hypothèse d'une localisation cérébrale différente, avec soubassements cognitifs différents. Selon eux, s'il y a une corrélation entre ToM et FE, cela peut seulement s'expliquer par une proximité anatomique. Le cas de B.M. est particulièrement intéressant, car il correspond à un déficit en ToM pur, non associé à un déficit en FE.

* *ToM et FE interdépendantes*

✓ Composantes communes des tests

Une autre théorie (Frye, Zelazo & Palfai, 1995) postule que la ToM n'est pas un système spécifique en soi, mais repose sur un système de règles plus générales : « if-if-then ». Pour ces auteurs, tant les tests mesurant la ToM que ceux mesurant les FE sont basés sur ces règles. C'est cette composante commune qui expliquerait le lien. Pour Russell, c'est l'inhibition qui est centrale dans l'acquisition de la ToM. On peut aussi interpréter cela comme l'implication de l'inhibition de la réponse prépondérante dans les tests de fausses croyances. Dans ces tests, il y a en effet le choix entre deux réponses possibles (panier ou boîte dans le test de Sally et Anne) et il s'agit d'inhiber la réponse automatique correspondant au lieu où est réellement l'objet. Perner (Perner & Lang, 1999) minimise la présence d'une composante exécutive dans ce type de test en se basant sur des tests où le lieu réel de l'objet n'est pas connu par l'enfant, ou sur des tests minimisant la demande exécutive comme le test de l'explication des fausses croyances (Perner, Lang & Kloof 2002).

✓ Régions cérébrales communes

Enfin, certains auteurs proposent que des régions cérébrales communes expliquent le lien

entre ToM et FE. Ozonoff, Pennington et Rogers (1991) postulent que les déficits en FE et ToM retrouvés dans l'autisme s'expliqueraient par la présence de structures cérébrales communes à ces deux fonctions. Le développement à des périodes similaires pourrait aussi expliquer les corrélations entre FE et ToM, avec un retard de développement qui affecterait ces deux grandes fonctions parallèlement.

Ainsi, les liens entre la ToM et les FE ont déjà été explorés sur de nombreuses facettes et ont fait couler beaucoup d'encre. Ils sont pourtant toujours source de débats de par les multiples points de vue théoriques et les résultats hétérogènes. Pour éclairer les liens entre la ToM et les FE et discuter ces diverses théories, nous nous pencherons sur deux troubles du développement qui sont affectés dans ces deux domaines : l'autisme et le TDAH. Le premier présente des déficits dans l'ensemble de ces fonctions cognitives, le TDAH dans la maîtrise des FE, mais nous verrons que des études récentes envisagent aussi un déficit en ToM dans ce trouble. Nous étudierons les profils rencontrés et les dissociations possibles.

Chapitre 2

La ToM et les FE dans l'autisme et le TDAH

I. L'autisme

1.1. Définition

L'autisme est un trouble du développement caractérisé par des perturbations dans trois domaines : les interactions sociales, la communication — tous deux sont altérés qualitativement — ainsi que les comportements et intérêts qui peuvent être restreints et stéréotypés (DSM-IV-TR, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders — 4^e édition, 2004). Ce trouble a été décrit dans les années 1940 par Léo Kanner, puis par Hans Asperger. Ils le dénomment *autisme* en référence au terme de Bleuler signifiant un repli sur soi (Tardif & Gepner, 2010). Il peut s'accompagner d'un retard mental dans environ deux tiers des cas (Dumas, 2011) bien que cela soit discuté pour être revu à la baisse (Mottron, 2004). S'il n'y a pas de déficience intellectuelle, on parle alors d'autisme de haut niveau, ou de syndrome d'Asperger s'il n'y a pas non plus de retard de langage. Le trouble est aussi accompagné de perturbations sensorielles, de déficits cognitifs et parfois d'îlots de compétences (Mottron, 2004). L'autisme fait partie des Troubles Envahissants du Développement (TED). Ces troubles sont qualifiés d'« envahissants » car ils perturbent les trois domaines (interactions sociales, communication, comportements et intérêts restreints). Les TED comptent cinq catégories, telles que décrites dans le DSM-IV : (1) le trouble autistique, (2) le syndrome de Rett, (3) le trouble désintégratif de l'enfance, (4) le syndrome d'Asperger, (5) les troubles envahissants du développement non spécifiés. Dans le DSM-V (5^e édition), le terme TED disparaît et est remplacé par troubles du spectre autistique (TSA). Le Syndrome de Rett et le trouble désintégratif de l'enfance ne faisant plus partie des TSA, ils ne seront pas décrits ici. Les caractéristiques des cinq groupes ainsi que les critères diagnostiques sont toutefois repris en annexe (annexe 3 et 4). Pour les autres, les sujets de la présente étude étant diagnostiqués selon les critères du DSM-IV, les noms correspondants seront gardés.

1.1.1. Trouble autistique :

L'autisme est le trouble le plus fréquent des TED, il est nommé « autisme infantile » par la CIM-10 (Classification statistique Internationale des Maladies, 10^e révision) et « trouble autistique » par le DSM-IV. Le tableau clinique du trouble autistique met en avant *la triade* classique : (1) les altérations des interactions sociales réciproques, (2) les anomalies de la communication verbale (langage), mais aussi les perturbations des autres systèmes d'expression (mimiques, regards, gestes...), (3) et le caractère restreint et répétitif des comportements, des activités et des pôles d'intérêt. L'apparition des troubles avant 3 ans est un critère supplémentaire. Des signes associés sont fréquemment retrouvés (Motttron, 2004) : perturbations sensorielles (hypo- ou hyperfonctionnement tel qu'une hypersensibilité aux sons aigus ou aux matières douces), perturbations dans les fonctions exécutives, perturbations dans la motricité (les mouvements peuvent être pauvres, ralentis, différés, anormaux ou répétitifs) et le déplacement (p. ex. : la marche sur la pointe des pieds). Peuvent aussi être retrouvés des troubles du sommeil, de l'alimentation, une hétérogénéité du développement.

1.1.2. Syndrome d'Asperger

Le syndrome d'Asperger, comme le trouble autistique, se manifeste dès la petite enfance par des perturbations graves des interactions sociales et un comportement fortement restreint et répétitif. Cependant, contrairement à l'autisme, les personnes atteintes de ce syndrome ne présentent pas de trouble du langage, de retard mental ou de difficultés cognitives majeures. Déficit attentionnel et maladresse motrice sont plus spécifiques du syndrome d'Asperger (Dumas, 2007). Le tableau 1 reprend les différences entre syndrome d'Asperger et autisme de haut niveau.

Syndrome d'Asperger	Autisme de haut niveau
Absence de retard de langage.	Retard de langage (apparition élaborée vers 4 ans)
Peu ou pas d'écholalie, d'inversion pronominale ou de langage stéréotypé. Élocution particulière : ton de la voix, prosodie, tendance au langage très formalisé, au discours pédant.	Présences d'anomalies morphosyntaxiques du langage (écholalie, langage stéréotypé, néologisme/usages idiosyncrasiques du langage...)
1 ^{ers} signes rarement remarqués avant 3-4 ans.	Signes précoces.
Troubles de la socialisation plus tardifs (entrée école)	Plus tôt (au sein cellule familiale)
Restriction des intérêts : apparition plus tardive (quand le sujet y consacre toute son intelligence)	Restriction des intérêts précoce.
Impression d'aggravation avec le temps	Impression d'amélioration avec le temps
Hand flapping (mouvement de « mains qui volent »), exploration visuelle atypique, automutilation exceptionnellement rencontrés.	Hand flapping, exploration visuelle atypique, automutilation souvent rencontrés.
Maladresse motrice, dysgraphie	Lenteur, mouvements anormaux répétitifs
QI verbal supérieur au QI performance	QIP supérieur au QIV.

Tableau 1 : Distinction entre syndrome d'Asperger et autisme de haut niveau (Mottron, 2004)

1.1.3. Troubles envahissants du développement non spécifiés

Selon le DSM-IV, le diagnostic de troubles envahissants du développement non spécifiés est utilisé lorsque la personne présente plusieurs caractéristiques associées à l'un des 4 diagnostics du TED, mais pas en nombre suffisant pour conclure à l'un de ces diagnostics.

Les termes « trouble autistique » et « syndrome d'Asperger » disparaissent donc dans le DSM-V. Ces catégories sont remplacées par une seule catégorie dans une perspective englobante. Elles seront désormais regroupées sous une seule appellation de *trouble du spectre autistique (TSA)* qui inclut sur continuum les diagnostics actuels de trouble autistique, de syndrome d'Asperger et de trouble envahissant du développement non spécifié. Les critères 1 et 2 (interaction sociale et communication) du DSM-IV sont rassemblés en un seul critère dans le DSM-V.

1.2. Étiologie

L'étiologie de l'autisme n'est pas encore claire, mais il est peu probable que l'autisme soit d'origine psychosociale (Dumas, 2011), contrairement aux premières croyances qui mettaient en premier plan les facteurs psychologiques et familiaux (parents intellectuels froids et distants, etc.). L'autisme étant un syndrome (ensemble de symptômes), il est caractérisé par une grande hétérogénéité phénotypique, ce qui complique les recherches étiologiques. Cependant des facteurs de risques ont pu être mis en avant. Il en ressort que

l'autisme est un syndrome d'origine multigénétique et plurifactorielle (Tardif & Gepner, 2010). Le risque environnemental existe et peut être, dans une certaine mesure, lié à l'âge des parents, à l'exposition à des agents chimiques toxiques durant la grossesse, ou à une hypoxie cérébrale (facteur périnatal), par exemple. Certaines carences environnementales majeures peuvent provoquer un trouble différent de l'autisme mais dont les symptômes sont comparables : l'hospitalisme ⁹ décrit par Spitz dans les années 40 (Doron et Parot, 1991).

Les facteurs génétiques jouent un rôle majeur dans l'étiologie de l'autisme (Rogé, 2008), cependant les mécanismes impliqués restent à élucider et sont multiples (plusieurs gènes impliqués avec une grande hétérogénéité entre patients). La plupart des gènes qui seraient impliqués joueraient un rôle dans le développement du cerveau (croissance neuronale, différenciation des neurones, migration neuronale, mort neuronale, synaptogenèse) ou dans la neurotransmission (Dumas, 2011 ; Tardif & Gepner, 2010). Les études familiales montrent que dans une famille où il y a un enfant autiste, le risque pour les frères et sœurs d'être aussi atteints de troubles autistiques ou apparentés est d'environ 4 à 5 % (10 fois supérieur à la fréquence du syndrome dans la population), de 70 à 90 % pour les jumeaux monozygotes (Tardif & Gepner, 2010).

Plusieurs projets internationaux, comme l'AGP (Autism Genome Project) ou le IMGSAC (Consortium International de Génétique Moléculaire de l'Autisme), ont l'ambition de trouver les mutations génétiques qui seraient à l'origine de l'autisme. De nombreux gènes ont ainsi été incriminés, mais les mutations ne sont pas spécifiques à l'autisme et chacune n'est retrouvée que dans des cas rares. De nombreuses régions du génome sont associées de façon récurrente au syndrome : les chromosomes 2, 6, 7, 15, X et Y (Jamain, Betancur, Giros, Leboyer & Bourgeron, 2003), mais aussi les 17 et 22 (Chamak, 2010)... Finalement, une région au moins de chaque chromosome peut être impliquée. Le chromosome X est par exemple porteur des gènes NJGN3 et 4 dont une mutation induit un défaut dans la formation des synapses. Des duplications d'une région du

⁹Hospitalisme : trouble affectif caractérisé par un état dépressif et un retard de développement chez certains enfants séparés précocement de leur mère (Spitz l'a constaté chez des enfants placés dès la naissance en orphelinat et privés totalement de liens affectifs).

chromosome 15 sont retrouvées dans certains cas (Cozaru & Papari, 2012). Le chromosome 5 (Chamak, 2010) est porteur de gènes codant pour les cadhérines, protéines d'adhésion qui jouent un rôle dans les connexions neuronales. Bourgeron (2009) a mis en évidence l'implication du gène SHANK3 (chromosome 22), qui code pour une protéine connue pour interagir avec les neuroligines et qui joue un rôle crucial pour le développement des synapses. Depuis, de nombreux autres gènes pertinents d'un point de vue étiologique ont été retrouvés, tous sont impliqués dans le développement neuronal. Celui-ci est affecté précocement dans l'autisme.

1.3. Neurologie

Des anomalies neurobiologiques sont retrouvées (Frith, 2010) : excès de croissance cérébrale puis ralentissement anormal, réseau de connexions entre les différentes parties du cerveau moins bien développé. Des études en imagerie cérébrale ont permis de mettre en évidence des anomalies fonctionnelles, dans le traitement des visages par exemple. Ainsi on peut retrouver des anomalies touchant le nombre de cellules cérébrales avec une forte densité de cellules au premier stade du développement. Les connexions restent très importantes, alors que dans le développement normal elles subissent un élagage sélectif. Il y a souvent une augmentation globale du volume cérébral chez les jeunes enfants autistes entre le 6^e et le 14^e mois.

Les recherches en imagerie cérébrale convergent vers des anomalies anatomiques et fonctionnelles au niveau des lobes temporaux (Brunelle & al., 2012) avec baisse du débit sanguin et une diminution de la substance grise au niveau du sillon temporal supérieur. On retrouve aussi une anomalie de la connectivité anatomique et fonctionnelle entre les régions frontales et temporales, ces régions sont impliquées dans le traitement de l'information sensorielle nécessaire à la vie sociale. Les recherches en imagerie cérébrale ont aussi montré des anomalies au niveau de l'hippocampe et des amygdales et de leurs projections frontales qui sont impliquées dans les processus mnésiques et affectifs. On retrouve aussi des anomalies au niveau du cervelet, et notamment une hypoplasie du vermis cérébelleux et une diminution du nombre des cellules de Purkinje. Frith (2010) note que trois régions impliquées lors de tâches de mentalisation sont moins actives chez les sujets autistes : le cortex préfrontal médian (sillon paracingulaire), le lobe temporal, à proximité de l'amygdale, et le sillon temporal supérieur postérieur.

1.4. Les modèles cognitifs

Plusieurs modèles neuropsychologiques tentent d'expliquer ce trouble.

* *L'hypothèse de la Cohérence Centrale* (Frith, 2010) et ses dérivés

Les symptômes autistiques sont ici mis en lien avec les anomalies cérébrales décrites ci-dessus. Frith (2010) propose qu'un défaut de connectivité entre les régions neurales proactives (perception) et rétroactives (analyse de l'information) soit central dans ce trouble. Les informations visuelles importantes échouent à atteindre les régions qui pourraient permettre d'en extraire la signification sociale, tel un « *goulet d'étranglement* » (Frith, 2010). Les processus de bas niveau perceptif seraient donc valides, mais ils ne seraient pas modulés par les processus de haut niveau. L'hypothèse de trouble de la cohérence centrale ou WCC (Weak Central Coherence Theory) postule aussi une approche fragmentée de l'information au détriment d'une intégration globale de celle-ci, qui donnerait pourtant le sens à l'information, la « cohérence ». La faible cohérence centrale serait impliquée dans la compréhension des interactions sociales par une non-intégration des comportements des divers protagonistes en une signification d'ensemble (Valery & Speranza, 2009). Cette approche fragmentée se traduit par une hyperfocalisation sur les détails. Cela pourrait expliquer les performances parfois exceptionnelles de certains sujets autistes (puzzles, organisation spatiale...). Il s'agirait ici d'un style cognitif particulier plutôt qu'un déficit. Cette hypothèse a été modifiée par Mottron qui avance *l'hypothèse d'un surfonctionnement perceptif* (Mottron, 2004). Mottron remet en cause cette hypothèse de défaillance ou d'absence de cohérence centrale chez les personnes avec autisme. Il assure de son intégrité mais pense qu'un surfonctionnement perceptif donnant une valeur exagérée aux détails perçus l'empêcherait de jouer son rôle. C'est la supériorité dans le traitement de type local qui masquerait le sens global d'une situation. Pour cet auteur, ce trait prédomine sur le caractère « social » du trouble, qui n'en serait qu'une conséquence.

* *L'hypothèse de la théorie de l'esprit* (Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985)

La théorie de l'esprit est impliquée dans la conscience de soi. Les autistes sont déficients dans ce domaine. Ils sont incapables de se représenter des états mentaux et d'accéder à la métacognition. Baron-Cohen postule qu'un déficit primaire en ToM expliquerait les symptômes concernant les interactions sociales, la communication et la symbolisation,

ces défauts étant des troubles secondaires au déficit cognitif primaire. Selon cette hypothèse, un seul plan du domaine cognitif est déficitaire, ce qui expliquerait les performances dans d'autres domaines (logique, associations visuelles...).

* *L'hypothèse d'un dysfonctionnement exécutif* (Hughes, Russell & Robbins, 1994)

Pour ces auteurs, les anomalies des fonctions exécutives rencontrées dans l'autisme reflètent des dysfonctionnements du système frontal et sont centrales dans le trouble. Elles expliqueraient les comportements stéréotypés, la résistance au changement, les intérêts restreints, mais aussi les altérations dans les interactions sociales. Le déficit en FE peut expliquer la symptomatologie, mais la grande hétérogénéité dans les profils de déficits au sein de la population autistique, ainsi que la non-spécificité de ces déficits, puisqu'observés dans d'autres troubles, affaiblissent cette théorie (Valery & Speranza, 2009). L'implication des FE dans la ToM, postulée par Russell, pourrait faire le lien entre ces deux théories, tout en gardant la primauté du trouble exécutif.

* *Théorie du facteur commun* (Frye & al., 1995 ; Zelazo & al., 2003)

Cette théorie, déjà présentée dans la partie traitant des liens entre ToM et FE, est une théorie hybride entre celle privilégiant l'implication de la ToM et celle qui met en avant un défaut au niveau exécutif. Ces deux fonctions cognitives impliqueraient un facteur commun de haut niveau. Zelazo, Jacques, Burack et Frye (2002) nomment cette théorie la théorie CCC (*Cognitive Complexity and Control theory*). Selon eux, la ToM et les FE requièrent des règles hiérarchiques (« if-if-then ») de complexité comparable. C'est cette capacité à maîtriser ces règles complexes qui serait touchée dans l'autisme.

D'autres modèles existent. Hobson (1993, cité par Tardif & Gepner, 2010) propose quant à lui un modèle fondé sur la primauté d'un trouble social, les problèmes de sensibilité sociale et de décodage des émotions seraient centraux pour les personnes avec autisme. Pour Rogers et Pennington (1991, cités par Tardif & Gepner, 2010), l'imitation, le partage émotionnel et la théorie de l'esprit sont des déficits spécifiques à l'autisme et qui nuiraient au développement de la personne autiste. Afin de tenir compte de tous les aspects défailants dans l'autisme, qui ne sont finalement intégrés totalement dans aucun des modèles, Rajendran et Mitchell (2007) soutiennent l'hypothèse d'une théorie combinée

basée sur des déficits multiples. Selon eux, des déficits primaires multiples coexistent de manière indépendante.

1.5. La ToM et les FE dans l'autisme

** La ToM dans l'autisme*

L'autisme est le trouble qui illustre le mieux la ToM, justement parce que cette dernière est fortement affectée chez les personnes présentant un trouble du spectre autistique. Baron-Cohen et son équipe présentent une étude en 1985 où 16 enfants autistes sur 20 échouent aux tests de fausses croyances de premier ordre. Ils concluent que les personnes avec autisme présentent une altération de la construction de la théorie de l'esprit, qui engendrerait leurs défauts de communication et de relation sociale. Happé (1994, cité par Rajendran & Mitchell, 2007) se questionne cependant sur les 20 % qui réussissent ces tests. Pour elle, cela indique que le déficit en ToM n'est pas systématiquement rencontré dans l'autisme. D'autres explications sont envisageables : ils peuvent par exemple utiliser un mode de résolution différent (logique différente). Baron-Cohen modifie alors sa théorie (Rajendran & Mitchell, 2007) et propose que le déficit en ToM soit plutôt un retard. Le premier ordre peut être atteint car basique, mais lorsque l'on complexifie les tests, le déficit se retrouverait. C'est ce qu'il se passe lorsque Baron-Cohen teste le 2^d ordre de la ToM : aucun autiste ne réussit. Notons que 40 % des enfants avec syndrome de Down échouent aussi à ce test et que de nombreux sujets avec syndrome d'Asperger (73 %) le réussissent. Les « *strange stories* » (Happé, 1994, citée par Jolliffe & Baron-Cohen, 1999), qui mesurent un niveau encore supérieur de la ToM en mettant en jeu l'ironie, le mensonge et le sens figuré, sont majoritairement échouées dans l'autisme (Kaland & al., 2005). Ces histoires n'ont de sens que si l'on se détache du sens littéral de l'histoire et si l'on attribue un état d'esprit au protagoniste. Inférer un état mental, que ce soit à partir de la voix ou du regard, est très difficile pour une personne avec autisme. Russell, Mauthner, Sharpe et Tidswell (1991, cités par Rajendran & Mitchell, 2007) proposent que l'échec du test de fausses croyances par les enfants autistes soit dû à une impulsivité dans le choix de la réponse.

** Les FE dans l'autisme*

La plupart des études ayant exploré les fonctions exécutives chez les sujets autistes ont mis en évidence des déficits massifs. Certaines, explorant la planification, montrent un

déficit chez les personnes avec autisme (Happé, Booth, Charlton & Hughes, 2006 ; Ozonoff & Jensen, 1999 ; Robinson, Goddard, Dritschel, Wisley & Howlin, 2009). Il en est de même pour la flexibilité mentale (Hughes & al., 1994 ; Ozonoff & Jensen, 1999) bien que Robinson et al. (2009) mesurent une performance en flexibilité préservée au Wisconsin Card Sorting Test (Heaton & al., 2002). En ce qui concerne l'inhibition, les résultats sont plus contradictoires : parfois des déficits sont observés (Robinson et al., 2009), parfois non (Russel & al., 1999), notamment avec la tâche de Stroop (Albaret & Migliore, 1999 ; Yang, Zhou, Yao, Su & McWhinnie, 2009).

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la relation FE/ToM dans l'autisme. Ozonoff et al. (1991) retrouvent la configuration FE-/ToM+ (FE déficitaires, ToM préservée) chez des sujets avec autisme, il en conclut que les déficits en FE sont majeurs dans l'autisme, bien que non apparentés causalement avec la ToM car les deux déficits ne sont pas toujours co-occurents. Il propose que la corrélation entre ces deux fonctions cognitives soit explicable du fait d'une proximité de leur base neuroanatomique (région corticale préfrontale). Zelazo et al. (2002) proposent la théorie CCC. Quant à Pellicano (2007), elle retrouve un lien entre la ToM et les FE, mais seulement dans l'autisme, pas dans le groupe contrôle. Elle ne retrouve pas le profil FE-/ToM+, ce qui soutient la théorie de Russell et al. (1999). Pour Pellicano, les FE sont un facteur limitant qui permet le développement de la ToM. Notons qu'elle a défini le déficit à moins 1 écart type sous la moyenne du groupe contrôle et que son étude portait sur de jeunes enfants (4 à 7 ans) n'ayant pas encore atteint le second niveau de la ToM.

II. Le trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH)

2. 1. Définition

Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH), parfois aussi nommé trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité, est un trouble neuro-développemental qui se caractérise par la présence de comportements d'inattention, qui peuvent être associés à des comportements d'hyperactivité et/ou d'impulsivité (Dumas, 2011).

2.1.1. Trouble de l'attention

Plusieurs types d'attention existent, Van Zomeren et Brouwer font une distinction, qui date de 1994 (cités par Lussier & Flessas, 2009), selon l'intensité ou selon la sélectivité.

* *Axe d'intensité :*

L'alerte ou état d'éveil, correspondant à une mobilisation minimale du système nerveux qui peut réagir de façon non spécifique à toute information intéroceptive ou extéroceptive (Lussier & Flessas, 2009). On distingue *alerte tonique* et *phasique*, notamment en fonction de la durée de la modulation. L'alerte tonique correspond à l'état physiologique propre à un individu, elle concerne les fluctuations du niveau d'éveil au cours de la journée : lente, progressive, graduelle, généralisée. L'alerte phasique représente au contraire une modification soudaine et transitoire du niveau d'éveil. Elle permet à l'organisme de se préparer à répondre à un stimulus avertisseur. *L'attention soutenue* permet le maintien du contrôle attentionnel sur de longues périodes de temps sans discontinuité. Le sujet doit alors orienter volontairement son intérêt vers une ou plusieurs sources d'informations. Une forme particulière d'attention soutenue est la *vigilance*. *La vigilance* est la capacité à maintenir un niveau suffisant d'efficacité attentionnelle au cours de tâches longues et monotones (plusieurs heures). Elle permet de détecter et de réagir à certains changements discrets apparaissant à des intervalles de temps variables au sein de l'environnement. Elle se distingue de l'alerte phasique qui permet de réagir le plus rapidement possible à des stimuli réguliers et nombreux, alors que la *vigilance* concerne des stimuli dispersés, imprévisibles et peu nombreux. Les sujets TDAH éprouveraient de grandes difficultés à maintenir cette *vigilance*.

* *Axe de sélectivité :*

L'attention sélective ou focalisée permet de trier des informations pertinentes parmi un ensemble de stimuli. La focalisation de l'attention a l'avantage de traiter avec précision un type d'information, mais cela au détriment d'un traitement plus global. L'attention sélective visuo-spatiale permet le repérage d'une cible par exploration d'un espace donné, l'attention sélective auditive permet quant à elle de repérer une cible auditive parmi d'autres. *L'attention divisée* est la capacité à partager son attention entre deux ou plusieurs sources distinctes et de manière simultanée. Celle-ci sera facilitée si au moins une des deux tâches est automatisée (Lussier & Flessas, 2009). Paradoxalement, des enfants avec TDAH et ayant des difficultés en attention sélective (visuelle et/ou auditive) peuvent être

plus performants lorsqu'il faut effectuer les deux tâches en même temps, ces tâches plus complexes parviennent à mieux mobiliser leur attention.

Les troubles des fonctions attentionnelles constituent l'élément central du TDAH. Ils se traduisent par des comportements caractéristiques répertoriés dans le DSM-IV et repris en annexe (annexe 5). Les enfants souffrant d'un trouble de l'attention éprouvent des difficultés à se concentrer tant dans les activités scolaires que dans les jeux avec règles, surtout en présence de distracteurs (groupe, bruit...). Ils ont du mal à maintenir leur attention sur une longue période, ce qui peut indisposer parents et enseignants (Revol & Brun, 2010).

2.1.2. Trouble d'hyperactivité

L'hyperactivité, qui est certainement la dimension la plus visible dans le TDAH, est le fait de bouger de manière excessive par rapport à ce qui est attendu pour l'âge. Les enfants atteints d'hyperactivité manifestent un niveau d'activité à la fois excessif et perturbateur. Cela se traduit par l'impossibilité de tenir en place, avec une activité globale désorganisée et non constructive (Dumas, 2011). Le DSM-IV reprend les comportements caractéristiques (Cfr. tableau en annexe 5).

2.1.3. Trouble d'impulsivité

L'impulsivité, à la fois motrice et cognitive, se définit comme un besoin impérieux d'accomplir un acte et est illustrée par l'impossibilité de différer un désir. Elle se traduit donc par de l'impatience, de la brusquerie et une difficulté à anticiper les conséquences de ses actes. Les comportements impulsifs repris par le DSM-IV sont cités dans le tableau en annexe (annexe 5). L'impulsivité est associée à l'hyperactivité lors du diagnostic (Dumas, 2011).

Pour retenir le diagnostic de TDAH selon le DSM-IV (comme c'est le cas des sujets de la présente étude), le sujet doit présenter soit 6 symptômes d'inattention, soit 6 symptômes d'hyperactivité/impulsivité, symptômes qui persistent pendant au moins 6 mois et dont certains provoquent une gêne fonctionnelle avant l'âge de 7 ans (12 ans pour le DSM-V). Ces comportements symptomatiques entraîneront une gêne fonctionnelle dans plusieurs

environnements, au moins deux (école/travail, maison). Le fonctionnement scolaire (ou professionnel) et/ou social doit être altéré.

Il existe trois sous-types de TDA, en effet les deux grands domaines (attention, hyperactivité/impulsivité) ne sont pas toujours présents simultanément mais peuvent être isolés. Ces types de TDAH sont :

- le type *mixte* où l'on retrouve au moins six symptômes dans les deux domaines ;
- le type *inattention prédominante* où seul le domaine de l'attention présente suffisamment de comportements problématiques ;
- le type *hyperactivité/impulsivité prédominante* qui concerne l'autre domaine.

Le TDAH (dans sa forme mixte) toucherait 3 à 5 % de la population générale, la prévalence descend à 1 à 2 % pour les enfants présentant un tableau d'« inattention prédominante » (Lussier & Flessas, 2009).

Notons que le DSM-IV prévoit le cas d'un profil TDAH mais où tous les critères ne seraient pas atteints pour poser un diagnostic tel que décrit ci-dessus : on parlera alors de TDAH non spécifié. Cela concerne les sujets dont l'âge de début est supérieur ou égal à 7 ans ou les sujets qui ne remplissent pas tous les critères, mais qui souffrent tout de même d'une gêne cliniquement significative. Le DSM-V reprend les mêmes critères, mais il les adapte aussi pour les adultes, le TDAH adulte n'étant jusqu'alors pas décrit.

2. 2. *Étiologie*

L'origine de ce trouble est certainement plurifactorielle. La composante génétique a été montrée à la suite des études de familles : il y a, par exemple, 75 % de risques que des jumeaux monozygotes développent tous les deux un TDAH si l'un est atteint, 13 à 35 % pour un autre frère ou sœur (Chevalier, Guay, Achim, Lageix & Poissant, 2010). Le risque de le transmettre à ses enfants est de 5 à 10 fois celui de la population générale (Asheron, 2011). Deux gènes seraient impliqués dans le dysfonctionnement du système dopaminergique que l'on rencontre chez les sujets TDAH : le gène transporteur (DAT1)

et le gène récepteur (DRD4) de la dopamine (Dumas, 2011). Un marqueur microsatellite¹⁰ situé près du gène codant pour le récepteur dopaminergique D5 (DRD5) est retrouvé associé au trouble. Dans sa méta-analyse, Asheron (2011) indique que l'association entre les gènes DRD4 et 5 avec le TDAH est plus robuste que celle avec DAT1. La production de la dopamine et d'un autre neuromédiateur, la noradrénaline, est perturbée chez les sujets TDAH (Lecendreux, Konofal & Touzin, 2003). La dopamine est nécessaire au maintien de l'attention et à la concentration tandis que la noradrénaline permet le maintien en état de vigilance et d'alerte. D'autres gènes impliqués dans les systèmes dopaminergique, sérotoninergique et noradrénergique sont associés au TDAH. Des gènes impliqués dans la division cellulaire, l'adhésion cellulaire, comme le gène codant pour la cadhérine (CDH13), la migration et la plasticité neuronale la neurotransmission (SNAP-25) pourraient augmenter le risque de développer un TDAH (Asheron, 2011). On constate donc que de nombreux gènes exerceraient chacun un très petit effet, ainsi qu'une grande hétérogénéité. Comme dans l'autisme, l'implication réelle de ces gènes est donc extrêmement difficile à extraire.

Un dysfonctionnement neurobiologique pourrait être à l'origine de ce trouble, avec des dysfonctionnements dans les structures cérébrales impliquées dans le contrôle de l'éveil, de la vigilance et de l'attention ainsi que dans la régulation de l'inhibition comportementale. Certains facteurs liés au développement pendant la grossesse peuvent augmenter le risque de TDAH comme la consommation maternelle de tabac ou de drogue (Dumas, 2011). L'hypothèse d'une origine neurologique au trouble prédomine actuellement sur la croyance d'une origine due à des conflits psychologiques, même si l'impact de ce trouble sur la vie psychique du sujet TDAH et sur sa famille est plus ou moins lourd de conséquences (conflits familiaux, baisse de l'estime de soi...) (Dumas, 2011).

2. 3. Neurologie

Les études par IRM (imagerie par résonance magnétique) (répertoriées par Cortese & Castellanos, 2011) ont rapporté des différences morphologiques significatives chez les

¹⁰ Marqueur microsatellite : séquence d'ADN formée par une répétition continue de motifs composés de 2 à 10 nucléotides (éléments de base de l'ADN).

sujets atteints de TDAH. Au niveau du volume cérébral, il serait en moyenne plus petit, notamment au niveau de l'hémisphère droit. Une méta-analyse (Cortese & Castellanos, 2011) indique que seule la perte de volume du putamen est significative dans toutes les études. Des anomalies seraient retrouvées dans le système limbique et le thalamus. La connectivité entre le cortex préfrontal et les ganglions de la base est altérée, ainsi que les voies qui relient le cortex entorhinal au gyrus cingulaire. L'activation du cortex frontal est diminuée au niveau du cortex antérieur cingulaire, du cortex dorsolatéral, du cortex préfrontal inférieur et du cortex orbitofrontal. Les zones reliées au cortex frontal sont aussi affectées : le thalamus, les ganglions de la base et le cortex pariétal. L'électroencéphalogramme montre des particularités dans l'activité corticale des sujets avec TDAH (Chevalier & al., 2006), et cela au niveau de différentes structures cérébrales. Considérés dans leur ensemble, les résultats fonctionnels et structuraux donnent à penser que les anomalies s'étendent à de multiples structures cérébrales. Actuellement, les chercheurs s'intéressent au dysfonctionnement de la connectivité entre ces différentes zones (Cortese & Castellanos, 2011).

2.4. Les Modèles cognitifs

Les modèles prédominants aujourd'hui postulent un dysfonctionnement du système exécutif.

**Le modèle de Quay (1997, cité par Dumas, 2011) tente d'apporter une explication neuropsychologique au TDAH. Pour Quay, c'est le système d'inhibition comportementale qui serait affecté. Ce système permet de supprimer un comportement en cours, d'augmenter le niveau de vigilance et de focaliser son attention. Ces trois domaines sont effectivement touchés dans le TDAH.*

**Le modèle de Barkley (1997) tente d'approfondir le lien entre un défaut d'inhibition et les symptômes du TDAH. Pour Barkley, le déficit primaire serait un déficit d'inhibition de la réponse. Cette inhibition comportementale englobe divers processus, dont la résistance aux interférences, l'arrêt d'une réponse en cours, et l'inhibition d'une réponse prépondérante. Ce déficit entraînerait secondairement une perte d'efficacité de quatre fonctions exécutives. Ces fonctions sont :*

- la mémoire de travail non verbale : elle permet de maintenir active une information durant un délai nécessaire à la manipulation de cette information pour la résolution du problème en cours. Elle se réfère aussi à la capacité de reproduire des séquences motrices complexes et à l'estimation temporelle ;
- l'autorégulation de l'affect, de la motivation et du niveau d'éveil : une autorégulation immature entrainerait des réactions émotionnelles et comportementales trop intenses et trop rapides ainsi qu'une faible persistance dans l'activité ;
- l'intériorisation du langage : le langage internalisé — intériorisation des règles, du raisonnement — permet de réfléchir à une situation donnée, de s'autoquestionner sur les choix à faire et de lutter contre les interférences externes ;
- la reconstitution : c'est la capacité d'analyse et de synthèse qui permet d'utiliser les expériences antérieures, en les manipulant et les réorganisant en de nouvelles combinaisons, afin de s'adapter à une nouvelle situation.

Il y a donc une relation hiérarchique entre un défaut d'inhibition qui aurait pour conséquence des faiblesses dans les quatre autres domaines.

Ce modèle, comme celui de Quay, ne concerne cependant que le trouble du déficit de l'attention de type mixte et de type hyperactivité-impulsivité, ce qui remet en question la notion d'entité unique pour ces différents types, les enfants avec TDA (type inattention) ayant un profil comportemental très différent des TDAH.

**Le modèle de Brown (2006) identifie six facteurs exécutifs dans le TDAH : (1) l'organisation, la hiérarchisation et la capacité de se mettre au travail ; (2) le maintien de sa concentration et de son attention ; (3) la constance dans l'effort ; (4) la gestion de la frustration et la modulation des émotions ; (5) la mémoire de travail ; (6) l'autocontrôle et la régulation de l'action. Il n'y a pas de hiérarchie dans les fonctions exécutives, mais un continuum entre les déficits de ces fonctions qui interagissent entre elles. Le problème viendrait de la coordination entre ses différentes fonctions.*

**Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke (2003) est un développement de son modèle de l'aversion du délai. Les enfants TDAH choisissent l'immédiateté plutôt que l'attente. Ils ont une aversion du délai d'attente. Sonuga-Barke intègre ce premier point*

de vue à celui de Barkley. Le TDAH serait la conséquence de l'altération de la voie des fonctions exécutives et de la voie de l'aversion au délai. Chaque voie correspond à un circuit neuro-anatomique différent (le circuit mésolimbique pour les FE, le circuit mésocortical pour l'aversion au délai) (Escande, 2010). La voie des FE contribuerait aux symptômes inattentifs et la voie de l'aversion du délai aux symptômes impulsifs et hyperactifs.

**Le modèle cognitivo-énergétique de Sergeant (2005) : selon Sergeant, trois niveaux en interaction seraient atteints dans le TDAH. Le premier niveau est celui de l'encodage, du traitement central et de l'organisation motrice. Il serait impliqué dans les symptômes du TDAH. Le deuxième niveau est celui des mécanismes énergétiques (effort, éveil, activation), il serait associé au défaut d'inhibition. Le troisième niveau concerne les FE.*

2. 5. La ToM et les FE dans le TDAH

** La ToM dans le TDAH*

La présente étude de la théorie de l'esprit chez les TDAH va permettre d'apporter deux types d'information sur le lien entre les FE et la ToM. En effet, cette population étant connue pour être déficitaire dans les FE, il est intéressant de se poser la question d'un éventuel trouble de la maîtrise de la ToM dans ce groupe. Si la maîtrise des FE est indispensable à celle de la ToM, comme le propose Russell et al. (1999), alors les TDAH (FE-) devraient être déficitaires dans la ToM. Plusieurs auteurs ont étudié la ToM chez les sujets avec TDAH et certains ont mis en évidence des déficits en ToM au sein de cette population, d'autres ne trouvent pas de différence significative par rapport aux groupes de référence (Mary, Slama & Massat, 2009). Les études montrant l'absence de déficit dans la maîtrise de la ToM (Bühler, Bachmann, Goyert, Heinzl-Gutenbrunner & Kamp-Becker, 2011; Charman, Carroll & Sturge¹¹, 2001 ; Demurie, De Corel & Roeyers, 2011 ; Gonzalez-Gadea & al., 2013 ; Nyden & al., 2010 ; Perner & al., 2002 ; Yang & al., 2008) remettent en cause la théorie de Russell selon laquelle la maîtrise des FE serait toujours préalable à la maîtrise de la ToM. D'autres études ont par contre retrouvé un déficit

¹¹ *Cités par Mary & al., 2009

significatif dans la maîtrise de la ToM chez les TDAH (Hughes & al., 1998 ; Sodian, Hülksen & Thoermer, 2003), en particulier en ce qui concerne le second niveau de la ToM (Buitelaar, Van Der Wees, Swaab-Barneveld & Van Der Gaag, 1999*¹² ; Papadopoulos, Panayiotou, Spanoudis & Natsopoulos, 2005).

Un autre domaine de la cognition sociale a été exploré dans ce trouble : la reconnaissance d'affects sur des visages. L'équipe de Bernard Dan (Pelc, Kornreich, Foisy & Dan, 2006) retrouve un déficit pour décoder les émotions faciales chez des enfants avec TDAH âgés de 7 à 12 ans, déficit plus particulièrement marqué pour la tristesse et la colère.

* *Les FE dans le TDAH*

Concernant les FE chez les sujets avec TDAH, pour Barkley (1997) une inhibition problématique serait centrale dans ce trouble, pourtant, des tests tels que le Stroop ne révèlent pas toujours de déficit (Chevalier & al., 2010). Pour la flexibilité, les résultats au Wisconsin Card Sorting Test sont ambigus : parfois des déficits sont révélés (Grodzinsky & Barkley, 1999*), parfois non (Willcutt & al., 2001). Les résultats sont aussi divergents en ce qui concerne la planification, mesurée avec le test de la Tour de Londres (Sergeant, Geurts & Oosterlaan, 2002).

III. Études comparant les deux troubles

Pour étudier la relation entre FE et ToM, les déficits cognitifs dans l'autisme et le trouble de l'attention peuvent être explorés en parallèle. Il n'y a pas d'accord dans la littérature quant à l'établissement d'un profil de déficits types pour chacun des deux troubles (Cfr. tableau 2).

¹² *Cités par Mary & al., 2009

	Fonctions	AUTISME		TDAH		Auteurs
		Pas de ≠S	≠S	Pas de ≠S	≠S	
FONCTIONS EXÉCUTIVES	INHIBITION	X	<u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Bühler et al., 2011*
	FLEXIBILITÉ	X X X	<u>X</u> X <u>X</u>	X X <u>X</u> <u>X</u>	X X	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Gonzales-Gadea et al., 2013
	PLANIFICATION	X X	<u>X</u> X <u>X</u>	X <u>X</u> <u>X</u>	X <u>X</u>	- Corbett et al., 2009 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Nyden et al., 2010
	MÉMOIRE DE TRAVAIL	X <u>X</u> X	<u>X</u> X	X X	X <u>X</u> X	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Gonzales-Gadea et al., 2013 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004
THÉORIE DE L'ESPRIT	PREMIER ORDRE		<u>X</u>	<u>X</u>		- Yang et al., 2009
	SECOND ORDRE					
	FAUX PAS		<u>X</u>	<u>X</u>		- Gonzales-Gadea et al., 2013
	AUTRES TESTS	<u>X</u> X	<u>X</u>	X X <u>X</u>		- Bühler et al., 2011* - Nyden et al., 2010 - Demurie et al., 2011

Tableau 2 : Comparaison FE et ToM dans l'autisme et le TDAH (différences significatives (≠ S) ou non par rapport à un groupe contrôle), souligné : résultats différents entre les deux groupes, gris : différences significatives plus marquées (lorsque différences pour les deux groupes),* Pas de groupe contrôle

** Les fonctions exécutives*

En ce qui concerne les fonctions exécutives, de nombreux auteurs (Corbett, Constantine, Hendren, Rocke & Ozonoff, 2009 ; Geurts, Verté, Oosterlaan, Roeyers & Sergeant, 2004 ; Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Happé & al., 2006 ; Nyden & al., 2010 ; Semrud-Clikeman, Walkowiak, Wilkinson & Butcher, 2010) ont comparé les performances en FE dans ces deux populations. Des déficits sont bien retrouvés dans les deux groupes, mais ils sont variables en fonction des études. Selon les auteurs (Cfr. tableau 2) chaque fonction peut être retrouvée déficitaire ou non pour chacun des deux groupes. Cela dépend certainement en grande partie des tests proposés. Pour la plupart des études (Corbett & al., 2009 ; Geurts & al., 2004 ; Happé & al., 2006 ; Semrud-Clikeman & al., 2010), si des déficits dans une fonction exécutive sont retrouvés chez un groupe, elles sont aussi présentes pour

l'autre groupe. De même, si les fonctions sont préservées, elles le sont souvent pour les deux groupes. Certains auteurs montrent tout de même des différences entre autisme et TDAH au niveau de la maîtrise des FE (soulignées dans le tableau 2), avec un déficit plus marqué pour l'autisme (Corbett & al., 2009 ; Geurts & al., 2004 ; Semrud-Clikeman & al., 2010), ou l'inverse, par exemple la mémoire de travail déficitaire seulement pour le groupe TDAH (Gonzales-Gadea & al., 2013). Au vu de cette hétérogénéité dans ces résultats, les profils exécutifs de ces 2 populations restent donc à affiner. Yang et al., en 2009, comparent des enfants avec autistes ou avec TDAH, âgés de 3,5 à 15 ans, pour les FE et la ToM. Ils ne trouvent pas de déficit en ce qui concerne les FE qu'ils ont investiguées (inhibition, flexibilité et mémoire de travail), et cela pour les deux groupes.

** La théorie de l'esprit*

En ce qui concerne la théorie de l'esprit, lorsqu'elle a été étudiée en parallèle dans ces deux populations, les auteurs, soit ne retrouvent aucun déficit dans les deux groupes (Bühler & al., 2011 ; Nyden & al., 2010), soit un déficit seulement dans le cas de l'autisme (Demurie & al., 2011 ; Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Yang & al., 2009). Ces études n'ont exploré que partiellement la théorie de l'esprit, ne se focalisant que sur un niveau. Gonzalez-Gadea et al. (2013) ont investigué la mémoire de travail, la flexibilité et la ToM (faux pas) chez des adultes autistes ainsi que des adultes TDAH (et un groupe contrôle). Les autistes ont présenté des différences significatives uniquement dans la ToM, alors que les TDAH uniquement en mémoire de travail. Ils n'ont pas investigué d'autres fonctions cognitives qui, pourtant, pourraient être liées à la ToM, telles que la planification, l'inhibition ou l'attention sélective. Ils se sont penchés sur les profils individuels, mais ne les ont pas exploités pour avancer dans le débat des prérequis d'une fonction sur l'autre. Nous avons repris les profils FE/ToM qu'ils ont obtenus :

TDAH : flexibilité-/ToM-, flexibilité-/ToM+, MT-/ToM+
Autistes : flexibilité-/ToM-, flexibilité-/ToM+, flexibilité+/ToM-, et MT-/ToM-, MT+/ToM-, MT-/ToM+
Normaux : flexibilité-/ToM+, MT-/ToM+

Cela nous permet de constater que la mémoire de travail (MT) et la flexibilité ne sont pas des prérequis à la ToM (profils flexibilité-/ToM+, MT-/ToM+). L'analyse des profils nous montre aussi que la ToM n'est pas un prérequis à la flexibilité et à la MT (MT+/ToM-, flexibilité+/ToM-). Ainsi, cette double dissociation (2 types de profils

opposés possibles) nous permet de proposer l'idée d'une autonomie fonctionnelle des systèmes, du moins en ce qui concerne la flexibilité et la mémoire de travail, par rapport à la théorie de l'esprit. Cette approche plus modulaire doit seulement être confirmée chez les enfants et pour les autres fonctions exécutives. Nous souhaitons poursuivre cette investigation en explorant les fonctions cognitives qui pourraient être liées aux FE (planification, MT, flexibilité, inhibition, attention sélective) et la ToM (premier et second ordre, faux pas) sur des populations d'enfants soit avec autisme, soit avec TDAH.

IV. Synthèse de la partie théorique

La théorie de l'esprit, ou ToM, fait référence à la capacité cognitive d'attribuer des états mentaux comme les pensées, croyances et intentions à soi-même et aux autres. Elle est connue pour être déficitaire dans les troubles envahissants du développement. La ToM pourrait être en lien avec les fonctions exécutives (FE) comme le laissent prévoir les déficits associés. Ceux-ci sont retrouvés dans l'autisme, bien que les fonctions exécutives spécifiquement déficitaires ne soient pas encore établies. Ils sont aussi présents dans d'autres troubles comme la schizophrénie (Pickup, 2008), ainsi que dans le cas de lésions cérébrales frontales ou touchant l'hémisphère droit (Rowe & al., 2001). Plusieurs théories s'opposent quant à la nature du lien unissant la ToM aux FE. Certains auteurs (par exemple Le Gall & al., 2009) concluent à l'autonomie des deux fonctions. D'autres postulent qu'elles seraient liées par une composante commune (Frye & al., 1995) ou par des régions cérébrales communes (Ozonoff & al., 1991). La question du prérequis de l'une des fonctions sur l'autre reste aussi ouverte puisque Russell (Russell & al., 1999) propose que les FE soient un prérequis nécessaire à la ToM alors que Perner (Perner & Lang, 1999) avance inversement que la maîtrise de la ToM doit être acquise afin que se développent les FE. Un des objectifs de la présente étude sera de mettre à l'épreuve ces deux dernières théories. Nous nous questionnerons aussi sur le lien entre la ToM et l'attention sélective, Welch-Ross et Miller (2000, cités par Nader-Grosbois, 2011) les retrouvant associées chez les jeunes enfants. L'autisme et le TDAH sont deux groupes pertinents pour nous permettre de trancher en ce qui concerne la direction du lien supposé. Si la ToM est liée aux fonctions exécutives, des déficits en ToM devraient être retrouvés

dans le trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité/impulsivité, car ce trouble est connu pour être particulièrement touché au niveau exécutif. La littérature montre des différences entre ces deux populations, mais il n'y a pas d'accord entre les auteurs et de nombreuses questions demeurent quant aux profils cognitifs des enfants avec autisme et des enfants avec TDAH. Concernant les fonctions exécutives, l'hypothèse d'un dysfonctionnement du système exécutif dans le TDAH reste à confirmer. Barkley (1997) postule que l'inhibition est principalement atteinte alors que d'autres auteurs comme Brown (2006) avancent que toutes les FE sont touchées. Pour l'autisme, Corbett et al. (2009) constatent que la majorité des études concluent que les enfants avec autisme présentent un déficit plus prononcé dans les FE que les enfants avec TDAH. Cela reste à vérifier du fait des études allant à l'encontre de cette conclusion (Happé & al., 2006 ; Gonzales-Gadea & al., 2013). Concernant la ToM, son degré de maîtrise dans le TDAH est une question récente dont l'étude doit se poursuivre. Plusieurs études (Hughes & al., 1998 ; Papadopoulos & al., 2005 ; Sodian & al., 2003) tendent à montrer des failles dans la maîtrise de la cognition sociale dans le TDAH. Un déficit pour décoder les émotions faciales, notamment pour la tristesse et la colère, est rapporté par Pelc et ses collaborateurs (2006). Mais les questions restent ouvertes quant à la théorie de l'esprit.

Après avoir établi les questions de recherche et hypothèses, nous décrirons dans cette partie l'élaboration de la méthodologie qui permettra d'y répondre. Les résultats seront ensuite discutés avec un retour sur la littérature.

I. Questions de recherche et hypothèses

1.1. Les Fonctions exécutives

Existe-t-il des différences entre les enfants avec autisme, avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE ?

Hypothèse I : Il existe des différences entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE

Le tableau 3 reprend des travaux qui ont mesuré les fonctions exécutives chez des sujets avec autisme. L'hétérogénéité des résultats prédomine pour toutes les fonctions, seule la planification semble en grande majorité atteinte, en particulier lorsqu'elle est mesurée par le test de la Tour de Londres (Geurts & al., 2004 ; Happé & al., 2006 ; Pellicano, 2007 ; Robinson & al., 2009 ; Semrud-Clikeman & al., 2010). L'inhibition cognitive (Corbett & al., 2009 ; Robinson & al., 2009) et motrice (Happé & al., 2006 ; Pellicano, 2007) est aussi touchée, bien que plusieurs études ne parviennent pas au même résultat (Semrud-Clikeman & al., 2010 ; Yang & al., 2009). Les résultats concernant la flexibilité et la mémoire de travail sont plus hétéroclites, avec des résultats différents pour une même fonction mesurée par un même test, par exemple la flexibilité mesurée par le WCST : certains auteurs retrouvent des résultats significativement inférieurs pour les enfants avec autisme (Geurts & al., 2004) alors que d'autres auteurs ne retrouvent pas de différence (Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Happé & al., 2006).

Nous posons l'hypothèse que, au vu de la littérature, nous retrouverons des différences entre les enfants avec autisme et les enfants au développement typique (groupe témoin) pour la planification, avec des déficits plus marqués dans le groupe avec autisme. Pour les autres fonctions, les résultats paradoxaux des différentes études nous amènent à poser l'hypothèse d'une hétérogénéité au sein même du groupe d'enfants avec autisme,

et non d'un profil déficitaire typique à ce trouble. Nous testerons donc les sous-hypothèses suivantes :

- **HI a** : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour l'inhibition.
- **HI b** : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité.
- **HI c** : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficients que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification.
- **HI d** : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail.

Fonctions	Pas de différence significative	Différences significatives	Auteurs
INHIBITION	X (Stroop) X (Stroop)	X (équivalent stroop) X (Luria's hand-game) X (go-no-go) X (mondes contraires) X (Stroop)	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Pellicano, 2007 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Robinson et al., 2009
FLEXIBILITÉ	X (WCST) <u>X</u> (WCST, TMT B) X (équivalent WCST) X (WCST) X (fluence verbale)	X (équivalent TMT+...) X (test séries changeantes) X (batteries cognitives) X (WCST)	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Pellicano, 2007 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Gonzales-Gadea et al., 2013 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Robinson et al., 2009 - Robinson et al., 2009
PLANIFICATION	X (CANTAB SOC.) X (Labyrinthes)	X (Tour de Londres) X (Tour de Londres) X (Tour de Londres) X (Tour de Londres)	- Corbett et al., 2009 - Pellicano, 2007 - Pellicano, 2007 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Robinson et al., 2009
MÉMOIRE DE TRAVAIL	X (block-tapping-test) X (Weschler) X (block-tapping-test)	X (CANTAB expedio) X (Luria's hand-game) X (block-tapping-test)	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Pellicano, 2007 - Gonzales-Gadea et al., 2013 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004

Tableau 3 : études sur les fonctions exécutives dans l'autisme

(en souligné : adultes). Pour la description des tests, se référer aux articles correspondants

Hypothèse II : Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE.

Le tableau 4 reprend les études qui ont mesuré les fonctions exécutives chez des sujets avec TDAH. Comme attendu pour ce trouble (Revol & Brun, 2010), l'inhibition est déficitaire (Geurts & al., 2004 ; Happé & al., 2006 ; Hughes & al., 1998 ; Papadopoulos & al., 2005 ; Perner & al., 1998), bien que cela ne se vérifie pas avec le test de Stroop (Corbett & al., 2009 ; Semrud-Clikeman & al., 2010 ; Yang & al., 2009), pourtant classiquement utilisé pour mesurer l'inhibition cognitive. La mémoire de travail est aussi affectée dans ce trouble (Revol & Brun, 2010) comme le retrouvent de nombreux auteurs (Corbett & al., 2009 ; Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Happé & al., 2006 ; Hughes & al., 1998 ; Perner & al., 1998). Mais la mémoire de travail impliquant le calepin visuo-spatial semble plus préservée (Geurts & al., 2004 ; Yang & al., 2009), bien que Happé et ses collaborateurs (2006) la trouvent déficitaire sur ce versant aussi. Si la flexibilité est parfois retrouvée déficitaire (Corbett & al., 2009 ; Hughes & al., 1998 ; Perner & al., 1998 ; Semrud-Clikeman & al., 2010), une majorité d'auteurs constate une préservation de celle-ci (Geurts & al., 2004 ; Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Happé & al., 2006 ; Papadopoulos & al., 2005 ; Yang & al., 2009). Enfin, les résultats pour la planification sont assez hétérogènes, elle est mesurée significativement inférieure aux groupes contrôles (Happé & al., 2006 ; Hughes & al., 1998 ; Perner & al., 1998 ; Semrud-Clikeman & al., 2010) ou sans différence (Corbett & al., 2009 ; Geurts & al., 2004), et cela parfois pour une même épreuve telle que la Tour de Londres (Cfr. tableau 4).

Nous posons l'hypothèse que, au vu de la littérature, nous retrouverons des différences entre les profils exécutifs des enfants avec TDAH et les profils exécutifs des enfants au développement typique avec des déficits plus marqués en inhibition et en mémoire de travail. Pour les autres fonctions, flexibilité et planification, les résultats paradoxaux des différentes études nous amènent à poser l'hypothèse d'une hétérogénéité au sein même du groupe d'enfants avec TDAH, et non d'un profil déficitaire typique à ce trouble. Nous testerons donc les sous-hypothèses suivantes :

- **III a** : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficients que les enfants avec développement typique pour l'inhibition.

- **IIIb** : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité.
- **IIIc** : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification.
- **III d** : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail.

Fonctions	Pas de différence significative	Différences significatives	Auteurs
INHIBITION	X (équivalent Stroop) X (Stroop) X (Stroop)	X (go-no-go) X (mondes contraires) X X X (Luria's handgame) X	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Charman et al., 2001* - Papadopoulos et al., 2005 - Hughes et al., 1998 - Perner et al., 1998*
FLEXIBILITÉ	X (WCST) <u>X</u> (WCST, TMT B) X (équivalent WCST) X (WCST) X (embedded and ambiguous figures)	X (équivalent TMT+...) X (batteries cognitives) X (équivalent WCST) X	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Gonzales-Gadea et al., 2013 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Papadopoulos et al., 2005 - Hughes et al., 1998 - Perner et al., 1998*
PLANIFICATION	X (CANTAB SOC.) X (Tour de Londres) X	X (Tour de Londres) X (Tour de Londres) X (Tour de Londres) X	- Corbett et al., 2009 - Semrud-Clikeman et al., 2010 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Charman et al., 2001* - Hughes et al., 1998 - Perner et al., 1998*
MÉMOIRE DE TRAVAIL	X (block-tapping-test) X (block-tapping-test)	X (CANTAB expedio) X (Weschler) X (block-tapping-test) X (auditory sequencing task) X	- Corbett et al., 2009 - Yang et al., 2009 - Gonzales-Gadea et al., 2013 - Happé et al., 2006 - Geurts et al., 2004 - Hughes et al., 1998 - Perner et al., 1998* ¹³

Tableau 4 : études sur les fonctions exécutives dans le TDAH
(en souligné : adultes)

Hypothèse III : Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise des FE

Nous avançons l'hypothèse que les enfants avec TDAH seraient plus déficitaires que les

¹³ *Cités par Mary & al., 2009

enfants au développement typique pour l'inhibition et la mémoire de travail alors qu'aucune différence ne serait retrouvée pour le groupe avec autisme. Cela nous amène à postuler que les enfants avec TDAH auront de moins bonnes compétences que les enfants avec autisme en inhibition et mémoire de travail comme l'ont illustré les études de Gonzales-Gadea et al. (2013) et Happé et al. (2006). Pour la planification, comme l'ont montré Geurts et al. (2004) et Semrud-Clikeman et al. (2010), mais à l'inverse de Happé et al. (2006), nous posons l'hypothèse que les sujets avec autisme seront plus atteints. Pour les raisons déjà évoquées avant (hétérogénéité), nous postulons qu'il n'y aura pas de différence pour la flexibilité entre nos deux groupes cibles.

- **HIII a** : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec autisme pour l'inhibition.
- **HIII b** : Il n'y a pas de différence entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise de la flexibilité.
- **HIII c** : Les enfants avec autisme sont plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la planification.
- **HIII d** : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec autisme pour la maîtrise de la mémoire de travail.

1.2. La théorie de l'esprit

Existe-t-il des différences entre les enfants avec autisme, avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM ?

Hypothèse IV : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas)

La théorie de l'esprit est affectée dans l'autisme. Le premier ordre (Pellicano, 2007 ; Yang & al., 2008) est déficitaire. On retrouve des différences significatives dans le second ordre si l'âge du groupe contrôle est situé au-delà de l'âge d'acquisition de ce niveau, ainsi Pellicano (2007) ne retrouve pas de différence car ses groupes sont constitués d'enfants de 4 à 7 ans (âge d'acquisition de la ToM second ordre : 6-7 ans). Gonzalez-Gadea et ses collaborateurs (2013) montrent un déficit chez des adultes avec autisme dans une épreuve

de faux pas. Nous posons l'hypothèse que, au vu de la littérature, nous retrouverons des résultats significativement inférieurs pour la maîtrise de la ToM chez les enfants avec autisme par rapport à des enfants au développement typique.

Hypothèse V : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM

Le tableau 5, qui reprend les études visant la ToM dans le TDAH, montre une disparité dans les résultats. Mais il est tout de même possible d'en dégager des tendances : la ToM de premier ordre semble en effet acquise chez les enfants TDAH (Papadopoulos & al., 2005 ; Yang & al., 2009). Par contre, la ToM de second ordre semble déficitaire (Buitelaar & al., 1999, cité par Mary & al., 2009 ; Papadopoulos & al., 2005) bien que Perner et ses collaborateurs (2002) ne retrouvent pas ce résultat. La mesure de la ToM par l'épreuve des faux pas reste à effectuer sur une population d'enfants avec TDAH. Sur une population d'adulte, il n'y a pas de différence significative d'après Gonzales-Gadea et ses collaborateurs (2013). D'autres auteurs montrent une absence de déficit (Bühler & al., 2011 ; Charman & al., 2001¹⁴ ; Demurie & al., 2011 ; Nyden & al., 2010) ou une différence significative (Hughes & al., 1998 ; Sodian & al., 2003).

ToM	Pas de différence significative	Différences significatives	Auteurs
PREMIER ORDRE	X X X		- Yang et al., 2009 - Papadopoulos et al., 2005 - Buitelaar et al., 1999
SECOND ORDRE	X	X X	- Papadopoulos et al., 2005 - Buitelaar et al., 1999 - Perner et al., 2002
FAUX PAS	<u>X</u>		- Gonzales-Gadea et al., 2013
AUTRES TESTS	X X X X	X X	- Charman et al., 2001* - Sodian et al., 2003 - Hughes et al., 1998 - Bühler et al., 2011 - Nyden et al., 2010 - Demurie et al., 2011

Tableau 5 : études de la théorie de l'esprit dans le TDAH (en souligné : adultes)

¹⁴ *Cités par Mary & al., 2009

Nous posons l'hypothèse que, au vu de la littérature, nous retrouverons des différences pour la maîtrise de la ToM par les enfants avec TDAH par rapport aux enfants au développement typique avec des déficits dans le second ordre et dans la compréhension des maladresses sociales (épreuve des faux pas).

- **Va** : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 1^{er} ordre.
- **Vb** : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 2^d ordre.
- **Vc** : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM pour l'épreuve des faux pas.

Hypothèse VI : Les enfants avec autisme sont plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas)

Si des déficits en ToM pourraient être retrouvés chez les enfants TDAH, nous posons l'hypothèse que les enfants avec autisme restent plus affectés dans ce domaine, la littérature n'ayant d'ailleurs jamais démontré l'inverse.

1.3. Le lien entre FE et ToM

Y a-t-il un lien entre les FE et la ToM ?

Hypothèse VII : Il existe des corrélations positives entre les FE et la ToM

L'analyse des corrélations permettra d'explorer la relation entre les FE et la ToM. De nombreuses études rapportent une forte corrélation entre les FE et la ToM (Carlson & al., 2002 ; Carlson & al., 2004 ; Frye & al., 1995 ; Hughes & al., 1998). Pellicano (2007) a étudié les corrélations entre ToM et FE chez des enfants avec autisme : ToM et FE sont très corrélées dans l'autisme, mais les corrélations diminuent si on neutralise les effets de l'âge et des habiletés verbales et non verbales. Dans le groupe contrôle, suite à cette neutralisation, les corrélations sont non significatives. Yang et ses collaborateurs (2009), chez des enfants avec autisme, TDAH et développement typique, ne retrouvent des

corrélations qu'entre l'inhibition cognitive, testée par le test de Stroop, et la ToM de premier ordre.

Nous anticipons que les scores aux tests des FE seront significativement apparentés aux scores des tests de la ToM et ceci pour chacune des FE et dans les 3 groupes qui seront testés.

Y a-t-il une primauté de l'une des deux fonctions, la ToM ou les FE, sur la maîtrise de l'autre ?

Hypothèse VIII : Les FE ne sont pas des prérequis à la ToM (profils FE-/ToM+).

Pour étudier le lien entre les FE et la ToM, les profils individuels FE/ToM seront étudiés.

Quatre profils peuvent être retrouvés :

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. FE+/ToM+ | 2. FE-/ToM- |
| 3. FE-/ToM+ | 4. FE+/ToM- |

Selon Perner (1998), un individu déficitaire en ToM ne peut maîtriser les FE (profil 4 impossible). Inversement, selon Russell (1999), un individu déficitaire en FE ne pourra acquérir la ToM (profil 3 impossible). Nous pouvons retrouver ces deux profils dans la littérature, le profil 3 (Ozonoff 1991), et 4 (Sabbagh 2006) par exemple. L'objectif sera ici d'éclaircir ce point encore débattu.

Les profils FE-/ToM+ nous permettront d'affirmer que telle ou telle FE n'est pas un prérequis à la ToM. En effet, si des FE étaient des prérequis à la ToM, cette dernière ne pourrait se développer en l'absence de ces FE.

Hypothèse IX : La ToM n'est pas un prérequis aux FE (profils FE+/ToM-).

Comme pour l'hypothèse précédente, si la théorie de l'esprit est affectée mais pas les FE (profils FE+/ToM-), cela indiquera que la maîtrise de la ToM n'est pas indispensable au développement des FE.

L'ensemble des hypothèses est répertorié dans le tableau 6.

Les fonctions exécutives	
Hypothèse I	<p>Il existe des différences entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE</p> <p>HI a : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour l'inhibition.</p> <p>HI b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité.</p> <p>HI c : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification.</p> <p>HI d : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail.</p>
Hypothèse II	<p>Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE</p> <p>III a : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour l'inhibition.</p> <p>III b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité.</p> <p>III c : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification.</p> <p>III d : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail.</p>
Hypothèse III	<p>Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise des FE</p> <p>IIII a : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec autisme pour l'inhibition.</p> <p>IIII b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise de la flexibilité.</p> <p>IIII c : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la planification.</p> <p>IIII d : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec autisme pour la maîtrise de la mémoire de travail.</p>
La théorie de l'esprit	
Hypothèse IV	<p>Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas)</p>
Hypothèse V	<p>Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM</p> <p>Va : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 1^{er} ordre.</p> <p>Vb : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 2^d ordre.</p> <p>Vc : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM pour l'épreuve des faux pas.</p>
Hypothèse VI	<p>Les enfants avec autisme sont plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas)</p>
Lien entre les FE et la ToM	
Hypothèse VII	<p>Il existe des corrélations positives entre les FE et la ToM</p>
Hypothèse VIII	<p>Les FE ne sont pas des prérequis à la ToM (profils FE-/ToM+)</p>
Hypothèse IX	<p>La ToM n'est pas un prérequis aux FE (profils FE+/ToM-)</p>

Tableau 6 : Hypothèses

II. Population

Nous avons comparé les performances de trois groupes de sujets : 16 enfants présentant un TDAH, 5 enfants avec autisme de haut niveau (2) ou avec syndrome d'Asperger (3) et 16 enfants normaux.

L'étude portera sur des enfants âgés de 8 à 12 ans, le stade du 2^e niveau de la ToM doit en effet être atteint afin de mesurer un éventuel déficit dans ce domaine, ce qui est normalement fait à 7 ans, le seuil de 8 ans laisse donc une marge pour un éventuel retard. Le choix de 4 ans d'intervalle nous permet d'éviter un trop grand écart tout en balayant une population assez large afin de ne pas rencontrer de problème de recrutement. Les critères d'inclusion et d'exclusion sont repris dans le tableau 7.

Les sujets avec TDAH ont été recrutés par le biais de l'asbl TDA/H Belgique, mais aussi directement auprès de neuropédiatres ou pédopsychiatres spécialisés dans l'autisme (région Bruxelles, La Louvière et Tournai). Tous les sujets répondaient aux critères diagnostiques du DSM-IV, le diagnostic étant établi par un neuropédiatre ou pédopsychiatre. Quatorze sujets répondent aux critères type mixte (TDA/H) avec hyperactivité et impulsivité, 2 répondent aux critères type inattention prédominante (TDA) sans hyperactivité et impulsivité. Ces 2 sujets ont été écartés de l'étude statistique, car l'observation clinique montre un profil comportemental très différent des autres. Un enfant de ce groupe n'a pas atteint 8 ans (7,83).

Les sujets autistes ont été recrutés par le biais de la fondation SUSA (Service Universitaire Spécialisé pour personnes avec Autisme). Tous répondaient aux critères diagnostiques du DSM-IV soit pour trouble autistique (autisme de haut niveau car $QI > 70$), soit pour syndrome d'Asperger. Nous avons préféré écarter les sujets diagnostiqués trouble envahissant du développement non spécifié. Les doubles diagnostics autisme-TDAH ont aussi été écartés. Toutefois, un sujet s'est avéré avoir été diagnostiqué TDAH avant d'être finalement diagnostiqué porteur du syndrome d'Asperger. Ce sujet, ainsi qu'un autre, ont passé les tests sous *Ritaline*[®], ce qui a permis de neutraliser le déficit attentionnel. Les diagnostics ont été établis par un pédopsychiatre ou un neuropédiatre.

	Avec Autisme	Avec TDAH
Critères d'inclusion	Âge 8-12 ans QI (≥ 80) Diagnostic établi par un pédopsychiatre ou un neuropédiatre selon le DSM IV Asperger et Haut niveau	Âge 8-12 ans QI (≥ 80) Diagnostic établi par un pédopsychiatre ou un neuropédiatre selon le DSM IV
Critères d'exclusion	TEDNS (trouble envahissant du développement non spécifié) Double diagnostic	Pas de contre-indication médicale et accord des parents pour arrêter le psychostimulant 24 h avant la passation des tests

Tableau 7 : Critères d'inclusion et d'exclusion

Les sujets normaux ont été recrutés par le biais d'écoles (QI ≥ 80 ; âge 8-12 ans). Pour chacun des groupes, une lettre (Annexe 6) a été distribuée aux parents (après accord de l'administration communale) dont les enfants répondaient aux critères d'âge de la recherche. Ils étaient ensuite libres de nous contacter ou non. Les parents ont dû remplir un formulaire de consentement (Annexe 7) autorisant l'utilisation des données (anonymisées) dans le cadre de la présente étude. La proportion filles/garçons est faible pour les deux groupes aux effectifs les plus importants (TDAH et contrôle) puisqu'elle est de 1/14 (TDAH) ou 2/16 (contrôle). Nous avons fixé la limite inférieure du QI à 80 afin d'éviter un biais : un faible QI pouvant engendrer une diminution des résultats aux tests des FE et de la ToM. Ce dernier est mesuré par l'échelle non verbale d'intelligence de Wechsler (WNV, Wechsler & Naglieri, 2009), batterie de deux subtests (*matrices* et *mémoire spatiale*). Les caractéristiques des trois groupes sont présentées dans le tableau 8.

	Sujets TDAH (n=14)	Sujets autistes (n=5)	Sujets normaux (n=16)	Total (n=35)
Âge				
Moyenne (écart type)	10,0 (1,5)	11,0 (1,7)	10,1 (1,3)	10,2 (1,4)
Min-Max	7,83-12,83	8,42-12,75	8,33-12,33	7,83-12,83
QI non verbal				
Moyenne (écart type)	101,9 (14,2)	109,0 (12,3)	108,5 (11,2)	105,9 (12,4)
Min-Max	80-141	97-128	95-134	80-141
Proportion filles/garçons	1/14	2/5	2/16	5/35

Tableau 8 : Caractéristiques des sujets

Le test de Kruskal-Wallis, test non paramétrique à échantillons indépendants, montre qu'il n'y a pas de différence (niveau de significativité $\alpha = 0,05$) entre les groupes en ce qui concerne l'âge ($p = 0,293$) et le QI non verbal ($p = 0,162$).

III. Matériel

3.1. Mesure de la ToM

Les tâches de fausses croyances sont considérées comme des tests particulièrement efficaces pour repérer les troubles de la ToM (Nader-Grosbois, 2011). Le paradigme expérimental est relativement simple. Deux personnages sont confrontés et ont chacun une croyance différente de la réalité : l'un croit des choses conformes à cette réalité, l'autre des choses erronées (croyance fausse). Le sujet testé est informé de la réalité, mais il doit pouvoir attribuer à autrui une croyance fausse et non conforme à la réalité. Ces tâches de fausses croyances seront utilisées pour tester le premier et le second ordre de la ToM. Les tâches de « faux pas » proposeront quant à elle au sujet de détecter une maladresse sociale. Enfin, la nouvelle NEPSY propose une batterie ciblant la perception sociale sur diverses facettes et nous permettra de compléter et d'enrichir nos mesures. Nous utiliserons les tests suivants :

3.1.1. Tests de fausses croyances

a. *Test du contenu insolite* (1^{er} ordre : comprendre ce qu'une personne pense ou croit) : Cette tâche de fausse croyance (inspirée de Pellicano, 2007) évalue la capacité du participant à comprendre qu'il a été trompé dans sa croyance quant au contenu d'une boîte à l'apparence prototypique, et donc à reconnaître sa propre fausse croyance. Elle évalue aussi la capacité à comprendre qu'autrui pourrait également être trompé dans sa croyance quant au contenu d'une boîte, et donc à reconnaître la fausse croyance d'autrui. Le matériel est constitué d'une boîte au contenu inattendu (boîte à œufs contenant des noix). L'enfant, après avoir vu le contenu et une fois la boîte fermée, se voit poser les questions : « Avant de regarder dans la boîte, que pensais-tu qu'il y ait dans la boîte ? » (contrôle de sa propre fausse-croyance) et « Qu'y a-t-il en réalité » (contrôle la perception de la réalité). Puis une poupée est présentée : « Que pense la poupée de ce qu'il y a dans la boîte ? » (ToM) et « qu'y a-t-il vraiment ? » (contrôle le maintien en mémoire).

b. *Test du transfert inattendu* (1^{er} ordre) :

Cette tâche (inspirée de Pellicano, 2007) évalue la capacité du participant à comprendre qu'un personnage d'une histoire racontée est trompé dans sa croyance quant à

l'emplacement d'un objet rangé dans une maison de poupées, et donc à reconnaître la fausse croyance de ce personnage. Le matériel est composé de deux vidéos. Dans la Vidéo 1¹⁵, « Tom et Lili 1 », Tom et Lili sont des *Playmobil* : l'enfant regarde Lili placer sa poupée dans un panier bleu avant de sortir, Tom change alors la poupée de place, il la met dans un tiroir. Lili revient, on demande alors à l'enfant : « Où Lili va-t-elle chercher sa poupée ? » (ToM I^{er}) et « Où est sa poupée en réalité ? » (contrôle réalité) et « au début, où Lili avait-elle mis la poupée avant de partir ? » (contrôle mémoire). Dans la Vidéo 2, « Tom et Lili 2 », Lili place sa guitare dans un panier jaune, puis sort et ne voit plus ce qu'il se passe. Pendant ce temps, Tom prend la guitare et la remplace par un petit tracteur rouge. Lili revient, on demande alors à l'enfant : « Que pense Lili qu'il y ait dans le panier ? », puis « Qu'y-a-t-il en réalité ? » et « Qu'y avait-il dans le panier au début ? ».

c. *Test du transfert inattendu* (2^d ordre)

Cette tâche permet d'évaluer le second niveau de maîtrise de la ToM. Il s'agit d'une vidéo, la Vidéo 3, « Marie et Sarah », où l'on retrouve deux poupées *Barbie* (bien distinctes physiquement). Marie et Sarah ont fait un gâteau, Marie range le gâteau dans le frigo, puis sort. Elle regarde Sarah en cachette par la porte-fenêtre sans que Sarah s'en rende compte. Pendant ce temps, Sarah prend le gâteau et le range dans le four. Puis Marie revient, on demande alors à l'enfant : « où Sarah pense que Marie va chercher le gâteau ? » (ToM 2^d), et « où est le gâteau en réalité ? » (contrôle réalité), puis « où Marie avait-elle rangé le gâteau avant de sortir ? » (contrôle mémoire). Une bande dessinée (Duval & al., 2011) complètera l'évaluation du deuxième ordre : une maman s'apprête à partir travailler, mais avant de sortir, elle prévient son fils qu'il ne doit pas prendre de bonbons pendant son absence. Puis la mère sort mais regarde en cachette par la fenêtre. Pendant ce temps, le fils prend des bonbons. La mère revient, on demande alors à l'enfant : « Si on demande au fils : "Est-ce que ta maman sait que tu as pris des bonbons ?", que va-t-il répondre ? ».

¹⁵ Les vidéos (visibles en Annexe) ont été conçues par nos soins et ceci sans bande-son, l'histoire est racontée en parallèle par l'examineur, ce qui a pour avantage de capter l'attention de l'enfant et l'examineur montre les personnages au fur et à mesure de leur présentation.

3.1.2. Test des faux pas

Nous utiliserons quatre histoires permettant de mesurer la reconnaissance des faux pas et une histoire contrôle (ne contenant pas de maladresse sociale). Elles sont inspirées de Boutantin et al. (2010) qui proposent 20 histoires dont 10 contrôles. Elles seront ici adaptées pour les enfants et le nombre sera réduit afin de limiter une baisse attentionnelle, les histoires qui se prêtaient le mieux à cette adaptation ont été choisies. Exemple d'histoire avec faux pas : *Pour son anniversaire, Paul a invité tous ses amis, dont Louis. Louis lui a offert un ballon. Paul a reçu beaucoup de cadeaux et a du mal à se rappeler qui lui a offert les cadeaux. Quelques mois plus tard, Paul et Louis jouent au ballon. Louis perd le ballon en le lançant trop loin. Il dit : « Oh, je suis vraiment désolé, j'ai perdu ton ballon. » « Ne t'en fais pas », dit Paul, « de toute façon je ne l'ai jamais aimé, on me l'a offert pour mon anniversaire et j'en ai plein d'autres mieux. On demande ensuite à l'enfant : « Est-ce que quelqu'un a dit quelque chose qu'il n'aurait pas dû dire ou quelque chose de maladroit ? » (détection du faux pas), « qui a dit quelque chose qu'il n'aurait pas dû dire ou quelque chose de maladroit ? » (identification du personnage ayant fait un faux pas), « Pourquoi n'aurait-il pas dû le dire ou pourquoi était-ce maladroit ? » (contenu du faux pas), « Pourquoi pensez-vous qu'il ait dit ça ? » (explication du faux pas), « Est-ce que Paul se souvient que Louis lui a offert le ballon ? » (compréhension de la fausse croyance du personnage), « Qu'a ressenti Louis ? » (évalue l'empathie). Exemple d'histoire contrôle : *Hugo fait les magasins pour trouver un t-shirt qui aille avec son nouveau pantalon. Le vendeur lui montre plusieurs t-shirts. Hugo les regarde et finalement en trouve un de la bonne couleur. Mais lorsqu'il se rend à la cabine d'essayage et l'essaye, il ne lui va pas. « Il est trop petit », dit-il au vendeur. « Ne vous inquiétez pas ! », dit le vendeur, « nous allons recevoir des plus grandes tailles la semaine prochaine ». « Super, je reviendrai alors ! », dit Hugo. Les trois autres histoires sont disponibles en annexe (annexe 8).**

3.1.3. NEPSY II

La NEPSY (Korkman, Kirk & Kemp, 2003) est une batterie d'évaluation des fonctions cognitives chez les enfants âgés de 3 à 12 ans. La nouvelle version de la NEPSY (normée jusqu'à 16 ans, Korkman, Kirk & Kemp 2012) explore un nouveau domaine, la perception

sociale, en mesurant les compétences nécessaires à la compréhension des sentiments, des perceptions et des intentions des autres. Ce domaine comprend deux sous-tests.

a. *Subtest de reconnaissances d'affects :*

Cette partie vise à s'assurer de la reconnaissance correcte, de la part du participant, des expressions faciales émotionnelles. Celle-ci est impliquée dans la compréhension des états mentaux d'autrui, Pelc et al. (2006) ont d'ailleurs montré que la reconnaissance des émotions sur les expressions faciales est déficitaire dans le TDAH (surtout pour la colère). Il nous semble donc intéressant de vérifier ce facteur en complément des tests de la ToM.

b. *Subtest de la Théorie de l'Esprit :*

Cette partie évalue l'aptitude à comprendre des fonctions mentales comme la croyance, l'intention, la tromperie, l'émotion, l'imagination, la simulation ainsi que la compréhension que l'on peut avoir des pensées d'une autre personne, de ses idées, de ses sentiments, qui peuvent être différents des siens.

3.2. *Mesure des FE*

3.2.1. La planification

Deux tests seront utilisés pour quantifier l'efficacité en planification des enfants : la Tour de Londres (Lussier, Guérin, Dufresne, & Lassonde, 1998) ainsi que les Labyrinthes du WISC III (Wechsler, 1996). Si ces deux épreuves permettent une mesure spécifique de la planification, leur niveau d'habileté en planification n'est pas le même (Pellicano, 2007), la tour de Londres requérant des compétences de plus haut niveau.

a. *La Tour de Londres (Lussier & al., 1998)*

La Tour de Londres est composée de trois tiges de hauteurs différentes, et de trois boules de couleurs différentes. L'enfant, à partir d'une configuration initiale, doit parvenir à une configuration finale en effectuant un nombre précis de déplacements : de 2 à 5 déplacements. L'enfant doit donc anticiper les conséquences des déplacements qu'il va effectuer avant leur réalisation. Il y a en tout 12 modèles à reproduire. L'enfant doit respecter trois règles : ne bouger qu'une boule à la fois, ne pas mettre plus de boules par tige que la tige ne peut contenir (p. ex. pas plus de 2 sur la tige centrale), et effectuer le modèle en un nombre de déplacements prédéfinis. Les modèles sont présentés sous

format papier (schémas en couleur). Pour chaque modèle, le temps de planification sera noté (intervalle de temps entre le moment où l'examineur montre le modèle à effectuer et le premier déplacement), le temps total d'exécution sera aussi noté ainsi que le nombre d'essais total (avec une limite de 6 essais par modèle) et le nombre de réalisations effectuées au premier essai. Lussier et al. (1998) ont établi des normes sur des populations d'enfants canadiens francophones allant de 7 à 17 ans et plus (en tout 214 enfants et 17 jeunes adultes). Dans la Tour de Londres, la difficulté n'est pas d'ordre spatial mais réside dans la détermination de l'ordre adéquat des déplacements simples à effectuer. Cette approche est pertinente pour la planification car la tâche consiste à organiser une série d'actions (déplacement des boules) en une séquence optimale visant à atteindre le but fixé (configuration finale).

b. *Les Labyrinthes* (Wechsler, 1996)

Ils évaluent la capacité à planifier une action motrice. L'épreuve consiste à tracer son chemin avec un crayon pour sortir d'un labyrinthe dessiné sur la feuille (10 labyrinthes en tout, avec pour règle de départ de commencer au quatrième). Le temps est mesuré car pour chaque labyrinthe, un temps limite est fixé. L'enfant doit anticiper sa trajectoire, afin de limiter les détours et éloignements momentanés du but, ceux-ci étant comptabilisés comme erreur, c'est d'ailleurs le nombre d'erreurs qui donnera la note finale. Les Labyrinthes ne requièrent, quant à eux, pas un découpage de l'action en une série d'actions (tracé fluide) mais il s'agit bien aussi de s'organiser pour atteindre le but fixé (la sortie) en effectuant le moins d'erreurs possible.

3.2.2. La flexibilité mentale

Trois épreuves seront utilisées pour mesurer la flexibilité mentale. Ces épreuves ont été choisies car elles mesurent spécifiquement la flexibilité et sont moins multidéterminées que l'épreuve des cartes du Wisconsin (Heaton & al., 2002). De plus, le Wisconsin ne donne pas de différence pour les groupes cibles (Cfr. tableaux 2 et 3). Nous utiliserons le subtest les Mondes contraires du Test d'Évaluation de l'Attention Chez l'Enfant ou TEA-Ch (Manly, Robertson, Anderson & Nimmo-Smith, 2004) car celui-ci est moins dépendant de la mémoire de travail que le subtest les Petits hommes verts. L'épreuve du Trail Making Test (TMT, Reitan, 1958) sera utilisée car elle permet une mesure de la

flexibilité en neutralisant la rapidité motrice. Nous utiliserons aussi le nouveau subtest de la NEPSY II (Korkman, 2012) : Inhibition-partie changement.

a. *Les Mondes contraires* (TEA-CH, Manly & al., 2004)

Ce subtest se décompose en deux conditions. Dans la première, « les mondes à l'endroit », l'enfant doit lire des chiffres (« 1 » et « 2 ») le plus vite possible. Chaque erreur sera automatiquement corrigée par l'examineur, les erreurs augmentent donc le temps d'exécution. Dans la seconde, « les mondes à l'envers », l'enfant doit dire « 2 » lorsqu'il voit un « 1 » et inversement. C'est cette deuxième condition qui requiert de la flexibilité cognitive. Plus le temps d'exécution sera long pour cette partie, et moins la flexibilité mentale sera efficace. Quatre « mondes » se succèdent, un à l'endroit, deux à l'envers et de nouveau un à l'endroit.

b. *Le Trail Making Test* (Reitan, 1958)

Le TMT se décompose en trois parties. Dans la première, l'enfant doit relier des nombres dans l'ordre numérique le plus vite possible. Dans la deuxième partie, ce sont des lettres qui seront reliées dans l'ordre alphabétique. Enfin, dans la troisième partie, aussi appelée partie B, l'enfant doit relier en alternance nombres et lettres, tout en respectant l'ordre numérique et alphabétique. C'est cette partie B qui mesure la flexibilité. Le temps pris en compte sera celui de cette partie, auquel on aura soustrait la moyenne des temps des deux premières parties. Cela permet de contrôler le temps d'exécution sans flexibilité, qui peut être variable d'un enfant à l'autre, notamment en fonction de sa maîtrise de l'alphabet.

c. Subtest *Inhibition-partie Changement* (NEPSY II, Korkman & al., 2012)

Ce subtest a été conçu pour mesurer la flexibilité cognitive. Sur une feuille sont disposées 5 lignes de 8 formes géométriques, soit des carrés, soit des ronds. Ces formes peuvent être noires ou blanches. L'enfant doit alterner deux traitements différents : si la forme est noire, il doit dire le nom correct de la forme (p. ex. pour un rond noir, il doit dire « rond »), mais si la forme est blanche, il doit dire le nom de l'autre forme (p. ex. pour un rond blanc, il doit dire carré). Dans une deuxième sous-partie, l'enfant est amené à effectuer le même type de traitement flexible, mais avec des flèches au lieu des formes (flèches dirigées vers le haut ou le bas, p. ex. pour une flèche blanche dirigée vers le haut, l'enfant doit dire « en bas »...) La note finale prend en compte le temps d'exécution, le nombre d'erreurs ; le contrôle inhibiteur ainsi que le temps de dénomination sans alternance seront contrôlés.

3.2.3. L'inhibition

Nous utiliserons deux épreuves de la NEPSY (Korkman & al., 2003) *Cogner-frapper* et *la Statue*, qui mesurent l'inhibition motrice dans des conditions différentes. Le subtest *Inhibition* de la NEPSY II (Korkman & al., 2012) sera utilisé pour mesurer l'inhibition cognitive.

a. *Cogner-frapper* (NEPSY, Korkman & al., 2003)

Ce subtest de la NEPSY est une tâche d'inhibition de réponses motrices automatiques. L'enfant est amené à effectuer des mouvements différents de ceux présentés par l'examineur. Il se décompose en deux parties, avec deux mouvements dans la première et trois dans la deuxième.

b. *la Statue* (NEPSY, Korkman & al., 2003)

Durant cette épreuve, l'enfant doit rester immobile les yeux fermés durant 75 secondes. Il doit respecter certaines conditions qui sont ne pas parler, ne pas bouger et ne pas ouvrir les yeux. Des stimuli distrayants sont produits par l'examineur durant l'épreuve : tousser, faire tomber un crayon, cogner sur la table... L'enfant doit résister à ces stimuli et garder sa position. La deuxième difficulté est de tenir la position durant toute la période, et donc réussir à ne pas bouger durant 75 secondes.

c. *Inhibition-partie Inhibition* ((NEPSY II, Korkman & al., 2012)

Ce subtest est en fait la deuxième partie du subtest « *Inhibition* » déjà abordé pour sa partie « *changement* » qui vise la flexibilité. Dans la partie *inhibition*, l'enfant ne doit pas se préoccuper de la couleur des formes (noire ou blanche) mais doit systématiquement dire la forme inverse (pour chaque rond, l'enfant doit dire carré, et inversement). La deuxième sous-partie « *flèches* » est aussi présente (dire « *en haut* » quand le flèche est vers le bas et inversement). La note globale tient compte du temps de dénomination sans *inhibition* (dire simplement les formes pour ce qu'elles sont), du temps et du nombre d'erreurs.

3.2.4. La mémoire de travail

La mémoire de travail, processus de manipulation de l'information, sera mesurée par une tâche d'empan de chiffres à rebours tirée du WISC-IV (Échelle d'Intelligence de

Wechsler, 2005) avec l'épreuve Mémoire des chiffres. Cette première tâche permet une mesure en entrée auditive, faisant intervenir la boucle phonologique. L'épreuve Mémoire spatiale (WNV, Wechsler & Naglieri, 2009) permettra de mesurer la mémoire de travail en entrée visuelle, ayant pour intermédiaire le calepin visuo-spatial. Les consignes sont courtes, ce qui limite un éventuel effet de déficit de l'attention.

a. *Mémoire des chiffres* (WISC-IV, Wechsler, 2005)

Lors de ce test, l'enfant doit répéter une série de chiffres de plus en plus longue ; il a 2 essais pour le même nombre de chiffres, l'épreuve s'arrête lorsqu'il échoue aux 2 essais d'une même série. Puis, dans une seconde partie, l'enfant doit répéter les chiffres en ordre inverse, ce qui mobilise l'administrateur central. La plus longue chaîne de chiffres répétée donne l'empan de chiffres, en ordre endroit et envers. La note totale prend en compte les répétitions en ordre endroit et envers.

b. *Mémoire spatiale* (WNV, Wechsler & Naglieri, 2009)

Cette épreuve donne une mesure de la mémoire de travail visuo-spatiale. L'examineur montre de façon séquentielle une série de cubes (10 cubes fixés sur une plaque), l'enfant doit alors reproduire la séquence en touchant à son tour les cubes. Il a aussi deux essais par série, le nombre de cubes augmentant au fur et à mesure, avec arrêt lors de deux échecs pour une même série. Puis le même exercice est proposé à l'enfant, mais cette fois-ci il doit répéter la série dans l'ordre inverse. C'est cette deuxième partie qui mobilise l'administrateur central.

3.2.5. L'attention sélective

Le subtest Recherche dans le ciel de la TEA-Ch (Manly & al., 2004) sera utilisé pour mesurer l'attention sélective, il permet de supprimer l'influence du contrôle moteur. La mesure se fera en modalité visuelle. Il s'agit ici pour l'enfant d'entourer le plus de cibles possibles présentées parmi des distracteurs similaires.

3.2.6. Les fluences

Une mesure des fluences (fluidité des productions spontanées) sera aussi effectuée pour compléter le tableau exécutif. Pour Noël (2007), elles donnent une indication sur les capacités de planification. Les tâches de fluences impliqueraient aussi la flexibilité

mentale ainsi que d'autres mécanismes cognitifs (Rinaldi, Trappeniers & Lefebvre, 2013).

a. *Fluidité verbale* (NEPSY, Korkman & al., 2003)

Cette épreuve mesure la fluence verbale. L'enfant doit générer le plus grand nombre de mots en une minute à partir d'indices sémantiques (animaux, aliments et boissons) et phonémiques (mots commençant par les lettres S et M), en tout il y a donc quatre conditions. Cette épreuve nécessite une recherche en mémoire à long terme.

b. *Fluidité de dessins* (NEPSY, Korkman & al., 2003)

Ce subtest mesure la fluence graphique. L'enfant doit générer en une minute le plus grand nombre de formes constituées de traits reliant 5 points, ces points sont disposés dans une première condition de façon organisée, puis dans un deuxième temps de façon non structurée.

IV. Méthode

Les sujets avec autisme et avec TDAH ont été testés à leur domicile. Les passations se sont effectuées en dehors de toute médication psychostimulante, en particulier pour les enfants avec TDAH, qui sont généralement sous *Rilatine*[®] ou *Concerta*^{®16}. De ce fait, afin de permettre un arrêt de la prise de psychostimulant pendant 24 heures (avec accord parental), les passations ont en général eu lieu les dimanches matins. Les sujets du groupe contrôle ont été testés à mon domicile. Tous les sujets ont été testés individuellement, dans une pièce isolée. La passation durant au total deux heures, une pause d'au minimum un quart d'heure était systématiquement mise en place après une heure. Les tests ont toujours été donnés dans le même ordre (Cfr. annexe 9). En fin de passation, les enfants avec TDAH et avec autisme ont pu choisir un jeu parmi une sélection de jeux qui leur était proposée (DVD, fusils *Nerf*, puzzles, jeux de cartes, décors...). Notons que les enfants avec TDAH ont, pour leur grande majorité, choisi des fusils *Nerf* (si accord

¹⁶La *Rilatine*[®] (ou *Ritaline*[®] en France) et le *Concerta*[®] (libération prolongée) sont composés de méthylphénidate qui inhibe la recapture de la dopamine et facilite donc la transmission dopaminergique. La dopamine est nécessaire au maintien de l'attention et de la concentration.

parental). Les enfants avec autisme n'ont pas choisi de fusil (une tasse, des jeux de découverte scientifique, ou rien...). Le jeu avait, dans un premier temps, pour objectif de favoriser le recrutement, le recrutement des enfants du groupe contrôle s'est effectué avant et il n'a pas été nécessaire de proposer un « facilitateur ». Pour chaque enfant des deux groupes cibles, un rapport détaillé du profil cognitif obtenu a été remis aux parents, ainsi que des pistes d'accompagnement élaborées en fonction de ce profil (Cfr. Annexe 10 : deux exemples de rapports). Pour les enfants du groupe contrôle, aucun retour sur les résultats n'a été fait auprès des parents, hormis dans un cas suite à une demande parentale où un retour oral a été donné sur les résultats de leur enfant.

V. Traitement des données

Pour comparer les groupes — hypothèses de I à VI — nous utiliserons un test non paramétrique¹⁷, car l'effectif du groupe avec autisme est faible ($N = 5$). Le test pour échantillons indépendants de Mann-Whitney sera appliqué si les trois groupes montrent bien une différence (test de Kruskal-Wallis significatif). Pour les groupes plus grands, TDAH et contrôle (respectivement 14 et 16 sujets), nous effectuerons aussi un test paramétrique, le test T pour échantillons indépendants, après avoir vérifié pour chacune des épreuves si les résultats suivent la loi Normale. Pour cela nous utiliserons l'analyse descriptive *Q-Q Plots*¹⁸ qui permet de comparer la distribution des données réellement observées par rapport aux données qui auraient dû être observées dans le cas d'une distribution normale. Il s'agit donc de représenter la déviation par rapport à la distribution normale de chacun des résultats observés (Kinnear & Gray, 2010). Ce test T concernera donc les hypothèses II et V. L'hypothèse VII sera testée par corrélations non paramétriques, le Rho de Spearman, sur les trois groupes pris séparément. Tous les tests statistiques se feront par le biais du logiciel SPSS® (IBM SPSS Statistics, version 21). Enfin, les hypothèses VIII et IX seront vérifiées par l'observation des profils cognitifs

¹⁷L'analyse se fera à partir de données métriques : les notes standards ou, pour certains tests (tests non normés, percentiles...), les notes brutes.

¹⁸Outil graphique permettant de comparer une distribution observée avec une loi Gaussienne réduite et d'évaluer ainsi si la distribution observée suit bien la loi Normale.

individuels, après avoir établi les déficits à moins 1,65 écarts types sous la moyenne du groupe contrôle, ou de la norme, pour chacun des subtests. Pour les tests qui ne suivront pas la loi normale, le déficit sera constaté en dessous du rang percentile 5.

VI. Résultats

L'analyse descriptive des résultats aux différents tests pour les trois groupes est reprise dans l'annexe 11.

6.1. Les fonctions exécutives

Les résultats issus d'une comparaison de distribution par le test de Mann-Whitney (ou Kruskal-Wallis lors de la comparaison des trois groupes) avec pour hypothèse nulle : « Les distributions de telle variable dépendante (par exemple la Tour de Londres) sont identiques sur les catégories de groupes ». Ces résultats sont regroupés dans le tableau 9.

		3 groupes Kruskal-Wallis	Contrôle/TDAH Mann-Whitney	Contrôle/TED* Mann-Whitney	TDAH/TED Mann-Whitney
	Âge	.293	.697	.130	.219
	QI non verbal	.162	.070	1.000	.162
	Attention sélective	.428	.166	.719	.428
Mémoire de travail	Mémoire chiffres	.190	.131	.153	.190
	Mémoire spatiale	.137	.052	.445	.137
Planification	Tour de Londres	.605	.580	.398	.605
	Labyrinthes	.007 (S)	.002 (S)	.179	.257
Fluences	Fluidité dessins	.308	.355	.208	.343
	Fluidité verbale	.428	.580	.208	.444
Flexibilité	Flexibilité NEPSY II	.349	.166	.603	.559
	TMT	.358	.608	.153	.391
	Mondes à l'envers	.155	.038	.780	.559
Inhibition	Cogner-Frapper	.030 (S)	.043 (S)	.603	.298
	Statue	.033 (S)	.035 (S)	.179	.754
	Inhibition NEPSY II	.038 (S)	.043 (S)	.240	.044 (S)

Tableau 9 : Comparaison des groupes, test Kruskal-Wallis puis U Mann-Whitney
Les significativités au test de Mann-Whitney ne seront prises en compte que si le test Kruskal-Wallis est significatif (S)

Niveau de significativité. 05 (intervalle de confiance à 95 %)

Valeurs reprises : p, si $p < 0.05$: rejet H_0 , test Significatif (S : case grisée)

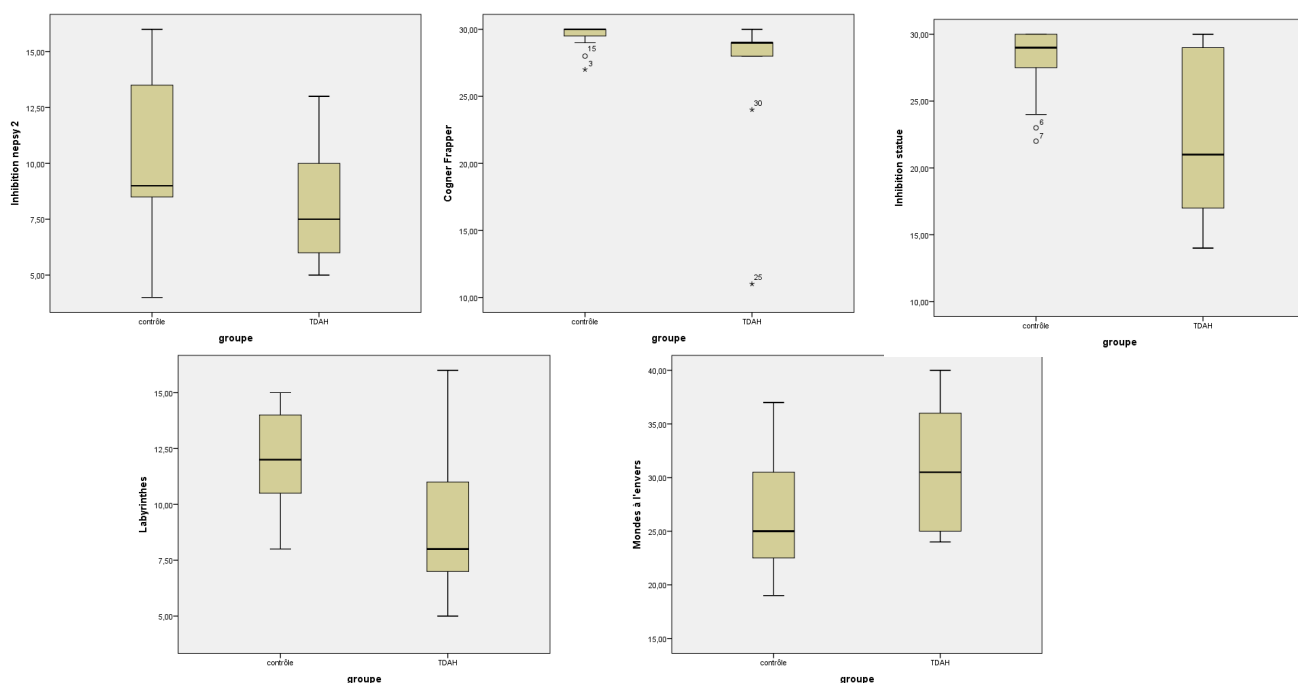
H_0 : « pas de différence entre les groupes » (*TED : autistes)

6.1.1. Groupe enfants avec autisme

Un test non paramétrique U de Mann-Whitney a été appliqué afin de comparer le groupe d'enfants avec autisme de haut niveau ou avec syndrome d'Asperger avec le groupe contrôle (Cfr. tableau 9 et annexe 12 pour le détail de l'analyse statistique). Nous pouvons constater qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux groupes pour la maîtrise des FE, et cela pour aucune des fonctions mesurées et pour aucun des sous-tests.

6.1.2. Groupe enfants avec TDAH

Pour comparer le groupe d'enfants avec TDAH au contrôle, nous avons dans un premier temps utilisé le même test non paramétrique que pour le groupe avec autisme. Les résultats sont détaillés en annexe 13 et repris dans le tableau 9. Il montre une différence significative entre le groupe d'enfants TDAH par rapport au groupe contrôle pour l'inhibition cognitive (Inhibition NEPSY II, $p = 0,043$), pour les deux épreuves d'inhibition motrice (Cogner-frapper, $p = 0.015$ et Statue, $p = 0.012$), pour l'épreuve Labyrinthes ($p = 0.004$) mesurant la planification, ainsi que pour l'épreuve de flexibilité Mondes à l'envers ($p=0,038$) (Cfr. graphique 1).



Graphique 1

Diagrammes représentant les médianes, les intervalles interquartiles (25^e et 75^e percentiles), les valeurs maximales et minimales des distributions ainsi que les valeurs extrêmes. Subtests « cogner-frapper », « statue » et « mondes à l'envers » : notes brutes ; subtests « Labyrinthes » et « inhibition NEPSY II » : notes standard.

Les effectifs de ces deux échantillons étant suffisamment grands ($N_{(TDAH)}=14$, $N_{(contrôle)}=16$), nous avons vérifié la normalité des distributions (*Q-Q Plots*) afin de leur appliquer un test paramétrique (Cfr. annexes 14 et 15). Les distributions respectent la loi Normale hormis les subtests Cogner-frapper et la Statue (effet plafond). Nous avons appliqué un test T pour échantillons indépendants sur les distributions normales (Cfr. tableau 10).

		Contrôle/TDAH
	Âge	.853
	QI non verbal	.163
	Attention sélective	.230
Mémoire de travail	Mémoire chiffres	.084
	Mémoire spatiale	.071
Planification	Tour de Londres	.835
	Labyrinthes	.001 (S)
Fluences	Fluidité dessins	.367
	Fluidité verbale	.529
Flexibilité	Flexibilité NEPSY2	.087
	TMT	.436
	Mondes à l'envers	.053
Inhibition	Cogner-Frapper	-----
	Statue	-----
	Inhibition NEPSY2	.049

Tableau 10 : Comparaison des groupes, test T
Niveau de significativité. 05 (intervalle de confiance à 95 %)
Valeurs reprises : p, si $p < 0.05$: rejet H_0 , test Significatif (S : case grisée)
 H_0 : « pas de différence entre les groupes »

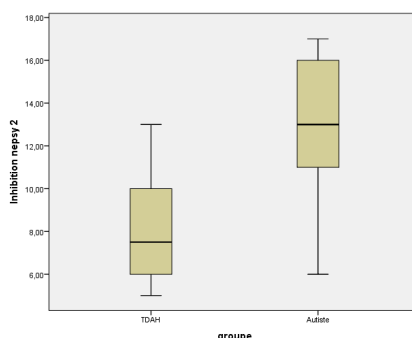
La différence reste significative pour les Labyrinthes et Inhibition NEPSY II mais pas pour les Mondes à l'envers ($p > 0,05$).

6.1.3. Comparaison des enfants avec autisme et avec TDAH

Cette comparaison se fera par le test non paramétrique de Mann-Whitney du fait de la disparité des effectifs. Elle montre (Cfr. tableau 9) qu'il y a une différence significative entre ces deux groupes pour la maîtrise de l'inhibition cognitive (Inhibition NEPSY II, graphique 2), le groupe TDAH étant significativement plus faible.

Graphique 2

Diagramme pour le subtest
« inhibition NEPSY II », groupes
TDAH et avec autisme.

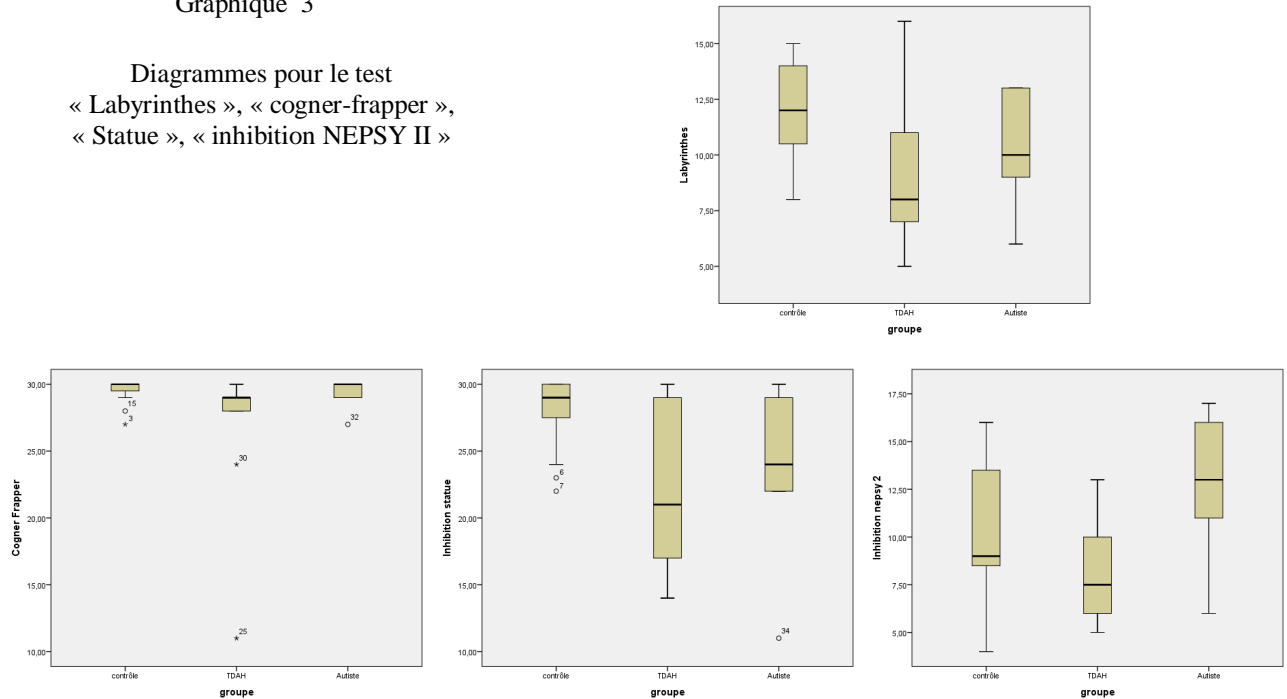


6.1.4. Comparaison des trois groupes

La comparaison des trois groupes (autiste, TDAH et contrôle), effectuée par le test non paramétrique de Kruskal-Wallis (Cfr. tableau 9 et annexe 16), montre une différence significative pour le test les Labyrinthes ainsi que pour tous les subtests mesurant l'inhibition (Cogner-frapper, la Statue, Inhibition NEPSY II, graphique 3).

Graphique 3

Diagrammes pour le test
« Labyrinthes », « cogner-frapper »,
« Statue », « inhibition NEPSY II »



Le graphique 3 montre que le groupe TDAH est moins performant que le groupe d'enfants avec autisme. Ces derniers ont les meilleurs résultats des trois groupes en inhibition cognitive (NEPSY II).

6.2. La théorie de l'esprit

Les tests de Mann-Whitney et de Kruskal-Wallis seront de nouveau utilisés pour comparer les variables dépendantes correspondant aux résultats des tests en théorie de l'esprit. Le tableau 11 reprend les conclusions des tests non paramétriques.

6.2.1. Groupe enfants avec autisme

Le groupe des enfants avec autisme se montre significativement moins efficient par rapport au groupe contrôle dans la maîtrise de la cognition sociale, et cela dans tous les

domaines testés sauf celui de la théorie de l'esprit premier ordre (Cfr. tableau 11). Ainsi les subtests de la NEPSY II marque une différence pour la théorie de l'esprit ($p = 0.019$) et la reconnaissance des affects ($p = 0.008$). Sur les deux types de vidéos présentées, seule celle du second ordre montre une différence ($p = 0.008$) alors qu'il n'y a pas de différence pour le premier ordre ($p = 0.075$, NS). Enfin, les histoires de faux pas, où il s'agit de détecter une maladresse sociale montre une nette différence par rapport au groupe contrôle ($p = 0.001$).

		3 groupes Kruskal-Wallis	Contrôle/TDAH Mann-Whitney	Contrôle/TED Mann-Whitney	TDAH/TED Mann-Whitney
Cognition sociale	ToM NEPSY2	.019 (S)	.031 (S)	.019 (S)	.298
	ToM 1	.017 (S)	.728	.075	.130
	ToM 2	.003 (S)	.294	.008 (S)	.056
	Faux pas	.001 (S)	.003 (S)	.001 (S)	.044 (S)
	affects	.004 (S)	.004 (S)	.008 (S)	.559

Tableau 11 : Comparaison des groupes, test U Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis
Niveau de significativité. 05 (intervalle de confiance à 95 %)
Valeurs reprises : p, si $p < 0.05$: rejet H_0 , test Significatif (S : case grisée)
 H_0 : « pas de différence entre les groupes »

6.2.2. Groupe enfants avec TDAH

Ces enfants marquent aussi une différence en cognition sociale par rapport au groupe contrôle (Cfr. tableau 11) : des différences significatives sont retrouvées pour la maîtrise de la ToM au travers du subtest de la NEPSY II ($p = 0.031$) et de l'épreuve des faux pas ($p = 0.003$). La reconnaissance des affects est aussi significativement moins bien réussie ($p = 0.004$). Par contre, les résultats à l'ensemble des vidéos ciblant la ToM ne montrent pas de différence ($p = 0.728$ pour le 1^{er} ordre et $p = 0.294$ pour le 2nd ordre).

Après avoir vérifié le respect de la loi Normale des distributions des groupes contrôle et TDAH concernant la cognition sociale, nous avons appliqué un test T sur celle la respectant, soit : les subtests de la NEPSY II (ToM et reconnaissance d'affects) et l'épreuve des faux pas (Cfr. tableau 12). Nous pouvons constater que les différences entre groupes contrôle et avec TDAH restent significative avec un test paramétrique, pour les trois tests.

		Contrôle/TDAH
Cognition sociale	ToM NEPSY2	.017 (S)
	Faux pas	.003 (S)
	affects	.002 (S)

Tableau 12 : Comparaison des groupes, test T
Niveau de significativité. 05 (intervalle de confiance à 95 %)
Valeurs reprises : p, si p<0.05 : rejet H0, test Significatif (S : case grisée)
H0 : « pas de différence entre les groupes »

6.2.3. Comparaison des enfants avec autisme et avec TDAH

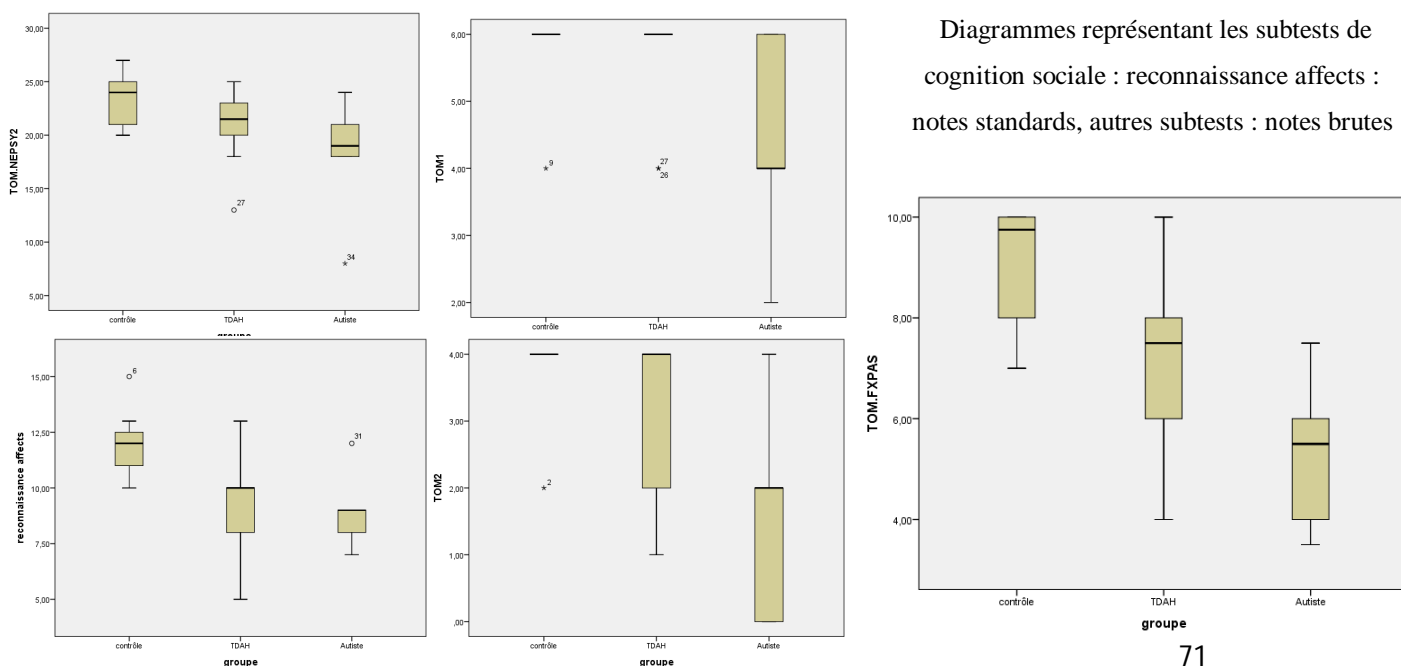
Si l'on compare les deux groupes cibles, des différences se marquent pour l'épreuve des faux pas ($p = 0.044$) (Cfr. tableau 11), avec des résultats significativement plus faibles pour les enfants avec autisme (Cfr. diagramme 4).

6.2.4. Comparaison des trois groupes

Le test de Kruskal-Wallis montre des différences entre les trois groupes pour tous les subtests concernant la cognition sociale (Cfr. tableau 11). Le groupe avec autisme étant toujours celui qui obtient les moins bons résultats (Cfr. graphique 4).

Graphique 4

Diagrammes représentant les subtests de cognition sociale : reconnaissance affects : notes standards, autres subtests : notes brutes



6.3. Liens entre FE et ToM

6.3.1. Corrélations

Au vu de la disparité des effectifs et du non-respect de la loi Normale pour quelques distributions (subtests Statue NEPSY, Cogner-Frapper, ToM I et ToM II), nous avons choisi d'utiliser une étude corrélative non paramétrique : le Rho de Spearman. Les corrélations significatives sont reprises dans le tableau 13. Les valeurs des coefficients sont détaillées en annexe 17.

a. Intercorrélations dans les FE

Inhibition : L'inhibition cognitive (NEPSY II) est corrélée à la Fluidité de dessin ($p < 0,05$) seulement dans le groupe contrôle (gr.C) et aux Labyrinthes pour le groupe avec TDAH (gr.TDAH). L'inhibition motrice, pour l'épreuve Cogner-frapper, est corrélée aux Labyrinthes ($p < 0,01$) pour le gr.TDAH. L'épreuve la Statue est corrélée dans le groupe avec autisme (gr.A) à l'attention sélective, la Tour de Londres (ToL) et les Mondes à l'envers ($p < 0,01$).

Flexibilité : La flexibilité mesurée par la NEPSY II est corrélée ($p < 0,05$) à l'âge (gr.A), la Mémoire des chiffres (gr.C) et la fluidité verbale (gr.TDAH). L'épreuve TMT n'est corrélée à d'autres FE que pour le gr. C : à l'attention sélective ($p < 0,05$), la Mémoire spatiale ($p < 0,01$), et aux Mondes à l'envers ($p < 0,05$). L'épreuve Mondes à l'envers est aussi corrélée à l'attention sélective (gr C et A), à Mémoire des chiffres (gr.C), à la ToL (gr. A) et à la Fluidité de dessins (gr. C).

Planification : l'âge est corrélé à la ToL ($p < 0,01$) dans le gr.C ; à l'attention sélective, aux Mondes à l'envers et à la Statue ($p < 0,01$) dans le gr. A ; à la Fluidité de dessins dans le gr. TDAH ($p < 0,01$). Les Labyrinthes sont corrélés à Cogner-frapper et à l'inhibition (NEPSY II, $p < 0,01$) pour le gr. TDAH ($p < 0,05$) ainsi qu'à la Fluidité de dessins pour le gr. A ($p < 0,01$).

Fluences : La Fluidité de dessins est corrélée à l'attention sélective (gr. C, $p < 0,05$), à la ToL (gr. TDAH, $p < 0,01$), au QINV et à la Mémoire spatiale (gr. TDAH, $p < 0,05$), aux Labyrinthes (gr. C, $p < 0,01$), aux Mondes à l'envers et à l'Inhibition de la NEPSY II (gr.

C, $p < 0,05$). La fluidité verbale est corrélée ($p < 0,05$) à l'attention sélective et Mémoire des chiffres dans le gr.C et avec la flexibilité de la NEPSY II (gr. TDAH, $p < 0,05$).

Mémoire de travail : La Mémoire des chiffres est corrélée dans le gr.C ($p < 0,05$) à la Fluidité verbale et à la flexibilité (NEPSY II et Mondes à l'envers). La Mémoire spatiale est corrélée avec le QINV car il s'agit d'un subtest à la mesure de ce QI par la WNV, mais pas pour le gr. A. Elle est aussi corrélée à la Fluidité de dessins (gr. TDAH, $p < 0,05$).

Attention sélective : elle est corrélée à l'âge dans le gr. TDAH ($p < 0,05$), dans le gr.C ($p < 0,05$) à la Fluidité de dessins et verbale, au TMT et aux Mondes à l'envers, dans le gr. A ($p < 0,01$) à la ToL, aux Mondes à l'envers et à la Statue.

b. Intercorrélations dans la cognition sociale (zone gris foncé)

ToM mesurée par la NEPSY II : Elle est corrélée à la ToM II (gr. TDAH, $p < 0,05$), à l'épreuve de détection de faux pas (gr. TDAH, $p < 0,05$) et à la reconnaissance d'affects (gr. A, $p < 0,01$).

ToM I : elle est corrélée à la ToM II seulement dans le gr. TDAH ($p < 0,01$)

ToM II : elle est corrélée à la ToM NEPSY II ($p < 0,05$) et à la ToM I ($p < 0,01$) dans le gr.TDAH.

Détection de faux pas : cette épreuve est corrélée à $p < 0,05$ à l'épreuve de la NEPSY II mesurant la ToM (gr.TDAH).

Reconnaissance d'affects : elle est corrélée à la ToM de la NEPSY II ($p < 0,01$).

c. Corrélations entre FE et ToM (zone gris claire)

ToM mesurée par la NEPSY II : Elle est corrélée à de nombreuses épreuves mesurant les FE, mais presque à chaque fois pour un seul groupe. Elle est ainsi corrélée dans le gr. A à $p < 0,01$ à la ToL, aux Mondes à l'envers, à $p < 0,05$ à l'âge, à l'attention sélective et à la Statue. Dans le gr.C ($p < 0,05$) à la Fluidité verbale et à la TMT. Dans le gr. A, elle est corrélée à l'âge à $p < 0,05$.

	Âge	QINV	Attention sélective	MTchiffres	MT spatiale	Tour de Londres	Labyrinthes	Fluidité dessins	Fluidité verbale	Flexibilité NEPSYII	TMT	Mondes à l'envers	Cogner/Frapper	Statue	Inhibition NEPSYII	ToM NEPSYII	ToM I	ToM II	Faux Pas	Affects NEPSY II	
Âge	■																				
QINV	°°	■																			
Attention sélective	°°		■																		
MT chiffres				■																	
MT spatiale		^^ °°			■																
Tour de Londres	^^		**			■															
Labyrinthes							■														
Fluidité dessins		°	^		°	°°	**	■													
Fluidité verbale			^	^					■												
Flexibilité NEPSY II	*			^				°		■											
TMT			^		^^						■										
Mondes à l'envers			^	^		**		^			^	■									
Cogner/Frapper							°°						■								
Statue			**			**						**		■							
Inhibition NEPSYII							°	^							■						
ToM NEPSY II	*		*			**		^		^	**	*				■					
ToM I	*								**								■				
ToM II				**										°	°	°°	■				
Faux Pas							°		^						°			■			
Affects NEPSY II	**					*				*	*					**					■

Tableau 13 : Corrélations non paramétriques
(Rho de Spearman), ^groupe contrôle seul, °TDAH seuls, *autistes seuls. ^ ou ° ou * : la corrélation est significative à $p < 0,05$; ^^ ou °° ou ** : la corrélation est significative à $p < 0,01$

ToM I : elle est corrélée dans le gr. A à l'âge ($p < 0,05$) et à la flexibilité mesurée par la NEPSY II ($p < 0,01$).

ToM II : elle est corrélée à la Mémoire des chiffres dans le gr. A ($p < 0,01$) et à l'inhibition cognitive dans le gr. TDAH ($p < 0,05$).

Épreuve de détection des faux pas : elle est corrélée dans le gr. TDAH aux Labyrinthes ($p < 0,05$) et à la flexibilité mesurée par la NEPSY II dans le gr.C ($p < 0,05$).

Reconnaissance d'affects : elle est corrélée dans le gr. A à l'âge et à la ToL ($p < 0,01$), au TMT et aux Mondes à l'envers ($p < 0,05$).

6.3.2. Profils cognitifs

Lors de la présentation de nos hypothèses, nous proposons de regarder les profils cognitifs individuels afin de confirmer l'absence de prérequis des fonctions exécutives sur la ToM (profils FE-/ToM+) ainsi que l'absence de prérequis de la ToM sur les FE (ToM-/FE+). Pour cela, les déficits ($<$ à 1,65 écarts types de la moyenne du groupe contrôle ou de la norme, cf. annexe 11, statistiques descriptives) ont été établis individuellement et par épreuve (cf. tableau 14). Pour les tests ne suivant pas la loi normale, nous poserons le seuil au percentile 5. Cela concerne les tests de la statue, de cogner-frapper, de la ToM I (vidéo) et ToM 2 (vidéo) ; en effet, il y a présence d'un effet plafond pour ces tests (les enfants obtiennent souvent le score maximal). Une première visualisation de l'ensemble du tableau montre une supériorité du nombre de déficits dans les groupes TDAH et avec autisme par rapport au groupe contrôle : les cases grisées sont plus nombreuses. Notons que dans le groupe TDAH, les sujets 21 et 23 ont pour diagnostic TDA type inattention prédominante, ils ne souffrent donc pas d'hyperactivité.

a. Recherche des profils FE-/ToM+

La ToM sera considérée non déficitaire (ToM-) si tous les subtests concernant la cognition sociale sont non déficitaires. Les effectifs correspondent aux nombres de sujets (quelle que soit leur appartenance de groupe) dans l'effectif total des 37 sujets.

Inhibition : Cogner-Frapper -/ToM + : effectif (N) = 2 (TDAH)
 Statue -/ToM + : N = 5 (TDAH)
 Inhibition NEPSY II -/ToM + : N = 3 (TDAH et contrôle)

Flexibilité¹⁹ : Flexibilité NEPSY II -/ToM + : N = 0

¹⁹ L'épreuve Mondes à l'envers ne sera pas prise en compte pour l'établissement des profils car elle ne prend pas en considération le temps de dénomination sans flexibilité, ce qui semble pourtant indispensable pour donner du sens à l'épreuve en termes de mesure de flexibilité.

TMT -/ToM + : N = 0
Planification : ToL -/ToM + : N = 1 (contrôle)
Labyrinthes -/ToM + : N = 0
Fluences : Fluidité de dessins -/ToM + : N = 1 (contrôle)
Fluidité verbale -/ToM + : N = 0
MT : Mémoire des chiffres -/ToM + : N = 1 (TDAH)
Mémoire spatiale -/ToM + : N = 0
Attention sélective -/ToM + : N = 2 (TDAH ; contrôle)

Tous les subtests mesurant l'inhibition, les fluences et l'attention sélective visuelle sont retrouvés comme pouvant être déficitaires alors que la ToM ne l'est pas. Notons pour les autres tests concernant les FE, peu de sujets sont déficitaires (par exemple aucun en flexibilité).

		MT			Planif.		Fluences		Flexibilité		Inhibition			Cognition Sociale				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Contrôle	1																	
	2				■													
	3																	
	4																	
	5																	
	6																	
	7																	
	8										■							
	9						■											
	10	■																
	11																	■
	12																	
	13																	■
	14																	
	15													■				
	16																	
TDAH	17		■		■		■			■								■
	18											■	■					
	19	■								■								■
	20	■				■								■				■
	21																	
	22																	
	23																	
	24												■	■				
	25														■			
	26		■															■
	27	■									■	■	■					
	28										■			■				
	29		■												■		■	■
	30																	
	31																	■
	32		■									■	■					
33																	■	
Asperger	34	■				■				■				■		■	■	
	35																	
	36	■			■					■		■		■	■		■	
	37						■								■		■	

Tableau 14 : Déficiences individuelles

Déficit (case grisée) pour chaque sujet (de 1 à 37) et épreuves (1 Attention sélective, 2 MT mémoire chiffres, 3 MT mémoire spatiale, 4 Tour de Londres, 5 Labyrinthes, 6 Fluidité dessins, 7 Fluidité verbale, 8 Flexibilité Nepsy2, 9 TMT, 10 Mondes à l'envers, 11 Cogner/Frapper, 12 Statue, 13 Inhibition Nepsy 2, 14 ToM Nepsy 2, 15 ToM 1, 16 ToM 2, 17 Faux Pas, 18 Reconnaissances affect)

b. Recherche des profils ToM-/FE+

Chaque FE sera considérée ici séparément, mais pour qu'elle soit considérée comme non déficitaire (+), tous les subtests de la fonction considérée devront être non déficitaires. Par exemple, la planification sera considérée comme non déficitaire si les deux subtests Tour de Londres et Labyrinthes sont non déficitaires.

ToM mesurée par la Nepsy II :

- ToM -/Inhibition + : N = 3 (TDAH ; autiste)
- ToM -/Flexibilité + : N = 6 (TDAH ; autiste)
- ToM -/Planification + : N = 4 (TDAH ; autiste)
- ToM -/Fluences + : N = 4 (TDAH ; autiste)
- ToM -/MT + : N = 5 (TDAH ; autiste)
- ToM -/Attention sélective + : N = 3 (TDAH ; autiste)

ToM I :

- ToM I -/Inhibition + : N = 0
- ToM I -/Flexibilité + : N = 1 (autiste)
- ToM I -/Planification + : N = 0
- ToM I -/Fluences + : N = 1 (autiste)
- ToM I -/MT + : N = 1 (autiste)
- ToM I -/Attention sélective + : N = 0

ToM II :

- ToM II -/Inhibition + : N = 3 (TDAH ; autiste)
- ToM II -/Flexibilité + : N = 3 (TDAH ; autiste)
- ToM II -/Planification + : N = 3 (TDAH ; autiste)
- ToM II -/Fluences + : N = 1 (TDAH)
- ToM II -/MT + : N = 2 (autiste)
- ToM II -/Attention sélective + : N = 2 (TDAH ; autiste)

Détection de faux pas :

- Faux pas -/Inhibition + : N = 10 (TDAH ; autiste ; contrôle)
- Faux pas -/Flexibilité + : N = 12 (TDAH ; autiste ; contrôle)
- Faux pas -/Planification + : N = 9 ((TDAH ; autiste ; contrôle)
- Faux pas -/Fluences + : N = 9 (TDAH ; autiste ; contrôle)
- Faux pas -/MT + : N = 9 (TDAH ; autiste ; contrôle)
- Faux pas -/Attention sélective + : N = 8 (TDAH ; autiste ; contrôle)

Reconnaissance d'affects :

- Affects -/Inhibition + : N = 1 (TDAH)
- Affects -/Flexibilité + : N = 1 (TDAH)
- Affects -/Planification + : N = 1 (TDAH)
- Affects -/Fluences + : N = 1 (TDAH)
- Affects -/MT + : N = 0
- Affects -/Attention sélective + : N = 1 (TDAH)

Une grande majorité des profils ToM-/FE + sont donc retrouvés. Pour chacun des subtests de la cognition sociale déficitaire, hormis quelques exceptions dues au manque de sujets déficitaires, chacune des FE est au moins une fois retrouvée non déficitaire.

VII. Discussion

Afin de discuter nos résultats, nous passerons en revue nos différentes hypothèses après avoir synthétisé les points essentiels pour chaque partie traitée.

7.1. Les fonctions exécutives

7.1.1. Les FE dans l'autisme

Notre étude ne montre pas de différence significative pour le traitement exécutif par rapport au groupe contrôle. Il y a une hétérogénéité au sein du groupe, avec des sujets très performants et d'autres présentant de multiples déficits dans les fonctions exécutives. Cette hétérogénéité pourrait être le facteur explicatif de la disparité des résultats entre recherches.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse I : Il existe des différences entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE

HI a : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour l'inhibition.

→**Hypothèse vérifiée** : Aucune différence ne se marque ni pour l'inhibition cognitive, ni pour l'inhibition motrice. Au vu des résultats disparates de la littérature, nous avons émis l'hypothèse que le profil en inhibition ne serait pas significativement différent, mais qu'il pourrait exister une certaine hétérogénéité au sein du groupe. Elle n'est pas observée ici. Les études précédentes montraient, pour l'inhibition cognitive (épreuve Stroop), soit des déficits (Corbett & al., 2009 ; Robinson & al., 2009), soit aucune différence (Semrud-Clikeman & al., 2010 ; Yang & al., 2009). Notre étude ne montre pas de différence, ce groupe obtenant d'ailleurs les meilleurs résultats des trois groupes pour le subtest de la NEPSY II. Pellicano (2007) retrouvait des différences significatives quant à l'inhibition motrice (Luria's hand-game) en défaveur du groupe avec autisme, ce que nous ne retrouvons pas. Ces divergences pourraient être imputables à plusieurs facteurs dont les critères de sélection : notre groupe d'enfants est en effet plus âgé que celui de Pellicano

(2007) dont le critère d'inclusion pour l'âge est de 4 à 7 ans, soit la tranche d'âge précédent la nôtre. La différence de résultats au niveau de l'inhibition pourrait alors illustrer un retard de développement de l'inhibition plutôt qu'un déficit durable chez les personnes avec autisme. Le trouble autistique est en effet caractérisé par un retard de développement dans le domaine du langage, mais aussi au niveau cognitif. Deux sujets diagnostiqués Asperger, donc sans retard, n'ont d'ailleurs aucun déficit en inhibition ici. Le DSM-V fusionne ces deux appellations, ne prenant plus en compte le retard de développement. Pourtant, notre étude semble confirmer qu'il existe bien des différences au niveau du traitement cognitif entre ces deux entités. Un deuxième facteur pourrait être les tests utilisés : deux études ne retrouvent pas les mêmes résultats tout en ayant des critères de sélection proches des nôtres. Corbett et al. (2009), enfants de 7 à 12 ans, et Robinson et al. (2007), enfants de 8 à 17 ans, montrent que leurs groupes d'enfants autistes obtiennent des résultats inférieurs à leurs groupes contrôles. Cela pourrait s'expliquer par l'utilisation de tests différents : Robinson et al. utilisent par exemple le test de *stroop* et montrent que les sujets avec autisme ont des difficultés à retenir la réponse prépondérante. Notre test aurait un degré de complexité moindre que le Stroop, car il ne s'agit pas ici d'inhiber la lecture du mot mais de dire l'inverse de ce qui est visuellement présenté (pour un carré, l'enfant doit dire « rond »). Le traitement semble donc plus simple et s'appuie aussi sur un traitement visuel. Le haut niveau de complexité du Stroop pourrait être responsable des échecs des sujets avec autisme à cette épreuve. Cela illustrerait alors l'hypothèse du « goulet d'étranglement » de Frith (2010) qui postule que le processus de perception serait valide — Mottron (2004) le dit même en surfonctionnement — mais non modulé par les processus de haut niveau. Le Stroop ferait plus appel à ces processus de haut niveau que l'épreuve de la NEPSY II.

HI b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité.

→**Hypothèse vérifiée** : Là encore, la littérature montre des résultats très variables, notamment pour le test de Wisconsin — ou équivalent — : certains retrouvent une différence pour les autistes (Geurts & al., 2004 ; Pellicano, 2007), d'autres ne notent pas de différence (Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Robinson & al., 2009 ; Yang & al., 2009). Pour le TMT, Corbett et al. (2009) trouvent des différences, mais pas Gonzales-Gadea (2013). Nous ne retrouvons pas de différence significative comme nous le postulions dans

notre hypothèse. Nous proposons alors d'expliquer la variabilité des résultats des diverses études par une hétérogénéité intra-groupe. Celle-ci n'est pas retrouvée puisque les 5 sujets réussissent les épreuves TMT et Flexibilité (NEPSY II), hormis pour l'épreuve Monde à l'envers où 2 sujets sont déficitaires. Mais cette dernière épreuve ne prend pas en compte le temps de dénomination sans flexibilité, ce qui semble pourtant indispensable pour donner du sens à l'épreuve en termes de mesure de flexibilité. En ce qui concerne les fluences, le groupe avec autisme ne marque pas de différence par rapport au groupe contrôle, ni pour la Fluidité de dessin, ni pour la Fluidité verbale. Notons tout de même que 3 sujets sur 5 sont déficitaires en Fluidité de dessin : ces enfants semblaient peu influencés par l'enjeu du chronomètre et ne se dépêchaient donc pas, préférant s'appliquer.

HI c : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification.

→**Hypothèse non vérifiée** : les enfants avec autisme ne sont pas significativement plus déficitaires en planification. Un sujet (syndrome d'Asperger) a même fait l'épreuve de la Tour de Londres (ToL) les yeux fermés : il regardait la disposition à atteindre, puis déplaçait les boules en fermant les yeux jusqu'à atteindre l'objectif. La ToL a pourtant été largement montrée déficiente dans la littérature pour cette population (Geurts et al., 2004 ; Happé & al., 2006 ; Pellicano, 2007 ; Robinson & al., 2009 ; Semrud-Clikeman & al., 2010 ; Happé & al., 2006). Cela ne correspond pas à nos résultats ni à nos observations. Nous nous sommes assuré que le QI non verbal n'avait pas de différence significative par rapport au groupe contrôle, le QI le plus bas pour le groupe avec autisme étant de 95. Toutes les études citées précédemment n'excluent pas systématiquement les enfants ayant un QI inférieur à 70. Par exemple dans l'étude de Yang et al. (2009), leur groupe d'enfants avec autisme (QI : Min-max 47-147 ; moyenne 96,68 ; SD 24,63) est significativement différent quant au QI par rapport à leur groupe contrôle (QI : Min-max 97-143 ; moyenne 118,23 ; SD 12,06). La notion de QI est importante dans l'autisme car il existe de grandes variations au sein de cette population, avec une majorité de déficience intellectuelle. Nous avons choisi de ne prendre que des sujets de haut niveau ou avec syndrome d'Asperger afin que le QI ne soit pas un biais dans nos mesures. Mais cette grande variation de QI au sein de la population autistique est le reflet de la grande

hétérogénéité cognitive de ce groupe. Cette hétérogénéité nous semble au cœur des variations entre études.

HI d : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail.

→**Hypothèse vérifiée** : Il n'y a effectivement pas de différence significative entre le groupe avec autisme et le groupe contrôle. Concernant la mémoire spatiale, elle n'avait été retrouvée comme significativement inférieure que par Happé et al. (2006). Nos résultats sont en accord avec ceux de Yang et al. (2009) et Geurts et al. (2004). Pour la mémoire des chiffres, il n'y a pas non plus de différence significative. Nous avons aussi exploré l'attention sélective visuelle. Il n'y a pas de différence significative entre le groupe avec autisme et le groupe contrôle. Nous aurions pu nous attendre à un traitement visuel particulier comme le modèle d'un surfonctionnement perceptif (Mottron, 2004) pourrait le laisser supposer. Mais les performances du groupe avec autisme ne sont ni meilleures, ni plus faibles. Cette épreuve (Recherche dans le ciel de la TEA-Ch) ne permet pas de mettre en évidence un fonctionnement perceptif visuel plus performant.

7.1.2. Les FE dans le TDAH

Notre étude tend à montrer un défaut d'inhibition chez les enfants avec TDAH, tandis que les autres fonctions exécutives sont préservées lorsque les tests utilisés ne sont pas sensibles au défaut d'impulsivité. Cela appuie les modèles de Barkley (1997) et Quay (1997, cité par Dumas, 2007) pour qui le déficit primaire dans le TDAH serait d'abord un déficit d'inhibition des comportements. Ces modèles ne s'appliqueraient pas aux enfants TDA (type inattention prédominant) (Lussier et Flessas, 2009) et nos deux sujets TDA n'ont d'ailleurs aucun déficit en inhibition. L'aversion pour le délai, particulièrement visible dans l'épreuve de la Statue, pourrait aussi être un facteur explicatif central dans le TDAH comme l'avance Sonuga-Barke (2003). Par contre, la voie exécutive concernant la planification et la flexibilité ne semble pas impliquée dans la symptomatologie du TDAH puisqu'elle est préservée. La mémoire de travail est généralement reconnue comme perturbée dans le TDAH (Brown, 2006), ce que ne montre pas notre étude comparative.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse II : Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE.

HIII a : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour l'inhibition.

→**Hypothèse vérifiée** : des différences significatives sont bien retrouvées pour tous les subtests concernant l'inhibition, que ce soit au niveau cognitif ou moteur. La Statue illustre particulièrement bien le manque d'inhibition motrice des sujets avec TDAH. Ces enfants ont en effet éprouvé de grandes difficultés — voire une impossibilité — à maintenir une position immobile pendant les 75 secondes. Cela se marque surtout sur la durée : il leur est plus difficile de ne pas bouger longtemps que de retenir des réponses pour les stimuli perturbateurs. Ces stimuli font par contre réagir régulièrement les sujets du groupe contrôle qui ont parfois du mal à garder leur sérieux face à cette épreuve, mais leur difficulté ne vient pas de la durée de l'épreuve. Cela peut illustrer le modèle à deux voies de Sonuga-Barke (2003) qui met l'aversion du délai au centre du TDAH : dans le cas présent, c'est bien l'attente (rester à ne rien faire) qui semble difficile. L'inhibition cognitive est aussi touchée puisqu'elle est significativement inférieure par rapport au groupe contrôle. Notons que si l'on effectue le traitement statistique en gardant les 2 sujets TDA (type inattention prédominante), l'inhibition cognitive revient dans la norme, alors que l'inhibition motrice reste inférieure. Cela va à l'encontre de l'hypothèse de Wilcutt et al. (2001) qui postulent que les déficits en FE seraient associés aux symptômes d'inattention plutôt qu'aux symptômes d'hyperactivité. Ici, nous montrons que l'inhibition cognitive est plus touchée dans le cas où des symptômes d'hyperactivité s'adjoignent aux symptômes d'inattention. Dans la littérature, l'inhibition est très souvent retrouvée comme significativement inférieure pour les sujets TDAH. Seuls certains auteurs ayant utilisé le test Stroop ne montrent pas de différence (Corbett & al., 2009 ; Semrud-Clikeman & al., 2010 ; Yang & al., 2009).

HII b : Il n’y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité.

→**Hypothèse vérifiée** : En effet, les enfants avec TDAH ne montrent pas de différence par rapport au groupe contrôle pour les épreuves TMT et Flexibilité (NEPSY II). Les différences retrouvées dans l’épreuve Mondes à l’envers ne peuvent influencer cette conclusion car aucune différence n’est observée entre les trois groupes. Dans le groupe des enfants TDAH, aucun enfant ne présente de déficit en flexibilité. Cela va à l’encontre de notre hypothèse d’une hétérogénéité au sein du groupe, qui avait été avancée pour expliquer les résultats contradictoires des précédentes études. Une majorité des auteurs ayant mesuré la flexibilité par l’épreuve du Wisconsin (Geurts & al., 2004 ; Gonzales-Gadea & al., 2013 ; Happé & al., 2006 ; Yang & al., 2009) ne trouvent pas non plus de différence pour la flexibilité, ce qui tend à montrer que la flexibilité mentale ne serait pas particulièrement affectée dans le cas de ce trouble. Les résultats aux tests de fluence (Fluidité de dessins et verbale) ne marquent pas de différence pour le groupe TDAH.

HII c : Il n’y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification.

→**Hypothèse partiellement vérifiée** : les enfants TDAH obtiennent des résultats plus faibles pour l’épreuve des Labyrinthes. Ils ont tendance à « foncer » sans élaborer de plan pour tenter de sortir sans faire d’erreur : ils vont au plus vite, dans tous les chemins qui se présentent, ce qui les amène dans de nombreuses impasses. Les enfants du groupe contrôle élaborent au contraire souvent un plan avant de s’engager dans l’épreuve, ils regardent par exemple la sortie et essaient de visualiser le parcours à suivre pour y arriver. Cette stratégie n’est pas toujours efficace, surtout pour les labyrinthes complexes, mais le temps de réflexion permet toutefois de limiter les réponses impulsives. Cette épreuve donne donc un bon indice de l’impulsivité de l’enfant. Cette impulsivité les pénalise dans l’élaboration des étapes pour atteindre l’objectif. Les Labyrinthes ne sont pas utilisés dans les recherches, contrairement à la ToL. Notre étude ne montre pas de différence par rapport au groupe contrôle quant à la maîtrise de la ToL par les enfants TDAH. Quelle que soit l’appartenance au groupe, les enfants ont tendance à commencer assez vite, et à ne prendre un temps de réflexion plus long qu’en cas d’échec, ou de blocage. Même les enfants présentant un TDAH sont capables de prendre ce temps de réflexion. C’est une épreuve qui met plus au défi l’enfant que celle des Labyrinthes, car, pour la ToL, il est

directement confronté à l'échec (alors qu'il réussit toujours à sortir du labyrinthe). Peut-être que cela incite plus l'enfant à la réflexion et lui permet un meilleur contrôle de son impulsivité. Nos résultats sont conformes à certains auteurs (Geurts & al., 2004 par exemple) mais d'autres auteurs retrouvent une planification affectée chez les TDAH, notamment avec l'épreuve de la ToL. Les différences entre versions pourraient peut-être expliquer l'hétérogénéité des résultats, nous avons en effet tenu compte dans cette présente étude du nombre d'essais total que nous avons directement comparé à notre groupe contrôle plutôt qu'aux normes — rangs percentiles — francophones (Lussier & al., 1998). Nous postulons par ailleurs une hétérogénéité intra-groupe pour expliquer les différences entre auteurs, elle n'est pas vérifiée ici pour la ToL (un seul sujet déficitaire sur seize).

HII d : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail.

→**Hypothèse non vérifiée** : Les deux épreuves de mémoire de travail ne montrent pas de différence, ni en entrée visuelle, ni en entrée auditive. Les modèles théoriques la prédisent pourtant souvent déficitaire (modèle de Brown, 2006 ; modèle de Barkley, 1997). Les épreuves de mémoire des chiffres et de mémoire spatiale n'ont, dans l'ensemble, pas posé de problèmes aux enfants avec TDAH. On pourrait pourtant s'attendre à ce que l'attention déficitaire de ces enfants perturbe leur mémorisation à court terme. Nous ne l'avons en tout cas pas observé au niveau de notre groupe. Par contre, au niveau individuel, il y a plus de déficits en mémoire des chiffres chez les sujets TDAH (4/14) par rapport aux sujets contrôles (0/16). Mais cela ne se marque pas lorsque nous comparons les 2 groupes. Nous retrouvons donc des résultats s'opposant à la majorité des auteurs, sauf pour la mémoire spatiale que Yang et al. (2009) et Geurts et al. (2004) retrouvent aussi préservée. Pour comprendre ce résultat paradoxal, nous avons repris le diagramme en « Boîte à moustaches » (diagramme 5) qui représente les résultats des deux groupes pour la Mémoire des chiffres. On constate que même si les médianes sont proches, l'amplitude de distribution est beaucoup plus importante pour le groupe avec TDAH, avec une tendance à s'étendre vers des résultats plus faibles. Au final, les moyennes sont statistiquement comparables mais les différences entre distribution tempèrent ce résultat.

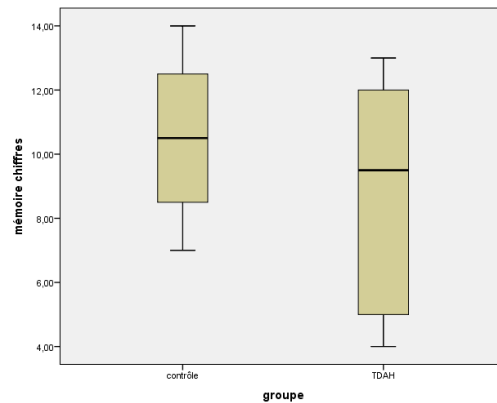


Diagramme 5 : Diagramme représentant la Mémoire des chiffres pour les groupes contrôles et TDAH.

Pour l'attention sélective, le test Recherche dans le ciel de la TEA-Ch ne permet pas de relever un trouble significatif de l'attention visuelle sélective chez un groupe d'enfants avec TDAH. Au niveau individuel, trois enfants TDAH sont déficitaires. Le choix de cette épreuve s'avère donc non pertinent pour distinguer les TDAH des autres enfants au niveau de leur déficit d'attention.

7.1.3. Comparaison entre groupes d'enfants avec autisme et avec TDAH pour les FE

Les tendances que montre parfois la littérature quant à une faiblesse d'un groupe par rapport à un autre pour la maîtrise des fonctions exécutives ne sont retrouvées ici que pour l'inhibition cognitive, qui est significativement plus faible dans le groupe avec TDAH. Selon Corbett et al. (2009), la majorité des études conclue que les enfants avec autisme présentent un déficit plus prononcé dans les FE que les enfants avec TDAH. Nous avançons que, si nos résultats ne montrent pas cette tendance, cela peut être expliqué par la grande hétérogénéité au sein de ces groupes, et notamment pour l'autisme. Les sujets de l'étude présentent pour la plupart un syndrome d'Asperger et seraient moins affectés dans les FE.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse III : Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise des FE.

HIII a : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec autisme pour l'inhibition.

→**Hypothèse partiellement vérifiée** : il y a bien des différences entre ces deux groupes au profit du groupe avec autisme pour l'inhibition cognitive (épreuve NEPSY II). Le groupe avec autisme obtient d'ailleurs les meilleurs résultats, même par rapport au groupe contrôle, bien que la différence ne soit pas significative. Ceci va à l'encontre des études ayant montré que le groupe avec autisme est plus déficitaire en inhibition cognitive, notamment lorsqu'elle est mesurée par le Stroop (Corbett & al., 2009 ; Semrud-Clikeman & al., 2010). Un facteur explicatif pourrait être la simplicité de notre test par rapport au Stroop, comme évoqué précédemment. L'hétérogénéité phénotypique des sujets autistes quant à leur profil cognitif pourrait aussi expliquer ces différences. Notre groupe est petit, avec certains sujets de très bon niveau exécutif, bien que n'étant pas à haut potentiel.

HIII b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise de la flexibilité, tous deux étant non déficitaires.

→**Hypothèse vérifiée** : Nos résultats corroborent notre hypothèse, il n'y a pas de différence entre ces deux groupes en terme de flexibilité mentale : les deux groupes maîtrisent normalement cette FE. Cela va dans le sens des études de Gonzales-Gadea et al. (2013), Happé et al. (2006) et Yang et al. (2009). Corbett et al. (2009) et Geurts et al. (2004) retrouvent quant à eux des résultats plus faibles pour leur groupe avec autisme. Le mode de recrutement des sujets avec autisme pourrait expliquer leurs faibles résultats. Geurts et al. (2004) ont en effet constitué leur groupe à partir d'institutions spécialisées et il n'est constitué que de sujets avec trouble autistique. Corbett et al. (2009) ont aussi une majorité de trouble autistique (12/18), 3 Asperger et 3 TED-NS. De notre côté, la plupart de nos sujets sont en intégration au niveau scolaire, nous avons exclu les TED-NS, et nous avons une majorité d'Asperger. Ce point sera aussi débattu pour la planification.

Il n'y a pas non plus de différence concernant les fluences (Fluidité de dessins et verbale) entre ces 2 groupes.

HIII c : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la planification.

→**Hypothèse non vérifiée** : Il n'y a pas de différence quant à la mesure apportée par la ToL, les deux groupes n'étant d'ailleurs pas différents du groupe contrôle. Pour l'épreuve des Labyrinthes, significativement moins bien réussie par les enfants TDAH par rapport au groupe contrôle, cette différence n'est pas maintenue si on les compare avec les enfants avec autisme. En effet, ceux-ci obtiennent en moyenne un résultat intermédiaire aux deux autres groupes, tout en n'étant ni significativement différent du groupe contrôle, ni du groupe avec TDAH. Nos résultats ne vont donc pas dans le sens de notre hypothèse. Ils remettent en question ceux de Semrud-Clikeman et al. (2010) et de Geurts et al. (2004) qui montraient que les personnes avec autisme étaient plus déficitaires en planification. Cela est d'autant plus étonnant que la mesure était aussi effectuée avec la ToL. L'aisance peu commune d'un des sujets Asperger pour cette épreuve nous interroge d'autant quant à ces différences. Le facteur explicatif qui nous semble le plus pertinent est de nouveau l'échantillonnage, les autistes pouvant être très différents les uns des autres. Nous avons principalement travaillé avec des Asperger. Nous avons déjà remarqué en introduction les différences entre ces deux formes de TED. Elles pourraient expliquer l'hétérogénéité au sein des groupes constitués de sujets avec autisme de haut niveau et de sujets avec syndrome d'Asperger, ce qui est toujours le cas, et dans des proportions forcément variables en fonction des études. Cette variabilité au sein des groupes de sujets avec autisme pourrait expliquer les différences entre études. Rappelons que ces deux entités vont être confondues sous l'appellation de trouble du spectre autistique, le TSA regroupera donc une population très hétérogène quant au développement cognitif.

HIII d : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec autisme pour la maîtrise de la mémoire de travail.

→**Hypothèse non vérifiée** : Il n'y a pas de différence pour la mémoire de travail entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme. Ces deux groupes n'ont pas non plus de différence avec le groupe contrôle. Nos résultats rejoignent ceux de Yang et al. (2009) et Gonzales-Gadea et al. (2013). La boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central ne semblent pas atteints dans ces troubles. Du moins, les tests classiques utilisés pour détecter un déficit dans ces domaines ne l'ont pas montré ici. Il

n'y a pas non plus de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme en ce qui concerne l'attention sélective visuelle.

7.2. La théorie de l'esprit

7.2.1. La ToM dans l'autisme

Les enfants avec autisme de l'étude se distinguent bien des enfants du groupe contrôle par des résultats plus faibles dans tous les domaines de la cognition sociale mesurés (théorie de l'esprit et reconnaissance d'affects) sauf dans la ToM de premier ordre.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse IV : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas).

→**Hypothèse partiellement vérifiée** : nos résultats corroborent cette hypothèse sauf pour la ToM de 1^{er} ordre. La ToM de 2^d ordre, la détection de maladresse sociale par l'épreuve des faux pas, mais aussi la ToM et la reconnaissance d'affects mesurée par la NEPSY II, marquent tous une différence significative pour le groupe avec autisme par rapport au groupe contrôle. Seule la ToM de premier ordre semble acquise. Ainsi, le déficit en théorie de l'esprit se confirme en se matérialisant par nos mesures. Ces résultats sont en accord avec la littérature (Gonzales-Gadea et al., 2013 ; Pellicano, 2007). Pour le premier ordre, deux facteurs explicatifs peuvent être avancés qui expliqueraient la divergence de nos résultats à ce niveau par rapport à d'autres auteurs (Pellicano, 2007 ; Yang et al., 2008). La simplicité des tests de 1^{er} ordre pourrait permettre leur résolution par une approche différente de la logique de la ToM comme le propose Happé (1994, citée par Rajendran & Mitchell, 2007). Une deuxième hypothèse serait que la ToM de 1^{er} ordre se développe bien dans l'autisme, mais qu'elle n'atteint pas les stades ultérieurs.

7.2.2. La ToM dans le TDAH

La théorie de l'esprit est affectée dans le TDAH. Les enfants TDAH réussissent significativement moins bien les épreuves des faux pas et l'épreuve de la ToM mesurée par la NEPSY II. Le degré d'atteinte reste à établir clairement car même si notre mesure de la ToM du second niveau ne marque pas de différence, les résultats contradictoires de la NEPSY II tempèrent cette conclusion.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse V : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM.

Va : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 1^{er} ordre.

→**Hypothèse vérifiée** : plusieurs études ont montré que les enfants avec TDAH maîtrisaient le premier ordre de la ToM (Papadopoulos & al., 2005 ; Yang & al., 2009). La présente étude confirme cela pour les enfants de 8 à 12 ans.

Vb : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 2^d ordre.

→**Hypothèse partiellement non vérifiée** : Les auteurs s'étant intéressés à ce niveau trouvaient des résultats divergents avec soit des différences (Papadopoulos & al., 2005), soit aucune différence par rapport au groupe contrôle (Perner et al., 2002). Notre étude ne montre finalement pas de différence à ce niveau : les enfants avec TDAH semblent aptes à comprendre le deuxième niveau de la ToM. Notons tout de même que le groupe avec TDAH montre des différences significatives à la ToM mesurée par la NEPSY II, celle-ci englobe les ToM 1^{er} et 2^d ordre et indique donc bien une faiblesse dans la maîtrise de la ToM chez les enfants TDAH.

Vc : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM pour l'épreuve des faux pas.

→**Hypothèse vérifiée** : l'épreuve des faux pas marque une infériorité chez les enfants avec TDAH par rapport au groupe contrôle dans la détection des maladresses sociales. Ceci s'oppose à l'étude faite sur des adultes par Gonzales-Gadea et al. (2013) qui ne retrouvait pas cette différence. Cela pourrait s'expliquer soit par le postulat d'un développement ralenti dans ce domaine, soit par le postulat d'une implication d'autres facteurs cognitifs impliqués dans ce type de tests. Des études resteraient à effectuer pour répondre au premier postulat. Quant au second, seule l'inhibition pourrait être responsable de cette différence car c'est la seule qui est déficitaire dans le TDAH d'après nos résultats. Nous verrons que celle-ci n'est pourtant pas corrélée avec l'épreuve des faux pas. Cette faiblesse en détection de maladresses sociales que notre étude met ici en évidence nous semble intéressante pour comprendre les difficultés sociales qu'éprouvent parfois les sujets TDAH. Ce sont en effet des enfants qui ont des difficultés à s'intégrer dans un groupe de pairs et qui sont eux-mêmes souvent très maladroits socialement (Revol & Brun, 2010). Le fait de mettre en lumière de réelles difficultés cognitives dans ce domaine peut donner des pistes de prise en charge, avec notamment l'intégration dans les programmes de prise en charge d'un travail sur les habiletés sociales. Nous avons également mesuré la reconnaissance des affects, qui est une aptitude différente de la ToM, mais qui fait aussi partie de la cognition sociale (Green & al., 2008). Pelc et al. (2006) ont montré un déficit dans ce domaine chez les enfants TDAH. Notre étude corrobore leur résultat : les enfants avec TDAH ont plus de difficultés à reconnaître les émotions sur les visages que les autres enfants de leur âge.

7.2.3. Comparaison entre groupes d'enfants avec autisme et avec TDAH pour la ToM

Ces deux populations sont affectées dans la théorie de l'esprit et la reconnaissance d'affects. Seule l'épreuve des faux pas permet de distinguer un degré de gravité plus important pour les enfants avec autisme.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse VI : Les enfants avec autisme sont plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas).

→**Hypothèse partiellement vérifiée** : contrairement à nos attentes, cette hypothèse n'est que partiellement vérifiée par nos résultats. De nombreux auteurs montrent en effet que les enfants avec autisme sont plus déficitaires dans ce domaine que ceux avec TDAH (Bülher et al., 2011 ; Demurie et al., 2011 ; Gonzales-Gadea et al., 2013, Yang et al., 2009). Nous ne retrouvons cette différence que pour l'épreuve des faux pas où les sujets avec autisme sont bien les plus déficitaires. Par contre, il n'y a pas de différence significative pour la ToM et la reconnaissance d'affects mesurées par la NEPSY II, bien que le groupe avec autisme reste celui obtenant les plus faibles résultats. Il n'y a pas de différence pour l'épreuve mesurant la ToM de premier niveau, mais ces deux groupes sont aussi comparables au groupe contrôle. Il n'y a pas non plus de différence pour la ToM 2^d ordre alors que celle-ci est significativement plus faible chez les autistes par rapport au groupe contrôle. Cela semble indiquer que les enfants avec TDAH ont aussi une faiblesse dans ce domaine, puisqu'ils ne se distinguent pas du groupe avec autisme, mais cette faiblesse n'est pas assez importante pour qu'elle engendre une différence significative par rapport au groupe contrôle.

7.3. Étude du lien entre les FE et la ToM

Les doubles dissociations (FE-/ToM+ et FE+/ToM-) retrouvées ainsi que l'absence de corrélation stable nous permettent d'être en accord avec la théorie d'une autonomie fonctionnelle proposée par des auteurs dont les résultats vont aussi dans ce sens (Fine, Lumsden & Blair, 2001 ; Gallagher & Frith, 2003 ; Le Gall & al., 2009 ; Pickup, 2008 ; Rowe & al., 2001).

7.3.1. Corrélations entre FE et ToM

Nous n'avons pas retrouvé de corrélations stables au travers des trois groupes entre une fonction exécutive et la ToM. Ce résultat remet en question l'hypothèse d'un lien entre

ces deux fonctions mais il peut illustrer des fonctionnements cognitifs, ou stratégies, variables entre groupes pour la résolution des tests de FE ou de ToM. Par exemple les fonctions plus déficitaires, comme l'impulsivité chez les TDAH, pourraient jouer un rôle dans la résolution de divers tests ; tandis que les points forts, comme les FE dans l'autisme, pourraient être impliqués dans l'analyse des tests faisant appel à des fonctions plus déficitaires (la ToM dans ce cas-là).

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse VII : Il existe des corrélations positives entre les FE et la ToM
--

→**Hypothèse non vérifiée** : aucune corrélation entre FE et ToM ne se retrouve dans les trois groupes à la fois. Nous ne retrouvons que quelques corrélations isolées et qui ne persistent donc pas dans les différents groupes. Pour la ToM 1^{er} ordre, seule la flexibilité mentale mesurée par la NEPSY II est retrouvée corrélée dans le groupe avec autisme. La ToM de second ordre est corrélée à la mémoire des chiffres pour le groupe avec autisme et à l'inhibition cognitive pour les sujets avec TDAH. Les corrélations entre la ToM mesurée à l'aide de la NEPSY II et les FE sont plus nombreuses quoique non stables entre groupes. Cela peut s'expliquer par la grande variété des subtests qui mesurent diverses facettes de la cognition sociale et non des niveaux précis. Ces divers subtests font de ce fait certainement appel à d'autres fonctions que la théorie de l'esprit pure, ou même la cognition sociale seule. L'épreuve des faux pas est corrélée avec les Labyrinthes pour le TDAH et avec la flexibilité (NEPSY II) pour le groupe contrôle. La reconnaissance d'affects n'est corrélée que dans le groupe avec autisme avec la ToL, le TMT et les Mondes à l'envers. C'est donc le groupe avec autisme qui présente le plus de corrélations entre FE et ToM, la ToM étant d'ailleurs aussi corrélée à l'âge dans ce groupe. L'utilisation d'un coefficient de corrélation non paramétrique ne nous permet pas de neutraliser l'effet de l'âge ou du QI. Plusieurs études qui retrouvaient des corrélations entre FE et ToM ont montré qu'elles ne se maintenaient pas après ces neutralisations (Pellicano, 2007 ; Yang et al., 2009). Nos résultats ne vont donc pas dans le sens des précédentes études ayant trouvé une forte corrélation entre FE et ToM (Carlson & al., 2002 ; Carlson & al., 2004 ; Frye & al., 1995 ; Hughes & al., 1998). Pellicano montre que si des corrélations peuvent être retrouvées dans son groupe de jeunes enfants avec

autisme, elles disparaissent dans le groupe contrôle lorsque sont neutralisés les effets de l'âge, des habiletés verbale et non verbale. Or si les corrélations sont la signature d'un lien entre FE et ToM, elles devraient persister quel que soit le groupe dans lequel elles sont mesurées. Il est toutefois possible d'envisager que les différences qui se marquent entre le groupe avec autisme (maximum de corrélations entre FE et ToM) et les deux autres groupes indiquent un mode d'analyse particulier chez les sujets avec autisme. Ils pourraient par exemple analyser de façon plus pragmatique les situations sociales, faisant alors appel à leurs FE qui sont plus préservées.

7.3.2. Les FE sont-elles un prérequis à la ToM ?

Les résultats montrent que l'inhibition, la mémoire de travail faisant intervenir la boucle phonologique et l'attention sélective visuelle ne sont pas des prérequis à la maîtrise de la ToM. Pour la planification, si elle est mesurée déficitaire par les Labyrinthes, alors des déficits sont retrouvés en ToM. Nous ne pouvons donc conclure catégoriquement que la planification n'est pas un prérequis à la maîtrise de la ToM. Nous ne pouvons non plus conclure pour la flexibilité car aucun enfant n'est déficitaire dans ce domaine.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse VIII : Les FE ne sont pas des prérequis à la ToM (profils FE-/ToM+).

→**Hypothèse partiellement vérifiée** : Nous retrouvons bien des profils FE-/ToM +. Les déficiences en FE ne sont donc pas toujours associées à des déficiences en ToM. Ce résultat diffère de celui de Pellicano (2007) qui ne retrouve pas ce profil dans ses groupes avec autisme et contrôle. Notons que cette auteur a défini le déficit à moins un écart type sous la moyenne du groupe contrôle (nous avons choisi -1,65 SD) et que son étude portait sur de jeunes enfants (4 à 7 ans) n'ayant pas encore atteint le second niveau de la ToM. Nous retrouvons des profils FE-/ToM+ pour l'inhibition et la mémoire de travail (Mémoire des chiffres). Par contre, aucun sujet ne présente une flexibilité déficitaire donc les profils flexibilité-/ToM+ ne peuvent être retrouvés. Pour la planification, si elle est mesurée par la Tour de Londres, elle n'est pas un prérequis à la maîtrise de la ToM. Ceci n'est pas confirmé pour la planification mesurée par les Labyrinthes, notamment par manque de sujets déficitaires. Le fait d'ajouter le groupe de TDAH dans notre étude avait

pour objectif d'obtenir une plus grande variabilité dans les profils, mais ce groupe n'a finalement pas apporté suffisamment de déficits pour pouvoir réfuter catégoriquement le postulat de Russell (1999), pour qui les FE sont un prérequis à la ToM. Des sujets déficitaires en inhibition et mémoire de travail (boucle phonologique) réussissent les tests mesurant les différents niveaux de la ToM, donc ces FE ne sont pas indispensables à la ToM. Ceci n'a pu être montré pour les autres FE mesurées. Ces épreuves n'étant que très rarement déficitaires pour les sujets de notre étude, il est plus difficile de retrouver diverses associations. Cela montre l'intérêt de rechercher un groupe dysexécutif pour traiter de cette problématique. En cela, l'étude de Le Gall et al. (2009) est intéressante car elle concerne des patients dysexécutifs. Le Gall et al. montrent ainsi que les FE ne sont pas indispensables à la maîtrise de la ToM lorsque le déficit en FE est acquis. Nous espérons que le TDAH nous permettrait d'obtenir des patients dysexécutifs développementaux pour compléter les résultats de ces auteurs, nous n'obtenons finalement que peu de sujets déficitaires et ne pouvons vérifier l'hypothèse d'une indépendance que partiellement.

7.3.2. La ToM est-elle un prérequis aux FE ?

La ToM n'est un prérequis à aucune des FE (inhibition, flexibilité, planification et mémoire de travail) ni à l'attention sélective visuelle.

Retour sur les hypothèses :

Hypothèse IX : La ToM n'est pas un prérequis aux FE (profils FE+/ToM-).

→**Hypothèse vérifiée** : Nous retrouvons des profils FE+/ToM -, et cela pour toutes les fonctions exécutives ainsi que pour l'attention sélective. Si la ToM était un prérequis aux FE, comme le propose Perner (1998), alors des déficits en ToM ne pourraient coexister avec des FE préservées. Nous retrouvons pourtant cette association de déficits, la ToM n'est donc pas indispensable aux FE. Les seuls profils non retrouvés concernent la ToM 1^{er} ordre associée à l'inhibition et à la planification, ainsi que la reconnaissance d'affects associée à la mémoire de travail (Mémoire des chiffres). Ceci s'explique par le fait qu'il n'y ait qu'un seul sujet déficitaire pour chacun de ces niveaux de la ToM.

7.4. Conclusion de la partie pratique²⁰

Le premier apport de cette étude est l'extraction des profils cognitifs associés au TDAH et à l'autisme. Les enfants avec TDAH de 8 à 12 ans montrent des différences en inhibition cognitive et motrice, ainsi que pour l'épreuve des Labyrinthes mesurant la planification. L'impulsivité semble jouer un rôle majeur dans ce dernier résultat. L'inhibition est donc principalement atteinte dans le TDAH comme Barkley (1997) le postule, mais l'aversion du délai pourrait aussi être un facteur majeur dans le TDAH comme l'avance Sonuga-Barke (2003). Nous pouvons aujourd'hui ajouter à cela une faiblesse en cognition sociale. Celle-ci est touchée au niveau de la reconnaissance d'affects, mais aussi au niveau de la ToM avec des déficits dans la détection des maladroesses sociales (faux pas) notamment. Nous ne confirmons pas ici des déficits en FE chez les enfants avec autisme alors que les déficits en ToM sont caractéristiques. Notre étude souligne par ailleurs une hétérogénéité intra-groupe : le trouble autistique et le syndrome d'Asperger pour l'autisme, le TDA (type inattention prédominante) et le TDAH (avec hyperactivité) pour les troubles de l'attention. Ces différences nous semblent remettre en cause le regroupement de ces sous-groupes sous une même appellation, et cela tant pour le TSA que pour le TDAH, tout au moins sur le plan cognitif.

Dans un second temps, cette étude a permis d'éclaircir le lien entre les FE et la ToM grâce à la comparaison de deux troubles développementaux, l'autisme et le TDAH. L'étude ne montre pas de corrélation stable entre FE et ToM mais pourrait illustrer un mode d'analyse particulier chez les enfants avec autisme pour résoudre les tâches proposées. Enfin, nous avons mis à l'épreuve la question de prérequis d'une de ces fonctions sur l'autre et nos résultats montrent que la ToM n'est pas un prérequis pour les FE et que l'inhibition et la mémoire de travail faisant intervenir la boucle phonologique ne sont pas des prérequis à la ToM. Le trop faible effectif de sujets déficitaires ne permet pas de conclure concernant un prérequis de la planification et/ou de la flexibilité sur la ToM. Nous retrouvons tout de même de nombreuses doubles dissociations qui permettent de postuler une autonomie fonctionnelle entre la ToM et les FE. Des déficits en FE retrouvés en parallèle à des déficits en ToM pourraient correspondre à une association de déficits plutôt qu'à un effet de causalité. Dawson et al. (cités par Valeri & Speranza, 2009)

²⁰Un récapitulatif du retour sur les hypothèses est proposé dans le tableau 15

postulent alors que ces déficits (FE et ToM) seraient une conséquence secondaire des anomalies précoces du fonctionnement du lobe temporal médian ou, pour d'autres auteurs, des lobes frontaux (Valeri & Speranza, 2009). Des différences neuro-anatomiques pourraient certainement expliquer la variabilité au sein de chaque groupe, mais une hypothèse neuro-anatomique permettrait aussi de comprendre la stabilité des profils cognitifs au niveau de chaque trouble.

Les Fonctions exécutives	
Hypothèse I	<p>Il existe des différences entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE</p> <p>HI a : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour l'inhibition. Vérfifiée</p> <p>HI b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité. Vérfifiée</p> <p>HI c : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification. Non vérfifiée</p> <p>HI d : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec autisme et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail. Vérfifiée</p>
Hypothèse II	<p>Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise des FE</p> <p>III a : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour l'inhibition. Vérfifiée</p> <p>III b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la flexibilité. Vérfifiée</p> <p>III c : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la planification. Vérfifiée</p> <p>III d : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la mémoire de travail. Non vérfifiée</p>
Hypothèse III	<p>Il existe des différences entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise des FE</p> <p>III a : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec autisme pour l'inhibition. Partiellement vérfifiée</p> <p>III b : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec autisme pour la maîtrise de la flexibilité. Vérfifiée</p> <p>III c : Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la planification. Non vérfifiée</p> <p>III d : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec autisme pour la maîtrise de la mémoire de travail. Non vérfifiée</p>
La théorie de l'esprit	
Hypothèse IV	<p>Les enfants avec autisme sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas) Vérfifiée (sauf pour le 1^{er} ordre)</p>
Hypothèse V	<p>Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM</p> <p>Va : Il n'y a pas de différence significative entre les enfants avec TDAH et les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 1^{er} ordre. Vérfifiée</p> <p>Vb : Les enfants avec TDAH sont significativement plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM 2^d ordre. Partiellement non vérfifiée</p> <p>Vc : Les enfants avec TDAH sont plus déficitaires que les enfants avec développement typique pour la maîtrise de la ToM pour l'épreuve des faux pas. Vérfifiée</p>
Hypothèse VI	<p>Les enfants avec autisme sont plus déficitaires que les enfants avec TDAH pour la maîtrise de la ToM à tous les niveaux de maîtrise (1^{er} et 2^d ordres, faux pas) Partiellement vérfifiée</p>
Lien entre les FE et la ToM	
Hypothèse VII	<p>Il existe des corrélations positives entre les FE et la ToM Non vérfifiée</p>
Hypothèse VIII	<p>Les FE ne sont pas des prérequis à la ToM (profils FE-/ToM+) Partiellement vérfifiée</p>
Hypothèse IX	<p>La ToM n'est pas un prérequis aux FE (profils FE+/ToM-) Vérfifiée</p>

Tableau 15 : Retour sur les hypothèses

Conclusion

Nous avons commencé notre travail en présentant la théorie de l'esprit et les fonctions exécutives pour ensuite nous interroger sur leurs éventuels liens. Nous avons alors proposé qu'aucune de ces deux fonctions n'était un prérequis à l'autre.

Le principal apport de ce travail est d'avoir exploré cette question au travers de deux troubles du développement, l'autisme et le TDAH. Cela nous a conduits à éclaircir les profils neuropsychologiques concernant la ToM et les FE pour ces deux groupes car il existait de nombreuses divergences dans la littérature. Nous avons alors mis en évidence une hétérogénéité intra-groupe, celle-ci pourrait être le facteur explicatif des différences entre études quant aux perturbations exécutives et en théorie de l'esprit dans ces groupes. Dans un second temps, cela nous a permis de progresser dans le débat théorique sur le lien entre FE et ToM, en discutant deux théories majeures. Les FE (inhibition, MT) ne sont pas des prérequis à la ToM comme le postulait pourtant Russell (1990). Seule la question de la planification et de la flexibilité comme prérequis à la ToM n'est que partiellement résolue. La ToM n'est pas un prérequis aux FE (inhibition, flexibilité, planification, MT) contrairement à ce que proposait Perner (1998).

Une des principales limites concernant la compréhension des troubles développementaux chez l'enfant est l'hétérogénéité au sein même de ces entités. Notre étude a mis en évidence les noyaux stables de perturbation : inhibition et ToM complexe pour le TDAH, ToM pour l'autisme. Mais la prise en compte de la particularité des profils déficitaires propres à chaque individu doit rester centrale pour la prise en charge neuropsychologique. La déficience intellectuelle comme critère d'exclusion peut aussi être une limite à cette étude, cela nous a permis de répondre aux questions que nous nous posions sur le lien entre FE et ToM, mais cela restreint aussi l'apport théorique sur la compréhension du trouble du spectre autistique. En effet, une majorité d'enfants avec autisme souffre aussi de déficience intellectuelle. Nos conclusions ont bien mis en évidence que cette grande variété intra-groupe doit être prise en compte lorsque l'on aborde ce trouble. L'effectif faible de notre groupe de sujets avec autisme limite l'analyse statistique à une approche non paramétrique, mais cet ensemble de sujets a malgré tout permis un riche apport d'informations. Ces deux troubles développementaux n'ont finalement apporté que peu de déficits exécutifs, poursuivre cette étude avec des enfants souffrant d'un syndrome

dysexécutif encore plus marqué, à tout le moins dans des domaines autre que l'inhibition, permettrait certainement de répondre aux questions restées non résolues concernant les prérequis. Le syndrome de dysfonctions non verbales (SDNV) ou syndrome de l'hémisphère droit (Lussier & Flessas, 2009) pourrait être un bon candidat. En effet, les sujets porteurs de ce syndrome sont atteints au niveau des FE, particulièrement au niveau de la planification, mais aussi au niveau interpersonnel et social. Ils éprouvent par exemple des difficultés à décoder certains aspects de la communication non verbale et ont également des difficultés à percevoir l'impact de leurs comportements sur les autres.

La ToM est donc aussi atteinte dans le TDAH. Nous proposons qu'il en serait bien ainsi dans le cas d'un lien entre FE et ToM. Mais ce lien n'a pas été mis en évidence. Cette faiblesse ne serait donc pas liée à un déficit exécutif. Leurs difficultés en ToM pourraient ne pas avoir la même origine que dans l'autisme. Le déficit en ToM dans l'autisme pourrait en effet être développemental car les précurseurs sont atteints (attention conjointe, pointage, imitation). Dans le TDAH, nous avons montré que les enfants seraient touchés plus au niveau de la ToM affective. Il nous semblerait donc intéressant de continuer l'exploration de la cognition sociale dans le TDAH, notamment au niveau de l'empathie ou de la ToM affective, afin de mieux comprendre leurs difficultés. Les déficits en ToM mis en évidence chez ces enfants pourraient aussi être reliés avec leur vécu relationnel, avec pour objectif final d'élargir les prises en charge au domaine des habiletés sociales. Suite à ce travail, une perspective de prise en charge nous semble en effet une continuation logique. Nous proposerions par exemple d'étudier l'impact d'une prise en charge neuropsychologique axée sur les compétences sociales dans la vie quotidienne pour des enfants atteints de TDAH et pour des enfants atteints d'autisme. Cette prise en charge pourrait se faire sur deux axes : la remédiation cognitive et l'information des pairs et enseignants. L'impact serait par exemple mesuré sur la vie relationnelle avec les pairs au sein de l'établissement scolaire.

Bibliographie

- Adolphs, R. (2001). The neurobiology of social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 231-239.
- Albaret, J.M., & Migliore, L. (1999). *Manuel du test de Stroop (8-15 ans)*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Asheron, P. (2011). Génétique du trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants*. En ligne : <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/AshersonFRxp1.pdf>
- Baddeley, A.D.(2000). The Episodic Buffer : A new component of working memory ? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Barkley, R.A. (1997). Behavioural inhibition, sustained attention and executive functions : constructing a unified theory of AD/HD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a « theory of mind » ? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S., Ring, H., Wheelwright, S., Bullmore, E.T., Brammer, M., Simmons, A., & Williams, C.R. (1999). Social intelligence in the normal and autistic brain : a fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 11(6), 1891-1898.
- Bechara, A., & Damasio, A.R. (2005). The somatic marker hypothesis : a neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52, 336-372.
- Best, J.R., Miller, P.H., & Jones, L.L. (2009). Executive functions after age 5 : Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200.
- Best, J.R., & Miller, P.H. (2010). A Developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660.
- Bourgeron, T. (2009). A synaptic trek to autism. *Current opinion in neurobiology*, 19, 231-234.

Boutantin, J., Moroni, C., Demeneix, E., Marchand, E., Lys, H., Pasquier, F., & Delbeuck, X. (2010) Normalisation du test des faux pas auprès d'une population adulte. 34^{ième} journées de printemps de *Société de Neuropsychologie de Langue Française*, Lille.

Brosch, T., & Sander, D. (2012). Le rôle de l'amygdale dans l'émotion et la cognition sociale. In Allain, P., Aubin, G., Le Gall, D. *Cognition sociale et neuropsychologie* (pp. 129-144). Marseille : Solal éditeur.

Brown, T.E., (2006). Executive functions and attention deficit hyperactivity disorder : implications of two conflicting views. *International Journal of Disability. Development and Education*, 53(1), 35-46.

Brunelle, F., Bargiacchi, A., Chabane, N., Saitovitch, A., Grévent, D., Zilbovicius, M., & Boddaert, N. (2012). Imagerie cérébrale dans l'autisme infantile. *Archives de Pédiatrie*, 19 (5), 547-550.

Bühler, E., Bachmann, C., Goyert, H., Heinzl-Gutenbrunner, M., & Kamp-Becker, I. (2011). Differential diagnosis of Autism Spectrum Disorder and Attention Deficit Hyperactivity Disorder by means of inhibitory control and « Theory of Mind ». *Journal of Autism Development Disorders*, 41, 1718-1726.

Carlson, S.M., Moses, L.J., & Claxton, L.J. (2002). How specific is the relation between executive function and theory of mind ? Contributions of inhibitory control and working memory. *Infant and Child Development*, 11, 73-92.

Carlson, S.M., Moses, L.J., & Claxton, L.J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind : an investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 299-319.

Chamak, B. (2010). Autisme : surestimation des origines génétiques. *Médecine/Sciences*, 26, 659-662.

Champagne-Lavau, M. (2012). Théorie de l'esprit et pragmatique dans la schizophrénie : des pistes pour une prise en charge. In Allain, P., Aubin, G., Le Gall D. *Cognition sociale et neuropsychologie* (pp. 111-127), Marseille : Solal.

- Champagne-Lavau, M., & Joannette, Y (2009). Pragmatics, Theory of Mind and Executive Function after a right-hemisphere lesion : different patterns of deficits. *Journal of neurolinguistics*, 22, 413-426.
- Chevalier, N., Guay, M-C, Achim, A. Lageix, P., & Poissant, H. (2010). *Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité*. Editions Presses de l'Université du Québec.
- Coricelli, G. (2005). Two-levels of mental states attribution : from automaticity to voluntariness. *Neuropsychologia*, 43, 294-300.
- Corbett, B.A., Constantine, L.J., Hendren, R., Rocke, D., & Ozonoff, S. (2009). Examining executive functioning in children with autism spectrum disorder, attention deficit hyperactivity disorder and typical development. *Psychiatry Research*, 166 (2-3), 210-222.
- Cortese, S., & Castellanos, F.X. (2011). TDAH et Neurosciences. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants*. En ligne : <http://www.enfant-encyclopedie.com/documents/Cortese-CastellanosFRxp1.pdf>
- Cozaru, G.C., & Papari, A.C. (2012). Genetic considerations in syndromic autism. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 33, 158-162.
- Damasio, A.R. (1995). *L'erreur de Descartes*. Paris : Odile Jacob.
- Demurie, E., De Corel, M., & Roeyers, H. (2011). Empathic accuracy in adolescents with autism spectrum disorders and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 126-134.
- Derouesné, C. (2003). Théorie de l'esprit, empathie et ... bâillement. *Psychologie et NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 1(4), 286-287.
- Doron, R., & Parot, F. (1991). *Dictionnaire de psychologie*. Presses Universitaires de France.
- DSM-IV-TR. *Critères diagnostiques*. Auteur(s) : American Psychiatric Association. Editeur : MASSON.
- Dumas, J.E. (2011). *Psychopathologie de l'enfant et de l'adolescent* (3è éd.). Bruxelles : De Boeck.

Duval, C., Desgranges, B., Eustache, F., & Piolino, P. (2009). Le soi à la loupe des neurosciences cognitives. De la conscience de soi à la conscience de l'autre. *Psychologie et Neuropsychiatrie du vieillissement*, 7(1), 7-19.

Emery, N.J., & Amaral, D.G.(2000). *Cognitive neuroscience of emotion, The role of amygdala in primate social cognition* (pp. 157-191). New York : Oxford University Press.

Escande, S. (2010). *Le modèle de Sonuga-Barke en psychomotricité : prise en charge d'un enfant TADH*. Mémoire en vue de l'obtention de diplôme d'Etat de Psychomotricité, Université de Paul Sabatier-Toulouse III.

Fine, C., Lumsden, J., & Blair, R.J.R. (2001). Dissociation between 'theory of mind' and executive functions in a patient with early left amygdala damage. *Brain*, 124, 287-298.

Frias, C.M., Dixon, R.A., & Strauss, E. (2009). Characterizing executive functioning in older special population : from cognitively elite to cognitively impaired. *Neuropsychology*, 23(6), 778-791.

Friedman, N.P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition interference control function : A latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology*, 133 (1), 101-135.

Frith, U. (2010) *L'énigme de l'autisme* (2è éd.). Paris : Odile Jacob.

Frye, D., Zelazo, P.D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, 10 (4), 483-527.

Gallagher, H.L., & Frith, C.D. (2003). Functional imaging of 'theory of mind'. *TRENDS in Cognitives Sciences*, 7 (2), 77-83.

Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers : A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31-60.

Gazzaniga, M.S., Ivry, R.B., & Mangun, G.R. (2001). *Neurosciences cognitives : la biologie de l'esprit*. Bruxelles : De Boeck Université.

Geurts, H.M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., & Sergeant, J.A. (2004). How specific are executive functioning deficits in attention deficit hyperactivity disorder and autism ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45 :4, 836-854.

Godefroy, O., Jeannerod, M., Allain, P., & Le Gall, D. (2008). Lobe frontal, fonctions exécutives et contrôle cognitif. *Revue Neurologique*, 164(3), 119-127.

Gonzales-Gadea, M.L., Baez, S., Torralva, T., Castellanos, F.X., Rattazi, A., Bein, V., Rogg, K., Manes, F., & Ibanez, A. (2013). Cognitive variability in adults with ADHD and AS : Disentangling the roles of executive functions and social cognition. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 817-830.

Gordon, A.C.L., & Olson, D.R. (1998). The relation between acquisition of a theory of mind and the capacity to hold in mind. *Journal of Experimental Child Psychology*, 68, 70-83.

Green, M.F., Penn, D.L., Bentall, R., Carpenter, W.T., Gaebel, W., Gur, R.C., & Heinssen, R. (2008). Social cognition in schizophrenia : An NIMH workshop on definitions, assessment, and research opportunities. *Schizophrenia Bulletin*, 34, 1211-1220.

Gregory, C., Lough, S., Stone, V., Erzinclioglu, S., Martin, L., Baron-Cohen, S., & Hodges, J.R. (2002). Theory of mind in patients with frontal variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease : theoretical and practical implications. *Brain*, 125, 752-764.

Happé, F., Booth, R., Charlton, R., & Hughes, C. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder : Examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition*, 61, 25-39.

Heaton, R.K., Chelune, G.J., Talley, J.L., Kay, G.G., & Curtiss, G. (2002). *Test de Classement des Cartes du Wisconsin*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

Hughes, C., & Russell, J. (1993). Autistic children's difficulty with mental disengagement from an object : Its implication for theories of autism. *Developmental Psychology*, 29, 498-510.

Hughes, C., Russell, J., & Robbins, T.W. (1994). Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*, 32, 477-492.

Hughes, C., Dunn, J., & White, A. (1998). Trick or treat ?: Uneven understanding of mind and emotion and executive dysfunction in 'hard to manage' preschoolers. *Journal of Children Psychology and Psychiatry*, 39, 981-994.

Huizinga, M., Dolan, C.V., & Van der Molen, M.W. (2006). Age-related change in executive function : developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017-2036.

Jamain, S., Betancur, C., Giros, B., Leboyer, M., & Bourgeron, T. (2003). La génétique de l'autisme. *Médecine/Sciences*, 19, 1081-1090.

Jolliffe, T., & Baron-Cohen, S. (1998). The strange stories test : a replication with high-functioning adults with autism or Asperger syndrome. *Journal of Autism Developmental Disorder*, 29, 395-404.

Kaland, N., Moller-Nielsen, A., Smith, L., Mortensen, E.L., Callesen, K., & Gottlieb, D. (2005). The strange stories test. A replication study of children and adolescents with asperger syndrome. *European Child Adolescent Psychiatry*, 14, 73-82.

Kinnear, P., & Gray, C. (2010). *SPSS facile appliqué à la psychologie et aux sciences sociales, maîtriser le traitement de données*. Bruxelles : De boeck.

Kirkham, N.Z., Cruess, L., & Diamond, A. (2003). Helping children apply their knowledge to their behavior on a dimension-switching task. *Developmental Science*, 6, 449-467.

Knapp, K., & Morton, J.B. (2013). Le développement du cerveau et les fonctions exécutives. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants*. Publication internet : <http://www.enfant-encyclopedie.com/pages/PDF/Knapp-MortonFRxp1.pdf>

Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2003). *NEPSY, Bilan neuropsychologique de l'enfant*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2012). *NEPSY-II, Bilan neuropsychologique de l'enfant* (2è éd.). Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

- Labruyère, N. (2007). *Approche neuropsychologique de l'autisme infantile : entre théorie de l'action et théorie de l'esprit*. Thèse de Doctorat de Neuropsychologie, Université Lumière Lyon 2.
- Lamm, C., Baston, C.D., & Decety, J. (2007). The neural substrate of human empathy : effects of perspective – taking and cognitive appraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19 (1), 42-58.
- Lecendreux, M., Konofal, E., & Touzin, M. (2003). *L'hyperactivité T.D.A.H.* Paris : Solar éditions.
- Lechevalier, B., Eustache, F., & Viader, F. (2008). *Traité de neuropsychologie clinique : Neurosciences cognitives et cliniques de l'adulte*. Bruxelles : Edition De Boeck.
- Le Gall, D., Besnard, J., Havet, V., Pinon, K., & Allain, P. (2009). Contrôle exécutif, cognition sociale, émotions et métacognition. Article de synthèse. *Revue de Neuropsychologie*, 1 (1), 24-33.
- Lussier, F., Guérin, F., Dufresne, A., & Lassonde, M. (1998). Etude normative développementale des fonctions exécutives : La Tour de Londres. *A.N.A.E. (Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant)*, 47, 42-52.
- Lussier, F., & Flessas, J. (2009). *Neuropsychologie de l'enfant. Troubles développementaux et de l'apprentissage*. (2è éd.). Paris : Dunod, 111-137.
- Mary, A., Slama, H., & Massat, I. (2009). La théorie de l'esprit dans le trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA-H). *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux*, 2/n°43, 169-185.
- Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (2004). *Test d'Evaluation de l'Attention chez l'enfant*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wagner, T. D.(2000). The unity and diversity of executive functions and their contributionsto complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.

Monette, S. (2012). *Fonctions exécutives chez les enfants d'âge préscolaire : lien avec la réussite scolaire ultérieure et association avec les comportements de type externalisés*. Montréal : Thèse de doctorat.

Mottron, L. (2004). *L'autisme, une autre intelligence: Diagnostic, cognition et support des personnes autistes sans déficience intellectuelle*. Editions Mardaga.

Müller, U., Zelazo, P.D., & Imrisek, S. (2005). Executive function and children's understanding of false belief : how specific is relation ? *Cognitive Development*, 20, 173-189.

Nader-Grosbois, N. (2011). *La théorie de l'esprit. Entre cognition, émotion et adaptation sociale*. Bruxelles : Editions De boeck.

Nee, D., Jonides, J., & Berman, M.G. (2007). Neural mechanisms of proactive interference-resolution. *Neuroimage*, 38(4), 740-751.

Noël, M-P. (2007). *Bilan neuropsychologique de l'enfant*. Editions Mardaga.

Nyden, A., Niklasson, L., Stahlberg, O., Anckarsater, H., Wentz, E., Rastam, M., & Gillberg, C. (2010). Adults with autism spectrum disorders and ADHD neuropsychological aspects. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1659-1668.

Ozonoff, S., Pennington, B.F., & Rogers, S.J. (1991). Executive function in high-functioning autistic individuals : relationship to theory of mind. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32, 1081-1105.

Ozonoff, S., & Jensen, J., (1999). Brief report : Specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Development Disorders*, 29, 171-177.

Packwood S. (2011). *Conceptualisation des fonctions exécutives, prolifération, organisation et mesure*. Thèse, Université Laval, Québec.

Papadopoulos, T.C., Panayiotou, G., Spanoudis, G., & Natsopoulos, D. (2005). Evidence of poor planning in children with Attention Deficit. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 33, 611-623.

- Pelc, K., Kornreich, C., Foisy, M-L., & Dan, B. (2006). Recognition of emotional facial expressions in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Pediatric Neurology*, 35 (2), 93-97.
- Pellicano, E. (2007) Links between theory of mind and executive function in young children with autism: Clues to developmental primacy. *Developmental Psychology*, 43 (4), 974-990.
- Perner, J., & Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in cognitive sciences*, 3(9), 337-344.
- Perner, J, Kain, W, & Barchfeld, P. (2002). Executive control and higher-order theory of mind in children at risk of ADHD. *Infant and Child Development, Special issue : Executive Functions and development : studies of typical and atypical children*, 11(2), 141-158.
- Perner, J., Lang, B., & Kloo, D. (2002, b). Theory of mind and self-control : more than a common problem of inhibition. *Child Development*, 73(3), 752-767.
- Pickup, G.J. (2008). Relationship between theory of mind and executive function in schizophrenia : a systematic review. *Psychopathology*, 41, 206-213.
- Poulin-Dubois, D., & Yott, J. (2014). Fonctions exécutives et théorie de l'esprit chez le jeune enfant : une relation réciproque ? *Psychologie française*, 59 (1), 59-69.
- Rajendran, G., & Mitchell, P. (2007). Cognitive theories of autism. *Developmental Review*, 27 (2), 224-260.
- Rasmusen, C., Wuper, K., & Talwar, V. (2009). The relation between theory of mind and executive functions in children with foetal alcohol spectrum disorders. *Canadian Journal of Clinical Pharmacology*, 16 (2), 370-380.
- Reitan, R. (1958). The validity of the Trail Making Test as an indication of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271-276.
- Revol, O., & Brun, V. (2010). *Trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité*. Issy-les-Moulineaux : Editions Elsevier Masson.

Rinaldi, R., Trappeniers, J., & Lefebvre, L. (2013). *La dimension exécutive des tâches de fluences dans le cadre de la schizophrénie : une étude corrélative*. Communication orale, 6^{ème} Journée Internationale de Neuropsychologie des Lobes Frontaux et des Fonctions Exécutives, Angers.

Robinson, S., Goddard, L., Dritschel, B., Wisley, M., & Howlin, P. (2009). Executive functions in children with autism spectrum disorders. *Brain and Cognition*, 71, 362-368.

Rogé, B. (2008). *Autisme, comprendre et agir*. Paris : Editions Dunod.

Rogers, C. R. (2005). *Le développement de la personne* (nouvelle présentation). Paris : Dunod-InterEditions.

Rowe, A.D., Bullock, P.R., Polkey, C.E., & Morris, R.G. (2001). 'Theory of Mind' impairments and their relationship to executive functioning following frontal lobe excisions. *Brain*, 124, 600-616.

Roy, A. (2007). *Fonctions exécutives chez les enfants atteints d'une neurofibromatose de type 1, approche clinique et critique*. Thèse de doctorat, Université d'Anger.

Russell, J., Saltmarsh, R., & Hill, E.L. (1999). What do executive factors contribute to failure on false belief tasks by children with autism ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40, 859-868.

Sabbagh, M.A. (2004). Understanding orbitofrontal contributions to theory-of-mind reasoning: Implications for autism. *Brain and Cognition*, 55 (1), 209–219.

Samson, D. (2012). Neuropsychologie de la théorie de l'esprit chez l'adulte : état de l'art et implications cliniques. In Allain, P., Aubin, G., Le Gall, D. *Cognition sociale et neuropsychologie* (pp. 47-63). Marseille : Solal éditeur.

Semrud-Clikeman, M., Walkowiak, J., Wilkinson, A., & Butcher, B. (2010). Executive functioning in children with Asperger Syndrome, ADHD-combined type, ADHD-predominately inattentive type, and controls. *Journal of Autism Development Disorders*, 40, 1017-1027.

Sergeant, J.A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder ? *Behavioral Brain Research*, *10*, 3-28.

Sergeant, J.A. (2005). Modeling Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder : a critical appraisal of the cognitive-energetic model, *Biological Psychiatry* *57(11)*, 1248-1255.

Seron, X. (2009). L'individualisation des fonctions exécutives, historique et repères. *Revue de Neuropsychologie*, *1* (1), 16-23.

Sodian, B., Hülken, C., & Thoermer, C. (2003). The self and action in theory of mind research. *Consciousness and cognition*, *12*, 777-782.

Sonuga-Barke, E.J.S. (2003). The dual pathway model of AD/HD : an elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience and Biobehavioural Reviews*, *27*, 593-604.

Stone, V.E., Baron-Cohen, S., & Knight, R.T. (1998). Frontal lobe contributions to theory of mind. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *10*, 640-656.

Tardif, C., & Gepner, B. (2010) *L'autisme*. (1^{ère} ed.). Paris : Armand Colin.

Tourette, C., Recordon, S., Barbe, V., & Soares-Boucaud, I. (2000). Attention conjointe préverbale et Théorie de l'Esprit à 5 ans : la relation supposée entre ces deux capacités peut-elle être démontrée ? Etude exploratoire chez des enfants non autistes. In Gerardin-Collet, V., Riboni, C. *Autisme : perspectives actuelles* (pp. 61-75). Paris : L'Harmattan.

Verdejo-Garcia, A.D., & Pérez-Garcia, M. (2007). Profile of executive deficits in cocaine and heroin polysubstance users : Common and differential effects on separate executive components. *Psychopharmacology*, *190*, 517-530.

Wager, T.D., Jonides, J., & Reading, S. (2003). Neuroimaging studies of shifting attention : a meta-analysis. *NeuroImage*, *22*, 1679-1693.

Wager, T., & Smith, E. (2004). Neuroimaging studies of working memory. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, *3*, 255-274.

Wechsler, D. (1996). *Echelle d'Intelligence de Wechsler pour l'Enfants entre 6 et 16 ans : WISC III (troisième édition)*. Paris : Editions du centre de Psychologie Appliquée.

Wechsler, D.(2005). *Echelle d'Intelligence de Wechsler pour Enfants et Adolescents-4^e édition (WISC IV)*. Paris : Editions du centre de Psychologie Appliquée.

Wechsler, D., Naglieri, J. (2009). *Echelle d'Intelligence non verbale de Wechsler*. Paris : Editions du centre de Psychologie Appliquée.

Wellman, H.M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory of mind development : the truth about false belief. *Child Development*, 72(3), 655-684.

Willcutt, E.G., Pennington, B.F., Boada, R., Ogline, J.S., Tunick, R.A., Chhabildas, N.A., & Olson, R.K. (2001). A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 110, 157-172.

Williams, D., & Mateer, C.A. (1992). Developmental impact of frontal lobe injury in middle childhood. *Brain and cognition*, 20 (1), 196-204.

Yang J., Zhou, S., Yao, S., Su, L., & McWhinnie, C. (2009). The relationship between Theory of Mind and Executive Function in a sample of children from Mainland China. *Child Psychiatry Human Development*, 40, 169-182.

Zelazo, P.D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for reserch in child development*, 63(3), serial n° 274.

Zelazo, P.D., Jacques, S., Burack, J.A., & Frye, D. (2002). The relation between theory of mind and rule use : Evidence from persons with autism-spectrum disorders. *Infant and Child development*, 11, 171-195.

Zelazo, P.D., & Müller, U. (2013). *Hot and cool aspects of executive function*. *Young children's cognitive development*, Chapter 4, pp.71-93. New York : Psychology Press.

Zelazo, P.D. (2013). Reflexions on the development of executive function : commentary on Knapp and Morton, Munakata et al., Rueda and Paz-Alonso, Benson and Sabbagh, Hook et al., and Blair. *Encyclopedia on Early Childhood Development*. En ligne : <http://www.child-encyclopedia.com/documents/ZelazoANGxp1.pdf>

