La mémoire chez l'adolescent avec autisme : électrophysiologie, cognition et prise en charge

Prany Wantzen

▶ **To cite this version:**

Prany Wantzen. La mémoire chez l'adolescent avec autisme : électrophysiologie, cognition et prise en charge. Neurosciences. Université Paris sciences et lettres, 2019. Français. NNT : 2019PSLEP071 . tel-02873861

HAL Id: tel-02873861
https://theses.hal.science/tel-02873861

Submitted on 18 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PSL
UNIVERSITÉ PARIS

THÈSE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITÉ PSL

Préparée à l'École Pratique des Hautes Études

La mémoire chez l'adolescent avec autisme : électrophysiologie, cognition et prise en charge

Soutenue par
Prany WANTZEN
Le 18 décembre 2019

École doctorale n° 472
École doctorale de l'École Pratique des Hautes Études

Spécialité
Neurosciences

Composition du jury :

M. Jean-Marc, BALEYTE, Professeur, Université Paris Est Créteil	*Président*
Mme Magali, BATTY Professeur, Université de Toulouse	*Rapporteur*
M. Fabrice, BERNA Professeur, Université de Strasbourg	*Rapporteur*
Mme Joëlle, PROVASI Maitre de Conférences, EPHE	*Examinateur*
Mme Bérengère, GUILLERY-GIRARD Maitre de Conférences, EPHE	*Directrice de thèse*
M. Francis, EUSTACHE Directeur d'Etudes, EPHE	*Codirecteur de thèse*

École Pratique des Hautes Études | PSL

La mémoire autobiographique : socle de notre identité, guide de nos choix et clé de nos interactions sociales.

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Mme Magali Batty et Mr Fabrice Berna pour avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail de thèse, ainsi que Mme Joëlle Provasi et Mr Jean-Marc Baleyte pour leur participation au jury.

Mes remerciements s'adressent ensuite à mes directeurs de thèse, Bérengère Guillery-Girard et Francis Eustache, pour la confiance que vous m'avez témoignée en me confiant ces différents projets ambitieux et passionnants, merci pour votre soutien durant ces années. Merci Mr Eustache de m'avoir accueillie dans votre laboratoire, me permettant de réaliser ce travail dans un environnement scientifique pleinement enrichissant. Un grand merci pour Bérengère, pour son encadrement quotidien, qui m'a fait confiance tout au long de cette aventure. Merci pour le soutien, l'encadrement, j'ai énormément appris à vos côtés aussi bien scientifiquement, professionnellement qu'humainement.

Merci à Joëlle Provasi qui est ma tutrice pédagogique depuis mon master 1 et me suit ainsi depuis 2014. Merci à Jean-Marc Baleyte que j'ai connu au centre ressource autisme de Caen et avec qui j'ai eu le plaisir de continuer notre collaboration à Créteil.

Je tiens ensuite à remercier toutes les personnes ayant joué un rôle dans le protocole MEMTA. À Franck Doidy, avec qui nous avons eu de nombreuses conversations lors des enregistrements EEG, merci pour ta rigueur, tes conseils et ta précieuse aide. À Patrice Clochon pour tes connaissances en EEG et la conception de tes logiciels. Aux médecins ayant participé aux inclusions et notamment Dr Camille Rebillard. Merci également au Dr Pierre Desaunay pour toutes les discussions autour de l'EEG qui m'ont éclairé dans des moments d'ombre ; j'espère que nous continuerons à travailler ensemble. Aux neuropsychologues de ce protocole : Lucie Raoul et ton rayonnement solaire, Clémentine Piet et tous les moments partagés lors des déplacements à Amiens et Lucille Legentil avec qui j'ai commencé ce protocole. Merci également aux collègues d'Amiens pour leur collaboration et notamment Fabrice Wallois, Madhi Mahmoudzadeh, Christian Mille, Pauline Brunel, Aurore Malpart et Isabelle Popov.

Je remercie également le personnel du centre ressource autisme de Caen et notamment Fabian Guénolé, Sandy Tehlertzian, Coralie Lannuzel, Laetitia Bon, Marine Anger et Edgar Moussaoui. Votre apport clinique et l'ensemble des échanges que j'ai eu avec vous ont été très enrichissants sur de nombreux points.

Mes remerciements vont ensuite à l'équipe du Centre Hospitalier Intercommunal de Créteil : Elisabeth Ducros-Miralles pour sa grande implication dans le protocole mais aussi Julie Esteves, Avgustina Martirosyan, Sandra Brouche, Hugues Lamothe et Claire Lailllier.

Merci à l'ensemble des adolescents et des familles qui ont participé à ces différents projets.

Je remercie les étudiantes avec qui j'ai travaillé et qui m'ont apporté une aide certaine : Elodie Zante, Amélie Boursette et Manamée Krafft.

Je tiens à remercier les autres membres de l'unité sans qui ce travail n'aurait pas été possible. Merci tout particulièrement à Béatrice Desgranges pour toutes les relectures, les discussions scientifiques ou autres, les conseils, merci pour tout le soutien. Merci à Brigitte Cudeville et Sophie Sellam qui ont géré d'une main de maitre les déplacements que j'ai dû effectuer lors de ma thèse, ainsi qu'à Philippe Conejero, tous ses bons repas et dont l'ampleur des connaissances historiques m'ont toujours impressionnée. Merci à Florence Fraisse, entre autre pour tes massages et conseils détentes de ces derniers moments. Merci à Julien Chavant de m'avoir sauvé plus d'une fois de problèmes informatiques. Merci à Pierre Gagnepain pour les concerts où nous sommes allés mais également pour les quelques échanges scientifiques pertinents que nous avons eu.

Mes remerciements vont aussi aux doctorants et post-doctorants passés et actuels qui ont été très présents dans cette aventure. Merci particulièrement à Rémi Laillier, une très belle rencontre de ces dernières années, mon binôme de fin de thèse avec qui je partagerai ce lien particulier pendant encore un long moment. À nos craquages divers, aux soirées, à nos sauts à l'élastique et autres folies, à ton écoute. À Nicolas Legrand, une des premières personnes que j'ai rencontrée à Caen, merci de m'avoir initiée à l'escalade, à toutes ces sessions de grimpe, de soirées et de discussions. Merci également pour tes trucs et astuces de dernier cri. À Alexandrine Morand, pour ta folie bien cachée qui fait tout ton charme, ta grande écoute, et aussi pour les sessions d'escalades. À Giovanni Leone, notre sicilien normand, pour les soirées passées ensemble. À Grégory Lecouvey, pour tes codes Netflix mais également pour tes conseils, ton humour et ton côté « flash le paresseux ». À Joy Perrier pour ta bienveillance, tes conseils pertinents et ton attrait écologique. À Céline Becquet pour ton implication féministe, à Renaud Coppalle pour ton aspect révolutionnaire. À Mylène Duivon pour la chaleur de ta voix du Sud et ton côté grognon si mignon. À Marine Lepetit assez discrète au laboratoire mais que j'aimerai mieux connaitre et partager d'autres concerts, et depuis peu Laura Charretier toute nouvelle doctorante, merci pour les crêpes qui ont été d'un grand réconfort. À David Corredor, avec qui la connexion s'est faite très rapidement, merci pour le grand soutien de ces dernières semaines. Merci également aux anciens doctorants, Mona Leblond, Harmony Duclos, Justine et Baptiste Mutlu et Marie-Sonia Buhour.

Je tiens à adresser mes remerciements à mes parents et mes frères, Enki et Sévan sur qui je peux toujours compter. Merci pour l'énorme soutien à distance que vous m'avez octroyé, pour la confiance

dans cette aventure. Merci également à Vanille et à Izaë, le neveu le plus adorable de la terre. Merci à tout le reste de ma famille.

Un énorme merci à deux personnes extrêmement chères à mes yeux : Christelle et Sarah qui malgré la distance m'ont fait parvenir leur amour, leurs conseils, leur soutien. Merci à vous de toujours être là pour moi. Merci aux autres personnes que je ne vois plus que rarement : Anaïs pour tes encouragements et tes conseils qui malgré la distance ont su résonner à mes oreilles et m'ont été d'un soutien non négligeable. À Jéremy et Clément, à Estelle, à Aurelien et à Alexandre.

À tous ceux que j'ai rencontré ces dernières années à Caen et qui ont participé d'une manière ou d'une autre à la réussite de cette thèse : Johnny, Chris, Cassy, Julien, Louis, Soaz, Max, Fanny, Lucie, Amalia, Léo, Julie, Mathias, Nina.

Je remercie l'ensemble des artistes musicaux qui ont partagé de très nombreuses heures de ma thèse et en particulier la musique de Cristobal Tapia De Veer pour la bande son d'Utopia que j'ai tant écouté lors de mes rédactions et qui m'a aidé à focaliser mon attention.

À la Normandie et la chance d'habiter aussi près de la mer me permettant d'aller me ressourcer.

Et enfin bien entendu Paul Conejero qui partage ma vie depuis que j'ai commencé cette thèse. Merci pour ton soutien surtout ces derniers mois, de m'avoir supporté dans des moments de stress et de mauvaise humeur. Merci pour toute l'aide que tu m'as apportée aussi bien technique, logistique qu'humaine.

Table des matières

Introduction Générale 13

Chapitre 1 : Introduction aux troubles du spectre de l'autisme 17
1. Les troubles du spectre de l'autisme : Généralités 19
2. Symptomatologie 20
   2.1. Comportements restreints et stéréotypés 20
   2.2. Difficultés de communication sociale 21
3. Lien avec les différentes théories cognitives 22
   3.1. Perception atypique 22
   3.2. Défaut de Cohérence centrale 24
   3.3. Déficit dans l'intégration des informations complexes 25
   3.4. Dysfonctionnement exécutif 25
   3.5. Défaut de théorie de l'esprit 26
4. Anomalies cérébrales 27
   4.1. Approche neuro-développementale 27
   4.2. Anomalies biologiques 29
   4.3. Anomalies structurales 29
   4.4. Anomalies de connectivité fonctionnelle 31
   4.5. Anomalies cérébrales au repos 31
      4.5.1. Réseau du mode par défaut 32
      4.5.2. Réseau sensori-moteur 34
      4.5.3. Réseau attentionnel 35
      4.5.4. Réseau du contrôle exécutif 36
      4.5.5. Réseau de la saillance 36

Chapitre 2 : L'électrophysiologie au repos dans les troubles du spectre de l'autisme 39
1. Particularités en EEG de repos 41
   1.1. Introduction 41
      1.1.1. Principe et intérêt 41
      1.1.2. Bandes de fréquences et implication cognitive 41
   1.2. Etude de la Puissance dans l'autisme 43
   1.3. Etude de la Connectivité dans l'autisme 46
   1.4. Localisation de source 48

2. Projet 1 49

2.1. Etude 1: Sources of alpha abnormalities in autistic adolescents establish in regions involved in social cognition and attention 49

2.2. Etude 2 Préliminaire : Liens entre les anomalies de la bande alpha et la symptomatologie de l'autisme 84

Chapitre 3 : La mémoire autobiographique dans les TSA : approche neuro-développementale et mise en place d'une réhabilitation 89

1. La mémoire autobiographique 91

1.1. Composante épisodique ou expériences personnelles 91

1.2. Composante sémantique ou connaissances personnelles 93

1.3. Autres composantes cognitives mises en jeu 94

1.3.1. Fonctions exécutives et attention 95

1.3.2. Langage 96

1.3.3. Cognition sociale 96

1.3.4. Perception et sens 97

1.3.5. Émotion 98

1.3.6. MAB, *self* et identité personnelle 98

2. Développement de la MAB 100

2.1. L'amnésie infantile 100

2.2. Développement de la MAB chez l'enfant au développement typique 101

3. La mémoire autobiographique chez les enfants avec TSA 103

3.1. Défaut de la composante sémantique 103

3.2. Défaut de la composante épisodique 104

3.2.1. Difficultés d'encodage 104

3.2.2. Difficultés de récupération 104

3.2.3. Richesse des souvenirs 107

3.2.4. Défaut de cohérence centrale et association 108

3.2.5. Cognition sociale et émotion 109

3.2.6. Diminution de l'implication du *self* 110

3.3. Limites des études 112

4. Pistes d'interventions 112

4.1. Réhabilitation de la MAB 113

4.2. Réhabilitation dans l'autisme 115

4.2.1. Supports et aides 115

4.2.2. Structuration et richesse du souvenir 116

4.2.3. Rapport à soi et aux autres 117
5. Projet 2 118
5.1. Etude 3: Positive effect of visual cuing in episodic memory and episodic future thinking in adolescents with autism spectrum disorder 118
5.2. Etude 4 : Mémoire autobiographique chez l'adolescent avec TSA : une analyse textométrique 132
6. Projet 3 138
6.1. Etude 5 : Improving Social Interactions through Autobiographical Memory training in Autism: SIAM program 138
6.2. Etude 6 : Effet d'une réhabilitation de la mémoire autobiographique chez 3 adolescents avec autisme : une étude pilote 164

Chapitre 4 : Discussion générale 169
1. Résumé 171
2. Objectifs de la thèse 171
3. Les anomalies de la bande alpha et les difficultés en mémoire autobiographique 172
3.1. Intégration multimodale et MAB 173
3.2. *Switching* et MAB 174
3.3. Défaut de sémantisation 175
3.4. Effet bénéfique d'une aide 175
3.5. Etudes d'imagerie 176
3.6. Lien avec les interactions sociales 176
3.7. Proposition de réhabilitation 177
4. Limites 178
5. Perspectives 179

Référence 181

Annexes 213
1. Annexe 1. Chapitre de Manuel 217
2. Annexe 2. Article publié en premier auteur 257
3. Annexe 3. Actes de séminaire 269
4. Annexe 4. Questionnaire de la composante sémantique 279

Index des Figures et Tableaux

Figure 1 : Panorama de Paris © Stephen Wiltshire 24

Figure 2 : modèle multifactoriel probabiliste de l'étiopathogénie de l'autisme (Inspiré de Cohen, 2012)..... 27

Figure 3 : Cascade des anomalies cérébrales et comportementales dans le développement de l'autisme (d'après Piven et al., 2017)..... 28

Figure 4 : Balance du ratio excitation/inhibition au sein des mini-colonnes, dans un cortex neurotypique (à gauche) et dans l'autisme (à droite) (Levitt et al, 2004) 30

Figure 5 : Architecture fonctionnelle et structurale du réseau du mode par défaut (DMN) identifiée à l'aide de multiples modalités et méthodes d'imagerie. 33

Figure 6 : Illustration du profil en forme de U de Wang et al. 2013 des puissances des différentes bandes de fréquence dans une population typique 44

Figure 7 : Structures corticales impliquées dans la symptomatologie autistique dans l'ensemble du groupe. 86

Figure 8 : Corrélations négatives significatives entre le sous score de l'ADOS « interaction sociale réciproque » et le gyrus cingulaire gauche et droit dans le groupe TSA..... 86

Figure 9 : Self Memory System (d'après Conway, 2005). 93

Figure 10 : La MAB est au centre d'interactions d'un grand nombre de fonctions cognitives et de caractéristiques en lien avec la situation. 95

Figure 11 : Modèle développemental de la mémoire autobiographique (inspiré de Nelson et Fivush, 2004)..... 100

Figure 12 : Description des différents éléments de la cotation utilisée (adaptée de Levine et al., 2002). 134

Figure 13 : Scores des deux groupes avant et après relance pour l'ensemble des périodes temporelles. 135

Figure 14 : Cotation des éléments allocentrés..... 166

Figure 15 : Résultats obtenus auprès de trois adolescents ayant bénéficié du programme de prise en charge..... 167

Figure 16 : Evolution du positionnement social avec le programme..... 167

Tableau 1 : Caractéristiques de la MAB en fonction de la nature de l'information 94

Tableau 2 : Comparaison des progressions des participants après la relance pour l'ensemble des périodes temporelles. 136

Tableau 3 : Détails de chaque séance des ateliers de MAB..... 165

ABBRÉVIATIONS

DAN : *Dorsal attentional network* (Réseau attentionnel dorsal)

DMN : *Default mode network* (réseau par défaut)

EEG : Electroencéphalographie

IRM : imagerie de résonnance magnétique

ISMA : Interactions sociales à travers la mémoire autobiographique

MAB : Mémoire autobiographique

QA : Quotient autistique

TSA : Trouble du spectre de l'autisme

SMN : *Sensorimotor network* (réseau sensorimoteur)

Introduction Générale

Contexte

Dans la société, l'autisme est un terme qui est connu et dont tout le monde a déjà entendu parler. Tantôt associé à du génie, tantôt à un important retard mental, le concept de troubles du « spectre » de l'autisme semble tout à fait adapté à la diversité des profils. De nombreux livres (biographiques ou fictifs), films (Rain man, Mary et Max, Temple Grandin) et plus récemment des séries (Atypical, Good Doctor) s'en font l'écho, soulignant l'intérêt porté à ce sujet. Des personnalités avec un trouble du spectre de l'autisme (TSA) prennent de plus en plus la parole dans les médias afin de mieux faire connaitre leur fonctionnement cognitif singulier au grand public (Hugo Horiot, Josef Schovanec). En effet, pour certains, il s'agit d'un développement différent, les filtres ne sont pas les mêmes, une traduction des informations et des codes est parfois nécessaire.

Les TSA constituent un syndrome neuro-développemental touchant le développement et le fonctionnement de la communication sociale, et se manifestant par des comportements restreints et stéréotypés. Les nombreuses études neuropsychologiques et anatomo-fonctionnelles, réalisées depuis plus d'une trentaine d'années, ont permis de mettre en lumière son origine neurobiologique. Toutefois, la France présente encore un retard considérable dans la mise en place de structures diagnostiques, éducatives et sociales de cette population.

Le travail que je présente dans ce manuscrit rassemble trois grands projets, composés chacun de deux études, réalisés durant mon doctorat. Cinq études rapportant des résultats expérimentaux et un article décrivant un protocole original sont exposés dans le corps du texte.

Objectifs

Ces différents projets ont cherché à caractériser le profil neurocognitif d'adolescents et de jeunes adultes avec TSA afin de proposer de nouvelles prises en charge centrées sur la mémoire autobiographique (MAB). Cette thèse débute par une introduction générale portant sur les TSA, les difficultés cognitives puis les anomalies cérébrales au repos et plus particulièrement en électrophysiologie (EEG). Le premier projet est ensuite décrit ; il a pour objectif d'étudier le fonctionnement cérébral en EEG au repos chez des adolescents et de jeunes adultes avec autisme et de faire le lien avec les difficultés cognitives. Les deuxième et troisième projets portent sur la MAB. Une revue de questions, provenant d'un chapitre d'ouvrage écrit au cours de la thèse, décrit cette forme de mémoire, son développement typique et les particularités dans les TSA, ainsi que des pistes

d'intervention clinique. Ensuite, le deuxième projet vise à identifier les éléments dans le discours autobiographique qui différencient les participants TSA des contrôles au développement typique et l'impact d'une relance et d'aides visuelles dans ce discours. Enfin le troisième projet a pour but d'élaborer et de mettre en place une prise en charge centrée sur la MAB, afin d'améliorer les compétences conversationnelles des adolescents avec TSA.

Une discussion générale qui met en valeur l'intérêt de chaque projet dans la compréhension de l'autisme est ensuite proposée. Nous tenterons d'expliquer comment des anomalies cérébrales peuvent avoir des répercussions sur le fonctionnement de la MAB et ainsi proposer une prise en charge fondée sur des données scientifiques.

Corrélats éléctrophysiologiques

De par sa nature neuro-développementale, l'étude du fonctionnement cérébral dans l'autisme est essentielle afin de mieux comprendre les spécificités comportementales. Des particularités sont observées dès la période prénatale et persistent jusqu'à l'âge adulte. Le premier projet s'est intéressé, au moyen d'enregistrements en électroencéphalographie (EEG), au fonctionnement cérébral au repos chez des adolescents et de jeunes adultes avec et sans TSA. En effet, la majorité des études d'imagerie cérébrale a été réalisée chez les enfants mais peu d'études portent sur les adolescents et jeunes adultes avec autisme. Nous nous sommes focalisés sur l'étude de la bande de fréquence alpha, compte tenu de son implication dans des processus cognitifs de bas et de haut niveau, mais également comme un indicateur de l'équilibre excitation/inhibition neurale. Bien que les anomalies de cette bande de fréquence soient relativement bien documentées dans l'autisme, il n'y a que très peu d'études qui se soient intéressées plus en profondeur aux sources cérébrales de ces diminutions, approche que nous avons choisi d'adopter dans le projet 1. Enfin et grâce à l'EEG, nous avons décidé d'explorer la connectivité au sein des réseaux du repos ainsi que la connectivité entre ces réseaux, permettant de formuler des hypothèses explicatives de la sémiologie autistique. Les résultats de ces deux études proviennent d'un protocole mis en place dans le cadre d'un Programme Hospitalier de Recherche Clinique et réalisé par les équipes de Caen et d'Amiens.

La mémoire autobiographique

Dès 1690 John Locke appréhende la question de l'identité. Approchée en premier lieu sous l'aspect philosophique, elle a été au centre d'études de diverses disciplines, de la psychologie sociale à la psychopathologie clinique, en passant par la neuropsychologie. L'identité personnelle peut se définir par les caractéristiques d'un individu qui le distinguent des autres personnes et qui font que l'individu

demeure le même à travers le temps. L'identité relationnelle, quant à elle, fait le lien entre notre compréhension du *self* et l'identité sociale en référence à notre communauté (sociale, professionnelle, religieuse etc.) qui nous rassemble autour de valeurs similaires. Différents codes sociaux régissent ces différentes communautés auxquelles il faut se référer, adapter son comportement afin d'y être accepté. Un moment déterminant dans la quête de notre identité correspond à la période de l'adolescence. En effet, le sentiment d'identité à l'adolescence est fondé sur les engagements individuels qui résultent d'une période d'exploration où l'individu cherche à s'émanciper de l'identité parentale afin de créer sa propre représentation. Cette exploration correspond à l'observation et à la recherche de différentes orientations et alternatives possibles dans des domaines divers (famille, travail-école, idéologies, amitiés, loisirs, orientation sexuelle, etc.). Le regard et l'acceptation sociale des autres est alors au cœur des préoccupations.

De fait, l'identité est intimement liée à la MAB qui concerne les souvenirs des événements personnellement vécus d'un individu et les connaissances générales qui lui sont propres, accumulés depuis son plus jeune âge. La MAB fait référence aux événements passés mais également à la projection de soi vers le futur, permettant ainsi la construction et le maintien du sentiment d'identité et de continuité dans le temps. Cette mémoire intervient comme le support des relations humaines en favorisant à la fois l'intimité, mais aussi le partage d'expériences et l'attention de l'interlocuteur où les souvenirs se situent à l'interface de l'identité personnelle et collective.

Caractérisation du discours autobiographique dans les TSA

Chez les personnes avec TSA, la MAB présente un fonctionnement atypique avec notamment un manque de richesse contextuelle et d'accès aux informations qui participent à la constitution du sentiment d'identité. Ces difficultés ont un impact direct sur la capacité à interagir avec autrui et, inversement, le manque d'interactions limite l'évocation de connaissances et de souvenirs autobiographiques et perturbe ainsi leur consolidation. Ainsi, le deuxième projet a pour but d'identifier les éléments constitutifs d'un événement autobiographique rapportés par des adolescents avec TSA en comparaison à un groupe contrôle avec une analyse détaillée du discours, ainsi que l'effet d'une relance ou d'indices visuels. Les données présentées dans l'étude 4 sont issues d'un protocole longitudinal qui se focalise sur la MAB.

Création d'un programme de réhabilitation centré sur la MAB

L'ensemble de la littérature, associé à nos résultats, nous a amenés à nous questionner sur l'intérêt d'une réhabilitation centrée sur la MAB afin de travailler, entre autres, sur les capacités

conversationnelles des adolescents avec TSA. Les difficultés de MAB sont d'autant plus marquées au cours de l'adolescence où le sentiment d'identité est en pleine construction. Cette influence réciproque entre MAB et cognition sociale contribue à expliquer d'une part, pourquoi la MAB est affectée dans les TSA, les troubles de la cognition sociale étant au cœur de ce trouble, et d'autre part, comment le développement de la MAB conditionne celui de la cognition sociale.

Le troisième projet présente l'élaboration et le contenu des ateliers, construits en se fondant sur l'ensemble des difficultés de MAB relaté dans la littérature sur les TSA ainsi que sur des réhabilitations de MAB existant dans d'autres populations. Ces ateliers sont proposés à des groupes restreints d'adolescents avec TSA. Des séances individuelles avec une approche d'éducation thérapeutique, permettant de travailler en fonction du rythme de chacun sont proposées, ainsi que des séances collectives afin d'améliorer le partage d'évènements avec des pairs de même âge mais également des séances familiales permettant de travailler sur le partage de la mémoire familiale. La dernière étude décrit les résultats des premiers ateliers pilotes réalisés à Caen avec trois adolescents.

Chapitre 1 : Introduction aux troubles du spectre de l'autisme

1. Les troubles du spectre de l'autisme : Généralités

Le terme d'autisme provient du grec « autos » qui signifie soi. Il est introduit en psychiatrie en 1911 par le psychiatre Eugen Bleuler pour décrire un des symptômes de base de la schizophrénie : l'isolement social et le repli sur soi. Ce terme d'autisme est repris par Leo Kanner en 1943, pour décrire 11 cas d'enfants présentant un ensemble de symptômes particuliers définissant ce qu'il nomme ≪ des troubles autistiques innés du contact affectif ». Aujourd'hui cette appellation a évolué et dorénavant le terme de troubles du spectre de l'autisme (TSA) est employé en référence au DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013). Les TSA touchent un enfant sur 150 selon la Haute Autorité de Santé. Cette prévalence est en augmentation depuis les 20 dernières années, compte tenu des changements de pratiques, notamment diagnostiques. De ce fait, la France a mis en place, depuis 2005, quatre « Plans autisme » visant notamment à soutenir la recherche sur l'autisme et à améliorer la prise en charge de ces personnes. Un retard mental peut être associé dans 40 à 70% des cas, et une association avec l'épilepsie est observée dans 30% des cas. Dans 10% des cas, les enfants avec autisme présentent un syndrome autistique dit « syndromique » c'est-à-dire associé à un syndrome neurologique, génétique, ou métabolique (syndrome de l'X fragile, neurofibromatose, syndrome d'Angelman). Les TSA peuvent également s'accompagner de troubles du sommeil, de problèmes psychiatriques (dépression, anxiété), de troubles du développement (trouble de l'apprentissage ou de l'attention/hyperactivité). Les TSA surviennent dès la petite enfance, entre 2 et 4 ans, avec une répartition d'environ 1 femme pour 4 hommes. Cependant depuis quelques années, cette répartition tend à être réévaluée et une méta-analyse récente rapporte un ratio qui tendrait plutôt vers une fille pour trois garçons diagnostiqués avec TSA (Loomes, Hull, & Mandy, 2017). En effet, de par le rôle imputé aux femmes dans notre société, plusieurs études ont mis en avant une meilleure capacité des femmes, et notamment celles avec un TSA, à mettre en œuvre des stratégies de camouflage dans les situations sociales afin de masquer leurs difficultés (Baldwin & Costley, 2016; Bargiela, Steward, & Mandy, 2016; Cridland, Jones, Caputi, & Magee, 2014; Rynkiewicz et al., 2016). Ainsi les symptômes autistiques chez les filles sont repérés plus difficilement, les femmes seraient diagnostiquées 4,3 années plus tard que les hommes (Begeer et al., 2013). Par ailleurs, cette difficulté de diagnostic pourrait également provenir du fait que les critères utilisés par le DSM-5 ou la CIM-10 sont fondés sur l'observation des comportements d'individus majoritairement masculins. Le diagnostic de l'autisme est clinique et pluridisciplinaire. Les outils principaux utilisés par le médecin sont l'ADOS-R (*Autism Diagnostic Observation Schedule,* Gotham et al., 2008), qui repose sur l'observation de l'enfant dans une situation standardisée de jeu, et l'ADI-R (*Autism Diagnostic Interview*, Lord, Rutter, & Couteur, 1994) qui est un entretien semi-structuré avec les parents portant sur le comportement de l'enfant dans la petite enfance. Ces troubles, anciennement caractérisés par la « triade autistique » (anomalies

de la communication orale et/ou non verbale, anomalies des interactions sociales et centres d'intérêts restreints), se regroupent en deux catégories dans le DSM-5 : troubles de la communication sociale et comportements restreints et répétitifs. Des particularités sensorielles sont également souvent rapportées.

Les causes neuro-développementales de l'autisme ne sont pas encore clairement identifiées mais il est établi qu'il s'agirait d'un trouble d'origine multifactorielle avec une part génétique, neurobiologique et environnementale. Les études en génétique ont identifié plus de 140 gènes, notamment des gènes impliqués dans la formation du système nerveux et des connexions synaptiques, en particulier la synaptogenèse et la croissance/guidance des axones pour l'établissement des réseaux neuronaux, ainsi que dans la synthèse de substances chimiques indispensables au bon fonctionnement du cerveau (sérotonine, glutamate, acétylcholine ou GABA) (Ramaswami & Geschwind, 2018; Shailesh, Gupta, Sif, & Ouhtit, 2016; Waye & Cheng, 2018). L'interaction avec l'environnement joue également un rôle important dans le développement du cerveau (Lam et al., 2016). Les causes environnementales comprennent les risques pendant la grossesse (médicament, infection, pollution…), les liens avec le système immunitaire et le microbiote, les hormones (testostérone, mélatonine) etc. Nous développerons plus en détails les anomalies cérébrales dans ce manuscrit.

2. Symptomatologie

2.1. Comportements restreints et stéréotypés

Les comportements et intérêts restreints et stéréotypés se manifestent par un attrait excessif pour un domaine particulier, une rigidité comportementale entrainant une résistance importante aux changements. Des ritualisations se mettent en place, toute modification des trajets ou des séquences pouvant entrainer de fortes réactions émotionnelles. Ils regroupent notamment un défaut de monitoring de la réponse et un déficit à inhiber des comportements inadaptés au contexte. Les aspects répétitifs se manifestent par des mouvements (balancement, tourner un objet près des yeux…) mais également au niveau du langage avec des écholalies, c'est à dire en répétant des sons, des mots ou des phrases. Ce comportement interviendrait comme une attitude défensive, rassurante ou encore comme une autostimulation. Ces stéréotypies ou ces intérêts particuliers peuvent limiter le contact avec le monde environnant. En effet, les personnes avec autisme peuvent se renfermer sur ces attraits excessifs pour lesquels elles vont y consacrer un temps important et la résistance au changement rend la nouveauté et la rencontre compliquées.

2.2. Difficultés de communication sociale

La communication rend compte de processus multiples et complexes qui demandent des habiletés dans des domaines différents, autant dans des processus non verbaux (langage corporel, regard, expression faciale, intonations …) que verbaux (choix des mots, compréhension des expressions, timing entre les tours de parole…), impliquant soi-même et l'autre. Dans les TSA, des altérations se retrouvent aussi bien dans ces deux composantes, ce qui va avoir un impact sur les interactions sociales des personnes avec autisme.

La communication non verbale est la première à se développer et une altération de ce processus est souvent le premier signe qui va alerter les parents dans les premiers mois. Au cours de la 2eme année de vie, des anomalies dans le développement de l'attention conjointe vont également être des signes probants de l'autisme. L'attention conjointe est la capacité à partager un évènement avec l'autre, à attirer et maintenir son attention vers une personne ou un objet dans le but d'obtenir une observation commune et conjointe. Les personnes avec TSA peuvent également présenter une absence ou une moindre utilisation des mouvements des bras pour appuyer les éléments de langage, l'intonation de la voix peut être monocorde. Ainsi, tous ces éléments non verbaux sont essentiels pour la communication et les interactions sociales.

Les personnes avec autisme présentent également des difficultés de communication verbale. Elles renvoient à un possible retard ou une absence de langage, une mauvaise utilisation des pronoms personnels (« tu » à la place de « je »), des difficultés de compréhension, d'expression, pour traiter le sens des phrases complexes, ou encore une hyperlexicalité (traitement excessif des mots individuels). Les notions implicites ou de sous-entendus sont également difficiles à comprendre pour les personnes autistes qui ont une utilisation pragmatique du langage, les informations sont prises au premier degré, entrainant des non compréhensions de l'humour ou des expressions imagées.

Ces problèmes de communication vont être en partie expliqués par les difficultés dans les **interactions sociales** mais d'autres processus entrent également en jeu. Les personnes avec autisme vont afficher des anomalies dans la sphère de la cognition sociale, qui regroupe l'ensemble des processus cognitifs qui permettent à l'être humain d'avoir un comportement adapté dans son monde social (perception, mémorisation, raisonnement, émotions...) et notamment une perturbation de la théorie de l'esprit qui fera l'objet d'un développement ci-après. Les émotions, notamment complexes (envie, fierté, mépris…), sont également perturbées avec des dissociations entre les indices émotionnels et leur signification sociale. Des difficultés pour initier une discussion mais également pour la maintenir dans le temps sont également observées. Cela peut engendrer une impression de dialogue à sens unique

où la personne avec TSA ne va pas rebondir sur la discussion et rester passive mais peut également rester enfermée dans un sujet restreint sans prendre en compte l'intérêt de l'autre.

L'ensemble de ces difficultés a conduit à l'émergence de différentes théories cognitives tentant d'expliquer cette symptomatologie.

3. Lien avec les différentes théories cognitives

Les théories majeures seront décrites ci-dessous mais il faut noter que ces théories apportent des pistes pour comprendre le fonctionnement des personnes avec TSA, mais aucune ne permet d'expliquer à elle seule toutes les particularités de la symptomatologie.

3.1. Perception atypique

Les perceptions sensorielles sont souvent identifiées comme atypiques dans l'autisme avec à la fois des hypo et des hyper-sensibilités présentes dans les cinq sens. L'équipe de Laurent à Montréal émet l'hypothèse qu'un sur-fonctionnement perceptif expliquerait les difficultés rencontrées dans l'autisme (Mottron, Dawson, Soulières, Hubert, & Burack, 2006). Ils proposent que les personnes avec autisme effectuent un traitement préférentiel de l'information à un « bas niveau », orientant le traitement perceptif vers un traitement local. L'information est encodée sous sa forme brute, dans la modalité sensorielle d'entrée et des difficultés existent pour faire des liens avec les autres modalités sensorielles. Ce profil renvoie aux difficultés d'intégration sensorielle corticale, pouvant avoir un impact sur les processus cognitifs de plus haut niveau. De ce fait, une scène est perçue comme une entité unique comprenant de multiples détails mais sans qu'ils ne soient traités simultanément (Brosnan, Scott, Fox, & Pye, 2004). Les personnes avec TSA auront une incapacité à briser l'image entière en unités signifiantes. Donna Williams, une femme avec autisme décrit : « Alors que quelqu'un d'autre aurait vu une " foule", je voyais un bras, une personne, une bouche, un visage humain, une chaise, un œil. Je voyais 10 000 images, là où quelqu'un d'autre n'en voyait qu'une ». De plus, lorsqu'il y aura un changement d'élément (ajout, retrait, déplacement), ces personnes vont vivre ce changement comme une toute nouvelle scène à explorer. Ce processus peut donc être anxiogène, envahissant et très coûteux. Des difficultés à différencier les éléments pertinents des autres moins pertinents, situés en arrière-plan, ont également été identifiées. Ces processus engendrent une surcharge d'informations importantes: « c'était comme avoir un cerveau sans filtre » écrit Donna Williams en 1995.

Cet intérêt pour le traitement des détails fait que le monde est trop rapide pour les personnes avec autisme (Gepner & Féron, 2009). En effet, il y a beaucoup trop d'informations qui arrivent brutalement et en continu qu'il faut filtrer et traiter en même temps. Cette perception atypique pourrait expliquer l'importante résistance aux changements et les hypo et hyper-sensibilités. L'hypersensibilité peut conduire à des surcharges sensorielles pouvant amener à des colères, une grande fatigabilité, ou encore à un retrait. L'hypo-sensibilité, quant à elle, entraine des phénomènes d'autostimulation comme se balancer, tournoyer sur soi-même, se taper la tête etc.

Cette rapidité du monde expliquerait également en partie les comportements atypiques d'exploration visuelle comme les regards latéraux ou encore l'évitement du regard très présent dans l'autisme (Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002). Néanmoins, des études ont démontré que, lorsque la vitesse de présentation d'informations faciales et vocales était ralentie, les personnes avec autisme présentaient des performances similaires au groupe contrôle (Gepner & Féron, 2009; Tardif, Lainé, Rodriguez, & Gepner, 2007). Les capacités perceptives peuvent donc être normalisées si une adaptation à leur vitesse de traitement ralentie est proposée.

De ce fait, ces difficultés vont avoir un impact direct sur les interactions sociales. Au-delà du traitement des visages, les interactions sociales sont composées de processus complexes et multimodaux qui dénaturent l'ensemble s'ils sont pris séparément.

Dans ce sens, plusieurs études rapportent un lien entre les sensibilités sensorielles et la sévérité des troubles sociaux (Kern et al., 2007) et plus largement avec la sévérité des troubles autistiques (Robertson & Simmons, 2013).

Ainsi ce fonctionnement atypique est double en entrainant des perturbations mais aussi des pics d'habiletés exceptionnelles de compétences exceptionnelles, notamment dans des processus visuo-spatiaux ou encore de mémoire visuelle ou séquentielle (chiffres, jours du calendrier, etc.). A titre d'exemple artistique, un célèbre artiste avec autisme, Stephen Wiltshire, qui présente la capacité en survolant une ville, à la redessiner quasiment à l'identique avec des détails impressionnants (Figure 1).

Figure 1 : *Panorama de Paris © Stephen Wiltshire (Source : http://www.stephenwiltshire.co.uk)*

3.2. Défaut de Cohérence centrale

De manière complémentaire à la théorie du sur-fonctionnement perceptif, a été développée l'hypothèse de défaut de cohérence centrale (Happé & Frith, 1996; Ozonoff, Strayer, McMahon, & Filloux, 1994).

La cohérence centrale renvoie à la capacité à regrouper différentes informations afin de les traiter comme un tout global et former un ensemble cohérent et sensé. Elle permet de mettre les détails en lien afin de les intégrer à un contexte plus large ou encore de filtrer les informations de l'environnement pour en retenir les plus importantes. Or, un traitement en faveur des détails dans l'autisme se ferait au détriment d'une vue d'ensemble entrainant une altération de la signification globale des évènements (Happé & Frith, 2006). Les informations ne seraient alors pas intégrées dans un ensemble signifiant et seraient analysées indépendamment de leur contexte, de façon fragmentée. Blackburn (1999), une personne avec autisme témoigne : « Je [regarde les choses] d'une façon concrète, littérale et très individuelle. Normalement je n'intègre ni ne vois les choses comme étant connectées, à moins de chercher activement une connexion ». De ce fait, faire des liens avec des items similaires est également difficile et renvoie de nouveau aux difficultés associatives ou de *binding* (Brock, Brown, Boucher, & Rippon, 2002). Ces difficultés à filtrer et à mettre en lien les éléments entraineraient un envahissement du monde interne par le monde externe hautement instable. Cette particularité peut encore être décrite comme un défaut de prise en compte du contexte ou un défaut de conceptualisation, c'est-à-dire une difficulté à généraliser un concept car ce dernier est vécu dans des contextes différents (Vermeulen, 2015). De fait, cette faible Cohérence Centrale contribuerait à la nécessité d'un environnement immuable, ainsi qu'aux altérations perceptives, langagières et sociales.

En effet, les interactions sociales reposent sur des processus complexes, nécessitant une compréhension globale du contexte explicite (éléments visibles) mais également implicite (pensée, attente de l'autre, vécus…).

Néanmoins, cette faible cohérence centrale et cette perception atypique sont parfois décrites comme l'expression d'un style de traitement atypique plutôt que d'un déficit en tant que tel et constitueraient plutôt un aspect secondaire, co-occurrent du fonctionnement autistique (Happé & Frith, 2006; Mottron et al., 2006).

3.3. Déficit dans l'intégration des informations complexes

D'autres auteurs insistent sur les difficultés d'intégration d'informations complexes. L'intégration d'éléments simples, de bas niveau, est privilégiée mais lorsque les éléments deviennent plus nombreux et de modalités différentes (intégration multimodale, multiplication de stimuli…), l'intégration et le traitement deviennent plus difficiles (Minshew, Goldstein, & Siegel, 1997). En effet, la complexité des informations telles que les émotions, requiert une intégration antéro-postérieure depuis les aires corticales de bas niveau (régions postérieures responsables du traitement sensoriel primaire par exemple) vers les aires corticales de haut niveau (régions antérieures et plus précisément frontales). Ces régions sous-tendent des fonctions cognitives complexes (raisonnement, langage, socialisation…) mais également le traitement sensoriel complexe.

3.4. Dysfonctionnement exécutif

Cette théorie exécutive formulée par Ozonoff, Pennington, & Rogers (1991) fait le lien avec la seconde catégorie de symptômes qui caractérise l'autisme, à savoir la rigidité comportementale. Les fonctions exécutives renvoient aux mécanismes cognitifs de haut niveau permettant l'adaptation à des situations nouvelles (Shallice, 1982). Elles interviennent dans le contrôle, la planification et la réalisation des actions ainsi que dans l'inhibition (capacité à résister aux informations non pertinentes), la flexibilité cognitive (capacité à se désengager d'une tâche pour passer à une autre, à s'adapter aux imprévus, à corriger ses erreurs…), ou encore la mise à jour en mémoire de travail (qui permet un maintien temporaire, mais aussi la manipulation de l'information maintenue). Dans l'autisme, les fonctions exécutives sont altérées (Demetriou et al., 2018) et plus particulièrement la planification, la flexibilité mentale et l'inhibition (Hill, 2004), entrainant des difficultés à planifier les activités au quotidien et à gérer les changements.

Au-delà, des anomalies attentionnelles sont également rapportées et notamment une résistance au désengagement de l'attention et des difficultés d'attention sélective (Keehn, Müller, & Townsend, 2013; Lane & Pearson, 1982) en lien avec les altérations de la flexibilité et de l'inhibition menant au défaut de cohérence centrale. L'attention conjointe, prémisse de la théorie de l'esprit, est également touchée, ce qui constitue même un signe d'alerte (Charman, 2003; Dawson et al., 2004).

3.5. Défaut de théorie de l'esprit

Les anomalies de théorie de l'esprit et plus largement de la cognition sociale sont centrales dans l'autisme (Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1985). La théorie de l'esprit est la capacité à attribuer des états mentaux (émotions, pensées, croyances, intentions…) à soi-même et à autrui, et à les comprendre (Baron-Cohen et al., 1985; Duval et al., 2011; Frith & Frith, 2012; Premack & Woodruff, 1978). Elle comprend deux dimensions, cognitive et affective. Dans les TSA, les personnes sans retard intellectuel auront plus de difficultés avec la théorie de l'esprit de deuxième ordre (« je pense que X pense que Y pense… »), ou avec des épreuves faisant référence à des états mentaux complexes telles que la persuasion (Happé, 1994). La difficulté à comprendre les croyances et les états mentaux est un obstacle important aux interactions sociales. En effet, il sera difficile de comprendre le mensonge, le deuxième degré, ou encore l'ironie.

Néanmoins, l'altération de la théorie de l'esprit ne serait qu'une conséquence de la perturbation de processus de plus bas niveau émergeant plus tôt dans le développement. En effet, cette compétence fait appel à diverses capacités allant de la perception à l'imitation en passant par l'attention conjointe, qui, nous l'avons vu, sont atypiques dans l'autisme.

Ces différentes théories cognitives permettent d'introduire les notions d'intégration de l'information et de communication cérébrales qui sont perturbées dans l'autisme. En effet, certains de ces processus (fonctions exécutives, théorie de l'esprit et traitement des informations complexes) réfèrent à un traitement dit de « haut niveau » cognitif.

Ce traitement complexe nécessite l'implication d'un vaste réseau neuronal et des anomalies structurales et fonctionnelles pourraient remettre en cause l'intégrité de ce traitement (pour revue, voir Desaunay et al., 2014).

4. Anomalies cérébrales

L'autisme en tant que trouble neuro-développemental présente des anomalies à différents niveaux engendrant des déficits fonctionnels de spécialisation, de ségrégation et d'intégration cérébrales ayant des répercussions sur le comportement. Nous présenterons tout d'abord les spécificités pré et post-natales puis les aspects biologiques, structuraux, fonctionnels et enfin de connectivité.

4.1. Approche neuro-développementale

La maturation du cerveau commence dès la période prénatale et se poursuit jusqu'à la fin de l'adolescence avec notamment la neurogenèse, la migration neuronale, la formation synaptique, l'arborisation dendritique, la croissance axonale et la myélinisation puis l'élagage synaptique. Un des modèles étiopathogéniques de l'autisme propose que, dès la période intra-utérine, des facteurs génétiques et environnementaux vont perturber la maturation cérébrale (Figue 2, Cohen, 2012).

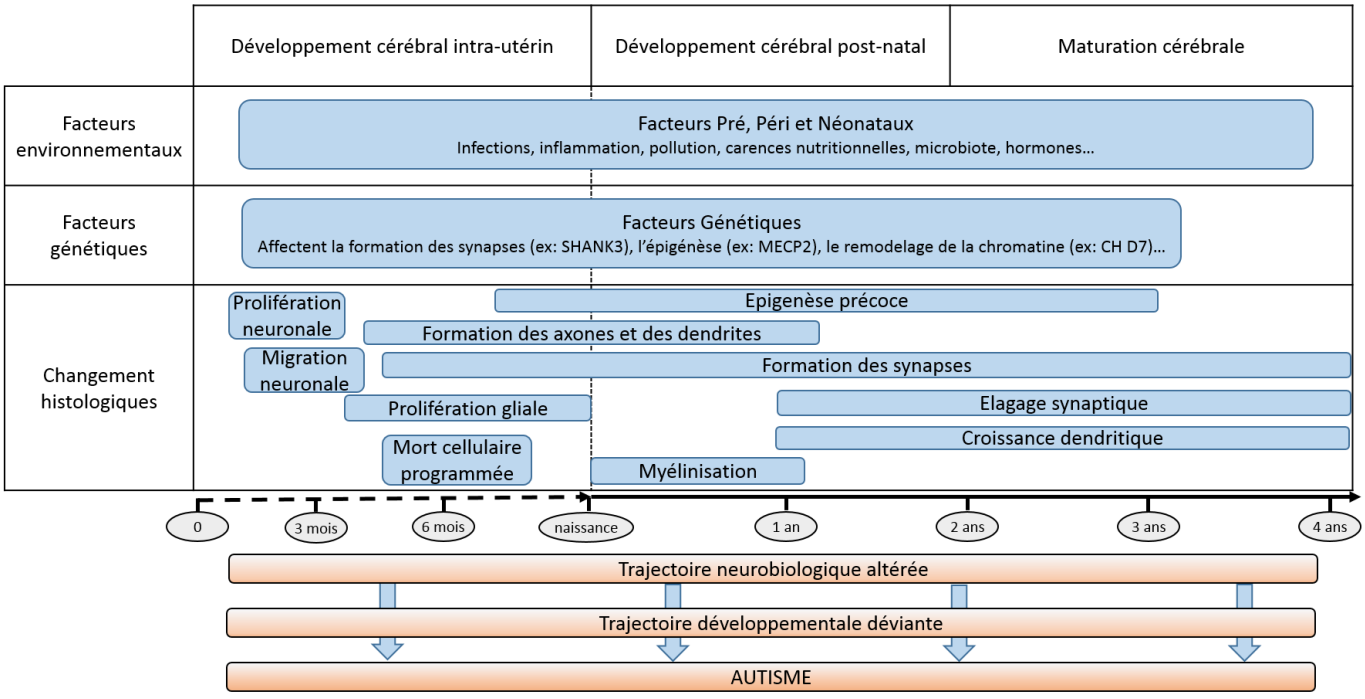


Figure 2 : *modèle multifactoriel probabiliste de l'étiopathogénie de l'autisme (Inspiré de Cohen, 2012)*

L'équipe de Piven (2017) propose que les anomalies de maturation cérébrale, notamment dans les régions associées à des fonctions de bas niveau comme le traitement sensori-moteur qui sont les premières à devenir matures, vont intervenir dans les particularités sensorielles et engendrer plus tardivement des altérations de la connectivité, impliquées à leur tour dans les fonctions de plus haut niveau (Figure 3). Ainsi, l'augmentation anormale de substance grise lors des premières années de vie

toucherait des régions impliquées dans des processus de haut niveau comme la communication sociale, les émotions et le langage, ainsi que la mémoire autobiographique (Courchesne et al., 2007). Cet excès local de neurones engendrerait une compétitivité avec les connections de longue distance qui s'établissent plus tard dans le développement, et en lien avec le défaut d'élagage, compromettrait la spécialisation et la différenciation cérébrale (Courchesne et al., 2019). Chez l'enfant typique, les connections à courte distance sont les premières à se mettre en place et s'étendent progressivement à longue distance jusqu'à la fin de l'adolescence (Fair et al., 2009). Ces anomalies cérébrales entrainent un défaut d'intégration et de ségrégation de l'information entre les différentes régions cérébrales qui communiqueront moins efficacement ensemble, ou de façon atypique, et se développeront donc anormalement.

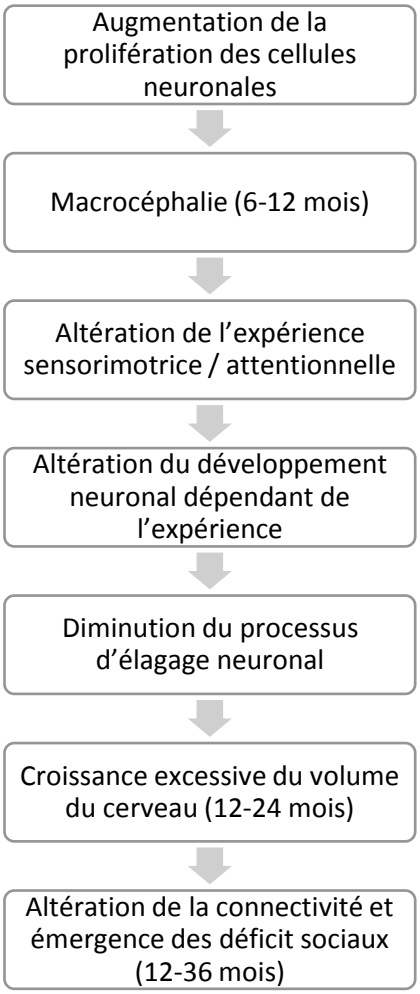


Figure 3 : *Cascade des anomalies cérébrales et comportementales dans le développement de l'autisme (d'après Piven et al., 2017)*

4.2. Anomalies biologiques

Les altérations cérébrales dans l'autisme touchent notamment le neurotransmetteur GABA (Baroncelli et al., 2011; Robertson, Ratai, & Kanwisher, 2016), principal neurotransmetteur inhibiteur du système nerveux central, qui module l'expression des interneurones inhibiteurs. Pendant le début du développement embryonnaire, les interneurones GABAergiques sont impliqués dans la régulation de la migration cellulaire, la différentiation et la formation des synapses (Le Magueresse & Monyer, 2013). Une anomalie des neurones GABAergiques va entrainer un déséquilibre de la balance excitation/inhibition (Fatemi, Reutiman, Folsom, & Thuras, 2009; Schroer et al., 1998) ainsi qu'une altération de la connectivité cérébrale (Uddin, Supekar, & Menon, 2013). D'autres anomalies biologiques sont évoquées telles qu'une perturbation du système des opioïdes, qui affecterait, à travers la cascade de l'adénosine monophosphate cyclique (AMPc), la transmission du signal synaptique (Kelley et al., 2008).

4.3. Anomalies structurales

De nombreuses anomalies structurales sont retrouvées dans l'autisme, notamment au niveau des mini-colonnes constituées de neurones pyramidaux excitateurs, et d'interneurones GABAergiques inhibiteurs qui modulent les inputs et outputs pyramidaux en générant ainsi une connectivité locale. Les mini-colonnes sont situées dans des colonnes verticales qui traversent les couches corticales du cerveau. Elles s'organisent en macro-colonnes qui, à leur tour, s'organisent en un réseau local. Dans l'autisme, les mini-colonnes sont plus petites, plus nombreuses et leurs cellules ont une structure différente (Casanova, Buxhoeveden, Switala, & Roy, 2002), compte tenu des anomalies des interneurones inhibiteurs GABAergiques. Les stimulations ne restent pas à l'intérieur de ces mini-colonnes, mais migrent vers des mini-colonnes proches qui amplifient leur effet (Levitt, Eagleson, & Powell, 2004).

Dans les TSA, un excès de neurones pyramidaux a également été rapporté en lien avec la macroencéphalie (Courchesne et al., 2007, 2019), ce qui va générer une excitabilité excessive. Ces deux évènements, diminution d'inhibition d'une part et augmentation de l'excitabilité d'autre part, entrainent un déséquilibre du ratio excitation/inhibition et altèrent ainsi le traitement de l'information (Figure 4, Rubenstein & Merzenich, 2003). Ce déséquilibre excitation/inhibition se retrouve notamment dans les réseaux qui favorisent les processus sensoriels, sociaux et affectifs (Rubenstein & Merzenich, 2003; Testa-Silva et al., 2012; Vattikuti & Chow, 2010; Zikopoulos & Barbas, 2013) et pourrait expliquer la « sur » stimulation et l'hypersensibilité observées chez les personnes avec TSA.

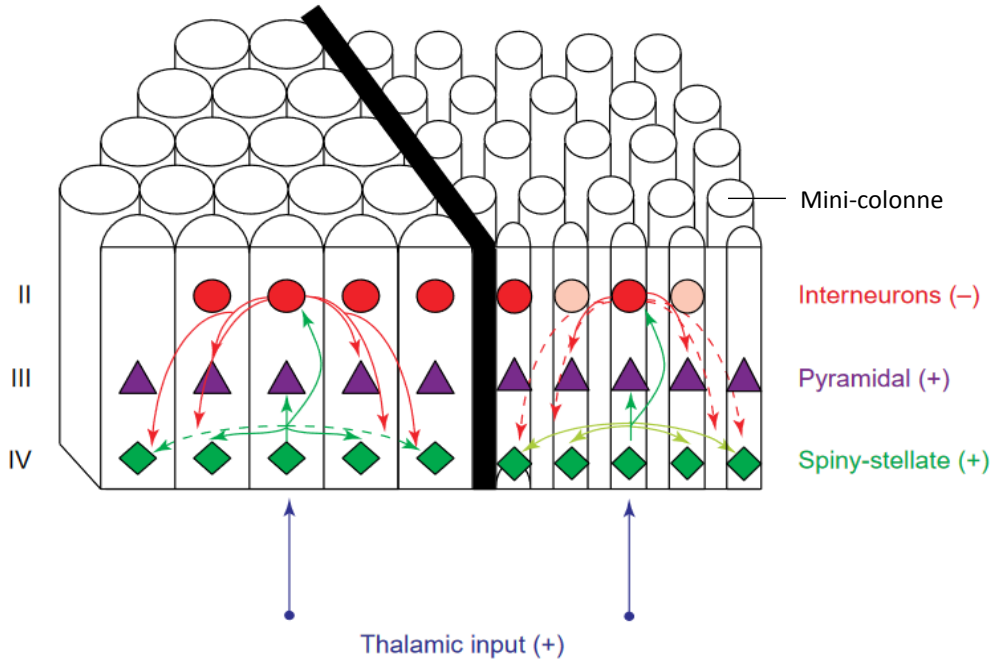


Figure 4 : *Balance du ratio excitation/inhibition au sein des mini-colonnes, dans un cortex neurotypique (à gauche) et dans l'autisme (à droite) (Levitt et al, 2004).*

Enfin, au niveau macroscopique, la myélinisation de la substance blanche est précocement détériorée dans l'autisme et participerait, avec le décalage du ratio excitation/inhibition, aux défauts de connectivité avec une connectivité locale et à courte distance augmentée, au détriment d'une connectivité à longue distance diminuée.

Des études en IRM structurale ont également mis en évidence une réduction du genou du corps calleux, région primordiale dans la connectivité (Frazier & Hardan, 2009). D'autres études en Imagerie du tenseur de diffusion (*diffusion tensor imaging*, DTI), technique qui permet d'appréhender la densité des fibres, le diamètre axonal et la myélination de la substance blanche, ont révélé des anomalies des faisceaux arqués (Fletcher et al., 2010; Wan, Marchina, Norton, & Schlaug, 2012). Ces résultats sont à mettre en lien avec l'immaturité de la substance blanche dans l'autisme et une diminution de la latéralisation du langage se traduisant notamment par un traitement visuo-spatial du langage atypique. La structure du cortex cingulaire antérieur semble également altérée (Thakkar et al., 2008), ce qui impliquerait le circuit sous-cortical sensori-moteur et une diminution du monitoring de la réponse. La substance blanche profonde est principalement diminuée dans l'hémisphère droit des personnes avec TSA (Boddaert et al., 2004; Waiter et al., 2005), et serait associée avec une augmentation du volume du cortex associatif droit incluant le cortex frontal et temporal (Herbert et al., 2005). Enfin des analyses en tractographie ont mis en évidence une diffusivité augmentée des faisceaux unciné (impliqué dans l'intégration de l'information entre les processus émotionnels et cognitifs) et longitudinal (impliqué dans le traitement des mouvements corporels et du regard), qui

pourraient intervenir dans les altérations du circuit fronto-temporo-occipital, support du traitement des informations sociales et émotionnelles (Ameis & Szatmari, 2012).

4.4. Anomalies de connectivité fonctionnelle

De nombreux auteurs ont montré une dissociation entre des compétences de bas niveau préservées dans les TSA mais des anomalies dans le traitement cognitif de haut niveau en lien avec le défaut d'intégration de l'information. Ces anomalies renvoient d'une part, à une sous-connectivité antéro-postérieure et inter-hémisphérique à longue distance (Courchesne & Pierce, 2005; Just, Cherkassky, Keller, & Minshew, 2004; Kana, Libero, & Moore, 2011), expliquant le défaut d'intégration de l'information, les troubles des fonctions exécutives, du langage et de la communication sociale (Demetriou et al., 2018; Monk et al., 2009). Ce défaut de connectivité aurait également un impact sur le fonctionnement des régions corticales médianes sous-tendant les processus impliqués dans la pensée intérieure ou autocentrée, émergeant au repos. Par ailleurs, il existerait une sur-connectivité à courte distance au sein des aires cérébrales postérieures qui expliquerait, entre autres, les troubles du comportement, les stéréotypies et la perception atypique (Di Martino et al., 2011; Monk et al., 2009; Samson, Mottron, Soulières, & Zeffiro, 2012). Plusieurs hypothèses sont proposées pour expliquer cette dysconnectivité : elle pourrait résulter du défaut d'élagage survenant dans le développement, l'hyperconnectvité concernant les connexions à courte distance qui sont les premières à se mettre en place, et pourrait constituer un processus compensatoire face à la sous-connectivité.

4.5. Anomalies cérébrales au repos

Effectuer des enregistrements « au repos » ou de vigilance (en EEG) présente un réel intérêt dans l'autisme de par sa facilité de mise en place, son temps relativement court d'acquisition (quelques minutes) et l'absence de tâches précises. Le cerveau serait, au repos, dans un état de pseudo-alerte collectant continuellement les informations provenant du monde extérieur mais également provenant de l'environnement intérieur et plus généralement de la représentation de soi (Gusnard, Raichle, & Raichle, 2001; Raichle et al., 2001; Shulman et al., 1997). Les enregistrements au repos nous informent sur la balance entre les activités excitatrices et inhibitrices et permettent d'identifier des réseaux activés au repos, en l'absence d'une performance à une tâche et qui se désactivent lorsque le sujet doit réaliser une tâche expérimentale précise (Gusnard et al., 2001; McKiernan, Kaufman, Kucera-Thompson, & Binder, 2003).

De nombreux troubles psychiatriques et neurologiques sont caractérisés par une activité et une connectivité anormales touchant plusieurs réseaux du repos (Abbott et al., 2016; Menon, 2011; Padmanabhan, Lynch, Schaer, & Menon, 2017). Parmi ceux-ci figurent le réseau du mode par défaut (*Default Mode Network*, DMN), le réseau sensori-moteur (*sensorimotor network*, SMN), les réseaux attentionnels Dorsal (DAN) et Ventral (VAN), le réseau du contrôle exécutif (*Executive Control Network*) et le réseau de la saillance (*Salience Network*) (Menon, 2011; Yeo et al., 2011).

4.5.1. Réseau du mode par défaut

Le DMN comprend le cortex cingulaire postérieur, le precuneus, le cortex rétrosplenial, le cortex préfrontal médian, le lobe temporal et notamment l'hippocampe, le cortex pariétal latéral et le gyrus frontal supérieur (Figue 2, Padmanabhan, Lynch, Schaer, & Menon, 2017).

Le DMN est associé à diverses activités introspectives, à des processus de référence à soi et au *Self*. Il est impliqué dans la mémoire autobiographique, dans la recollection des expériences passées mais aussi dans les simulations mentales de soi vers le futur (Broyd et al., 2009; Buckner, Andrews-Hanna, & Schacter, 2008, Addis et al, 2007). Dans une méta-analyse, Spreng *et al*. (2009) ont démontré que des régions appartenant au DMN (lobe temporal interne, cortex cingulaire postérieur, précuneus et jonction temporopariétale) étaient également impliquées dans l'intégration de traitements émotionnels relatifs à des informations de l'environnement intérieur ou extérieur, la navigation spatiale ou encore la théorie de l'esprit. Le cortex cingulaire postérieur et le cortex préfrontal médian antérieur permettraient ainsi de construire une signification personnelle des informations perçues et/ou remémorées afin de mettre à jour les représentations de soi et des autres (D'Argembeau et al., 2005; Kjaer, Nowak, & Lou, 2002; Schneider et al., 2008). Enfin, certaines régions du DMN sont également connues pour être liées à d'autres processus cognitifs tels que l'attention, destinée à surveiller l'environnement (Scheibner, Bogler, Gleich, Haynes, & Bermpohl, 2017). Selon l'hypothèse de la « cognition interne » (Buckner et al., 2008), le DMN permettrait la construction de modèles mentaux ou de simulations afin d'adapter et de faciliter les comportements futurs.

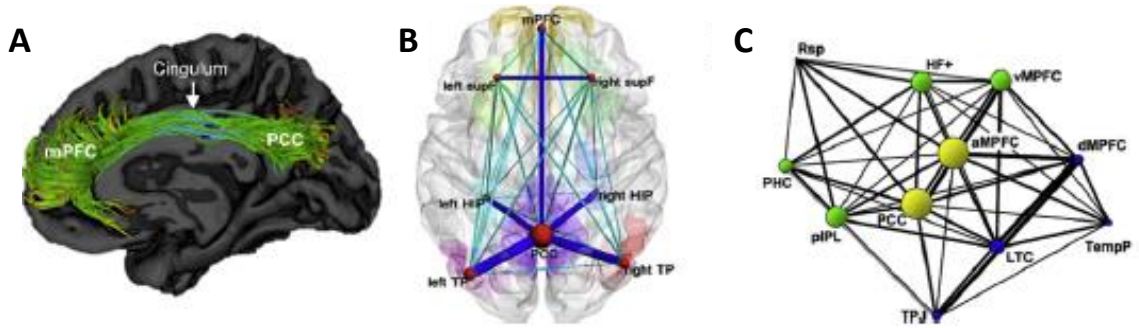


Figure 5 : *Architecture fonctionnelle et structurale du réseau du mode par défaut (DMN) identifiée à l'aide de multiples modalités et méthodes d'imagerie. (A) Les nœuds DMN centraux médians, le cortex préfrontal médian (mPFC) et le cortex cingulaire postérieur (PCC), sont structuralement reliés par une voie principale de substance blanche, le cingulum (Fibres reconstruites à l'aide de l'imagerie du tenseur de diffusion par tractographie). (B) La force des connexions structurales entre les nœuds du DMN peut être quantifiée en utilisant la DTI. L'épaisseur des traits et la taille du nœud représentent respectivement la force de connexion et l'importance du nœud. Le PCC est le nœud le plus fortement connecté dans le DMN. (C) Le graphique illustre les différents poids de connectivité fonctionnelle entre les nœuds du DMN, de sorte que les nœuds les plus fortement connectés sont plus rapprochés dans l'espace et que ces nœuds médians sont intégrés de façon centrale dans le réseau. (Illustrations extraites de Padmanabhan, Lynch, Schaer, & Menon, 2017)*

Dans les TSA, des altérations structurales sont retrouvées dans les régions du DMN. Une augmentation de l'épaisseur corticale est observée dans le cortex préfrontal médian ventral (Valk et al., 2015) et dans le cortex cingulaire postérieur (Haar, Berman, Behrmann, & Dinstein, 2016). Cette organisation altérée de la matière grise dans le cortex cingulaire postérieur serait liée à la sévérité des symptômes chez les enfants TSA (Uddin, 2011). La jonction temporo-pariétale (JTP) droite présente une réduction du volume de matière grise chez les adultes, qui prédirait les déficits en théorie de l'esprit (David et al 2014). Des études développementales montrent un changement structural du réseau du DMN atypique dans les TSA avec un élagage accéléré dans le cortex cingulaire postérieur entre l'enfance et l'âge adulte (7-39 ans), corrélé aux déficits sociaux (Doyle-Thomas et al., 2013). De ce fait, les altérations de connectivité se retrouvent au niveau structural avec une anomalie au niveau du cingulum, qui relie le mPFC et le PCC, tantôt diminué chez les enfants et adolescents avec TSA (Barnea-Goraly, Lotspeich, & Reiss, 2010; Catani et al., 2016; Jou et al., 2011; Noriuchi et al., 2010), tantôt augmenté (Billeci, Calderoni, Tosetti, Catani, & Muratori, 2012; Weinstein et al., 2011). Des anomalies de connectivité fonctionnelle sont également observées, passant d'une hyperconnectivtié dans l'enfance (Uddin, Supekar, & Menon, 2013) à une hypo-connectivité notamment antéro-postérieure chez les adolescents et les adultes (Abbott et al., 2016; Assaf et al., 2010; Doyle-Thomas et al., 2015; Kennedy & Courchesne, 2008; Monk et al., 2009; Murdaugh, Cox, Cook, & Weller, 2012; von dem

Hagen, Stoyanova, Baron-Cohen, & Calder, 2013; Washington et al., 2014). Plusieurs hypothèses comportementales ont été proposées à partir de ces études de connectivité. L'hyperconnectivité entre le PCC et le lobe temporal médian et latéral prédirait les déficits de communication sociale (ADOS) chez les enfants avec TSA (Lynch et al 2013) et une corrélation positive entre une sur-connectivité entre le gyrus temporal supérieur droit et le cortex limbique et associatif serait liée à l'intensité des comportements restreints et répétitifs (Di Martino et al., 2011). L'hypoconnectivité entre les régions postérieures et frontales du DMN, chez les adolescents et les adultes, est associée aux déficits sociaux (Assaf et al., 2010; Monk et al., 2009; Padmanabhan et al., 2017; von dem Hagen et al., 2013; Weng et al., 2010). Les changements structuraux et la connectivité touchant le cortex préfrontal médian, le PCC et le précuneus ont souvent été associés à la gravité des symptômes dans l'autisme (Cheng, Rolls, Gu, Zhang, & Feng, 2015; Lee, Kyeong, Kim, & Cheon, 2016).

Ainsi, les altérations de connectivité au sein du DMN sous-tendraient les difficultés de référence à soi et de mentalisation mais également les difficultés de la capacité de flexibilité en réponse aux stimuli socialement pertinents ainsi qu'à une intégration atypique de l'information sur soi en lien avec les autres. Le DMN se présente donc comme un système clé d'étude dans les TSA en lien avec les dysfonctionnements sociaux (Uddin, Supekar, Lynch, et al., 2013; Bi, Zhao, Xu, Sun, & Wang, 2018; Monk et al., 2009; Padmanabhan et al., 2017; Assaf et al., 2010; Lau, Leung, & Lau, 2019; Abbott et al., 2016) .

Enfin, des hypo-connectivités ont également été mises en évidence entre le DMN et d'autres régions corticales extérieures à ce réseau et pourraient refléter des difficultés à switcher de façon adaptative entre le DMN et les réseaux impliqués dans la surveillance (monitoring) et la prise en charge des stimuli saillants (Kennedy & Courchesne, 2008).

4.5.2. Réseau sensori-moteur

Le réseau sensori-moteur (SMN) comprend les régions somatosensorielles (gyrus postcentral) et motrices (gyrus précentral) et s'étend jusqu'aux aires motrices supplémentaires (Biswal, Yetkin, Haughton, & Hyde, 1995). Le SMN est organisé de façon hiérarchique avec des aires motrices et sensorielles, et d'autres qui intègrent l'ensemble de ces informations. Ces dernières sont considérées comme associatives et interviennent dans l'interprétation des informations sensorielles, notamment en lien avec l'environnement extérieur, l'expérience personnelle, l'attention et le comportement moteur.

Dans l'autisme, plusieurs études ont relevé des altérations du SMN (Perry, Minassian, Lopez, Maron, & Lincoln, 2007; Takarae, Minshew, Luna, & Sweeney, 2007; Travers, Kana, Klinger, Klein, & Klinger, 2015) en lien avec les symptômes clés de l'autisme (Boyd et al., 2010; Cascio, Woynaroski, Baranek, & Wallace, 2016; Foss-Feig, Heacock, & Cascio, 2012). Les études en IRMf ont notamment rapporté une diminution de la connectivité entre le lobule paracentral et le cortex somatosensoriel (Cheng et al., 2015) et entre les cortex associatif visuel, somatosensoriel et moteur (Oldehinkel et al., 2019). Quelques études ont montré une convergence de l'information sensorielle au sein du lobe frontal dans des processus de haut niveau associés à la coordination motrice (Eimer & Driver, 2001; Talati & Hirsch, 2005). Des anomalies structurales dans les régions du SMN ont également été identifiées et seraient corrélées avec des retards d'activation des circuits associés à l'imitation. De ce fait, ces anomalies dans le SMN seraient responsables de l'intégration multisensorielle et motrice atypique observée chez les personnes avec TSA (Ben-Sasson et al., 2009; Marco, Hinkley, Hill, & Nagarajan, 2011). Ainsi, l'intégration multisensorielle et motrice joue un rôle crucial dans le développement de l'imitation, de la communication motrice et des habiletés sociales (Edwards, 2014; Williams, Whiten, & Singh, 2004) sur lesquelles portent les principaux symptômes des TSA.

4.5.3. Réseau attentionnel

Le réseau d'attention dorsale (DAN) comprend le sillon intrapariétal et la jonction du sillon frontal précentral et supérieur (champ oculaire frontal). Il est impliqué dans l'orientation dirigée vers un but (top-down) et est activé après la présentation d'indices indiquant où, quand et vers quels sujets diriger son attention (Fox, Corbetta, Snyder, Vincent, & Raichle, 2006). Le DAN est également activé dans des tâches attentionnelles et de contrôle mental (Fox et al., 2005; Fransson, 2005; Greicius, Krasnow, Reiss, & Menon, 2003; Kelly, Uddin, Biswal, Castellanos, & Milham, 2008) Le réseau attentionnel ventral (VAN) comprend la JTP et le cortex frontal ventral et répond à des stimuli environnementaux externes pertinents, en réorientant l'attention vers ces stimuli (attention bottom-up) (Corbetta, Patel, & Shulman, 2008).

Bien que les anomalies de l'attention soient connues dans les TSA, très peu d'études ont exploré les réseaux attentionnels dans cette population. Une hyperconnectivité a été identifiée chez des enfants dans le DAN et le VAN comparativement aux enfants typiques et aux adultes avec TSA, contrastant avec une hypoconnectivité chez les adultes avec TSA par rapport aux adultes au développement typique (Bi et al., 2018; Farrant & Uddin, 2016). Ces observations sont conformes au trajet développemental de la connectivité dans l'autisme, abordé précédemment, et illustrent des patterns

de développement divergents pour les systèmes d'attention top-down et bottom-up dans les TSA (Farrant & Uddin, 2016).

4.5.4. Réseau du contrôle exécutif

Le réseau de contrôle exécutif, comprend le cortex préfrontal dorso-latéral, le cortex pariétal postérieur et le gyrus supramarginal. Il joue un rôle important dans des processus de haut niveau tels que la mémoire de travail, l'inhibition et le contrôle de l'attention et la prise de décision (Menon, 2011; Seeley et al., 2007).

Les personnes avec TSA présentent des anomalies dans ce réseau (Abbott et al., 2016; Bi et al., 2018; Solomon et al., 2009) ce qui peut expliquer les dysfonctionnements exécutifs et participer aux difficultés d'inhibition et de déplacement de son point de vue vers celui des autres, processus central dans les capacités de théorie de l'esprit (Hill, 2004; Keehn et al., 2013).

4.5.5. Réseau de la saillance

Le réseau de la saillance inclut l'amygdale, l'insula antérieure et le cortex cingulaire antérieur dorsal. Il est impliqué dans la détection rapide et automatique des stimuli saillants, internes et externes, ainsi que dans l'orientation des comportements vers ces stimuli (Georgescu et al., 2013; Menon, 2011; Seeley et al., 2007). Le réseau de la saillance exerce non seulement un rôle central dans la détection des stimuli pertinents mais aussi dans la coordination, *via* l'insula antérieure, entre les réseaux internes (DMN) et les réseaux externes (réseau du contrôle exécutif) en déterminant si l'attention doit être orientée sur des informations externes ou internes (Menon & Uddin, 2010; Sridharan, Levitin, & Menon, 2008).

Une diminution de la connectivité au sein du réseau de la saillance a été rapportée dans l'autisme (Abbott et al., 2016; Ebisch et al., 2011) et entre les nœuds de ce réseau et l'amygdale (von dem Hagen et al., 2013). Ces données contrastent avec une hyperconnectivité dans le réseau de la saillance observée chez les enfants avec TSA âgés de 7 à 12 ans, soulignant de nouveau l'impact neuro-développemental (Uddin, Supekar, Lynch, et al., 2013). Ainsi, les altérations impliquant le réseau de la saillance pourraient être en lien avec l'attribution atypique de l'attention aux stimuli sensoriels plutôt qu'aux stimuli sociaux pertinents.

Dans l'autisme, il existe de multiples atteintes cérébrales tant au niveau biologique, structural que fonctionnel et qui débutent dès la période intra-utérine. Néanmoins, il n'existe pas encore de consensus permettant de définir les anomalies cérébrales retrouvées dans les TSA. La majeure partie des études a été réalisée en IRM (IRMf et DTI) ; ces travaux restent très imprécis sur les mécanismes neuronaux impliqués dans ce défaut de connectivité. L'électroencéphalographie (EEG) permettrait d'aller au-delà en mesurant les potentiels post-synaptiques et de nous informer ainsi sur la balance entre les activités excitatrices et inhibitrices des neurones.

Chapitre 2 : L'électrophysiologie au repos dans les troubles du spectre de l'autisme

1. Particularités en EEG de repos

1.1. Introduction

1.1.1. Principe et intérêt

L'EEG consiste en l'enregistrement de l'activité électrique du cerveau grâce à des électrodes placées sur le cuir chevelu. Les avantages de cette technique tiennent à sa bonne résolution temporelle (de l'ordre de la milliseconde) ; c'est aussi une mesure directe de l'activité cérébrale (par rapport au signal BOLD de l'IRM par exemple), non invasive (par rapport à la TEP par exemple) et peu stressante (problème éventuel de claustrophobie avec l'IRM, surtout dans l'autisme), économique et pour laquelle la tolérance au mouvement est plus importante que dans d'autres techniques.

Les enregistrements au repos peuvent se réaliser les yeux fermés (YF) ou les yeux ouverts (YO). En YF, le participant est invité à fermer les yeux pendant quelques minutes, en YO il est généralement demandé de fixer une croix ou un dessin pendant plusieurs minutes. Les deux présentent des avantages et des inconvénients. La condition en YF semble plus stable à travers les sessions au niveau de l'EEG quantitatif par rapport à la condition YO (Corsi-Cabrera, Galindo-Vilchis, del-Río-Portilla, Arce, & Ramos-Loyo, 2007) et la standardisation est plus simple. En revanche pendant un enregistrement YF, il est moins facile de contrôler ce que fait le participant (pensée introspective, s'imagine faire une activité…) et, par ailleurs, il est démontré un important effet de la bande alpha dans le cortex postérieur. Des différences de connectivité fonctionnelle entre YF et YO ont été retrouvées dans la population typique (Barry, Clarke, Johnstone, Magee, & Rushby, 2007; Tan, Kong, Yang, Jin, & Li, 2013).

1.1.2. Bandes de fréquences et implication cognitive

En EEG il existe différents rythmes cérébraux, définis par la fréquence des ondes et correspondant à une oscillation électromagnétique d'un groupe de neurones. Les bandes de fréquences EEG sont régulées par des systèmes homéostatiques anatomiquement complexes. Des processus neurologiques, thalamiques et corticaux impliquant de grandes populations neuronales interviennent dans cette régulation, via l'utilisation des neurotransmetteurs majeurs. Cinq grands rythmes sont à distinguer, appelés aussi bandes de fréquence : delta (< 4 Hz), thêta (4 à 7.5 Hz), alpha (7.5 à 12.5 Hz), beta (12.5 à 30 Hz) et gamma (> 30 Hz). La présence de ces bandes de fréquence dépendrait de l'âge (Boersma et al., 2011). Elles correspondent à des états cognitifs et de vigilance différents et apportent d'autant plus d'indices supplémentaires sur l'organisation et le fonctionnement du cerveau.

Ainsi, la bande **delta** représente le principal rythme du cerveau des deux premières années de vie et est principalement mise en évidence lors du sommeil lent et profond ou encore lors de tâches de détection de l'attention et de saillance (Knyazev, 2012).

Le rythme **thêta** est retrouvé principalement pendant l'enfance puis diminue progressivement avec l'âge, il est plutôt localisé au niveau postérieur chez les enfants entre 7 et 10 ans (Puligheddu et al., 2005) et serait impliqué dans le sommeil léger, la mémoire (Başar & Güntekin, 2008; Klimesch, 1996), les fonctions exécutives (Barry et al., 2007; Harmony, Alba, Marroquín, & González-Frankenberger, 2009), les processus sensoriels, et le contrôle des mouvements volontaires (Başar & Güntekin, 2008). L'onde thêta aurait également un rôle dans la synchronisation de l'activité neurale à longue distance (Canolty et al., 2006).

La bande de fréquence **alpha** est localisée principalement dans les cortex pariétal et occipital (Schomer, 2007). Elle est notamment présente lors d'une veille calme, les YF, et tend à disparaitre les YO et lors d'une stimulation. La bande alpha serait impliquée dans différents processus cognitifs, notamment au niveau des fonctions sensorielles, et plus précisément dans le contrôle top-down des réponses sensorimotrices (Jensen & Mazaheri, 2010; Keehn, Westerfield, Müller, & Townsend, 2017; Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007), ou de la mémoire (VanRullen & Koch, 2003). De plus, son augmentation reflèterait une inactivité ou une désactivation corticale dans une région non utilisée afin de faciliter les performances dans une autre activité (Klimesch et al., 2007; Rihs, Michel, & Thut, 2007; Sauseng, Klimesch, Gerloff, & Hummel, 2009). La bande alpha aurait un rôle dans le contrôle de l'attention et interviendrait comme un "contrôleur de trafic" du flux d'informations à travers le cortex (Lopes da Silva, 2013). Des analyses en composantes indépendantes ont mis en avant que seuls les modèles spatiaux de la bande alpha ont un chevauchement avec le DMN, suggérant que la fonction primaire des oscillations alpha est la synchronisation des processus mentaux internes (Knyazev, Slobodskoj-Plusnin, Bocharov, & Pylkova, 2011).

L'onde **beta** est préférentiellement retrouvée en veille active, les YO, en lien avec le système moteur mais également avec l'intégration sensorimotrice et la signalisation top down (Neuper and Pfurtscheller 2001; Cannon et al. 2013).

Enfin, le rythme **gamma** serait plutôt observé lors de processus cognitifs comme l'attention et la mémoire (Bosman, Lansink, & Pennartz, 2014; Jensen, Kaiser, & Lachaux, 2007; Müller, Gruber, & Keil, 2000; Tallon-Baudry, 2003) et dans le traitement sensoriel (Engel & Singer, 2001; Singer & Gray, 1995; Skinner, Molnar, & Kowalik, 2000).

L'amplitude et la latence des réponses EEG peuvent être influencées par des changements au niveau de l'épaisseur du crâne, de la densité synaptique, ou par d'autres processus de maturation physique.

Nous avons vu que la substance grise augmente jusqu'au début de l'adolescence puis décroit ensuite (Gogtay et al., 2004; Sowell et al., 2003). La diminution de la substance grise due à l'élagage synaptique pourrait entrainer les réductions de puissance de l'EEG pendant l'adolescence. En effet les signaux EEG résultent de potentiels post-synaptiques fortement synchrones des neurones pyramidaux (Nunez & Srinivasan, 2006). Ainsi, chez des participants typiques âgés entre 10 et 30 ans, Whitford et al., (2007) ont montré une diminution similaire et en parallèle de la densité en substance grise corticale et de la puissance delta et thêta en fonction de l'âge.

Lors du développement, les basses fréquences delta et thêta diminuent et les hautes fréquences alpha, beta et gamma augmentent (Clarke, Barry, McCarthy, & Selikowitz, 2001b; Marshall, Bar-Haim, & Fox, 2002). La distribution des rythmes cérébraux suit la maturation des aires cérébrales en commençant des régions postérieures vers les régions antérieures et du cortex primaire vers le cortex associatif (Gabard-Durnam, Tierney, Vogel-Farley, Tager-Flusberg, & Nelson, 2015; Segalowitz, Santesso, & Jetha, 2010). Pendant l'adolescence, le spectre de l'EEG ne change pas beaucoup : les adolescents de 13 ans montrent une trace EEG similaire à celle d'un adulte (John et al., 1977), même si la maturation cérébrale n'est pas finie.

1.2. Etude de la Puissance dans l'autisme

Il existe de multiples méthodes pour analyser les signaux EEG mais les principales permettent de mesurer la puissance de chaque bande de fréquence. La puissance absolue reflète l'activité EEG dans une bande de fréquence indépendante de l'activité des autres bandes alors que la puissance relative mesure la quantité de l'activité EEG dans une bande de fréquence individuelle divisée par la quantité de l'activité de toutes les autres bandes de fréquence.

Dans une revue de la littérature sur les analyses EEG au repos dans l'autisme, Wang et al. en 2013 modélisent les anomalies des bandes de fréquence et identifient un profil en forme de U (« *U-shaped profile* » Figure 6). Globalement, les puissances des basses (delta, thêta) et des hautes (beta, gamma) fréquences sont augmentées alors que la puissance alpha est diminuée.

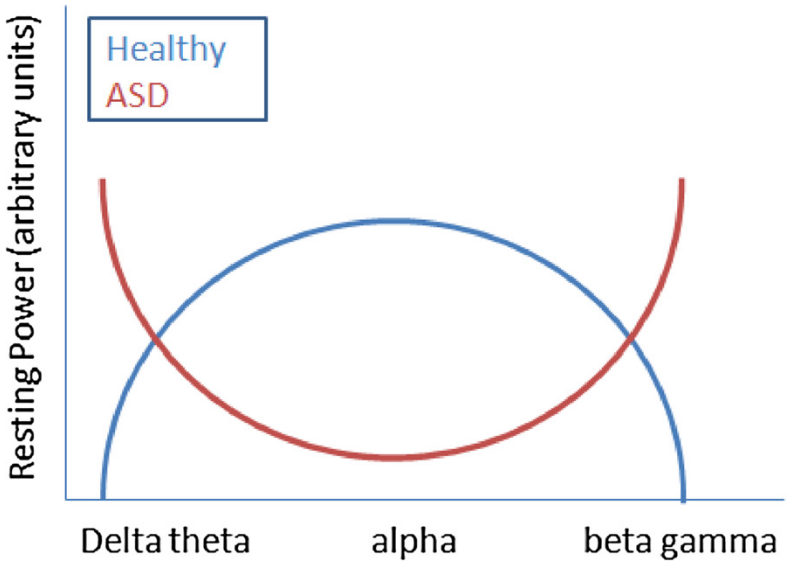


Figure 6 : *Illustration du profil en forme de U de Wang et al. 2013 des puissances des différentes bandes de fréquence dans une population typique (bleu) et TSA (rouge)*

Une augmentation anormale de la puissance **delta** a été rapportée dans l'ensemble du cortex chez les enfants avec TSA en comparaison à un groupe contrôle (Cantor, Thatcher, Hrybyk, & Kaye, 1986; Chan, Sze, & Cheung, 2007; Clarke et al., 2016), et plus précisément au niveau de la ligne médiane dorsale, dans le cortex temporal (Chan & Leung, 2006; Coben, Clarke, Hudspeth, & Barry, 2008; Dawson, Klinger, Panagiotides, Lewy, & Castelloe, 1995; Machado et al., 2015) et dans le cortex frontal (Elhabashy, Raafat, Afifi, Raafat, & Abdullah, 2015; Pop-Jordanova, Zorcec, Demerdzieva, & Gucev, 2010). Elle serait liée au retard cognitif chez les enfants avec TSA (Stroganova et al., 2007). Il n'existe toutefois pas de consensus car d'autres auteurs ont montré une diminution de la puissance delta chez les enfants avec TSA (Coben et al., 2008; Dawson et al., 1995; Machado et al., 2015).

Concernant la bande de fréquence **thêta**, les données de la littérature sont assez homogènes et pointent une augmentation de cette puissance chez les enfants (Cantor et al., 1986; Chan & Leung, 2006; Clarke et al., 2016; Coben et al., 2008; Elhabashy et al., 2015; Pop-Jordanova et al., 2010; Stroganova et al., 2007) et chez les adultes avec TSA (Mathewson et al., 2012; Murias, Webb, Greenson, & Dawson, 2007) dans l'ensemble du cortex et notamment au niveau du cortex frontal, central et postérieur. Trois équipes ont cependant souligné l'existence d'une diminution de la puissance thêta chez les enfants en condition les yeux ouverts (Dawson et al., 1995; Machado et al., 2015; Shephard et al., 2018).

La grande majorité des études rapporte une diminution de la puissance **alpha** dans l'ensemble du cortex chez les enfants (Cantor et al., 1986; Chan et al., 2007; Clarke et al., 2016; Dawson et al., 1995;

Elhabashy et al., 2015; Machado et al., 2015; Sheikhani, Behnam, Mohammadi, Noroozian, & Mohammadi, 2012; Shephard et al., 2018) et chez les adultes avec TSA (Murias et al., 2007). De nouveau, il existe quelques données contradictoires pointant une augmentation de la puissance alpha dans l'autisme (Chan & Leung, 2006; Dumas, Soussignan, Hugueville, Martinerie, & Nadel, 2014). Cette augmentation se retrouve au niveau des régions mid-frontales gauches et serait liée à une plus grande anxiété sociale, un plus grand stress social et moins de satisfaction dans les relations interpersonnelles (Sutton et al., 2005). Elle se retrouve également au niveau des régions postérieures et serait corrélée négativement avec une attention préférentielle pour les détails (évaluée par le quotient autistique, QA; Mathewson et al., 2012), mettant ainsi en évidence l'attrait pour un traitement de perception des détails dans les TSA par rapport à la perception globale. Enfin chez les adultes typiques. Leno et al., (2018) ont mis en évidence une corrélation positive entre la puissance alpha dans la région pariétale et un score de rigidité comportementale (mesuré avec le *Broad Autism Phenotype Questionnaire*). De nombreuses études ont montré que les anomalies des ondes alpha constituent des marqueurs robustes du dysfonctionnement social, particulièrement dans les TSA (Dickinson, DiStefano, Senturk, & Jeste, 2018; Edgar et al., 2015; Shephard et al., 2018).

La bande de fréquence **beta** se retrouve également augmentée chez les enfants (Chan & Leung, 2006; Machado et al., 2015; Orekhova et al., 2007) et les adultes avec TSA (Mathewson et al., 2012; Murias et al., 2007) dans les régions postérieures, médianes, centrales et pariétales. Encore une fois, des résultats contraires sont retrouvés dans certaines études chez les enfants avec TSA (Coben et al., 2008; Elhabashy et al., 2015), voire une absence de différence avec le groupe contrôle (Chan et al., 2007; Clarke et al., 2016; Dawson et al., 1995).

Enfin, les résultats de la puissance dans la bande de fréquence **gamma**, peu étudiée en EEG compte tenu des artéfacts qui peuvent interférer, montrent majoritairement une augmentation chez les enfants avec TSA (Machado et al., 2015; Sheikhani, Behnam, Noroozian, Mohammadi, & Mohammadi, 2009) en lien avec l'importance du retard développemental (dérivés de mesures de QI: % Retard= 100-(Âge mental*100/ Âge chronologique ; Orekhova et al., 2007). Cependant, une étude présente une diminution de la puissance gamma corrélée à la sévérité du TSA (mesuré par la *Social Responsiveness Scale* ; Maxwell et al., 2015).

1.3. Etude de la Connectivité dans l'autisme

La résolution temporelle de l'EEG lui confère un atout non négligeable dans l'étude de la connectivité fonctionnelle, estimée par la synchronie entre deux populations de neurones qui déchargent à la même gamme de fréquence, et en même temps.

Les études EEG de connectivité mettent en avant des résultats disparates mais il en ressort globalement une connectivité à longue distance diminuée et des résultats variables à courte distance selon les différentes fréquences étudiées, la topographie et l'âge des sujets (pour revue O'Reilly, Lewis, & Elsabbagh, 2017).

Concernant la bande de fréquence **delta**, des études ont souligné une diminution de la connectivité entre les régions frontales et occipitales, soit inter et intra-hémisphérique chez l'enfant avec TSA (Coben et al., 2008; Shou et al., 2017), soit seulement en intra-hémisphérique toujours chez l'enfant (Elhabashy et al., 2015) et à longue distance chez l'adulte (Barttfeld et al., 2011). D'autres travaux mettent en avant une augmentation de la connectivité delta chez les enfants (Cantor et al., 1986; Duffy, Shankardass, McAnulty, & Als, 2013) y compris inter-hémisphérique (Elhabashy et al., 2015). Cette augmentation peut toucher la connectivité à courte distance chez les adultes au niveau frontal, corrélée positivement à la sévérité des troubles autistiques (Barttfeld et al., 2011).

Les études explorant la connectivité dans la bande **thêta** montrent, d'une part une sous-connectivité chez les enfants avec TSA (Coben et al., 2008; Duffy et al., 2013; Elhabashy et al., 2015; Matlis, Boric, Chu, & Kramer, 2015; Shou et al., 2017), et d'autre part une sur-connectivité corrélée négativement avec les fonctions exécutives chez les enfants (Han & Chan, 2016) et chez les adultes (Murias et al., 2007).

La connectivité dans la bande de fréquence **alpha** peut être diminuée chez les enfants (Coben et al., 2008; Elhabashy et al., 2015) et les adultes (Murias et al., 2007) mais également augmentée dans d'autres études réalisées chez les nourrissons qui ont par la suite développé un TSA (Orekhova et al., 2014) et chez des enfants avec TSA (Cantor et al., 1986; Sheikhani et al., 2012). L'équipe de Mathewson (2012) ne trouve pas de différence avec un groupe contrôle au développement typique mais observent une corrélation négative entre la cohérence alpha et l'attention portée aux détails ainsi que le fonctionnement social (mesuré par le Quotient Autistique, QA) chez les adultes avec TSA. Par ailleurs, une approche en théorie des graphes a mis en avant une diminution du coefficient de clustering et de longueur du trajet chez des enfants avec TSA, suggérant une ségrégation et une intégration des informations perturbées dans les réseaux cérébraux liés à la bande alpha (Zeng et al., 2017) qui pourraient être expliquées par l'élagage non efficient.

Certaines analyses de connectivité dans la bande **beta** montrent encore une fois des diminutions à courte (Duffy et al., 2013) et à longue distance chez les enfants avec TSA (Coben et al., 2008) alors que d'autres sont en faveur d'une augmentation de la connectivité à longue distance (Duffy et al., 2013).

Enfin, concernant la bande de fréquence **gamma**, sont retrouvées chez les enfants avec TSA une sous-connectivité (Coben et al., 2008) et une sur-connectivité (Sheikhani et al., 2012).

Il est à noter également que plusieurs études dans l'autisme ont mis en évidence une asymétrie hémisphérique assez prononcée et notamment une augmentation de la puissance et de la connectivité dans différentes bandes de fréquence dans l'hémisphère gauche (Burnette et al., 2011; Stroganova et al., 2007; Sutton et al., 2005; Wang et al., 2013).

Ainsi les travaux en EEG dans l'autisme rapportent des résultats extrêmement hétérogènes. Ce manque de consensus pourrait être attribuable en partie, selon Vissers et al., 2012, aux différences méthodologiques des études comme l'enregistrement au repos yeux ouverts ou yeux fermés, le nombre d'électrodes, le temps d'enregistrement, le jugement qualitatif… et les méthodes de calcul utilisées (puissance, amplitude relative et absolue, etc.). De plus, la taille parfois réduite des cohortes peut engendrer des biais dans les résultats ainsi que la variabilité dans l'âge des sujets, leur QI (Cantor et al., 1986; Chan & Leung, 2006), la sévérité de leurs troubles comportementaux, la présence de comorbidités (trouble de l'attention, hyperactivité…) et la prise de médicaments.

En conclusion, nous avons vu que les anomalies cérébrales se manifestent également par une altération de la synchronie neuronale résultant d'un déséquilibre du ratio excitation/inhibition des neurones GABAergiques et pyramidaux, connus pour moduler la puissance des différentes bandes de fréquence (Tierney, Gabard-Durnam, Vogel-Farley, Tager-Flusberg, & Nelson, 2012). Or, une anomalie de GABA engendre une diminution de l'inhibition neuronale au détriment d'une augmentation de l'excitabilité. Ce processus pourrait être expliqué par la mise en place d'une compensation par une augmentation des bandes de basses fréquences (delta et thêta) pour stopper la prolifération de l'activation excitatrice à haute fréquence produite par ce dysfonctionnement GABAergique (Ma et al., 2005). Par ailleurs, la majorité des études ont été réalisées chez l'enfant et très peu ont exploré le fonctionnement à l'adolescence, période où le cerveau poursuit sa maturation, et à l'âge adulte.

L'excessive connectivité à courte distance pourrait être due à l'augmentation de la densité des minicolonnes et aux anomalies de la substance blanche alors que la sous-connectivité courte distance reflèterait un réseau local faible. La sur-connectivité à longue distance quant à elle interviendrait comme un processus compensatoire (Duffy et al., 2012).

1.4. Localisation de source

Encore peu d'études dans les TSA ont exploré la localisation des sources EEG. La localisation de la source permet d'estimer et de localiser l'activité électrique intracorticale et fournit des informations utiles pour l'étude des anomalies physiologiques, mentales et fonctionnelles du cerveau. Chabot et ses collaborateurs (2015) ont mis en évidence des anomalies fonctionnelles de l'EEG situées dans les régions pariétale, temporale, occipitale et limbique chez des enfants avec TSA. Une autre étude menée en MEG a révélé une augmentation de l'activité alpha dans le sulcus calcarine, dans les régions bordant le sulcus central ainsi que dans les aires associatives pariétales chez un groupe d'enfants avec TSA (Edgar et al., 2015). De plus, l'activité alpha dans le sulcus central gauche était positivement associée à des capacités de communication sociale et d'interaction (mesurées par l'échelle de réceptivité sociale 2, SRS-2) plus élevés, et l'activité alpha relative de la région calcarine était associée à des difficultés sociales. Une étude de cas en EEG a montré une augmentation de la connectivité courte distance entre les régions impliquées dans le système de neurones miroirs et les réseaux perceptuels sociaux (Coben, Mohammad-Rezazadeh, & Cannon, 2014). Enfin, une étude du MEG a montré une connectivité de la bande de fréquence gamma diminuée au sein du DMN et entre les régions du DMN et du SN (en particulier le cortex cingulaire), mais pas au sein du SN. Cette sous-connectivité gamma dans un sous-ensemble de régions du DMN (gyrus angulaire et temporal moyen) a été corrélée avec des capacités de communication sociale et d'interaction plus faibles chez les participants aux TSA (Lajiness-O'Neill et al., 2018).

2. Projet 1

2.1. Etude 1: Sources of alpha abnormalities in autistic adolescents establish in regions involved in social cognition and attention

Contexte

De nombreuses anomalies cérébrales sont retrouvées dans l'autisme, anomalies que l'EEG peut documenter. Néanmoins, peu d'études se sont intéressées aux adolescents et jeunes adultes avec autisme. La bande de fréquence alpha correspond au rythme dominant dans un état de repos et a été souvent étudiée, compte tenu de son implication dans des processus cognitifs de bas et de haut niveau comme l'attention et la cognition sociale. Les rythmes alpha agissent comme un contrôleur de la circulation de l'information dans le cortex (Klimesch et al., 2007) et comme un indice d'inhibition corticale (Neuper & Pfurtscheller, 2001; Pfurtscheller, Stancák, & Neuper, 1996) et refléteraient un contrôle inhibiteur *top-down* en modulant l'équilibre excitation/inhibition neurale (Klimesch et al., 2007). Dans l'autisme, ces rythmes sont majoritairement diminués, tant au niveau de leur puissance que de la connectivité. Cependant, peu d'études en EEG se sont intéressées à définir leur source et la connectivité au sein des réseaux du repos comme le SMN, le DMN et le DAN et entre ces réseaux. Ces réseaux présentent des anomalies dans l'autisme qui seraient en lien avec les symptômes principaux des TSA et notamment le dysfonctionnement social, de l'intégration des informations sensorimotrices et des processus d'orientation de l'attention dirigée vers un but (Bi et al., 2018; Boyd et al., 2010; Cascio et al., 2016; Padmanabhan et al., 2017). Enfin, bien que des anomalies aient été signalées au sein de ces réseaux, les données sur la connectivité entre ces réseaux dans les TSA sont encore très rares (Cerliani et al., 2015; Lajiness-O'Neill et al., 2018; Nomi & Uddin, 2015).

Ainsi le but de cette première étude est d'explorer les anomalies de la bande alpha, leurs sources et la connectivité au sein et entre les réseaux du repos chez des adolescents et les jeunes adultes avec un TSA. Nous pourrons documenter ainsi les difficultés d'intégration de l'information (bas et haut niveaux) pouvant avoir des répercussions directes sur la symptomatologie autistique.

Méthodologie

Nous avons inclus 29 participants avec TSA (âge moyen : 16,1 ans) et 38 témoins au développement typique (âge moyen : 16,5 ans), appariés en âge et en sexe. Nous avons enregistré les signaux EEG au repos, les yeux fermés. Nous avons mesuré la puissance absolue et relative de la bande alpha. Puis, à

l'aide du logiciel *standardized Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography* (sLORETA), nous avons réalisé des analyses de localisation de sources en prenant un seuil statistique à $p < 0.01$. Enfin, nous avons mesuré la connectivité grâce à la méthode en « *lagged phase synchronization* » au sein du SMN, du DAN et du DMN et entre ces réseaux, en prenant un seuil statistique à $p < 0.05$ et $p < 0.01$.

Résultats et discussion

Nous mettons en évidence une diminution de la puissance absolue et relative alpha sur l'ensemble du scalp dans le groupe TSA par rapport au groupe contrôle, diminution en accord avec la majorité des études sur les TSA (Chan, Sze, & Cheung, 2007; Elhabashy, Raafat, Afifi, Raafat, & Abdullah, 2015; Murias, Webb, Greenson, & Dawson, 2007; Sheikhani, Behnam, Mohammadi, Noroozian, & Mohammadi, 2012).

Cette diminution de la puissance est localisée dans les aires temporo-pariétales droites et somatosensorielles/médiales, deux principales aires d'intégration multimodale. La première aire comprend des régions impliquées dans l'intégration d'informations multimodales provenant à la fois de l'environnement externe et de l'environnement corporel, mais également dans l'orientation de l'attention (Abu-Akel & Shamay-Tsoory, 2011). Ainsi, des anomalies dans ces régions auront un impact sur la production de représentations internes cohérentes (Gloor, 1997) et dans la cognition sociale incluant notamment la théorie de l'esprit (Billeke & Aboitiz, 2013; Saxe & Wexler, 2005). Le second cluster correspond aux aires somatosensorielles/médiales comprenant des régions impliquées dans l'intégration d'informations sensorielles et somatosensorielles (Pasalar, Ro, & Beauchamp, 2010; Vingerhoets, 2014), dans la représentation du corps et de soi (Cavanna & Trimble, 2006; Le, Pardo, & Hu, 1998; Nagahama et al., 1999), ainsi que dans le déplacement attentionnel d'un traitement de bas niveau vers un traitement de haut niveau incluant de nouveau la théorie de l'esprit (Le et al., 1998; Leech, Kamourieh, Beckmann, & Sharp, 2011; Nagahama et al., 1999). En résumé, nos données convergent vers l'existence d'un déficit d'intégration dans l'autisme affectant les processus de bas et de haut niveaux ayant un impact sur la perception, la représentation de soi dans le monde et la théorie de l'esprit (Cheng et al., 2015; Lau et al., 2019; Lombardo et al., 2010).

Concernant les analyses de connectivité, le groupe TSA montre une sous-connectivité au sein du SMN, du DMN et du DAN et entre ces réseaux. La sous-connectivité au sein du SMN pourrait ainsi perturber l'intégration multisensorielle et motrice qui joue un rôle crucial dans le développement de l'imitation, de la communication motrice et des habiletés sociales (Edwards, 2014; Williams et al., 2004) sur lesquelles se concentrent les principaux symptômes des TSA. La sous-connectivité au sein du DAN modifierait la régulation de l'attention et le passage entre les stimuli externes et internes qui peuvent

avoir un impact direct sur l'intégration de l'information liées au *self*. Ainsi, la diminution de connectivité entre le SMN et la DAN pourrait entraîner des retards entre l'entrée perceptive et la transmission de l'information aux systèmes subséquents, ce qui compromettrait l'intégration de l'information (Belmonte et al., 2004; Weng et al., 2010) et pourrait intervenir dans le traitement atypique et préférentiel des détails dans l'autisme (Martínez et al., 2019). La sous-connectivité au sein du DMN viendrait modifier la perception du monde extérieur en lien avec les processus centrés sur soi et conduisant ainsi à des difficultés sociales (Assaf et al., 2010; Monk et al., 2009; von dem Hagen et al., 2013; Weng et al., 2010). La sous-connectivité entre le DMN et le SMN interviendrait dans une représentation atypique du corps et de son emplacement dans l'espace participant ainsi à un sens du soi anormal dans l'autisme (Cavanna & Trimble, 2006; Lyons & Fitzgerald, 2013). Enfin, la sous-connectivité entre le DMN et le DAN suggère des difficultés à passer d'une attention orientée vers l'extérieur à des pensées orientées vers soi.

Conclusion

Ce travail démontre donc que les oscillations de la bande alpha sont pertinentes pour identifier les anomalies cérébrales. Ces anomalies (implication du rythme alpha, sources temporo-pariétales et somatosensorielles/médiales et connectivité dans et entre les réseaux du repos) pourraient participer aux difficultés d'intégration multimodale impliquant un *shifting* entre les informations multisensorielles externes et les informations internes. D'autres études sont maintenant nécessaires pour valider nos hypothèses et mettre en lien ces processus cérébraux atypiques avec la symptomatologie autistique y compris le fonctionnement cognitif.

Resting-state alpha band abnormalities reflecting integration and switching difficulties in autism spectrum disorders

(In preparation)

Wantzen P[1], Clochon P[1], Doidy F[1], Wallois F[2], Mahmoudzadeh M[2], Desaunay P[1], Mille C[2], Guilé JM[2], Guénolé F[1], Eustache F[1], Baleyte JM[1,3] Guillery-Girard B[1*]

[1]Normandie univ, UNICAEN, PSL research university, EPHE, INSERM, U1077, CHU de Caen, Neuropsychologie et Imagerie de la Mémoire Humaine, 14000 Caen, France

[2]Université de Picardie, INSERM, U 1105, CHU Amiens, groupe de recherches sur l'analyse multimodale de la fonction cérébrale, 80025 Amiens, France

[3]Department of Child and Adolescent Psychiatry, Créteil University Hospital, Créteil, France

*** Correspondance:**

Bérengère Guillery-Girard ; berengere.guillery@unicaen.fr

Abstract:

Objective

To investigate source localization of alpha abnormalities and connectivity within and between resting-state networks (RSNs) in adolescents and young adults with autism spectrum disorders (ASD)

Methods

We examined eyes-closed EEG alpha power, source localization and lagged phase synchronization, using standardized Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography (sLORETA) at rest in 29 participants with ASD (mean age 16.1 years) and 38 matched typically developing (TD) controls (16.5 years).

Results

We identified a decreased alpha power in the ASD group relative to the TD one, in the right temporoparietal and the somatosensory/medial areas, two main areas for multimodal integration We also identified an under-connectivity within and between sensorimotor network (SMN), dorsal attention network (DAN) and default mode network (DMN) in the ASD group.

Conclusion

These cortical abnormalities (e.g. alpha rhythm, temporoparietal and somatosensory/medial area, and connectivity in RSNs) may account for difficulties in multimodal integration implicating shifting between multisensory and internal information.

Significance

Alpha band oscillations are relevant to identify abnormalities in multimodal integration in Autism and our results highlight a network reorganization that may account for ASD symptomatology.

Highlights

- Reduced alpha power in ASD was localized in the right temporoparietal area and in the somatosensory/medial area
- Individuals with ASD showed under-connectivity within and between SMN, DAN and DMN
- These abnormalities involved regions and networks implicated into integration and switching processes

Keywords

Autism spectrum disorders, EEG, alpha, resting-state, source localization, connectivity

1) Introduction

Autism spectrum disorders (ASD) are neurodevelopmental disorders, characterized by difficulties in social communication with restricted and repetitive behaviors (American Psychiatric Association, 2013). ASD is associated with an atypical structural and functional brain organization revealed by both MRI and EEG studies, which contribute to explain autism symptomology. In this context, alpha oscillation is an interesting marker of these dysfunctions (Edgar et al., 2015). Alpha oscillations (7.5 – 12.5 Hz) are implicated in low and high cognitive processes including attention and social cognition, thereby a lot of psychiatric and neurodevelopmental disorders present abnormalities in alpha band, particularly in ASD. Alpha oscillation is the dominant rhythm in resting-state (RS) preferentially located in parieto-occipital regions and decreases when performing tasks. These alpha rhythms act as a traffic controller of information flow within the cortex (Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007). They are typically thought to be an index of cortical inhibition (Neuper & Pfurtscheller, 2001; Pfurtscheller, Stancák, & Neuper, 1996) and likely reflects inhibitory top-down control by modulating neural excitation/inhibition (E/I) balance (Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007). Alpha is inversely related to perception and attention, suggesting that it reflects functional inhibition of sensory systems (Jokisch & Jensen, 2007). Alpha suppression has been consistently linked to increased attention and vigilance (Boiten, Sergeant, & Geuze, 1992; Klimesch, 1999).

In ASD, most of studies report **lower alpha power** in both children (Cantor, Thatcher, Hrybyk, & Kaye, 1986; Chan & Leung, 2006; Chan, Sze, & Cheung, 2007; Cornew, Roberts, Blaskey, & Edgar, 2012; Dawson, Klinger, Panagiotides, Lewy, & Castelloe, 1995; Elhabashy, Raafat, Afifi, Raafat, & Abdullah, 2015; Shephard et al., 2018; Stroganova et al., 2007) and adults (Mathewson et al., 2012; Murias, Webb, Greenson, & Dawson, 2007). Abnormal alpha-band activity may account for the atypical sensory processing. Lower levels of alpha power in ASD have been associated to a perceptive bias for details (Mathewson et al., 2012). Imbalance of excitatory (e.g., glutamatergic) and inhibitory (e.g., GABAergic) activity in inhibitory interneuron and pyramidal cell cortical networks (e.g., see Gandal et al., 2010), indexed by decreased resting-state (RS) alpha power, may result in atypical sensory processing and under-responsivity to behaviorally-relevant stimuli in participants with ASD (Keehn, Westerfield, Müller, & Townsend, 2017). In addition, Leno et al., (2018) reported that typically developing (TD) participants with lower resting-state alpha may also exhibit increased sensitivity to environmental novelty that may participate in ASD to an aversion to change and a preference for repetitive, stereotyped routines in ASD. Other studies highlight the alpha waves abnormalities as a robust marker of social dysfunction in ASD. Individuals with ASD have shown reduced synchrony in alpha frequency bands compared to controls, during tasks measuring aspects of social cognition (e.g. face processing

and joint attention; Jaime et al., 2016; Mamashli et al., 2018). Alpha power at rest was positively correlated with the intensity of social deficit (measured with the Social Responsiveness Scale (SRS); (Cornew et al., 2012; Edgar et al., 2015). The alpha frontal asymmetry differed in terms of social impairments and social-emotional dysfunction. In ASD, greater social anxiety was associated with relatively greater left midfrontal alpha activity (Sutton et al., 2005). Alpha waves suppression was also reported in an observed social-communication action condition (Dumas, Nadel, Soussignan, Martinerie, & Garnero, 2010; Hobson & Bishop, 2016; Oberman et al., 2005). Nevertheless, although the decrease in alpha activity is consensual, all these results concern only analyze of the scalp. To our knowledge, only two studies were interested in localizing the source of alpha band activity in ASD at rest (Chabot, Coben, Laurence, Hirshberg, & Cantor, 2015; Edgar et al., 2015). Chabot et al. (2015) highlighted functional EEG abnormalities across parietal, temporal, occipital and limbic regions in ASD children. The second study conducted in MEG by Edgard et al. (2015) reported an increase in alpha activity in Calcarine Sulcus, in regions bordering the Central Sulcus as well as in parietal association cortices in a group of children with ASD. The left Central Sulcus relative alpha activity was positively associated with higher SRS scores, and Calcarine region relative alpha activity was associated with lower SRS scores. The authors hypothesized that increased RS alpha oscillations –and inhibition- in primary motor and parietal areas including somatosensory regions may participate to the deficits in social cognition in ASD.

In addition to power, other studies report a decreased of **alpha coherence** in ASD (Boersma et al., 2013; Carson, Salowitz, Scheidt, Dolan, & Van Hecke, 2014; Adam R. Clarke et al., 2016; Coben, Clarke, Hudspeth, & Barry, 2008; Duffy & Als, 2012; Elhabashy et al., 2015; Jaime et al., 2016; Lushchekina, Podreznaya, Lushchekin, & Strelets, 2012; Matlis, Boric, Chu, & Kramer, 2015; Murias et al., 2007). Mathewson and colleagues (2012) showed with group analysis that reduced coherence in right frontocentral regions is associated with better social functioning for ASD and TD groups (measured by Autism spectrum Quotient, AQ). Impaired neural synchrony or coherence may be a primary pathophysiological mechanism in ASD contributing to abnormal functional connectivity (Khan et al., 2013; Wass, 2011) and could represent an endophenotype that underlies the information processing impairments in ASD (Gandal et al., 2010; Rojas, Maharajh, Teale, & Rogers, 2008). Thus, these approaches offer new insights on the mechanisms underlying atypical functional organization of brain networks in ASD (e.g. oscillatory frequency-band specific effects), which cannot be revealed by fMRI (Logothetis, 2008). Most of the coherence findings have been based on measurements between pairs of electrodes which have several limitations such as volume conduction, (Nunez et al., 1994) and poor estimate in anatomical locations (presumption of a two dimensional and not a 3-dimensional space).

3D analyses of EEG source and coherence may provide more detailed and accurate information. However, few studies integrated source localizations in their analyses. Source localization allows to estimate and localize the intracortical electrical activity and provides useful information for the study of brain's physiological, mental and functional abnormalities. One single case study in ASD showed an increase in short-connectivity between regions involved in mirror neuron system and social perceptual networks (Coben, Mohammad-Rezazadeh, & Cannon, 2014). Finally, only one MEG study focused on the RS networks (RSNs) in ASD but only on gamma band. Lajiness-O'Neill et al. (2018) explored the default mode network (DMN) and the Salience Network (SN) in 12 ASD and 13 TD children. Results showed lower gamma-band connectivity in DMN and between regions of the DMN and SN (specifically the cingulate cortex), but not within the SN. This lower gamma-band connectivity in a subset of regions within the DMN (angular and middle temporal gyri) was correlated with lower social-communication and interaction abilities (measured by Social Responsiveness Scale 2, SRS-2) in ASD participants. This study highlights the interest to conduct RSNs studies in ASD and emphasizes the contribution of DMN alterations in social disabilities. The DMN refers to a network implicated in self-reflection, referential thinking, perspective-taking, and autobiographical memory (Gusnard, Akbudak, Shulman, & Raichle, 2001; Weng et al., 2010). Thereby, atypical activation and connectivity within the DMN in ASD observed in fMRI has emerged as a key system underlying social dysfunction (Padmanabhan, Lynch, Schaer, & Menon, 2017). In the same way, several studies suggest that ASD is also associated with impaired sensorimotor network (SMN) (Perry, Minassian, Lopez, Maron, & Lincoln, 2007; Takarae, Minshew, Luna, & Sweeney, 2007; Travers, Kana, Klinger, Klein, & Klinger, 2015), which is linked to core symptoms of ASD (Boyd et al., 2010; Cascio, Woynaroski, Baranek, & Wallace, 2016; Foss-Feig, Heacock, & Cascio, 2012). Furthermore, although attentional abnormalities are well known in ASD, very few studies explored the attentional networks in this population. The Dorsal Attentional network (DAN) is concerned with the regulation of goal-directed top-down processing (Corbetta & Shulman, 2002). Then, under or over-connectivity in this network may explain the difficulties of attentional processes in ASD (Bi, Zhao, Xu, Sun, & Wang, 2018; Farrant & Uddin, 2016). Abnormalities have been reported within these RSNs but data are very sparse concerning connectivity between these RSNs in ASD (Cerliani et al., 2015; Lajiness-O'Neill et al., 2018; Nomi & Uddin, 2015). Between networks connectivity reflects the integration of information between different networks, which is crucial for many functions impacted in ASD such as perception, social interaction, and communication (Barber, Caffo, Pekar, & Mostofsky, 2013; Bassett, Yang, Wymbs, & Grafton, 2015).

Most of studies have been conducted using fMRI and very few studies focusing on the RSNs in alpha band in ASD. Contrary to fMRI, EEG and MEG provide a direct measure of postsynaptic potentials (Canuet et al., 2011). In addition, alpha band was related to the DMN and in the somatosensory system

(Ede, Lange, Jensen, & Maris, 2011; Haegens, Nácher, Luna, Romo, & Jensen, 2011; Jones et al., 2010) and negatively correlated to the DAN (Sadaghiani et al., 2010). Thus, these approaches offer new insights on the mechanisms underlying atypical functional organization of brain networks in ASD (e.g. oscillatory frequency-band specific effects), which cannot be revealed by fMRI (Logothetis, 2008).

The first aim of the present study was to identify the cortical and intracortical regions that generate decrease alpha activity in participants with ASD compared to TD controls during RS conditions. We expect to find lower alpha power in the ASD group with sources mainly located in posterior brain and somatosensory areas. The second objective was to identify within and between RSN modifications. Our hypotheses were that decrease in alpha power will be associated with under-connectivity both within and between RSN that would argue in favor a network-wise reorganization affecting multimodal integration.

2) Material and methods

1. Participants

Twenty-nine participants with ASD (29 males, mean 16.1 years old ± 3.6), aged from 11.0 to 25.7 years, were included through two French autism resource centers. All ASD individuals had received a clinical diagnosis with verbally and intellectually high-functioning autism according to the DSM-5 criteria. The diagnosis was established by experienced professionals using the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) and/or Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS; Lord et al., 1989). Nevertheless, six participants have only received a clinical diagnosis of ASD which was our main inclusion criterion. Participants with ASD were compared with 38 participants with TD matched for age, IQ, and sex. Brief interviews ensured that none of the participants met the exclusion criteria: history of previous neurological disorders or psychiatric illness (other than ASD in the ASD group), a first-degree relative with ASD in the TD group, head trauma, current psychoactive medication, intellectual disability, and learning disabilities. All participants took part in this study on a voluntary basis, and written consent was obtained from children and their parents after being provided with detailed information. This research was undertaken in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the regional ethics committee (CPP Nord Ouest III). This study was supported by the French Ministry of Health (PHRC, ID-RCB: 2014-A00481-46). Each participant underwent a Wechsler Intelligence Scale: Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV) was adopted for children aged 6–17 years and Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition (WAIS-IV) beyond 17 years. See Table 1 for demographic variables.

Table 1. **Demographic and cognitive variables of participants.** * n=28 for the ASD group, one patient did not have the AQ

	ASD (n=29)	TD (n=38)	Group Comparaison
Measure	M (SD), range	M (SD), range	Student's t or X2 P value
Age (years)	16.1 (3.6), 11.0 – 25.7	16.5 (4.2), 10.2 – 25.6	NS
IQ	99.1 (14.0), 72 - 128	104.8 (10.2), 86 - 126	NS
AQ total*	34.3 (9.4), 11 - 48	11.4 (5.0), 2 - 22	<.0001

2. EEG recording and Data acquisition

EEG was recorded in a sound-attenuated room for three minutes under resting-state "eyes-closed" conditions. Continuous EEG data were recorded with EGI Hydrocel Geodesic Sensor Net (HGSN-130) dense array of 128 Ag/AgCl sensors (Tucker, 1993) (Electrical Geodesics Inc., Eugene, OR) in the two centers. Impedances were kept under 100 kOhm (Ferree, Luu, Russell, & Tucker, 2001), and EEG channel was referenced to a vertex reference Cz and ground to CPPz (fixed by the EGI system). The signal was sampled at 20 kHz frequency with a 24-bit A/D and was online (hardware) amplified, low pass filtered at 4 kHz and resampled at 1 kHz. Electro-oculogram was recorded using six electrodes around the eyes. EEG data were processed offline using Netstation 4.4.2 (Electrical Geodesics Inc., Eugene, OR, USA) before exporting EEG given that we used our own EEG processing software developed in-laboratory (Desaunay et al., 2017). The signal was filtered using a 1 Hz Kaiser FIR first order high-pass filter in order to discard DC and very slow waves. The EEG was then visually screened by an expert and the remaining artifacts were removed, thereafter it was re-referenced to the common average reference.

After processing, non-overlapping 2.048-second segments were extracted for analyses. As recommended by Pascual-Marqui et al. (2011), all participants had a minimum of 40 seconds of artifact-free data available for analysis. Considering our hypothesis, spectral analysis was focused only on the alpha band (defined here as 7.5-12.5 Hz).

3. Quantitative EEG analysis

The absolute Power (Power Spectral Density, PSD) and the relative Power (percentage of Power Spectral Density, PSD%) were calculated. We chose to regroup all electrodes according to regions and

hemispheric laterality, with 4 to 8 electrodes per region. We obtained 15 regions of interest : LpF left prefrontal, MpF midline prefrontal, RpF right prefrontal, LF left frontal, MF midline frontal, RF right frontal, LT left temporal, RT right temporal, MC midline central, LP left parietal, MP midline parietal, RP right parietal, LO left occipital, MO midline occipital, RO right occipital (Figure 1.).

Statistical analyses of quantitative EEG parameters were performed with SAS software (SAS Institute Inc., version 9.4). Differences in quantitative EEG indices were analyzed by the means of a General Linear Model (GLM) with age as a covariate. The Levene test was used to verify the homogeneity of the variances and the degree of freedom of the Student's t-test was adjusted when it was required. The significance level was set at $p < 0.001$.

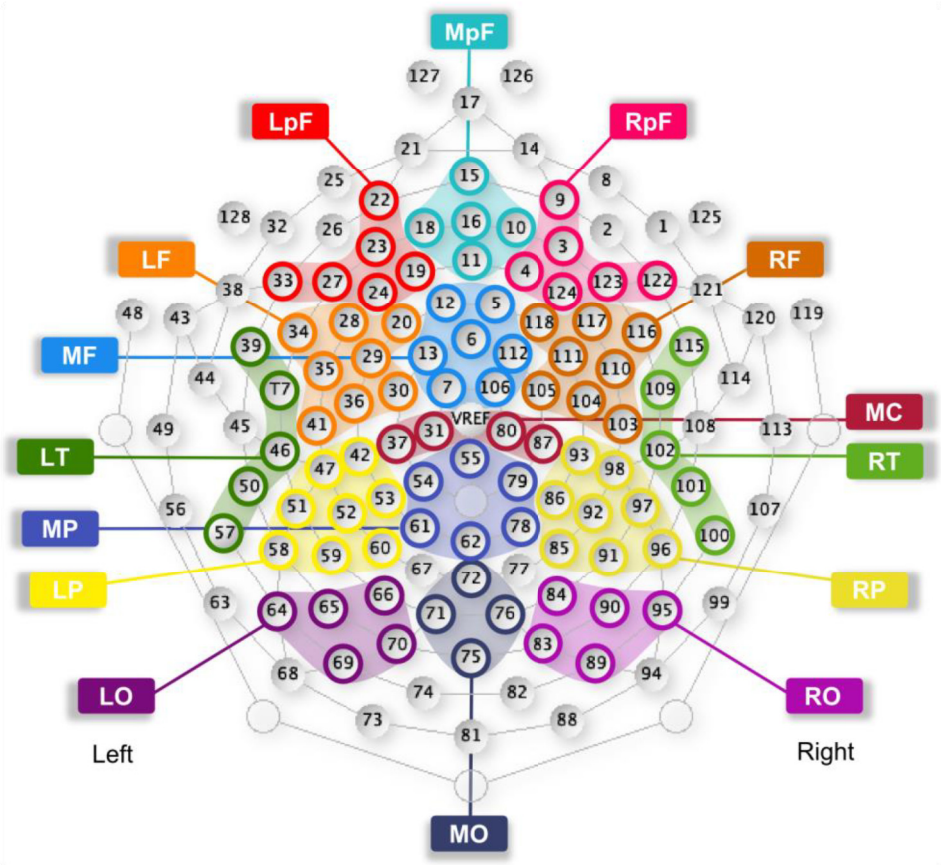


Figure 1. Electrode grouping and localizations : LpF left prefrontal, MpF midline prefrontal, RpF right prefrontal, LF left frontal, MF midline frontal, RF right frontal, LT left temporal, RT right temporal, MC midline central, LP left parietal, MP midline parietal, RP right parietal, LO left occipital, MO midline occipital, RO right occipital.

4. Source localization

Using sLORETA, we estimated recordings of intracortical signals that roughly corresponded to virtual, non-invasive, intracortical electrodes. sLORETA is a method of probabilistic source estimation of EEG

signals in standardized brain atlas space utilizing a restricted inverse solution (Pascual-Marqui, Esslen, Kochi, & Lehmann, 2002; Pascual-Marqui, Michel, & Lehmann, 1994). The sLORETA solution space consists of 6239 voxels (voxel size: 5–5–5 mm) and is restricted to cortical gray matter and hippocampi, as defined by digitized Montreal Neurological Institute (MNI) 152 template (Fuchs, Kastner, Wagner, Hawes, & Ebersole, 2002). Thus, sLORETA images represent the standardized electric activity in each voxel in neuroanatomical MNI space as the exact magnitude of the estimated current density. To reduce confounds that have no regional specificity, for each participant, sLORETA images were log-transformed before statistical analyses (Gianotti, Dahinden, Baumgartner, & Knoch, 2019).

The LORETA algorithm (upon which sLORETA is based) has been validated in several studies combining LORETA with fMRI (Mulert et al., 2004; Vitacco, Brandeis, Pascual-Marqui, & Martin, 2002), positron emission tomography (Dierks et al., 2000), simultaneous EEG–fMRI (Olbrich et al., 2009), and intracranial recordings (Zumsteg, Wennberg, Treyer, Buck, & Wieser, 2005).

The current source density distributions in the ASD and TD groups were compared in a voxel-by-voxel analysis of sLORETA data for alpha frequency band (alpha, 7.5-12.5 Hz). More specifically, nonparametric statistical analyses of the sLORETA images were used (statistical nonparametric mapping; SnPM) for each contrast employing a *t*-statistic on log-transformed data for unpaired groups with a correction for multiple comparisons. Correction for multiple comparisons in SnPM with random permutations (5000 in the current study) has been shown to yield results similar to those obtained from statistical parametric mapping with a general linear model with multiple comparison corrections derived from random field theory (Holmes, Blair, Watson, & Ford, 1996; Nichols & Holmes, 2002). T-thresholds (here T = -4.088), corresponding to statistically significant thresholds ($p < 0.01$), were calculated using the statistical tool provided by the sLORETA software. Only regions with at least 5 significant voxels were kept in the results.

5. Functional Connectivity

Regions of interest

To evaluate connectivity modifications, we realized analyses with different RSNs defined by regions of interest (ROIs). ROIs from key regions within the SMN were selected from the parcellation described by Wu et al., (2008) and those of the DMN and DAN by Yeo et al. (2011). SMN coordinates were transform from Talairach to MNI coordinates. There were five ROIs from the SMN, twelve from the DAN and four from the DMN (according to the key regions of DMN implicated in ASD, Padmanabhan, Lynch, Schaer, & Menon, 2017).

ROIs were created by including all gray matter voxels within a 10-mm radius of the seed. The log-transformed electric current density was averaged across all voxels belonging to the ROI. The MNI coordinates for the seeds are listed in Table 2. The name of all the regions comes from the names given by sLORETA for the corresponding coordinates. For DAN, two voxels was labeled Precuneus right. To differentiate, one of them being very close to the right parietal superior, we have labelled it "Precuneus R (Parietal superior R)" to differentiate it from the second voxel located more in the center of the precuneus.

Table 2. Cortical regions of interest (ROIs). L: Left, R: Right

RSNs	*Regions*	***MNI coordinates***		
		X	**Y**	**Z**
SMN	Precentral gyrus R	34	-32	59
	Postcentral gyrus L	-44	-30	58
	Medial frontal gyrus	-4	-33	66
	Transverse temporal gyrus L	-56	-23	12
	Transverse temporal gyrus R	55	-23	12
DAN	Middle frontal gyrus L	-22	-8	54
	Inferior parietal Lobule L	-34	-38	44
	Precuneus L	-18	-69	51
	Middle temporal gyrus L	-51	-64	-2
	Superior parietal lobule L	-8	-63	57
	Inferior frontal gyrus L	-49	3	34
	Middle frontal gyrus R	22	-8	54
	Inferior parietal lobule R	34	-38	44
	Precuneus R	18	-69	51
	Middle temporal gyrus R	51	-64	-2
	Precuneus R (Parietal superior R)	8	-63	57
	Inferior frontal gyrus R	49	3	34
DMN	Superior temporal gyrus L	-41	-60	29
	Superior temporal gyrus R	41	-60	29
	Medial frontal gyrus	0	49	18
	Posterior cingulate cortex	0	-52	26

Functional Connectivity Analyses

The connectivity analysis was performed by the computation of lagged phase synchronization. This measure corrects for the effects of volume conduction because it represents the connectivity between two regions after this zero-lag contribution has been excluded (Pascual-Marqui et al., 2011). In this respect, this approach is considered to represent a true measure of physiological connectivity (Canuet et al., 2011). More details on the sLORETA connectivity algorithm are reported in Pascual-Marqui's studies (Pascual-Marqui et al., 2011).

Group differences in within- and between-network RSNs connectivity were examined by comparing lagged phase synchronization between ROIs for each artifact-free EEG segment in the alpha frequency bands. Analyses were conducted using one-tailed t statistic on log-transformed data that were corrected for multiple comparisons with a nonparametric permutation procedure (5000 randomizations). The T-level thresholds correspond to statistically significant thresholds ($p < 0.05$ and $p < 0.01$). The T-level thresholds were calculated for connectivity within the SMN ($T< -3,235$: $p<0.01$), the DAN ($T<-3,127$: $p<0.05$ and $T< -3,785$: $p<0.01$) and within the DMN ($T< -2.412$: $p<0,05$), and connectivity between the SMN and DAN ($T< -3,343$: $p<0.05$), between the SMN and DMN ($T< -3,019$: $p<0.05$), and between the DAN and DMN ($T< -3,291$: $p<0.05$).

3) Results

1. EEG power

The mean absolute and relative alpha power are presented in Figure 2. The results revealed a significant group effect for absolute and relative alpha power on the 15 regions of interest. The most important difference was in the posterior regions. The distributions of alpha absolute and relative power in ASD and TD as well as the difference between the two groups were illustrated in topography maps in figure 2.

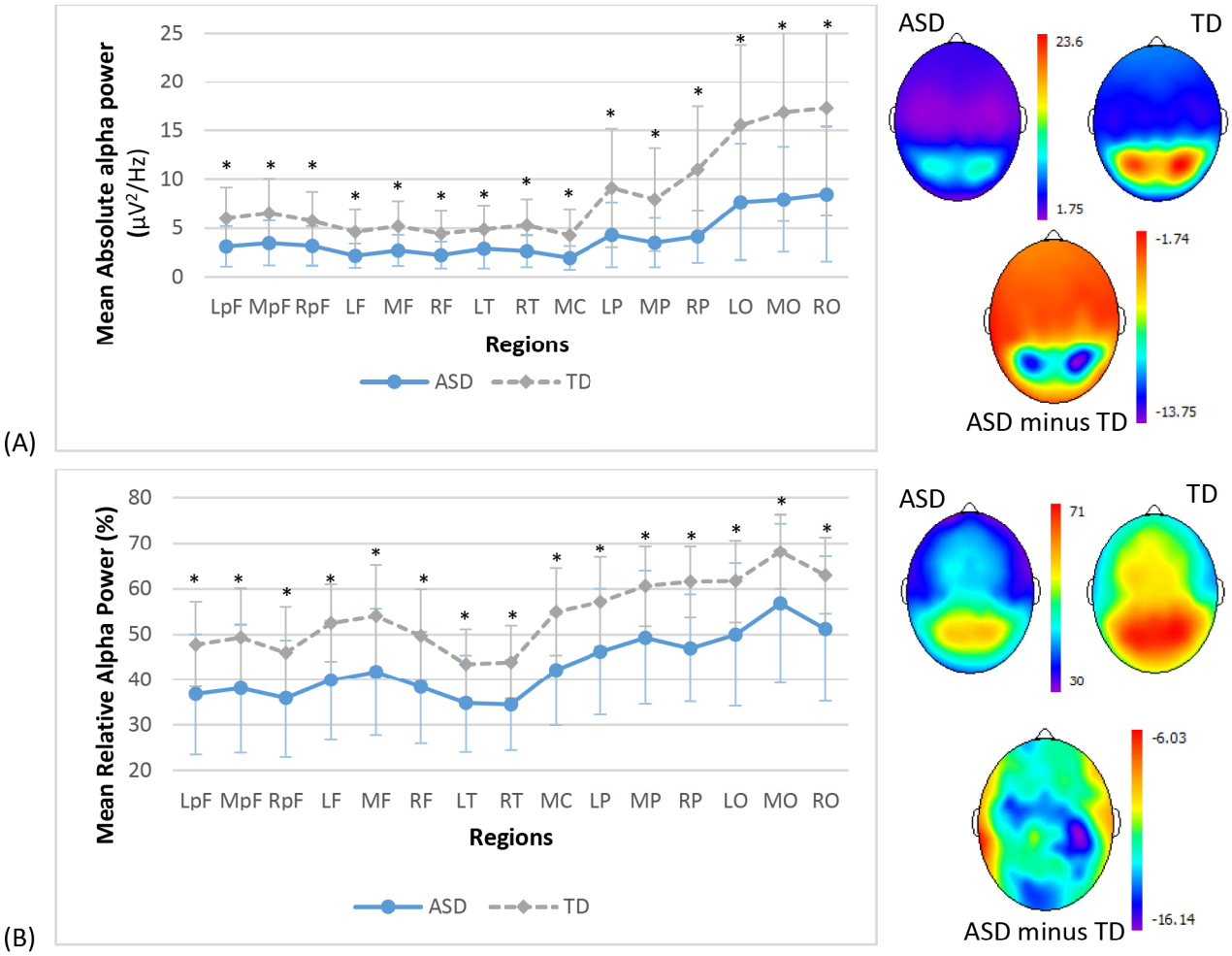


Figure 2. Alpha power in all regions was significantly different for ASD compared to TD group (*: p<0.001). (A): average of alpha absolute power in the whole scalp for ASD (blue) and TD (gray) groups. On the right, the upper topography maps illustrate the distribution of alpha absolute power ($\mu V^2/Hz$) in ASD and TD. The bottom map represents the difference between the two groups. (B): Average of EEG relative power in the whole cortex for ASD (blue) and TD (gray) groups. On the right, the upper scalp maps show the distribution of alpha relative power (%) in ASD and TD. The bottom scalp maps represent the difference between the two groups. LpF left prefrontal, MpF midline prefrontal, RpF right prefrontal, LF left frontal, MF midline frontal, RF right frontal, LT left temporal, RT right temporal, MC midline central, LP left parietal, MP midline parietal, RP right parietal, LO left occipital, MO midline occipital, RO right occipital, ASD Autism Spectrum Disorders, TD Typical Development.

2. Source Localization

ASD patients showed a significant decrease in alpha activity in two main areas: 1) the right temporoparietal area including the right temporal lobe (superior temporal gyrus, transverse temporal gyrus, middle temporal gyrus, and supramarginal gyrus), the right parietal lobe (postcentral gyrus and inferior parietal lobule) and the right sub lobar (insula); 2) the somatosensory/medial area that

includes the frontal lobe (paracentral lobule, medial frontal gyrus and precentral gyrus), the limbic lobe (cingulate gyrus and PCC) and the right/medial parietal lobe (precuneus and cuneus) (figure 3). The maximum peaks and coordinates of each region are summarized in table 3.

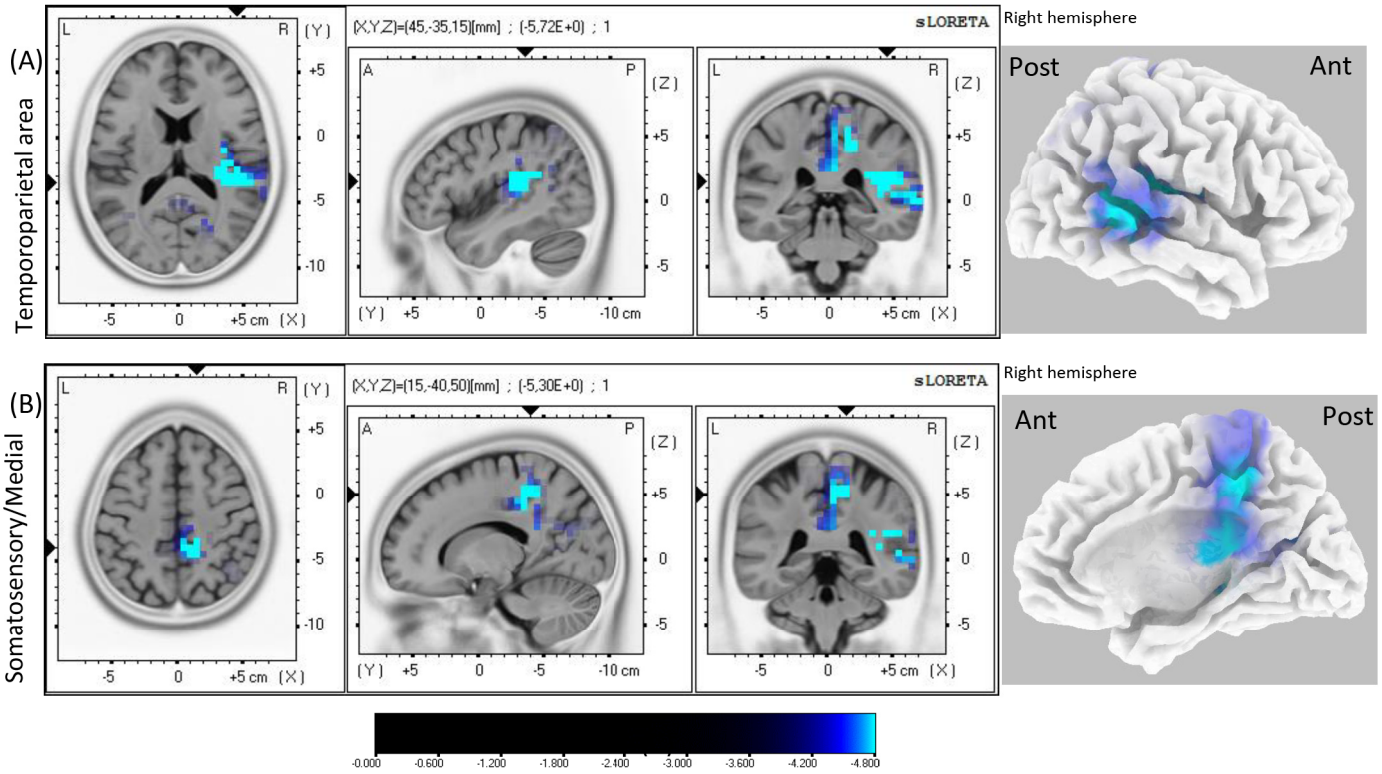


Figure 3. Source localization differences between ASD and TD groups in Alpha band. Blue areas represent the spatial extent of voxels with significant difference ($p<0.01$, corrected for multiple testing) in Current source density comparing ASD vs. TD groups. Current source density is reduced for ASD group in two areas: (A) the right temporoparietal area with the maximum peak in right superior temporal gyrus, (B) the somatosensory/medial area with the maximum peak located in the paracentral lobule. L left, R right, Ant anterior, Post posterior.

Table 3. Anatomical localization of the maximum statistical peak in each region for alpha abnormalities comparing ASD and TD Group (p<0.01). The name of all the regions comes from the labels given by sLORETA for the corresponding coordinates. *: peak for medial regions extended bilaterally.

Regions	Voxel number	T- value	MNI coordinates		
			X	Y	Z
Superior Temporal gyrus R	78	-5,725	45	-35	15
Insula R	44	-5,529	45	-35	20
Transverse temporal gyrus R	12	-5,304	40	-35	10
Paracentral lobule R*	57	-5,298	15	-40	50
Precuneus R	35	-5,121	10	-45	50
Cingulate gyrus R*	89	-5,082	15	-35	45
Middle temporal gyrus R	35	-4,998	55	-45	5
Posterior cingulate cortex R*	32	-4,789	5	-35	25
Postcentral gyrus R	18	-4,784	40	-30	30
Medial frontal gyrus R*	23	-4,756	10	-30	55
Supramarginal gyrus R	14	-4,752	50	-50	20
Inferior parietal lobule R	17	-4,724	50	-50	25
Cuneus R	6	-4,497	25	-70	15
Precentral gyrus R [2]	6	-4,454	20	-30	55

3. Functional Connectivity Analyses

Functional connectivity within the RSNs

Significant differences between the ASD and TD groups emerged in within-SMN, DAN and DMN connectivity (Table 4 and Figure 4). For SMN, ASD group showed a significant under-connectivity between the medial frontal gyrus and the right precentral gyrus.

Within DAN, The statistical sLORETA analysis indicated that participants with ASD showed a significant decrease connectivity compared to TD participant between 1) the right precuneus with the right middle frontal gyrus, and the right inferior parietal lobule; 2) the left precuneus with the right inferior frontal gyrus, and the right middle temporal gyrus; 3) the right middle temporal gyrus with the right inferior frontal gyrus; and 4) the right middle frontal gyrus with the left superior parietal lobule.

Within DMN, participants with ASD showed a significant under-connectivity compared to TD group between the PCC and the right and left Superior Temporal gyrus (STG).

Table 4. Functional connectivity differences within the RSNs in ASD group compared to TD group.

Regions	MNI Coordinate			Regions	MNI Coordinates			T	p
	x	y	z		x	y	z		
SMN									
Medial Frontal gyrus	-4	-33	66	Precentral gyrus R	34	-32	59	-3,555	<0,005
DAN									
Precuneus R (Parietal superior R)	8	-63	57	Middle frontal gyrus R	22	-8	54	-3,817	<0,009
Precuneus L	-18	-69	51	Middle temporal gyrus R	51	-64	-2	-3,764	<0,011
Precuneus L	-18	-69	51	Inferior frontal gyrus R	49	3	34	-3,503	<0,020
Middle temporal gyrus R	51	-64	-2	Inferior frontal gyrus R	49	3	34	-3,315	<0,032
Precuneus R (Parietal superior R)	8	-63	57	Inferior parietal lobule R	34	-38	44	-3,247	<0,038
Middle frontal Gyrus R	22	-8	54	Superior parietal lobule L	-8	-63	57	-3,160	<0,046
DMN									
Posterior cingulate cortex	0	-52	26	Superior temporal gyrus L	41	-60	29	-2,892	<0,018
Posterior cingulate cortex	0	-52	26	Superior temporal gyrus R	-41	-60	29	-2,559	<0,038

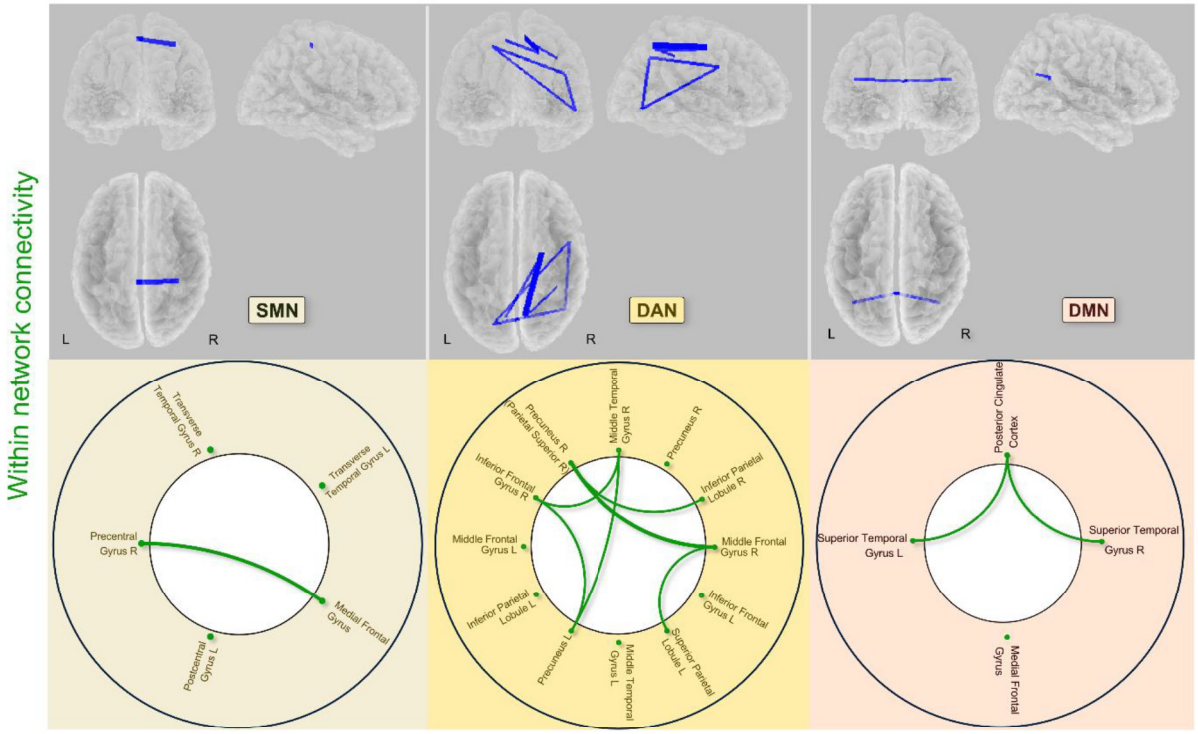


Figure 4. Results of the sLORETA comparison of EEG lagged phase synchronization and connectogram representation in alpha frequency bands within RSNs. Lines indicate connections which presented a decrease of coherence (thick line p<0.01, thin line, p<0.05). Relative to the TD *participants*, the ASD group showed significantly under-connectivity within SMN, DAN, and DMN. L left, R right.

Functional connectivity between the RSNs

The TD and ASD groups also differed with respect to between-network connectivity (Table 5 and Figure 5).

Concerning SMN and DAN, ASD group showed a significant under-connectivity between 1) the medial frontal gyrus of the SMN and the left superior parietal lobule and the right and left precuneus of the DAN; 2) between the left Transverse temporal gyrus of the SMN and the right precuneus (parietal superior) of the DAN; and 3) between the right precentral gyrus of the SMN and the right Inferior Parietal Lobule of the DAN.

Concerning SMN and DMN, ASD group showed significant decrease connectivity between the Medial Frontal gyrus of the SMN and the right STG of the DMN.

Concerning the interconnectivity between the DAN and the DMN, the ASD group showed weaker connectivity between the right precuneus (parietal superior) of the DAN and the left STG, and the PCC of the DMN.

Table 5. Functional connectivity difference between the RSNs in ASD group compared to TD group. [1] Regions of SMN, [2] Regions of DAN, [3] regions of DMN

Regions	MNI Coordinates			Regions	MNI Coordinates			T	p
	x	y	z		x	y	z		
SMN & DAN									
Medial frontal gyrus [1]	-4	-33	66	Superior parietal lobule L [2]	-8	-63	57	-3,667	<0,025
Transverse temporal gyrus L [1]	-56	-23	12	Precuneus R (Parietal superior R)[2]	8	-63	57	-3,640	<0,026
Medial frontal gyrus [1]	-4	-33	66	Precuneus R [2]	18	-69	51	-3,611	<0,028
Precentral gyrus R [1]	34	-32	59	Inferior parietal lobule R [2]	34	-38	44	-3,561	<0,032
Medial frontal gyrus [1]	-4	-33	66	Precuneus L [2]	-18	-69	51	-3,459	<0,038
SMN & DMN									
Medial frontal gyrus [1]	-4	-33	66	Superior temporal gyrus R [3]	41	-60	29	-3,529	<0,015
DAN & DMN									
Precuneus R (Parietal superior R)[2]	8	-63	57	Superior temporal gyrus L [3]	-41	-60	29	-3,460	<0,033
Precuneus R (Parietal superior R)[2]	8	-63	57	Posterior cingulate cortex [3]	0	-52	26	-3,293	<0,05

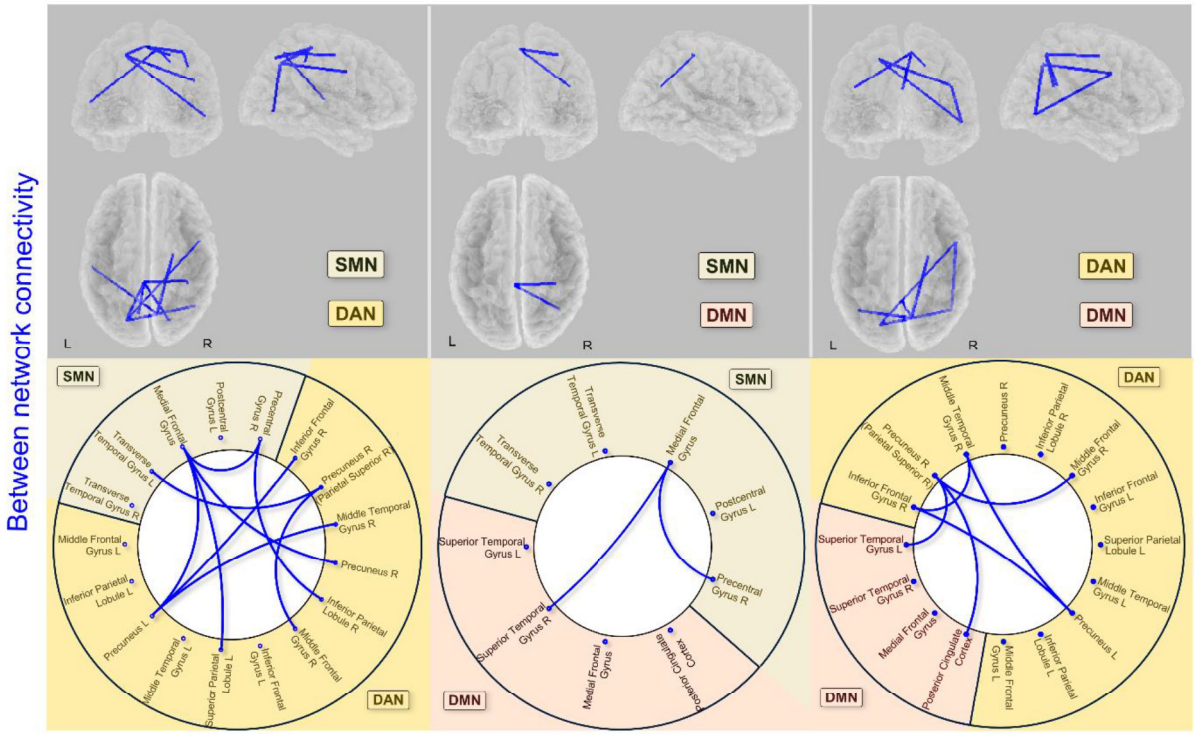


Figure 5. Results of the sLORETA comparison of EEG lagged phase synchronization and connectogram representation in alpha frequency bands between RSNs. Lines indicate connections which presented a decrease of coherence ($p<0.05$). Relative to the TD *participants*, the ASD group showed significantly lesser connectivity between SMN and DAN, between SMN and DMN and between DAN and DMN. L left, R right.

Figure 6 synthesizes the differences of RSNs within- and between-connectivity in ASD group compared to TD group.

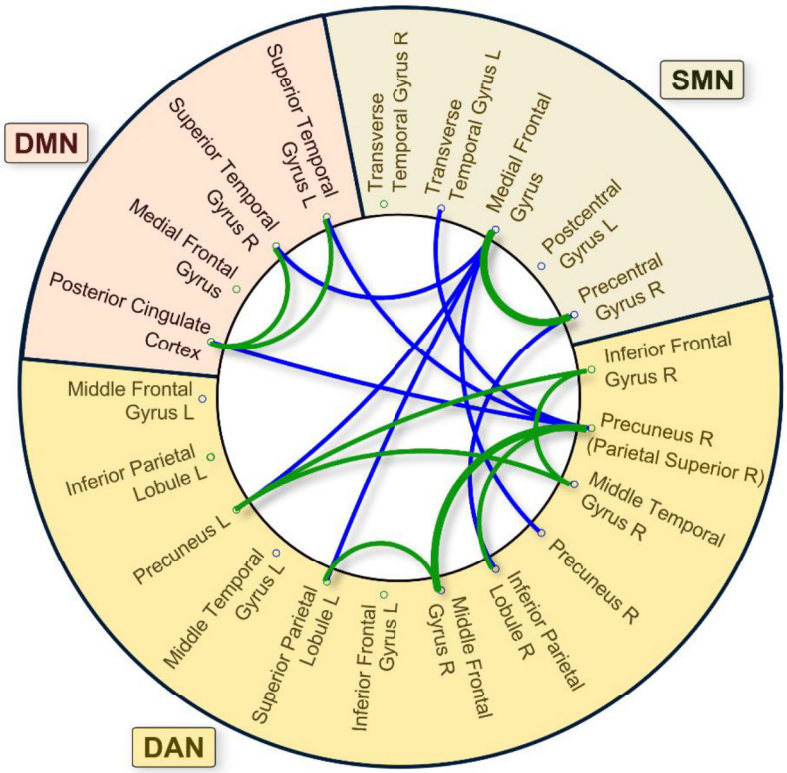


Figure 6. Synthesis of connectogram representation in alpha frequency bands. Lines indicate connections which presented a decrease of coherence (thick line $p<0.01$, thin line, $p<0.05$). Green lines represent connection within RSNs and blue lines represent connection between RSNs. Relative to the TD participants, the ASD group showed significantly lesser connectivity within and between SMN, DAN and DMN. L, left, R right.

4) Discussion

In this study, we investigated abnormal patterns of alpha band in resting-state, comparing ASD group with TD controls, using source localization and lagged phase synchronization. We confirm the decrease in alpha power in the whole scalp in ASD compared to TD participants. We found that this decrease power are mainly located in temporoparietal and somatosensory/medial areas, two important integrative cerebral regions. We also report a reduced connectivity within and between SMN, DAN, and DMN suggesting an imbalance between external and internal information that may lead to atypical sense of self in ASD.

Alpha band: a relevant marker to study ASD abnormalities

We found decrease in alpha power in the whole cortex during resting state in ASD compared in control group. The decrease in absolute power was more important in posterior regions whereas difference in relative power was more distributed in the whole cortex because standardization homogenizes

differences across the scalp. These decrease power corroborates the majority of studies in ASD (Chan, Sze, & Cheung, 2007; Elhabashy, Raafat, Afifi, Raafat, & Abdullah, 2015; Murias, Webb, Greenson, & Dawson, 2007; Sheikhani, Behnam, Mohammadi, Noroozian, & Mohammadi, 2012). Alpha band is involved in the control and regulation of the information flow, both within and between brain networks by selectively inhibiting task-irrelevant pathways (Jensen & Mazaheri, 2010; Klimesch et al., 2007; Zumer, Scheeringa, Schoffelen, Norris, & Jensen, 2014). Alpha de-activation (decreased alpha power) is involved with increased neural excitability/decreased neural inhibition (Klimesch et al. 2007) and then has been linked with inhibitory GABAergic interneurons (Jensen & Mazaheri 2010), which modulate excitatory cell activity. The imbalance of neural excitation and inhibition and the under-connectivity within and between RSNs contribute to increased neural noise and seem to be associated with sensory dysfunction (Keehn et al., 2017) and abnormal processing of social and emotional stimuli in ASD (Rippon, Brock, Brown, & Boucher, 2007; Rubenstein & Merzenich, 2003). Considering implication of alpha band in attention, perception (at lower level) and in social processes (at high level) (Dickinson, DiStefano, Senturk, & Jeste, 2018; Edgar et al., 2015; Klimesch et al., 2007; Mathewson et al., 2012), we speculate that alpha abnormalities may participate to the autistic symptomatology. For example, Shepard (2018) showed recently that autistic children with greater reductions in alpha power had more difficulties in social communication capacities.

Source localization

The present study provides further new data about the sources implicated by showing alpha functional decrease within two main cerebral regions 1) the right temporoparietal area and the right sub-lobar; and 2) the somatosensory/medial area including the frontal lobe, the limbic lobe, and the medial parietal lobe. These two wide cerebral regions may account for somatosensory particularities and the atypical sense of self observed in ASD. While there is a decrease in alpha power over the entire scalp, we identified that only two main source areas presented significate difference between our two groups. The EEG signal diffuses over the scalp, not really reflecting the disturbed regions, while the localization techniques allow to understand where these disturbances come from by searching for sources.

The first cluster includes the right superior temporal gyrus (STG) and the temporoparietal junction (TPJ) that are highly integrative hubs. The STG is connected with third-order sensory association areas (Barnes & Pandya, 1992; Seltzer & Pandya, 1994), hypothesizing that multimodal STG areas are involved in the highest level of cortical integration of both sensory and limbic information. STG would therefore be a key region in the production of coherent internal representations given its involvement in the integration of complex perceptual multimodal information (Gloor, 1997). For these reasons, STG

is mainly implicated in social cognition (Pelphrey, Viola, & McCarthy, 2004; Ruby & Decety, 2004; Skuse, Morris, & Lawrence, 2003) in particular in bottom-up inferences of other people's mental states (Billeke & Aboitiz, 2013) but also in processing biologic motion (Kaiser et al., 2010). Several studies conducted in ASD have reported functional and structural abnormalities in STG (Bigler et al., 2007; Boddaert et al., 2004; Jou, Minshew, Keshavan, Vitale, & Hardan, 2010). One EEG study showed a decreased connectivity in alpha band involving the right STG related to atypical exploration of social scenes in preschoolers (Sperdin et al., 2018). Otherwise, a recent diffusion weighted imaging study highlighted that decrease anatomical structural connectivity in temporal lobe and insula were significantly associated with clinical manifestations of ASD, especially for social deficits (d'Albis et al., 2018). Concerning the TPJ, it is rather implicated into the integration of information from both the external and body environments (Abu-Akel & Shamay-Tsoory, 2011). Right TPJ is involved in the ventral attention stream and contributes to the ability to focus attention (Abu-Akel & Shamay-Tsoory, 2011). TPJ is implicated into low level processes such as shifting attention to unexpected stimuli (reorienting of attention) as well as high-level operations including notably understanding social cognition (Geng & Vossel, 2013). Indeed, TPJ is also known to play a crucial role in self-other distinctions processes and theory of mind (ToM; Saxe & Wexler, 2005; Steinbeis, 2016). The decrease alpha activity in TPJ may account for difficulties in switching including both behavior (e.g. rigidity) and mental representations (ToM). Taking together, there are accumulating evidence that the rTPJ is a key region implicated in ASD (Chien et al., 2015; Fishman et al., 2014; Kana et al., 2014).

The second cluster focuses on somatosensory/medial area and includes the paracentral lobule, the precuneus and the PCC. Recently, Lau (2019) published a meta-analysis on fMRI resting-state data in autism where the right paracentral lobule is one of the main regions impaired in ASD. This lobule is a key structure for the integration of sensory and somatosensory information from different body parts (Pasalar, Ro, & Beauchamp, 2010; Vingerhoets, 2014) and may result in an atypical multisensory integration in ASD (Thye, Bednarz, Herringshaw, Sartin, & Kana, 2018). One of the mechanisms often cited which underlying atypical perception in ASD is abnormal integration (Dakin & Frith, 2005; Simmons et al., 2009). Furthermore, the present atypical activation of the precuneus associated with paracentral lobule may impact the capacity to have a representation of the body, the integration of multiple neural systems involved in self-consciousness and in self-related mental representations during rest (Cavanna & Trimble, 2006). The precuneus, with more lateral cortex, is implicated into the attentional shifting from low (e.g. simple stimulus) to high level processing (shifting mental representation, e.g. ToM; Le, Pardo, & Hu, 1998; Nagahama et al., 1999). Finally, precuneus associated with the posterior cingulate cortex (PCC) participate to the self/other referential processing (Burrows, Laird, & Uddin, 2016; Zhao, Luo, Li, & Kendrick, 2013), the monitoring of the environment (Qin &

Northoff, 2011) and the regulation and balancing the focus of attention to internal or external thoughts (Leech, Kamourieh, Beckmann, & Sharp, 2011). Given their implication, abnormalities observed in these cerebral regions may have a significant impact on social disabilities in autism. In sum, our data converge toward an integration deficit in autism affecting low to high level processes with an impact on the representation of oneself in the world and shifting with other mental representation (Cheng, Rolls, Gu, Zhang, & Feng, 2015; Lau et al., 2019; Lombardo et al., 2010).

Functional connectivity in RSNs

Interestingly, many of the ROIs identified in the source analyses are key nodes involved in RSN, in the SMN (e.g. medial frontal gyrus, transverse temporal gyrus and precentral gyrus), the DAN (e.g. precuneus, inferior parietal lobule and middle temporal gyrus) and the DMN (e.g., TPJ and PCC).

First, we highlighted under-connectivity within SMN, between the medial frontal gyrus and the right precentral gyrus. This decreased functional connectivity among somatosensory, and motor networks supports the atypical multisensory and motor integration observed in individuals with ASD (Ben-Sasson et al., 2009; Marco, Hinkley, Hill, & Nagarajan, 2011). Thereby, multisensory and motor integration plays a crucial role for developing imitation, motor communication, and social skills (Edwards, 2014; Williams, Whiten, & Singh, 2004) that are the core symptoms of ASD.

Second, we reported decrease connectivity within several regions of DAN for ASD participants compared to TD group that was previously reported by Bi et al., (2018) and Farrant & Uddin (2016). The main under-connectivity observed between the right precuneus (parietal superior) and the right middle frontal gyrus supports a default in attention regulation and shifting between external and internal stimuli that may have a direct impact on self-information integration. More broadly, since DAN is implicated in the regulation of exogenously goal-directed top-down processing (Corbetta & Shulman, 2002), we hypothesize that this abnormal connectivity participates to difficulties in arousal regulation and shifting associated to autistic symptomatology (Keehn, Müller, & Townsend, 2013). The under-connectivity between SMN and DAN for ASD group observed in the present study may generate delays from the perceptual input and information transmission to subsequent systems, compromising the integration of information (Belmonte et al., 2004; Weng et al., 2010). This under-connectivity between SMN and DAN could participate to explain this atypical functioning in favor of the detail-focused perception (Martínez et al., 2019). It is interesting to note that there is a developmental shift in ASD from hyper-connectivity in childhood to hypo-connectivity in adulthood which may reflect an abnormal specialization and different developmental trajectories of attentional networks in ASD (Uddin, Supekar, & Menon, 2013).

Finally, ASD participants showed a decrease in connectivity within DMN, involving the PCC with the right and left STG, previously reported using fMRI (Kennedy & Courchesne, 2008; Padmanabhan et al., 2017; Uddin, 2011; Washington et al., 2014) and in MEG studies for gamma band (Lajiness-O'Neill et al., 2018). These DMN fluctuations may profoundly modify conscious perception of the external world in relation to self-referential processes leading to social difficulties (Assaf et al., 2010; Monk et al., 2009; von dem Hagen, Stoyanova, Baron-Cohen, & Calder, 2013; Weng et al., 2010). The under-connectivity between medial frontal gyrus of SMN and right STG of DMN reported here argues in favor of this hypothesis by modifying the perception of somatosensory stimuli near sensory threshold (Boly et al., 2007) and the mirror neuron system implicated into action understanding empathy (Decety & Jackson, 2004), and imitation (Iacoboni et al., 1999). Hence, an atypical representation of the body and its location in space provided by the somatosenrory network and mirror neuron system may participate to the abnormal sense of self (Cavanna & Trimble, 2006; Lyons & Fitzgerald, 2013). Additional arguments are provided by the under-connectivity observed between the DAN (precuneus/parietal superior) and DMN (STG and PCC). This decrease connectivity suggests difficulties to switch between externally oriented attention and internally oriented thoughts. Furthermore, studies showed that decrease connectivity between precuneus and temporal gyrus was correlated with the ADOS social score (Cheng et al., 2015)

The present study highlights three key nodes crucial to process information underlying the self-representation. First, the medial frontal gyrus which is associated with a decreased connectivity within and between RSNs, suggests an atypical multisensory integration, feeling of body ownership (Ehrsson, Holmes, & Passingham, 2005), and imitation skills which play a role in social skills (Edwards, 2014; Williams et al., 2004). Second, the precuneus observed in DAN and the DMN is implicated in spatial functions including of oneself, of the spatial environment and accordingly may participate to the altered sense of self and agency in ASD (Cavanna & Trimble, 2006; Lyons & Fitzgerald, 2013). Third, the PCC under-connectivity with the STG and the precuneus may account for difficulties in regulation and balancing the focus of attention to internal or external thoughts (Leech et al., 2011), arousal and awareness (Vogt & Laureys, 2005), self-referential thought (Brewer, Garrison, & Whitfield-Gabrieli, 2013), and by adjusting the stability of brain network over time ('whole-brain metastability'; Leech & Sharp, 2014).

Limitations

Some limitations may be formulated. First, considering the low spatial resolution of sLORETA, our results need confirmation using techniques that have superior spatial resolution. Second, although we

focused on adolescence as defined by Sawyer, Azzopardi, Wickremarathne and Patton (2003) (from 10 to 25 years old in the present study), it would be relevant to go further by examining the neuro-developmental changes in adolescents with ASD. Finally, our population is composed of high functioning participants limiting generalization to children across the spectrum.

Conclusion

We report abnormal decreased alpha power in ASD leading fluctuating states of arousal impacting higher cognitive processes. Source localization and connectivity analyses have highlighted abnormalities in integrative brain regions that may account for difficulties in 1) perception: low level somatosensory integration and switching between self-endogenous and extern environment stimuli and 2) social abilities: high level integration required for related self-processing, notably interaction (e.g. nonverbal communication such as gesticulation, facial expression and modulation of timing and intonation of speech) and ToM which need to switch from self-perspective to other perspective. Further studies would be relevant to modelize these atypical brain processes.

Conflict of Interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Funding

This study was supported by the Programme Hospitalier de Recherche Clinique (2014-A00481-46).

Acknowledgments

The authors want to thank the *Centre Ressource Autisme* in Caen and Amiens, in particular Camille Rébillard, Clémentine Piet and Lucie Raoul; as well as the team at the Amiens hospital. We are grateful to Elizabeth Wiles-Portier for reviewing the English style. We are also indebted to all the participants and their families who took part in this study.

References

Abu-Akel, A., & Shamay-Tsoory, S. (2011). Neuroanatomical and neurochemical bases of theory of mind. *Neuropsychologia*, *49*(11), 2971–2984. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.07.012

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). Retrieved from http://psychiatryonline.org/doi/book/10.1176/appi.books.9780890425596

Assaf, M., Jagannathan, K., Calhoun, V. D., Miller, L., Stevens, M. C., Sahl, R., … Pearlson, G. D. (2010). Abnormal functional connectivity of default mode sub-networks in autism spectrum disorder patients. *NeuroImage*, *53*(1), 247–256. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.067

Barber, A. D., Caffo, B. S., Pekar, J. J., & Mostofsky, S. H. (2013). Developmental changes in within- and between-network connectivity between late childhood and adulthood. *Neuropsychologia*, *51*(1), 156–167. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.11.011

Barnes, C., & Pandya, D. N. (1992). Efferent cortical connections of multimodal cortex of the superior temporal sulcus in the rhesus monkey. *The Journal of Comparative Neurology*, *318*(2), 222–244. https://doi.org/10.1002/cne.903180207

Bassett, D. S., Yang, M., Wymbs, N. F., & Grafton, S. T. (2015). Learning-induced autonomy of sensorimotor systems. *Nature Neuroscience*, *18*(5), 744–751. https://doi.org/10.1038/nn.3993

Belmonte, M. K., Allen, G., Beckel-Mitchener, A., Boulanger, L. M., Carper, R. A., & Webb, S. J. (2004). Autism and abnormal development of brain connectivity. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *24*(42), 9228–9231. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3340-04.2004

Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R., Cermak, S. A., Engel-Yeger, B., & Gal, E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(1), 1–11. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0593-3

Bi, X., Zhao, J., Xu, Q., Sun, Q., & Wang, Z. (2018). Abnormal Functional Connectivity of Resting State Network Detection Based on Linear ICA Analysis in Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Physiology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00475

Bigler, E. D., Mortensen, S., Neeley, E. S., Ozonoff, S., Krasny, L., Johnson, M., … Lainhart, J. E. (2007). Superior temporal gyrus, language function, and autism. *Developmental Neuropsychology*, *31*(2), 217–238. https://doi.org/10.1080/87565640701190841

Billeke, P., & Aboitiz, F. (2013). Social Cognition in Schizophrenia: From Social Stimuli Processing to Social Engagement. *Frontiers in Psychiatry*, *4*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2013.00004

Boddaert, N., Chabane, N., Gervais, H., Good, C. D., Bourgeois, M., Plumet, M.-H., … Zilbovicius, M. (2004). Superior temporal sulcus anatomical abnormalities in childhood autism: A voxel-based morphometry MRI study. *NeuroImage*, *23*(1), 364–369. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.016

Boersma, M., Kemner, C., de Reus, M. A., Collin, G., Snijders, T. M., Hofman, D., … van den Heuvel, M. P. (2013). Disrupted functional brain networks in autistic toddlers. *Brain Connectivity*, *3*(1), 41–49. https://doi.org/10.1089/brain.2012.0127

Boiten, F., Sergeant, J., & Geuze, R. (1992). Event-related desynchronization: The effects of energetic and computational demands. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, *82*(4), 302–309. https://doi.org/10.1016/0013-4694(92)90110-4

Boly, M., Balteau, E., Schnakers, C., Degueldre, C., Moonen, G., Luxen, A., … Laureys, S. (2007). Baseline brain activity fluctuations predict somatosensory perception in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *104*(29), 12187–12192. https://doi.org/10.1073/pnas.0611404104

Boyd, B. A., Baranek, G. T., Sideris, J., Poe, M. D., Watson, L. R., Patten, E., & Miller, H. (2010). Sensory features and repetitive behaviors in children with autism and developmental delays. *Autism*

Research: Official Journal of the International Society for Autism Research, *3*(2), 78–87. https://doi.org/10.1002/aur.124

Brewer, J. A., Garrison, K. A., & Whitfield-Gabrieli, S. (2013). What about the "Self" is Processed in the Posterior Cingulate Cortex? *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00647

Burrows, C. A., Laird, A. R., & Uddin, L. Q. (2016). Functional connectivity of brain regions for self- and other-evaluation in children, adolescents and adults with autism. *Developmental Science*, *19*(4), 564–580. https://doi.org/10.1111/desc.12400

Cantor, D. S., Thatcher, R. W., Hrybyk, M., & Kaye, H. (1986). Computerized EEG analyses of autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *16*(2), 169–187.

Canuet, L., Ishii, R., Pascual-Marqui, R. D., Iwase, M., Kurimoto, R., Aoki, Y., … Takeda, M. (2011). Resting-State EEG Source Localization and Functional Connectivity in Schizophrenia-Like Psychosis of Epilepsy. *PLOS ONE*, *6*(11), e27863. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027863

Carson, A. M., Salowitz, N. M. G., Scheidt, R. A., Dolan, B. K., & Van Hecke, A. V. (2014). Electroencephalogram coherence in children with and without autism spectrum disorders: Decreased interhemispheric connectivity in autism. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *7*(3), 334–343. https://doi.org/10.1002/aur.1367

Cascio, C. J., Woynaroski, T., Baranek, G. T., & Wallace, M. T. (2016). Toward an interdisciplinary approach to understanding sensory function in autism spectrum disorder. *Autism Research*, *9*(9), 920–925. https://doi.org/10.1002/aur.1612

Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: A review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*, *129*(3), 564–583. https://doi.org/10.1093/brain/awl004

Cerliani, L., Mennes, M., Thomas, R. M., Martino, A. D., Thioux, M., & Keysers, C. (2015). Increased Functional Connectivity Between Subcortical and Cortical Resting-State Networks in Autism Spectrum Disorder. *JAMA Psychiatry*, *72*(8), 767–777. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.0101

Chabot, R., Coben, R., Laurence, Hirshberg, & Cantor, D. S. (2015). QEEG and VARETA based Neurophysiological Indices of Brain Dysfunction in Attention Deficit and Autistic Spectrum Disorder. *Austin Journal of Autism & Related Distabilities*, *1*, 1007.

Chan, A. S., & Leung, W. W. M. (2006). Differentiating Autistic Children With Quantitative Encephalography: A 3-Month Longitudinal Study. *Journal of Child Neurology*, *21*(5), 392–399.

Chan, A. S., Sze, S. L., & Cheung, M.-C. (2007). Quantitative electroencephalographic profiles for children with autistic spectrum disorder. *Neuropsychology*, *21*(1), 74–81. https://doi.org/10.1037/0894-4105.21.1.74

Cheng, W., Rolls, E. T., Gu, H., Zhang, J., & Feng, J. (2015). Autism: Reduced connectivity between cortical areas involved in face expression, theory of mind, and the sense of self. *Brain: A Journal of Neurology*, *138*(Pt 5), 1382–1393. https://doi.org/10.1093/brain/awv051

Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). Age and sex effects in the EEG: Development of the normal child. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *112*(5), 806–814.

Clarke, Adam R., Barry, R. J., Indraratna, A., Dupuy, F. E., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2016). EEG activity in children with Asperger's Syndrome. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *127*(1), 442–451. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.05.015

Coben, R., Clarke, A. R., Hudspeth, W., & Barry, R. J. (2008). EEG power and coherence in autistic spectrum disorder. *Clinical Neurophysiology*, *119*(5), 1002–1009. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.01.013

Coben, R., Mohammad-Rezazadeh, I., & Cannon, R. L. (2014). Using quantitative and analytic EEG methods in the understanding of connectivity in autism spectrum disorders: A theory of mixed over- and under-connectivity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00045

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, *3*(3), 201–215. https://doi.org/10.1038/nrn755

Cornew, L., Roberts, T. P. L., Blaskey, L., & Edgar, J. C. (2012). Resting-state oscillatory activity in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(9), 1884–1894. https://doi.org/10.1007/s10803-011-1431-6

d'Albis, M.-A., Guevara, P., Guevara, M., Laidi, C., Boisgontier, J., Sarrazin, S., … Houenou, J. (2018). Local structural connectivity is associated with social cognition in autism spectrum disorder. *Brain: A Journal of Neurology*, *141*(12), 3472–3481. https://doi.org/10.1093/brain/awy275

Dakin, S., & Frith, U. (2005). Vagaries of Visual Perception in Autism. *Neuron*, *48*(3), 497–507. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.10.018

Dawson, G., Klinger, L. G., Panagiotides, H., Lewy, A., & Castelloe, P. (1995). Subgroups of autistic children based on social behavior display distinct patterns of brain activity. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *23*(5), 569–583.

Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *3*(2), 71–100. https://doi.org/10.1177/1534582304267187

Desaunay, P., Clochon, P., Doidy, F., Lambrechts, A., Bowler, D. M., Gérardin, P., … Guillery-Girard, B. (2017). Impact of Semantic Relatedness on Associative Memory: An ERP Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 335. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00335

Dickinson, A., DiStefano, C., Senturk, D., & Jeste, S. S. (2018). Peak alpha frequency is a neural marker of cognitive function across the autism spectrum. *The European Journal of Neuroscience*, *47*(6), 643–651. https://doi.org/10.1111/ejn.13645

Dierks, T., Jelic, V., Pascual-Marqui, R. D., Wahlund, L., Julin, P., Linden, D. E., … Nordberg, A. (2000). Spatial pattern of cerebral glucose metabolism (PET) correlates with localization of intracerebral EEG-generators in Alzheimer's disease. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *111*(10), 1817–1824.

Duffy, F. H., & Als, H. (2012). A stable pattern of EEG spectral coherence distinguishes children with autism from neuro-typical controls - a large case control study. *BMC Medicine*, *10*, 64. https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-64

Dumas, G., Nadel, J., Soussignan, R., Martinerie, J., & Garnero, L. (2010). Inter-Brain Synchronization during Social Interaction. *PLOS ONE*, *5*(8), e12166. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012166

Ede, F. van, Lange, F. de, Jensen, O., & Maris, E. (2011). Orienting Attention to an Upcoming Tactile Event Involves a Spatially and Temporally Specific Modulation of Sensorimotor Alpha- and Beta-Band Oscillations. *Journal of Neuroscience*, *31*(6), 2016–2024. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5630-10.2011

Edgar, J. C., Heiken, K., Chen, Y.-H., Herrington, J. D., Chow, V., Liu, S., … Roberts, T. P. L. (2015). Resting-state alpha in autism spectrum disorder and alpha associations with thalamic volume. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(3), 795–804. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2236-1

Edwards, L. A. (2014). A Meta-Analysis of Imitation Abilities in Individuals With Autism Spectrum Disorders. *Autism Research*, *7*(3), 363–380. https://doi.org/10.1002/aur.1379

Ehrsson, H. H., Holmes, N. P., & Passingham, R. E. (2005). Touching a rubber hand: Feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *25*(45), 10564–10573. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0800-05.2005

Elhabashy, H., Raafat, O., Afifi, L., Raafat, H., & Abdullah, K. (2015). Quantitative EEG in autistic children. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg*, *52*(3), 176–182. https://doi.org/10.4103/1110-1083.162031

Farrant, K., & Uddin, L. Q. (2016). Atypical developmental of dorsal and ventral attention networks in autism. *Developmental Science*, *19*(4), 550–563. https://doi.org/10.1111/desc.12359

Ferree, T. C., Luu, P., Russell, G. S., & Tucker, D. M. (2001). Scalp electrode impedance, infection risk, and EEG data quality. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *112*(3), 536–544.

Foss-Feig, J. H., Heacock, J. L., & Cascio, C. J. (2012). TACTILE RESPONSIVENESS PATTERNS AND THEIR ASSOCIATION WITH CORE FEATURES IN AUTISM SPECTRUM DISORDERS. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *6*(1), 337–344. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.06.007

Fuchs, M., Kastner, J., Wagner, M., Hawes, S., & Ebersole, J. S. (2002). A standardized boundary element method volume conductor model. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *113*(5), 702–712.

Gandal, M. J., Edgar, J. C., Ehrlichman, R. S., Mehta, M., Roberts, T. P. L., & Siegel, S. J. (2010). Validating γ oscillations and delayed auditory responses as translational biomarkers of autism. *Biological Psychiatry*, *68*(12), 1100–1106. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.09.031

Geng, J. J., & Vossel, S. (2013). Re-evaluating the role of TPJ in attentional control: Contextual updating? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *37*(10, Part 2), 2608–2620. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.08.010

Gianotti, L. R. R., Dahinden, F. M., Baumgartner, T., & Knoch, D. (2019). Understanding Individual Differences in Domain-General Prosociality: A Resting EEG Study. *Brain Topography*, *32*(1), 118–126. https://doi.org/10.1007/s10548-018-0679-y

Gloor, P. (1997). *The Temporal Lobe and Limbic System*. Oxford University Press.

Gusnard, D. A., Akbudak, E., Shulman, G. L., & Raichle, M. E. (2001). Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: Relation to a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *98*(7), 4259–4264. https://doi.org/10.1073/pnas.071043098

Haegens, S., Nácher, V., Luna, R., Romo, R., & Jensen, O. (2011). α-Oscillations in the monkey sensorimotor network influence discrimination performance by rhythmical inhibition of neuronal spiking. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(48), 19377–19382. https://doi.org/10.1073/pnas.1117190108

Hobson, H. M., & Bishop, D. V. M. (2016). Mu suppression – A good measure of the human mirror neuron system? *Cortex*, *82*, 290–310. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.03.019

Holmes, A. P., Blair, R. C., Watson, J. D., & Ford, I. (1996). Nonparametric analysis of statistic images from functional mapping experiments. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism: Official Journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, *16*(1), 7–22. https://doi.org/10.1097/00004647-199601000-00002

Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science (New York, N.Y.)*, *286*(5449), 2526–2528. https://doi.org/10.1126/science.286.5449.2526

Jaime, M., McMahon, C. M., Davidson, B. C., Newell, L. C., Mundy, P. C., & Henderson, H. A. (2016). Brief Report: Reduced Temporal-Central EEG Alpha Coherence During Joint Attention Perception in Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *46*(4), 1477–1489. https://doi.org/10.1007/s10803-015-2667-3

Jensen, O., & Mazaheri, A. (2010). Shaping Functional Architecture by Oscillatory Alpha Activity: Gating by Inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00186

Jokisch, D., & Jensen, O. (2007). Modulation of gamma and alpha activity during a working memory task engaging the dorsal or ventral stream. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *27*(12), 3244–3251. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5399-06.2007

Jones, S. R., Kerr, C. E., Wan, Q., Pritchett, D. L., Hämäläinen, M., & Moore, C. I. (2010). Cued Spatial Attention Drives Functionally Relevant Modulation of the Mu Rhythm in Primary Somatosensory Cortex. *The Journal of Neuroscience*, *30*(41), 13760–13765. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2969-10.2010

Jou, R. J., Minshew, N. J., Keshavan, M. S., Vitale, M. P., & Hardan, A. Y. (2010). Enlarged Right Superior Temporal Gyrus in Children and Adolescents with Autism. *Brain Research*, *1360*, 205–212. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.09.005

Kaiser, M. D., Hudac, C. M., Shultz, S., Lee, S. M., Cheung, C., Berken, A. M., … Pelphrey, K. A. (2010). Neural signatures of autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(49), 21223–21228. https://doi.org/10.1073/pnas.1010412107

Keehn, B., Müller, R.-A., & Townsend, J. (2013). Atypical attentional networks and the emergence of autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *37*(2), 164–183. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.11.014

Keehn, B., Westerfield, M., Müller, R.-A., & Townsend, J. (2017). Autism, Attention, and Alpha Oscillations: An Electrophysiological Study of Attentional Capture. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *2*(6), 528–536. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.06.006

Kennedy, D. P., & Courchesne, E. (2008). The intrinsic functional organization of the brain is altered in autism. *NeuroImage*, *39*(4), 1877–1885. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.10.052

Khan, S., Gramfort, A., Shetty, N. R., Kitzbichler, M. G., Ganesan, S., Moran, J. M., … Kenet, T. (2013). Local and long-range functional connectivity is reduced in concert in autism spectrum disorders. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *110*(8), 3107–3112. https://doi.org/10.1073/pnas.1214533110

Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, *29*(2–3), 169–195. https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3

Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, *53*(1), 63–88. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003

Lajiness-O'Neill, R., Brennan, J. R., Moran, J. E., Richard, A. E., Flores, A.-M., Swick, C., … Bowyer, S. M. (2018). Patterns of altered neural synchrony in the default mode network in autism spectrum disorder revealed with magnetoencephalography (MEG): Relationship to clinical symptomatology. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *11*(3), 434–449. https://doi.org/10.1002/aur.1908

Lau, W. K. W., Leung, M.-K., & Lau, B. W. M. (2019). Resting-state abnormalities in Autism Spectrum Disorders: A meta-analysis. *Scientific Reports*, *9*(1), 3892. https://doi.org/10.1038/s41598-019-40427-7

Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: Cerebellar and parietal contributions. *Journal of Neurophysiology*, *79*(3), 1535–1548. https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.3.1535

Leech, R., Kamourieh, S., Beckmann, C. F., & Sharp, D. J. (2011). Fractionating the default mode network: Distinct contributions of the ventral and dorsal posterior cingulate cortex to cognitive control. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *31*(9), 3217–3224. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5626-10.2011

Leech, R., & Sharp, D. J. (2014). The role of the posterior cingulate cortex in cognition and disease. *Brain: A Journal of Neurology*, *137*(Pt 1), 12–32. https://doi.org/10.1093/brain/awt162

Leno, V. C., Tomlinson, S. B., Chang, S.-A. A., Naples, A. J., & McPartland, J. C. (2018). Resting-state alpha power is selectively associated with autistic traits reflecting behavioral rigidity. *Scientific Reports*, *8*(1), 11982. https://doi.org/10.1038/s41598-018-30445-2

Logothetis, N. K. (2008). What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature*, *453*(7197), 869–878. https://doi.org/10.1038/nature06976

Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., Bullmore, E. T., Sadek, S. A., Pasco, G., Wheelwright, S. J., … Baron-Cohen, S. (2010). Atypical neural self-representation in autism. *Brain: A Journal of Neurology*, *133*(Pt 2), 611–624. https://doi.org/10.1093/brain/awp306

Lord, C., Rutter, M., Goode, S., Heemsbergen, J., Jordan, H., Mawhood, L., & Schopler, E. (1989). Autism diagnostic observation schedule: A standardized observation of communicative and social behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *19*(2), 185–212.

Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(5), 659–685.

Lushchekina, E. A., Podreznaya, E. D., Lushchekin, V. S., & Strelets, V. B. (2012). A Comparative EEG Study in Normal and Autistic Children. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, *42*(3), 236–243. https://doi.org/10.1007/s11055-012-9558-2

Lyons, V., & Fitzgerald, M. (2013). Atypical Sense of Self in Autism Spectrum Disorders: A Neuro-Cognitive Perspective. *Recent Advances in Autism Spectrum Disorders - Volume I*. https://doi.org/10.5772/53680

Mamashli, F., Khan, S., Bharadwaj, H., Losh, A., Pawlyszyn, S. M., Hämäläinen, M. S., & Kenet, T. (2018). Maturational trajectories of local and long-range functional connectivity in autism during face processing. *Human Brain Mapping*, *39*(10), 4094–4104. https://doi.org/10.1002/hbm.24234

Marco, E. J., Hinkley, L. B. N., Hill, S. S., & Nagarajan, S. S. (2011). Sensory processing in autism: A review of neurophysiologic findings. *Pediatric Research*, *69*(5 Pt 2), 48R-54R. https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3182130c54

Martínez, K., Martínez-García, M., Marcos-Vidal, L., Janssen, J., Castellanos, F. X., Pretus, C., … Carmona, S. (2019). Sensory-to-Cognitive Systems Integration Is Associated With Clinical Severity in Autism Spectrum Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2019.05.033

Mathewson, K. J., Jetha, M. K., Drmic, I. E., Bryson, S. E., Goldberg, J. O., & Schmidt, L. A. (2012). Regional EEG alpha power, coherence, and behavioral symptomatology in autism spectrum disorder. *Clinical Neurophysiology*, *123*(9), 1798–1809. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.02.061

Matlis, S., Boric, K., Chu, C. J., & Kramer, M. A. (2015). Robust disruptions in electroencephalogram cortical oscillations and large-scale functional networks in autism. *BMC Neurology*, *15*, 97. https://doi.org/10.1186/s12883-015-0355-8

Monk, C. S., Peltier, S. J., Wiggins, J. L., Weng, S.-J., Carrasco, M., Risi, S., & Lord, C. (2009). Abnormalities of intrinsic functional connectivity in autism spectrum disorders. *NeuroImage*, *47*(2), 764–772. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.069

Mulert, C., Jäger, L., Schmitt, R., Bussfeld, P., Pogarell, O., Möller, H.-J., … Hegerl, U. (2004). Integration of fMRI and simultaneous EEG: Towards a comprehensive understanding of localization and time-course of brain activity in target detection. *NeuroImage*, *22*(1), 83–94. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.10.051

Murias, M., Webb, S. J., Greenson, J., & Dawson, G. (2007). Resting State Cortical Connectivity Reflected in EEG Coherence in Individuals With Autism. *Biological Psychiatry*, *62*(3), 270–273. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.11.012

Nagahama, Y., Okada, T., Katsumi, Y., Hayashi, T., Yamauchi, H., Sawamoto, N., … Shibasaki, H. (1999). Transient Neural Activity in the Medial Superior Frontal Gyrus and Precuneus Time Locked with Attention Shift between Object Features. *NeuroImage*, *10*(2), 193–199. https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0451

Neuper, C., & Pfurtscheller, G. (2001). Event-related dynamics of cortical rhythms: Frequency-specific features and functional correlates. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *43*(1), 41–58.

Nichols, T. E., & Holmes, A. P. (2002). Nonparametric permutation tests for functional neuroimaging: A primer with examples. *Human Brain Mapping*, *15*(1), 1–25.

Nomi, J. S., & Uddin, L. Q. (2015). Developmental changes in large-scale network connectivity in autism. *NeuroImage. Clinical*, *7*, 732–741. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.02.024

Nunez, P. L., Silberstein, R. B., Cadusch, P. J., Wijesinghe, R. S., Westdorp, A. F., & Srinivasan, R. (1994). A theoretical and experimental study of high resolution EEG based on surface Laplacians and

cortical imaging. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *90*(1), 40–57. https://doi.org/10.1016/0013-4694(94)90112-0

Oberman, L. M., Hubbard, E. M., McCleery, J. P., Altschuler, E. L., Ramachandran, V. S., & Pineda, J. A. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, *24*(2), 190–198. https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.01.014

Olbrich, S., Mulert, C., Karch, S., Trenner, M., Leicht, G., Pogarell, O., & Hegerl, U. (2009). EEG-vigilance and BOLD effect during simultaneous EEG/fMRI measurement. *NeuroImage*, *45*(2), 319–332. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.11.014

Padmanabhan, A., Lynch, C. J., Schaer, M., & Menon, V. (2017). The Default Mode Network in Autism. *Biological Psychiatry. Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *2*(6), 476–486. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.04.004

Pasalar, S., Ro, T., & Beauchamp, M. S. (2010). TMS of posterior parietal cortex disrupts visual tactile multisensory integration. *The European Journal of Neuroscience*, *31*(10), 1783–1790. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07193.x

Pascual-Marqui, R. D., Esslen, M., Kochi, K., & Lehmann, D. (2002). Functional imaging with low-resolution brain electromagnetic tomography (LORETA): A review. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*, *24 Suppl C*, 91–95.

Pascual-Marqui, R. D., Michel, C. M., & Lehmann, D. (1994). Low resolution electromagnetic tomography: A new method for localizing electrical activity in the brain. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *18*(1), 49–65.

Pascual-Marqui, Roberto D., Lehmann, D., Koukkou, M., Kochi, K., Anderer, P., Saletu, B., … Kinoshita, T. (2011). Assessing interactions in the brain with exact low-resolution electromagnetic tomography. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, *369*(1952), 3768–3784. https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0081

Pelphrey, K. A., Viola, R. J., & McCarthy, G. (2004). When strangers pass: Processing of mutual and averted social gaze in the superior temporal sulcus. *Psychological Science*, *15*(9), 598–603. https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00726.x

Perry, W., Minassian, A., Lopez, B., Maron, L., & Lincoln, A. (2007). Sensorimotor Gating Deficits in Adults with Autism. *Biological Psychiatry*, *61*(4), 482–486. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.09.025

Pfurtscheller, G., Stancák, A., & Neuper, C. (1996). Event-related synchronization (ERS) in the alpha band--an electrophysiological correlate of cortical idling: A review. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *24*(1–2), 39–46.

Qin, P., & Northoff, G. (2011). How is our self related to midline regions and the default-mode network? *NeuroImage*, *57*(3), 1221–1233. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.028

Rippon, G., Brock, J., Brown, C., & Boucher, J. (2007). Disordered connectivity in the autistic brain: Challenges for the "new psychophysiology." *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *63*(2), 164–172. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.03.012

Rojas, D. C., Maharajh, K., Teale, P., & Rogers, S. J. (2008). Reduced neural synchronization of gamma-band MEG oscillations in first-degree relatives of children with autism. *BMC Psychiatry*, *8*, 66. https://doi.org/10.1186/1471-244X-8-66

Rubenstein, J. L. R., & Merzenich, M. M. (2003). Model of autism: Increased ratio of excitation/inhibition in key neural systems. *Genes, Brain, and Behavior*, *2*(5), 255–267.

Ruby, P., & Decety, J. (2004). How would you feel versus how do you think she would feel? A neuroimaging study of perspective-taking with social emotions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(6), 988–999. https://doi.org/10.1162/0898929041502661

Sadaghiani, S., Scheeringa, R., Lehongre, K., Morillon, B., Giraud, A.-L., & Kleinschmidt, A. (2010). Intrinsic connectivity networks, alpha oscillations, and tonic alertness: A simultaneous

electroencephalography/functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *30*(30), 10243–10250. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1004-10.2010

Saxe, R., & Wexler, A. (2005). Making sense of another mind: The role of the right temporo-parietal junction. *Neuropsychologia*, *43*(10), 1391–1399. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.02.013

Seltzer, B., & Pandya, D. N. (1994). Parietal, temporal, and occipital projections to cortex of the superior temporal sulcus in the rhesus monkey: A retrograde tracer study. *The Journal of Comparative Neurology*, *343*(3), 445–463. https://doi.org/10.1002/cne.903430308

Sheikhani, A., Behnam, H., Mohammadi, M. R., Noroozian, M., & Mohammadi, M. (2012). Detection of abnormalities for diagnosing of children with autism disorders using of quantitative electroencephalography analysis. *Journal of Medical Systems*, *36*(2), 957–963. https://doi.org/10.1007/s10916-010-9560-6

Shephard, E., Tye, C., Ashwood, K. L., Azadi, B., Asherson, P., Bolton, P. F., & McLoughlin, G. (2018). Resting-State Neurophysiological Activity Patterns in Young People with ASD, ADHD, and ASD + ADHD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *48*(1), 110–122. https://doi.org/10.1007/s10803-017-3300-4

Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, *49*(22), 2705–2739. https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.08.005

Skuse, D., Morris, J., & Lawrence, K. (2003). The amygdala and development of the social brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1008*, 91–101. https://doi.org/10.1196/annals.1301.010

Sperdin, H. F., Coito, A., Kojovic, N., Rihs, T. A., Jan, R. K., Franchini, M., … Schaer, M. (2018). Early alterations of social brain networks in young children with autism. *ELife*, *7*, e31670. https://doi.org/10.7554/eLife.31670

Steinbeis, N. (2016). The role of self–other distinction in understanding others' mental and emotional states: Neurocognitive mechanisms in children and adults. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *371*(1686). https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0074

Stroganova, T. A., Nygren, G., Tsetlin, M. M., Posikera, I. N., Gillberg, C., Elam, M., & Orekhova, E. V. (2007). Abnormal EEG lateralization in boys with autism. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *118*(8), 1842–1854. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.05.005

Sutton, S. K., Burnette, C. P., Mundy, P. C., Meyer, J., Vaughan, A., Sanders, C., & Yale, M. (2005). Resting cortical brain activity and social behavior in higher functioning children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *46*(2), 211–222. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00341.x

Takarae, Y., Minshew, N. J., Luna, B., & Sweeney, J. A. (2007). Atypical involvement of frontostriatal systems during sensorimotor control in autism. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *156*(2), 117–127. https://doi.org/10.1016/j.pscychresns.2007.03.008

Thye, M. D., Bednarz, H. M., Herringshaw, A. J., Sartin, E. B., & Kana, R. K. (2018). The impact of atypical sensory processing on social impairments in autism spectrum disorder. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *29*, 151–167. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.04.010

Travers, B. G., Kana, R. K., Klinger, L. G., Klein, C. L., & Klinger, M. R. (2015). Motor learning in individuals with autism spectrum disorder: Activation in superior parietal lobule related to learning and repetitive behaviors. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *8*(1), 38–51. https://doi.org/10.1002/aur.1403

Tucker, D. M. (1993). Spatial sampling of head electrical fields: The geodesic sensor net. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *87*(3), 154–163. https://doi.org/10.1016/0013-4694(93)90121-B

Uddin, L. Q. (2011). The self in autism: An emerging view from neuroimaging. *Neurocase*, *17*(3), 201–208. https://doi.org/10.1080/13554794.2010.509320

Uddin, L. Q., Supekar, K., & Menon, V. (2013). Reconceptualizing functional brain connectivity in autism from a developmental perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 458. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00458

Vingerhoets, G. (2014). Contribution of the posterior parietal cortex in reaching, grasping, and using objects and tools. *Frontiers in Psychology*, *5*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00151

Vitacco, D., Brandeis, D., Pascual-Marqui, R., & Martin, E. (2002). Correspondence of event-related potential tomography and functional magnetic resonance imaging during language processing. *Human Brain Mapping*, *17*(1), 4–12. https://doi.org/10.1002/hbm.10038

Vogt, B. A., & Laureys, S. (2005). Posterior cingulate, precuneal and retrosplenial cortices: Cytology and components of the neural network correlates of consciousness. *Progress in Brain Research*, *150*, 205–217. https://doi.org/10.1016/S0079-6123(05)50015-3

von dem Hagen, E. A. H., Stoyanova, R. S., Baron-Cohen, S., & Calder, A. J. (2013). Reduced functional connectivity within and between 'social' resting state networks in autism spectrum conditions. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *8*(6), 694–701. https://doi.org/10.1093/scan/nss053

Washington, S. D., Gordon, E. M., Brar, J., Warburton, S., Sawyer, A. T., Wolfe, A., … VanMeter, J. W. (2014). Dysmaturation of the default mode network in autism. *Human Brain Mapping*, *35*(4), 1284–1296. https://doi.org/10.1002/hbm.22252

Wass, S. (2011). Distortions and disconnections: Disrupted brain connectivity in autism. *Brain and Cognition*, *75*(1), 18–28. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.10.005

Weng, S.-J., Wiggins, J. L., Peltier, S. J., Carrasco, M., Risi, S., Lord, C., & Monk, C. S. (2010). Alterations of resting state functional connectivity in the default network in adolescents with autism spectrum disorders. *Brain Research*, *1313*, 202–214. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.11.057

Williams, J. H. G., Whiten, A., & Singh, T. (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(3), 285–299.

Wu, C. W., Gu, H., Lu, H., Stein, E. A., Chen, J.-H., & Yang, Y. (2008). Frequency specificity of functional connectivity in brain networks. *NeuroImage*, *42*(3), 1047–1055. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.05.035

Yeo, B. T. T., Krienen, F. M., Sepulcre, J., Sabuncu, M. R., Lashkari, D., Hollinshead, M., … Buckner, R. L. (2011). The organization of the human cerebral cortex estimated by intrinsic functional connectivity. *Journal of Neurophysiology*, *106*(3), 1125–1165. https://doi.org/10.1152/jn.00338.2011

Zhao, W., Luo, L., Li, Q., & Kendrick, K. M. (2013). What Can Psychiatric Disorders Tell Us about Neural Processing of the Self? *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00485

Zumer, J. M., Scheeringa, R., Schoffelen, J.-M., Norris, D. G., & Jensen, O. (2014). Occipital Alpha Activity during Stimulus Processing Gates the Information Flow to Object-Selective Cortex. *PLOS Biology*, *12*(10), e1001965. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001965

Zumsteg, D., Wennberg, R. A., Treyer, V., Buck, A., & Wieser, H. G. (2005). H2(15)O or 13NH3 PET and electromagnetic tomography (LORETA) during partial status epilepticus. *Neurology*, *65*(10), 1657–1660. https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000184516.32369.1a

2.2. Etude 2 Préliminaire : Liens entre les anomalies de la bande alpha et la symptomatologie de l'autisme

De nombreuses études ont montré que les anomalies dans la bande alpha sont en lien avec les difficultés du fonctionnement social dans les TSA (Dickinson et al., 2018; Edgar et al., 2015; Shephard et al., 2018). Les régions sources d'où proviennent ces anomalies semblent également être au cœur du système clé sous-jacent aux difficultés d'intégration (Abu-Akel & Shamay-Tsoory, 2011; Gloor, 1997; Pasalar et al., 2010; Vingerhoets, 2014) et au dysfonctionnement social ((Padmanabhan et al., 2017; Pelphrey, Viola, & McCarthy, 2004; Ruby & Decety, 2004; Skuse, Morris, & Lawrence, 2003). Ces études, réalisées en IRMf, ne rendent pas compte de l'aspect dynamique de l'activité des potentiels post-synaptiques.

Objectif

A la suite des résultats de l'étude 1, nous avons décidé d'aller plus loin afin de mettre en lien ces anomalies d'activité cérébrale avec la symptomatologie autistique mesurée par le quotient autistique (QA, Baron-Cohen, Wheelwright, Skinner, Martin, & Clubley, 2001) et l'ADOS (Lord et al., 1989).

Méthodologie

Nous avons inclus 28 participants avec TSA et 38 participants contrôles provenant de l'étude 1 pour étudier les liens avec le QA et 15 participants avec TSA pour les analyses de corrélations en lien avec l'ADOS (seuls certains participants avec TSA ont passé ce test). La méthodologie concernant les mesures en EEG est développée dans l'article précédemment décrit.

Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel Matlab version R2017b. Les données de chaque participant ont été extraites du logiciel sLoreta au format nii. Elles ont été intégrées dans le logiciel SPM12 (*Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, London, UK*) et ont été log-transformées. Pour la comparaison de groupes (TSA *versus* Contrôles), les données log-transformées ont été lissées à l'aide d'un filtre Gaussien isotropique de largeur à mi-hauteur de 7 mm. La différence de courants intracrâniens entre les deux groupes a ensuite été mise en évidence à l'aide d'un t-test dans lequel l'âge des participants a été introduit comme variable de nuisance. Les clusters ont été considérés comme statistiquement significatifs lorsque $p < 0.001$ et $k > 500$, ce qui a permis de mettre en évidence une carte de différence de densité de courant entre les deux groupes. A l'aide de la toolbox AAL

(Tzourio-Mazoyer et al., 2002), les régions statistiquement significatives ont été labélisées, permettant de décomposer la carte statistique en sous-régions à l'aide de la toolbox Wfu Pickatlas (Maldjian, Laurienti, Kraft, & Burdette, 2003). Nous nous sommes intéressés aux régions mises en évidence dans les analyses de localisations de sources. Pour chaque région ainsi déterminée, nous avons calculé la moyenne de densité de courant log-transformée dans cette région, correspondant à l'ensemble des clusters. Nous avons ensuite réalisé des analyses de corrélations à l'aide d'un test de Pearson entre cette valeur moyenne et le QA et l'ADOS.

Résultats

Nous montrons chez l'ensemble des participants, une corrélation négative entre l'ensemble des clusters des analyses de sources et le QA total ($r=-0.55$, $p< 0.00001$), le sous-score « changement d'attention/tolérance au changement » ($r=-0.57$, $p<0.00001$), et le sous-score « aptitudes à la communication » ($r=-0.56$, $p<0.00001$).

Concernant l'ADOS, nous mettons en avant, dans le groupe TSA, une corrélation négative entre l'ensemble des clusters et l'ADOS total ($r=-0.583$, $p<0.05$) et le sous-score « interaction sociale réciproque » ($r=-0.619$, $p<0.05$).

Nous avons souhaité affiner cette analyse. Pour cela, tout comme dans l'étude 1 et compte tenu leurs implications, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux régions suivantes : gyrus cingulaire gauche et droit, lobule pariétal inférieur droit, insula droit, lobule paracentral droit, gyrus post-central droit, cortex cingulaire postérieur gauche et droit, precuneus droit, gyrus temporal supérieur droit et gyrus temporal transverse droit. Nous retrouvons alors une corrélation négative entre le sous-score « aptitudes à la communication » et l'insula droit ($r= -0.52$, $p < 0.00001$) et le gyrus temporal transversal droit ($r = -0.50$, $p < 0.00002$); ainsi qu'entre le sous-score du QA « changement d'attention/tolérance au changement » et l'insula droit ($r = -0.51$, $p < 0.00002$) (Figure 7).

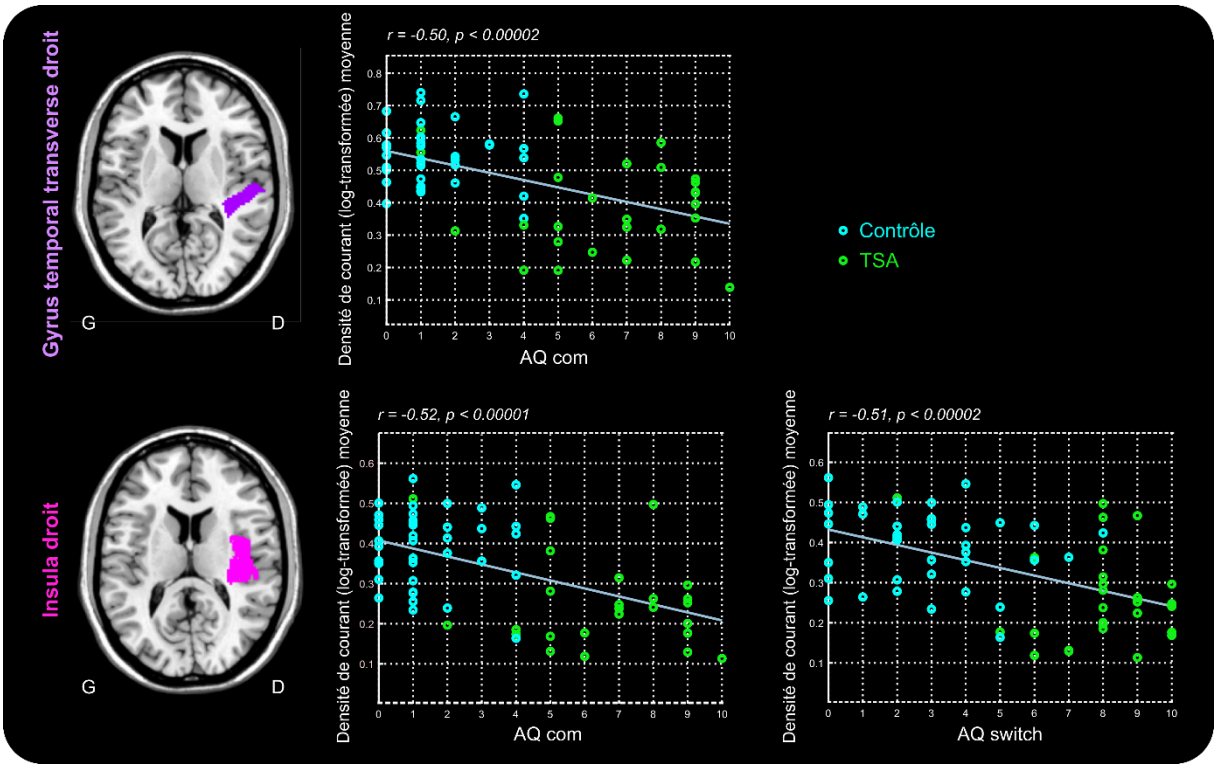


Figure 7 : *Structures corticales impliquées dans la symptomatologie autistique dans l'ensemble du groupe. Corrélations négatives significatives entre a) le sous score du quotient autistique communication avec le gyrus temporal transverse droit et l'insula droit et b) le sous score du quotient autistique changement d'attention/tolérance au changement et l'insula droit.*

Concernant l'ADOS pour le groupe TSA seul, nous montrons plus spécifiquement une corrélation négative entre le sous-score de l'ADOS « interaction sociale réciproque » et le gyrus cingulaire droit (r=-0.67, p<0.01) et gauche (r=-0.64, p≤0.01) (Figure 8).

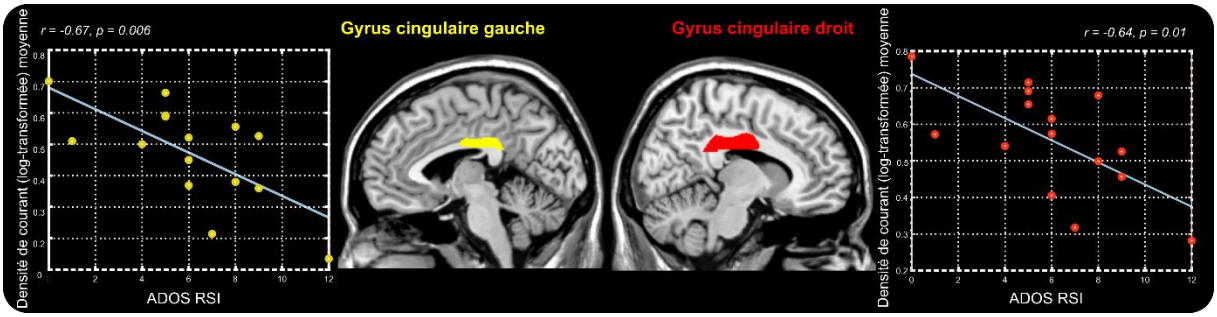


Figure 8 *: Corrélations négatives significatives entre le sous score de l'ADOS « interaction sociale réciproque » et le gyrus cingulaire gauche et droit dans le groupe TSA.*

Conclusion

Ces analyses préliminaires montrent que les régions sources d'où proviennent les diminutions de la bande de fréquence alpha, en particulier le gyrus temporal transverse, l'insula droit et le gyrus cingulaire droit et gauche, sont liées à la sévérité du trouble autistique et notamment aux difficultés dans les interactions sociales. Une récente étude a mis en évidence que la diminution de la connectivité structurelle anatomique du lobe temporal et de l'insula était également significativement associée aux manifestations cliniques des TSA, en particulier pour les déficits sociaux (d'Albis et al., 2018). Ces résultats vont dans le sens de nos hypothèses et nécessitent d'être approfondis.

Chapitre 3 : La mémoire autobiographique dans les TSA : approche neuro-développementale et mise en place d'une réhabilitation

1. La mémoire autobiographique

Cette partie introductive sur la mémoire autobiographique, ses particularités dans l'autisme ainsi que les pistes de prises en charge proviennent du chapitre d'ouvrage de Wantzen et al., (2018) (Annexe 1). Ce chapitre a été mis à jour avec les publications apparues depuis.

La mémoire autobiographique (MAB) fait référence aux événements personnellement vécus d'un individu (mémoire épisodique) et aux connaissances générales qui lui sont propres (mémoire sémantique), accumulés depuis son plus jeune âge et renvoyant à son identité personnelle (Tulving, 1985) (tableau 1). La MAB permet ainsi la construction et le maintien du sentiment d'identité et de continuité dans le temps. Chez les enfants avec trouble du spectre de l'autisme (TSA), ces deux composantes, épisodique et sémantique, présentent un fonctionnement atypique avec notamment un manque de richesse contextuelle et d'accès aux informations pouvant entraîner une modification du sentiment d'identité. Les principales théories cognitives évoquées dans l'autisme permettent de rendre compte en partie de ces troubles, mais il est nécessaire d'aller au-delà, du fait de la complexité de la MAB. En effet, elle repose sur de nombreux mécanismes et représentations cognitives qui évoluent avec le développement et dont les dysfonctionnements sont associés à des patterns autobiographiques différents.

Aussi, ce chapitre sera organisé en quatre parties. Tout d'abord, nous définirons le concept de MAB puis, dans une seconde partie, nous nous intéresserons à son développement chez l'enfant typique. Une troisième partie sera consacrée au fonctionnement de la MAB chez l'enfant et l'adolescent avec TSA pour ouvrir enfin sur la proposition de pistes d'interventions formulées à partir des prises en charge déjà existantes dans d'autres populations.

1.1. Composante épisodique ou expériences personnelles

La composante épisodique de la MAB se définit par la capacité à se souvenir des expériences personnellement vécues, mais également par la capacité à imaginer un événement futur qui pourrait survenir. La MAB épisodique (MAB-E) comprend l'ensemble des souvenirs des événements personnels situés dans un contexte donné, c'est-à-dire spatial et temporel, mais aussi émotionnel, sensoriel et riche de détails phénoménologiques. Elle renvoie à la conscience autonoétique qui sous-tend notre capacité à prendre conscience de nous-mêmes à travers le passé, le présent et le futur afin de maintenir une continuité de soi (Tulving, 1985). Ce voyage mental dans le temps permet de pouvoir ré- ou pré-expérimenter un événement, associé à un sentiment de reviviscence (Atance & O'Neill,

2005). Ces capacités de projection à travers le temps se traduisent particulièrement par une (re)visualisation de l'événement à la première personne, comme étant soi-même un acteur de l'événement, rejouant ou jouant une scène passée ou future. Ce point de vue facilite la récupération en renforçant l'adéquation entre les situations d'encodage et de récupération. La projection vers le futur est également appelée pensée épisodique future et s'appuierait, pour une partie, sur les souvenirs épisodiques orientés vers le passé (Suddendorf & Corballis, 1997). Cette hypothèse est confirmée par des études en neuropsychologie (Spreng et al., 2009) et en psychologie expérimentale (Busby & Suddendorf, 2005).

La MAB fait l'objet de différents modèles et, parmi eux, celui proposé par Conway (2005). Dans ce modèle de système de mémoire du *self*, la composante épisodique se situe au sommet de la hiérarchie, comme dans les propositions de Tulving. Selon Conway, un souvenir implique un processus de reconstruction dynamique à partir de trois types de connaissances, formant le *self* conceptuel, organisés hiérarchiquement du plus général au plus spécifique (Figure 9). Ainsi, le *self* conceptuel comprend : les schémas de vie mesurés en années (ex. : la scolarité), les périodes de vie, mesurées en jours, semaines ou mois (ex. : doctorat) et les événements généraux (ex. : la rédaction de la thèse). Enfin, le plus haut niveau correspond à la MAB-E comme décrit plus haut (ex. : le jour de la soutenance de thèse). La récupération d'un souvenir spécifique nécessite non seulement l'accès à l'épisodicité de cet événement mais aussi l'accès aux connaissances autobiographiques sémantiques (ou *self* conceptuel) liées à ce même événement et sous l'influence des processus exécutifs de la mémoire de travail, du *self* exécutif ainsi que de l'attention. Le *self* exécutif permet d'organiser les souvenirs d'expériences personnellement vécues et renvoie plus particulièrement à l'ensemble des désirs, buts actuels et croyances du sujet (le *working self*). La récupération d'un souvenir peut se décomposer en trois étapes : « trouver un indice », « rechercher » et « confirmer » le souvenir. Les indices peuvent être fournis par le *self* conceptuel (schémas de vie, périodes de vie et événements généraux) ou encore par des détails perceptivo-sensoriels. Dès l'encodage, le sujet interprète l'événement vécu selon ses croyances, buts et désirs du moment et l'information est intégrée dans des structures sémantiques préexistantes. La reviviscence du souvenir émerge de la cohérence du *self* actuel avec le self passé, permettant de revivre les détails perceptivo-sensoriels. Ainsi, le souvenir est encodé, reconstruit puis interprété à chaque fois en fonction du *self* actuel du sujet, ces mécanismes contribuant parfois à la formation de « faux souvenirs ».

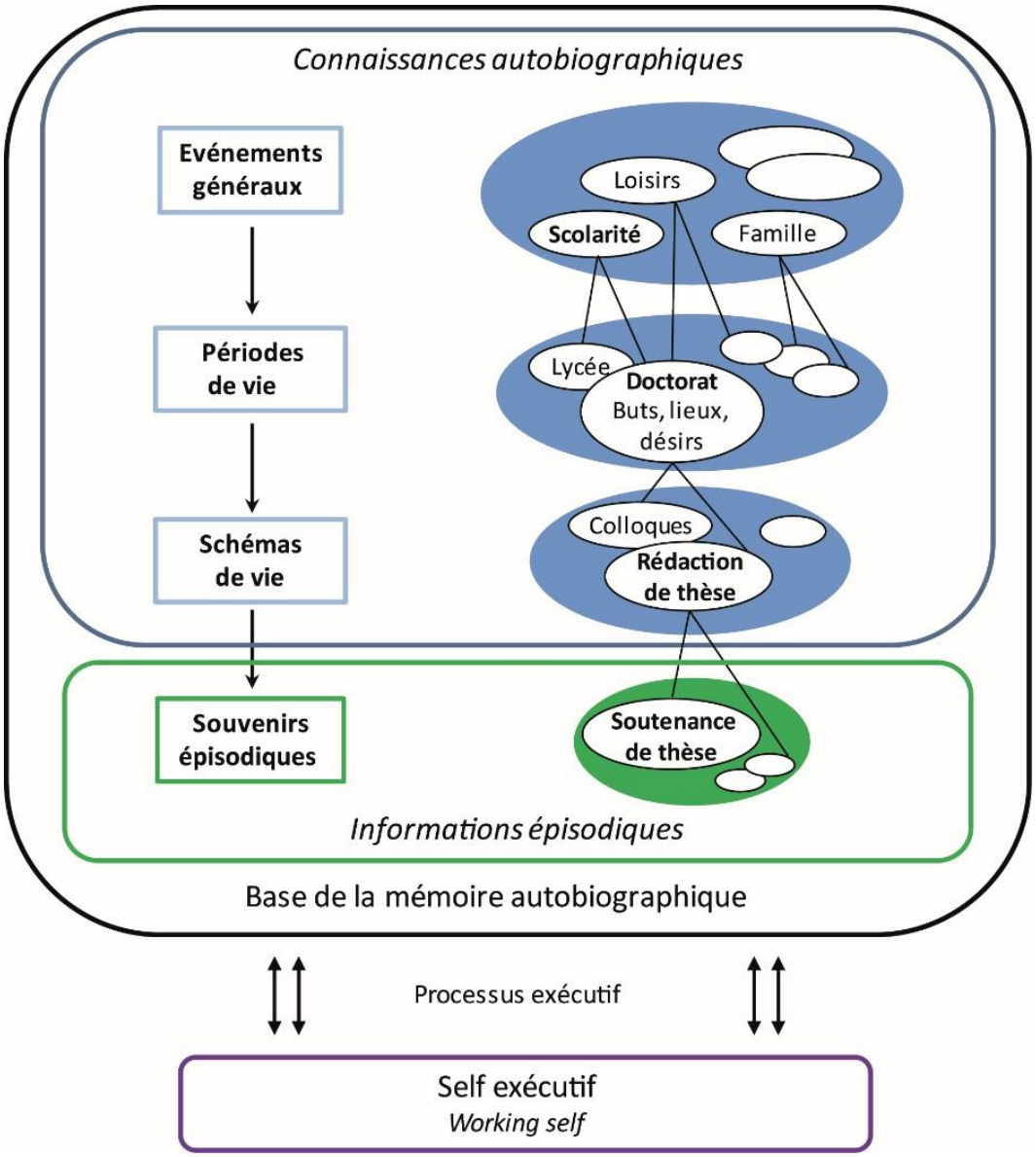


Figure 9 : *Self Memory System (d'après Conway, 2005).*

1.2. Composante sémantique ou connaissances personnelles

Pour aller plus loin dans le modèle de Conway, il convient de préciser que les schémas de vie rassemblent les connaissances générales sur soi comme notre environnement socioculturel, les relations avec nos proches, nos caractéristiques physiques, ou encore nos traits de personnalité (tableau 1). Les événements généraux concernent des événements répétés, étendus ou encore des événements liés par un même thème. L'ensemble de ces connaissances sémantiques reflète nos valeurs et buts personnels et joue un rôle clé dans notre vie quotidienne et dans notre engagement dans le futur.

Les connaissances personnelles permettraient de guider l'interprétation d'un événement qui serait ensuite ré-encodé et réinterprété à mesure des récupérations et modulé en fonction des nouvelles connaissances sémantiques apprises (Baker-Ward, Ornstein, & Principe, 1997) afin de redonner de la cohérence à l'événement (Ornstein et al., 1998). C'est pourquoi les connaissances sémantiques peuvent avoir des effets négatifs en modifiant le souvenir à force de le reconstruire, engendrant des distorsions, des intrusions, des inférences non pertinentes (Ornstein & Haden, 2001). Néanmoins, les connaissances sémantiques jouent un rôle essentiel dans l'accès aux souvenirs épisodiques.

Tableau 1 : *Caractéristiques de la MAB en fonction de la nature de l'information*

Mémoire autobiographique	**Composante épisodique**	**Composante sémantique**
Définition	Expériences personnelles uniques Contexte spatio-temporel Détails phénoménologiques (sensoriels, émotionnels…) Projection dans le passé et le futur	Connaissances personnelles Événements généraux (répétés ou étendus) indépendants d'un contexte spatio-temporel
Formation et maintien	Émotion, importance personnelle, imagerie mentale Réactualisation	Mécanisme de sémantisation
État de conscience	Autonoétique	Noétique
Point de vue	Acteur	Spectateur
Expérience subjective	Se souvenir, « je me souviens »	Savoir, « je sais »
Effet de la durée de rétention	Oubli au cours du temps (excepté certains souvenirs marquants)	Faible, voire inexistant
Rétention	Fragile	Résistante

1.3. Autres composantes cognitives mises en jeu

La MAB, de par sa complexité, est au centre d'interactions avec un grand nombre de fonctions, décrites ci-après (Figure 10).

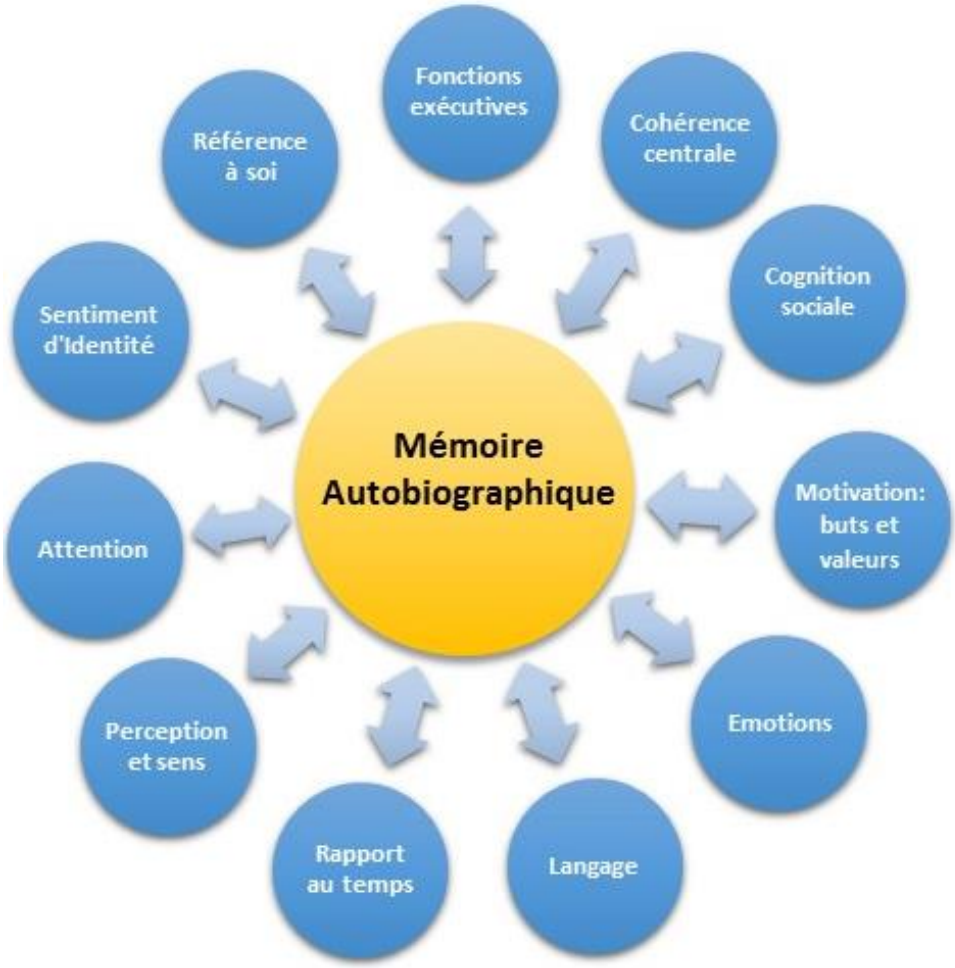


Figure 10 : *La MAB est au centre d'interactions d'un grand nombre de fonctions cognitives et de caractéristiques en lien avec la situation. Les fonctions exécutives, les capacités de cohérence centrale, la cognition sociale, les émotions, le langage, le rapport au temps, la perception, l'attention, le sentiment d'identité et la référence à soi sont en relation bidirectionnelle avec la MAB. Tiré de Wantzen, Anger, Eustache, & Guillery-Girard, 2017.*

1.3.1. Fonctions exécutives et attention

La mémoire de travail et les fonctions exécutives sont indispensables pour le rappel épisodique (Conway, 2005) et notamment les capacités de planification, de flexibilité, de prise de décision et du contrôle du *self* (Marcaggi, Bon, Eustache, & Guillery-Girard, 2010; Miyake et al., 2000). En effet, il est nécessaire d'être doté d'une certaine flexibilité afin de passer d'un souvenir à l'autre, d'être capable de planifier des événements futurs en se fondant sur notre expérience passée, ou encore d'inhiber des pensées non pertinentes. Les fonctions exécutives interviennent également dans la mémoire de la source (de Chastelaine, Friedman, & Cycowicz, 2007; Ruffman, Rustin, Garnham, & Parkin, 2001), dans le rappel contextuel (Cycowicz, Friedman, Snodgrass, & Duff, 2001), notamment temporel (Romine & Reynolds, 2004), ainsi que dans la résistance à la suggestibilité (Melinder, Endestad, & Magnussen,

2006). L'attention est également cruciale pour un bon fonctionnement de la MAB. Le souvenir sera d'autant mieux encodé si l'attention est portée sur l'événement lui-même, sur les détails le constituant et en adéquation avec les buts et valeurs actuelles du sujet.

Au-delà, les fonctions exécutives permettent également aux individus d'organiser leurs expériences, selon des connaissances, dans des domaines similaires, afin de faciliter le stockage et la récupération des informations. Ainsi, lors d'une nouvelle situation, l'individu recherche s'il a déjà vécu une situation équivalente et ajuste son comportement en conséquence. Le comportement est ainsi sans cesse influencé par les expériences préalables (Cashin, 2008).

1.3.2. Langage

Le langage et les capacités narratives, aussi bien verbalisées qu'intérieures, tiennent un rôle important dans la MAB (Fivush, Haden, & Adam, 1995; Reese & Cox, 1999), tant lors de l'encodage d'un événement qu'au moment de sa récupération (McGuigan & Salmon, 2004; Robertson & Köhler, 2007). La récupération d'un souvenir passe par la conversion d'une information non verbale en une information linguistiquement constituée. Le langage permet de prendre du recul sur un événement et renforce la trace mnésique, à force de répétitions. Par exemple, le discours entretenu avec les parents pendant et à la suite d'un événement (McGuigan & Salmon, 2004) permet de renforcer cette trace mnésique et contribue au bon développement de la MAB (Fivush, Haden, & Reese, 2006). De fait, la qualité des souvenirs de la mère (cohérence émotionnelle et qualité de soutien du dialogue) est associée à la spécificité de la MAB des enfants (Valentino et al., 2014). Cet échange permet également aux enfants de développer des capacités de théorie de l'esprit et d'améliorer leur aptitude à se projeter vers le futur (Suddendorf & Corballis, 1997). En effet, l'évocation des souvenirs de la mère est prédictive des compétences de MAB de son enfant : si la mère rapporte souvent et de façon détaillée et construite ses expériences passées, son enfant développera une MAB plus élaborée (Fivush et al., 2006).

1.3.3. Cognition sociale

La cognition sociale se réfère à l'ensemble des processus neurocognitifs permettant d'interagir avec les autres d'une façon socialement adaptée (Bertoux, 2016). Elle renvoie à différentes compétences et en particulier à la théorie de l'esprit qui se définit par la capacité que nous avons à comprendre notre propre état mental et celui d'autrui. Cette capacité joue un rôle important dans le développement de la

MAB impliquant de prendre conscience des expériences subjectives passées et de se projeter dans le futur (Perner & Ruffman, 1995; Welch-Ross, 1997). En effet, le fait de raconter un souvenir, que ce soit à une autre personne ou à soi-même, est en soi un acte social. Aussi, la MAB se construit dans les interactions sociales, dans le rapport à l'autre, et va orienter le contenu du souvenir selon le contexte. Le contexte social formate ainsi le contenu de la mémoire. Inversement, la MAB facilite les engagements sociaux à travers le partage de souvenirs et se trouve améliorée par la construction narrative commune et l'échange de souvenirs avec les autres (Nelson & Fivush, 2004). L'implication de la cognition sociale dans le fonctionnement de la MAB est également illustrée par le fait que cette mémoire est positivement corrélée à la résolution de problèmes sociaux (Goddard, Dritschel, & Burton, 1997). Ces interactions entre mémoire individuelle et mémoire collective avaient été anticipées par le sociologue Maurice Halbwachs, dès le début du xx^{e} siècle et bien avant le « tournant social » des neurosciences. Pour cet auteur, la MAB est totalement dépendante de son cadre social (Halbwachs, 1925; Eustache, Guillery-Girard, & Dayan, 2017; Legrand, Gagnepain, Peschanski, & Eustache, 2015).

1.3.4. Perception et sens

Les modalités sensorielles et perceptives (toucher, odeurs, bruits, mouvements…) font partie intégrante du souvenir et permettent de revivre ou d'imaginer un évènement comme si nous y étions réellement (Hopkin, 2004). Elles fournissent autant d'indices de récupération comme l'odeur d'un gâteau de notre grand-mère ou une musique particulière. La modalité visuelle est particulièrement importante. Ainsi, lors de la présentation d'un mot indice, les mots fortement imageables améliorent la récupération d'un souvenir spécifique (Williams, Healy, & Ellis, 1999). Cette même équipe a également montré qu'un mot à forte connotation visuelle permettait un meilleur rappel de souvenirs par rapport à des mots à connotation olfactive, tactile, auditive, motrice ou abstraite. Au contraire, Goddard et ses collaborateurs ont observé, chez des adultes au développement typique, que les souvenirs retrouvés avec un indice odorant sont plus anciens et plus émotionnels que ceux retrouvés avec un indice imagé ou un mot (Goddard, Pring, & Felmingham, 2005). Ils sont toutefois plus généraux (les individus ont tendance à se référer à des événements répétés) et les souvenirs mettent plus de temps à être récupérés. De la même façon, Herz en 2004 propose 3 indices (popcorn, feux de camp et herbe coupée) dans leur forme odorante, imagée et auditive. Seuls les indices olfactifs produisent des souvenirs plus émotionnels et détaillé.

1.3.5. Émotion

L'émotion tient une place primordiale au moment de l'encodage, mais aussi lors de la restitution du souvenir. La connaissance des émotions (reconnaissance et évocation des émotions complexes) est un facteur prédictif du développement de la MAB des enfants, au-delà des capacités linguistiques (Wang, Hutt, Kulkofsky, McDermott, & Wei, 2006). Les événements émotionnels (positifs ou négatifs) sont mieux retenus que les événements neutres. Cette particularité dépendra en outre de la sensibilité émotionnelle de l'individu à ce moment-là, ce qui se traduit par le phénomène de congruence à l'humeur. En d'autres termes, quelqu'un de triste se rappellera mieux des évènements tristes que des évènements heureux. L'émotion est intimement liée à notre image, et permet de trier les souvenirs en retenant les éléments ayant un sens dans notre parcours à un moment donné.

1.3.6. MAB, self *et identité personnelle*

L'identité se définit par le fait qu'une personne demeure la même à travers le temps malgré les changements qualitatifs et qu'elle a conscience de cette permanence. L'identité personnelle repose sur un aspect dynamique et adaptatif en interaction avec le contexte social (degré de familiarité, actes des autres, image renvoyée…) et l'environnement (contexte socioculturel, souvenirs…). Aussi, le regard de l'autre a de l'importance sur le maintien de sa propre identité et influence notre comportement. Klein propose que l'identité personnelle soit composée de plusieurs systèmes neurocognitifs (Klein, 2012). On y retrouve l'architecture de l'identité constituée par la représentation épisodique de soi, les connaissances sémantiques de ses propres traits de personnalité et les représentations sémantiques de soi, ainsi que la conscience de soi renvoyant cette fois au sentiment de continuité dans le temps, à l'agentivité (se vivre comme l'auteur de ses propres actions et pensées), à l'introspection et enfin à l'identité physique. Les représentations identitaires peuvent être rassemblées selon la valence (positive ou négative), la temporalité (passé, présent ou futur) ou encore le domaine (social, physique, moral…) (Eustache, 2012). La MAB est organisée autour de l'identité, permettant aux souvenirs d'être mieux encodés et donc mieux rappelés (Howe & Courage, 1993).

L'identité ou *self* tient une place importante dans le modèle de Conway. Dans cette théorie cognitive du *self* évoquée précédemment, le concept de soi (*self-concept*) joue un rôle primordial dans l'organisation de la MAB et les fonctions exécutives interviennent dans les capacités à moduler les rappels de la MAB (Conway & Pleydell-Pearce, 2000). Le concept de soi regroupe les traits de personnalité, l'introspection, la temporalité personnelle et les caractéristiques physiques (Klein & Gangi, 2010; Klein, German, Cosmides, & Gabriel, 2004). Ainsi, de meilleures performances de

mémoire ont été observées lorsqu'un individu effectue des actions lui-même que lorsque d'autres personnes les effectuent (Baker-Ward, Hess, & Flannagan, 1990).

Les souvenirs pertinents pour soi (*self-relevant*) sont particulièrement importants dans la construction identitaire et sont associés à la qualité de la perception de soi. Ainsi, des souvenirs définissant positivement le soi engendrent une bonne estime de soi et inversement, des souvenirs négatifs font baisser l'estime de soi (Çili & Stopa, 2015). Les informations seront d'autant mieux retenues qu'elles sont pertinentes pour soi (*self-revelant*) ou encodées en lien avec le *self* (Rogers, Kuiper, & Kirker, 1977; Symons & Johnson, 1997). Le *self* est censé agir comme une structure conceptuelle avec des propriétés élaboratrices et organisationnelles qui améliorent l'encodage profond de l'information en mémoire (Symons & Johnson, 1997). Ainsi, la récupération d'un souvenir est facilitée par les représentations du *self* et notamment la valence et la cohérence du concept du *self* (Crane, Barnhofer, & Williams, 2007; Valentino et al., 2014) et permet de revivre l'évènement avec un *self* comme objet de l'expérience, c'est-à-dire de prendre conscience d'un état passé de soi. Les indices relatifs à des objectifs évalués comme étant actuellement poursuivis par l'individu augmentent la vitesse de récupération des événements spécifiques et généraux (ex. : manger plus sainement, avoir de meilleures notes). Plus particulièrement, les objectifs poursuivis pour des raisons liées à soi (*self-concordant*, ex : je fais des études en neuropsychologie, car c'est un domaine qui me passionne) facilitent l'accès aux connaissances générales de la MAB par rapport à des objectifs dirigés par une motivation extérieure (ex. : faire plaisir aux parents) (Moberly & MacLeod, 2006).

Par conséquent, la mémoire et l'identité sont intimement liées. D'une part, l'identité, par nos valeurs, croyances et buts, guide les choix de notre mémoire. D'autre part, la mémoire soutient l'émergence de l'identité personnelle en liant entre elles les expériences vécues et permet de savoir qui nous sommes.

La MAB est une entité complexe, faisant intervenir de multiples facteurs, ce qui implique un développement lent et progressif chez l'enfant. La partie suivante sera consacrée à la description de l'ensemble de ce processus de maturation de la MAB (figure 11).

2. Développement de la MAB

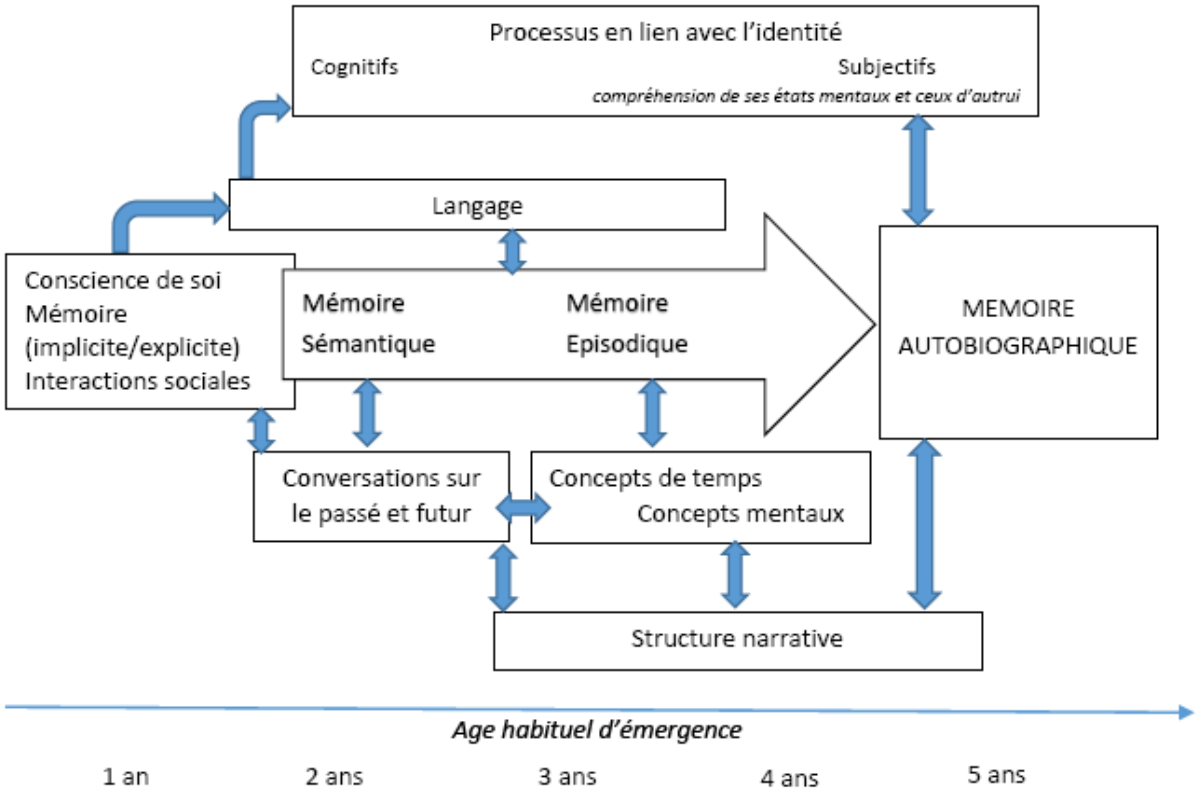


Figure 11 : *Modèle développemental de la mémoire autobiographique (inspiré de Nelson et Fivush, 2004)*

2.1. L'amnésie infantile

La description princeps de « l'amnésie infantile », telle que proposée par Freud, se caractérise par l'absence de souvenirs des premières années de vie une fois la personne devenue adulte. La durée est réduite à 2 ans environ, selon la description proposée par Tulving (pour revue Piolino & Eustache, 2002). Cette amnésie devient plus parcellaire entre l'âge de 2 et 5 ans (Newcombe, Lloyd, & Ratliff, 2007; Piolino et al., 2007).

Néanmoins, dès la première année, la conscience de soi, la mémoire implicite et explicite et les capacités à interagir avec autrui émergent progressivement (Nelson & Fivush, 2004). Plus précisément, la conscience de soi implicite, ou agentivité, qui représente la faculté d'un être à interagir avec son environnement, se développe dès 24 heures après la naissance. La conscience de soi en tant que concept ou représentation apparaît vers 18 mois avec la distinction entre « je » et « moi » (Howe & Courage, 1997) et la réussite lors du test de reconnaissance dans le miroir. Dès l'âge d'un an, les enfants sont capables d'avoir une mémoire « d'épisodes » spécifiques d'évènements qu'ils ont vécus. À cet

âge, ils sont en effet capables de retenir une séquence d'actions et de la rappeler quelques mois après (Bauer, Hertsgaard, & Dow, 1994). Aux alentours de 2 ans, les enfants commencent à parler d'événements passés (Eisenberg, 1985). Ces enfants mémorisent des événements dont ils sont capables de se souvenir et de parler, mais ils les oublient avec le temps. Les évènements vécus sont rapportés plutôt comme des séquences d'actions ordonnées, répétées et invariantes (pour revue, Peterson, 2002), ou encore sous forme d'images flash, d'expériences sensorielles et émotionnelles isolées et dénuées de contexte spatiotemporel (Newcombe et al., 2007).

Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette amnésie infantile comme l'immaturité du *self* conceptuel renvoyant aux connaissances personnelles, indispensables pour organiser les souvenirs, une absence de verbalisation qui permettrait de structurer le souvenir et d'en faire une représentation mentale, ou encore l'immaturité de certaines régions cérébrales et notamment les lobes frontaux sous-tendant le bon fonctionnement exécutif (Conway, 2005). Par ailleurs, les souvenirs d'enfance seraient plus facilement oubliés : l'oubli est d'autant plus important que l'enfant est jeune. Ce phénomène est notamment lié à une neurogénèse hippocampique importante, lors de la première année de vie, qui ne permettrait pas aux traces mnésiques de se former durablement. Enfin, il n'y aurait pas d'adéquation entre les « situations » vécues par un bébé et celles récupérées plus tardivement (*self*, intérêts, perception, indices de récupération différents).

2.2. Développement de la MAB chez l'enfant au développement typique

La fin de l'amnésie dense peut être estimée à environ 2 ans. Surviennent à cet âge, le langage, puis les capacités conversationnelles sur le passé et le futur ainsi que la capacité à manipuler des représentations mentales en dehors de la présence des objets. Dans la continuité, la mémoire des événements se développe, ainsi que les concepts de temps et la structure narrative tenant compte de l'ordonnancement des évènements (figure 11) (Eustache & Guillery, 2016).

L'émergence du *self* conceptuel s'observe également à partir de 2 ans : les souvenirs encodés dans ce cadre reflètent des événements de son propre passé (Howe & Courage, 1993; Quas et al., 1999). Néanmoins, il ne s'agit pas encore de souvenirs épisodiques, mais plutôt des connaissances personnelles (Bruce et al., 2005; Piolino & Eustache, 2002). L'émergence de la MAB-E dépend de l'émergence du concept de soi rudimentaire qui est lui-même basé sur les connaissances de MAB sémantique (Howe & Courage, 1993; Neisser, 1988). Survient ensuite le développement du concept de soi étendu dans le temps résultant du développement de la MAB-E et notamment des pensées

épisodiques futures. En effet, les différentes études de l'équipe de Povinelli ont montré que les enfants en dessous de 4 ans ne comprennent pas comment un évènement du passé récent, expérimenté par leur *self* est connecté à leur *self* actuel (Povinelli, Landau, & Perilloux, 1996; Povinelli, 2001). En effet, dans des expériences filmées par ces auteurs, un expérimentateur colle un sticker sur la tête d'un enfant puis, quelque temps après, l'enfant voit dans la vidéo l'expérimentateur qui colle le sticker sur sa tête. L'enfant, avant 4 ans, n'est pas capable de l'enlever et de faire le lien entre lui au moment où il regarde la vidéo et lui dans cette même vidéo. Ce n'est que vers 4 ans que la relation entre une localisation temporelle d'évènements et sa propre position dans le temps prend son sens. À partir de 4 ans, commence à se développer cette conscience autonoétique, indispensable à la mémoire épisodique.

En parallèle, les processus en lien avec l'identité apparaissent. Le développement de la théorie de l'esprit permet à l'enfant de rappeler un souvenir comme personnellement vécu et non simplement associé à un sentiment de familiarité. Ainsi, jusqu'à cet âge, les enfants ont des difficultés à prendre conscience des expériences subjectives dans le passé, le présent et le futur et donc à appréhender cette capacité de voyage mental dans le temps. Avant l'âge de 4 ans environ, les enfants utiliseraient des systèmes mnésiques moins élaborés émergeant successivement : mémoire procédurale, système de représentations perceptives, mémoire sémantique, puis mémoire de travail (Dégeilh, Eustache, & Guillery-Girard, 2015; Tulving, 2005).

À 3 ans, les enfants ont des difficultés à identifier la source ou l'origine de l'information qu'ils ont en mémoire (O'Neill, Astington, & Flavell, 1992; O'Neill & Chong, 2001; O'Neill & Gopnik, 1991). Ce n'est que vers l'âge de 4 à 5 ans que ces compétences évoluent, mais ces enfants ne peuvent pas encore décrire leurs souvenirs de façon épisodique comme l'entend Tulving. En effet, le rappel des souvenirs chez les jeunes enfants reste peu détaillé avec moins de détails perceptifs, d'états mentaux ou d'informations sur les souvenirs (Van Abbema & Bauer, 2005) ou sur le contexte spatio-temporel d'encodage (Pillemer, 1992; Pillemer, Picariello, & Pruett, 1994). À 5 ans, il est possible d'observer des détails plus précis, par exemple, la modalité sensorielle de l'encodage (Gopnik & Graf, 1988; Perner & Ruffman, 1995). Ces compétences dépendent également de la capacité à associer les détails entre eux afin de former une représentation mnésique cohérente (Sluzenski, Newcombe, & Kovacs, 2006).

À cet âge, les enfants sont à même de collecter des connaissances sémantiques sur eux-mêmes et sur le monde. Ces connaissances sont basées sur leur expérience passée et guident leurs actions dans le présent (Nelson, 2001). Elles modulent la compréhension de l'enfant des faits, leur interprétation et les aspects de l'information auxquels il porte attention (Greenhoot, 2000). La récupération d'un évènement encodé sera plus facile chez ces jeunes enfants si les connaissances associées sont plus

nombreuses. De ce fait, les représentations plus élaborées et interconnectées augmentent le nombre et les modalités d'indices de récupération ultérieure (Baker-Ward et al., 1997; Pillemer et al., 1994). Ces connaissances participent également à la projection dans le futur. En effet, chez les jeunes enfants, cette projection est tout d'abord guidée par leur connaissance personnelle plutôt que par leur capacité à s'imaginer dans un évènement futur (Hudson, Fivush, & Kuebli, 1992).

L'ensemble de ces phénomènes développementaux fait qu'avec l'avancée en âge des enfants, les représentations mnésiques des souvenirs deviennent de plus en plus épisodiques et leur restitution s'accompagne d'un sentiment de reviviscence (remember) (Czernochowski, Mecklinger, Johansson, & Brinkmann, 2005) qui évolue encore jusqu'à 14 ans (Ghetti & Angelini, 2008).

Ainsi, jusqu'à 10 ans, les enfants peuvent encore évoquer des souvenirs omettant des détails comme les personnes présentes ou le contexte spatio-temporel (Bauer, Burch, Scholin, & Güler, 2007). En effet, le rappel du contexte d'encodage chez le jeune enfant est plus difficile que le rappel d'une information factuelle (Cycowicz et al., 2001; Guillery-Girard et al., 2013). La mémoire contextuelle continue à se développer au-delà de 10 ans (Czernochowski et al., 2005), aussi bien pour le contexte spatial (Gulya et al., 2002) que pour le contexte temporel (Romine & Reynolds, 2004). Aussi, le développement de la MAB se poursuit jusqu'à la fin de l'adolescence, que ce soit pour la projection dans le passé ou dans le futur (Hudson et al., 1992).

Par conséquent, la MAB est centrale dans la construction psychologique de l'enfant, ses comportements et le maintien d'une cohérence identitaire (Robinson, Howlin, & Russell, 2016). Cette relation entre mémoire et identité se trouve être au cœur de la problématique autistique et de leur développement qui suit une trajectoire singulière.

3. La mémoire autobiographique chez les enfants avec TSA

3.1. Défaut de la composante sémantique

Les enfants avec autisme possèdent une MAB sémantique particulière (Bon et al., 2012; Bruck, London, Landa, & Goodman, 2007; Goddard, Dritschel, Robinson, & Howlin, 2014). En effet, ils ne présentent pas de différence de performances avec des enfants au développement typique sur la reconnaissance d'évènements de vie généraux (« as-tu déjà pris l'avion ? ») alors qu'il existe une diminution de performances pour des questions ouvertes sur des connaissances personnelles (« quel était le nom d'un de tes professeurs de primaire ?») (Bruck et al., 2007). Par ailleurs, la description des caractéristiques physiques est comparable à celle d'adolescents au développement typique, que ce

soit au niveau quantitatif ou qualitatif (voir Damon & Hart, 1991, pour le développement typique). Cependant, les descriptions de leurs caractéristiques psychologiques et sociales sont moins nombreuses, de moins bonne qualité et moins organisées. Les détails associés aux interactions sociales lors d'événements généraux sont également moins nombreux. Il semble exister dans l'autisme une dissociation entre un concept de soi physique préservé et un concept de soi psychologique plus fragile.

Lind (2010) évoque l'hypothèse d'un retard dans le développement de l'identité chez l'enfant avec TSA qui se comblerait à l'âge adulte. Le développement du langage et des fonctions exécutives, autorisant la mise en place de stratégies compensatoires, pourrait permettre d'améliorer le fonctionnement de la MAB sémantique. Toutefois, aucune étude n'a testé cette hypothèse et une seule a été réalisée selon une approche longitudinal (Bon et al., 2012). Ce travail montre un oubli progressif des connaissances personnelles chez un enfant avec TSA, suggérant un défaut de sémantisation qui pourrait être lié à un manque de réactivation de ses connaissances sous forme de pensées internes, mais aussi dans un contexte d'interactions sociales moindres.

3.2. Défaut de la composante épisodique

Les enfants avec TSA ont des difficultés de MAB-E, autant dans l'encodage, la récupération d'un souvenir que dans la projection dans le futur. La MAB-E chez ces enfants semble avoir un fonctionnement proche de la mémoire événementielle des jeunes enfants (Bon et al., 2012).

3.2.1. Difficultés d'encodage

Les stratégies de mémorisation sont atypiques dans les TSA. Cette hypothèse fut évoquée dès 1970 (Hermelin & O'Connor, 1970) à partir de l'incapacité des personnes avec TSA à bénéficier d'un encodage profond. Ces résultats ont été largement répliqués depuis, donnant lieu à différentes théories telles que l'hypothèse du support de la tâche de Dermot Bowler (Bowler, Gardiner, & Berthollier, 2004) ou le modèle de traitement des informations complexes de Nancy Minshew (Minshew et al., 1997).

3.2.2. Difficultés de récupération

Il est classiquement observé des difficultés de récupération d'un souvenir dans les TSA. L'hypothèse du support de la tâche proposée par Dermot Bowler, met en avant que le rappel est meilleur quand

un support est apporté (Bowler et al., 2004, p. 200; McCrory, Henry, & Happé, 2007). En revanche, une autre étude a montré qu'une série de questions normalisées (p. ex. " Où s'est produit cet événement ?") ne semble pas accroître les performances, que ce soit pour les souvenirs du passé ou pour la projection dans le futur (Ciaramelli et al., 2018).

Ces difficultés ont été décrites dès 1976 par Boucher & Warrington (Boucher & Warrington, 1976). Depuis, de nombreuses études se sont intéressées à ces difficultés. Les enfants avec TSA ont tout d'abord besoin de plus d'incitations et d'instructions précises de récupération par rapport aux groupes de comparaison et produisent des souvenirs plus généraux et davantage de hors sujets (Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014; Losh & Capps, 2003). Les récits des expériences personnelles sont rapportés avec une syntaxe moins complexe (Losh & Capps, 2003); les enfants avec TSA incorporent moins d'éléments essentiels lors du rappel libre d'évènements organisés (McCrory et al., 2007) et la cohérence du récit est moindre par rapport à un groupe d'enfants avec des troubles du langage d'origine développementale (Goldman, 2008). La cohérence s'appuie sur le contexte (quand, où…), la chronologie (découpage des différentes parties du discours) et le thème d'un récit narratif (Reese et al., 2011). Les enfants avec TSA ne semblent pas avoir de difficultés avec les outils narratifs et les défauts de récupération semblent indépendants des capacités verbales et cognitives (Bruck, London, Landa, & Goodman, 2007; Losh & Capps, 2003; Terrett et al., 2013). Ils présentent toutefois des difficultés sur le contenu épisodique en produisant plus de réponses désorganisées ou non pertinentes (Losh & Capps, 2003). Bruck et collaborateurs (2007) notent que les récits de souvenirs et de connaissances personnelles comportent plus d'omissions et d'erreurs en comparaison à ceux du groupe de référence. Par ailleurs, les récits personnels des enfants avec TSA ressemblent plus à une série d'actions ou de descriptions qu'à des séquences d'événements cohérentes (Goldman, 2008). Un effet de la distance temporelle a également été observé : les événements récents sont rappelés avec plus de détails et d'émotions que les événements anciens (Bon et al., 2012; Bruck et al., 2007; Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014) et que les projections futures éloignées (Terrett et al., 2013).

Les difficultés de MAB diminuent avec l'âge chez les enfants avec TSA, grâce au développement des compétences socio-émotionnelles, qui soutiennent le fonctionnement de la MAB et qui permettent d'établir des stratégies compensatoires pour faciliter la récupération des souvenirs (Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014). Ainsi, la récupération de souvenirs chez les personnes avec TSA semble facilitée par l'utilisation d'indices portant sur leur intérêt spécifique ou leur préférence sensorielle plutôt que par des informations concernant leur *self* ou des schémas généraux (McDonnell, Valentino, & Diehl, 2017). Une relance permet d'obtenir des réponses plus détaillées et plus précises, de la part des enfants avec TSA, que des questions de reconnaissance. Ces enfants rappellent moins

de détails narratifs que le groupe contrôle lorsqu'ils sont interrogés avec des questions ouvertes, des questions indicées et des questions directives. De plus, apporter un soutien social (s'adresser à l'enfant par son nom, apporter un renforcement positif, montrer son appréciation par rapport aux efforts et à la collaboration que fournit l'enfant…) entraîne un bénéfice lorsque les enfants sont interrogés pour la première fois, mais pas après un délai plus long (Almeida, Lamb, & Weisblatt, 2018).

Dans une étude centrée sur les discours des enfants avec leur famille pendant le dîner, il a été observé que les enfants avec TSA racontent spontanément plus de récits d'événements, qu'ils ont lus ou vus, que de récits d'événements personnellement vécus en comparaison au groupe de contrôles (Solomon, 2004). Même si les difficultés linguistiques participent aux difficultés de rappel de souvenirs (King, Dockrell, & Stuart, 2013), elles ne permettent pas de rendre totalement compte du profil de fonctionnement de la MAB (Lind, Williams, Bowler, & Peel, 2014; Losh & Capps, 2003). Parmi ces difficultés figurent l'emploi de connecteurs en moins grand nombre et une syntaxe moins complexe que chez les enfants au développement typique (King et al., 2013; Losh & Capps, 2003, 2006).

Quelques études ont été réalisées sur la période préscolaire dans un contexte d'échanges de souvenirs entre la mère et l'enfant, période où les compétences centrales de la MAB émergent (McDonnell et al., 2017). Ces travaux rapportent que les parents d'enfants avec TSA utilisent des éléments particuliers pour obtenir un échange avec leur enfant, compte tenu des difficultés rencontrées (émotions, théorie de l'esprit, interactions…). La quantité et la longueur des discours entre les enfants et les parents sur les événements vécus ne diffèrent pas des familles ordinaires, mais les parents d'enfants avec TSA utilisent plus de questions directes (fermées ou à choix multiples) et apportent plus de corrections. Ils sont plus directifs dans le but d'avoir une meilleure participation de leur enfant (Goldman & DeNigris, 2015). La mémoire de la source et le contexte spatio-temporel sont peu évoqués lors de discussions avec les parents (Bartsch, Horvath, & Estes, 2003). La perspicacité des parents à comprendre les expériences de leur enfant serait liée à la sensibilité maternelle et à l'attachement de l'enfant envers ses parents (Oppenheim, Koren-Karie, Dolev, & Yirmiya, 2009, 2012). Par ailleurs, dans ces familles, la façon dont la mère lit une histoire à son enfant (explication, discours émotionnel…) pourrait prédire les performances de théorie de l'esprit de cet enfant (Slaughter, Peterson, & Mackintosh, 2007) et ses compétences langagières (Bellon, Ogletree, & Harn, 2000). Enfin, les parents d'enfants avec TSA seraient plus stressés que les parents d'enfants au développement typique (Hoffman, Sweeney, Hodge, Lopez-Wagner, & Looney, 2009) et présenteraient plus de symptômes de dépression et d'anxiété (Bitsika & Sharpley, 2004; Singer, 2006). Ces symptômes peuvent entrainer une diminution de l'enthousiasme et de l'expressivité (Foster, Garber, & Durlak, 2008) et en retour affecter le développement de la MAB de leur enfant.

Ces perturbations de l'accès à l'information en mémoire à long terme pourraient également être liées à un dysfonctionnement exécutif (Boucher, 2007). Cela se manifesterait par des difficultés de manipulation en mémoire de travail, un défaut de flexibilité mentale (Russo et al., 2007), de planification, d'inhibition et de contrôle de soi (Robinson, Goddard, Dritschel, Wisley, & Howlin, 2009). Or, la MAB est corrélée aux fonctions exécutives chez les enfants avec TSA (Dalgleish et al., 2007; Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014; Maister, Simons, & Plaisted-Grant, 2013; McCrory et al., 2007) et plus précisément à la capacité à intégrer et à organiser l'information en mémoire, à la flexibilité mentale et à la fluence verbale (Goddard, Dritschel, & Howlin, 2014; Maister et al., 2013). Ces difficultés de MAB sont également liées à la gravité des symptômes des TSA et aux déficits de la théorie de l'esprit (Ciaramelli et al., 2018).

Aussi, les souvenirs vécus comme des faits généraux pourraient résulter en grande partie de difficultés de flexibilité et d'inhibition des informations interférentes. De même, les difficultés de projection peuvent être associées à des défauts d'initiation, de planification, de flexibilité et de régulation de soi qui gênent la recombinaison d'éléments de plusieurs souvenirs pour imaginer un nouvel événement (Terrett et al., 2013).

3.2.3. Richesse des souvenirs

Comparés à des enfants au développement typique, les enfants avec TSA produisent moins de détails narratifs (moins de mots), perceptifs (vu, entendu), émotionnels (joyeux, effrayant) et cognitifs (« j'ai pensé, j'ai cru ») (Brown, Morris, Nida, & Baker-Ward, 2012). Il existe également une diminution du vocabulaire décrivant les états internes (Bang, Burns, & Nadig, 2013; Lind et al., 2014). Les souvenirs contiennent moins de contenus socialement saillants (McCrory et al., 2007), d'éléments associés à une signification personnelle (Goldman, 2008) et de justifications sur ces évènements, leurs états mentaux et leurs comportements (Losh & Capps, 2003). Les difficultés rencontrées pour les projections futures semblent identiques à celles qui concernent les projections vers le passé. Ainsi, l'étude de Terret et collaborateurs rapporte l'existence de projections épisodiques dans le futur moins élaborées et moins détaillées que celles du groupe de comparaison (Terrett et al., 2013). Plus récemment Marini et collaborateurs (2019) ont mis en évidence, avec un paradigme demandant un minimum d'exigences narratives, que les capacités de projections futures ne seraient altérées que chez certains enfants avec TSA et qu'il existe une relation entre ces difficultés de projections et les difficultés dans des processus de génération narrative.

Un effet de l'orientation temporelle a été observé : les souvenirs restent toutefois plus détaillés que les projections futures suivant le même pattern que les contrôles de même âge.

Par ailleurs, les TSA sont caractérisés par un fonctionnement perceptif atypique : biais en faveur de l'information locale, hypo ou hypersensibilité, ou encore prédominance d'un traitement perceptif de bas niveau (Mottron et al., 2006). Selon Dawson et Watling (2000), les perturbations mnésiques pourraient être dues à des modifications sensorielles. Par exemple, les difficultés de mémoire visuelle pourraient traduire la présence d'un trouble d'imagerie mentale nécessaire à la MAB (Goddard, Howlin, Dritschel, & Patel, 2007; Vannucci, Pelagatti, Chiorri, & Mazzoni, 2016; Williams et al., 1999). Enfin, les enfants avec TSA présentent des comportements atypiques d'exploration visuelle, comme des regards latéraux, permettant de réguler les informations au niveau de l'entrée perceptive. En conséquence, les contextes d'encodage et de restitution seront différents, rendant la récupération du souvenir plus difficile.

Enfin, il existe également des difficultés de mémoire de la source. La mémoire de la source renvoie à l'origine de l'information : interne (« l'ai-je dit ou l'ai-je pensé ? »), externe (« est-ce Pierre ou Paul qui l'a dit ? »), ou interne/ externe (« l'ai-je dit ou quelqu'un d'autre l'a-t-il dit ? »). Les données obtenues sont hétérogènes et soulignent l'importance du critère « social » (Lind & Bowler, 2009; Russell & Jarrold, 1999). Des difficultés plus importantes sont observées lorsque les personnes ont à reconnaître la source à partir d'un visage par rapport à un détail vestimentaire. Ces difficultés sont également liées au dysfonctionnement exécutif et à la capacité à initier et organiser les souvenirs en mémoire.

3.2.4. Défaut de cohérence centrale et association

Le défaut de cohérence centrale dans les TSA a été décrit par Happé et Frith (2006) et renvoie à l'incapacité de relier des éléments comparables entre eux et ainsi d'avoir une vision globale du monde. Les personnes avec TSA vont plutôt avoir une approche par le détail (dessin, conversation…).

Les difficultés de MAB pourraient également être liées à ce défaut de cohérence centrale (McCrory et al., 2007). En effet, les difficultés à regrouper des concepts similaires perturberaient la construction, l'organisation puis la récupération des informations (Bowler, Gaigg, & Lind, 2011; Bowler, Gaigg, & Gardiner, 2008; Cashin, 2005). Les souvenirs seraient stockés comme des éléments isolés, par ordre chronologique et sans lien avec des connaissances ou des évènements dans des domaines thématiques similaires, ce qui empêcherait de créer une représentation mentale cohérente. En effet, les personnes avec TSA ne présentent pas d'amélioration de leurs performances quand les items à encoder sont liés sémantiquement, pouvant être organisés par catégories sémantiques par le participant pour améliorer

la mémorisation, contrairement aux contrôles (Lind & Bowler, 2010). La catégorisation nécessite d'associer les informations entre elles, ce qui implique des capacités d'association ou de « binding ». L'altération de ces capacités dans les TSA pourrait rendre compte des difficultés à récupérer des souvenirs et à imaginer des pensées futures épisodiques et plus précisément à lier des évènements passés pour imaginer des évènements futurs. Il y a peu de comparaison avec une situation équivalente : toutes les situations sont vécues comme étant nouvelles. Ce mécanisme est très coûteux, angoissant et expliquerait la peur du changement et la mise en place de routines qui rassurent.

La « *fuzzy trace theory* » décrit le changement au cours du développement typique passant d'un encodage préférentiel des informations concrètes, littérales et détaillées telles qu'elles ont été présentées, à un encodage des informations plus général allant à l'essentiel (substantiel) mais plus flou (*fuzzy ;* L'encodage, l'accessibilité et la récupération vont être modifiés par le fait de se baser sur les informations concrètes, littérales (verbatim) ou plutôt sur les informations essentielles (*gist*). Cette stratégie d'encodage, basée sur les éléments essentiels de l'évènement, permettrait une récupération plus facile du souvenir (Howe, 2011; Schneider, Price, Roberts, & Hedrick, 2011; Shing & Lindenberger, 2011). Une personne typique se souvient plus facilement de la scène globale de manière relativement « floue » mais cohérente tandis qu'une personne avec TSA aura tendance à récupérer des informations plus détaillées, fragmentées et plus difficiles d'accès, rendant le souvenir plus morcelé. De plus, la trace mnésique des informations spécifiques va également souffrir des contraintes en lien avec leur spécificité d'encodage qui va nécessiter des indices de récupération très détaillés qui seront plus difficiles d'accès. La recherche d'informations détaillées prend plus de temps et ces informations sont plus sensibles à l'interférence.

3.2.5. Cognition sociale et émotion

Le défaut de cognition sociale se traduisant par des difficultés de compréhension de ses propres états mentaux et ressentis émotionnels, ainsi que de ceux des autres, a des répercussions majeures sur la narration des évènements épisodiques (Brown et al., 2012). Ces difficultés perturbent le fonctionnement du langage intérieur avec une diminution du vocabulaire décrivant les états internes qui appauvrit la narration (voir Crane, Goddard, & Pring, 2010 chez l'adulte). C'est pourquoi les détails narratifs concernant les souvenirs d'événements passés sont moins nombreux, ainsi que les propriétés émotionnelles, cognitives et perceptives (Bruck et al., 2007). Comme évoqué précédemment, les difficultés d'interactions sociales, de communication verbale et de socialisation perturbent également l'élaboration et la consolidation des souvenirs (Bon et al., 2012; Goddard et al., 2007). Par ailleurs, les enfants avec TSA ont des difficultés à incorporer des éléments dans le discours favorisant le partage

de souvenirs dans un contexte social et ne saisissent pas l'intérêt d'utiliser le souvenir comme objet d'interactions sociales (Goldman, 2008). Chez les adolescents avec TSA, imaginer ce que les autres personnes impliquées dans l'évènement pourraient faire est difficile, entrainant une perturbation de la simulation des expériences personnelles complexes (Ciaramelli et al., 2018).

Robinson et collaborateurs (2016), ont montré que les enfants présentant un TSA pensent que leurs proches connaissent plus leurs comportements (« comment votre ami sait quand vous êtes… ») qu'eux-mêmes ne connaissent le comportement de leur proche (comment vous savez quand votre ami est…). Les enfants avec TSA utiliseraient des processus différents pour générer des jugements sur eux-mêmes et sur les autres. Ils pourraient utiliser l'introspection comme stratégie compensatoire pour attribuer des états mentaux à autrui. Toutefois, l'appréhension de ces compétences reste difficile et d'autres études sont nécessaires pour qualifier leur fonctionnement.

La compréhension des émotions soutient le fonctionnement de la MAB chez les enfants avec TSA en permettant une meilleure interprétation des états internes et des motivations (Losh & Capps, 2003). Ces enfants sont capables d'intégrer des états émotionnels de base (heureux, colère…) dans leurs souvenirs, mais présentent des difficultés dans les descriptions d'expériences émotionnelles plus complexes (curiosité, fierté…) (Losh & Capps, 2006). Il semble également qu'il y ait un effet de l'âge d'encodage des souvenirs sur les caractéristiques émotionnelles, c'est-à-dire que les références aux émotions sont plus nombreuses pour les souvenirs récents par rapport aux souvenirs anciens (Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014).

3.2.6. Diminution de l'implication du self

La conscience de soi semble perturbée dans les TSA (Frith, 1989; Hobson, 1990), le développement du concept du *self* se fait plus tardivement et les adolescents avec TSA présentent un *self* en général moins élaboré que les adolescents typiques (Jamison & Schuttler, 2015).

Néanmoins, ces enfants ne semblent pas avoir de difficultés dans la conscience de soi physique (Williams & Happé, 2009). Il n'y pas d'altération des compétences, que ce soit dans une tâche de reconnaissance de soi dans un miroir pour des enfants âgés de 3 à 12 ans, avec ou sans déficience intellectuelle (Dawson & McKissick, 1984; Spiker & Ricks, 1984) ou dans la capacité de reconnaissance différée dans une vidéo d'eux-mêmes (Lind & Bowler, 2009). L'effet de l'action sur la mémorisation est également intact (Lind & Bowler, 2009b; Millward, Powell, Messer, & Jordan, 2000; Russell & Jarrold, 1999). Les enfants avec TSA ont donc une conscience de leur apparence physique préservée.

En revanche, ces enfants, à l'inverse de leurs pairs au développement typique, ont plus de difficultés à rappeler leurs propres activités que des activités qu'ils ont observées chez une autre personne (Millward et al., 2000), reflétant des difficultés dans l'expérience du *self* d'ordre psychologique. En effet, des difficultés de la conscience de soi, notamment à utiliser des pronoms à la 1re personne comme « je » et « moi » ont été rapportées (Lee, Hobson, & Chiat, 1994; Lind & Bowler, 2009a). Les personnes avec TSA présentent également une diminution de la conscience de leurs propres émotions (Ben Shalom et al., 2006; Silani et al., 2008), de leurs états mentaux (Williams & Happé, 2009), et de leurs traits autistiques (Johnson, Filliter, & Murphy, 2009). Il n'existe pas de relations d'une part entre la MAB-E et les traits de personnalité et d'autre part entre l'introspection et les capacités de mentalisation, contrairement aux contrôles (Robinson et al., 2016). Ainsi, les difficultés des personnes avec TSA à utiliser un vocabulaire décrivant leurs états internes vont avoir un impact sur la compréhension de soi et engendrer des difficultés de prise de conscience de leurs propres expériences, ce qui contribue à dissocier leur propre *self* de leur MAB et des autres. En effet, plusieurs études rapportent que les participants avec TSA sont moins conscients d'être eux-mêmes dans les relations avec les autres (Hobson, 1990; Neisser, 1988).

Ces données sont cohérentes avec le fait que les personnes avec TSA présentent un effet de référence à soi réduit. L'effet de référence à soi se définit par une facilitation de la récupération de l'information lorsque l'encodage a été réalisé avec une référence à soi (Rogers et al., 1977). Aussi dans les TSA, des adjectifs pour lesquels la personne a effectué un jugement en référence à soi (« cet adjectif vous caractérise-t-il ? ») ne sont pas significativement mieux mémorisés que des adjectifs traités en référence à un personnage inconnu (« cet adjectif caractérise-t-il Harry Potter ? ») (Henderson et al., 2009; Millward et al., 2000). Ces difficultés à rappeler des souvenirs personnels liés au *self* contribueraient à entrainer une diminution des capacités de mentalisation, du fonctionnement social et une augmentation des traits autistiques (Henderson et al., 2009). Ces données sont à nuancer, car l'équipe de Goddard a montré récemment que les enfants avec TSA sont capables d'identifier et de distinguer les souvenirs définissant le soi (*self-defining memories*) des souvenirs de tous les jours, mais qu'ils ne reconnaissent pas ces expériences comme ayant un sens particulier dans la compréhension de soi (Goddard, O'Dowda, & Pring, 2017). Il semblerait donc que les personnes avec TSA préfèrent se focaliser sur leurs expériences de tous les jours pour définir leur propre *self*. Ces enfants ont des difficultés à utiliser leur *self* comme un système d'organisation efficace de la mémoire. Goddard et ses collaborateurs (2017) observent également des différences dans les thèmes des souvenirs définissant le soi entre les enfants avec TSA et le groupe de comparaison. Le thème le plus souvent évoqué chez les contrôles est la réussite alors que, dans le groupe TSA, le thème des loisirs est le plus souvent cité. En revanche, aucune différence de thème n'a été observée pour les souvenirs de tous les jours.

Les difficultés de MAB-E pourraient ainsi résulter en partie d'un concept identitaire moins élaboré ou fragmenté qui fournit une structure insuffisante autour de laquelle organiser les souvenirs ou permettant de marquer une information comme étant pertinente pour soi (Goddard et al., 2017). Au-delà, le manque d'élaboration de ce concept identitaire est également à considérer au regard de la symptomatologie autistique. En effet, les perturbations des relations sociales et de communication limitent les possibilités d'avoir un engagement social et donc les opportunités d'acquérir des connaissances psychologiques sur soi-même et sur les autres (Hobson, 1990; Neisser, 1988).

3.3. Limites des études

Ces études renseignent sur le développement et le fonctionnement de la MAB dans les TSA, mais elles présentent des limites, notamment méthodologiques. Ainsi, le temps accordé pour la récupération du souvenir ou les instructions données aux participants (durée du souvenir, explication, spécificité…) varient et peuvent influencer les performances (Bunnell & Greenhoot, 2012). Les tâches utilisant des mots indices ne sont pas forcément généralisables, car ces indices diffèrent d'une étude à l'autre dans le nombre et le type de mots. Par ailleurs, les évènements rapportés ne sont pas toujours vérifiés avec les parents. Enfin, dans certains paradigmes notamment avec des évènements planifiés (ex. : quel est l'arrêt de bus associé à un lieu précis), la fonction étudiée renvoie plutôt à la mémoire épisodique qu'à la MAB qui elle, repose sur le sens de soi (Conway, 2001).

4. Pistes d'interventions

La MAB est donc un processus complexe et dynamique mobilisant différentes fonctions cognitives. Ainsi, la participation des MAB sémantique et épisodique au développement de la communication et des compétences sociales, et l'observation documentée des dysfonctionnements de MAB chez les adolescents avec TSA, justifie la proposition d'une prise en charge spécifique de la MAB, dans ses composantes sémantique et épisodique, complémentaire aux propositions thérapeutiques courantes. La MAB est étroitement liée au concept de Soi, à la cognition sociale, à la maitrise du concept de temps et à la narrativité. La MAB prend son origine dans l'expérience d'un événement mais se trouve consolidée et modifiée au travers des interactions avec autrui. Ce chevauchement fonctionnel entre la MAB et la cognition sociale pourrait expliquer pourquoi la MAB est affectée dans les TSA, les troubles de cognition sociale étant au cœur ce trouble. L'action de raconter son histoire survient dans le cadre de relations sociales et contribue à la consolidation en mémoire. La discussion peut être envisagée

comme le vecteur principal par lequel les souvenirs individuels deviennent partagés quand les lignes entre ceux qui parlent et ceux qui écoutent se brouillent et que le passé devient une construction collective (voir le modèle de Pasupathi, 2001).

Des bénéfices sur l'anxiété, la communication, les interactions sociales, l'orientation et le fonctionnement cognitif général ont été observés (Haight & Webster, 1995). Ces prises en charge permettent également de renforcer le sentiment d'identité et d'augmenter la satisfaction personnelle (Cotelli, Manenti, & Zanetti, 2012; Woods, Spector, Jones, Orrell, & Davies, 2005).

4.1. Réhabilitation de la MAB

Des prises en charge de la MAB existent déjà dans différentes pathologies, mais à ce jour il n'en existe aucune dans les TSA. L'objectif de cette partie est de faire le point sur les stratégies existantes et de déterminer lesquelles pourraient être intéressantes dans le contexte des TSA.

Au-delà de la MAB, il existe plusieurs approches de prise en charge des troubles de mémoire à long terme selon les atteintes : la restauration, la facilitation et la réorganisation. La restauration permet de rétablir la fonction altérée par stimulations répétitives et ciblées. La facilitation consiste à augmenter la consolidation en associant d'autres éléments à l'élément que l'on souhaite retenir. Enfin, la réorganisation (ou compensation) permet d'optimiser les fonctions cognitives en compensant par les capacités intactes. Plusieurs techniques sont utilisées comme la récupération espacée où l'accès à l'information se fait après un délai de plus en plus long ; la méthode d'estompage, qui nécessite de fournir des indices par rapport à une information cible de plus en plus dégradée ou estompée ; la méthode d'apprentissage sans erreur, qui consiste à limiter les erreurs en fournissant systématiquement la bonne réponse avant la production d'une erreur en évitant ainsi que l'individu ne consolide la mauvaise réponse. La revalidation rétrograde consiste quant à elle à répéter une information, associée à une méthode d'apprentissage sans erreur et/ou de récupération espacée. La mémorisation de l'évènement passe par la mémorisation d'une action pour faciliter la récupération.

Dans la même idée, la méthode des lieux (*Method-of-loci*) est une technique mnémotechnique consistant à établir des relations spatiales entre des lieux familiers (ex. : route du travail) et les informations personnelles stockées en mémoire. Les différentes pièces du souvenir sont assemblées grâce à l'utilisation d'images visuelles correspondant au lieu familier choisi. Ainsi, les individus se rappellent d'un événement en imaginant et en associant un élément à un endroit précis sur le chemin.

Concernant les méthodes de prise en charge plus spécifiques à la MAB publiées chez l'adulte, celles-ci diffèrent selon la population. Les séances sont principalement proposées à un groupe de quelques

personnes, le nombre et la durée varient de 5 à 10 séances et de 60 min à 90 min par semaine. Ainsi, dans le vieillissement normal, des stratégies d'induction de la spécificité épisodique sont utilisées (Madore & Schacter, 2014). L'utilisation d'une vidéo ou encore le fait de créer une image mentale d'un souvenir permet d'augmenter et d'approfondir les détails rappelés (environnement, personnes, actions…). Dans la prise en charge proposée par Chiang et collaborateurs (2010) chez des personnes âgées et institutionnalisées, les séances collectives semblent pertinentes. Elles abordent le partage des souvenirs et des connaissances avec les autres, sensibilisent sur les ressentis et émotions et aident à les exprimer, facilitent l'identification des aspects positifs de leur passé et la façon de les appliquer au présent, permettent d'évoquer l'histoire familiale et leur propre histoire, abordent la prise de conscience de réalisations personnelles pour enfin identifier des forces positives et des buts personnels. Dans la dépression, caractérisée par un manque de spécificité et un biais pour les événements négatifs, donner des explications sur ce qu'est la MAB, sur un mode d'éducation thérapeutique, permettrait d'améliorer les compétences des patients (Neshat-Doost et al., 2012). Cette équipe a également travaillé sur la stabilisation de l'état émotionnel : diminuer et prendre de la distance avec les pensées négatives en favorisant une position d'observateur et augmenter les pensées positives en favorisant la position d'acteur. Entraîner la mémoire de travail et les fonctions exécutives semble également pertinent, ainsi que partir des connaissances personnelles, des périodes de vie ou des événements de vie généraux pour atteindre des souvenirs de plus en plus spécifiques. Enfin, il est intéressant d'impliquer les participants en leur donnant un travail personnel à réaliser entre chaque séance, ce qui est retrouvé dans plusieurs prises en charge.

Les personnes présentant un trouble de stress post-traumatique présentent des symptômes de reviviscence de l'événement traumatique. Les objectifs des prises en charge sont assez similaires à ceux des thérapeutiques de la dépression : détourner l'attention, revivre les événements positifs en tant qu'acteur et les épisodes traumatiques en tant qu'observateur. La technique MEST (*MEmory Specifity Training*) est utilisée aussi bien dans la dépression que dans le stress post-traumatique (Raes, Williams, & Hermans, 2009). Ces séances sont collectives, une importance est accordée à la définition des termes liés à la MAB, des missions sont données entre les séances (écrire des souvenirs en partant de mots cibles neutres et positifs et sont repris dans la séance suivante), des explications sont ajustées pour préciser la spécificité des souvenirs au fur et à mesure de la prise en charge.

Dans la schizophrénie, une étude a été réalisée en mettant l'accent sur la continuité de l'identité dans le temps et sur la cohésion du *self* (Ricarte, Hernández-Viadel, Latorre, Ros, & Serrano, 2014). Les premières séances permettent de définir le vocabulaire lié à la MAB. Dans les séances suivantes, les personnes sont invitées à raconter des souvenirs d'événements vécus à différentes périodes (hier, enfance, fête à l'adolescence, dernier Nouvel An…). Le groupe « corrige » la spécificité du souvenir

raconté par un de leur pair à l'aide d'un score d'épisodicité. Il leur est également demandé de tenir un journal de souvenirs et de réaliser quelques travaux personnels.

Enfin, dans la maladie d'Alzheimer, des techniques de facilitation et de compensation sont mises en place, ainsi que des aides environnementales. Des indices personnalisés et des indices standardisés sont utilisés, ainsi que des indices verbaux et non verbaux (chanson préférée, photographies des artistes ou sportifs préférés…). Une implication de la famille est nécessaire pour le bon déroulement de ces prises en charge. Les outils numériques sont également utilisés comme la *SensCam* (caméra portative qui prend des photographies automatiquement à intervalle régulier) ou le portable afin de pouvoir sensibiliser, entre autres, à la perspective d'acteur (Allé et al., 2017; Dubourg, Silva, Fitamen, Moulin, & Souchay, 2016; Hodges, Berry, & Wood, 2011; Lalanne & Piolino, 2013). Une des méthodes utilisées dans cette population est le programme REMau (Lalanne & Piolino, 2013), permettant de faciliter l'accès aux informations par l'effet d'amorçage dû aux répétitions de l'indiçage (sans erreurs), ainsi que par l'utilisation de stratégies de récupération. Les séances commencent par une récupération d'une connaissance sémantique (ex. : période du lycée), mieux conservée dans cette pathologie, puis vont vers des événements de plus en plus spécifiques (ex. : le jour des résultats du bac) en utilisant de moins en moins d'indices.

D'autres études se sont également basées sur la musique comme indice de récupération en jouant sur la partie émotionnelle liée aux chansons proposées (Eustache-Vallée, Juskenaite, Laisney, Desgranges, & Platel, 2016).

4.2. Réhabilitation dans l'autisme

La littérature sur la prise en charge de la MAB fournit quelques pistes pertinentes à considérer dans la construction d'un programme de remédiation de la MAB appliqué aux TSA.

4.2.1. Supports et aides

En accord avec le modèle de « support de la tâche » proposé par Dermot Bowler, il est important de fournir des indices ou une aide visuelle permettant de faciliter le rappel (Bowler et al., 2004). En effet, de meilleures performances ont été rapportées avec l'utilisation de questionnaires à choix forcé (oui-non) (Bruck et al., 2007), quand le mot indice est fortement imageable, et lorsqu'on demande d'écrire le souvenir plutôt que de le rappeler à l'oral (Crane, Pring, Jukes, & Goddard, 2012). Utiliser une technique de facilitation (Lalanne & Piolino, 2013; Madore & Schacter, 2014) est donc parfaitement

adapté au contexte des TSA. En effet, nous avons montré dans notre laboratoire que les performances de rappel de souvenirs d'enfants avec TSA se normalisaient quand ils étaient aidés par une image (Anger et al., 2019). De plus, les aides prothétiques (planning, listes, calendrier…) (Lalanne & Piolino, 2013), souvent utilisées dans ce trouble, sont également pertinentes pour la prise en charge de la MAB. Par exemple, créer un axe chronologique permet d'améliorer la perception du temps et de mieux se repérer dans les évènements passés et futurs.

4.2.2. Structuration et richesse du souvenir

D'autres stratégies pourraient permettre d'améliorer les compétences de MAB. Ainsi, commencer par définir et expliquer la MAB avec un vocabulaire approprié semble pertinent (Neshat-Doost et al., 2012; Raes et al., 2009; Ricarte et al., 2014). Initier une « grille du souvenir » ou un score d'épisodicité (Ricarte et al., 2014) comportant les différents éléments constituants d'un souvenir (qui, quoi, détails sensoriels…) permettrait de guider ces enfants et faciliterait la production de souvenirs épisodiques détaillés (Madore & Schacter, 2014; Neshat-Doost et al., 2012). L'utilisation de cette grille s'estomperait au fur et à mesure des séances. Enfin, d'autres stratégies telles que le fait de créer une image mentale d'un souvenir permettrait d'augmenter et d'approfondir les détails rappelés (environnement, personnes, actions…) (Madore & Schacter, 2014). Identifier les éléments importants lors de la mémorisation (qui l'a dit ?) conduirait également à améliorer la mémoire de la source. Insister sur la création de liens entre différents éléments similaires diminuerait les efforts de récupération et d'imagination pour un événement futur, etc.

Concernant la richesse du souvenir, il est également possible de la renforcer en multipliant les modalités perceptives (auditives, visuelles, pratiquées…), en répétant les informations, en les verbalisant auprès de quelqu'un d'autre, mais aussi en les écrivant, ce qui permet de structurer et de prendre du recul sur ses souvenirs (Nelson & Fivush, 2004). Utiliser une autre modalité perceptive permettrait d'améliorer le rappel. Il est également pertinent de partir des connaissances générales personnelles, mieux conservées, pour retrouver des événements de plus en plus spécifiques (Lalanne & Piolino, 2013; Neshat-Doost et al., 2012), mais aussi de partir des souvenirs spécifiques par exemple en lien avec les intérêts restreints pour accéder à des faits plus généraux qui peuvent structurer les souvenirs de cette période. Un effet de l'âge d'encodage existant dans les TSA (Bon et al., 2012; Bruck et al., 2007; Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014), explorer et renforcer des souvenirs de différentes périodes parait pertinent (Ricarte et al., 2014) ainsi qu'imaginer des évènements qui pourraient se passer dans le futur.

4.2.3. Rapport à soi et aux autres

La personnalisation des séances est importante, elle consiste à impliquer les participants, par le biais de missions inter-séances (écrire un souvenir pour changer le mode de rappel, filmer un évènement, travailler sur des émotions…) qui seront reprises en séances (Neshat-Doost et al., 2012; Raes et al., 2009; Ricarte et al., 2014). Faire des exercices où l'enfant filme un événement qu'il vit, contribuerait à le sensibiliser, notamment sur l'importance du point de vue d'acteur ou encore sur l'effet de référence à soi. Réaliser des séances individuelles et collectives permet de travailler sur différents éléments. Les séances individuelles sont plus ciblées et permettent de répondre aux besoins spécifiques des enfants. Les séances collectives quant à elles, explorent et facilitent les capacités narratives et d'échange, la socialisation et la communication (Chiang et al., 2010; Ricarte et al., 2014). Une implication plus importante des participants peut être envisagée en leur demandant de « corriger » la spécificité des souvenirs de leurs camarades grâce à une grille du souvenir en indiquant par exemple qu'il manque les détails concernant le lieu (Ricarte et al., 2014). Une implication de la famille semble nécessaire pour le bon déroulement de ces prises en charge (Lalanne & Piolino, 2013). Enfin, l'approche par les thérapies narratives peut également être intéressante (Vetere & Dowling, 2005).

L'ensemble de ces exercices soutiendrait le fonctionnement de la MAB avec des répercussions indéniables sur l'identité personnelle et sociale des enfants avec autisme et plus précisément en renforçant la continuité de leur identité dans le temps et de ce fait la cohésion du *self* (Ricarte et al., 2014). Par exemple, une sensibilisation sur la prise de conscience de réalisations personnelles permettrait d'identifier des forces positives et des buts personnels (Chiang et al., 2010). Au-delà, la prise en charge de la MAB est également prétexte à la remédiation d'autres compétences cognitives et sociales. Aussi, un bénéfice devrait être également observé sur les différentes compétences qui sous-tendent le fonctionnement de la MAB.

5. Projet 2

5.1. Etude 3: Positive effect of visual cuing in episodic memory and episodic future thinking in adolescents with autism spectrum disorder

Contexte

La MAB semble donc altérée dans l'autisme, notamment la composante épisodique avec des difficultés dans l'encodage, la récupération d'un souvenir ainsi que dans la projection dans le futur (Crane et al., 2010; Lind & Bowler, 2010; Marini et al., 2019; Terrett et al., 2013). Ainsi, l'analyse du discours a montré que les enfants avec TSA produisent moins de détails narratifs passés, moins de termes émotionnels (p. ex., heureux, effrayé), cognitifs (p. ex., pensée, croyance) et sensoriels (p. ex., vu, entendu) que les enfants au développement typique (Brown et al., 2012). Néanmoins, la majorité des études utilisent des paradigmes verbaux (Crane & Goddard, 2008; Crane, Goddard, & Pring, 2009; Crane et al., 2012; Goddard et al., 2007). Il a cependant été montré, en accord avec l'hypothèse de support de la tâche (Bowler et al., 2004), que les difficultés s'estompaient avec l'utilisation d'indices à la récupération ou avec une tâche de reconnaissance. En effet, l'utilisation de questions fermées (Bruck et al., 2007), d'un rappel écrit plutôt qu'oral (Crane et al., 2012), lorsque le mot indice était facilement imaginable (par exemple, lettre vs. Permission ; (Crane et al., 2012), ou encore un rappel en complétant une phrase (Crane, Lind, & Bowler, 2013), permet de normaliser les performances.

L'objectif de l'étude rapportée ci-dessous est d'explorer les propriétés sensorielles et émotionnelles de la mémoire épisodique et de la pensée future chez les adolescents avec TSA en utilisant des indices visuels. Nous nous sommes intéressés aux productions autobiographiques et nous avons exploré plus en détails les propriétés sensorielles et émotionnelles et la qualité de l'expérience de (re)collection de l'évènement.

Méthodologie

Nous avons étudié les productions autobiographiques passées et futures en utilisant des indices visuels chez 16 garçons avec TSA et 16 participants au développement typique (DT) âgés de 10 à 18 ans. Un rappel libre a d'abord été proposé pour quatre périodes : deux dans le passé (hier et dernières vacances d'été) et deux dans le futur (demain et prochaines vacances d'été). Puis, des questions ont été posées, associées à des indices visuels, sur les différents éléments des événements (qui, quoi, où,

quand, comment), ainsi que sur les propriétés sensorielles, émotionnelles et les capacités de recollection.

Résultats et discussion

Les résultats montrent que le groupe TSA a obtenu de moins bons résultats que le groupe témoin en ce qui concerne le rappel libre pour les périodes récentes, mais que les participants avec TSA obtiennent des résultats similaires aux contrôles lorsqu'on leur a fourni des indices visuels. Les participants avec TSA éprouvent plus de difficultés à se souvenir des événements les plus éloignés. De plus, ils rapportent moins de détails sensoriels au total que les contrôles pour la période passée éloignée. Plus précisément, les participants avec TSA indiquent moins de détails et d'intensité de couleur, d'odeur, de son et de sensation tactile. Aucune différence n'a été observée concernant les mesures de l'émotion et de la qualité de l'expérience du souvenir, à l'exception du nombre d'images mentales, du sentiment de reviviscence et de la fréquence des évocations du passé lointain.

Ces données suggèrent que les troubles de MAB peuvent résulter d'une combinaison d'un déficit de consolidation pour les événements les plus éloignés, associé à un déficit d'association, et démontre la pertinence d'utiliser des repères visuels pour faciliter la récupération des souvenirs autobiographiques. Nous avons également montré que certaines propriétés perceptives associées aux souvenirs, comme les couleurs, étaient moins importantes que chez les personnes au développement typique. Cela soulève la question de l'impact de la perception sur la MAB, qui nécessite des études plus approfondies. Enfin, ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives de réadaptation cognitive, en travaillant sur la MAB, processus essentiel aux interactions sociales.

frontiers in Psychology

ORIGINAL RESEARCH
published: 09 July 2019
doi: 10.3389/fpsyg.2019.01513

Positive Effect of Visual Cuing in Episodic Memory and Episodic Future Thinking in Adolescents With Autism Spectrum Disorder

Marine Anger[1,2†], Prany Wantzen[1†], Justine Le Vaillant[1,2], Joëlle Malvy[3], Laetitia Bon[1,2], Fabian Guénolé[1,2], Edgar Moussaoui[2], Catherine Barthelemy[3], Frédérique Bonnet-Brilhault[3], Francis Eustache[1], Jean-Marc Baleyte[1,4] and Bérengère Guillery-Girard[1]*

[1] Normandie Université, UNICAEN, PSL Universités Paris, EPHE, INSERM, U1077, CHU de Caen, Neuropsychologie et Imagerie de la Mémoire Humaine, Caen, France, [2] Service de Psychiatrie de l'Enfant et de l'Adolescent, CHU de Caen, Caen, France, [3] UMR 1253, iBrain, Université de Tours, INSERM, Centre Universitaire de Pédopsychiatrie, CHRU de Tours, Tours, France, [4] Service de Psychiatrie de l'Enfant et de l'Adolescent, CHI de Créteil, Créteil, France

OPEN ACCESS

Edited by:
Danielle DeNigris,
Fairleigh Dickinson University,
United States

Reviewed by:
Alain Morin,
Mount Royal University, Canada
Catherine A. Best,
Kutztown University of Pennsylvania,
United States

***Correspondence:**
Bérengère Guillery-Girard
berengere.guillery@unicaen.fr;
berengere.guillery-girard@ephe.psl.eu

†Co-first authors

Specialty section:
This article was submitted to Cognition, a section of the journal Frontiers in Psychology

Received: 19 July 2018
Accepted: 17 June 2019
Published: 09 July 2019

Citation:
Anger M, Wantzen P, Le Vaillant J, Malvy J, Bon L, Guénolé F, Moussaoui E, Barthelemy C, Bonnet-Brilhault F, Eustache F, Baleyte J-M and Guillery-Girard B (2019) Positive Effect of Visual Cuing in Episodic Memory and Episodic Future Thinking in Adolescents With Autism Spectrum Disorder. Front. Psychol. 10:1513. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01513

Cognitive studies generally report impaired autobiographical memory in individuals with autism spectrum disorder (ASD), but mostly using verbal paradigms. In the present study, we therefore investigated the properties of both past and future autobiographical productions using visual cues in 16 boys with ASD and 16 typically developing (TD) participants aged between 10 and 18 years. We focused on sensory properties, emotional properties, and recollection, probing past and future productions for both near and distant time periods. Results showed that the ASD group performed more poorly than controls on free recall for recent periods, but performed like them when provided with visual cues. In addition, the ASD group reported fewer sensory details than controls and exhibited difficulties in the experience of recollection for the most remote events. These data suggest a combination of consolidation and binding deficits. Finally, our findings reveal the relevance of using visual cues to probe autobiographical memory, with possible perspectives for memory rehabilitation.

Keywords: autobiographical memory, episodic memory, visual cues, sensory details, autism

INTRODUCTION

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder, characterized by deficits in social communication, with restricted and repetitive behaviors. There is growing evidence that people with ASD have atypical memory functioning (Bowler et al., 1997), even if their language skills are intact. Difficulties include, among others, impairment of autobiographical memory (AM). AM is a very long-term memory of personal knowledge and events related to individuals' own lives that are accumulated from a very early age. AM allows individuals to build an identity based on a feeling of continuity (Conway, 2005; Bon et al., 2012).

Current cognitive models of AM distinguish between a semantic component pertaining to general personal knowledge or facts, and an episodic component relating to personal events.

This episodic component relies on the ability to remember past experiences (i.e., episodic autobiographical memories) and to imagine possible future experiences (episodic future thinking) (Tulving, 1985). Both episodic memories and projections involve autonoetic consciousness, namely the ability to project our states of self into the past, present or future to maintain self-continuity. This mental time travel allows individuals to re- or pre-experience personal events associated with their original context, giving individuals a feeling of (re)living these events. To evoke episodic events, sufficient phenomenological details (i.e., feelings, emotions, sensory details such as colors, sounds, smells, tactile feelings) must be stored in memory, as they serve as retrieval cues. More specifically, episodic future thinking or projection involves imagining oneself in the future to *pre-experience* a possible scenario (Atance and O'Neill, 2005). This projection is supported in part by episodic memory oriented toward the past (Suddendorf and Corballis, 1997; Wheeler et al., 1997). Moreover, remembered personal events and envisioned future plans have been found to share a common brain network (Viard et al., 2011; D'Argembeau, 2015). This network is thought to support common constructive thought processes that allow for the retrieval and flexible combination of stored information to reconstruct past experiences and construct novel future ones. Besides constructive and executive processes, AM involves a broad range of cognitive processes, ranging from perception (Gottfried et al., 2003) to more integrative processes. Some of these are preferentially related to the self (self-concept: Howe and Courage, 1997; theory of mind: Perner and Ruffman, 1995; Welch-Ross, 1997) and social events (Nelson, 1993), while others refer to narrative abilities (Kleinknecht and Beike, 2004). Hence, the maturation of these cognitive processes during childhood and adolescence supports AM development (Nelson and Fivush, 2004; Bauer et al., 2007; Piolino et al., 2007; Picard et al., 2009).

In ASD, both children and adults produce fewer specific memories and projections, characterized by reduced specificity, elaboration and episodic coherence. The content of these memories is also more semantic (e.g., general or repeated event) than episodic (Bon et al., 2012; Crane et al., 2012, 2013; Terrett et al., 2013; Goddard et al., 2014; McDonnell et al., 2017). Ciaramelli et al. (2018) recently reported that providing a series of standardized questions (e.g., "Where did this event take place") does not seem to increase performance, either for past recollection or for future thinking. Similarly, difficulty retrieving specific memories is observed in children and adolescents with ASD, with poorer access to the remote past (8- to 17-year-olds; Goddard et al., 2014), and impaired episodic future thinking (8- to 12-year-olds; Terrett et al., 2013). Children with ASD also have greater difficulty recalling their own activities than typically developing (TD) children (Millward et al., 2000). However, differences may be observed between children and adults with ASD. For example, discourse analysis has shown that children with ASD aged 6–14 years produce fewer past narrative details, as well as fewer emotional (e.g., *happy*, *scared*), cognitive (e.g., *thought*, *believed*), and sensory (e.g., *seen*, *heard*) terms than TD children (Brown et al., 2012). This difference is more pronounced for remote life events than for recent ones for children aged 5–17 years (Bruck et al., 2007; Brown et al., 2012; Goddard et al., 2014) or future thinking (Terrett et al., 2013). On the contrary, results obtained in adults show that sensory references are more frequent in ASD than in TD for self-defining memories (Crane et al., 2010) and early childhood events (Zamoscik et al., 2016). Hence, some sensory details may be more salient than other features and contribute to the structure of AM in adulthood. This heterogeneity highlights the importance of exploring changes between childhood and adulthood, by focusing on the adolescence period.

The impairment of AM in ASD can be interpreted according to different cognitive theories. First, the theory of mind deficit resulting in difficulty recognizing one's own psychological states and understanding of the self (Williams, 2010) may impact the narration of episodic events (Losh and Capps, 2003; Goldman, 2008; McCabe et al., 2013; Kristen et al., 2014). Second, a detail-focused perceptual style, which refers to perception theory, or the *weak central coherence* evoked by Happé and Frith (2006), may also have a significant impact on the properties of autobiographical memories. Temple Grandin, a woman with high functioning ASD, reported in her 2006 book *Thinking in Pictures* (Grandin, 2006) that the visual modality is ubiquitous in her daily life:

> "I translate both spoken and written word into full-color movies, complete with sound, which run like a VCR tape in my head. . . [I] see the words in pictures . . . I have a video library. . . When I recall something I have learned, I replay the video in my imagination. The videos in my memory are always specific . . . My imagination works like the computer graphics programs . . . When I do an equipment simulation in my imagination or work on an engineering problem, it is like seeing it on a videotape in my mind. I can view it from any angle, placing myself above or below the equipment and rotating it at the same time. . . I create new images all the time by taking many little parts of images I have in the video library in my imagination and piecing them together. . . Unlike those of most people, my thoughts move from video-like, specific images to generalization and concepts. For example, my concept of dogs is inextricably linked to every dog I've ever known. It's as if I have a card catalog of dogs I have seen, complete with pictures, which continually grows as I add more examples to my video library."

She describes her visual memory as a collection of personal *photographs* of her own life, which has a direct impact on the formation of visual representations of semantic concepts. Moreover, she is able to take different perspectives but, as suggested by her testimony, these tend to be field perspectives with egocentric navigation. This was experimentally corroborated by Ring et al. (2018). Hence, visual autobiographical memories may be very specific and detailed but more fixed than those of TD people.

Third, the AM deficit in ASD may result from difficulty mentally assembling the details that form the experience (e.g., *episodic simulation*; Schacter et al., 2012) and elaborating the context of this experience (e.g., *scene construction*; Hassabis and Maguire, 2007). Scene construction relies on visual imagery which involves the mental generation and maintenance of a single element and the binding of all the properties of the event (e.g., objective and subjective details). Poorer scene construction is

consistent with the impaired binding processes observed in ASD (Bowler et al., 2011; Lind et al., 2014a).

Most studies reporting difficulties with AM were conducted using verbal paradigms that elicit narrative abilities (Goddard et al., 2007; Crane and Goddard, 2008; Crane et al., 2009, 2012). Since these narrative abilities are impaired in ASD, solely using language to investigate AM may bias the assessment of memory properties. Most of the studies that have reported an AM impairment in ASD used questionnaires or a fluency task. However, individuals with ASD performed just as well as controls when other methodologies were used. No differences were observed with the use of a sentence completion test that indexes memory retrieval (Crane et al., 2013), or yes–no questions (Bruck et al., 2007), when the recall test was written rather than oral (Crane et al., 2012) or when the cue words were high in imageability (e.g., *letter* vs. *permission*) (Crane et al., 2012). All these tasks provide cues or support at retrieval. These observations are in line with the *task support hypothesis* that emphasizes the role of retrieval support in improving AM productions (Bowler et al., 2004).

Hence, and as suggested by Temple Grandin's testimony, pictures could be a valuable tool for studying AM, by providing a visual aid to overcome the language constraints associated with the free recall paradigm. Therefore, pictures would constitute a more appropriate mean of testing the properties of episodic memories in ASD. In addition, these visual supports would provide an opportunity to test different kinds of properties, including sensory details, and investigate the possible impact on AM of the impairments in sensory processing observed in ASD (Stevenson et al., 2014).

The main aim of the present study was to investigate the properties of episodic memories and future thinking in high-functioning adolescents with ASD using visual cues. We focused on the sensory and emotional properties and the quality of the experience of recollection associated with autobiographical productions for four time periods: two in the past (i.e., yesterday and last summer vacation) and two in the future (i.e., tomorrow and next summer vacation). First, given the known retrieval deficit in ASD and possible difficulties in scene construction, we predicted that free recall performance would be impaired, but performance would normalize when visual cues were provided. We added a general neuropsychological assessment focusing on cognitive functions involved in AM retrieval, i.e., executive functions, short-term memory, and verbal episodic memory, to discuss our results. Based on the cognitive profile of ASD, we expected to find baseline differences in verbal episodic memory, planning and short-term memory. Second, given the perceptual bias reported in ASD (Mottron et al., 2003) and the frequent references to sensory details reported by adults with ASD (Crane et al., 2010), we predicted that participants would exhibit an atypical pattern of performance concerning sensory properties, with a probable focus on some perceptual modalities to the detriment of others. Third, given the well-known difficulty with emotion processing and reduced recollection capacity in ASD (Gaigg, 2012), we expected participants to perform poorly on emotion and recollection assessment.

MATERIALS AND METHODS

Participants

Participants were 16 boys aged 10–18 years (mean = 13.4 years, *SD* = 2.4) (**Table 1**). They were recruited through autism resource centers in Caen and Tours in France. The recruitment started prior to the 2013 publication of DSM5, hence participants had all been diagnosed with verbally and intellectually high-functioning autism or Asperger's syndrome according to DSM-IV (American Psychiatric Association [APA], 2000) criteria. The diagnosis was established by experienced professionals using the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Lord et al., 1994) and/or Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS; Lord et al., 1989). The ADI-R is a detailed semi-structured interview of parents about their child's developmental history and autism symptoms that yields ratings for reciprocal social interaction, language and communication, and restricted repetitive behaviors. The ADOS is also a semi-structured interview and is a standardized assessment of social interaction, communication, play and imaginative use of materials. Participants with ASD were compared with 16 TD controls matched for age, sex, and scores on the Perceptual Reasoning Index (PRI) and Verbal Comprehension Index (VCI) of the fourth version of the Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV; Wechsler, 2005). These two indices were calculated according to performances on four WISC-IV subtests: Block Design and Matrices for PRI, and Vocabulary and Similarities for VCI. They allowed us to ensure that participants had no general impairment of language comprehension or perceptual abilities. TD adolescents were recruited from several French schools. Brief interviews ensured that none of the participants met the exclusion criteria: history of previous neurological disorders or psychiatric illness (other than ASD in the ASD group), a first-degree relative with ASD in the TD group, head trauma, current psychoactive medication, intellectual disability, and learning disabilities. Families were given a comprehensive description of the research. The study was approved by the relevant ethic committees, and written consent was obtained from all the participants (and their parents, in the case of minors), in line with committee guidelines.

General Cognitive Assessment

Each child also underwent a neuropsychological assessment focusing on the cognitive abilities involved in AM production (Picard et al., 2009). This assessment included tests of five executive and memory functions: inhibition (Stroop test; Albaret and Migliore, 1999), planning (Tower of London; Lussier et al., 1998), verbal short-term memory (forward digit span, WISC), visuospatial short-term memory (Forward Corsi blocks; Pagulayan et al., 2006), and verbal episodic memory (story recall from Children's Memory Scale; Cohen, 2001). Picard et al. (2009) found that these cognitive abilities were

TABLE 1 | Mean ages and cognitive data for the ASD and TD groups.

	ASD (n = 16)		TD (n = 16)		Group differences p-value and effect size
	Mean	***SD***	**Mean**	***SD***	
Age (in years)	13.4	2.4	13.0	2.0	$p = 0.54$, $\eta^2 = 0.01$
PRI	101.3	17.7	109.4	16.3	$p = 0.22$, $\eta^2 = 0.05$
VCI	108.3	21.4	116.1	14.7	$p = 0.13$, $\eta^2 = 0.07$
Short-term memory and executive functions					
Tower of London					
Success at first attempt	7.1	1.5	7.9	1.5	$p = 0.03$*, $\eta^2 = 0.14$
Total number of trials	19.7	3.7	19.5	4.9	$p = 0.18$, $\eta^2 = 0.06$
Stroop	33.2	10.8	27.1	10.1	$p = 0.24$, $\eta^2 = 0.08$
Visuospatial span	6.1	1.7	5.9	1.2	$p = 0.87$, $\eta^2 = 0.001$
Verbal span	5.9	1.1	6.1	1.3	$p = 0.61$, $\eta^2 = 0.009$
Episodic memory					
Immediate recall	22.4	9.4	28.9	6.3	$p = 0.03$*, $\eta^2 = 0.14$
Delayed recall	21.2	9.3	26.8	6.1	$p = 0.09$, $\eta^2 = 0.09$
Recognition	11.6	2.4	13.4	0.9	$p = 0.01$*, $\eta^2 = 0.18$
Personal semantic knowledge					
Acquaintances	5.8	0.5	5.9	0.5	*nd*
School life	5.9	0.1	5.9	0.1	*nd*
Famous names	5.9	0.3	6.0	0.0	*nd*

**Significant differences observed between the ASD and TD groups. nd, not done owing to a ceiling effect; PRI, Perceptual Reasoning Index; VCI, Verbal Comprehension Index; ASD, participants with autism spectrum disorder; TD, typically developing participants.*

involved in the production of autobiographical memories in childhood (6–11 years).

Finally, all participants underwent a brief investigation of personal semantic knowledge, in order to exclude a possible major deficit that might interfere with the AM task. This consisted of a questionnaire coupled with visual cues about general personal information on three different topics, adapted from Piolino et al. (2007)'s methodology. Questions concerned acquaintances, school life, and personally relevant famous names (e.g., heroes, stars, etc.). The maximum score was 6 for each of these categories.

From Past to Future Task

This task explored specific past personal events and future thinking for the day before (recent past), last summer vacation (remote past), next day (near future), and forthcoming summer vacation (distant future). For each period, visual cues were provided to support production (**Figure 1**). All responses were directly manually transcribed by the interviewer. The interviewer had a grid for coding each personal event that was reported (free recall and cued recall of personal event). All other responses were directly coded by the participants themselves.

Visual Cues

Questions were illustrated with drawings that provided a timeline and visual cues for detailing personal events, contents and perceptions (i.e., colors, smells, tactile feelings, sounds, tastes). Contents could refer to temporal situations, spatial locations (e.g., home, school, beach, etc.), modes of transport (e.g., car, plane, train, etc.), activities (e.g., video games, football, musical instrument, etc.) and people present (e.g., parents, children, etc.). All the pictures were drawn by a professional illustrator who ensured that each type of content was included. For example, for the *who* content, there was a person of every age (i.e., children, adults, and older adults) and gender. In addition, five types of perceptions were illustrated with drawings. For example, colors were associated with a color chart, while smells were indicated with a trash can or a flower; sounds with a musical note or bell; tastes with a lemon or a sweet; and tactile feelings with a finger placed on a pillow (mushy) or on ice (cold) (**Figure 1E**). Each question included explanations of the properties being tested (e.g., "Did you have tactile feelings? Did you touch something soft like cotton wool, cold like ice, mushy like a pillow, hard like wood, wet like water, or painful like a hedgehog?"). Participants repeated the property when they selected the drawing that supported their autobiographical production (e.g., "I touched something soft. . ."). This procedure was applied to all visual cues.

Procedure

Each participant was asked to produce descriptions of memories or projections with as many details as possible, focusing on the past (i.e., one event that happened yesterday and one last summer vacation) and the future (i.e., one event that could happen tomorrow and one next summer vacation). These questions allowed us to manipulate orientation (past vs. future) and temporal distance, either close (yesterday or tomorrow) or remote (last or next summer vacation). For past events, participants were instructed to remember real events that had happened to them (e.g., "Can you remember something that happened to you yesterday? I want you to recall it with plenty of details, as if you were reliving this event, and your description has to allow me to imagine this

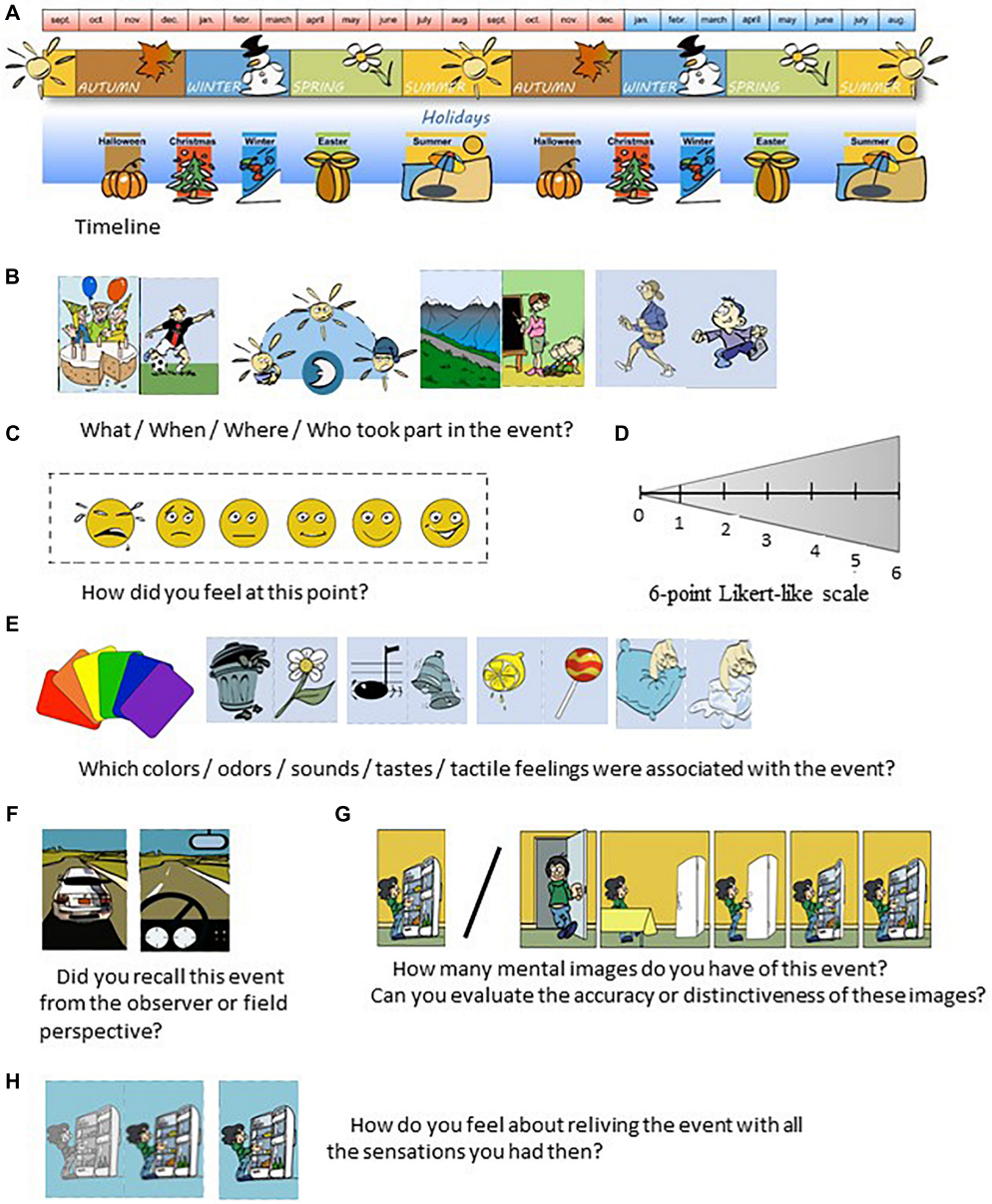


FIGURE 1 | From past to future task. This task explored specific past personal events that had occurred either the day before (recent past) or during the previous summer vacation (remote past), as well as projections to the next day (near future), or forthcoming summer vacation (distant future). First, participants were provided with a visual timeline and asked to point to the current day, to ensure that they were oriented in time **(A)**. Second, participants were asked to describe a memory or future event for each period with as many details as possible. If, after 1 min, any of the participants were not able to provide the different types of contents associate with an episodic event, they were helped with visual cues for each of the following components: what, how, when, where, who **(B)**, emotions **(C)**, 6-point Likert scale **(D)**, perceptions (e.g., color; **E**), perspective (field or observer; **F**), mental imagery **(G)**, and reliving **(H)**.

event too"). For future events, participants were instructed to imagine an event that could happen in their lives or else was completely invented (e.g., "Can you imagine what you might do tomorrow, either something planned or completely new, but I want you to imagine what could happen with plenty of details, as if you were living this event, and your description has to allow me to imagine this event"). If 1 min went by without an answer, the interviewer gave the children an open-ended prompt (e.g., "What else can you remember?"). If they were still not able to provide different contents associated with an episodic event, after a further minute, they were helped with visual cues for each of these components. Cues concerned activities (*what*), temporal situation (*when*), spatial location (*where*), course of the event (*how*), and people present (*who*) (**Figures 1A,B**). Episodic free recall and cued recall (with visual cues) were each scored out of 5, with 1 point per

TABLE 2 | Episodic memory paradigm, variables, and scoring.

Personal event*		
What, when, where, how, who	Free recall	/5
What, when, where, how, who	Visual cued recall	/5
Emotional feeling		
	Valence	/6
	Arousal	/6
Sensory details		
	Details	No.
Color	Importance	/6
	Details	No.
Sound	Importance	/6
	Details	No.
Smell	Importance	/6
	Details	No.
Touch	Importance	/6
	Details	No.
Taste	Importance	/6
Mental imagery		
	Details	/6
	Accuracy	/6
Perspective		
	Field perspective or	3
	Field/observer perspective	2
	or Observer perspective	1
Subjective recollection		/6
Personal relevance		/6
Frequency of evocation		/6
Wish for it to happen#		/6
Probability of occurrence#		/6

**Coded by two persons: the interviewer and the psychologist. All other measures were directly coded by participants. #Variables for future periods only. No, number.*

type of content: what (theme), when (e.g., beginning, middle or end of the month; morning, afternoon or evening), where (which city and where in that city; e.g., home, garden, beach), how (three different details; e.g., perception, feeling, activity, script), and who (participants). Scoring was performed separately by the interviewer and a psychologist until a consensus was reached (**Table 2**).

Next, we asked participants about the properties of each event. Participants rated their own productions. First, we asked them to rate the emotional feeling associated with the event on a 6-point Likert-like scale featuring smiley faces ranging from very sad to very happy (e.g., "I was happy to do this, so I choose the fifth smiley"; **Figure 1C**). They also rated the level of emotional arousal on a triangular ruler, again with a 6-point Likert-like scale along each side (e.g., "I was happy to do this, but not very excited, so I rate it 2 on the scale"; **Figure 1D**). The Likert-scale was used for all the following questions. Participants were then asked to provide sensory details (i.e., colors, sounds, smells, tactile feelings, tastes; **Figure 1E**), and indicate the importance of each one in their memories or future thinking, using the same 6-point triangular ruler (e.g., "Which colors do you remember being associated with your memories? What was the intensity of each one?"). In the final part of the questionnaire, we collected other information. One question concerned the perspective from which they had relived the event: either their own (field perspective, scored 3/3), that of an observer (observer perspective, scored 1/3), or alternating between the two (scored 2/3) (**Figure 1F**). Another question assessed the mental imagery associated with the personal event, asking participants whether they could visualize the personal event in terms of the number of images (e.g., "When you think about this event? How do you see it? Please rate it on a scale from 0 (*No image*) to 6 (*Lot of distinctive images*)"; **Figure 1G**) and accuracy (e.g., "Can you evaluate the accuracy or distinctiveness of these images on a scale from 0 (*Completely blurry*) to 6 (*Very precise*)?"; **Figure 1G**). We also asked about the sense of subjective recollection (i.e., feeling of reliving): "When you think about this event do you feel that you are reliving it with all the sensations you had at the time? Are you able to provide many details? And is it so realistic that you feel you are reliving the scene?" We used a film/video metaphor to highlight the nature of recollection: "When you think about this event, imagine that you have rewound the film and are reliving this event as a déjà-vu scene. How do you feel about reliving it with all the sensations you had at the time? Can you rate your feeling of experiencing it on a scale from 0 (*No feeling of reliving*) to 6 (*Very intense feeling*)?" (**Figure 1H**). Finally, we asked participants about the memory's personal relevance (e.g., "Was this event important to you? Please indicate your answer on a scale of 0 (*Not at all*) to 6 (*Very important*)"), its frequency of evocation (e.g., "How often do you remember or mention this event on a scale of 0 (*Not at all*) to 6 (*Very often*)") for past and future events. For future events only, we asked whether they wished them to happen (e.g., "Would you like this event to happen? Please indicate your answer on a scale of 0 (*Not at all*) to 6 (*Very much*)"), and the probability of occurrence (e.g., "Please rate the likelihood of this event happening on a scale of 0 (*Not at all*) to 6 (*Certainly*)") (**Table 2**). To ensure that the adolescents made appropriate use of the criteria, we asked them to reformulate the instructions. This procedure was adapted to each participant and repeated until the experimenter was confident that the child understood the judgment criteria.

Statistical Analyses

Statistical analyses were performed using Statistica Version 10 software (StatSoft, Tulsa, OK, United States). The reported values are means and standard deviations.

Due to the limited number of participants and some non-normally distributed variables (K-S test $p < 0.05$ in one or both groups), we conducted non-parametric analyses (Friedman ANOVAs and Wilcoxon for within comparisons and Mann-Whitney for between comparisons with Z adjusted).

RESULTS

General Cognitive Assessment

As expected, Mann–Whitney *U*-test revealed that the ASD group performed more poorly than the TD group on verbal episodic memory (Immediate recall $z = 2.13$; $p = 0.03$, $\eta^2 = 0.14$; Recognition $z = 2.46$; $p = 0.01$, $\eta^2 = 0.18$), and planning (Tower of London, success at first attempt $z = 2.11$; $p = 0.03$, $\eta^2 = 0.14$),

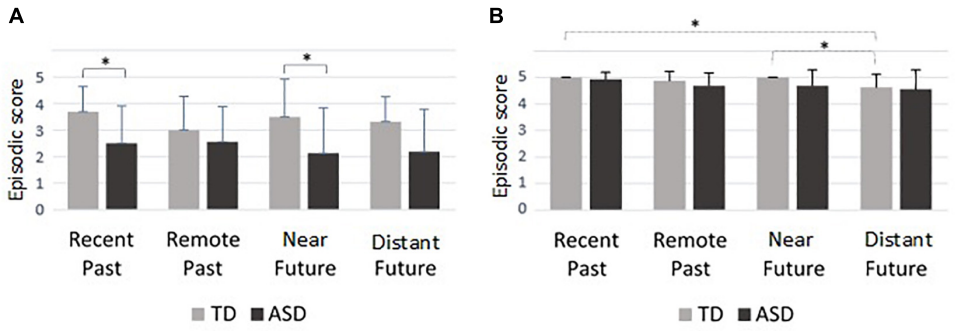


FIGURE 2 | Episodic score: mean performances and standard deviations on **(A)** free recall and **(B)** cued recall for each period according to group. *$p < 0.05$.

but none of the other comparisons including working memory, yielded significant differences (**Table 1**).

Semantic performance plateaued in both groups (**Table 1**) confirming the absence of a major deficit in personal semantic knowledge in ASD.

Personal Event

Mann–Whitney *U*-tests on free recall performance revealed significant differences for two periods: recent past ($z = 2.93$, $p = 0.004$, $\eta^2 = 0.25$), near future ($z = 2.41$, $p = 0.01$, $\eta^2 = 0.18$) and a marginally significant effect for the distant future ($z = 1.95$, $p = 0.056$, $\eta^2 = 0.11$). The ASD group produced fewer event memories and projections than the TD group (see **Figure 2A**).

Mann–Whitney *U*-tests on cued recall performance did not show any differences. However, Friedman ANOVA revealed a significant period effect on performance in the control group ($\chi^2 = 13.1$, $p = 0.004$, $\eta^2 = 0.84$). The control group reported less details for the distant future period compared to the recent past ($p = 0.03$) and near future periods ($p = 0.03$) (see **Figure 2B**).

Emotional Feeling

The analyses of emotion (i.e., valence and arousal) revealed no significant differences between groups (**Table 3**). However, Friedman ANOVA revealed a significant period effect on arousal in the TD group ($\chi^2 = 13.13$, $p = 0.004$, $\eta^2 = 0.84$). The arousal associated to memories for the recent past was lower compared to the remote past ($p = 0.02$) and distant future periods ($p = 0.008$). Friedman ANOVA analyses conducted in the ASD group showed a period effect for valence ($\chi^2 = 7.72$, $p = 0.05$, $\eta^2 = 0.39$). Memories associated with the remote past had a more positive valence than the recent past ($p = 0.01$).

Sensory Perceptual Details

Analyses on the total number of sensory details showed a significant reduction in the ASD group for the remote past ($z = 2.74$, $p = 0.006$, $\eta^2 = 0.23$). Analyses of each perceptual modality revealed significant differences between the ASD and control group on color for recent past (number $z = 2.48$, $p = 0.01$, $\eta^2 = 0.19$ and intensity $z = 2.19$, $p = 0.03$, $\eta^2 = 0.15$) and for remote past (number $z = 2.78$, $p = 0.005$, $\eta^2 = 0.24$). We also observed differences on smell for remote past period (number $z = 2.61$, $p = 0.01$, $\eta^2 = 0.19$ and intensity $z = 2.00$, $p = 0.05$, $\eta^2 = 0.12$), on sound (intensity for remote past $z = 2.21$, $p = 0.03$, $\eta^2 = 0.15$ and distant future $z = -2.05$, $p = 0.04$, $\eta^2 = 0.13$), and tactile feeling for remote past (number $z = 2.12$, $p = 0.04$, $\eta^2 = 0.13$). Except for sounds for the distant future, the ASD group produced fewer information associated with less intensity than the TD group for all modalities and periods cited above (**Table 3**).

Friedman ANOVA analyses were conducted within each group on each category of sensory perceptual details. First and concerning the TD group, analyses showed a period effect on both the number and intensity of smell (respectively, $\chi^2 = 12.05$, $p = 0.007$, $\eta^2 = 0.75$ and $\chi^2 = 8.28$, $p = 0.04$, $\eta^2 = 0.44$): both scores associated with the near future were reduced compared to the remote past (number $p = 0.02$, intensity $p = 0.01$) and distant future (number $p = 0.005$, intensity $p = 0.02$). Second and concerning the ASD group, analyses showed a period effect on the intensity of colors ($\chi^2 = 10.03$, $p = 0.02$, $\eta^2 = 0.58$): the intensity of colors associated with the recent past was reduced compared to the remote past ($p = 0.01$). We also observed in this group a period effect on the intensity of sounds ($\chi^2 = 10.74$, $p = 0.01$, $\eta^2 = 0.64$): sound intensity associated with the remote past was reduced compared to the distant future ($p = 0.02$).

Recollection and Other Properties

Mann–Whitney comparisons revealed no significant difference for the measures of perspective, personal relevance, wish for it to happen, or probability of occurrence (**Table 4**). However, the ASD group had lower scores than the TD group on several measures associated to the remote past period: mental imagery (number, $z = 2.17$; $p = 0.03$, $\eta^2 = 0.14$), subjective recollection ($z = 1.98$, $p = 0.05$, $\eta^2 = 0.12$), and frequency of evocation ($z = 2.3$, $p = 0.02$, $\eta^2 = 0.16$). Friedman ANOVA analyses conducted in the TD group showed a period effect on mental imagery (number: $\chi^2 = 8.01$, $p = 0.05$, $\eta^2 = 0.39$ and accuracy: $\chi^2 = 12.24$, $p = 0.007$, $\eta^2 = 0.39$). Number of mental imagery associated with recent past was more important than near ($p = 0.05$) and distant ($p = 0.008$) future periods. Accuracy of mental imagery associated with recent past was better than for the remote past ($p = 0.008$) and distant future periods ($p = 0.008$) and accuracy of mental

TABLE 3 | Mean (SD) emotional feeling and sensory details for each group and each period. Number of details and importance are reported.

			Emotional feeling[#] (/6)	Color (/6)	Smell (/6)	Sound (/6)	Tactile feeling (/6)	Taste (/6)
	Recent past	ND	4.0 (1.5)	**2.0 (2.0)***	0.6 (0.7)	1.6 (1.0)	1.1 (0.9)	0.8 (1.3)
		I	4.1 (1.5)	**2.3 (1.8)***	1.7 (2.2)	3.3 (1.6)	3.0 (2.0)	1.5 (2.2)
ASD	Remote past	ND	4.9 (1.2)	**1.9 (1.6)***	**0.4 (0.6)***	1.6 (1.0)	**0.9 (0.7)***	0.5 (0.6)
		I	4.7 (1.6)	3.7 (1.9)	**1.4 (2.0)***	**2.8 (1.4)***	2.7 (2.3)	1.5 (2.1)
	Near future	ND	4.0 (1.7)	2.2 (2.3)	0.4 (0.6)	1.4 (1.3)	1.0 (0.9)	0.5 (0.7)
		I	4.6 (1.3)	2.9 (2.2)	1.3 (1.8)	3.4 (1.9)	3.2 (2.4)	1.6 (2.3)
	Distant future	ND	4.7 (1.2)	2.2 (2.3)	0.9 (1.3)	1.6 (1.0)	1.8 (1.8)	0.4 (0.5)
		I	4.5 (1.3)	3.0 (2.2)	1.7 (2.0)	**4.0 (1.6)***	3.2 (1.9)	1.8 (2.6)
	Recent past	ND	4.5 (1.4)	3.5 (1.8)	0.6 (0.5)	2.1 (1.4)	1.4 (0.9)	0.4 (0.6)
		I	3.1 (1.3)	3.8 (1.2)	1.6 (1.8)	3.3 (1.1)	3.1 (2.0)	0.9 (1.6)
TD	Remote past	ND	5.0 (0.8)	3.6 (1.6)	1.2 (0.8)	2.5 (1.5)	1.8 (1.2)	0.6 (0.8)
		I	4.5 (1.2)	3.6 (1.1)	2.8 (1.8)	3.8 (1.4)	3.1 (1.7)	1.4 (1.8)
	Near future	ND	4.6 (1.1)	3.3 (2.2)	0.6 (1.0)	2.0 (1.2)	1.8 (1.9)	0.2 (0.4)
		I	4.3 (1.5)	4.0 (1.7)	1.1 (1.7)	3.4 (1.4)	3.0 (2.0)	0.6 (1.5)
	Distant future	ND	4.9 (1.2)	2.6 (1.9)	1.3 (1.3)	2.1 (2.1)	1.6 (1.7)	0.8 (0.9)
		I	4.8 (1.1)	3.7 (1.8)	2.1 (1.7)	2.9 (1.6)	2.3 (2.0)	2.3 (2.2)

**Significant differences were observed between the ASD and TD groups (in bold), $p < 0.05$. [#]Importance refers to arousal for emotions and intensity for sensory details. ASD, participants with autism spectrum disorder; TD, typically developing participants; ND, mean of number of details (SD); I, mean of importance (SD).*

TABLE 4 | Mean (SD) properties of personal events according to group.

		Mental imagery		Perspective (/3)	Subjective recollection (/6)	Personal relevance (/6)	Frequency of evocation (/6)	Wish for it to happen[#] (/6)	Probability of occurrence[#] (/6)
		Number (/6)	Accuracy (/6)						
ASD	Recent past	3.9 (1.7)	4.7 (1.4)	2.4 (0.9)	3.3 (2.0)	3.7 (2.2)	1.9 (1.9)	/	/
	Remote past	**3.1 (1.9)***	3.9 (1.6)	2.3 (0.9)	**2.6 (1.8)***	3.8 (1.9)	**2.1 (1.9)***	/	/
	Near future	3.5 (2.0)	3.5 (2.1)	2.2 (1.0)	3.7 (2.0)	3.5 (2.1)	1.9 (1.9)	3.4 (2.5)	4.8 (1.7)
	Distant future	3.9 (1.8)	4.4 (1.6)	2.1 (1.0)	3.9 (1.7)	3.5 (1.7)	3.2 (2.0)	3.7 (2.3)	4.3 (2.1)
TD	Recent past	4.6 (1.5)	4.9 (1.0)	2.8 (0.6)	4.3 (0.9)	3.8 (1.4)	2.8 (1.6)	/	/
	Remote past	4.5 (1.5)	4.6 (1.0)	2.6 (0.8)	3.7 (1.5)	3.6 (1.5)	3.3 (1.3)	/	/
	Near future	3.9 (1.6)	4.0 (1.5)	2.6 (0.8)	3.4 (1.2)	2.9 (1.5)	2.3 (1.7)	4.3 (1.7)	5.1 (1.3)
	Distant future	3.3 (1.6)	3.8 (1.7)	2.4 (0.9)	3.2 (1.6)	3.3 (1.7)	2.7 (1.7)	4.6 (1.8)	5.5 (0.6)

**Significant differences were observed between the ASD and TD groups (in bold), $p < 0.05$. [#]For future events only. ASD, participants with autism spectrum disorder; TD, typically developing participants.*

imagery associated with near future was better than distant future period ($p = 0.05$).

DISCUSSION

The aim of this study was to analyze the properties of past memories and future thinking produced by adolescents with ASD, compared with their TD peers, using a visual cues paradigm. As hypothesized, results revealed difficulty with free recall in the ASD group that contrasted with typical performance on the visually cued task. We found differences between the groups on the total number of sensory details provided only for the remote past period. These differences also appeared when we considered each perceptual modality separately, with the ASD group reporting fewer color, smell, sound, and tactile feeling details and intensity than the TD group. Finally, we did not observe any impairment on the measures of emotion and quality of the experience of recollection, except for number of mental imagery, subjective recollection and frequency of evocation for the remote past.

Visual Cues in Autobiographical Memory Tasks

Our results showed a significant benefit from visual cues in the production of both past and future episodic autobiographical events. This enhanced performance is in line with the task support hypothesis developed by Bowler et al. (1997), which postulates that performance is better when support is provided at retrieval. Hence, visual cues may be more effective for learning/retrieval, as demonstrated by previous studies that used pictorial prompts for teaching children with ASD (McClannahan and Krantz, 1997; Quill, 1997). AM may be used as a support for social interaction in a social skill program and, for example, ASD participants may use visual cues to share their personal memories.

The impaired performances of participants with ASD on the free recall task were in accordance with their story recall

performances (i.e., on the verbal episodic memory test), and mirror previous findings in individuals with ASD (Lind and Bowler, 2010; Brown et al., 2012; Lind et al., 2014a,b). Our data also corroborate the findings of previous studies on future thinking (Terrett et al., 2013; Ciaramelli et al., 2018). In addition, planning difficulties observed in the ASD participants may have contributed to this result. We went beyond them by considering temporal distance and showing impairments of both near that may extend to distant future projections. These impairments may result from difficulty with scene construction, as suggested by Lind et al. (2014b) and, more recently, by Ciaramelli et al. (2018). These authors reported the production of fewer internal details (i.e., episodic), compared with TD controls, but similar numbers of external details (i.e., semantic). Difficulty describing internal states leads to abnormalities in binding experience directly to the self and establishing bonds between the self and others, and consequently, giving coherent meaning to events (Fivush, 2009). Maister and Plaisted-Grant (2011) also suggested that poorer temporal processing abilities in ASD are related to episodic memory impairments. The difficulty accessing episodic AM seemed less pronounced for memories related to the previous and forthcoming summer vacations. Compared with the recent past (restricted to the previous or next day), the more extended vacation period offered a range of possible autobiographical events, facilitating the retrieval of one specific and especially salient moment. Moreover, in contrast to many other studies (Goddard et al., 2014), our task fixed the time period but not the topic, and consequently allowed participants greater flexibility in choosing their personal events, which may have been more closely related to their concerns.

Sensory Properties

Contrary to our prediction, the episodic memories provided by the participants with ASD contained just as many sensory details as those produced by controls for three periods. These results are in accordance with Crane and Goddard (2008), who did not observe any difference in sensory or emotional information in adults with ASD. This may result, in part, from the use of visual cues for each perceptual modality. However, a lack of details persists for the remote past that may illustrate consolidation difficulties reported by Goddard et al. (2007) and Bon et al. (2012). This reduction is relatively homogeneous and concerned all modalities except taste. Rather surprisingly, however, the recent episodic memories also lacked color details. The adolescents with ASD did mention colors, but fewer than controls. This finding is in accordance with the accounts of some families, who report particular interest in or aversion to some colors and lights in daily life. Some individuals with ASD may have either an obsession with or phobia of colors, as described by Ludlow et al. (2014) in a case study. Hence, they may have an atypical perception of colors that affects the formation/retrieval of memories, even when support is provided. Very few studies have used colored material to study either working memory (see, for example, Vogan et al., 2014) or long-term memory (Massand and Bowler, 2015) in ASD. When Franklin et al. (2008) investigated color memory *per se*, they found impaired performance for colors compared with shapes. Two years later, Franklin et al. (2010) also reported a general reduction in chromatic sensitivity. This atypical sensitivity to color may account for the present results.

Recollection and Emotional Properties

When our participants with ASD were prompted by visual cues, we did not find any difference in the processing of either the valence or intensity of emotions: they produced memories that were just as positive as those of controls. These results further justify the use of visual cues at retrieval to compensate for the difficulty that individuals with ASD have understanding verbally expressed emotions. Moreover, Maccari et al. (2014) demonstrated that individuals with ASD are able to process positive emotional information embedded in pictures just as well as controls. Our results indicate that this ability can be generalized to familiar autobiographical scenes.

Concerning the other properties, we observed differences between the two groups only for the remote past. The ASD group had reduced mental imagery, subjective recollection and frequency of evocation. Participants with ASD produced memories lacking in details and associated with reduced episodic properties, compared to controls. Once more, this result is in accordance with abnormal forgetting previously reported in ASD. These data replicate those of other experimental studies that used anterograde memory paradigms (Bowler et al., 1997; Souchay et al., 2013; Cooper and Simons, 2018). Our participants' recollection difficulties may reflect an additional deficit in relational processes, as demonstrated by Bowler et al. (2014) and Gaigg et al. (2015). Individuals with ASD have difficulty binding together the different features that make up an episodic event (Happé and Frith, 2006). Hence, the ASD group may have been successful in recalling some episodic features separately, with the aid of visual cues, but had difficulty binding them together to generate a feeling of reliving. This may be due to weak central coherence, leading to construction, organization, and retrieval difficulties (Happé and Frith, 2006; Bowler et al., 2011), and possibly impacting other abilities such as theory of mind, as suggested recently by Ciaramelli et al. (2018).

Surprisingly, we did not observe the same pattern of performance for projections into the future. Performance was poorer for future versus past periods in the control group for number and accuracy of mental imagery, as previously demonstrated by Abram et al. (2014), thus reducing differences with the ASD group. Hence, the ASD group had an intact feeling of pre-experiencing the future, supporting the notion that the feeling of reliving previous experiences and the pre-experiencing of future events are subtended by partially distinct mechanisms. The feeling of pre-experiencing may have been the product of reasoning based on vividness, the visual perspective adopted during the questionnaire, and personal relevance, as previously demonstrated by D'Argembeau and Van der Linden (2012). All these features were preserved in our participants. The sense of self may be involved to a more limited extent in the ability to elaborate a mental representation associated with future thinking than in the remembering of past autobiographical events.

Limitations and Perspectives

This work presents certain limits. First, the sample size is relatively small, preventing us from generalizing to the ASD population. In addition, since we had the opportunity to include only boys, inclusion of a group of girls would extend our conclusions to ASD as a whole. Second, our groups do not differ in age but have a wide age range. Given the major influence of age on cognitive development, it would be particularly interesting to investigate the relationship between AM development and other cognitive abilities, such as theory of mind which is impaired in ASD. Third, given the interaction between AM development and social interactions, environment and lifestyle (e.g., family, therapies, activities, etc.), largely neglected in previous studies, it is crucial to consider these factors in future research. Fourth, each personal event was manually transcribed and scored according to a grid coding for five components of episodic memory (i.e., what, where, when, how, who). Scoring was obtained separately by the interviewer and a psychologist until a consensus was reached. In future work, recording verbatim productions would refine the analysis in providing a more detailed investigation of each component. Finally, the interviewer was one of the two coders and was thus not blind to groups. It would be relevant to replicate our results with two coders blind to the diagnoses and verify their inter-rater reliability.

CONCLUSION

Our study suggests that AM impairment may result from a combination of a consolidation deficit for the most remote events associated with a binding deficit and demonstrates the relevance of using visual cues to facilitate AM retrieval. These results are in keeping with other studies and may be relevant to other cognitive abilities, as recently suggested by Ciaramelli et al. (2018). This may offer new methodological opportunities for managing ASD. It also shows that some specific properties associated with episodic memories, possibly colors, may be less important than they are to TD people. This raises the issue of the impact of perception on AM, which requires further investigation. In addition, we observed considerable variability, which we could not analyze because of the small size of our sample. Hence, characterizing the different AM profiles should be the next step in studies of cognition in ASD. This could open up new perspectives for cognitive rehabilitation, such as working on AM as the key to social interactions.

ETHICS STATEMENT

Families were given a comprehensive description of the research. The study was approved by the relevant ethics committees, and written consent was obtained from the participants (or their parents, in the case of minors) in line with their guidelines.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

MA, JLV, FE, and BG-G contributed to the conception and design of the study. MA, JLV, JM, LB, FG, EM, CB, FB-B, and J-MB organized the database. MA, PW, JLV, and BG-G conducted the statistical analysis. MA, PW, and BG-G wrote the first draft of the manuscript. All authors contributed to the manuscript revision, and read and approved the submitted version.

FUNDING

This study was supported by the Fondation de France (Grant No. 2007005799).

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to Elizabeth Wiles-Portier, Camille Chapot, and Renaud Coppalle for reviewing the language style. We are indebted to all the children and adolescents and their families who took part in this study, as well as to the teachers and head teachers who kindly accommodated us in their schools.

REFERENCES

Abram, M., Picard, L., Navarro, B., and Piolino, P. (2014). Mechanisms of remembering the past and imagining the future – New data from autobiographical memory tasks in a lifespan approach. *Consc. Cogn.* 29, 76–89. doi: 10.1016/j.concog.2014.07.011

Albaret, J. M., and Migliore, L. (1999). *Test D'attention Sélective de Stroop*. Paris: ECPA.

American Psychiatric Association [APA] (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 4th Edn. Washington, DC: American Psychiatric Association.

Atance, C. M., and O'Neill, D. K. (2005). The emergence of episodic future thinking in humans. *Learn. Motivat.* 36, 126–144. doi: 10.1016/j.lmot.2005.02.003

Bauer, P. J., Burch, M. M., Scholin, S. E., and Güler, O. E. (2007). Using cue words to investigate the distribution of autobiographical memories in childhood. *Psychol. Sci.* 18, 910–916. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01999.x

Bon, L., Baleyte, J.-M., Piolino, P., Desgranges, B., Eustache, F., and Guillery-Girard, B. (2012). Growing up with Asperger's syndrome: developmental trajectory of autobiographical memory. *Front. Psychol.* 3:605. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00605

Bowler, D. M., Gaigg, S. B., and Gardiner, J. M. (2014). Binding of multiple features in memory by high-functioning adults with autism spectrum disorder. *J. Autism Dev. Dis.* 44, 2355–2362. doi: 10.1007/s10803-014-2105-y

Bowler, D. M., Gaigg, S. B., and Lind, S. E. (2011). "Memory in autism: Binding, self and brain," in *Researching the Autism Spectrum: Contemporary Perspectives*, eds I. Roth and P. Rezaie (Cambridge: Cambridge University Press), 316–346. doi: 10.1017/CBO9780511973918.013

Bowler, D. M., Gardiner, J. M., and Berthollier, N. (2004). Source memory in adolescents and adults with Asperger's syndrome. *J. Autism .Dev. Dis.* 34, 533–542. doi: 10.1007/s10803-004-2548-7

Bowler, D. M., Matthews, N. J., and Gardiner, J. M. (1997). Asperger's syndrome and memory: similarity to autism but not amnesia. *Neuropsychologia* 35, 65-70.

Brown, B. T., Morris, G., Nida, R. E., and Baker-Ward, L. (2012). Brief report: making experience personal: internal states language in the memory narratives of children with and without Asperger's disorder. *J. Autism .Dev. Dis.* 42, 441–446. doi: 10.1007/s10803-011-1246-5

Bruck, M., London, K., Landa, R., and Goodman, J. (2007). Autobiographical memory and suggestibility in children with autism spectrum disorder. *Dev. Psychopathol.* 19, 73–95.

Ciaramelli, E., Spoglianti, S., Bertossi, E., Generali, N., Telarucci, F., Tancredi, R., et al. (2018). Construction of past and future events in children and adolescents with ASD: role of self-relatedness and relevance to decision-making. *J. Autism. Dev. Dis.* 48, 2995–3009. doi: 10.1007/s10803-018-3577-y

Cohen, M. (2001). *CMS - Echelle Clinique de Mémoire pour Enfant*. Paris: Centre de Psychologie Appliquée.

Conway, M. A. (2005). Memory and the self. *J. Mem. Lang.* 53, 594-628.

Cooper, R. A., and Simons, J. S. (2018). Exploring the neurocognitive basis of episodic recollection in autism. *Psychon. Bull. Rev.* 26, 163–181. doi: 10.3758/s13423-018-1504-z

Crane, L., and Goddard, L. (2008). Episodic and semantic autobiographical memory in adults with autism spectrum disorders. *J. Autism. Dev. Dis.* 38, 498–506. doi: 10.1007/s10803-007-0420-2

Crane, L., Goddard, L., and Pring, L. (2009). Specific and general autobiographical knowledge in adults with autism spectrum disorders: the role of personal goals. *Memory* 17, 557–576. doi: 10.1080/09658210902960211

Crane, L., Goddard, L., and Pring, L. (2010). Brief report: self-defining and everyday autobiographical memories in adults with autism spectrum disorders. *J. Autism. Dev. Dis.* 40, 383–391. doi: 10.1007/s10803-009-0875-4

Crane, L., Lind, S. E., and Bowler, D. M. (2013). Remembering the past and imagining the future in autism spectrum disorder. *Memory* 21, 157–166. doi: 10.1080/09658211.2012.712976

Crane, L., Pring, L., Jukes, K., and Goddard, L. (2012). Patterns of autobiographical memory in adults with autism spectrum disorder. *J. Autism. Dev. Dis.* 42, 2100–2112. doi: 10.1007/s10803-012-1459-2

D'Argembeau, A. (2015). "Knowledge structures involved in episodic future thinking," in *Reasoning as memory*, eds A. Feeney and V. A. Thompson (New York, NY: Psychology Press), 128–145.

D'Argembeau, A., and Van der Linden, M. (2012). Predicting the phenomenology of episodic future thoughts. *Consc. Cogn.* 21, 1198–1206. doi: 10.1016/j.concog.2012.05.004

Fivush, R. (2009). Sociocultural perspectives on autobiographical memory. In *The development of memory in infancy and childhood* eds M. L. Courage and N. Cowan, 2nd Edn. New York, NY: Psychology Press, 283–301.

Franklin, A., Sowden, P., Burley, R., Notman, L., and Alder, E. (2008). Color perception in children with autism. *J. Autism .Dev. Dis.* 38, 1837–1847. doi: 10.1007/s10803-008-0574-6

Franklin, A., Sowden, P., Notman, L., Gonzalez-Dixon, M., West, D., Alexander, I., et al. (2010). Reduced chromatic discrimination in children with autism spectrum disorders. *Dev. Sci.* 13, 188-200.

Gaigg, S. B. (2012). The interplay between emotion and cognition in autism spectrum disorder: implications for developmental theory. *Front. Integr. Neurosci.* 6:113. doi: 10.3389/fnint.2012.00113

Gaigg, S. B., Bowler, D. M., Ecker, C., Calvo-Merino, B., and Murphy, D. G. (2015). Episodic recollection difficulties in ASD result from atypical relational encoding: behavioral and neural evidence. *Autism Res.* 8, 317–327. doi: 10.1002/aur.144

Goddard, L., Dritschel, B., Robinson, S., and Howlin, P. (2014). Development of autobiographical memory in children with autism spectrum disorders: deficits, gains, and predictors of performance. *Dev. Psychopathol.* 26, 215–228. doi: 10.1017/S0954579413000904

Goddard, L., Howlin, P., Dritschel, B., and Patel, T. (2007). Autobiographical memory and social problem-solving in Asperger syndrome. *J. Autism. Dev. Dis.* 37, 291–300. doi: 10.1007/s10803-006-0168-0

Goldman, S. (2008). Brief report: narratives of personal events in children with autism and developmental language disorders: unshared memories. *J. Autism. Dev. Dis.* 38, 1982–1988. doi: 10.1007/s10803-008-0588-0

Gottfried, J. A., Smith, A. P., Rugg, M. D., and Dolan, R. J. (2003). Remembrance of odors past: human olfactory cortex in cross-modal recognition memory. *Neuron* 42, 687–695. doi: 10.1016/S0896-6273(04)00270-3

Grandin, T. (2006). *Thinking in Pictures: And Other Reports from my Life with Autism*. London: Vintage Books.

Happé, F., and Frith, U. (2006). The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *J. Autism. Dev. Dis.* 36, 5–25. doi: 10.1007/s10803-005-0039-0

Hassabis, D., and Maguire, E. A. (2007). Deconstructing episodic memory with construction. *Trends Cogn. Sci.* 11, 299–306. doi: 10.1016/j.tics.2007.05.001

Howe, M. L., and Courage, M. L. (1997). The emergence and early development of autobiographical memory. *Psychol. Rev.* 104, 499–523. doi: 10.1037//0033-295x.104.3.499

Kleinknecht, E., and Beike, D. R. (2004). How knowing and doing inform an autobiography: relations among preschoolers' theory of mind, narrative, and event memory skills. *Appl. Cogn. Psychol.* 18, 745–764. doi: 10.1002/acp.1030

Kristen, S., Rossmann, F., and Sodian, B. (2014). Theory of own mind and autobiographical memory in adults with ASD. *Res. Autism Spect. Dis.* 8, 827–837. doi: 10.1016/j.rasd.2014.03.009

Lind, S. E., and Bowler, D. M. (2010). Episodic memory and episodic future thinking in adults with autism. *J. Abnor. Psychol.* 119, 896–905. doi: 10.1037/a0020631

Lind, S. E., Bowler, D. M., and Raber, J. (2014a). Spatial navigation, episodic memory, episodic future thinking, and theory of mind in children with autism spectrum disorder: evidence for impairments in mental simulation? *Front. Psychol.* 5:1411. doi: 10.3389/fpsyg.2014.0141

Lind, S. E., Williams, D. M., Bowler, D. M., and Peel, A. (2014b). Episodic memory and episodic future thinking impairments in high-functioning autism spectrum disorder: an underlying difficulty with scene construction or self-projection? *Neuropsychology* 28, 55–67. doi: 10.1037/neu0000005

Lord, C., Rutter, M., Goode, S., Heemsbergen, J., Jordan, H., Mawhood, L., et al. (1989). Autism diagnostic observation schedule: a standardized observation of communicative and social behavior. *J. Autism. Dev. Dis.* 19, 185–212. doi: 10.1007/bf02211841

Lord, C., Rutter, M., and Le Couteur, A. (1994). Autism diagnostic interview-revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *J. Autism. Dev. Dis.* 24, 659–685. doi: 10.1007/bf02172145

Losh, M., and Capps, L. (2003). Narrative ability in high-functioning children with autism or Asperger's syndrome. *J. Autism. Dev. Dis.* 33, 239–251.

Ludlow, A. K., Heaton, P., Hill, E., and Franklin, A. (2014). Color obsessions and phobias in autism spectrum disorders: the case of J.G. *Neurocase* 20, 296–306. doi: 10.1080/13554794.2013.770880

Lussier, F., Guérin, F., and Dufresne, A. (1998). Etude normative développementale des fonctions exécutives: La tour de Londres. *ANAE* 10, 42–52.

Maccari, L., Pasini, A., Caroli, E., Rosa, C., Marotta, A., Martella, D., et al. (2014). Visual search and emotion: how children with autism spectrum disorders scan emotional scenes. *J. Autism. Dev. Dis.* 44, 2871–2881. doi: 10.1007/s10803-014-2148-0

Maister, L., and Plaisted-Grant, K. C. (2011). Time perception and its relationship to memory in autism spectrum conditions. *Dev. Sci.* 14, 1311–1322. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01077.x

Massand, E., and Bowler, D. M. (2015). Atypical neurophysiology underlying episodic and semantic memory in adults with autism spectrum disorder. *J. Autism. Dev. Dis.* 45, 298–315. doi: 10.1007/s10803-013-1869-9

McCabe, A., Hillier, A., and Shapiro, C. (2013). Brief report: structure of personal narratives of adults with autism spectrum disorder. *J. Autism. Dev. Dis.* 43, 733–738. doi: 10.1007/s10803-012-1585-x

McClannahan, L. E., and Krantz, P. J. (1997). "In search of solutions to prompt dependence: Teaching children with autism to use photographic activity schedules," in *Environment and Behavior*, eds D. M. Baer and E. M. Pinkston (Boulder, CO: Westview), 271–278. doi: 10.4324/9780429039614-29

McDonnell, C. G., Valentino, K., and Diehl, J. J. (2017). A developmental psychopathology perspective on autobiographical memory in autism spectrum disorder. *Dev. Rev.* 44, 59–81. doi: 10.1016/j.dr.2017.01.001

Millward, C., Powell, S., Messer, D., and Jordan, R. (2000). Recall for self and other in autism: children's memory for events experienced by themselves and their peers. *J. Autism. Dev. Dis.* 30, 15–28.

Mottron, L., Burack, J. A., Iarocci, G., Belleville, S., and Enns, J. T. (2003). Locally oriented perception with intact global processing among adolescents with high-functioning autism: evidence from multiple paradigms. *J. Child Psychol. Psychiatry* 44, 904–913. doi: 10.1111/1469-7610.00174

Nelson, K. (1993). The psychological and social origins of autobiographical memory. *Psychol. Sci.* 4, 7–14. doi: 10.1002/wcs.1377

Nelson, K., and Fivush, R. (2004). The emergence of autobiographical memory: a social cultural developmental theory. *Psychol. Rev.* 111, 486–511. doi: 10.1037/0033-295X.111.2.486

Pagulayan, K. F., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A., and Krikorian, R. (2006). Developmental normative data for the Corsi block-tapping task. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 28, 1043–1052. doi: 10.1080/13803390500350977

Perner, J., and Ruffman, T. (1995). Infants' insight into the mind: how deep? *Science* 308, 214–216. doi: 10.1126/science.1111656

Picard, L., Reffuveille, I., Eustache, F., and Piolino, P. (2009). Development of autonoetic autobiographical memory in school-age children: genuine age effect or development of basic cognitive abilities? *Consc. Cogn.* 18, 864–876. doi: 10.1016/j.concog.2009.07.008

Piolino, P., Hisland, M., Ruffeveille, I., Matuszewski, V., Jambaqué, I., and Eustache, F. (2007). Do school-age children remember or know the personal past? *Consc. Cogn.* 16, 84–101. doi: 10.1016/j.concog.2005.09.010

Quill, K. (1997). Instructional considerations for young children with autism: the rationale for visually-cued instruction. *J. Autism. Dev. Dis.* 27, 697–714.

Ring, M., Gaigg, S. B., Altgassen, M., Barr, P., and Bowler, D. M. (2018). Allocentric versus egocentric spatial memory in adults with autism spectrum disorder. *J. Autism. Dev. Dis.* 48, 2101–2111. doi: 10.1007/s10803-018-3465-5

Schacter, D. L., Addis, D. R., Hassabis, D., Martin, V. C., Spreng, R. N., and Szpunar, K. K. (2012). The future of memory: remembering, imagining, and the brain. *Neuron* 76, 677–694. doi: 10.1016/j.neuron.2012.11.001

Souchay, C., Guillery-Girard, B., Pauly-Takacs, K., Wojcik, D. Z., and Eustache, F. (2013). Subjective experience of episodic memory and metacognition: a neurodevelopmental approach. *Front. Behav. Neurosci.* 7:212. doi: 10.3389/fnbeh.2013.00212

Stevenson, R. A., Siemann, J. K., Woynaroski, T. G., Schneider, B. C., Eberly, H. E., Camarata, S. M., et al. (2014). Evidence for diminished multisensory integration in autism spectrum disorders. *J. Autism. Dev. Dis.* 44, 3161–3167. doi: 10.1007/s10803-014-2179-6

Suddendorf, T., and Corballis, M. C. (1997). Mental time travel and the evolution of the human mind. *Genet. Soc. General Psychol. Monogr.* 123, 133–167.

Terrett, G., Rendell, P. G., Raponi-Saunders, S., Henry, J. D., Bailey, P. E., and Altgassen, M. (2013). Episodic future thinking in children with autism spectrum disorder. *J. Autism. Dev. Dis.* 43, 2558–2568. doi: 10.1007/s10803-013-1806-y

Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *Am. Psychol.* 40, 385–398. doi: 10.1037//0003-066x.40.4.385

Viard, A., Chételat, G., Lebreton, K., Desgranges, B., Landeau, B., de La Sayette, V., et al. (2011). Mental time travel into the past and the future in healthy aged adults: an fMRI study. *Brain Cogn.* 75, 1–9. doi: 10.1016/j.bandc.2010.10.009

Vogan, V. M., Morgan, B. R., Lee, W., Powell, T. L., Smith, M. L., and Taylor, M. J. (2014). The neural correlates of visuo-spatial working memory in children with autism spectrum disorder: effects of cognitive load. *J. Neurodev. Dis.* 6:19. doi: 10.1186/1866-1955-6-19

Wechsler, D. (2005). *Echelle d'Intelligence de Wechsler pour Enfants et Adolescents*. Paris: ECPA.

Welch-Ross, M. K. (1997). Mother-child participation in conversation about the past: relationship to the pre-schooler's theory of mind. *Dev. Psychol.* 33, 618–629. doi: 10.1037/0012-1649.33.4.618

Wheeler, M. A., Stuss, D. T., and Tulving, E. (1997). Toward a theory of episodic memory: the frontal lobes and autonoetic consciousness. *Psychol. Bull.* 121, 331–354. doi: 10.1037//0033-2909.121.3.331

Williams, D. (2010). Theory of own mind in autism: evidence of a specific deficit in self-awareness? *Autism* 14, 474–494. doi: 10.1177/1362361310366314

Zamoscik, V., Mier, D., Schmidt, S. N. L., and Kirsch, P. (2016). Early memories of individuals on the autism spectrum assessed using online self-reports. *Front. Psychiatry* 7:79. doi: 10.3389/fpsyt.2016.00079

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2019 Anger, Wantzen, Le Vaillant, Malvy, Bon, Guénolé, Moussaoui, Barthelemy, Bonnet-Brilhault, Eustache, Baleyte and Guillery-Girard. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

5.2. <u>Etude 4</u> : Mémoire autobiographique chez l'adolescent avec TSA : une analyse textométrique

Cette étude longitudinale a pour cadre un projet en cours qui vise à explorer la trajectoire développementale de la MAB au cours de l'adolescence chez des participants avec TSA, comparés à un groupe d'adolescents au développement typique. En effet, des différences semblent émerger entre les enfants et les adultes avec TSA. Alors que les enfants présentent des altérations à la fois dans la composante épisodique et sémantique, les adultes avec TSA montrent des difficultés seulement dans la composante épisodique. Seulement peu d'études se sont intéressées aux changements survenant à l'âge intermédiaire, pendant l'adolescence. Une seule étude longitudinale a été réalisée (Bon et al., 2012) et met en avant, chez un adolescent avec TSA, un oubli progressif de ses connaissances personnelles qui pourrait être dû à un défaut de sémantisation et de consolidation. Les résultats préliminaires présentés ici concernent uniquement le temps T1, en se focalisant sur les résultats de l'ensemble des périodes. Les données ont été en partie traitées par Elodie Zante dans le cadre de son mémoire de master.

<u>Contexte :</u>

La MAB fait référence à une collection de souvenirs des événements vécus par un individu, associée à des projections d'événements dans le futur (mémoire épisodique) et à ses connaissances générales personnelles (mémoire sémantique). Le modèle de Conway présente le souvenir comme résultant d'un processus dynamique à partir de trois types de connaissances (Conway, 2005). Les schémas de vie rassemblent les connaissances générales sur soi formant des connaissances sémantiques qui reflètent nos valeurs et nos objectifs personnels. A chaque récupération, l'évènement sera ré-encodé et réinterprété par rapport aux nouvelles connaissances sémantiques apprises (Baker-Ward et al., 1997). Ces processus de restructuration dynamique garantissent la cohérence du souvenir (Ornstein et al., 1998).

Les personnes avec TSA présentent des particularités dans les contenus de mémoire autobiographique et des difficultés d'accès aussi bien dans le rappel de souvenirs que dans la projection dans le futur. Elles vont récupérer moins de souvenirs spécifiques, qui seront moins détaillés, avec un moindre sentiment de reviviscence et une latence de récupération plus importante (Goddard et al., 2007; Adler, Nadler, Eviatar, & Shamay-Tsoory, 2010; Crane et al., 2012). Les enfants avec TSA racontent plus facilement des faits qu'ils ont vus ou lus et leurs discours sont moins centrés sur eux-mêmes, plus orientés vers l'extérieur (Solomon, 2004). Leurs récits sont plus courts, moins descriptifs avec moins

d'éléments principaux et de complexes grammaticaux (King et al., 2013), ce qui entraine un impact négatif sur la qualité et la cohérence du récit, d'autant plus que les éléments personnels sont moins importants et les hors sujets plus fréquents (Goldman, 2008). Aussi, fournir un support ou un temps suffisant lors de la restitution améliore les performances de rappel autobiographique.

Les informations qui composent le souvenir ne sont pas encore clairement identifiées. Par ailleurs, les difficultés de récupération des souvenirs semblent être majeures et sont observées dans les différentes théories explicatives du fonctionnement atypique de la MAB dans les TSA. Cette étude a donc pour objectif de mettre en évidence des particularités dans le discours autobiographique d'adolescents avec TSA et de démontrer que la relance permet de normaliser les performances.

Méthodologie

Nous avons inclus à ce jour 12 enfants et adolescents avec TSA (10 garçons et 2 filles, moyenne d'âge : 14,4 ans, 10,1 à 18,1 ans), comparés à un groupe de 27 participants au développement typique (15 filles et 12 garçons, moyenne d'âge 14,2 ans, 10,1 à 17,2 ans).

Le paradigme issu de l'étude de Anger, Wantzen et al., (2019) a été utilisé afin de tester la production d'évènements passés et futurs. Les participants sont invités à décrire oralement un événement précis qui leur est arrivé (rappel spontané), puis une question générale est fournie pour encourager à poursuivre le rappel (rappel après relance, par exemple « qu'est-ce que vous pouvez me dire de plus ? »). Chaque événement a été enregistré pour être retranscrit à l'écrit le plus fidèlement possible. Une double cotation textométrique, inspirée du test « *Autobiographical Interview* » (Levine et al., 2002), a été réalisée en segmentant, dans un premier temps, le rappel spontané puis, dans un second temps, lors de la relance après le rappel. Cette cotation permet de mesurer la spécificité et l'épisodicité du souvenir (détails internes et externes), un code couleur a ainsi été attribué à chaque segment en fonction de la catégorie concernée (figure 12).

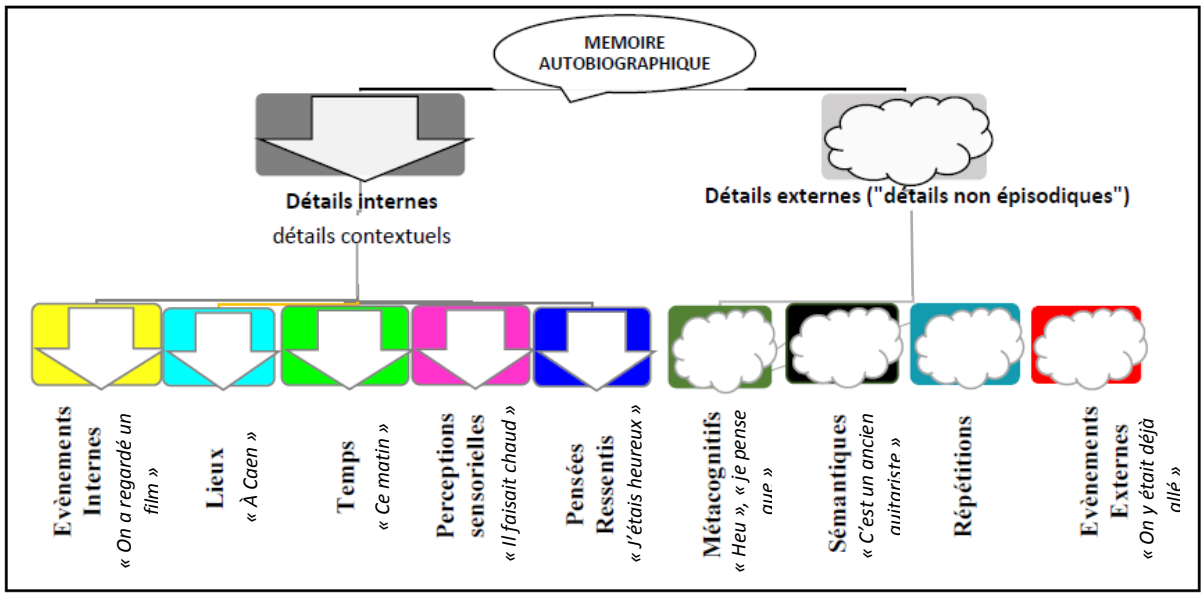


Figure 12 : *Description des différents éléments de la cotation utilisée (adaptée de Levine et al., 2002). Chaque élément du récit du souvenir autobiographique est coté comme « élément interne » ou « élément externe » au souvenir puis mis dans la sous-catégorie correspondante*

Exemple de cotation :

Marie est venue / pour manger / chez moi / hier soir / avec Mathéo,/ un de ses amis / Il a fait beau / chaud / quand nous sommes partis / en fin de journée./ Ils étaient déjà venus / il y a une semaine.

Un test de Scheirer-Ray-Hare a été réalisé en tant qu'équivalent non paramétrique de l'ANOVA à deux facteurs (groupe et âge). Aucune analyse n'a mis en évidence d'effet de l'âge, nous avons donc conservé uniquement les analyses de groupe.

Résultats et discussion

Nous avons pris en compte les performances de rappel spontané, de rappel après relance et la progression dans la construction du souvenir. Ces trois données sont décrites ci-dessous pour l'ensemble des périodes.

Concernant les éléments internes (épisodiques) de l'ensemble des périodes, le groupe TSA rapporte moins d'éléments relatifs à des lieux (p=0.007) lors du rappel libre en comparaison au groupe contrôle. Après la relance, les scores se normalisent pour les éléments de lieux car les participants avec TSA ont davantage progressé que les contrôles pour cette catégorie (p=0.02) (Figure 13).

Au-delà, le groupe avec TSA montre une progression significativement plus importante que les contrôles pour le total des éléments internes (p=0.01) dont les éléments perceptifs (p=0.01), les éléments temporels (0.002) et les éléments relatifs à leurs pensées et ressentis (p=0.003) (Tableau 2).

Concernant les éléments externes (sémantiques) de l'ensemble des périodes, les adolescents avec TSA rapportent, lors du rappel spontané, un nombre total d'éléments externes plus important (p=0.04) avec un nombre supérieur de répétitions (p=0.05). Les éléments métacognitifs ne sont pas pris en compte dans cette analyse. Après la relance, le groupe TSA restitue un nombre plus important d'éléments totaux externes lorsque les éléments métacognitifs sont retirés (p=0.04), et notamment plus de répétitions (p=0.0009), d'éléments sémantiques (p=0.05) et d'évènements externes au souvenir (p=0.03) (Figure 13).

Ces observations sont liées à des progressions plus importantes dans le groupe TSA pour le nombre total des éléments rapportés (internes et externes, p=0.02), y compris lorsqu'on ne prenait pas en compte les éléments métacognitifs (p=0.001). La progression du nombre total d'éléments externes est également supérieure (p=0,01), d'autant plus lorsque les éléments métacognitifs ne sont pas pris en compte (p=0.0002). Parmi les éléments externes, on observe des progressions plus importantes dans le groupe TSA pour les éléments sémantiques (p=0,004) et les évènements externes (p=0.0003) (Tableau 2).

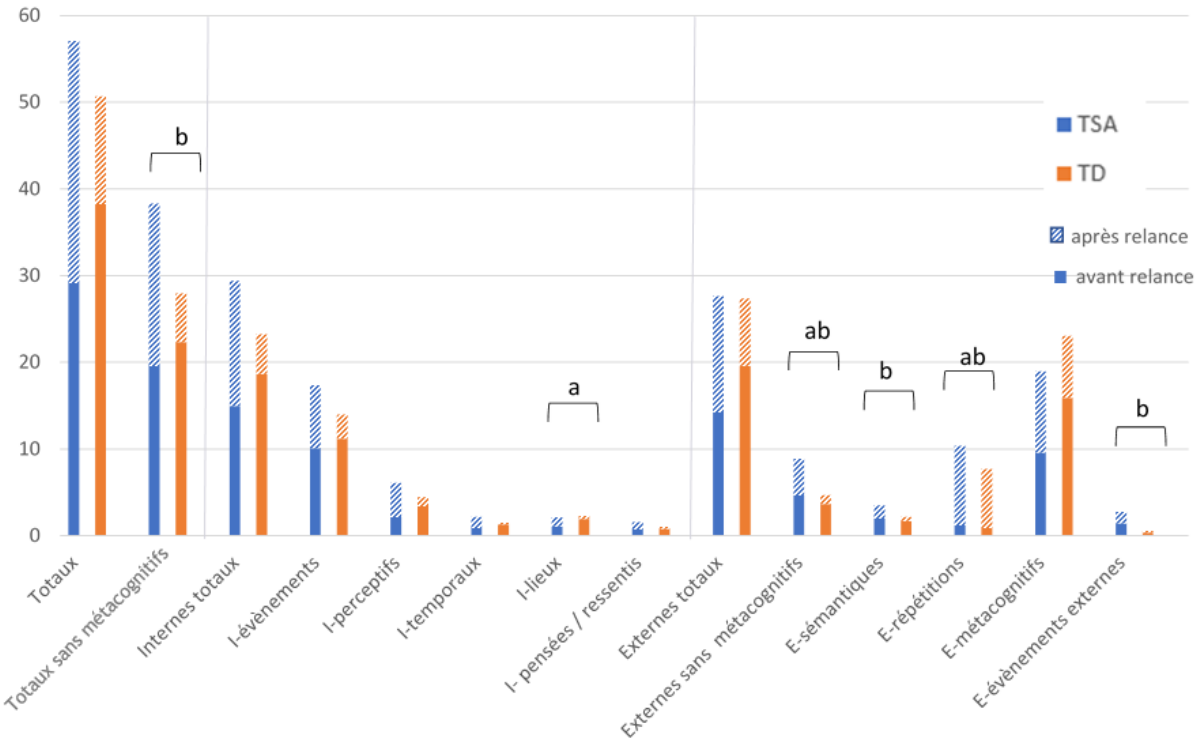


Figure 13 : *Scores des deux groupes avant et après relance pour l'ensemble des périodes temporelles. a : différence significative entre les deux groupes (p ≤ 0.05) pour les scores de rappel libre, b : différence significative (p ≤ 0.05) pour les scores après relance.*

Tableau 2 : *Comparaison des progressions des participants après la relance pour l'ensemble des périodes temporelles. * : différence significative entre les deux groupes (p ≤ 0,05)*

			Moyenne TSA	Moyenne TD	P Anova à deux facteurs non paramétriques
Eléments totaux	Total		**27,92**	**12,44**	**0,02***
	Sans les éléments métacognitifs		**18,75**	**5,61**	**0,001***
	Eléments internes	Total	**14,47**	**4,61**	**0,01***
		Evènements	**7,28**	**2,81**	**0,09**
		Perceptifs	**3,94**	**1,05**	**0,01***
		Temporaux	**1,33**	**0,18**	**0,002***
		Lieux	**1,06**	**0,33**	**0,02***
		Relatifs à des pensées	**0,86**	**0,24**	**0,003***
	Eléments externes	Total	**13,44**	**7,8**	**0,01***
		Sans les éléments métacognitifs	**4,28**	**1**	**0,0002***
		Sémantiques	**1,5**	**0,52**	**0,004***
		Répétitions	9,17	6,83	0,21
		Métacognitifs	9,42	7,15	0,19
		Evènements externes	**1,33**	**0,19**	**0,0003***

Nous avons montré que l'ensemble des recueils autobiographiques lors du rappel spontané de toutes les périodes confondues était comparable en termes de nombres d'éléments internes (épisodiques). Seuls les éléments de lieux sont moins rappelés chez les adolescents avec TSA, ce qui est en lien avec les difficultés à accéder aux contextes spatio-temporels (pour revue, voir Miller, Odegard, & Allen, 2014). Après la relance, l'ensemble des éléments internes devient comparable entre les deux groupes, ce qui suggère que les participants avec TSA possèdent l'information mais que celle-ci est plus difficile d'accès. La relance leur est donc davantage bénéfique pour récupérer les éléments internes et enrichir leurs reconstructions et projections.

Concernant les éléments externes (sémantiques), nous mettons en avant qu'aussi bien lors du rappel libre qu'après la relance, les participants avec TSA donnaient spontanément davantage d'éléments externes lorsqu'on ne prenait pas en compte les éléments métacognitifs. Plus particulièrement, les adolescents avec TSA rapportent plus de répétitions, plus d'éléments sémantiques et plus d'éléments en lien avec des évènements externes. Alors que la littérature pointe des difficultés de mémoire sémantique autobiographique chez l'enfant (Bruck et al., 2007; Goddard et al., 2014), elle semble préservée chez l'adulte (Klein, Chan, & Loftus, 1999; Crane & Goddard, 2008; Crane et al., 2012). Cette transition pourrait être due à des difficultés de génération (Goddard et al., 2014) et à un retard de développement des aspects psychologiques et sociaux du concept du *self* (Lee et al., 1994; Lind, 2010). Peu d'études se sont intéressées à la période transitoire de l'adolescence. Nous supposons que les connaissances sémantiques des adolescents avec TSA viendraient compenser les difficultés de

mémoire épisodique et favoriser la construction de la projection ou la recollection du souvenir en apportant des informations sémantiques sur des éléments constitutifs du récit.

Enfin, nous avons pu mettre en évidence que la relance, bien que non spécifique, permettait aux participants avec TSA d'enrichir leurs productions épisodiques de sorte que leurs performances finales tendaient à se normaliser, voire à surpasser celles des participants typiques, notamment pour certains éléments externes.

Conclusion

Les résultats préliminaires de cette étude confirment que la récupération spontanée d'épisodes vécus ou imaginés est plus difficile chez les adolescents avec TSA et plus particulièrement les lieux. Ce travail a mis également en évidence l'impact positif de la relance sur les performances des adolescents avec TSA, élément essentiel à prendre en compte dans les paradigmes expérimentaux et en clinique. Ces résultats à T0 sont prometteurs, les analyses nécessitent d'être poursuivies avec des groupes plus conséquents et en prenant en compte l'aspect longitudinal afin d'approfondir les stratégies qui se mettent en place jusqu'à l'âge adulte.

6. Projet 3

6.1. Etude 5 : Improving Social Interactions through Autobiographical Memory training in Autism: SIAM program

Contexte

La MAB permet la construction et le maintien du sentiment d'identité et de continuité dans le temps. Chez les personnes avec TSA, la MAB présente un fonctionnement atypique avec notamment un manque de richesse contextuelle et d'accès aux informations qui participent à la constitution du sentiment d'identité. Ces difficultés ont un impact direct sur la capacité à interagir avec autrui et inversement, le manque d'interactions limite l'évocation de connaissances et souvenirs autobiographiques et perturbe ainsi leur consolidation (Bon et al., 2012). La MAB prend son origine dans l'expérience d'un événement mais se trouve consolidée et remodelée au fil des interactions avec autrui. Cette influence réciproque entre MAB et cognition sociale contribue à expliquer d'une part, pourquoi la MAB est affectée dans les TSA, les troubles de la cognition sociale étant au cœur de ce trouble, et d'autre part, comment le développement de la MAB conditionne celui de la cognition sociale. Le moment de la discussion avec autrui peut être considéré comme l'un des moments essentiels où les souvenirs individuels deviennent partagés, et où le passé devient une construction collective (modèle de Pasupathi, 2001). La participation à cette construction collective améliore le partage et les cognitions sociales autant qu'il en dépend, dans une boucle de causalité circulaire. En particulier chez l'adolescent avec TSA, MAB et cognition sociale contribuent à la construction de son identité tant personnelle que sociale.

Ainsi, nous proposons ce programme de réhabilitation sociale centré sur la MAB : le programme interactions sociales à travers la mémoire autobiographique (ISMA, *Social Interactions through Autobiographical Memory, SIAM* en anglais). Pour vérifier les effets de ce programme, nous allons évaluer les capacités de la communication (compétences narratives et conversationnelles) chez les adolescents avec TSA avant et après les ateliers.

Méthodologie

ISMA est un essai contrôlé randomisé multicentrique à deux bras qui vise à évaluer l'effet d'un programme original de réhabilitation de la MAB chez des adolescents avec TSA sans déficience

intellectuelle, âgés de 12 à 25 ans, en comparaison à un groupe d'adolescents avec TSA ayant un suivi habituel (groupe de réhabilitation non spécifique).

Les mesures de l'évolution des scores de compétences narratives et conversationnelles entre T0 et T1 (6 mois) sont réalisées à partir du questionnaire de McCabe et al., (2017).

Les objectifs secondaires sont :

1) Evaluer les effets du programme sur la stabilité d'un bénéfice potentiel des habiletés narratives et conversationnelles (McCabe et al., 2017) un an après la fin de la réadaptation (T2, 18 mois).

2) Évaluer de façon comparative l'effet du programme sur la communication sociale (*Communication and Social Motivation*-2, SRS-2, Stordeur, Boele, Peyre, Delorme, & Acquaviva, 2019).

3) Évaluer comparativement l'effet du programme sur la MAB individuelle (inspiré par Ernst, Philippe, & D'Argembeau, 2018 et Levine, Svoboda, Hay, Winocur, & Moscovitch, 2002).

4) Évaluer comparativement l'effet du programme sur la MAB partagée : avec les pairs et avec la famille (analyse textométrique de la concordance entre parents et adolescent).

5) Évaluer de façon comparative l'effet du programme sur l'identité (Dis(x)-je, d'après Damon & Hart, 1991).

6) Explorer les relations au fil du temps entre la MAB et les compétences sociales.

Un bilan neuropsychologique complet est réalisé avant les ateliers (T0), dans les deux semaines suivant la fin des ateliers (T1) et 6 mois après la dernière séance des ateliers (T2). Le programme de réhabilitation comprend au total 13 séances d'ateliers hebdomadaires : 10 séances individuelles et collectives et 3 séances collectives. Les séances individuelles permettront de réaliser des exercices personnalisés et de préparer la séance collective qui suit. Les séances collectives viseront à partager les événements personnels et les connaissances autobiographiques afin d'améliorer la communication. Les séances familiales permettront d'informer la famille sur la MAB et le partage d'événements familiaux, des recommandations quotidiennes leur seront également transmises.

Hypothèses

Ce programme devrait améliorer la communication sociale des adolescents avec TSA par le biais de compétences conversationnelles, en particulier au sein de la famille. Il permettra de travailler sur la mémoire familiale qui alimente la construction de la mémoire individuelle de chaque membre de la famille, et de réduire l'isolement social et émotionnel, notamment chez les adolescents avec TSA.

Enfin, il existe très peu d'études scientifiques validant les programmes de réhabilitation cognitive et ce programme offre l'occasion de fournir des arguments objectifs sur l'efficacité de cette réhabilitation avant de la diffuser plus largement et de l'intégrer dans la pratique des soins.

Improving Social Interactions through Autobiographical Memory training in Autism: SIAM program

Prany Wantzen[1], Philippe Aegerter[2], Lucie Raoul[1], Coralie Lannuzel[3], Camille Jung, Francis Eustache[1], Fabian Guénolé[1,3], Jean-Marc Baleyte[1,5], Bérengère Guillery-Girard[1]

[1] Normandie Univ, UNICAEN, PSL Université Paris, EPHE, INSERM, U1077, CHU de Caen, GIP Cyceron, Neuropsychologie et Imagerie de la Mémoire Humaine, 14000 Caen, France

[2] Laboratoire Santé-Environnement-Vieillissement (EA2506), Université Versailles Saint Quentin, Paris, France

[3] Service de Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent, CHU, Caen, France

[4] Centre de Recherche Clinique, CHI Creteil, 40 Avenue de Verdun, 94000, Creteil, France

[5] Service de Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent, Hôpital Intercommunal de Créteil, Créteil, France

(IN PREPARATION)

Abstract

Introduction

People with autism spectrum disorder (ASD) have atypical memory autobiographical memory (AM) functioning. AM refers to a very long-term memory of personal knowledge and events relating to individuals' own lives that is accumulated from a very early age and allows them to build an identity based on a feeling of continuity. AM originates with the experience of an event but is maintained and elaborated through interactions with others. The functional overlap between AM and social cognition, explains why AM is affected in ASD. AM consolidates through the act of storytelling in social relationships, and it is regulated by communication rules, which are culturally established. In this sense, autobiographical narratives are a vector for social interactions. The present study aims to provide a rehabilitation program based on individual and shared AM to improve conversational skills in autism and, consequently, social interactions.

Methods and analysis

This study is a multicentre two-armed randomised controlled trials comparing improvement of conversational skills and social interactions after two different rehabilitation programs: a nonspecific rehabilitation or an experimental program entitled "Social interactions through Autobiographical Memory" (SIAM). A total of 100 ASD participants aged 12 to 25 will be randomized to either the standard or experimental program. The SIAM intervention consists of 13 weekly 90-min sessions. Participants will be included for 12 months with 6 months of the intervention program. Three neuropsychological evaluations assessing social skills, AM, identity, autistic symptomology, and life quality are planned: 1rst evaluation at T0 (1 month before intervention), a second two weeks after the last rehabilitation session (T1) and finally, 6 months after the last rehabilitation session (T2). In total, 20 sessions of 90 min will be required during the first 6 months: 1 for family information and signature of consent, 5 for pre and post-assessments, 13 for intervention, 1 for restitution.

Ethics and dissemination

This protocol was approved by the French National Agency for Medicines and Health Products Safety and the French Ethics Committee XXXXXXXXXX. Results will be published in peer-reviewed journals.

Trial registration

Keywords

Autobiographical memory, Autism, rehabilitation, training, social communication

Strengths and limitations of this study (5 points)

- This original training program mobilizes personal information, i.e. Autobiographical Memory, to improve social communication
- This paradigm represents the first training program focused on Autobiographical memory in Autism
- This training program integrates both individual and shared memory within the family and with peers
- A longer follow up period with an addition of spaced sessions may be required than originally anticipated to test the maintenance over time
- This program concerns adolescents and adults with Autism and an important next step would be to extend this project to younger participants

Introduction

Autobiographical memory (AM) refers to the memory of personal knowledge and events related to individuals' own lives that are accumulated from an early age (Conway, 2005). Current models of AM distinguish between an episodic component relating to personal events and a semantic component pertaining to general personal knowledge or facts. Episodic component relies on the ability to remember unique past experiences and to imagine possible future experiences (Tulving, 1985) with plenty of phenomenological details (e.g. spatiotemporal context, feelings, emotions, sensory details). Semantic component refers to self-personal and identity knowledge (physic, moral and psychological). Therefore, AM allows individuals to build an identity based on a feeling of continuity (Bon, et al., 2012; Conway, 2005) and is thought to be central to social interactions. AM is constructed on the experience of an event but is consolidated and reshaped through interactions with others. AM facilitates social engagement through shared memories and is enhanced by shared narrative construction and exchange of memories with others (Nelson & Fivush, 2004). The dynamic construction of AM is closely related with self-development, social cognition, time concept, and narrativity. Beyond the implication of social cognition, AM is a complex process involving abilities ranging from executive functions, attention, perception, emotions, and language (Nelson & Fivush 2004).

AM abnormalities are observed in numerous neurodevelopmental disorders, including autism spectrum disorders (ASD). ASD is characterized by deficits in social communication, with restricted and repetitive behaviors. Studies report reduced retrieval, specificity, elaboration and episodic coherence with a decrease in details, in particular narrative, perceptive, emotional or cognitive details (Brown, Morris, Nida, & Baker-Ward, 2012; Bruck, London, Landa, & Goodman, 2007; Goldman, 2008; Lind, Williams, Bowler, & Peel, 2014) affecting both past memories and projection into future (Crane, Goddard, & Pring, 2010; Lind & Bowler, 2010; Marini et al., 2019; Terrett et al., 2013). In addition, memories are less related to the self (Crane, Goddard, & Pring, 2010; Goddard et al., 2007). However, no difference was observed between ASD and typically developing (TD) groups when tasks provide cues or support at retrieval. Individuals with ASD performed just as well as controls when the recall test was written rather than oral (Crane, et al., 2012), when the cue words were high in imageability (e.g., letter vs. permission) (Crane, et al., 2012), with visual cues (Anger et al., 2019), with a sentence completion test (Crane, Lind, & Bowler, 2013), and with yes-no questions (Bruck et al., 2007). These observations contribute to validate the task support hypothesis that emphasizes the role of retrieval support in improving memory performance (Bowler, et al., 2004). A dissociation may be observed between episodic and semantic components in ASD. The episodic component is disrupted in autistic

adults whereas the semantic component seems to be preserved (Crane et al., 2012; Goddard, Howlin, Dritschel, & Patel, 2007; Tanweer, Rathbone, & Souchay, 2010; Zamoscik, Mier, Schmidt, & Kirsch, 2016). However, children with ASD have a disruption of both the episodic and semantic component (Bruck et al., 2007; Goddard, Dritschel, Robinson, & Howlin, 2014). More specifically, semantic knowledge related to the concept of psychological self is impaired while the physical is preserved (Bon et al., 2012; Brown et al., 2012; Bruck et al., 2007; Goddard et al., 2014; Robinson, Howlin, & Russell, 2016). This pattern may be due to delayed development of identity (Lind, 2010), a delay that will be filled in adulthood. Bon and colleagues (2012) showed in a longitudinal study a progressive forgetting of personal knowledge suggesting a defect of semantization or consolidation that may be notaby due to diminished rehearsal associated to impaired social interactions. Fivush, Haden, & Reese (2006) highlighted in a review that parents who elaborated with their children (asking many open-ended, wh-questions such as when, who, what, and where) had children who later excelled in narration. In this line, McCabe (2017) presented an intervention with ASD parents about the importance of personal narratives and recommendations for improving narration. Recommendations concern to talk with children, ask him/her about the event with direct questions, etc. The authors showed that parents in the intervention group provided significantly more elaboration in conversations with their son/daughter than parents in the control condition. Production of AM events occurs in the context of social relationships, primarily within the family where social relationships are strong and where many shared memories are developed Goldman & DeNigris, 2015).

Social interactions within the family or with friends can be considered as one of the key moments where individual memories become shared, and where the past becomes a collective construct (Pasupathi, 2001). Conversely, this collective construction improves sharing, social interactions and contribute to the construction of identity. For these reasons, AM may be an interesting tool in social rehabilitation programs.

To our knowledge, there is no program for the rehabilitation of AM in children or in ASD. The only existing ones are proposed in adults with psychiatric (depression or schizophrenia) or neurological (neurodegenerative or lesional) pathologies and provide positive results (Hitchcock, Werner-Seidler, Blackwell, & Dalgleish, 2017). Interventions have been shown to reduce depression in younger adults (Raes, Williams, & Hermans, 2009) and enhance social functioning in older adults, notably social problem-solving (Leahy, Ridout, & Holland, 2018) when AM is improved. In this article, we propose a new intervention focused on autobiographical memory called SIAM for training “Social Interactions through Autobiographical Memory” that aims to improve conversational skills in autism and, consequently, social interactions. Thus, we have integrated into the present rehabilitation program : 1) therapeutic education (Neshat-Doost et al., 2012), 2) parents recommendation about narrative

prompts in conversational with their children (McCabe et al., 2017), 3) induction of episodic specificity by creating an image or a mental video of the memory and to remember a maximum of details (Madore & Schacter, 2014), 4) recollection procedure based on Conway's model of AM from general personal knowledge to more specific and detailed memories (Piolino, 2008), 5) collective training and assessment of the richness of memories by a peer (Chiang et al., 2010; Ricarte, Hernández-Viadel, Latorre, Ros, & Serrano, 2014), 6) Facilitation and compensation techniques (Lalanne & Piolino, 2013), 7) supports (journal, calendar…) and personal work (homework, journal) (Neshat-Doost et al., 2012; Ricarte et al., 2014). Considering other specific difficulties in ASD, we created other tools (Table 1).

Table 1. Specific tools used in the SIAM program and adapted to ASD cognitive difficulties

Difficulties	Tools
Retrieval / elaboration	Strategies and Visual supports
Structuring/ specificity	Established routines based on an analysis grid (narrative and mental image)
Shared memories	Scenario with peers and family
Consolidation / Semantization	Verbalization with others (group and entourage) + notebook
Projection in the future	Missions / Plan an event
Relationship to time	Using a time axis
Emotions	Today's mood
Self-reference	Strengthen self-involvement
Associative capacities	Increase meaning between memory components (What, Where, When, How…) and between personal memories
Sensory Perception	Evoke the different sensory characteristics
Source Memory	Identify the origin of the memory

Methods

Aim and objectives

SIAM is a multicenter two-armed randomized controlled trials that aims to evaluate the effect of an original rehabilitation program of the autobiographical individual and shared memory in adolescents with ASD without intellectual disability, aged 12 to 25. To do so, we conduct a before-and-after study of two groups of ASD participants, a target group and an active control group. We will compare performance modifications on conversational skills and social communication, after either a routine care (nonspecific group rehabilitation) or the SIAM program. If we observe significant improvement in the target group, we will propose to the participants of the control group to follow the SIAM program in a second step.

The objectives of the study will be to:

1) Comparatively evaluate the effect of the program, versus routine care, on narrative and conversational skills (McCabe et al., 2017) from inclusion (T0) to the end of the 6-months program (T1)
2) Comparatively evaluate the effect of the program, versus routine care, on the stability of a potential benefit on narrative and conversational skills (McCabe et al., 2017), one year after the end of rehabilitation (T2, 12 months).
3) Comparatively evaluate the effect of the program, versus current care, on social communication (Communication and Social Motivation-2, SRS-2, Constantino, 2013)
4) Comparatively evaluate the effect of the program, versus routine care, on individual AM: specificity of evoked events (past and future), coherence and social details of events (inspired by Ernst, Philippe, & D'Argembeau, 2018 and Levine, Svoboda, Hay, Winocur, & Moscovitch, 2002)
5) Comparatively evaluate the effect of the program, versus routine care, on shared autobiographical memory: with peers and with the family (textometric analysis of concordance between parents and teenager).
6) Comparatively evaluate the effect of the program, versus routine care, on identity ("*Dis(x)-je*" based on Damon & Hart, 1991).
7) Explore the interrelationships over time between AM and social skills

Hypothesis

In ASD, given the close links between AM difficulties and social interactions, we hypothesize that a rehabilitation program, combining individual, family and group sessions, will have a positive impact on both individual and shared memory and on social communication. Individual sessions offer personalized follow-up from the initial assessment, and family and group sessions target shared memory. This rehabilitation program is based on programs offered in other pathologies. It has been developed taking into account the particularities of autism and will be proposed by a psychologist sensitized to cognition assisted by another medical or paramedical professional. This approach is similar to that used in the establishment of social skills training groups which today, several objective arguments support its relevance (eg. Baghdadli et al., 2013).

Procedure Overview

This protocol follows the Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials (SPIRIT) guidelines (see SPIRIT checklist in online supplemental file) (Chan et al., 2013). From January 2020 to January 2022, 100 participants will be recruited. The program will be conducted in ten centers in France: the Intercommunal Hospital of Créteil (Créteil), the Public Assistance-Hospitals of Chenevrier (Créteil), the Hospital of Versailles (Versailles), the Hospital of Saint-Maurice (Saint-Maurice), the Clinic

of Isle le Moulin - CLINEA Group (Crosne), the University Hospital of Strasbourg (Strasbourg), the University Hospital of Tours (Tours), the Hospital of Le Vinatier (Lyon), the University Hospital of Rouen (Rouen), and the University Hospital of Caen Normandie (Caen). A training course will be provided for each center and a follow-up will be ensured throughout the study. Study staff in each hospital will complete case report forms during each visit and notify the Principal Investigator and clinical investigators about any adverse events.

General procedural aspects

At the beginning of the first, before taking the neuropsychological test battery, participants are randomly assigned to one of two arms: nonspecific rehabilitation group or SIAM group. Participants and child psychiatrists are all blinded to the conditions except psychologists who need to know which intervention to use. The experimental SIAM intervention consisted of 13 weekly 90-min sessions. Participants will be included for 12 months with 6 months of the intervention program (SIAM rehabilitation or current care). In total, 20 sessions will be required during the first 6 months: 1 for family information and signature of consent, 3 for pre-assessment, 13 for intervention, 1 for post-assessment, 1 for restitution and 1 for last-assessment. Participants will be provided a delayed session 12 months after inclusion to test the stability of the possible effect with time. In the first visit, we will present the study to each family, we will ask them about their life habits with a semi-structured interview (with the help of the "Homemade" interview) during 1h30 and we will ask adolescents and parents to sign the consent document. Figure 1 presents the general procedural aspects. Participants will be randomly assigned to different groups using the design PROBE. Randomization will be performed at a ratio of 1: 1, stratified by center, age (college = 12-15 years, high school = 15-18 years and university: 18-25 years) and IQ. Groups with between 3 and 4 participants will be created.

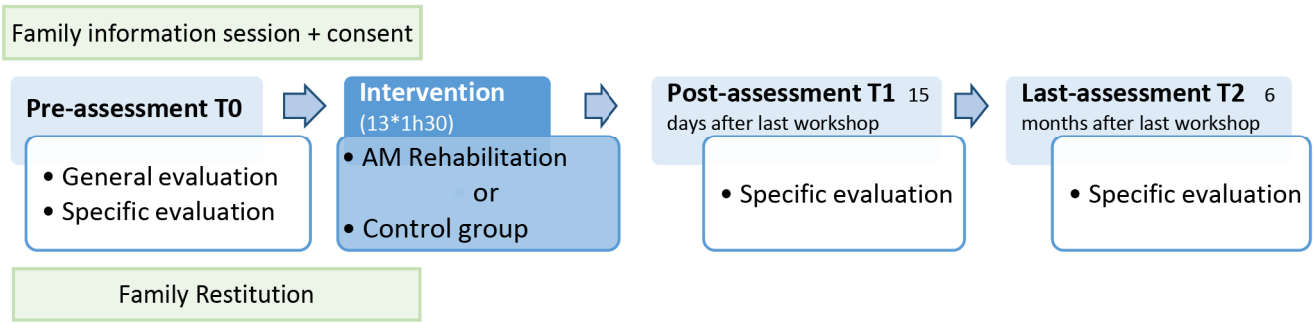


Figure 1: General procedure of the SIAM rehabilitation study

Inclusion criteria

To be included in the cohort, participants must be aged between 12 and 25 old years, should have received a clinical diagnosis with verbally and intellectually high-functioning autism according to DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) criteria. The diagnosis should be established by experienced professionals using the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) and/or Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS; Lord et al., 1989). Brief interviews must ensure that none of the participants meet one of the following exclusion criteria: history of previous neurological disorders or psychiatric illness (other than ASD), head trauma, genetic pathology, current psychoactive medication, intellectual disability (evaluated with Wechsler scale, WISC-V or WAIS-IV>70), learning disabilities, difficulty speaking French for participant and family and difficulties of attendance. SIAM and non-specific rehabilitation groups will be stratified on age and IQ. Families will be given a comprehensive description of the research. The study was approved by the relevant ethics committees, and written consent was obtained from children and their parents, in line with committee guidelines.

Measures and analyses

Sample size

There is few data in the literature to determine the number of participants a priori. The Baghdadli's pilot study (2013) reports a significant effect (Cohen d = 1) on the Kidscreen parents' subscore. This subscale relates to communication skills and, while not our primary criterion, seems to us to be a relevant insight into what the effect on narrative and conversational skills might be.

We postulate a mean minimal effect (size 0.6) on the evolution of the McCabe score (narrative + conversational) between T0 and T1, with a bilateral alpha risk of 5%, and a power of 80%, so the calculation, according to the formula of Julious (2004), indicates 45 subjects per group. Given 10% of the not assessable subjects, the total number is 100 children (with their family).

Participants will be recruited continuously until the desired sample size is achieved but before January 2021 to ensure a last 12-month follow-up on January 2022. In order to increase patients' recruitment, communication on this protocol will be improved in the different cities with professionals (e.g., oral communications and poster displays in hospitals and family associations).

Neuropsychological test battery

The same assessment will be used for all patients, whatever the condition to which they are randomly assigned (SIAM vs nonspecific rehabilitation group). All the tests are commonly used in memory

investigations, except for the Autobiographical memory task which is an original test inspired by (Ernst et al., 2018; Levine et al., 2002).

In order to improve blind data collection, the neuropsychologists who will conduct all the assessments will be different from the one who will perform the rehabilitation program and will not be informed of participant's status (control or experimental). Three evaluations are planned: 1^{rst} evaluation at T0 (1 month before intervention) that will require three sessions of 1h30 each. All self-questionnaire will be given to families and they will have to return them at the next visit. During the two weeks after the last rehabilitation session, the post-assessment will be administered (T1). Finally, the last assessment with the family will be realized 6 months after the last rehabilitation session in order to evaluate the maintenance of program benefits (T2). Assessments evaluate social skills, AM, identity, executive functions, autistic symptomology, life quality, intelligence quotient, time perception, and associative memory. Pre and post-assessments are summarized in Table 2.

Table 2: Pre and post-assessment at TO and at T1 and T2. AM: Autobiographical memory, IQ: intelligent quotient, SAM: Survey of Autobiographical memory, BRIEF: Behavioral Rating Inventory of Executive Function, QTE: Temporal questionnaire for Child

Abilities	General evaluation at T0	Specific evaluation after rehabilitation (T1 and T2)	Duration (min)
Narrative and conversational skills	Narrative Skills questionnaire Children and Parents (McCabé et al., 2016)	Narrative Skills questionnaire Children and Parents	Self-questionnaire
Social abilities	SRS-2 Children and Parents (Social Responsiveness Scale, Constantino, 2012)	SRS-2 Children and Parents	Self-questionnaire
AM	Autobiographical production (inspired by Ernst et al., 2018; Levine et al., 2002).	Autobiographical production	90
Identity	Dis(x)-je (Damon et Hart, 1988)	Dis(x)-je	10
AM	SAM Children and Parents (Palombo et al., 2013)	SAM Children and Parents	Self-questionnaire
Autistic quotient (AQ)	AQ Children and Parents (Sonié et al., 2011)	AQ Children and Parents	Self-questionnaire
Life quality	KIDSCREEN Children and Parents (Robitail, 2005)	KIDSCREEN Children and Parents	Self-questionnaire
IQ	WISC -V/WAIS-IV (Wechsler, 2016 et 2011)		70
Executive functions	Wisconsin (Monchi et al. , 2001)		15
	Figure of Rey (Osterrieth, 1944)		5-7
	Fluency (Cardebat et al., 1990)		5

	BRIEF Parents (Royet al., 2015)		Self-questionnaire
Time perception	QTE (Quartier, 2008)		10
Memory	CMS (- 16 ans) (Cohen, 2001) MEM IV (+16 ans) (Wechsler, 2005)		15
Theory of mind	NEPSY (subtest Theory of mind)		15
Language ability	PELEA (Boutard et al., 2010)		35

AM rehabilitation group

The organization of the sessions is described in figure 2. It will be defined by 1) 10 individual and collective sessions and 2) 3 sessions with families. Individual sessions will allow realizing personalized exercises, collective sessions will aim to share personal memories and knowledge in order to improve communication and familial sessions will inform them about autobiographical memory will allow sharing these memories with family.

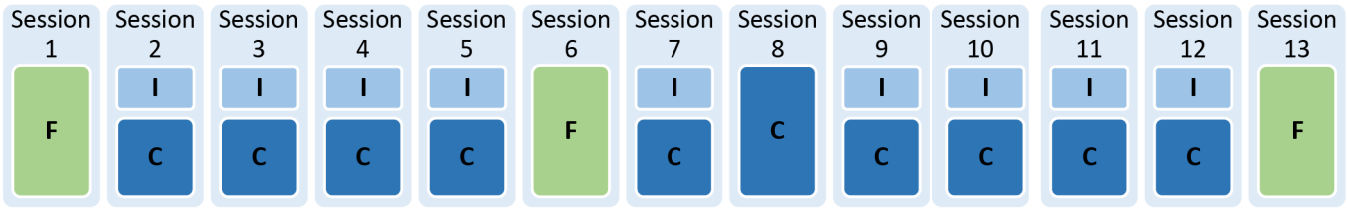


Figure 2: Organization of the rehabilitation program. F: family session, I: individual session and C: collective session.

Familial session

Familial sessions will aim to set up routines with parents and their children to reinforce daily personal discussions and to facilitate transfer into everyday life. The first part will consist to therapeutic education about the interest of working on AM and shared memory. Familial sessions are inspired in part by McCabe's study (2017) which has developed recommendations to improve parental communication with their children with ASD in order to improve the child's narration (e.g. "Talk to your son/daughter frequently and consistently about past experiences, Ask plenty of wh-questions (who, which, how, why, etc.) and few "yes/no" questions. Ask questions about the context or setting of the events, especially where and when they took place"…). McCabe showed that this parental intervention allowed a significant improvement of their children's elaboration skills and persisted over time.

Individual session

The 30 min- individual session preceding the collective session will be divided in 2 parts. One part (15 min) will be with a therapist and will allow to focus on participant's difficulty and to prepare the collective session. In the second part, participants will be required to complete an event self-questionnaire (ESQ). The self-questionnaire consists in answering to several questions about: how he/she feels (on a 7 Likert-scale points), an event that occurred in the week (i.e. brief description, how often and who did you talk about it? in which circumstances, who initiated the discussion?), a shared event with family or friends (same questions), future events (same questions), self-estimation of the improvement of communication on memories from the last session (on a 7 Likert-scale points). The ESQ will allow us to observe an evolution of shared discussion as session's progress.

Collective session

Each collective session will start with a daily's mood. Participants will be provided several photos and names of emotions. Then we will introduce the theme of the day's session. Collective sessions will aim to improve narrative and conversational skills through the sharing of personal memories and knowledge. At the end, we will take stock of the content discussed during the session. Sometimes, missions for the next session will be given (e.g. Bring back an object and tell how you got it, Write a souvenir, Telling memories to loved ones during the week… session 2, 3, 4, 8 and 11). The content of each session is summarized in table 3.

Table 3: Content of each session. ESQ: event self-questionnaire

Session	Individual sessions (30 min)	Collective sessions (1h)	Family sessions (1h30)
1			• Therapeutic Education about shared memory • Discussion on the habits and recommendations on narrative prompts to be provided in conversations with their children
2	• ESQ • Therapeutic Education on the functioning of AM (Semantic)	• Group rules and objectives • Get to know (Sharing personal knowledge)	
3	• ESQ • Therapeutic Education on the functioning of AM (Episodic)	• Familiarization with memories elements (what, where, who…)	
4	• ESQ • Reminder of terms • Creating a mental map of AM	• Adapt the content of the memory to the interlocutor (role-playing)	
5	• ESQ • Mission feedback • Emotions	• Mime game on emotions • Tell an emotional related event	
6			• Production of shared memories from a personal index (object, photo)

7	• ESQ • Time perception and projection	• Organize and plan together a shared event (snack)	
8		• Share an event (semi-structured) together: encoding	
9	• ESQ • Individual recall the shared event (emotion, perceptions, continuity ...)	• Recall and confrontation of different points of view about the semi-structured event	
10	• ESQ • Evocation of a project in the future	• Better know yourself to build a future project	
11	• ESQ • Memory and temporality • Recollection cues	• Initiate a conversation based on memories	
12	• ESQ • Assessment of the sessions and the material produced (memories box ...)	• Identification of the other based on their description • Assessment of knowledge about AM (game)	
13			• Feedback on the exchanges in family environment • Production of memories shared with their child

Others information

A logbook will be created for each participant in order to keep writing support. It will include an overview of the sessions, a timeline of the sessions, a summary of important points mentioned in each session, tools addressed (house of memories, key phrases, time representation, agenda ...).

Control group

The control group will benefit from weekly group management of 10 sessions and 3 family sessions where will be worked cognitive (social cognition) and nonspecific psychological skills.

Statistical analysis

Multiple regression analyzes will be performed on the scores obtained in different tests of the assessment to determine whether performance is worse in patients placed in standard condition compared to those of the reduced-ST condition

Given the quasi-continuous nature of the criterion (narrative and conversational skills; McCabe et al., 2017), the values of the evolution of the score between inclusion and 6 months (t0-T1) will be compared between the 2 groups by a non-parametric mean comparison test considering the stratification criterion, according to the EMEA recommendations (http://www.emea.eu.int Points to consider on adjustment for baseline covariates. CPMP/EWP/2863/99), with a bilateral alpha risk of 5%. The main analysis will be performed on the complete data set. Sensitivity analyses based on missing data will be considered secondary.

The analysis of the evolution during the TO-T1-T2 follow-up of the main criterion will be carried out by a mixed model for repeated measurements (GLMM, identity link function and Gaussian error distribution), considering the correlation of measurements in the same individual who come from a center (stratification factor). These measures also allow to evaluate the influence of time and the study of prognostic factors or confusion. Treatment will be considered as fixed factor. This multivariate and multi-level analysis will be considered as a secondary analysis.

The analysis of the effect over time of the intervention on the quantitative or qualitative secondary criteria (narrative and conversational skills, social communication, and specificity of evoked events) will be performed using GLMM regression models. Link function and error distribution will be chosen according to the nature of the response: binomial if the response is binary, cumulative and multinomial logit if the response is ordinal, and Gaussian if the response is considered continuous. Secondary analyses will be realized in the same way as the main analysis (stratification on the center). Then, after a bivariate scan, the factors selected as candidates because they have an association with the significant response at p=0.2, or factors from the literature a priori, will be tested in a multivariate model. The form of the relationship of continuous factors will be explored by fractional polynomials. The quality of the fit will be verified (influential observations, R^2, discrimination, calibration) and the performance of the models will be evaluated by Akaike's information criteria.

These analyses will be carried out on groups intending to treat, with the exception of tolerance criteria, which will be analyzed on by protocol populations.

Data management and monitoring

A study staff will be responsible for data collection and range checks for data values. All data will be stored on a secure server provided by one of the centers. Missing data will be handled based on the "missing at random" hypothesis (e.g., multiple imputation, longitudinal mixed effects models) as recommended for missing data in clinical trials involving patients. Due to the minimal risk nature of the study, the data are internally monitored (Créteil hospital, which is independent from the funder). Reports on study progress and milestones are submitted every year to the funder.

Patient and Public Involvement

Participants and their parents will be directly involved in this study. A restitution visit after the post-assessment will be planned with each family. Moreover, the findings will be disseminated to the participants and the community in general through newsletters and conferences.

Ethics and dissemination

Written informed consent of the patient is requested prior to the inclusion. People with direct access to the data will take all necessary precautions to maintain confidentiality. All data collected during the study are rendered anonymous. Only inclusion number is registered. The results will be disseminated via peer-reviewed publications, conferences, and clinical networks targeting researchers, policy makers, clinicians and caregivers.

This protocol was approved on XXXX and the manuscript details the protocol. All changes to the study were decided by the consortium and reviewed by French National Agency for Medicines and Health Products Safety and the French Ethics Committee of XXXX.

Trial status

A preliminary study using this program was conducted at the Autism Resource Center in Caen to adjust the protocol and finalize the equipment and procedures before extending it. Workshops are currently being set up at the CHI in Créteil. A written protocolized manual is being drafted in French.

Conclusion

This project aims to improve the social communication of adolescents with ASD through individual and shared AM training, and conversational skills especially within families and care practices with the competence of the teams of the centers concerned. It will allow to increase the shared memory in family which feeds the construction of the individual memory of each family member, and reduces the social and emotional isolation, especially for the adolescent with ASD.

Finally, there are very few scientific studies validating cognitive rehabilitation programs and this project offers the opportunity to provide objective arguments for the effectiveness of this rehabilitation before disseminating it more widely and integrating it into care practice.

Abbreviations

AM: Autobiographical memory, ASD: autism spectrum disorders, ESQ: events self-questionnaire, SPIRIT: Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials,

Contributors

Conception of the project: JM Baleyte, B Guillery-Girard, P Wantzen

Design of the study: P Wantzen, B Guillery-Girard, JM Baleyte, C Lannuzel, L Raoul, S Tehlertzian, L Bon, F Eustache, F Guénolé, P Aegerter.

Supervision and management of the study: B Guillery-Girard, JM Baleyte

Writing-original draft : P Wantzen, P Aegerter, JM Baleyte, B Guillery-Girard.
Writing-review and editing : JM Baleyte, C Lannuzel, L Raoul, S Tehlertzian, L Bon, F Eustache, F Guénolé
All authors approved the final version of the manuscript.
Pathway analysis and literature review: P Wantzen, P Aegerter, B Guillery-Girard
Neuropsychological assessment: E Ducros-Miralles, J Esteves
ASD diagnosis: JM Baleyte, F Guénolé, M Anger, R Bailly, J Madigand
Sessions assessment: P Wantzen, A Martirosyan, S Brouche
Logistical coordination between hospitals and randomisation control: P Wantzen, E Ducros-Miralles, J Esteves, A Martirosyan, S Brouche
Logistical coordination between hospitals and laboratories: P Wantzen
Data entry and management: P Wantzen, B Guillery-Girard
Central data quality control: C Jung
Computer scientist: J. Chavant
Statistical analyses : P Aegerter, P Wantzen, B Guillery-Girard

Acknowledgement
We acknowledge Sandy Tehlertzian, Laetitia Bon, Elisabeth Ducros-Miralles, Julie Esteves, Avgustina Martirosyan, and Sandra Brouche

Funding
This study was supported by Clinea

Competing interests
The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval
French National Agency for Medicines and Health Products Safety and the French Ethics Committee of XXXX

Data sharing statement
Within 6 months of the end of the final year of funding, the investigators will create a complete, cleaned, de-identified copy of the final data set and a plan for conducting the outcomes analyses outlined in the study protocol will be made available upon reasonable request.

Reference

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). Retrieved from http://psychiatryonline.org/doi/book/10.1176/appi.books.9780890425596

Anger, M., Wantzen, P., Le Vaillant, J., Malvy, J., Bon, L., Guénolé, F., … Guillery-Girard, B. (2019). Positive Effect of Visual Cuing in Episodic Memory and Episodic Future Thinking in Adolescents With Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1513. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01513

Baghdadli, A., Brisot, J., Henry, V., Michelon, C., Soussana, M., Rattaz, C., & Picot, M. C. (2013). Social skills improvement in children with high-functioning autism: A pilot randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *22*(7), 433–442. https://doi.org/10.1007/s00787-013-0388-8

Bon, L., Baleyte, J.-M., Piolino, P., Desgranges, B., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2012). Growing Up with Asperger's Syndrome: Developmental Trajectory of Autobiographical Memory. *Frontiers in Psychology*, *3*, 605. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00605

Boutard, C., Guillon, A., & Charlos, L. (2010). *PELEA: Protocole d'évaluation du langage élaboré de l'adolescent.* (Orthoédition, Isbergues.).

Bowler, D. M., Gardiner, J. M., & Berthollier, N. (2004). Source memory in adolescents and adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(5), 533–542.

Brown, B. T., Morris, G., Nida, R. E., & Baker-Ward, L. (2012). Brief report: Making experience personal: internal states language in the memory narratives of children with and without Asperger's disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(3), 441–446. https://doi.org/10.1007/s10803-011-1246-5

Bruck, M., London, K., Landa, R., & Goodman, J. (2007). Autobiographical memory and suggestibility in children with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, *19*(1), 73–95. https://doi.org/10.1017/S0954579407070058

Cardebat, D., Doyon, B., Puel, M., Goulet, P., & Joanette, Y. (1990). [Formal and semantic lexical evocation in normal subjects. Performance and dynamics of production as a function of sex, age and educational level]. *Acta neurologica Belgica*, *90*(4), 207–217.

Chiang, K.-J., Chu, H., Chang, H.-J., Chung, M.-H., Chen, C.-H., Chiou, H.-Y., & Chou, K.-R. (2010). The effects of reminiscence therapy on psychological well-being, depression, and loneliness among the institutionalized aged. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *25*(4), 380–388. https://doi.org/10.1002/gps.2350

Cohen, N. J. (2001). *CMS, échelle de mémoire pour enfants*. Paris: ECPA.

Constantino, J. N. (2013). Social Responsiveness Scale. In F. R. Volkmar (Ed.), *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders* (pp. 2919–2929). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3_296

Conway, M. A. (2005). Memory and the self. *Journal of Memory and Language*, *53*(4), 594–628. https://doi.org/10.1016/j.jml.2005.08.005

Crane, L., Goddard, L., & Pring, L. (2010). Brief Report: Self-defining and everyday autobiographical memories in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *40*(3), 383–391. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0875-4

Crane, L., Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2013). Remembering the past and imagining the future in autism spectrum disorder. *Memory (Hove, England)*, *21*(2), 157–166. https://doi.org/10.1080/09658211.2012.712976

Crane, L., Pring, L., Jukes, K., & Goddard, L. (2012). Patterns of autobiographical memory in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(10), 2100–2112. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1459-2

Damon, W., & Hart, D. (1991). *Self-Understanding in Childhood and Adolescence*. CUP Archive.

Ernst, A., Philippe, F. L., & D'Argembeau, A. (2018). Wanting or having to: The role of goal self-concordance in episodic future thinking. *Consciousness and Cognition*, *66*, 26–39. https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.10.004

Fivush, R., Haden, C. A., & Reese, E. (2006). Elaborating on Elaborations: Role of Maternal Reminiscing Style in Cognitive and Socioemotional Development. *Child Development*, *77*(6), 1568–1588. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00960.x

Goddard, L., Dritschel, B., Robinson, S., & Howlin, P. (2014). Development of autobiographical memory in children with autism spectrum disorders: Deficits, gains, and predictors of performance. *Development and Psychopathology*, *26*(1), 215–228. https://doi.org/10.1017/S0954579413000904

Goddard, L., Howlin, P., Dritschel, B., & Patel, T. (2007). Autobiographical memory and social problem-solving in Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(2), 291–300. https://doi.org/10.1007/s10803-006-0168-0

Goldman, S. (2008). Brief report: Narratives of personal events in children with autism and developmental language disorders: unshared memories. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(10), 1982–1988. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0588-0

Goldman, S., & DeNigris, D. (2015). Parents' strategies to elicit autobiographical memories in autism spectrum disorders, developmental language disorders and typically developing children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(5), 1464–1473. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2271-y

Hitchcock, C., Werner-Seidler, A., Blackwell, S. E., & Dalgleish, T. (2017). Autobiographical episodic memory-based training for the treatment of mood, anxiety and stress-related disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *52*, 92–107. https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.12.003

Lalanne, J., & Piolino, P. (2013). [Main interventions for rehabilitation of autobiographical memory in Alzheimer's disease from early to severe stage: A review and new perspectives]. *Geriatrie Et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, *11*(3), 275–285. https://doi.org/10.1684/pnv.2013.0422

Leahy, F., Ridout, N., & Holland, C. (2018). Memory flexibility training for autobiographical memory as an intervention for maintaining social and mental well-being in older adults. *Memory (Hove, England)*, *26*(9), 1310–1322. https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1464582

Levine, B., Svoboda, E., Hay, J. F., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2002). Aging and autobiographical memory: Dissociating episodic from semantic retrieval. *Psychology and Aging*, *17*(4), 677–689.

Lind, S. E. (2010). Memory and the self in autism: A review and theoretical framework. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, *14*(5), 430–456. https://doi.org/10.1177/1362361309358700

Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2010). Episodic memory and episodic future thinking in adults with autism. *Journal of Abnormal Psychology*, *119*(4), 896–905. https://doi.org/10.1037/a0020631

Lind, S. E., Williams, D. M., Bowler, D. M., & Peel, A. (2014). Episodic memory and episodic future thinking impairments in high-functioning autism spectrum disorder: An underlying difficulty with scene construction or self-projection? *Neuropsychology*, *28*(1), 55–67. https://doi.org/10.1037/neu0000005

Lord, C., Rutter, M., Goode, S., Heemsbergen, J., Jordan, H., Mawhood, L., & Schopler, E. (1989). Autism diagnostic observation schedule: A standardized observation of communicative and social behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *19*(2), 185–212.

Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(5), 659–685.

Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2014). An episodic specificity induction enhances means-end problem solving in young and older adults. *Psychology and Aging*, *29*(4), 913–924. https://doi.org/10.1037/a0038209

Marini, A., Ferretti, F., Chiera, A., Magni, R., Adornetti, I., Nicchiarelli, S., … Valeri, G. (2019). Episodic future thinking and narrative discourse generation in children with Autism Spectrum

Disorders. *Journal of Neurolinguistics*, *49*, 178–188. https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2018.07.003

McCabe, A., Hillier, A., Da Silva, C. M., Queenan, A., & Tauras, M. (2017). Parental Mediation in the Improvement of Narrative Skills of High-Functioning Individuals With Autism Spectrum Disorder. *Communication Disorders Quarterly*, *38*(2), 112–118. https://doi.org/10.1177/1525740116669114

Monchi, O., Petrides, M., Petre, V., Worsley, K., & Dagher, A. (2001). Wisconsin Card Sorting Revisited: Distinct Neural Circuits Participating in Different Stages of the Task Identified by Event-Related Functional Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Neuroscience*, *21*(19), 7733–7741. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-19-07733.2001

Nelson, K., & Fivush, R. (2004). The emergence of autobiographical memory: A social cultural developmental theory. *Psychological Review*, *111*(2), 486–511. https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.486

Neshat-Doost, H. T., Dalgleish, T., Yule, W., Kalantari, M., Ahmadi, S. J., Dyregrov, A., & Jobson, L. (2012). Enhancing Autobiographical Memory Specificity Through Cognitive Training An Intervention for Depression Translated From Basic Science. *Clinical Psychological Science*, 2167702612454613. https://doi.org/10.1177/2167702612454613

Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe; contribution à l'étude de la perception et de la mémoire. [Test of copying a complex figure; contribution to the study of perception and memory.]. *Archives de Psychologie*, *30*, 206–356.

Palombo, D. J., Williams, L. J., Abdi, H., & Levine, B. (2013). The survey of autobiographical memory (SAM): A novel measure of trait mnemonics in everyday life. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, *49*(6), 1526–1540. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.08.023

Pasupathi, M. (2001). The social construction of the personal past and its implications for adult development. *Psychological Bulletin*, *127*(5), 651–672.

Piolino, P. (2008). Evaluation et réhabilitation des troubles de mémoire autobiographique. In *Des amnésies organiques aux amnésies psychogènes: Théorie, pratique et prise en charge* (Solal, pp. 339–388). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Pascale_Piolino/publication/235682933_EVALUATION_ET_PRISE_EN_CHARGE_DES_TROUBLES_DE_MEMOIRE_AUTOBIOGRAPHIQUE_EN_NEUROPSYCHOLOGIE/links/0fcfd512856586f4fc000000.pdf

Quartier, V. (2008). Le développement de la temporalité: Théorie et instrument de mesure du temps notionnel chez l'enfant. [Temporality development: Theory and instrument to measure notional time in children.]. *A.N.A.E. Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, *20*(5[100]), 345–352.

Raes, F., Williams, J. M. G., & Hermans, D. (2009). Reducing cognitive vulnerability to depression: A preliminary investigation of MEmory Specificity Training (MEST) in inpatients with depressive symptomatology. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *40*(1), 24–38. https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2008.03.001

Ricarte, J. J., Hernández-Viadel, J. V., Latorre, J. M., Ros, L., & Serrano, J. P. (2014). Effects of Specific Positive Events Training on Autobiographical Memories in People with Schizophrenia. *Cognitive Therapy and Research*, *38*(4), 407–415. https://doi.org/10.1007/s10608-014-9610-3

Robinson, S., Howlin, P., & Russell, A. (2016). Personality traits, autobiographical memory and knowledge of self and others: A comparative study in young people with autism spectrum disorder. *Autism*, 1362361316645429. https://doi.org/10.1177/1362361316645429

ROBITAIL, S., & Université de la Méditerranée Aix-Marseille 2. Marseille. FRA / com. (2005). *Validation du questionnaire de qualité de vie Kidscreen-52, version parents.* Retrieved from Base documentaire BDSP - Banque de données en santé publique. (BDSP/BIUM : AIX MARSEILLE-2005-819)

Roy, A., Besnard, J., Fournet, N., Lancelot, C., & Le Gall, D. (2015). *BRIEF-A—Inventaire d'Evaluation Comportementale des Fonctions Executives - Version Adulte - Adaptation Française.* (Hogrèfe France Editions). Paris.

Sonié, S., Kassai, B., Pirat, E., Masson, S., Bain, P., Robinson, J., … Manificat, S. (2011). Version française des questionnaires de dépistage de l'autisme de haut niveau ou du syndrome d'Asperger chez l'adolescent: Quotient du spectre de l'autisme, Quotient d'empathie, et Quotient de systématisation. Protocole et traduction des questionnaires. */data/revues/07554982/v40i4sP1/S0755498210006676/*. Retrieved from https://www.em-consulte.com/en/article/286238

Tanweer, T., Rathbone, C. J., & Souchay, C. (2010). Autobiographical memory, autonoetic consciousness, and identity in Asperger syndrome. *Neuropsychologia*, *48*(4), 900–908. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.007

Terrett, G., Rendell, P. G., Raponi-Saunders, S., Henry, J. D., Bailey, P. E., & Altgassen, M. (2013). Episodic future thinking in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(11), 2558–2568. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1806-y

Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, *26*(1), 1–12. http://dx.doi.org/10.1037/h0080017

Zamoscik, V., Mier, D., Schmidt, S. N. L., & Kirsch, P. (2016). Early Memories of Individuals on the Autism Spectrum Assessed Using Online Self-Reports. *Frontiers in Psychiatry*, *7*, 79. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2016.00079

6.2. Etude 6 : Effet d'une réhabilitation de la mémoire autobiographique chez 3 adolescents avec autisme : une étude pilote

Contexte

Une version pilote de ce programme de réhabilitation ISMA a été proposée en collaboration avec le Centre ressource autisme de Caen à trois adolescents avec TSA. Cette version est détaillée ci-dessous et les données préliminaires obtenues sur l'évolution de l'identité sociale de ces adolescents sont rapportées. Cette étude pilote nous a permis de révéler les points forts et les faiblesses de notre programme et de proposer des aménagements en conséquence, ce qui nous a amené à rédiger une version aboutie du protocole décrite dans l'étude 5.

Méthodologie

Les ateliers ont été précédés et suivis d'un bilan complet explorant la mémoire autobiographique (test utilisé par Anger, Wantzen et al., 2019), l'identité, différentes fonctions cognitives ainsi qu'un questionnaire sur les habitudes de vie des enfants participants et sur leur qualité de vie. Huit séances hebdomadaires de 1h30 ont été proposées à trois jeunes avec TSA sans déficience intellectuelle (12, 16 et 17 ans). La plupart des ateliers commencent par une séance individuelle de 30 min suivie d'une séance collective de 1h. La séance individuelle a pour objectif de travailler sur les difficultés propres au jeune, avec un thème abordé commun à tous les participants et permet de préparer la séance collective. Le suivi individuel des jeunes permet ainsi d'établir une relation de confiance entre le jeune et sa thérapeute référente. La séance collective permet de travailler davantage sur les interactions sociales en lien avec la mémoire autobiographique : comment faire connaissance avec les autres, comment partager un souvenir avec un pair, selon des contextes différents, comment entretenir une discussion… Le programme de chaque séance est détaillé dans le tableau 3.

Pour exemple, les premiers ateliers se présentent sous forme d'éducation thérapeutique avec une explication des termes (connaissances sur soi, souvenirs) et leur utilité. La séance collective qui suit débute par la mise en place des règles du groupe puis par l'humeur du jour, suit ensuite l'explication de la séance : ici un plateau de jeu permettant de faire connaissance (ex : « les choses que tu aimes faire », « quelque chose qui te préoccupe »). La séance se termine par un résumé des points abordés et par l'explication des missions que les jeunes auront à réaliser entre les ateliers (ex : « Ramener un objet et raconter comment tu l'as eu »). Un cahier de bord est donné aux adolescents. Ce cahier contient notamment un contrat d'engagement, une frise des séances, les points importants abordés

et les outils utilisés au fur et à mesure. Ces ateliers ont été pensés de façon à ce qu'ils soient ludiques, participatifs et que l'adolescent soit mis au centre et soit actif dans ces échanges.

Tableau 3 : *Détails de chaque séance des ateliers de MAB*

Séance	Séance individuelle (30 min)	Séance collective (1h)
1	Définition de la mémoire autobiographique : connaissances sur soi	Jeu autour des connaissances sur soi
2	Rappel des termes, Définition de la mémoire autobiographique : souvenirs	Raconter un souvenir (aide de la grille du souvenir)
3	Rappel des termes, Création d'une carte heuristique	Discussion autour d'un souvenir écrit lors de la mission Souvenirs plus ou moins détaillés en fonction du contexte (mise en situation)
4	Définition de la mémoire autobiographique : projection dans le futur	Planification d'événements (Goûter)
5		Evénement structuré : un goûter
6	Rappel du goûter	Confrontation des points de vue, intérêt de partager un souvenir commun
7	Replacer les souvenirs personnels sur une frise Se rappeler un souvenir ancien	Raconter des souvenirs anciens (plateau de jeu « la première fois »)
8		Bilan collectif : concepts appris (jeu), difficultés rencontrés, avis

Les productions autobiographiques obtenues avant et après le programme de réhabilitation ont été analysées selon une cotation mise au point dans le laboratoire (Figure 14). Cette cotation vise à évaluer l'identité sociale de l'adolescent au travers de ses références allocentrées fournies dans ses productions autobiographiques. Elle permet d'évaluer la manière dont le participant se situe dans différentes sphères sociales (familiales/allocentrées internes ou sociales/allocentrées externes), en s'incluant (i.e. de manière intra-centrée, « on »), en ne s'incluant pas (i.e. de manière égocentrée « moi et l'autre ») ou en n'étant ni inclus, ni présent (i.e. hétéro-centré, « l'autre »).

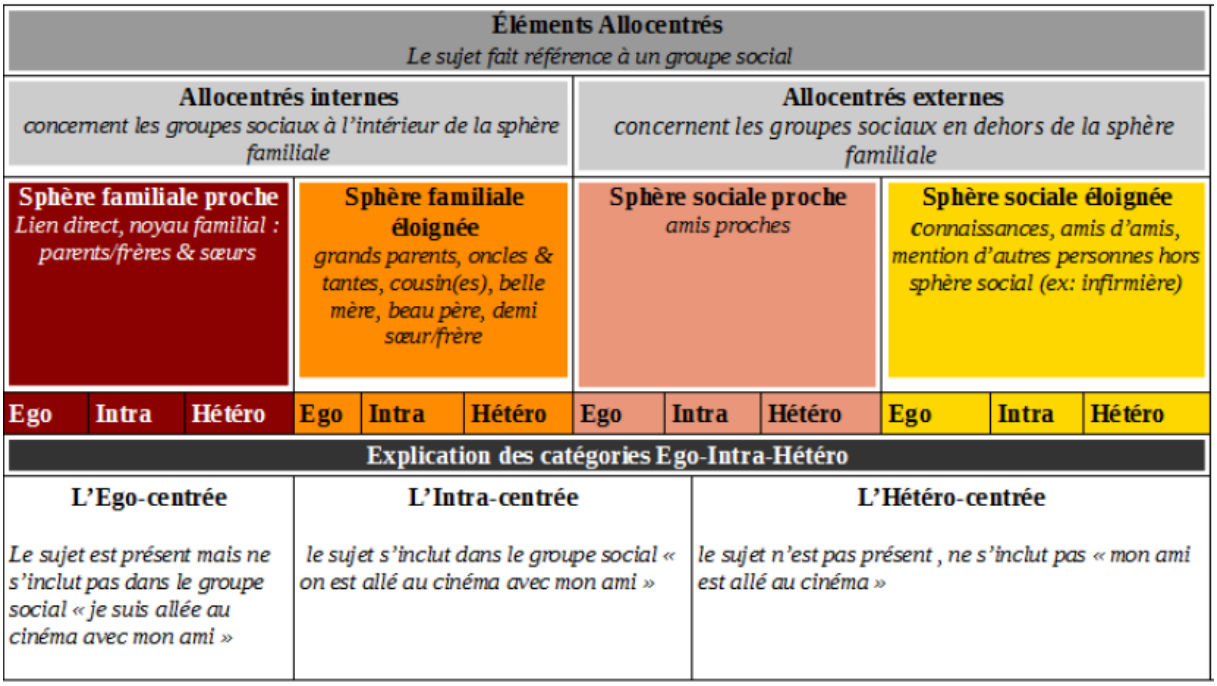


Figure 14 : *Cotation des éléments allocentrés (Cotation mise en place dans le cadre du mémoire de master de Amélie Boursette)*

Résultats

Les données obtenues chez trois adolescents (Figure 15) montrent qu'après les ateliers, deux adolescents, Anthony et Nicolas (les noms ont été changés), produisent moins de références intrafamiliales (proportion allocentré interne/total allocentré) et augmentent le nombre de références extrafamiliales (proportion allocentré externe / total allocentré). Ces références deviennent également plus égocentrées (Figure 16), ce qui pourrait témoigner d'une amélioration de l'ouverture sociale.

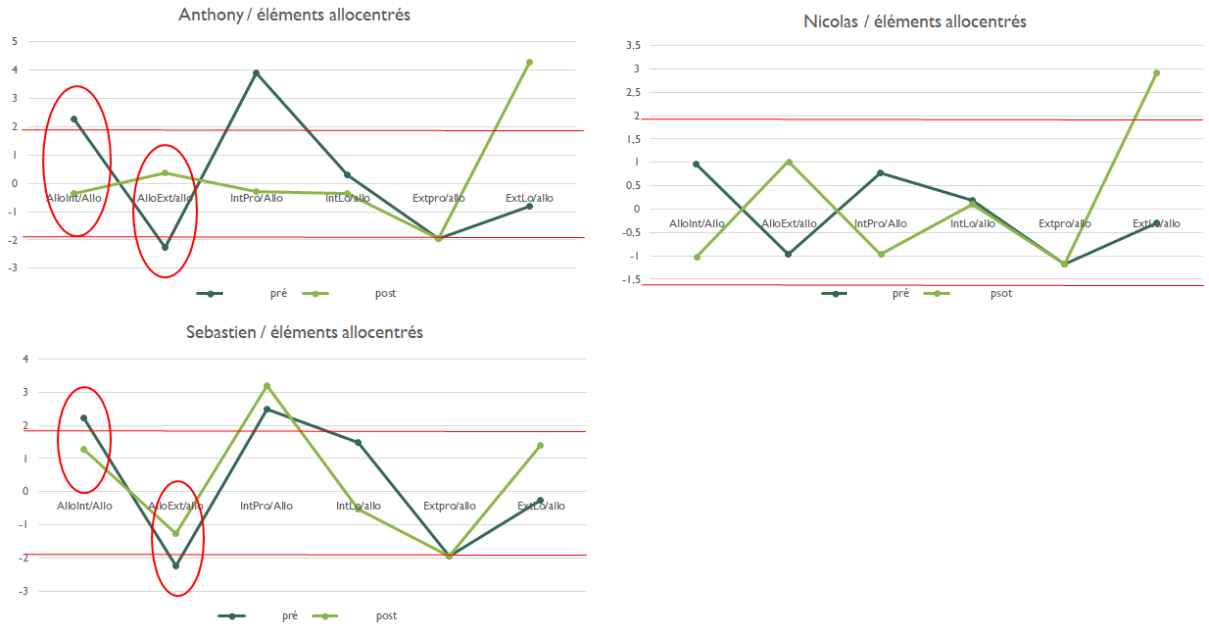


Figure 15 : *Résultats obtenus auprès de trois adolescents ayant bénéficié du programme de prise en charge (pré et post programme, note z, le trait rouge représente le seuil pathologique, p < 0,05)*

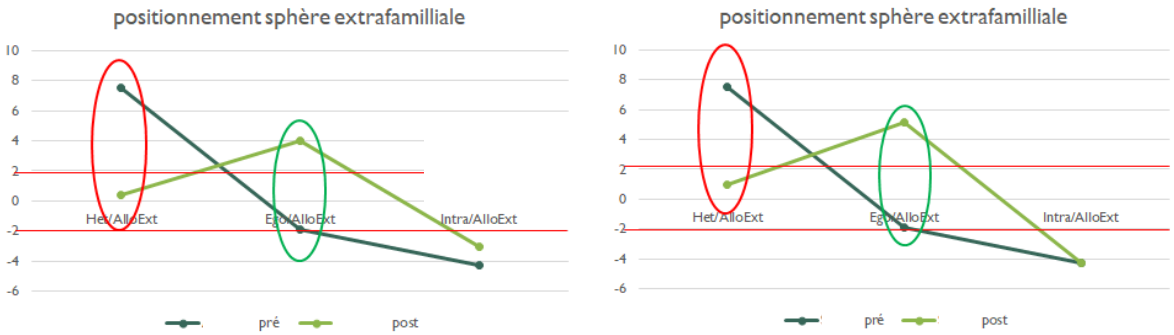


Figure 16 : *Evolution du positionnement social avec le programme. Après la prise en charge, les deux enfants fournissent moins de références hétérocentrées (« untel est allé au cinéma ») et plus de références égocentrées (« je suis allé avec untel au cinéma »).*

Par ailleurs, l'analyse qualitative au fur et à mesure des séances montre que les trois enfants qui ont bénéficié de ces ateliers, améliorent l'évocation de souvenirs à visée sociale. Ainsi, les jeunes rapportent des souvenirs adaptés au contexte, en se détachant des supports, ces souvenirs sont plus détaillés et appropriés. Ils dépassent le domaine des intérêts restreints. Les interactions sociales sont facilitées : par exemple, ils demandent spontanément plus de détails sur un souvenir raconté par un pair. Au total, les adolescents prennent de plus en plus confiance en eux, sont plus dans le contact visuel et l'un d'entre eux sera même à l'initiative des interactions, n'hésitant pas à venir en aide aux autres ou encore à les interroger. Nous observons qu'ils ont un réel plaisir à nous faire partager un souvenir et les familles confirment cette impression.

Discussion et perspectives

Ces premiers résultats soulignent la pertinence de la méthodologie choisie. Plus précisément, nous notons le grand intérêt d'avoir une thérapeute référente, des séances individuelles et collectives. Les séances individuelles permettent d'effectuer un travail personnalisé et les séances en petits groupes sont focalisées sur le partage de souvenirs renforçant les interactions sociales.

Au-delà des résultats prometteurs de cette phase expérimentale, ces observations confortent nos hypothèses relatives au bénéfice de l'implication des familles et à l'importance des mécanismes de mémoire partagée. Des aménagements et améliorations ont été apportés depuis et notamment concernant la participation des parents. Elle était initialement limitée à un entretien en début et un autre en fin de programme. Il apparaît essentiel de les impliquer davantage, par une formation plus précise sur le fonctionnement de la MAB et par des recommandations sur la façon dont ils peuvent partager leurs souvenirs avec leurs enfants, afin de créer une dynamique régulière d'échanges au sein de la famille, participant à la construction de la mémoire partagée (McCabe et al., 2017).

Chapitre 4 : Discussion générale

1. Résumé

Les TSA, qui concernent une personne sur 150 dans la population générale, résultent d'anomalies neuro-développementales dont les manifestations comportementales s'observent au cours de la petite enfance et persistent à l'âge adulte. Ces troubles se caractérisent par des difficultés à établir des interactions sociales et à communiquer, ainsi que par une réticence au changement et une tendance à la répétition de comportements ou de discours. Ces personnes peuvent présenter des réactions atypiques et se retrouver isolées dans leur monde intérieur. Leurs identités personnelles et sociales sont alors potentiellement fragmentées.

Une recherche pluridisciplinaire est primordiale afin de mieux comprendre les mécanismes physiologiques et comportementaux avec comme objectif d'améliorer la prise en charge de cette population.

Nous avons présenté trois grands projets visant à caractériser le profil neurocognitif d'adolescents et de jeunes adultes avec TSA et à proposer de nouvelles prises en charge. Nous allons discuter ici, au-delà des implications directes de chacun de ces travaux qui sont rappelées dans leurs discussions respectives, des perspectives globales sur lesquelles ils peuvent déboucher.

Nous mentionnerons en particulier leur apport dans la compréhension des anomalies de fonctionnement cérébral au repos et tenterons d'émettre des hypothèses quant à leurs implications dans les perturbations de la MAB. Nous nous intéresserons ensuite aux ouvertures de prise en charge que peuvent apporter ces résultats et à l'importance de la MAB dans les interactions sociales.

2. Objectifs de la thèse

Les objectifs de cette thèse étaient triples. Le premier projet avait pour objectif d'étudier les anomalies éléctrophysiologiques au repos chez des adolescents et de jeunes adultes avec autisme. Le deuxième et le troisième projets portaient sur la MAB. Ainsi, le deuxième projet visait à caractériser quels éléments dans le discours autobiographique étaient plus ou moins rapportés, permettant de décrire le profil les productions d'un point de vue qualitatif. Enfin le troisième projet avait pour but de créer et mettre en place une prise en charge centrée sur la MAB afin d'améliorer les compétences conversationnelles des adolescents avec TSA.

3. Les anomalies de la bande alpha et les difficultés en mémoire autobiographique

Les résultats du projet 1 (étude 1 et étude 2) ont mis en avant la pertinence de l'étude des oscillations de la bande alpha pour identifier les anomalies cérébrales dans les TSA. Une diminution de la puissance alpha a été retrouvée, dont les sources provenaient des aires temporo-pariétales et somatosensorielles/médiales. Ces deux aires sont impliquées dans le processus d'intégration multimodale, concernant à la fois les informations provenant du monde extérieur (perception, interactions) et celles provenant du monde interne (représentation de soi physique et psychique, pensées, souvenirs ou connaissances autobiographiques…). Elles jouent un rôle dans les capacités de flexibilité (*switching)*, d'une part pour passer d'un traitement de bas niveau à un traitement de haut niveau, pouvant expliquer la rigidité comportementale, d'autre part dans des processus de haut niveau pour passer d'une représentation de soi à une représentation des autres, participant ainsi aux difficultés de théorie de l'esprit. En effet, les résultats préliminaires de l'étude 2 ont montré que ces aires, et notamment le gyrus temporal transverse, l'insula droit et le gyrus cingulaire droit et gauche, étaient liées à la sévérité du trouble autistique et notamment aux difficultés d'interactions sociales.

L'étude 1 a également mis en avant l'existence d'une sous-connectivité entre les réseaux du repos, rendant compte une fois de plus des difficultés d'intégration multimodale et de *switch* entre les informations multisensorielles externes et les informations internes. La sous-connectivité entre le SMN et le DAN pourrait intervenir dans une perturbation lors de l'entrée perceptive et dans la transmission de l'information qui se traduirait par une attention particulière sur les détails ou encore un défaut de cohérence centrale.

L'ensemble de ces anomalies liées à la bande alpha et les défauts d'intégration et de *switch* qui en découlent vont avoir un impact sur le fonctionnement cognitif aussi bien de bas niveau, comme l'intégration perceptive, mais également à plus haut niveau comme les processus d'introspection, de *self* et de MAB.

En effet, le second projet de cette thèse a permis d'explorer les propriétés phénoménologiques et sensorielles de la mémoire épisodique et de la pensée future chez les adolescents avec TSA en utilisant des indices visuels et une relance orale. Nous mettons en évidence des difficultés de MAB chez les adolescents avec TSA en comparaison à des contrôles au développement typique, avec un profil sensoriel particulier, une diminution des images mentales, une augmentation des détails externes aux événements racontés mais aussi l'existence d'un bénéfice significatif d'une relance et des indices visuels lors de la récupération.

3.1. Intégration multimodale et MAB

Les événements autobiographiques sont fondés sur des informations environnementales extérieures qui vont s'intégrer et s'organiser autour des connaissances internes liées au *self*. L'hypothèse du déficit d'intégration des informations complexes de Minshew, Goldstein, & Siegel (1997) va également dans ce sens. En effet, l'intégration d'éléments simples, de bas niveau, est privilégiée mais lorsque les éléments deviennent plus nombreux et sont de modalités différentes, l'intégration et le traitement deviennent plus difficiles.

Ainsi les anomalies cérébrales que nous avons mises en avant pourraient altérer dans un premier temps l'intégration des informations extérieures. Typiquement, les souvenirs autobiographiques d'évènements se créent à partir de stimuli extérieurs comprenant des détails phénoménologiques (qui, quoi, où, quand, comment) et perceptifs, qui vont être enregistrés afin de permettre un encodage efficient. Ces informations externes s'intègrent et s'organisent autour d'informations internes, et sont ajustées en lien avec nos précédentes expériences, *via* des réseaux cérébraux, et en faisant intervenir le *self* exécutif. Lors de l'encodage, la personne interprète l'événement vécu selon ses buts, croyances, et désirs du moment et l'information est intégrée dans des structures sémantiques préexistantes. La reviviscence du souvenir émerge de la cohérence du *self* actuel avec le *self* passé, permettant de revivre les détails perceptivo-sensoriels.

Ces difficultés à rappeler des souvenirs personnels liés au *self* contribueraient à entrainer une diminution des capacités de mentalisation, du fonctionnement social et une augmentation des traits autistiques (Henderson et al., 2009). Selon Dawson et Watling (2000), les perturbations mnésiques pourraient être dues à des modifications sensorielles. Par exemple, les difficultés de mémoire visuelle traduiraient la présence d'un trouble d'imagerie mentale nécessaire à la MAB (Goddard et al., 2007; Vannucci et al., 2016; Williams et al., 1999). Enfin, les enfants avec TSA présentent des comportements atypiques d'exploration visuelle, comme des regards latéraux, permettant de réguler les informations au niveau de l'entrée perceptive. En conséquence, les contextes d'encodage et de restitution seront différents, rendant la récupération du souvenir plus difficile.

Ainsi des perturbations dans la bande alpha dans les aires temporopariétales et somatosensorielles, ainsi que la sous-connectivité au sein et entre les réseaux du repos pourraient altérer ce premier processus d'intégration des informations externes en lien avec les informations internes. En effet, ces deux aires sont impliquées dans l'intégration multimodale externe et interne et dans la représentation de soi. Les sous-connectivités au sein du DMN, impliqué dans la perception du monde externe mais surtout en lien avec le monde interne, ainsi qu'entre le SMN et le DMN viendraient également altérer la MAB dès l'encodage.

Lors de la récupération, les événements sont réinterprétés afin d'établir une reconstruction cohérente avec le *self* actuel (Baker-Ward et al., 1997; Ornstein et al., 1998). La perception atypique retrouvée dans l'autisme peut entraîner un encodage atypique qui diffère fortement du contexte de restitution. Nous montrons en effet dans l'étude 3 que les participants avec TSA fournissent moins de détails perceptifs lors du rappel par rapport au groupe contrôle.

Les événements seraient intégrés comme des éléments isolés, par ordre chronologique et sans lien avec des connaissances ou des évènements dans des domaines thématiques similaires, ce qui empêcherait de créer une représentation mentale cohérente. Les difficultés d'intégration interne peuvent avoir un impact sur la conscience de soi et sur la représentation psychologique de soi (Frith, 1989; Hobson, 1990; Lee et al., 1994; Lind, 2010; Millward et al., 2000). Elles pourraient participer à la diminution de l'effet de référence à soi retrouvé dans l'autisme, ainsi qu'à la plus faible récupération de souvenirs en lien avec des informations concernant leur *self* (Henderson et al., 2009; McDonnell et al., 2017; Millward et al., 2000) ou encore à la diminution du vocabulaire décrivant les états internes (Bang et al., 2013; Lind et al., 2014). Ces altérations pourraient rendre moins efficaces les processus qui permettent d'organiser les informations en mémoire (Goddard et al., 2017), et ainsi avoir un impact sur la compréhension de soi et sur la prise de conscience de ses propres expériences, contribuant à dissocier le *self* de la MAB. Ces difficultés à rappeler des souvenirs personnels liés au *self* contribueraient à une diminution des capacités de mentalisation, du fonctionnement social et une augmentation des traits autistiques (Henderson et al., 2009). Nous avons en effet mis en évidence dans l'étude 3 une diminution des images mentales en lien avec les événements évoqués.

3.2. *Switching* et MAB

Nous avons vu que les anomalies dans la bande alpha avaient également un impact sur les capacités de *switching* à bas et haut niveau. Or la récupération d'un événement nécessite de passer d'une information à une autre, de faire le lien entre différents éléments afin de récupérer et de (re)construire un événement. En effet, un indice sensoriel permet de réactiver un souvenir ; il est donc nécessaire de *switcher* entre une information externe et les informations internes stockées en mémoire. Il en est de même pour la projection dans le futur, qui est fondée sur nos expériences et nos connaissances passées mais qui nécessite de *switcher* entre ces éléments passés et des événements futurs probables. Ainsi une altération des régions et des réseaux impliqués dans les capacités de *switching* peut perturber la représentation de soi dans le temps : passer d'un soi présent à un soi passé et se projeter dans un soi futur. Ainsi, l'étude 3 de cette thèse a montré que les participants avec TSA présentaient plus de difficultés pour la période « passé éloigné » concernant les détails sensoriels, et les propriétés

des événements. Le concept de soi peut être discontinu dans le temps et pourrait ainsi expliquer une identité parfois fragmentée dans l'autisme, notamment chez les enfants et les adolescents. De ce fait, si l'organisation interne en lien avec le *self* exécutif est perturbée, les capacités de *binding,* permettant de faire des liens entre les indices externes et les éléments internes, seront également altérées.

3.3. Défaut de sémantisation

Alors que la littérature rapporte des difficultés sémantiques chez les enfants avec TSA qui tendent à se réduire à l'âge adulte (Bruck et al., 2007; Crane & Goddard, 2008; Crane et al., 2012; Goddard, Dritschel, Robinson, et al., 2014), encore peu d'études ont exploré ces capacités à l'adolescence. Les résultats préliminaires de l'étude 4 ont permis de montrer une augmentation des éléments externes à l'événement, des répétitions, ainsi que des éléments sémantiques après la relance, chez les adolescents avec TSA. Les connaissances sémantiques pourraient intervenir comme une stratégie compensatrice des difficultés de mémoire épisodique et favoriser la recollection du souvenir ou la construction de la projection en apportant des informations sémantiques sur des éléments constitutifs du récit. L'adolescence apparait comme une période transitoire exploratoire afin de trouver des stratégies efficientes de recollection. Néanmoins, une étude longitudinale, réalisée dans le laboratoire (Bon et al., 2012), met en avant, chez un adolescent avec TSA, un oubli progressif de ses connaissances personnelles qui pourrait être dû à un défaut de sémantisation et de consolidation et serait à mettre en lien avec les anomalies cérébrales précédemment décrites. L'étude longitudinale que nous menons actuellement permettra d'approfondir cette question.

3.4. Effet bénéfique d'une aide

Néanmoins, malgré ces difficultés d'intégration, de *switching* et d'attention, plusieurs travaux, dont les études 3 et 4 de cette thèse, ont montré un effet bénéfique avec une normalisation des résultats si une relance était proposée aux participants avec TSA (étude 4) ou si des indices visuels leur étaient apportés (étude 3). Ces données suggèrent que les participants avec TSA possèdent l'information mais que celle-ci est plus difficile d'accès. La relance leur est donc davantage bénéfique pour récupérer les éléments internes et enrichir leurs reconstructions et projections. Ces résultats sont importants dans une perspective de prise en charge.

3.5. Etudes d'imagerie

Très peu d'études en imagerie lors d'une tâche en MAB ont été réalisées dans l'autisme. Des données montrent que les traitements de référence à soi atypiques se traduisent par une activation modifiée au niveau de la jonction temporo-pariétale, du sillon temporal supérieur, du cortex cingulaire, du précuneus, ainsi que du cortex préfrontal (Cygan, Marchewka, Kotlewska, & Nowicka, 2018; Kestemont, Vandekerckhove, Bulnes, Matthys, & Overwalle, 2016; Lombardo et al., 2011). Un ensemble de régions, hormis le cortex préfrontal, que nous mettons également en avant dans l'étude 1, présentent une diminution d'activité de la bande alpha.

Par ailleurs, Cooper et al (2017) ont mis en évidence des patterns similaires d'activité cérébrale et de connectivité fonctionnelle au cours de l'encodage dans une tâche mémoire épisodique « de laboratoire » dans les deux groupes, TSA et contrôles. Mais pendant de la récupération, le groupe TSA a présenté une activité frontale latérale diminuée et une connectivité hippocampique considérablement réduite, en particulier entre l'hippocampe et les régions du réseau de contrôle fronto-pariétal. Ces résultats démontrent des différences notables dans le fonctionnement cérébral au cours de la récupération en mémoire épisodique et soulignent l'importance de la connectivité fonctionnelle pour comprendre les déficits de récupération liés au souvenir dans cette population, altération de la connectivité que nous montrons également en EEG dans l'étude 1.

3.6. Lien avec les interactions sociales

Les résultats préliminaires de l'étude 2 ont montré que l'activité alpha dans le gyrus temporal transverse, l'insula droit et le gyrus cingulaire droit et gauche, était liée à la sévérité du trouble autistique et notamment aux difficultés d'interactions sociales. Les difficultés d'interactions sociales, de communication verbale et de socialisation perturbent l'élaboration et la consolidation des souvenirs (Bon et al., 2012; Goddard et al., 2007). Ces difficultés sociales pourraient donc s'expliquer par le défaut d'intégration multimodale des informations provenant de l'extérieur. En effet, le monde externe concerne également les personnes avec qui nous interagissons ; or les personnes avec TSA accordent moins d'importance au critère « social » (Lind & Bowler, 2009c; Russell & Jarrold, 1999). Ainsi ces modalités sociales seront moins bien intégrées.

Les difficultés de théorie de l'esprit, compétences qui nécessite de passer de son propre état mental à celui d'autrui, font intervenir des capacités de *switching* qui se retrouvent altérées. Or la théorie de l'esprit joue un rôle important dans le développement de la MAB impliquant de prendre conscience des expériences subjectives passées et de se projeter dans le futur (Perner & Ruffman, 1995; Welch-

Ross, 1997). Ce défaut de *switching* peut également intervenir lors des échanges conversationnels qui nécessitent de pouvoir rebondir d'un sujet à un autre dans une discussion, tout en gardant un fil conducteur cohérent.

3.7. Proposition de réhabilitation

Les deux premiers projets nous ont permis d'avancer dans la compréhension de l'autisme dans toute sa complexité. Ces résultats ainsi que ceux de la littérature nous autorisent ainsi à formuler des propositions de prise en charge fondées sur des données scientifiques. Nos travaux soulignent l'intérêt d'une réhabilitation de la MAB, utilisée comme un vecteur primaire dans les interactions sociales et qui fait l'objet du troisième projet. En effet, les anomalies cérébrales observées dans le projet 1 semblent perturber l'intégration multimodale avec des conséquences sur des processus de plus haut niveau comme la MAB, ce qui explique l'intérêt d'établir des routines, d'utiliser des méthodes de fonctionnement à partir du travail de scénario qui auront un impact sur la construction de l'identité personnelle et sociale. Enfin, le projet 2 a mis en avant l'intérêt certain de proposer des supports pour faciliter la récupération des informations.

La MAB constitue un objet d'étude particulièrement pertinent dans l'autisme, puisqu'elle intègre une dimension multimodale, et favorise une réhabilitation dans un cadre écologique. Ce troisième projet a porté sur la création d'un programme de réhabilitation de la MAB fondé sur une approche individuelle, collective et familiale permettant de travailler à fois sur les interactions sociales, sur l'identité personnelle mais également sur l'identité collective *via* la mémoire partagée. En effet, les résultats préliminaires de notre étude montrent un effet bénéfique sur l'identité sociale des adolescents avec autisme. En comparaison aux groupes d'entrainement aux habiletés sociales, l'originalité de ce projet repose sur le fait de travailler à partir d'un matériel personnel et écologique : sa mémoire afin de mieux appréhender son identité personnelle mais également de soi vers les autres avec le partage de souvenirs, contribuant à l'identité sociale. Ce projet est de plus proposé à des groupes restreints d'adolescents permettant de travailler en fonction du rythme de chacun lors des séances individuelles, de travailler sur le partage d'évènements avec des pairs de même âge mais offre également l'opportunité d'étendre à la mémoire familiale.

4. Limites

Les études présentées dans cette thèse permettent d'apporter des explications supplémentaires quant au fonctionnement cérébral d'une part et au fonctionnement de la MAB d'autre part, nous amenant à formuler quelques hypothèses dans cette discussion sur les liens entre les deux. Néanmoins d'autres études sont primordiales afin de confirmer ces hypothèses. Des études mettant en lien l'activité cérébrale et les capacités de MAB restent donc encore à réaliser. Si le recours à des paradigmes en imagerie cérébrale peut sembler idéal pour étudier le fonctionnement de la MAB, il faut garder en tête que de tels paradigmes sont difficiles à mettre en place et qu'il n'est pas toujours facile de contrôler ce que les participants font réellement. De ce fait, l'utilisation d'une approche d'une part neuropsychologique et d'autre part en imagerie cérébrale, avec la recherche de corrélations entre les deux ensembles de données, peut s'avérer plus facile à mettre en œuvre et riche d'enseignements. C'est l'une des approches privilégiées dans notre travail.

On peut également supposer que les personnes avec TSA fassent tout simplement appel à des stratégies différentes de celles des personnes au développement typique. Goddard, O'Dowda, et Pring (2017) ont montré que les enfants avec TSA étaient capables d'identifier et de distinguer les souvenirs définissant le soi des souvenirs de tous les jours, mais qu'ils ne reconnaissent pas ces expériences comme ayant un sens particulier dans la compréhension de soi. Il semblerait donc que les personnes avec TSA préfèrent se focaliser sur leurs expériences de tous les jours pour définir leur propre *self*. Cette même étude met en avant des différences dans les thèmes des souvenirs définissant le soi entre les enfants avec TSA et le groupe de comparaison. Le thème le plus souvent évoqué dans le groupe TSA est le thème des loisirs alors que le groupe contrôle souligne l'importance de la réussite. En revanche, aucune différence de thème n'a été observée pour les souvenirs de tous les jours.

Seulement, les normes de la recherche et plus largement sociétales restent peu flexibles et malheureusement peu de place est accordé aux personnes possédant un fonctionnement différent. Des changements se sont tout de même opérés depuis quelques années, l'autisme était d'abord considéré comme une maladie mentale ou encore un handicap mais les recherches sur la cognition, la création de nouveaux outils d'évaluation, la collaboration professionnelle de personnes avec TSA ont permis de redessiner le concept de l'autisme.

5. Perspectives

Les données du projet 1 continuent à être exploitées en mettant en lien les données EEG avec les données symptomatologiques et cognitives en intégrant notamment la MAB. En effet, les participants du projet 1 et de l'étude 4 font partie d'un même protocole. Les anomalies dans les autres bandes de fréquence seront également analysées. Enfin, à plus long terme, une étude longitudinale en EEG au cours de l'adolescence pourra être réalisée car les participants du projet 1 sont revus deux ans après l'inclusion.

Concernant la MAB, la cotation utilisée dans l'étude 6, visant à évaluer l'identité sociale de l'adolescent au travers de ses références allocentrées fournies dans ses productions autobiographiques, sera utilisée pour les participants avec TSA de l'étude 4. Un questionnaire centré sur la composante sémantique, que j'ai créé pour ce protocole, sera également à exploiter (Annexe 4). Enfin, cette étude longitudinale nous permettra d'explorer le développement de la MAB chez l'adolescent avec TSA.

Pour finir, concernant le projet 3, il est prévu que les ateliers soient réalisés dans différents centres en France. Ses applications intéressent le champ de l'autisme, mais au-delà, d'éventuelles adaptations pourront être proposées pour d'autres enfants et adolescents présentant des pathologies différentes.

Référence{

Abbott, A. E., Nair, A., Keown, C. L., Datko, M., Jahedi, A., Fishman, I., & Müller, R.-A. (2016). Patterns of Atypical Functional Connectivity and Behavioral Links in Autism Differ Between Default, Salience, and Executive Networks. *Cerebral Cortex (New York, NY)*, *26*(10), 4034–4045. https://doi.org/10.1093/cercor/bhv191

Abu-Akel, A., & Shamay-Tsoory, S. (2011). Neuroanatomical and neurochemical bases of theory of mind. *Neuropsychologia*, *49*(11), 2971–2984. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.07.012

Adler, N., Nadler, B., Eviatar, Z., & Shamay-Tsoory, S. G. (2010). The relationship between theory of mind and autobiographical memory in high-functioning autism and Asperger syndrome. *Psychiatry Research*, *178*(1), 214–216. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.11.015

Allé, M. C., Manning, L., Potheegadoo, J., Coutelle, R., Danion, J.-M., & Berna, F. (2017). Wearable Cameras Are Useful Tools to Investigate and Remediate Autobiographical Memory Impairment: A Systematic PRISMA Review. *Neuropsychology Review*, *27*(1), 81–99. https://doi.org/10.1007/s11065-016-9337-x

Almeida, T. S., Lamb, M. E., & Weisblatt, E. J. (2018). Effects of Delay, Question Type, and Socioemotional Support on Episodic Memory Retrieval by Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. https://doi.org/10.1007/s10803-018-3815-3

Ameis, S. H., & Szatmari, P. (2012). Imaging-Genetics in Autism Spectrum Disorder: Advances, Translational Impact, and Future Directions. *Frontiers in Psychiatry*, *3*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2012.00046

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). Retrieved from http://psychiatryonline.org/doi/book/10.1176/appi.books.9780890425596

Anger, M., Wantzen, P., Le Vaillant, J., Malvy, J., Bon, L., Guénolé, F., … Guillery-Girard, B. (2019). Positive Effect of Visual Cuing in Episodic Memory and Episodic Future Thinking in Adolescents With Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1513. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01513

Assaf, M., Jagannathan, K., Calhoun, V. D., Miller, L., Stevens, M. C., Sahl, R., … Pearlson, G. D. (2010). Abnormal functional connectivity of default mode sub-networks in autism spectrum disorder patients. *NeuroImage*, *53*(1), 247–256. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.067

Atance, C. M., & O'Neill, D. K. (2005). The emergence of episodic future thinking in humans. *Learning and Motivation*, *36*(2), 126–144. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2005.02.003

Baker-Ward, L., Hess, T. M., & Flannagan, D. A. (1990). The effects of involvement on children's memory for events. *Cognitive Development*, *5*(1), 55–69. https://doi.org/10.1016/0885-2014(90)90012-I

Baker-Ward, L., Ornstein, P. A., & Principe, G. F. (1997). Revealing the representation: Evidence from children's reports of events. In P. van den Broek, P. J. Bauer, & T. Bourg, *Developmental Spans in Event Comprehension and Representation: Bridging Fictional and Actual Events* (Hillsdale: Erlbaum., pp. 79–110). Routledge.

Baldwin, S., & Costley, D. (2016). The experiences and needs of female adults with high-functioning autism spectrum disorder. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, *20*(4), 483–495. https://doi.org/10.1177/1362361315590805

Bang, J., Burns, J., & Nadig, A. (2013). Brief Report: Conveying Subjective Experience in Conversation: Production of Mental State Terms and Personal Narratives in Individuals with High

Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(7), 1732–1740. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1716-4

Bargiela, S., Steward, R., & Mandy, W. (2016). The Experiences of Late-diagnosed Women with Autism Spectrum Conditions: An Investigation of the Female Autism Phenotype. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *46*(10), 3281–3294. https://doi.org/10.1007/s10803-016-2872-8

Barnea-Goraly, N., Lotspeich, L. J., & Reiss, A. L. (2010). Similar white matter aberrations in children with autism and their unaffected siblings: A diffusion tensor imaging study using tract-based spatial statistics. *Archives of General Psychiatry*, *67*(10), 1052–1060. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.123

Baroncelli, L., Braschi, C., Spolidoro, M., Begenisic, T., Maffei, L., & Sale, A. (2011). Brain plasticity and disease: A matter of inhibition. *Neural Plasticity*, *2011*, 286073. https://doi.org/10.1155/2011/286073

Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, *21*(1), 37–46.

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The autism-spectrum quotient (AQ): Evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *31*(1), 5–17.

Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J., Magee, C. A., & Rushby, J. A. (2007). EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *118*(12), 2765–2773. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.07.028

Bartsch, K., Horvath, K., & Estes, D. (2003). Young children's talk about learning events. *Cognitive Development*, *18*(2), 177–193. https://doi.org/10.1016/S0885-2014(03)00019-4

Barttfeld, P., Wicker, B., Cukier, S., Navarta, S., Lew, S., & Sigman, M. (2011). A big-world network in ASD: Dynamical connectivity analysis reflects a deficit in long-range connections and an excess of short-range connections. *Neuropsychologia*, *49*(2), 254–263. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.024

Başar, E., & Güntekin, B. (2008). A review of brain oscillations in cognitive disorders and the role of neurotransmitters. *Brain Research*, *1235*, 172–193. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.06.103

Bauer, P. J., Hertsgaard, L. A., & Dow, G. A. (1994). After 8 months have passed: Long-term recall of events by 1- to 2-year-old children. *Memory (Hove, England)*, *2*(4), 353–382. https://doi.org/10.1080/09658219408258955

Bauer, Patricia J., Burch, M. M., Scholin, S. E., & Güler, O. E. (2007). Using cue words to investigate the distribution of autobiographical memories in childhood. *Psychological Science*, *18*(10), 910–916. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01999.x

Begeer, S., Mandell, S., Wijnker-Holmes, B., Venderbosch, S., Rem, D., Stekelenburg, F., & Koot, H. M. (2013). Sex differences in the timing of identification among children and adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(5), 1151–1160. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1656-z

Bellon, M. L., Ogletree, B. T., & Harn, W. E. (2000). Repeated Storybook Reading as a Language Intervention for Children with Autism: A Case Study on the Application of Scaffolding. *Focus*

on Autism and Other Developmental Disabilities, *15*(1), 52–58. https://doi.org/10.1177/108835760001500107

Belmonte, M. K., Allen, G., Beckel-Mitchener, A., Boulanger, L. M., Carper, R. A., & Webb, S. J. (2004). Autism and abnormal development of brain connectivity. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *24*(42), 9228–9231. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3340-04.2004

Ben Shalom, D., Mostofsky, S. H., Hazlett, R. L., Goldberg, M. C., Landa, R. J., Faran, Y., … Hoehn-Saric, R. (2006). Normal physiological emotions but differences in expression of conscious feelings in children with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(3), 395–400. https://doi.org/10.1007/s10803-006-0077-2

Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R., Cermak, S. A., Engel-Yeger, B., & Gal, E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(1), 1–11. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0593-3

Bertoux, M. (2016). Cognition sociale. *EMC Neurologie*, *13*(4). https://doi.org/10.1016/S0246-0378(16)65655-5

Bi, X., Zhao, J., Xu, Q., Sun, Q., & Wang, Z. (2018). Abnormal Functional Connectivity of Resting State Network Detection Based on Linear ICA Analysis in Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Physiology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00475

Billeci, L., Calderoni, S., Tosetti, M., Catani, M., & Muratori, F. (2012). White matter connectivity in children with autism spectrum disorders: A tract-based spatial statistics study. *BMC Neurology*, *12*, 148. https://doi.org/10.1186/1471-2377-12-148

Billeke, P., & Aboitiz, F. (2013). Social Cognition in Schizophrenia: From Social Stimuli Processing to Social Engagement. *Frontiers in Psychiatry*, *4*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2013.00004

Biswal, B., Yetkin, F. Z., Haughton, V. M., & Hyde, J. S. (1995). Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magnetic Resonance in Medicine*, *34*(4), 537–541. https://doi.org/10.1002/mrm.1910340409

Bitsika, V., & Sharpley, C. F. (2004). Stress, Anxiety and Depression Among Parents of Children With Autism Spectrum Disorder. *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, *14*(2), 151–161. https://doi.org/10.1017/S1037291100002466

Boddaert, N., Chabane, N., Gervais, H., Good, C. D., Bourgeois, M., Plumet, M.-H., … Zilbovicius, M. (2004). Superior temporal sulcus anatomical abnormalities in childhood autism: A voxel-based morphometry MRI study. *NeuroImage*, *23*(1), 364–369. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.016

Boersma, M., Smit, D. J. A., de Bie, H. M. A., Van Baal, G. C. M., Boomsma, D. I., de Geus, E. J. C., … Stam, C. J. (2011). Network analysis of resting state EEG in the developing young brain: Structure comes with maturation. *Human Brain Mapping*, *32*(3), 413–425. https://doi.org/10.1002/hbm.21030

Bon, L., Baleyte, J.-M., Piolino, P., Desgranges, B., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2012). Growing Up with Asperger's Syndrome: Developmental Trajectory of Autobiographical Memory. *Frontiers in Psychology*, *3*, 605. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00605

Bosman, C. A., Lansink, C. S., & Pennartz, C. M. A. (2014). Functions of gamma-band synchronization in cognition: From single circuits to functional diversity across cortical and subcortical systems. *European Journal of Neuroscience*, *39*(11), 1982–1999. https://doi.org/10.1111/ejn.12606

Boucher, J., & Warrington, E. K. (1976). Memory deficits in early infantile autism: Some similarities to the amnesic syndrome. *British Journal of Psychology (London, England: 1953)*, *67*(1), 73–87.

Boucher, Jill. (2007). Memory and generativity in very high functioning autism: A firsthand account, and an interpretation. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, *11*(3), 255–264. https://doi.org/10.1177/1362361307076863

Bowler, D. M., Gaigg, S. B., & Lind, S. E. (2011). Memory in autism: Binding, self and brain. In I. Roth & P. Rezaie (Eds.), *Researching the autism spectrum: Contemporary perspectives* (pp. 316–346). https://doi.org/10.1017/CBO9780511973918.013

Bowler, Dermot M., Gaigg, S. B., & Gardiner, J. M. (2008). Subjective organisation in the free recall learning of adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(1), 104–113. https://doi.org/10.1007/s10803-007-0366-4

Bowler, Dermot M., Gardiner, J. M., & Berthollier, N. (2004). Source memory in adolescents and adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(5), 533–542.

Boyd, B. A., Baranek, G. T., Sideris, J., Poe, M. D., Watson, L. R., Patten, E., & Miller, H. (2010). Sensory features and repetitive behaviors in children with autism and developmental delays. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *3*(2), 78–87. https://doi.org/10.1002/aur.124

Brock, J., Brown, C. C., Boucher, J., & Rippon, G. (2002). The temporal binding deficit hypothesis of autism. *Development and Psychopathology*, *14*(2), 209–224.

Brosnan, M. J., Scott, F. J., Fox, S., & Pye, J. (2004). Gestalt processing in autism: Failure to process perceptual relationships and the implications for contextual understanding. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *45*(3), 459–469.

Brown, B. T., Morris, G., Nida, R. E., & Baker-Ward, L. (2012). Brief report: Making experience personal: internal states language in the memory narratives of children with and without Asperger's disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(3), 441–446. https://doi.org/10.1007/s10803-011-1246-5

Broyd, S. J., Demanuele, C., Debener, S., Helps, S. K., James, C. J., & Sonuga-Barke, E. J. S. (2009). Default-mode brain dysfunction in mental disorders: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *33*(3), 279–296. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.09.002

Bruce, D., Wilcox-O'Hearn, L. A., Robinson, J. A., Phillips-Grant, K., Francis, L., & Smith, M. C. (2005). Fragment memories mark the end of childhood amnesia. *Memory & Cognition*, *33*(4), 567–576.

Bruck, M., London, K., Landa, R., & Goodman, J. (2007). Autobiographical memory and suggestibility in children with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, *19*(1), 73–95. https://doi.org/10.1017/S0954579407070058

Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1124*, 1–38. https://doi.org/10.1196/annals.1440.011

Bunnell, S. L., & Greenhoot, A. F. (2012). When and why does abuse predict reduced autobiographical memory specificity? *Memory (Hove, England)*, *20*(2), 121–137. https://doi.org/10.1080/09658211.2011.648197

Burnette, C. P., Henderson, H. A., Inge, A. P., Zahka, N. E., Schwartz, C. B., & Mundy, P. C. (2011). Anterior EEG asymmetry and the Modifier Model of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *41*(8), 1113–1124. https://doi.org/10.1007/s10803-010-1138-0

Busby, J., & Suddendorf, T. (2005). Recalling yesterday and predicting tomorrow. *Cognitive Development*, *20*(3), 362–372. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2005.05.002

Canolty, R. T., Edwards, E., Dalal, S. S., Soltani, M., Nagarajan, S. S., Kirsch, H. E., … Knight, R. T. (2006). High Gamma Power Is Phase-Locked to Theta Oscillations in Human Neocortex. *Science (New York, N.Y.)*, *313*(5793), 1626–1628. https://doi.org/10.1126/science.1128115

Cantor, D. S., Thatcher, R. W., Hrybyk, M., & Kaye, H. (1986). Computerized EEG analyses of autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *16*(2), 169–187.

Casanova, M. F., Buxhoeveden, D. P., Switala, A. E., & Roy, E. (2002). Minicolumnar pathology in autism. *Neurology*, *58*(3), 428–432. https://doi.org/10.1212/wnl.58.3.428

Cascio, C. J., Woynaroski, T., Baranek, G. T., & Wallace, M. T. (2016). Toward an interdisciplinary approach to understanding sensory function in autism spectrum disorder. *Autism Research*, *9*(9), 920–925. https://doi.org/10.1002/aur.1612

Cashin, A. (2008). Narrative therapy: A psychotherapeutic approach in the treatment of adolescents with Asperger's disorder. *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursing: Official Publication of the Association of Child and Adolescent Psychiatric Nurses, Inc*, *21*(1), 48–56. https://doi.org/10.1111/j.1744-6171.2008.00128.x

Cashin, A. J. (2005). Autism: Understanding conceptual processing deficits. *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services*, *43*(4), 22–30.

Catani, M., Dell'Acqua, F., Budisavljevic, S., Howells, H., Thiebaut de Schotten, M., Froudist-Walsh, S., … Murphy, D. G. M. (2016). Frontal networks in adults with autism spectrum disorder. *Brain*, *139*(2), 616–630. https://doi.org/10.1093/brain/awv351

Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: A review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*, *129*(3), 564–583. https://doi.org/10.1093/brain/awl004

Cerliani, L., Mennes, M., Thomas, R. M., Martino, A. D., Thioux, M., & Keysers, C. (2015). Increased Functional Connectivity Between Subcortical and Cortical Resting-State Networks in Autism Spectrum Disorder. *JAMA Psychiatry*, *72*(8), 767–777. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.0101

Chabot, R., Coben, R., Laurence, Hirshberg, & Cantor, D. S. (2015). QEEG and VARETA based Neurophysiological Indices of Brain Dysfunction in Attention Deficit and Autistic Spectrum Disorder. *Austin Journal of Autism & Related Distabilities*, *1*, 1007.

Chan, A. S., & Leung, W. W. M. (2006). Differentiating Autistic Children With Quantitative Encephalography: A 3-Month Longitudinal Study. *Journal of Child Neurology*, *21*(5), 392–399.

Chan, A. S., Sze, S. L., & Cheung, M.-C. (2007). Quantitative electroencephalographic profiles for children with autistic spectrum disorder. *Neuropsychology*, *21*(1), 74–81. https://doi.org/10.1037/0894-4105.21.1.74

Charman, T. (2003). Why is joint attention a pivotal skill in autism? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *358*(1430), 315–324. https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1199

Cheng, W., Rolls, E. T., Gu, H., Zhang, J., & Feng, J. (2015). Autism: Reduced connectivity between cortical areas involved in face expression, theory of mind, and the sense of self. *Brain: A Journal of Neurology*, *138*(Pt 5), 1382–1393. https://doi.org/10.1093/brain/awv051

Chiang, K.-J., Chu, H., Chang, H.-J., Chung, M.-H., Chen, C.-H., Chiou, H.-Y., & Chou, K.-R. (2010). The effects of reminiscence therapy on psychological well-being, depression, and loneliness among the institutionalized aged. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *25*(4), 380–388. https://doi.org/10.1002/gps.2350

Ciaramelli, E., Spoglianti, S., Bertossi, E., Generali, N., Telarucci, F., Tancredi, R., … Igliozzi, R. (2018). Construction of Past and Future Events in Children and Adolescents with ASD: Role of Self-relatedness and Relevance to Decision-Making. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. https://doi.org/10.1007/s10803-018-3577-y

Çili, S., & Stopa, L. (2015). The retrieval of self-defining memories is associated with the activation of specific working selves. *Memory*, *23*(2), 233–253. https://doi.org/10.1080/09658211.2014.882955

Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001a). Age and sex effects in the EEG: Development of the normal child. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *112*(5), 806–814.

Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001b). Electroencephalogram differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychophysiology*, *38*(2), 212–221.

Clarke, Adam R., Barry, R. J., Indraratna, A., Dupuy, F. E., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2016). EEG activity in children with Asperger's Syndrome. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *127*(1), 442–451. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.05.015

Coben, R., Clarke, A. R., Hudspeth, W., & Barry, R. J. (2008). EEG power and coherence in autistic spectrum disorder. *Clinical Neurophysiology*, *119*(5), 1002–1009. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.01.013

Coben, R., Mohammad-Rezazadeh, I., & Cannon, R. L. (2014). Using quantitative and analytic EEG methods in the understanding of connectivity in autism spectrum disorders: A theory of mixed over- and under-connectivity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00045

Cohen, D. (2012). Controverses actuelles dans le champ de l'autisme. *Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique*, *170*(7), 517–525. https://doi.org/10.1016/j.amp.2012.06.019

Conway, M. A. (2001). Sensory-perceptual episodic memory and its context: Autobiographical memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *356*(1413), 1375–1384. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0940

Conway, M. A., & Pleydell-Pearce, C. W. (2000). The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological Review*, *107*(2), 261–288.

Conway, Martin A. (2005). Memory and the self. *Journal of Memory and Language*, *53*(4), 594–628. https://doi.org/10.1016/j.jml.2005.08.005

Cooper, R. A., Richter, F. R., Bays, P. M., Plaisted-Grant, K. C., Baron-Cohen, S., & Simons, J. S. (2017). Reduced Hippocampal Functional Connectivity During Episodic Memory Retrieval in Autism. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, *27*(2), 888–902. https://doi.org/10.1093/cercor/bhw417

Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: From environment to theory of mind. *Neuron*, *58*(3), 306–324. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017

Corsi-Cabrera, M., Galindo-Vilchis, L., del-Río-Portilla, Y., Arce, C., & Ramos-Loyo, J. (2007). Within-subject reliability and inter-session stability of EEG power and coherent activity in women evaluated monthly over nine months. *Clinical Neurophysiology*, *118*(1), 9–21. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.08.013

Cotelli, M., Manenti, R., & Zanetti, O. (2012). Reminiscence therapy in dementia: A review. *Maturitas*, *72*(3), 203–205. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.04.008

Courchesne, E., & Pierce, K. (2005). Why the frontal cortex in autism might be talking only to itself: Local over-connectivity but long-distance disconnection. *Current Opinion in Neurobiology*, *15*(2), 225–230. https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.001

Courchesne, E., Pierce, K., Schumann, C. M., Redcay, E., Buckwalter, J. A., Kennedy, D. P., & Morgan, J. (2007). Mapping early brain development in autism. *Neuron*, *56*(2), 399–413. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.10.016

Courchesne, E., Pramparo, T., Gazestani, V. H., Lombardo, M. V, Pierce, K., & Lewis, N. E. (2019). The ASD Living Biology: From cell proliferation to clinical phenotype. *Molecular Psychiatry*, *24*(1), 88–107. https://doi.org/10.1038/s41380-018-0056-y

Crane, C., Barnhofer, T., & Williams, J. M. G. (2007). Cue self-relevance affects autobiographical memory specificity in individuals with a history of major depression. *Memory (Hove, England)*, *15*(3), 312–323. https://doi.org/10.1080/09658210701256530

Crane, L., & Goddard, L. (2008). Episodic and semantic autobiographical memory in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(3), 498–506. https://doi.org/10.1007/s10803-007-0420-2

Crane, L., Goddard, L., & Pring, L. (2009). Specific and general autobiographical knowledge in adults with autism spectrum disorders: The role of personal goals. *Memory (Hove, England)*, *17*(5), 557–576. https://doi.org/10.1080/09658210902960211

Crane, L., Goddard, L., & Pring, L. (2010). Brief Report: Self-defining and everyday autobiographical memories in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *40*(3), 383–391. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0875-4

Crane, L., Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2013). Remembering the past and imagining the future in autism spectrum disorder. *Memory (Hove, England)*, *21*(2), 157–166. https://doi.org/10.1080/09658211.2012.712976

Crane, L., Pring, L., Jukes, K., & Goddard, L. (2012). Patterns of autobiographical memory in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(10), 2100–2112. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1459-2

Cridland, E. K., Jones, S. C., Caputi, P., & Magee, C. A. (2014). Being a girl in a boys' world: Investigating the experiences of girls with autism spectrum disorders during adolescence. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *44*(6), 1261–1274. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1985-6

Cycowicz, Y. M., Friedman, D., Snodgrass, J. G., & Duff, M. (2001). Recognition and source memory for pictures in children and adults. *Neuropsychologia*, *39*(3), 255–267.

Cygan, H. B., Marchewka, A., Kotlewska, I., & Nowicka, A. (2018). Neural Correlates of Reflection on Present and Past Selves in Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. https://doi.org/10.1007/s10803-018-3621-y

Czernochowski, D., Mecklinger, A., Johansson, M., & Brinkmann, M. (2005). Age-related differences in familiarity and recollection: ERP evidence from a recognition memory study in children and young adults. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, *5*(4), 417–433.

d'Albis, M.-A., Guevara, P., Guevara, M., Laidi, C., Boisgontier, J., Sarrazin, S., … Houenou, J. (2018). Local structural connectivity is associated with social cognition in autism spectrum disorder. *Brain: A Journal of Neurology*, *141*(12), 3472–3481. https://doi.org/10.1093/brain/awy275

Dalgleish, T., Williams, J. M. G., Golden, A.-M. J., Perkins, N., Barrett, L. F., Barnard, P. J., … Watkins, E. (2007). Reduced specificity of autobiographical memory and depression: The role of executive control. *Journal of Experimental Psychology. General*, *136*(1), 23–42. https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.1.23

Damon, W., & Hart, D. (1991). *Self-Understanding in Childhood and Adolescence*. CUP Archive.

D'Argembeau, A., Collette, F., Van der Linden, M., Laureys, S., Del Fiore, G., Degueldre, C., … Salmon, E. (2005). Self-referential reflective activity and its relationship with rest: A PET study. *NeuroImage*, *25*(2), 616–624. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.11.048

Dawson, G., Klinger, L. G., Panagiotides, H., Lewy, A., & Castelloe, P. (1995). Subgroups of autistic children based on social behavior display distinct patterns of brain activity. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *23*(5), 569–583.

Dawson, G., & McKissick, F. C. (1984). Self-recognition in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *14*(4), 383–394.

Dawson, G., & Watling, R. (2000). Interventions to facilitate auditory, visual, and motor integration in autism: A review of the evidence. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *30*(5), 415–421.

Dawson, Geraldine, Toth, K., Abbott, R., Osterling, J., Munson, J., Estes, A., & Liaw, J. (2004). Early Social Attention Impairments in Autism: Social Orienting, Joint Attention, and Attention to Distress. *Developmental Psychology*, *40*(2), 271–283. https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.271

de Chastelaine, M., Friedman, D., & Cycowicz, Y. M. (2007). The development of control processes supporting source memory discrimination as revealed by event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(8), 1286–1301. https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.8.1286

Dégeilh, F., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2015). Le développement cognitif et cérébral de la mémoire: De l'enfance à l'âge adulte. *Biologie Aujourd'hui*, *209*(3), 249–260. https://doi.org/10.1051/jbio/2015026

Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., … Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: A meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry*, *23*(5), 1198–1204. https://doi.org/10.1038/mp.2017.75

Desaunay, P., Guénolé, F., Eustache, F., Baleyte, J.-M., & Guillery-Girard, B. (2014). Autisme et connectivité cérébrale: Contribution des études de neuroimagerie à la compréhension des signes cliniques. *Revue de neuropsychologie*, *me 6*(1), 25–35.

Di Martino, A., Kelly, C., Grzadzinski, R., Zuo, X.-N., Mennes, M., Mairena, M. A., … Milham, M. P. (2011). Aberrant striatal functional connectivity in children with autism. *Biological Psychiatry*, *69*(9), 847–856. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.10.029

Dickinson, A., DiStefano, C., Senturk, D., & Jeste, S. S. (2018). Peak alpha frequency is a neural marker of cognitive function across the autism spectrum. *The European Journal of Neuroscience*, *47*(6), 643–651. https://doi.org/10.1111/ejn.13645

Doyle-Thomas, K. A. R., Duerden, E. G., Taylor, M. J., Lerch, J. P., Soorya, L. V., Wang, A. T., … Anagnostou, E. (2013). Effects of age and symptomatology on cortical thickness in autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *7*(1), 141–150. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.08.004

Doyle-Thomas, K. A. R., Lee, W., Foster, N. E. V., Tryfon, A., Ouimet, T., Hyde, K. L., … Anagnostou, E. (2015). Atypical functional brain connectivity during rest in autism spectrum disorders. *Annals of Neurology*, *77*(5), 866–876. https://doi.org/10.1002/ana.24391

Dubourg, L., Silva, A. R., Fitamen, C., Moulin, C. J. A., & Souchay, C. (2016). SenseCam: A new tool for memory rehabilitation? *Revue Neurologique*, *172*(12), 735–747. https://doi.org/10.1016/j.neurol.2016.03.009

Duffy, F. H., & Als, H. (2012). A stable pattern of EEG spectral coherence distinguishes children with autism from neuro-typical controls—A large case control study. *BMC Medicine*, *10*, 64. https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-64

Duffy, F. H., Shankardass, A., McAnulty, G. B., & Als, H. (2013). The relationship of Asperger's syndrome to autism: A preliminary EEG coherence study. *BMC Medicine*, *11*, 175. https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-175

Dumas, G., Soussignan, R., Hugueville, L., Martinerie, J., & Nadel, J. (2014). Revisiting mu suppression in autism spectrum disorder. *Brain Research*, *1585*, 108–119. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.08.035

Duval, C., Piolino, P., Bejanin, A., Laisney, M., Eustache, F., & Desgranges, B. (2011). La théorie de l'esprit: Aspects conceptuels, évaluation et effets de l'âge. *Revue de Neuropsychologie*, *3*(1), 41–51. https://doi.org/10.1684/nrp.2011.0168

Ebisch, S. J. H., Gallese, V., Willems, R. M., Mantini, D., Groen, W. B., Romani, G. L., … Bekkering, H. (2011). Altered intrinsic functional connectivity of anterior and posterior insula regions in high-functioning participants with autism spectrum disorder. *Human Brain Mapping*, *32*(7), 1013–1028. https://doi.org/10.1002/hbm.21085

Edgar, J. C., Heiken, K., Chen, Y.-H., Herrington, J. D., Chow, V., Liu, S., … Roberts, T. P. L. (2015). Resting-state alpha in autism spectrum disorder and alpha associations with thalamic volume. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(3), 795–804. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2236-1

Edwards, L. A. (2014). A Meta-Analysis of Imitation Abilities in Individuals With Autism Spectrum Disorders. *Autism Research*, *7*(3), 363–380. https://doi.org/10.1002/aur.1379

Eimer, M., & Driver, J. (2001). Crossmodal links in endogenous and exogenous spatial attention: Evidence from event-related brain potential studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *25*(6), 497–511. https://doi.org/10.1016/S0149-7634(01)00029-X

Eisenberg, A. R. (1985). Learning to describe past experiences in conversation. *Discourse Processes*, *8*(2), 177–204. https://doi.org/10.1080/01638538509544613

Elhabashy, H., Raafat, O., Afifi, L., Raafat, H., & Abdullah, K. (2015). Quantitative EEG in autistic children. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg*, *52*(3), 176–182. https://doi.org/10.4103/1110-1083.162031

Engel, A. K., & Singer, W. (2001). Temporal binding and the neural correlates of sensory awareness. *Trends in Cognitive Sciences*, *5*(1), 16–25.

Ernst, A., Philippe, F. L., & D'Argembeau, A. (2018). Wanting or having to: The role of goal self-concordance in episodic future thinking. *Consciousness and Cognition*, *66*, 26–39. https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.10.004

Eustache, F., Guillery-Girard, B., & Dayan, J. (2017). Les liens ténus et complexes entre mémoire et émotions. *In Analysis*, *1*(1), 32–38. https://doi.org/10.1016/j.inan.2016.12.006

Eustache, Francis. (2012). Le paradoxe de l'identité singulière et plurielle: Un paradigme inédit et un défi nouveau pour la neuropsychologie, The paradox of singular and plural identity : a novel paradigm and a new challenge for neuropsychology. *Revue de neuropsychologie*, *me 4*(1), 9–23.

Eustache, Francis, & Guillery, B. (2016). *La Neuroéducation: La mémoire au coeur de l'apprentissage*. Odile Jacob.

Eustache-Vallée, M.-L., Juskenaite, A., Laisney, M., Desgranges, B., & Platel, H. (2016, December). *Sentiment d'identité et réminiscence autobiographique par l'écoute de chansons connues chez des patients à des stades modérés à sévères de la Maladie d'Alzheimer*. Presented at the SNLF, Paris.

Fair, D. A., Cohen, A. L., Power, J. D., Dosenbach, N. U. F., Church, J. A., Miezin, F. M., … Petersen, S. E. (2009). Functional Brain Networks Develop from a "Local to Distributed" Organization. *PLoS Computational Biology*, *5*(5), e1000381. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000381

Farrant, K., & Uddin, L. Q. (2016). Atypical developmental of dorsal and ventral attention networks in autism. *Developmental Science*, *19*(4), 550–563. https://doi.org/10.1111/desc.12359

Fatemi, S. H., Reutiman, T. J., Folsom, T. D., & Thuras, P. D. (2009). GABAA receptor downregulation in brains of subjects with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(2), 223–230. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0646-7

Fivush, R., Haden, C. A., & Reese, E. (2006). Elaborating on Elaborations: Role of Maternal Reminiscing Style in Cognitive and Socioemotional Development. *Child Development*, *77*(6), 1568–1588. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00960.x

Fivush, R., Haden, C., & Adam, S. (1995). Structure and Coherence of Preschoolers' Personal Narratives over Time: Implications for Childhood Amnesia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *60*(1), 32–56. https://doi.org/10.1006/jecp.1995.1030

Fletcher, P. T., Whitaker, R. T., Tao, R., DuBray, M. B., Froehlich, A., Ravichandran, C., … Lainhart, J. E. (2010). Microstructural connectivity of the arcuate fasciculus in adolescents with high-functioning autism. *NeuroImage*, *51*(3), 1117–1125. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.01.083

Foss-Feig, J. H., Heacock, J. L., & Cascio, C. J. (2012). TACTILE RESPONSIVENESS PATTERNS AND THEIR ASSOCIATION WITH CORE FEATURES IN AUTISM SPECTRUM DISORDERS. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *6*(1), 337–344. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.06.007

Foster, C. J. E., Garber, J., & Durlak, J. A. (2008). Current and Past Maternal Depression, Maternal Interaction Behaviors, and Children's Externalizing and Internalizing Symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *36*(4), 527–537. https://doi.org/10.1007/s10802-007-9197-1

Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(26), 10046–10051. https://doi.org/10.1073/pnas.0604187103

Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., Essen, D. C. V., & Raichle, M. E. (2005). The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*(27), 9673–9678. https://doi.org/10.1073/pnas.0504136102

Fransson, P. (2005). Spontaneous low-frequency BOLD signal fluctuations: An fMRI investigation of the resting-state default mode of brain function hypothesis. *Human Brain Mapping*, *26*(1), 15–29. https://doi.org/10.1002/hbm.20113

Frazier, T. W., & Hardan, A. Y. (2009). A meta-analysis of the corpus callosum in autism. *Biological Psychiatry*, *66*(10), 935–941. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.07.022

Frith, C. D., & Frith, U. (2012). Mechanisms of social cognition. *Annual Review of Psychology*, *63*, 287–313. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100449

Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the enigma*. Oxford, UK; Cambridge, MA, USA: Basil Blackwell.

Gabard-Durnam, L., Tierney, A. L., Vogel-Farley, V., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2015). Alpha Asymmetry in Infants at Risk for Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(2), 473–480. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1926-4

Georgescu, A. L., Kuzmanovic, B., Schilbach, L., Tepest, R., Kulbida, R., Bente, G., & Vogeley, K. (2013). Neural correlates of "social gaze" processing in high-functioning autism under systematic variation of gaze duration. *NeuroImage. Clinical*, *3*, 340–351. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2013.08.014

Gepner, B., & Féron, F. (2009). Autism: A world changing too fast for a mis-wired brain? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *33*(8), 1227–1242. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.06.006

Ghetti, S., & Angelini, L. (2008). The development of recollection and familiarity in childhood and adolescence: Evidence from the dual-process signal detection model. *Child Development*, *79*(2), 339–358. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01129.x

Gloor, P. (1997). *The Temporal Lobe and Limbic System*. Oxford University Press.

Goddard, L., Dritschel, B., & Burton, A. (1997). Social problem solving and autobiographical memory in non-clinical depression. *The British Journal of Clinical Psychology*, *36 (Pt 3)*, 449–451.

Goddard, Lorna, Dritschel, B., & Howlin, P. (2014). A preliminary study of gender differences in autobiographical memory in children with an autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *44*(9), 2087–2095. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2109-7

Goddard, Lorna, Dritschel, B., Robinson, S., & Howlin, P. (2014). Development of autobiographical memory in children with autism spectrum disorders: Deficits, gains, and predictors of performance. *Development and Psychopathology*, *26*(1), 215–228. https://doi.org/10.1017/S0954579413000904

Goddard, Lorna, Howlin, P., Dritschel, B., & Patel, T. (2007). Autobiographical memory and social problem-solving in Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(2), 291–300. https://doi.org/10.1007/s10803-006-0168-0

Goddard, Lorna, O'Dowda, H., & Pring, L. (2017). Knowing me, knowing you: Self defining memories in adolescents with and without an autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *37*, 31–40. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2017.02.002

Goddard, Lorna, Pring, L., & Felmingham, N. (2005). The effects of cue modality on the quality of personal memories retrieved. *Memory (Hove, England)*, *13*(1), 79–86. https://doi.org/10.1080/09658210344000594

Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., … Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(21), 8174–8179. https://doi.org/10.1073/pnas.0402680101

Goldman, S. (2008). Brief report: Narratives of personal events in children with autism and developmental language disorders: unshared memories. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(10), 1982–1988. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0588-0

Goldman, S., & DeNigris, D. (2015). Parents' strategies to elicit autobiographical memories in autism spectrum disorders, developmental language disorders and typically developing children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(5), 1464–1473. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2271-y

Gopnik, A., & Graf, P. (1988). Knowing How You Know: Young Children's Ability to Identify and Remember the Sources of Their Beliefs. *Child Development*, *59*(5), 1366–1371. https://doi.org/10.2307/1130499

Gotham, K., Risi, S., Dawson, G., Tager-Flusberg, H., Joseph, R., Carter, A., … Lord, C. (2008). A Replication of the Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) Revised Algorithms. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *47*(6), 642–651. https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e31816bffb7

Greenhoot, A. F. (2000). Remembering and Understanding: The Effects of Changes in Underlying Knowledge on Children's Recollections. *Child Development*, *71*(5), 1309–1328. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00230

Greicius, M. D., Krasnow, B., Reiss, A. L., & Menon, V. (2003). Functional connectivity in the resting brain: A network analysis of the default mode hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *100*(1), 253–258. https://doi.org/10.1073/pnas.0135058100

Guillery-Girard, B., Martins, S., Deshayes, S., Hertz-Pannier, L., Chiron, C., Jambaqué, I., … Eustache, F. (2013). Developmental Trajectories of Associative Memory from Childhood to Adulthood: A Behavioral and Neuroimaging Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *7*. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00126

Gulya, M., Rossi-George, A., Hartshorn, K., Vieira, A., Rovee-Collier, C., Johnson, M. K., & Chalfonte, B. L. (2002). The development of explicit memory for basic perceptual features. *Journal of Experimental Child Psychology*, *81*(3), 276–297. https://doi.org/10.1006/jecp.2001.2654

Gusnard, D. A., Raichle, M. E., & Raichle, M. E. (2001). Searching for a baseline: Functional imaging and the resting human brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, *2*(10), 685–694. https://doi.org/10.1038/35094500

Haar, S., Berman, S., Behrmann, M., & Dinstein, I. (2016). Anatomical Abnormalities in Autism? *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, *26*(4), 1440–1452. https://doi.org/10.1093/cercor/bhu242

Haight, B. K., & Webster, J. D. (1995). *The Art and Science of Reminiscing: Theory, Research, Methods, and Applications*. Taylor & Francis.

Halbwachs, M. (1925). *Les cadres sociaux de la mémoire* (Vol. 117). Retrieved from http://www.persee.fr/doc/homso_0018-4306_1995_num_117_3_3447

Han, Y. M. Y., & Chan, A. S. (2016). Disordered cortical connectivity underlies the executive function deficits in children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, *61*, 19–31. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.12.010

Happé, F., & Frith, U. (1996). The neuropsychology of autism. *Brain: A Journal of Neurology*, *119 (Pt 4)*, 1377–1400.

Happé, F. G. E. (1994). An advanced test of theory of mind: Understanding of story characters' thoughts and feelings by able autistic, mentally handicapped, and normal children and adults. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(2), 129–154. https://doi.org/10.1007/BF02172093

Happé, Francesca, & Frith, U. (2006). The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(1), 5–25. https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0

Harmony, T., Alba, A., Marroquín, J. L., & González-Frankenberger, B. (2009). Time-frequency-topographic analysis of induced power and synchrony of EEG signals during a Go/No-Go task.

International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology, *71*(1), 9–16. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.07.020

Henderson, H. A., Zahka, N. E., Kojkowski, N. M., Inge, A. P., Schwartz, C. B., Hileman, C. M., … Mundy, P. C. (2009). Self-referenced memory, social cognition, and symptom presentation in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *50*(7), 853–861. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02059.x

Herbert, M. R., Ziegler, D. A., Deutsch, C. K., O'Brien, L. M., Kennedy, D. N., Filipek, P. A., … Caviness, V. S. (2005). Brain asymmetries in autism and developmental language disorder: A nested whole-brain analysis. *Brain: A Journal of Neurology*, *128*(Pt 1), 213–226. https://doi.org/10.1093/brain/awh330

Hermelin, B., & O'Connor, N. (1970). *Psychological Experiments with Autistic Children*. Pergamon Press.

Herz, R. S. (2004). A naturalistic analysis of autobiographical memories triggered by olfactory visual and auditory stimuli. *Chemical Senses*, *29*(3), 217–224.

Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(1), 26–32.

Hobson, R. P. (1990). On the origins of self and the case of autism. *Development and Psychopathology*, *2*(2), 163–181. https://doi.org/10.1017/S0954579400000687

Hodges, S., Berry, E., & Wood, K. (2011). SenseCam: A wearable camera that stimulates and rehabilitates autobiographical memory. *Memory*, *19*(7), 685–696. https://doi.org/10.1080/09658211.2011.605591

Hoffman, C. D., Sweeney, D. P., Hodge, D., Lopez-Wagner, M. C., & Looney, L. (2009). Parenting Stress and Closeness: Mothers of Typically Developing Children and Mothers of Children With Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *24*(3), 178–187. https://doi.org/10.1177/1088357609338715

Hopkin, M. (2004). Link proved between senses and memory. *Nature News*. https://doi.org/10.1038/news040524-12

Howe, M. L., & Courage, M. L. (1993). On resolving the enigma of infantile amnesia. *Psychological Bulletin*, *113*(2), 305–326.

Howe, M. L., & Courage, M. L. (1997). The emergence and early development of autobiographical memory. *Psychological Review*, *104*(3), 499–523.

Howe, Mark L. (2011). The Adaptive Nature of Memory and Its Illusions. *Current Directions in Psychological Science*, *20*(5), 312–315. https://doi.org/10.1177/0963721411416571

Hudson, J. A., Fivush, R., & Kuebli, J. (1992). Scripts and episodes: The development of event memory. *Applied Cognitive Psychology*, *6*(6), 483–505. https://doi.org/10.1002/acp.2350060604

Jamison, T. R., & Schuttler, J. O. (2015). Examining social competence, self-perception, quality of life, and internalizing and externalizing symptoms in adolescent females with and without autism spectrum disorder: A quantitative design including between-groups and correlational analyses. *Molecular Autism*, *6*, 53. https://doi.org/10.1186/s13229-015-0044-x

Jensen, O., Kaiser, J., & Lachaux, J.-P. (2007). Human gamma-frequency oscillations associated with attention and memory. *Trends in Neurosciences*, *30*(7), 317–324. https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.05.001

Jensen, O., & Mazaheri, A. (2010). Shaping Functional Architecture by Oscillatory Alpha Activity: Gating by Inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00186

John, E. R., Karmel, B. Z., Corning, W. C., Easton, P., Brown, D., Ahn, H., … Schwartz, E. (1977). Neurometrics. *Science*, *196*(4297), 1393–1410. https://doi.org/10.1126/science.867036

Johnson, S. A., Filliter, J. H., & Murphy, R. R. (2009). Discrepancies between self- and parent-perceptions of autistic traits and empathy in high functioning children and adolescents on the autism spectrum. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(12), 1706–1714. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0809-1

Jou, R. J., Jackowski, A. P., Papademetris, X., Rajeevan, N., Staib, L. H., & Volkmar, F. R. (2011). Diffusion tensor imaging in autism spectrum disorders: Preliminary evidence of abnormal neural connectivity. *The Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, *45*(2), 153–162. https://doi.org/10.3109/00048674.2010.534069

Just, M. A., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., & Minshew, N. J. (2004). Cortical activation and synchronization during sentence comprehension in high-functioning autism: Evidence of underconnectivity. *Brain : A Journal of Neurology*, *127*(Pt 8), 1811–1821. https://doi.org/10.1093/brain/awh199

Kana, R. K., Libero, L. E., & Moore, M. S. (2011). Disrupted cortical connectivity theory as an explanatory model for autism spectrum disorders. *Physics of Life Reviews*, *8*(4), 410–437. https://doi.org/10.1016/j.plrev.2011.10.001

Keehn, B., Müller, R.-A., & Townsend, J. (2013). Atypical attentional networks and the emergence of autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *37*(2), 164–183. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.11.014

Keehn, B., Westerfield, M., Müller, R.-A., & Townsend, J. (2017). Autism, Attention, and Alpha Oscillations: An Electrophysiological Study of Attentional Capture. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *2*(6), 528–536. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.06.006

Kelley, D. J., Bhattacharyya, A., Lahvis, G. P., Yin, J. C. P., Malter, J., & Davidson, R. J. (2008). The cyclic AMP phenotype of fragile X and autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *32*(8), 1533–1543. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.06.005

Kelly, A. M. C., Uddin, L. Q., Biswal, B. B., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2008). Competition between functional brain networks mediates behavioral variability. *NeuroImage*, *39*(1), 527–537. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.08.008

Kennedy, D. P., & Courchesne, E. (2008). The intrinsic functional organization of the brain is altered in autism. *NeuroImage*, *39*(4), 1877–1885. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.10.052

Kern, J. K., Trivedi, M. H., Grannemann, B. D., Garver, C. R., Johnson, D. G., Andrews, A. A., … Schroeder, J. L. (2007). Sensory correlations in autism. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, *11*(2), 123–134. https://doi.org/10.1177/1362361307075702

Kestemont, J., Vandekerckhove, M., Bulnes, L. C., Matthys, F., & Overwalle, F. V. (2016). Causal attribution in individuals with subclinical and clinical autism spectrum disorder: An fMRI study. *Social Neuroscience*, *11*(3), 264–276. https://doi.org/10.1080/17470919.2015.1074104

King, D., Dockrell, J. E., & Stuart, M. (2013). Event narratives in 11-14 year olds with autistic spectrum disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *48*(5), 522–533. https://doi.org/10.1111/1460-6984.12025

Kjaer, T. W., Nowak, M., & Lou, H. C. (2002). Reflective Self-Awareness and Conscious States: PET Evidence for a Common Midline Parietofrontal Core. *NeuroImage*, *17*(2), 1080–1086. https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1230

Klein, S. B. (2012). The two selves: The self of conscious experience ant its brain. In J. Leary & J. Tangney, *Handbook of self and identity. 2nd ed.* New York: Guildford Publications.

Klein, S. B., Chan, R. L., & Loftus, J. (1999). Independence of episodic and semantic self-knowledge: The case from autism. *Social Cognition*, *17*(4), 413–436. https://doi.org/10.1521/soco.1999.17.4.413

Klein, S. B., & Gangi, C. E. (2010). The multiplicity of self: Neuropsychological evidence and its implications for the self as a construct in psychological research. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1191*, 1–15. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05441.x

Klein, S. B., German, T. P., Cosmides, L., & Gabriel, R. (2004). A Theory of Autobiographical Memory: Necessary Components and Disorders Resulting from their Loss. *Social Cognition*, *22*(5), 460–490. https://doi.org/10.1521/soco.22.5.460.50765

Klimesch, W. (1996). Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *24*(1–2), 61–100.

Klimesch, Wolfgang, Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, *53*(1), 63–88. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, *59*(9), 809–816.

Knyazev, G. G. (2012). EEG delta oscillations as a correlate of basic homeostatic and motivational processes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *36*(1), 677–695. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.10.002

Knyazev, G. G., Slobodskoj-Plusnin, J. Y., Bocharov, A. V., & Pylkova, L. V. (2011). The default mode network and EEG α oscillations: An independent component analysis. *Brain Research*, *1402*, 67–79. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.05.052

Lajiness-O'Neill, R., Brennan, J. R., Moran, J. E., Richard, A. E., Flores, A.-M., Swick, C., … Bowyer, S. M. (2018). Patterns of altered neural synchrony in the default mode network in autism spectrum disorder revealed with magnetoencephalography (MEG): Relationship to clinical symptomatology. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *11*(3), 434–449. https://doi.org/10.1002/aur.1908

Lalanne, J., & Piolino, P. (2013). [Main interventions for rehabilitation of autobiographical memory in Alzheimer's disease from early to severe stage: A review and new perspectives]. *Geriatrie Et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, *11*(3), 275–285. https://doi.org/10.1684/pnv.2013.0422

Lam, J., Sutton, P., Kalkbrenner, A., Windham, G., Halladay, A., Koustas, E., … Woodruff, T. (2016). A Systematic Review and Meta-Analysis of Multiple Airborne Pollutants and Autism Spectrum Disorder. *PLOS ONE*, *11*(9), e0161851. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161851

Lane, D. M., & Pearson, D. A. (1982). The development of selective attention. *Merrill-Palmer Quarterly*, *28*(3), 317–337.

Lau, W. K. W., Leung, M.-K., & Lau, B. W. M. (2019). Resting-state abnormalities in Autism Spectrum Disorders: A meta-analysis. *Scientific Reports*, *9*(1), 3892. https://doi.org/10.1038/s41598-019-40427-7

Le Magueresse, C., & Monyer, H. (2013). GABAergic interneurons shape the functional maturation of the cortex. *Neuron*, *77*(3), 388–405. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.01.011

Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: Cerebellar and parietal contributions. *Journal of Neurophysiology*, *79*(3), 1535–1548. https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.3.1535

Lee, A., Hobson, R. P., & Chiat, S. (1994). I, you, me, and autism: An experimental study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(2), 155–176.

Lee, J. M., Kyeong, S., Kim, E., & Cheon, K.-A. (2016). Abnormalities of Inter- and Intra-Hemispheric Functional Connectivity in Autism Spectrum Disorders: A Study Using the Autism Brain Imaging Data Exchange Database. *Frontiers in Neuroscience*, *10*. https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00191

Leech, R., Kamourieh, S., Beckmann, C. F., & Sharp, D. J. (2011). Fractionating the default mode network: Distinct contributions of the ventral and dorsal posterior cingulate cortex to cognitive control. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *31*(9), 3217–3224. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5626-10.2011

Legrand, N., Gagnepain, P., Peschanski, D., & Eustache, F. (2015). Neurosciences et mémoires collectives: Les schémas entre cerveau, sociétés et cultures. *Biologie Aujourd'hui*, *209*(3), 273–286. https://doi.org/10.1051/jbio/2015025

Leno, V. C., Tomlinson, S. B., Chang, S.-A. A., Naples, A. J., & McPartland, J. C. (2018). Resting-state alpha power is selectively associated with autistic traits reflecting behavioral rigidity. *Scientific Reports*, *8*(1), 11982. https://doi.org/10.1038/s41598-018-30445-2

Levine, B., Svoboda, E., Hay, J. F., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2002). Aging and autobiographical memory: Dissociating episodic from semantic retrieval. *Psychology and Aging*, *17*(4), 677–689.

Levitt, P., Eagleson, K. L., & Powell, E. M. (2004). Regulation of neocortical interneuron development and the implications for neurodevelopmental disorders. *Trends in Neurosciences*, *27*(7), 400–406. https://doi.org/10.1016/j.tins.2004.05.008

Lind, S. E. (2010). Memory and the self in autism: A review and theoretical framework. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, *14*(5), 430–456. https://doi.org/10.1177/1362361309358700

Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2009a). Delayed self-recognition in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(4), 643–650. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0670-7

Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2009b). Recognition memory, self-other source memory, and theory-of-mind in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(9), 1231–1239. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0735-2

Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2009c). Recognition memory, self-other source memory, and theory-of-mind in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(9), 1231–1239. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0735-2

Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2010). Episodic memory and episodic future thinking in adults with autism. *Journal of Abnormal Psychology*, *119*(4), 896–905. https://doi.org/10.1037/a0020631

Lind, S. E., Williams, D. M., Bowler, D. M., & Peel, A. (2014). Episodic memory and episodic future thinking impairments in high-functioning autism spectrum disorder: An underlying difficulty with scene construction or self-projection? *Neuropsychology*, *28*(1), 55–67. https://doi.org/10.1037/neu0000005

Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., Bullmore, E. T., MRC AIMS Consortium, & Baron-Cohen, S. (2011). Specialization of right temporo-parietal junction for mentalizing and its relation to social

impairments in autism. *NeuroImage*, *56*(3), 1832–1838. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.067

Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., Bullmore, E. T., Sadek, S. A., Pasco, G., Wheelwright, S. J., … Baron-Cohen, S. (2010). Atypical neural self-representation in autism. *Brain: A Journal of Neurology*, *133*(Pt 2), 611–624. https://doi.org/10.1093/brain/awp306

Loomes, R., Hull, L., & Mandy, W. P. L. (2017). What Is the Male-to-Female Ratio in Autism Spectrum Disorder? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *56*(6), 466–474. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.03.013

Lopes da Silva, F. (2013). EEG and MEG: Relevance to neuroscience. *Neuron*, *80*(5), 1112–1128. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.017

Lord, C., Rutter, M., Goode, S., Heemsbergen, J., Jordan, H., Mawhood, L., & Schopler, E. (1989). Autism diagnostic observation schedule: A standardized observation of communicative and social behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *19*(2), 185–212.

Lord, Catherine, Rutter, M., & Couteur, A. L. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(5), 659–685. https://doi.org/10.1007/BF02172145

Losh, M., & Capps, L. (2003). Narrative ability in high-functioning children with autism or Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *33*(3), 239–251.

Losh, M., & Capps, L. (2006). Understanding of emotional experience in autism: Insights from the personal accounts of high-functioning children with autism. *Developmental Psychology*, *42*(5), 809–818. https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.5.809

Lyons, V., & Fitzgerald, M. (2013). Atypical Sense of Self in Autism Spectrum Disorders: A Neuro-Cognitive Perspective. *Recent Advances in Autism Spectrum Disorders - Volume I*. https://doi.org/10.5772/53680

Ma, D. Q., Whitehead, P. L., Menold, M. M., Martin, E. R., Ashley-Koch, A. E., Mei, H., … Pericak-Vance, M. A. (2005). Identification of significant association and gene-gene interaction of GABA receptor subunit genes in autism. *American Journal of Human Genetics*, *77*(3), 377–388. https://doi.org/10.1086/433195

Machado, C., Estévez, M., Leisman, G., Melillo, R., Rodríguez, R., DeFina, P., … Beltrán, C. (2015). QEEG spectral and coherence assessment of autistic children in three different experimental conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(2), 406–424. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1909-5

Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2014). An episodic specificity induction enhances means-end problem solving in young and older adults. *Psychology and Aging*, *29*(4), 913–924. https://doi.org/10.1037/a0038209

Maister, L., Simons, J. S., & Plaisted-Grant, K. (2013). Executive functions are employed to process episodic and relational memories in children with autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, *27*(6), 615–627. https://doi.org/10.1037/a0034492

Maldjian, J. A., Laurienti, P. J., Kraft, R. A., & Burdette, J. H. (2003). An automated method for neuroanatomic and cytoarchitectonic atlas-based interrogation of fMRI data sets. *NeuroImage*, *19*(3), 1233–1239.

Marcaggi, G., Bon, L., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2010). La mémoire dans l'autisme: 40 ans après. *Revue de neuropsychologie*, *2*(4), 310–319. https://doi.org/10.3917/rne.024.0310

Marco, E. J., Hinkley, L. B. N., Hill, S. S., & Nagarajan, S. S. (2011). Sensory processing in autism: A review of neurophysiologic findings. *Pediatric Research*, *69*(5 Pt 2), 48R-54R. https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3182130c54

Marini, A., Ferretti, F., Chiera, A., Magni, R., Adornetti, I., Nicchiarelli, S., … Valeri, G. (2019). Episodic future thinking and narrative discourse generation in children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Neurolinguistics*, *49*, 178–188. https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2018.07.003

Marshall, P. J., Bar-Haim, Y., & Fox, N. A. (2002). Development of the EEG from 5 months to 4 years of age. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *113*(8), 1199–1208. https://doi.org/10.1016/s1388-2457(02)00163-3

Martínez, K., Martínez-García, M., Marcos-Vidal, L., Janssen, J., Castellanos, F. X., Pretus, C., … Carmona, S. (2019). Sensory-to-Cognitive Systems Integration Is Associated With Clinical Severity in Autism Spectrum Disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. https://doi.org/10.1016/j.jaac.2019.05.033

Mathewson, K. J., Jetha, M. K., Drmic, I. E., Bryson, S. E., Goldberg, J. O., & Schmidt, L. A. (2012). Regional EEG alpha power, coherence, and behavioral symptomatology in autism spectrum disorder. *Clinical Neurophysiology*, *123*(9), 1798–1809. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.02.061

Matlis, S., Boric, K., Chu, C. J., & Kramer, M. A. (2015). Robust disruptions in electroencephalogram cortical oscillations and large-scale functional networks in autism. *BMC Neurology*, *15*, 97. https://doi.org/10.1186/s12883-015-0355-8

Maxwell, C. R., Villalobos, M. E., Schultz, R. T., Herpertz-Dahlmann, B., Konrad, K., & Kohls, G. (2015). Atypical Laterality of Resting Gamma Oscillations in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(2), 292–297. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1842-7

McCabe, A., Hillier, A., Da Silva, C. M., Queenan, A., & Tauras, M. (2017). Parental Mediation in the Improvement of Narrative Skills of High-Functioning Individuals With Autism Spectrum Disorder. *Communication Disorders Quarterly*, *38*(2), 112–118. https://doi.org/10.1177/1525740116669114

McCrory, E., Henry, L. A., & Happé, F. (2007). Eye-witness memory and suggestibility in children with Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *48*(5), 482–489. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01715.x

McDonnell, C. G., Valentino, K., & Diehl, J. J. (2017). A developmental psychopathology perspective on autobiographical memory in autism spectrum disorder. *Developmental Review*, *44*, 59–81. https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.01.001

McGuigan, F., & Salmon, K. (2004). The time to talk: The influence of the timing of adult-child talk on children's event memory. *Child Development*, *75*(3), 669–686. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00700.x

McKiernan, K. A., Kaufman, J. N., Kucera-Thompson, J., & Binder, J. R. (2003). A parametric manipulation of factors affecting task-induced deactivation in functional neuroimaging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*(3), 394–408. https://doi.org/10.1162/089892903321593117

Melinder, A., Endestad, T., & Magnussen, S. (2006). Relations between episodic memory, suggestibility, theory of mind, and cognitive inhibition in the preschool child. *Scandinavian Journal of Psychology*, *47*(6), 485–495. https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2006.00542.x

Menon, V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: A unifying triple network model. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(10), 483–506. https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.003

Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: A network model of insula function. *Brain Structure & Function*, *214*(5–6), 655–667. https://doi.org/10.1007/s00429-010-0262-0

Miller, H. L., Odegard, T. N., & Allen, G. (2014). Evaluating information processing in Autism Spectrum Disorder: The case for Fuzzy Trace Theory. *Developmental Review*, *34*(1), 44–76. https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.12.002

Millward, C., Powell, S., Messer, D., & Jordan, R. (2000). Recall for self and other in autism: Children's memory for events experienced by themselves and their peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *30*(1), 15–28.

Minshew, N. J., Goldstein, G., & Siegel, D. J. (1997). Neuropsychologic functioning in autism: Profile of a complex information processing disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, *3*(4), 303–316.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Moberly, N. J., & MacLeod, A. K. (2006). Goal pursuit, goal self-concordance, and the accessibility of autobiographical knowledge. *Memory (Hove, England)*, *14*(7), 901–915. https://doi.org/10.1080/09658210600859517

Monk, C. S., Peltier, S. J., Wiggins, J. L., Weng, S.-J., Carrasco, M., Risi, S., & Lord, C. (2009). Abnormalities of intrinsic functional connectivity in autism spectrum disorders. *NeuroImage*, *47*(2), 764–772. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.069

Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(1), 27–43. https://doi.org/10.1007/s10803-005-0040-7

Müller, M. M., Gruber, T., & Keil, A. (2000). Modulation of induced gamma band activity in the human EEG by attention and visual information processing. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *38*(3), 283–299. https://doi.org/10.1016/s0167-8760(00)00171-9

Murdaugh, D. L., Cox, J. E., Cook, E. W., & Weller, R. E. (2012). FMRI Reactivity to High-Calorie Food Pictures Predicts Short- and Long-Term Outcome in a Weight-Loss Program. *Neuroimage*, *59*(3), 2709–2721.

Murias, M., Webb, S. J., Greenson, J., & Dawson, G. (2007). Resting State Cortical Connectivity Reflected in EEG Coherence in Individuals With Autism. *Biological Psychiatry*, *62*(3), 270–273. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.11.012

Nagahama, Y., Okada, T., Katsumi, Y., Hayashi, T., Yamauchi, H., Sawamoto, N., … Shibasaki, H. (1999). Transient Neural Activity in the Medial Superior Frontal Gyrus and Precuneus Time Locked with Attention Shift between Object Features. *NeuroImage*, *10*(2), 193–199. https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0451

Neisser, U. (1988). Five kinds of self-knowledge. *Philosophical Psychology*, *1*(1), 35–59. https://doi.org/10.1080/09515088808572924

Nelson, K. (2001). Language and the self: From the “Experiencing I” to the “Continuing Me.” In *The self in time: Developmental perspectives* (pp. 15–33). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Nelson, K., & Fivush, R. (2004). The emergence of autobiographical memory: A social cultural developmental theory. *Psychological Review*, *111*(2), 486–511. https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.486

Neshat-Doost, H. T., Dalgleish, T., Yule, W., Kalantari, M., Ahmadi, S. J., Dyregrov, A., & Jobson, L. (2012). Enhancing Autobiographical Memory Specificity Through Cognitive Training An Intervention for Depression Translated From Basic Science. *Clinical Psychological Science*, 2167702612454613. https://doi.org/10.1177/2167702612454613

Neuper, C., & Pfurtscheller, G. (2001). Event-related dynamics of cortical rhythms: Frequency-specific features and functional correlates. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *43*(1), 41–58.

Newcombe, N. S., Lloyd, M. E., & Ratliff, K. R. (2007). Development of episodic and autobiographical memory: A cognitive neuroscience perspective. *Advances in Child Development and Behavior*, *35*, 37–85.

Nomi, J. S., & Uddin, L. Q. (2015). Developmental changes in large-scale network connectivity in autism. *NeuroImage. Clinical*, *7*, 732–741. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.02.024

Noriuchi, M., Kikuchi, Y., Yoshiura, T., Kira, R., Shigeto, H., Hara, T., … Kamio, Y. (2010). Altered white matter fractional anisotropy and social impairment in children with autism spectrum disorder. *Brain Research*, *1362*, 141–149. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.09.051

Nunez, P. L., & Srinivasan, R. (2006). A theoretical basis for standing and traveling brain waves measured with human EEG with implications for an integrated consciousness. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *117*(11), 2424–2435. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.06.754

Oldehinkel, M., Mennes, M., Marquand, A., Charman, T., Tillmann, J., Ecker, C., … Zwiers, M. P. (2019). Altered Connectivity Between Cerebellum, Visual, and Sensory-Motor Networks in Autism Spectrum Disorder: Results from the EU-AIMS Longitudinal European Autism Project. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *4*(3), 260–270. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2018.11.010

O’Neill, D. K., Astington, J. W., & Flavell, J. H. (1992). Young children’s understanding of the role that sensory experiences play in knowledge acquisition. *Child Development*, *63*(2), 474–490.

O’Neill, D. K., & Chong, S. C. (2001). Preschool children’s difficulty understanding the types of information obtained through the five senses. *Child Development*, *72*(3), 803–815.

O’Neill, Daniela K., & Gopnik, A. (1991). Young children’s ability to identify the sources of their beliefs. *Developmental Psychology*, *27*(3), 390–397. https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.3.390

Oppenheim, D., Koren-Karie, N., Dolev, S., & Yirmiya, N. (2009). Maternal insightfulness and resolution of the diagnosis are associated with secure attachment in preschoolers with autism spectrum disorders. *Child Development*, *80*(2), 519–527. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01276.x

Oppenheim, D., Koren-Karie, N., Dolev, S., & Yirmiya, N. (2012). Maternal sensitivity mediates the link between maternal insightfulness/resolution and child-mother attachment: The case of children with Autism Spectrum Disorder. *Attachment & Human Development*, *14*(6), 567–584. https://doi.org/10.1080/14616734.2012.727256

O'Reilly, C., Lewis, J. D., & Elsabbagh, M. (2017). Is functional brain connectivity atypical in autism? A systematic review of EEG and MEG studies. *PloS One*, *12*(5), e0175870. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175870

Orekhova, E. V., Elsabbagh, M., Jones, E. J., Dawson, G., Charman, T., Johnson, M. H., & BASIS Team. (2014). EEG hyper-connectivity in high-risk infants is associated with later autism. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, *6*(1), 40. https://doi.org/10.1186/1866-1955-6-40

Orekhova, E. V., Stroganova, T. A., Nygren, G., Tsetlin, M. M., Posikera, I. N., Gillberg, C., & Elam, M. (2007). Excess of high frequency electroencephalogram oscillations in boys with autism. *Biological Psychiatry*, *62*(9), 1022–1029. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.12.029

Ornstein, P. A., & Haden, C. A. (2001). Memory Development or the Development of Memory? *Current Directions in Psychological Science*, *10*(6), 202–205.

Ornstein, P. A., Merritt, K. A., Baker-Ward, L., Furtado, E., Gordon, B. N., & Principe, G. (1998). Children's knowledge, expectation, and long-term retention. *Applied Cognitive Psychology*, *12*(4), 387–405. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199808)12:4<387::AID-ACP574>3.0.CO;2-5

Ozonoff, S., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1991). Executive function deficits in high-functioning autistic individuals: Relationship to theory of mind. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *32*(7), 1081–1105.

Ozonoff, S., Strayer, D. L., McMahon, W. M., & Filloux, F. (1994). Executive function abilities in autism and Tourette syndrome: An information processing approach. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *35*(6), 1015–1032.

Padmanabhan, A., Lynch, C. J., Schaer, M., & Menon, V. (2017). The Default Mode Network in Autism. *Biological Psychiatry. Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *2*(6), 476–486. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.04.004

Pasalar, S., Ro, T., & Beauchamp, M. S. (2010). TMS of posterior parietal cortex disrupts visual tactile multisensory integration. *The European Journal of Neuroscience*, *31*(10), 1783–1790. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07193.x

Pasupathi, M. (2001). The social construction of the personal past and its implications for adult development. *Psychological Bulletin*, *127*(5), 651–672.

Pelphrey, K. A., Viola, R. J., & McCarthy, G. (2004). When strangers pass: Processing of mutual and averted social gaze in the superior temporal sulcus. *Psychological Science*, *15*(9), 598–603. https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00726.x

Perner, J., & Ruffman, T. (1995). Episodic memory and autonoetic consciousness: Developmental evidence and a theory of childhood amnesia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *59*(3), 516–548.

Perry, W., Minassian, A., Lopez, B., Maron, L., & Lincoln, A. (2007). Sensorimotor Gating Deficits in Adults with Autism. *Biological Psychiatry*, *61*(4), 482–486. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.09.025

Peterson, C. (2002). Children's long-term memory for autobiographical events. *Developmental Review*, *22*(3), 370–402. https://doi.org/10.1016/S0273-2297(02)00007-2

Pfurtscheller, G., Stancák, A., & Neuper, C. (1996). Event-related synchronization (ERS) in the alpha band--an electrophysiological correlate of cortical idling: A review. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, *24*(1–2), 39–46.

Pillemer, D. (1992). Preschool children's memories of personal circumstances: The fire alarm study. *Emory Symposia in Cognition*. Retrieved from http://scholars.unh.edu/psych_facpub/206

Pillemer, D. B., Picariello, M. L., & Pruett, J. C. (1994). Very long-term memories of a salient preschool event. *Applied Cognitive Psychology*, *8*(2), 95–106. https://doi.org/10.1002/acp.2350080202

Piolino, P., Hisland, M., Ruffeveille, I., Matuszewski, V., Jambaqué, I., & Eustache, F. (2007). Do school-age children remember or know the personal past? *Consciousness and Cognition*, *16*(1), 84–101. https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.09.010

Piolino, Pascale, & Eustache, F. (2002). Souvenirs d'enfance, mémoire épisodique et conscience autonoétique: Les énigmes et les révélations de l'amnésie infantile. In *Trouble neurologique, conflit psychique* (Puf, pp. 73–114). Retrieved from http://bsf.spp.asso.fr/index.php?lvl=notice_display&id=97341

Piven, J., Elison, J. T., & Zylka, M. J. (2017). Toward a conceptual framework for early brain and behavior development in autism. *Molecular Psychiatry*, *22*(10), 1385–1394. https://doi.org/10.1038/mp.2017.131

Pop-Jordanova, N., Zorcec, T., Demerdzieva, A., & Gucev, Z. (2010). QEEG characteristics and spectrum weighted frequency for children diagnosed as autistic spectrum disorder. *Nonlinear Biomedical Physics*, *4*(1), 4. https://doi.org/10.1186/1753-4631-4-4

Povinelli, D. J., Landau, K. R., & Perilloux, H. K. (1996). Self-recognition in young children using delayed versus live feedback: Evidence of a developmental asynchrony. *Child Development*, *67*(4), 1540–1554.

Povinelli, Daniel J. (2001). The Self: Elevated in Consciousness and Extended in Time. In C. Moore & K. Lemmon (Eds.), *The Self in Time: Developmental Perspectives* (pp. 75–95). Lawrence Erlbaum.

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, *1*(4), 515–526. https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512

Puligheddu, M., de Munck, J. C., Stam, C. J., Verbunt, J., de Jongh, A., van Dijk, B. W., & Marrosu, F. (2005). Age Distribution of MEG Spontaneous Theta Activity in Healthy Subjects. *Brain Topography*, *17*(3), 165–175. https://doi.org/10.1007/s10548-005-4449-2

Quas, J. A., Goodman, G. S., Bidrose, S., Pipe, M. E., Craw, S., & Ablin, D. S. (1999). Emotion and memory: Children's long-term remembering, forgetting, and suggestibility. *Journal of Experimental Child Psychology*, *72*(4), 235–270. https://doi.org/10.1006/jecp.1999.2491

Raes, F., Williams, J. M. G., & Hermans, D. (2009). Reducing cognitive vulnerability to depression: A preliminary investigation of MEmory Specificity Training (MEST) in inpatients with depressive symptomatology. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *40*(1), 24–38. https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2008.03.001

Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *98*(2), 676–682. https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.676

Ramaswami, G., & Geschwind, D. H. (2018). *Genetics of autism spectrum disorder*. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63233-3.00021-X

Reese, E., & Cox, A. (1999). Quality of adult book reading affects children's emergent literacy. *Developmental Psychology*, *35*(1), 20–28.

Reese, Elaine, Haden, C. A., Baker-Ward, L., Bauer, P., Fivush, R., & Ornstein, P. A. (2011). Coherence of Personal Narratives across the Lifespan: A Multidimensional Model and Coding Method. *Journal of Cognition and Development : Official Journal of the Cognitive Development Society*, *12*(4), 424–462. https://doi.org/10.1080/15248372.2011.587854

Ricarte, J. J., Hernández-Viadel, J. V., Latorre, J. M., Ros, L., & Serrano, J. P. (2014). Effects of Specific Positive Events Training on Autobiographical Memories in People with Schizophrenia. *Cognitive Therapy and Research*, *38*(4), 407–415. https://doi.org/10.1007/s10608-014-9610-3

Rihs, T. A., Michel, C. M., & Thut, G. (2007). Mechanisms of selective inhibition in visual spatial attention are indexed by α-band EEG synchronization. *European Journal of Neuroscience*, *25*(2), 603–610. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2007.05278.x

Robertson, A. E., & Simmons, D. R. (2013). The relationship between sensory sensitivity and autistic traits in the general population. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(4), 775–784. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1608-7

Robertson, C. E., Ratai, E.-M., & Kanwisher, N. (2016). Reduced GABAergic Action in the Autistic Brain. *Current Biology: CB*, *26*(1), 80–85. https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.11.019

Robertson, E. K., & Köhler, S. (2007). Insights from child development on the relationship between episodic and semantic memory. *Neuropsychologia*, *45*(14), 3178–3189. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.021

Robinson, S., Goddard, L., Dritschel, B., Wisley, M., & Howlin, P. (2009). Executive functions in children with autism spectrum disorders. *Brain and Cognition*, *71*(3), 362–368. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.06.007

Robinson, S., Howlin, P., & Russell, A. (2016). Personality traits, autobiographical memory and knowledge of self and others: A comparative study in young people with autism spectrum disorder. *Autism*, 1362361316645429. https://doi.org/10.1177/1362361316645429

Rogers, T. B., Kuiper, N. A., & Kirker, W. S. (1977). Self-reference and the encoding of personal information. *Journal of Personality and Social Psychology*, *35*(9), 677–688.

Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2004). Sequential memory: A developmental perspective on its relation to frontal lobe functioning. *Neuropsychology Review*, *14*(1), 43–64.

Rubenstein, J. L. R., & Merzenich, M. M. (2003). Model of autism: Increased ratio of excitation/inhibition in key neural systems. *Genes, Brain, and Behavior*, *2*(5), 255–267. https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.6b01413

Ruby, P., & Decety, J. (2004). How would you feel versus how do you think she would feel? A neuroimaging study of perspective-taking with social emotions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(6), 988–999. https://doi.org/10.1162/0898929041502661

Ruffman, T., Rustin, C., Garnham, W., & Parkin, A. J. (2001). Source monitoring and false memories in children: Relation to certainty and executive functioning. *Journal of Experimental Child Psychology*, *80*(2), 95–111. https://doi.org/10.1006/jecp.2001.2632

Russell, J., & Jarrold, C. (1999). Memory for actions in children with autism: Self versus other. *Cognitive Neuropsychiatry*, *4*(4), 303–331. https://doi.org/10.1080/135468099395855

Russo, N., Flanagan, T., Iarocci, G., Berringer, D., Zelazo, P. D., & Burack, J. A. (2007). Deconstructing executive deficits among persons with autism: Implications for cognitive neuroscience. *Brain and Cognition*, *65*(1), 77–86. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.04.007

Rynkiewicz, A., Schuller, B., Marchi, E., Piana, S., Camurri, A., Lassalle, A., & Baron-Cohen, S. (2016). An investigation of the 'female camouflage effect' in autism using a computerized ADOS-2 and a test of sex/gender differences. *Molecular Autism*, *7*(1), 10. https://doi.org/10.1186/s13229-016-0073-0

Samson, F., Mottron, L., Soulières, I., & Zeffiro, T. A. (2012). Enhanced visual functioning in autism: An ALE meta-analysis. *Human Brain Mapping*, *33*(7), 1553–1581. https://doi.org/10.1002/hbm.21307

Sauseng, P., Klimesch, W., Gerloff, C., & Hummel, F. C. (2009). Spontaneous locally restricted EEG alpha activity determines cortical excitability in the motor cortex. *Neuropsychologia*, *47*(1), 284–288. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.07.021

Saxe, R., & Wexler, A. (2005). Making sense of another mind: The role of the right temporo-parietal junction. *Neuropsychologia*, *43*(10), 1391–1399. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.02.013

Scheibner, H. J., Bogler, C., Gleich, T., Haynes, J.-D., & Bermpohl, F. (2017). Internal and external attention and the default mode network. *NeuroImage*, *148*, 381–389. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.01.044

Schneider, L., Price, H. L., Roberts, K. P., & Hedrick, A. M. (2011). Children's episodic and generic reports of alleged abuse. *Applied Cognitive Psychology*, *25*(6), 862–870. https://doi.org/10.1002/acp.1759

Schneider, S., Brümmer, V., Carnahan, H., Dubrowski, A., Askew, C. D., & Strüder, H. K. (2008). What happens to the brain in weightlessness? A first approach by EEG tomography. *NeuroImage*, *42*(4), 1316–1323. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.06.010

Schomer, D. L. (2007). The Normal EEG in an Adult. In A. S. Blum & S. B. Rutkove (Eds.), *The Clinical Neurophysiology Primer* (pp. 57–71). https://doi.org/10.1007/978-1-59745-271-7_5

Schroer, R. J., Phelan, M. C., Michaelis, R. C., Crawford, E. C., Skinner, S. A., Cuccaro, M., … Stevenson, R. E. (1998). Autism and maternally derived aberrations of chromosome 15q. *American Journal of Medical Genetics*, *76*(4), 327–336. https://doi.org/10.1002/(sici)1096-8628(19980401)76:4<327::aid-ajmg8>3.0.co;2-m

Seeley, W. W., Menon, V., Schatzberg, A. F., Keller, J., Glover, G. H., Kenna, H., … Greicius, M. D. (2007). Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *27*(9), 2349–2356. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5587-06.2007

Segalowitz, S. J., Santesso, D. L., & Jetha, M. K. (2010). Electrophysiological changes during adolescence: A review. *Brain and Cognition*, *72*(1), 86–100. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.10.003

Shailesh, H., Gupta, I., Sif, S., & Ouhtit, A. (2016). Towards understanding the genetics of Autism. *Frontiers in Bioscience (Elite Edition)*, *8*, 412–426.

Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *298*(1089), 199–209.

Sheikhani, A., Behnam, H., Mohammadi, M. R., Noroozian, M., & Mohammadi, M. (2012). Detection of abnormalities for diagnosing of children with autism disorders using of quantitative electroencephalography analysis. *Journal of Medical Systems*, *36*(2), 957–963. https://doi.org/10.1007/s10916-010-9560-6

Sheikhani, A., Behnam, H., Noroozian, M., Mohammadi, M. R., & Mohammadi, M. (2009). Abnormalities of quantitative electroencephalography in children with Asperger disorder in various conditions. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *3*(2), 538–546. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2008.11.002

Shephard, E., Tye, C., Ashwood, K. L., Azadi, B., Asherson, P., Bolton, P. F., & McLoughlin, G. (2018). Resting-State Neurophysiological Activity Patterns in Young People with ASD, ADHD, and

ASD + ADHD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *48*(1), 110–122. https://doi.org/10.1007/s10803-017-3300-4

Shing, Y. L., & Lindenberger, U. (2011). The Development of Episodic Memory: Lifespan Lessons. *Child Development Perspectives*, *5*(2), 148–155. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00170.x

Shou, G., Mosconi, M. W., Wang, J., Ethridge, L. E., Sweeney, J. A., & Ding, L. (2017). Electrophysiological signatures of atypical intrinsic brain connectivity networks in autism. *Journal of Neural Engineering*, *14*(4), 046010. https://doi.org/10.1088/1741-2552/aa6b6b

Shulman, G. L., Fiez, J. A., Corbetta, M., Buckner, R. L., Miezin, F. M., Raichle, M. E., & Petersen, S. E. (1997). Common Blood Flow Changes across Visual Tasks: II. Decreases in Cerebral Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *9*(5), 648–663. https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.5.648

Silani, G., Bird, G., Brindley, R., Singer, T., Frith, C., & Frith, U. (2008). Levels of emotional awareness and autism: An fMRI study. *Social Neuroscience*, *3*(2), 97–112. https://doi.org/10.1080/17470910701577020

Singer, G. H. S. (2006). Meta-analysis of comparative studies of depression in mothers of children with and without developmental disabilities. *American Journal of Mental Retardation: AJMR*, *111*(3), 155–169. https://doi.org/10.1352/0895-8017(2006)111[155:MOCSOD]2.0.CO;2

Singer, W., & Gray, C. M. (1995). Visual feature integration and the temporal correlation hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, *18*, 555–586. https://doi.org/10.1146/annurev.ne.18.030195.003011

Skinner, J. E., Molnar, M., & Kowalik, Z. J. (2000). The role of the thalamic reticular neurons in alpha- and gamma-oscillations in neocortex: A mechanism for selective perception and stimulus binding. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, *60*(1), 123–142.

Skuse, D., Morris, J., & Lawrence, K. (2003). The amygdala and development of the social brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1008*, 91–101. https://doi.org/10.1196/annals.1301.010

Slaughter, V., Peterson, C. C., & Mackintosh, E. (2007). Mind what mother says: Narrative input and theory of mind in typical children and those on the autism spectrum. *Child Development*, *78*(3), 839–858. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01036.x

Sluzenski, J., Newcombe, N. S., & Kovacs, S. L. (2006). Binding, relational memory, and recall of naturalistic events: A developmental perspective. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *32*(1), 89–100. https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.1.89

Solomon, M., Ozonoff, S. J., Ursu, S., Ravizza, S., Cummings, N., Ly, S., & Carter, C. S. (2009). The neural substrates of cognitive control deficits in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, *47*(12), 2515–2526. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.04.019

Solomon, O. (2004). Narrative introductions: Discourse competence of children with autistic spectrum disorders. *Discourse Studies*, *6*(2), 253–276. https://doi.org/10.1177/1461445604041770

Sowell, E. R., Peterson, B. S., Thompson, P. M., Welcome, S. E., Henkenius, A. L., & Toga, A. W. (2003). Mapping cortical change across the human life span. *Nature Neuroscience*, *6*(3), 309–315. https://doi.org/10.1038/nn1008

Spiker, D., & Ricks, M. (1984). Visual self-recognition in autistic children: Developmental relationships. *Child Development*, *55*(1), 214–225.

Spreng, R. N., Mar, R. A., & Kim, A. S. N. (2009). The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of mind, and the default mode: A quantitative

meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*(3), 489–510. https://doi.org/10.1162/jocn.2008.21029

Sridharan, D., Levitin, D. J., & Menon, V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(34), 12569–12574. https://doi.org/10.1073/pnas.0800005105

Stordeur, C., Boele, A., Peyre, H., Delorme, R., & Acquaviva, E. (2019). Psychometric properties of the French Version of the Social Responsiveness Scale in autism spectrum disorder with or without attention deficit hyperactivity disorder. *L'Encephale*, *45*(4), 285–289. https://doi.org/10.1016/j.encep.2018.08.004

Stroganova, T. A., Nygren, G., Tsetlin, M. M., Posikera, I. N., Gillberg, C., Elam, M., & Orekhova, E. V. (2007). Abnormal EEG lateralization in boys with autism. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *118*(8), 1842–1854. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.05.005

Suddendorf, T., & Corballis, M. C. (1997). Mental time travel and the evolution of the human mind. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, *123*(2), 133–167.

Sutton, S. K., Burnette, C. P., Mundy, P. C., Meyer, J., Vaughan, A., Sanders, C., & Yale, M. (2005). Resting cortical brain activity and social behavior in higher functioning children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *46*(2), 211–222. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00341.x

Symons, C. S., & Johnson, B. T. (1997). The self-reference effect in memory: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *121*(3), 371–394.

Takarae, Y., Minshew, N. J., Luna, B., & Sweeney, J. A. (2007). Atypical involvement of frontostriatal systems during sensorimotor control in autism. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *156*(2), 117–127. https://doi.org/10.1016/j.pscychresns.2007.03.008

Talati, A., & Hirsch, J. (2005). Functional specialization within the medial frontal gyrus for perceptual go/no-go decisions based on "what," "when," and "where" related information: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(7), 981–993. https://doi.org/10.1162/0898929054475226

Tallon-Baudry, C. (2003). Oscillatory synchrony and human visual cognition. *Journal of Physiology, Paris*, *97*(2–3), 355–363. https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2003.09.009

Tan, B., Kong, X., Yang, P., Jin, Z., & Li, L. (2013). The Difference of Brain Functional Connectivity between Eyes-Closed and Eyes-Open Using Graph Theoretical Analysis. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, *2013*. https://doi.org/10.1155/2013/976365

Tardif, C., Lainé, F., Rodriguez, M., & Gepner, B. (2007). Slowing down presentation of facial movements and vocal sounds enhances facial expression recognition and induces facial-vocal imitation in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(8), 1469–1484. https://doi.org/10.1007/s10803-006-0223-x

Terrett, G., Rendell, P. G., Raponi-Saunders, S., Henry, J. D., Bailey, P. E., & Altgassen, M. (2013). Episodic future thinking in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(11), 2558–2568. https://doi.org/10.1007/s10803-013-1806-y

Testa-Silva, G., Loebel, A., Giugliano, M., de Kock, C. P. J., Mansvelder, H. D., & Meredith, R. M. (2012). Hyperconnectivity and slow synapses during early development of medial prefrontal cortex in a mouse model for mental retardation and autism. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, *22*(6), 1333–1342. https://doi.org/10.1093/cercor/bhr224

Thakkar, K. N., Polli, F. E., Joseph, R. M., Tuch, D. S., Hadjikhani, N., Barton, J. J. S., & Manoach, D. S. (2008). Response monitoring, repetitive behaviour and anterior cingulate abnormalities in autism spectrum disorders (ASD). *Brain: A Journal of Neurology*, *131*(Pt 9), 2464–2478. https://doi.org/10.1093/brain/awn099

Tierney, A. L., Gabard-Durnam, L., Vogel-Farley, V., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2012). Developmental trajectories of resting EEG power: An endophenotype of autism spectrum disorder. *PloS One*, *7*(6), e39127. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039127

Travers, B. G., Kana, R. K., Klinger, L. G., Klein, C. L., & Klinger, M. R. (2015). Motor learning in individuals with autism spectrum disorder: Activation in superior parietal lobule related to learning and repetitive behaviors. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *8*(1), 38–51. https://doi.org/10.1002/aur.1403

Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, *26*(1), 1–12. http://dx.doi.org/10.1037/h0080017

Tulving, Endel. (2005). Episodic Memory and Autonoesis: Uniquely Human? In H. S. Terrace & J. Metcalfe (Eds.), *The Missing Link in Cognition: Origins of Self-Reflective Consciousness* (pp. 3–56). Oxford University Press.

Tzourio-Mazoyer, N., Landeau, B., Papathanassiou, D., Crivello, F., Etard, O., Delcroix, N., … Joliot, M. (2002). Automated Anatomical Labeling of Activations in SPM Using a Macroscopic Anatomical Parcellation of the MNI MRI Single-Subject Brain. *NeuroImage*, *15*(1), 273–289. https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0978

Uddin, L. Q. (2011). The self in autism: An emerging view from neuroimaging. *Neurocase*, *17*(3), 201–208. https://doi.org/10.1080/13554794.2010.509320

Uddin, L. Q., Supekar, K., Lynch, C. J., Khouzam, A., Phillips, J., Feinstein, C., … Menon, V. (2013). Salience network-based classification and prediction of symptom severity in children with autism. *JAMA Psychiatry*, *70*(8), 869–879. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2013.104

Uddin, L. Q., Supekar, K., & Menon, V. (2013). Reconceptualizing functional brain connectivity in autism from a developmental perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 458. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00458

Valentino, K., Nuttall, A. K., Comas, M., McDonnell, C. G., Piper, B., Thomas, T. E., & Fanuele, S. (2014). Mother-child reminiscing and autobiographical memory specificity among preschool-age children. *Developmental Psychology*, *50*(4), 1197–1207. https://doi.org/10.1037/a0034912

Valk, S. L., Di Martino, A., Milham, M. P., & Bernhardt, B. C. (2015). Multicenter mapping of structural network alterations in autism. *Human Brain Mapping*, *36*(6), 2364–2373. https://doi.org/10.1002/hbm.22776

Van Abbema, D. L., & Bauer, P. J. (2005). Autobiographical memory in middle childhood: Recollections of the recent and distant past. *Memory (Hove, England)*, *13*(8), 829–845. https://doi.org/10.1080/09658210444000430

Vannucci, M., Pelagatti, C., Chiorri, C., & Mazzoni, G. (2016). Visual object imagery and autobiographical memory: Object Imagers are better at remembering their personal past. *Memory (Hove, England)*, *24*(4), 455–470. https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1018277

VanRullen, R., & Koch, C. (2003). Is perception discrete or continuous? *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(5), 207–213.

Vattikuti, S., & Chow, C. C. (2010). A computational model for cerebral cortical dysfunction in autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry*, *67*(7), 672–678. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.09.008

Vermeulen, P. (2015). Context Blindness in Autism Spectrum Disorder: Not Using the Forest to See the Trees as Trees. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *30*(3), 182–192. https://doi.org/10.1177/1088357614528799

Vetere, A., & Dowling, E. (Eds.). (2005). *Narrative Therapies with Children and their Families: A Practitioner's Guide to Concepts and Approaches* (New Ed edition). London ; New York: Routledge.

Vingerhoets, G. (2014). Contribution of the posterior parietal cortex in reaching, grasping, and using objects and tools. *Frontiers in Psychology*, *5*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00151

Vissers, M. E., X Cohen, M., & Geurts, H. M. (2012). Brain connectivity and high functioning autism: A promising path of research that needs refined models, methodological convergence, and stronger behavioral links. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*(1), 604–625. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.09.003

von dem Hagen, E. A. H., Stoyanova, R. S., Baron-Cohen, S., & Calder, A. J. (2013). Reduced functional connectivity within and between 'social' resting state networks in autism spectrum conditions. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *8*(6), 694–701. https://doi.org/10.1093/scan/nss053

Waiter, G. D., Williams, J. H. G., Murray, A. D., Gilchrist, A., Perrett, D. I., & Whiten, A. (2005). Structural white matter deficits in high-functioning individuals with autistic spectrum disorder: A voxel-based investigation. *NeuroImage*, *24*(2), 455–461. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.08.049

Wan, C. Y., Marchina, S., Norton, A., & Schlaug, G. (2012). Atypical hemispheric asymmetry in the arcuate fasciculus of completely nonverbal children with autism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1252*, 332–337. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06446.x

Wang, J., Barstein, J., Ethridge, L. E., Mosconi, M. W., Takarae, Y., & Sweeney, J. A. (2013). Resting state EEG abnormalities in autism spectrum disorders. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, *5*(1), 24. https://doi.org/10.1186/1866-1955-5-24

Wang, Q., Hutt, R., Kulkofsky, S., McDermott, M., & Wei, R. (2006). Emotion Situation Knowledge and Autobiographical Memory in Chinese, Immigrant Chinese, and European American 3-Year-Olds. *Journal of Cognition and Development*, *7*(1), 95–118. https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0701_5

Wantzen, P., Anger, M., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2017). La mémoire autobiographique dans l'autisme: De l'enfant à l'âge adulte, Autobiographical memory in autism: from childhood to adulthood. *Revue de neuropsychologie*, *me 8*(4), 269–276.

Wantzen, P., Anger, M., Guénolé, F., Desgranges, B., Eustache, F., & Guillery-Girard, B. (2018). La mémoire autobiographique chez les enfants avec trouble du spectre de l'autisme: Développement et pistes de prise en charge. In *Neuropsychologie et remédiations des troubles du spectre de l'autisme: Enfants d'âge scolaire, adolescents et adultes* (pp. 235–272). Louvain-la-Neuve: De Boeck Superieur.

Washington, S. D., Gordon, E. M., Brar, J., Warburton, S., Sawyer, A. T., Wolfe, A., … VanMeter, J. W. (2014). Dysmaturation of the default mode network in autism. *Human Brain Mapping*, *35*(4), 1284–1296. https://doi.org/10.1002/hbm.22252

Waye, M. M. Y., & Cheng, H. Y. (2018). Genetics and epigenetics of autism: A Review. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *72*(4), 228–244. https://doi.org/10.1111/pcn.12606

Weinstein, M., Ben-Sira, L., Levy, Y., Zachor, D. A., Ben Itzhak, E., Artzi, M., … Ben Bashat, D. (2011). Abnormal white matter integrity in young children with autism. *Human Brain Mapping*, *32*(4), 534–543. https://doi.org/10.1002/hbm.21042

Welch-Ross, M. K. (1997). Mother-child participation in conversation about the past: Relationships to preschoolers' theory of mind. *Developmental Psychology*, *33*(4), 618–629.

Weng, S.-J., Wiggins, J. L., Peltier, S. J., Carrasco, M., Risi, S., Lord, C., & Monk, C. S. (2010). Alterations of resting state functional connectivity in the default network in adolescents with autism spectrum disorders. *Brain Research*, *1313*, 202–214. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.11.057

Whitford, T. J., Rennie, C. J., Grieve, S. M., Clark, C. R., Gordon, E., & Williams, L. M. (2007). Brain maturation in adolescence: Concurrent changes in neuroanatomy and neurophysiology. *Human Brain Mapping*, *28*(3), 228–237. https://doi.org/10.1002/hbm.20273

Williams, D. (1995). *Somebody Somewhere: Breaking Free from the World of Autism*. Doubleday Canada.

Williams, D. M., & Happé, F. (2009). What did I say? Versus what did I think? Attributing false beliefs to self amongst children with and without autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(6), 865–873. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0695-6

Williams, J. H. G., Whiten, A., & Singh, T. (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(3), 285–299.

Williams, J. M., Healy, H. G., & Ellis, N. C. (1999). The effect of imageability and predicability of cues in autobiographical memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, *52*(3), 555–579. https://doi.org/10.1080/713755828

Woods, B., Spector, A., Jones, C., Orrell, M., & Davies, S. (2005). Reminiscence therapy for dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD001120. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001120.pub2

Yeo, B. T. T., Krienen, F. M., Sepulcre, J., Sabuncu, M. R., Lashkari, D., Hollinshead, M., … Buckner, R. L. (2011). The organization of the human cerebral cortex estimated by intrinsic functional connectivity. *Journal of Neurophysiology*, *106*(3), 1125–1165. https://doi.org/10.1152/jn.00338.2011

Zeng, K., Kang, J., Ouyang, G., Li, J., Han, J., Wang, Y., … Li, X. (2017). Disrupted Brain Network in Children with Autism Spectrum Disorder. *Scientific Reports*, *7*(1), 16253. https://doi.org/10.1038/s41598-017-16440-z

Zikopoulos, B., & Barbas, H. (2013). Altered neural connectivity in excitatory and inhibitory cortical circuits in autism. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 609. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00609

Annexes

Table des annexes

Annexe 1. Chapitre de Manuel

Wantzen et al., 2018, La Mémoire autobiographique chez les enfants avec trouble du spectre de l'autisme : développement et pistes de prise en charge

Annexe 2. Article publié en premier auteur

Wantzen, Anger, Eustache, & Guillery-Girard, 2017, La mémoire autobiographique dans l'autisme : de l'enfant à l'âge adulte

Annexe 3. Actes de séminaire

Wantzen, 2017, La perception visuelle dans l'autisme. Actes du séminaire transversal : la lumière.

Annexe 4. Questionnaire de la composante sémantique

1. Annexe 1. Chapitre de Manuel

Wantzen et al., 2018, La Mémoire autobiographique chez les enfants avec trouble du spectre de l'autisme : développement et pistes de prise en charge

Chapitre 8

La Mémoire autobiographique chez les enfants avec trouble du spectre de l'autisme : développement et pistes de prise en charge

Wantzen Prany[1], Anger Marine[1, 2] Guénolé Fabian[1, 2], Desgranges Béatrice[1], Eustache Francis[1] Guillery-Girard Bérengère[1].

La mémoire autobiographique (MAB) fait référence aux événements personnellement vécus d'un individu (mémoire épisodique) et aux connaissances générales qui lui sont propres (mémoire sémantique), accumulés depuis son plus jeune âge et renvoyant à son identité personnelle (Tulving, 1985) (tableau 1). La MAB permet ainsi la construction et le maintien du sentiment d'identité et de continuité dans le temps. Chez les enfants avec trouble du spectre de l'autisme (TSA), ces deux composantes, épisodique et sémantique, présentent un fonctionnement atypique avec notamment un manque de richesse contextuelle et d'accès aux informations pouvant entraîner une modification du sentiment d'identité. Les principales théories cognitives évoquées dans l'autisme permettent de rendre compte en partie de ces troubles, mais il est nécessaire d'aller au-delà, du fait de la complexité de la MAB. En effet, elle repose sur de nombreux mécanismes et représentations cognitives qui évoluent avec le développement et dont les dysfonctionnements sont associés à des patterns autobiographiques différents.

Aussi, ce chapitre sera organisé en quatre parties. Tout d'abord, nous définirons le concept de MAB puis, dans une seconde partie, nous nous intéresserons à son développement chez l'enfant typique. Une troisième partie sera consacrée au fonctionnement de la MAB chez l'enfant et l'adolescent avec TSA pour ouvrir enfin sur la proposition de pistes d'interventions formulées à partir des prises en charge déjà existantes dans d'autres populations.

[1] . Normandie Univ, UNICAEN, PSL Research University, EPHE, INSERM, U1077, CHU de Caen, Neuropsychologie et Imagerie de la Mémoire humaine, 14000 Caen, France.
[2] . Service de Psychiatrie de l'Enfant et de l'Adolescent, CHU de Caen, 14000 Caen, France.

1. La mémoire autobiographique

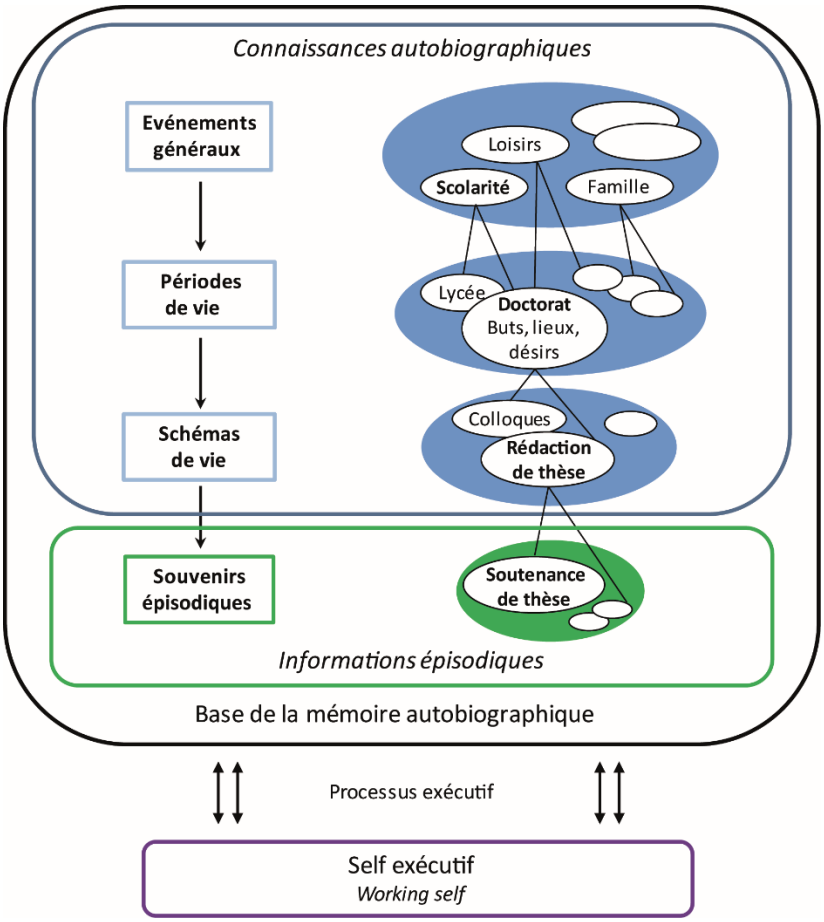
1.1. Composante épisodique ou expériences personnelles

La composante épisodique de la MAB se définit par la capacité à se souvenir des expériences personnellement vécues, mais également par la capacité à imaginer un événement futur qui pourrait survenir. La MAB épisodique (MAB-E) comprend l'ensemble des souvenirs des événements personnels situés dans un contexte donné, c'est-à-dire spatial et temporel, mais aussi émotionnel, sensoriel et riche de détails phénoménologiques. Elle renvoie à la conscience autonoétique qui sous-tend notre capacité à prendre conscience de nous-mêmes à travers le passé, le présent et le futur afin de maintenir une continuité de soi (Tulving, 1985). Ce voyage mental dans le temps permet de pouvoir ré- ou pré-expérimenter un événement, associé à un sentiment de reviviscence (Atance & O'Neill, 2005). Ces capacités de projection à travers le temps se traduisent particulièrement par une (re)visualisation de l'événement à la première personne, comme étant soi-même un acteur de l'événement, rejouant ou jouant une scène passée ou future. Ce point de vue facilite la récupération en renforçant l'adéquation entre les situations d'encodage et de récupération. La projection vers le futur est également appelée pensée épisodique future et s'appuierait, pour une partie, sur les souvenirs épisodiques orientés vers le passé (Suddendorf & Corballis, 1997). Cette hypothèse est confirmée par des études en neuropsychologie (Spreng, Mar & Kim, 2009) et en psychologie expérimentale (Busby & Suddendorf, 2005).

La MAB fait l'objet de différents modèles et, parmi eux, celui proposé par Martin Conway (Conway, 2005). Dans ce modèle de système de mémoire du *self*, la composante épisodique se situe au sommet de la hiérarchie, comme dans les propositions de Tulving. Selon Conway, un souvenir implique un processus de reconstruction dynamique à partir de trois types de connaissances, formant le *self* conceptuel, organisées hiérarchiquement du plus général au plus spécifique (Figure 1). Ainsi, le *self* conceptuel comprend : les schémas de vie mesurés en années (ex. : la scolarité), les périodes de vie, mesurées en jours, semaines ou mois (ex. : doctorat) et les événements généraux (ex. : la rédaction de la thèse). Enfin, le plus haut niveau correspond à la MAB-E comme décrit plus haut (ex. : le jour de la soutenance de thèse). La récupération d'un souvenir spécifique nécessite non seulement l'accès à l'épisodicité de cet événement mais aussi l'accès aux connaissances autobiographiques sémantiques (ou *self* conceptuel) liées à ce même événement et sous l'influence des processus exécutifs de la mémoire de travail, du *self* exécutif ainsi que de l'attention. Le *self* exécutif permet d'organiser les souvenirs d'expériences personnellement vécues et renvoie plus particulièrement à l'ensemble des désirs, buts actuels et croyances du sujet (le *working self*). La récupération d'un souvenir peut se décomposer en

trois étapes : « trouver un indice », « rechercher » et « confirmer » le souvenir. Les indices peuvent être fournis par le *self* conceptuel (schémas de vie, périodes de vie et événements généraux) ou encore par des détails perceptivo-sensoriels. Dès l'encodage, le sujet interprète l'événement vécu selon ses croyances, buts et désirs du moment et l'information est intégrée dans des structures sémantiques préexistantes. La reviviscence du souvenir émerge de la cohérence du *self* actuel avec le *self* passé, permettant de revivre les détails perceptivo-sensoriels. Ainsi, le souvenir est encodé, reconstruit puis interprété à chaque fois en fonction du *self* actuel du sujet, ces mécanismes contribuant parfois à la formation de « faux souvenirs ».

Figure 1. Self Memory System



Source : d'après Conway, 2005

1.2. Composante sémantique ou connaissances personnelles

Pour aller plus loin dans le modèle de Conway, il convient de préciser que les schémas de vie rassemblent les connaissances générales sur soi comme notre environnement socioculturel, les relations avec nos proches, nos caractéristiques physiques, ou encore nos traits de personnalité (tableau 1). Les événements généraux concernent des événements répétés, étendus ou encore des événements liés par un même thème. L'ensemble de ces connaissances sémantiques reflète nos valeurs et buts personnels et joue un rôle clé dans notre vie quotidienne et dans notre engagement dans le futur.

Les connaissances personnelles permettraient de guider l'interprétation d'un événement qui serait ensuite réencodé et réinterprété à mesure des récupérations et modulé en fonction des nouvelles connaissances sémantiques apprises (Baker-Ward, Ornstein & Principe, 1997) afin de redonner de la cohérence à l'événement (Ornstein *et al.*, 1998). C'est pourquoi les connaissances sémantiques peuvent avoir des effets négatifs en modifiant le souvenir à force de le reconstruire, engendrant des distorsions, des intrusions, des inférences non pertinentes (Ornstein & Haden, 2001). Néanmoins, les connaissances sémantiques jouent un rôle essentiel dans l'accès aux souvenirs épisodiques.

Tableau 1. Caractéristiques de la MAB en fonction de la nature de l'information

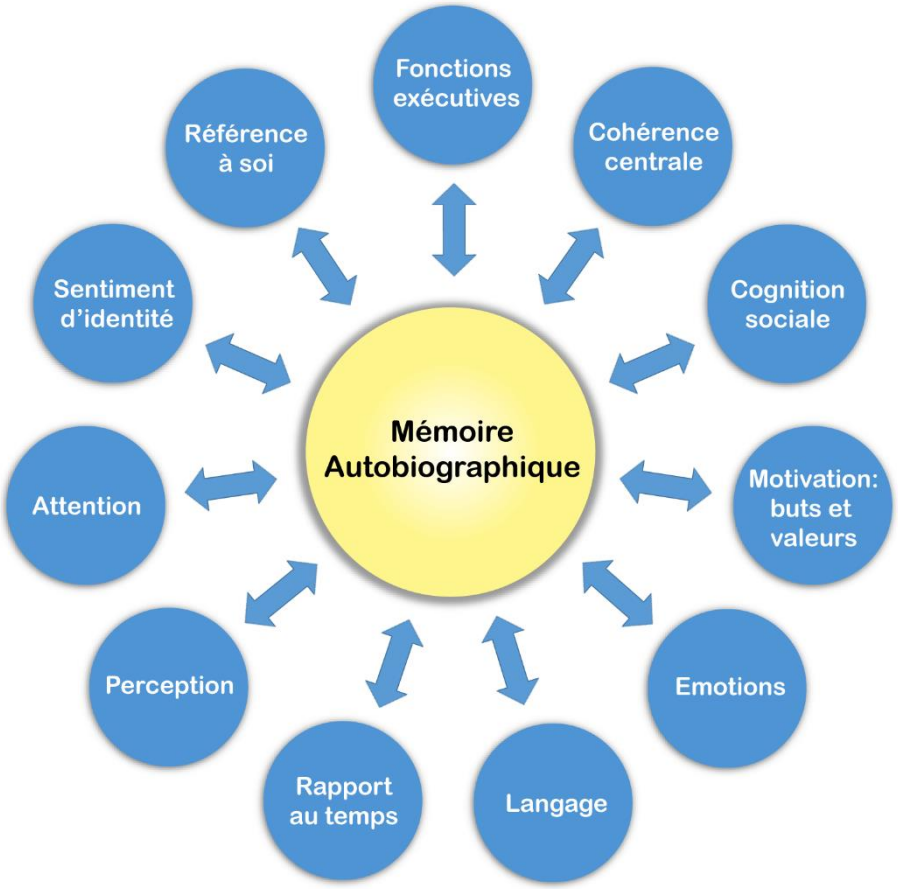
Mémoire autobiographique	**Composante épisodique**	**Composante sémantique**
Définition	Expériences personnelles uniques Contexte spatio-temporel Détails phénoménologiques (sensoriels, émotionnels…) Projection dans le passé et le futur	Connaissances personnelles Événements généraux (répétés ou étendus) indépendants d'un contexte spatio-temporel
Formation et maintien	Émotion, importance personnelle, imagerie mentale Réactualisation	Mécanisme de sémantisation
État de conscience	Autonoétique	Noétique
Point de vue	Acteur	Spectateur
Expérience subjective	Se souvenir, « je me souviens »	Savoir, « je sais »

Effet de la durée de rétention	Oubli au cours du temps (excepté certains souvenirs marquants)	Faible, voire inexistant
Rétention	Fragile	Résistante

1.3. Autres composantes cognitives mises en jeu

La MAB, de par sa complexité, est au centre d'interactions avec un grand nombre de fonctions, décrites ci-après (Figure 2).

Figure 2. La MAB est au centre d'interactions d'un grand nombre de fonctions cognitives et de caractéristiques en lien avec la situation. Les fonctions exécutives, les capacités de cohérence centrale, la cognition sociale, les émotions, le langage, le rapport au temps, la perception, l'attention, le sentiment d'identité et la référence à soi sont en relation bidirectionnelle avec la MAB



Source : tirée de Wantzen, Anger, Eustache & Guillery-Girard, 2017

1.3.1. Fonctions exécutives et attention

La mémoire de travail et les fonctions exécutives sont indispensables pour le rappel épisodique (Conway, 2005) et notamment les capacités de planification, de flexibilité, de prise de décision et du contrôle du *self* (Marcaggi, Bon, Eustache & Guillery-Girard, 2010 ; Miyake *et al.*, 2000). En effet, il est nécessaire d'être doté d'une certaine flexibilité afin de passer d'un souvenir à l'autre, d'être capable de planifier des événements futurs en se fondant sur notre expérience passée, ou encore d'inhiber des pensées non pertinentes. Les fonctions exécutives interviennent également dans la mémoire de la source (de Chastelaine, Friedman & Cycowicz, 2007 ; Ruffman, Rustin, Garnham & Parkin, 2001), dans le rappel contextuel (Cycowicz, Friedman, Snodgrass & Duff, 2001), notamment temporel (Romine & Reynolds, 2004), ainsi que dans la résistance à la suggestibilité (Melinder, Endestad & Magnussen, 2006). L'attention est également cruciale pour un bon fonctionnement de la MAB. Le souvenir sera d'autant mieux encodé si l'attention est portée sur l'événement lui-même, sur les détails le constituant et en adéquation avec les buts et valeurs actuelles du sujet.

Au-delà, les fonctions exécutives permettent également aux individus d'organiser leurs expériences, selon des connaissances, dans des domaines similaires, afin de faciliter le stockage et la récupération des informations. Ainsi, lors d'une nouvelle situation, l'individu recherche s'il a déjà vécu une situation équivalente et ajuste son comportement en conséquence. Le comportement est ainsi sans cesse influencé par les expériences préalables (Cashin, 2008).

1.3.2. Langage

Le langage et les capacités narratives, aussi bien verbalisées qu'intérieures, tiennent un rôle important dans la MAB (Fivush, Haden & Adam, 1995 ; Reese & Cox, 1999), tant lors de l'encodage d'un événement qu'au moment de sa récupération (McGuigan & Salmon, 2004 ; Robertson & Köhler, 2007). La récupération d'un souvenir passe par la conversion d'une information non verbale en une information linguistiquement constituée. Le langage permet de prendre du recul sur un événement et renforce la trace mnésique, à force de répétitions. Par exemple, le discours entretenu avec les parents pendant et à la suite d'un événement (McGuigan & Salmon, 2004) permet de renforcer cette trace mnésique et contribue au bon développement de la MAB (Fivush, Haden & Reese, 2006). De fait, la qualité des souvenirs de la mère (cohérence émotionnelle et qualité de soutien du dialogue) est associée à la spécificité de la MAB des enfants (Valentino *et al.*, 2014). Cet échange permet également aux enfants de développer des capacités de théorie de l'esprit et d'améliorer leur aptitude à se projeter vers le futur (Suddendorf

& Corballis, 1997). En effet, l'évocation des souvenirs de la mère est prédictive des compétences de MAB de son enfant : si la mère rapporte souvent et de façon détaillée et construite ses expériences passées, son enfant développera une MAB plus élaborée (Fivush *et al.*, 2006).

1.3.3. Cognition sociale

La cognition sociale se réfère à l'ensemble des processus neurocognitifs permettant d'interagir avec les autres d'une façon socialement adaptée (Bertoux, 2016). Elle renvoie à différentes compétences et en particulier à la théorie de l'esprit qui se définit par la capacité que nous avons à comprendre notre propre état mental et celui d'autrui. Cette capacité joue un rôle important dans le développement de la MAB impliquant de prendre conscience des expériences subjectives passées et de se projeter dans le futur (Perner & Ruffman, 1995 ; Welch-Ross, 1997). En effet, le fait de raconter un souvenir, que ce soit à une autre personne ou à soi-même, est en soi un acte social. Aussi, la MAB se construit dans les interactions sociales, dans le rapport à l'autre, et va orienter le contenu du souvenir selon le contexte. Le contexte social formate ainsi le contenu de la mémoire. Inversement, la MAB facilite les engagements sociaux à travers le partage de souvenirs et se trouve améliorée par la construction narrative commune et l'échange de souvenirs avec les autres (Nelson & Fivush, 2004). L'implication de la cognition sociale dans le fonctionnement de la MAB est également illustrée par le fait que cette mémoire est positivement corrélée à la résolution de problèmes sociaux (Goddard, Dritschel & Burton, 1997). Ces interactions entre mémoire individuelle et mémoire collective avaient été anticipées par le sociologue Maurice Halbwachs, dès le début du xx^{e} siècle et bien avant le « tournant social » des neurosciences. Pour cet auteur, la MAB est totalement dépendante de son cadre social (Halbwachs, 1925 ; voir aussi Eustache, Guillery-Girard & Dayan, 2017 ; Legrand, Gagnepain, Peschanski & Eustache, 2015).

1.3.4. Perception et sens

Les modalités sensorielles et perceptives (toucher, odeurs, bruits, mouvements…) font partie intégrante du souvenir et permettent de revivre ou d'imaginer un évènement comme si nous y étions réellement (Hopkin, 2004). Elles fournissent autant d'indices de récupération comme l'odeur d'un gâteau de notre grand-mère ou une musique particulière. La modalité visuelle est particulièrement importante. Ainsi, lors de la présentation d'un mot indice, les mots fortement imageables améliorent la récupération d'un souvenir spécifique (Williams, Healy & Ellis, 1999). Cette même équipe a également montré qu'un mot à forte connotation visuelle permettait un meilleur rappel de souvenirs par rapport à des mots à connotation olfactive, tactile, auditive, motrice ou abstraite. Au contraire, Goddard et ses collaborateurs ont observé, chez des adultes au développement typique, que les souvenirs retrouvés avec

un indice odorant sont plus anciens et plus émotionnels que ceux retrouvés avec un indice imagé ou un mot (Goddard, Pring & Felmingham, 2005). Ils sont toutefois plus généraux (les individus ont tendance à se référer à des événements répétés) et les souvenirs mettent plus de temps à être récupérés. De la même façon, Herz en 2004 propose 3 indices (popcorn, feux de camp et herbe coupée) dans leur forme odorante, imagée et auditive. Seuls les indices olfactifs produisent des souvenirs plus émotionnels et détaillés (Herz, 2004).

1.3.5. Émotion

L'émotion tient une place primordiale au moment de l'encodage, mais aussi lors de la restitution du souvenir. La connaissance des émotions (reconnaissance et évocation des émotions complexes) est un facteur prédictif du développement de la MAB des enfants, au-delà des capacités linguistiques (Wang, Hutt, Kulkofsky, McDermott & Wei, 2006). Les événements émotionnels (positifs ou négatifs) sont mieux retenus que les événements neutres. Cette particularité dépendra en outre de la sensibilité émotionnelle de l'individu à ce moment-là, ce qui se traduit par le phénomène de congruence à l'humeur. En d'autres termes, quelqu'un de triste se rappellera mieux des évènements tristes que des évènements heureux. L'émotion est intimement liée à notre image, et permet de trier les souvenirs en retenant les éléments ayant un sens dans notre parcours à un moment donné.

1.3.6. MAB, self et identité personnelle

L'identité se définit par le fait qu'une personne demeure la même à travers le temps malgré les changements qualitatifs et qu'elle a conscience de cette permanence. L'identité personnelle repose sur un aspect dynamique et adaptatif en interaction avec le contexte social (degré de familiarité, actes des autres, image renvoyée…) et l'environnement (contexte socioculturel, souvenirs…). Aussi, le regard de l'autre a de l'importance sur le maintien de sa propre identité et influence notre comportement. Klein propose que l'identité personnelle soit composée de plusieurs systèmes neurocognitifs (Klein, 2012). On y retrouve l'architecture de l'identité constituée par la représentation épisodique de soi, les connaissances sémantiques de ses propres traits de personnalité et les représentations sémantiques de soi, ainsi que la conscience de soi renvoyant cette fois au sentiment de continuité dans le temps, à l'agentivité (se vivre comme l'auteur de ses propres actions et pensées), à l'introspection et enfin à l'identité physique. Les représentations identitaires peuvent être rassemblées selon la valence (positive ou négative), la temporalité (passé, présent ou futur) ou encore le domaine (social, physique, moral…) (Eustache, 2012). La MAB est organisée autour de l'identité, permettant aux souvenirs d'être mieux encodés et donc mieux rappelés (Howe & Courage, 1993).

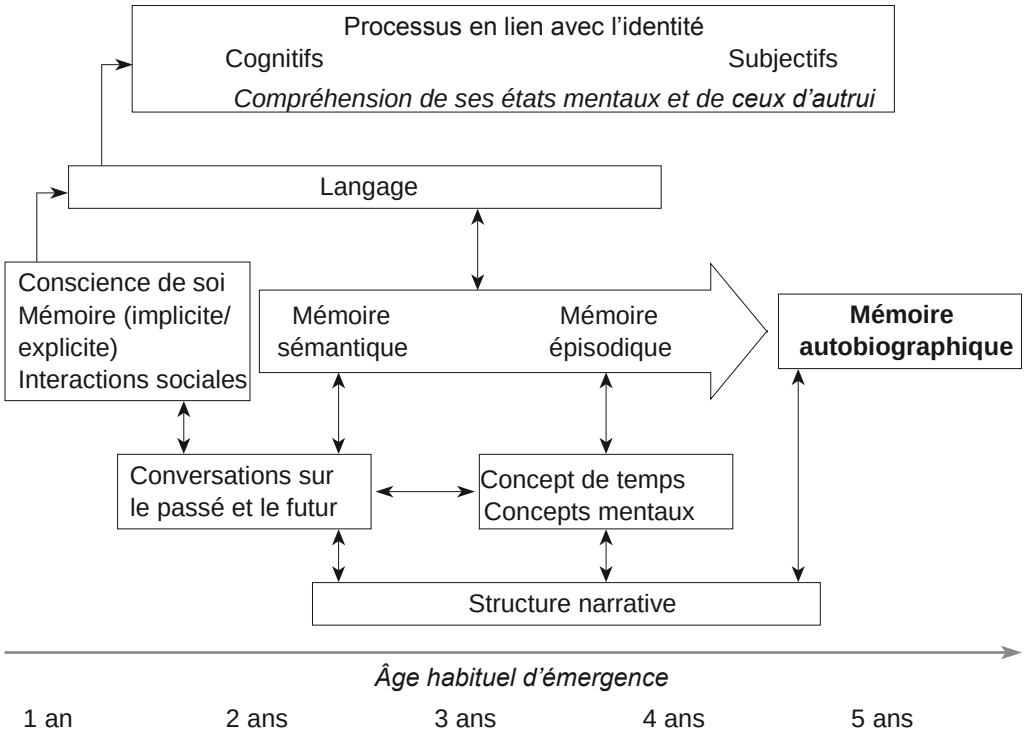
L'identité ou *self* tient une place importante dans le modèle de Conway. Dans cette théorie cognitive du *self* évoquée précédemment, le concept de soi (*self-concept*) joue un rôle primordial dans l'organisation de la MAB et les fonctions exécutives interviennent dans les capacités à moduler les rappels de la MAB (Conway & Pleydell-Pearce, 2000). Le concept de soi regroupe les traits de personnalité, l'introspection, la temporalité personnelle et les caractéristiques physiques (Klein & Gangi, 2010 ; Klein, German, Cosmides & Gabriel, 2004). Ainsi, de meilleures performances de mémoire ont été observées lorsqu'un individu effectue des actions lui-même que lorsque d'autres personnes les effectuent (Baker-Ward, Hess & Flannagan, 1990).

Les souvenirs pertinents pour soi (*self-relevant*) sont particulièrement importants dans la construction identitaire et sont associés à la qualité de la perception de soi. Ainsi, des souvenirs définissant positivement le soi engendrent une bonne estime de soi et inversement, des souvenirs négatifs font baisser l'estime de soi (Çili & Stopa, 2015). Les informations seront d'autant mieux retenues qu'elles sont pertinentes pour soi (*self-revelant*) ou encodées en lien avec le *self* (Rogers, Kuiper & Kirker, 1977 ; Symons & Johnson, 1997). Le *self* est censé agir comme une structure conceptuelle avec des propriétés élaboratrices et organisationnelles qui améliorent l'encodage profond de l'information en mémoire (Symons & Johnson, 1997). Ainsi, la récupération d'un souvenir est facilitée par les représentations du *self* et notamment la valence et la cohérence du concept du *self* (Crane, Barnhofer & Williams, 2007 ; Valentino *et al.*, 2014) et permet de revivre l'évènement avec un *self* comme objet de l'expérience, c'est-à-dire de prendre conscience d'un état passé de soi. Les indices relatifs à des objectifs évalués comme étant actuellement poursuivis par l'individu augmentent la vitesse de récupération des événements spécifiques et généraux (ex. : manger plus sainement, avoir de meilleures notes). Plus particulièrement, les objectifs poursuivis pour des raisons liées à soi (*self-concordant*, ex : je fais des études en neuropsychologie, car c'est un domaine qui me passionne) facilitent l'accès aux connaissances générales de la MAB par rapport à des objectifs dirigés par une motivation extérieure (ex. : faire plaisir aux parents) (Moberly & MacLeod, 2006).

Par conséquent, la mémoire et l'identité sont intimement liées. D'une part, l'identité, par nos valeurs, croyances et buts, guide les choix de notre mémoire. D'autre part, la mémoire soutient l'émergence de l'identité personnelle en liant entre elles les expériences vécues et permet de savoir qui nous sommes.

La MAB est une entité complexe, faisant intervenir de multiples facteurs, ce qui implique un développement lent et progressif chez l'enfant. La partie suivante sera consacrée à la description de l'ensemble de ce processus de maturation de la MAB (figure 3).

Figure 3. Modèle développemental de la MAB



Source : inspiré de Nelson et Fivush, 2004

2. Développement de la MAB

2.1. L'amnésie infantile

La description princeps de « l'amnésie infantile », telle que proposée par Freud, se caractérise par l'absence de souvenirs des premières années de vie une fois la personne devenue adulte. La durée est réduite à 2 ans environ, selon la description proposée par Tulving (pour revue Piolino & Eustache, 2002). Cette amnésie devient plus parcellaire entre l'âge de 2 et 5 ans (Newcombe, Lloyd & Ratliff, 2007 ; Piolino *et al.*, 2007).

Néanmoins, dès la première année, la conscience de soi, la mémoire implicite et explicite et les capacités à interagir avec autrui émergent progressivement (Nelson & Fivush, 2004). Plus précisément, la conscience de soi implicite, ou agentivité, qui représente la faculté d'un être à interagir avec son environnement, se développe dès 24 heures après la naissance. La conscience de soi en tant que concept ou représentation apparaît vers 18 mois avec la distinction entre « je » et « moi » (Howe & Courage, 1997) et la réussite lors du test de reconnaissance dans le miroir. Dès l'âge d'un an, les enfants sont capables d'avoir une mémoire « d'épisodes » spécifiques d'évènements qu'ils ont vécus. À cet âge, ils sont en effet capables de retenir

une séquence d'actions et de la rappeler quelques mois après (Bauer, Hertsgaard & Dow, 1994). Aux alentours de 2 ans, les enfants commencent à parler d'événements passés (Eisenberg, 1985). Ces enfants mémorisent des événements dont ils sont capables de se souvenir et de parler, mais ils les oublient avec le temps. Les évènements vécus sont rapportés plutôt comme des séquences d'actions ordonnées, répétées et invariantes (pour revue, Peterson, 2002), ou encore sous forme d'images flash, d'expériences sensorielles et émotionnelles isolées et dénuées de contexte spatiotemporel (Newcombe *et al.*, 2007).

Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette amnésie infantile comme l'immaturité du *self* conceptuel renvoyant aux connaissances personnelles, indispensables pour organiser les souvenirs, une absence de verbalisation qui permettrait de structurer le souvenir et d'en faire une représentation mentale, ou encore l'immaturité de certaines régions cérébrales et notamment les lobes frontaux sous-tendant le bon fonctionnement exécutif (Conway, 2005). Par ailleurs, les souvenirs d'enfance seraient plus facilement oubliés : l'oubli est d'autant plus important que l'enfant est jeune. Ce phénomène est notamment lié à une neurogénèse hippocampique importante, lors de la première année de vie, qui ne permettrait pas aux traces mnésiques de se former durablement. Enfin, il n'y aurait pas d'adéquation entre les « situations » vécues par un bébé et celles récupérées plus tardivement (*self*, intérêts, perception, indices de récupération différents).

2.2. Développement de la MAB chez l'enfant au développement typique

La fin de l'amnésie dense peut être estimée à environ 2 ans. Surviennent à cet âge, le langage, puis les capacités conversationnelles sur le passé et le futur ainsi que la capacité à manipuler des représentations mentales en dehors de la présence des objets. Dans la continuité, la mémoire des événements se développe, ainsi que les concepts de temps et la structure narrative tenant compte de l'ordonnancement des évènements (figure 3) (Eustache & Guillery-Girard, 2016).

L'émergence du *self* conceptuel s'observe également à partir de 2 ans : les souvenirs encodés dans ce cadre reflètent des événements de son propre passé (Howe & Courage, 1993 ; Quas *et al.*, 1999). Néanmoins, il ne s'agit pas encore de souvenirs épisodiques, mais plutôt des connaissances personnelles (Bruce *et al.*, 2005 ; Piolino & Eustache, 2002). L'émergence de la MAB-E dépend de l'émergence du concept de soi rudimentaire qui est lui-même basé sur les connaissances de MAB sémantique (Howe & Courage, 1993 ; Neisser, 1988). Survient ensuite le développement du concept de soi étendu dans le temps résultant du développement de la MAB-E et notamment des pensées

épisodiques futures. En effet, les différentes études de l'équipe de Povinelli ont montré que les enfants en dessous de 4 ans ne comprennent pas comment un évènement du passé récent, expérimenté par leur *self* est connecté à leur *self* actuel (Povinelli, Landau & Perilloux, 1996 ; Povinelli, 2001). En effet, dans des expériences filmées par ces auteurs, un expérimentateur colle un sticker sur la tête d'un enfant puis, quelque temps après, l'enfant voit dans la vidéo l'expérimentateur qui colle le sticker sur sa tête. L'enfant, avant 4 ans, n'est pas capable de l'enlever et de faire le lien entre lui au moment où il regarde la vidéo et lui dans cette même vidéo. Ce n'est que vers 4 ans que la relation entre une localisation temporelle d'évènements et sa propre position dans le temps prend son sens. À partir de 4 ans, commence à se développer cette conscience autonoétique, indispensable à la mémoire épisodique.

En parallèle, les processus en lien avec l'identité apparaissent. Le développement de la théorie de l'esprit permet à l'enfant de rappeler un souvenir comme personnellement vécu et non simplement associé à un sentiment de familiarité. Ainsi, jusqu'à cet âge, les enfants ont des difficultés à prendre conscience des expériences subjectives dans le passé, le présent et le futur et donc à appréhender cette capacité de voyage mental dans le temps. Avant l'âge de 4 ans environ, les enfants utiliseraient des systèmes mnésiques moins élaborés émergeant successivement : mémoire procédurale, système de représentations perceptives, mémoire sémantique, puis mémoire de travail (Dégeilh, Eustache & Guillery-Girard, 2015 ; Tulving, 2005).

À 3 ans, les enfants ont des difficultés à identifier la source ou l'origine de l'information qu'ils ont en mémoire (O'Neill, Astington & Flavell, 1992 ; O'Neill & Chong, 2001 ; O'Neill & Gopnik, 1991). Ce n'est que vers l'âge de 4 à 5 ans que ces compétences évoluent, mais ces enfants ne peuvent pas encore décrire leurs souvenirs de façon épisodique comme l'entend Tulving. En effet, le rappel des souvenirs chez les jeunes enfants reste peu détaillé avec moins de détails perceptifs, d'états mentaux ou d'informations sur les souvenirs (Van Abbema & Bauer, 2005) ou sur le contexte spatio-temporel d'encodage (Pillemer, 1992 ; Pillemer, Picariello & Pruett, 1994). À 5 ans, il est possible d'observer des détails plus précis, par exemple, la modalité sensorielle de l'encodage (Gopnik & Graf, 1988 ; Perner & Ruffman, 1995). Ces compétences dépendent également de la capacité à associer les détails entre eux afin de former une représentation mnésique cohérente (Sluzenski, Newcombe & Kovacs, 2006).

À cet âge, les enfants sont à même de collecter des connaissances sémantiques sur eux-mêmes et sur le monde. Ces connaissances sont basées sur leur expérience passée et guident leurs actions dans le présent (Nelson, 2001). Elles modulent la compréhension de l'enfant des faits, leur interprétation et les aspects de l'information auxquels il porte attention (Greenhoot, 2000). La récupération d'un évènement encodé sera plus facile chez ces jeunes enfants si les connaissances associées sont plus nombreuses. De ce fait, les représentations plus élaborées et interconnectées augmentent le nombre et les modalités d'indices de récupération ultérieure (Baker-Ward *et*

al., 1997 ; Pillemer *et al.*, 1994). Ces connaissances participent également à la projection dans le futur. En effet, chez les jeunes enfants, cette projection est tout d'abord guidée par leur connaissance personnelle plutôt que par leur capacité à s'imaginer dans un évènement futur (Hudson, Fivush & Kuebli, 1992).

L'ensemble de ces phénomènes développementaux fait qu'avec l'avancée en âge des enfants, les représentations mnésiques des souvenirs deviennent de plus en plus épisodiques et leur restitution s'accompagne d'un sentiment de reviviscence (remember) (Czernochowski, Mecklinger, Johansson & Brinkmann, 2005) qui évolue encore jusqu'à 14 ans (Ghetti & Angelini, 2008).

Ainsi, jusqu'à 10 ans, les enfants peuvent encore évoquer des souvenirs omettant des détails comme les personnes présentes ou le contexte spatio-temporel (Bauer, Burch, Scholin & Güler, 2007). En effet, le rappel du contexte d'encodage chez le jeune enfant est plus difficile que le rappel d'une information factuelle (Cycowicz *et al.*, 2001 ; Guillery-Girard *et al.*, 2013). La mémoire contextuelle continue à se développer au-delà de 10 ans (Czernochowski *et al.*, 2005), aussi bien pour le contexte spatial (Gulya *et al.*, 2002) que pour le contexte temporel (Romine & Reynolds, 2004). Aussi, le développement de la MAB se poursuit jusqu'à la fin de l'adolescence, que ce soit pour la projection dans le passé ou dans le futur (Hudson *et al.*, 1992).

Par conséquent, la MAB est centrale dans la construction psychologique de l'enfant, ses comportements et le maintien d'une cohérence identitaire (Robinson, Howlin & Russell, 2016). Cette relation entre mémoire et identité se trouve être au cœur de la problématique autistique et de leur développement qui suit une trajectoire singulière.

3. La mémoire autobiographique chez les enfants avec TSA

3.1. Défaut de la composante sémantique

Les enfants avec autisme possèdent une MAB sémantique particulière (Bon *et al.*, 2012 ; Bruck, London, Landa & Goodman, 2007 ; Goddard, Dritschel, Robinson & Howlin, 2014). En effet, ils ne présentent pas de différence de performances avec des enfants au développement typique sur la reconnaissance d'évènements de vie généraux (« as-tu déjà pris l'avion ? ») alors qu'il existe une diminution de performances pour des questions ouvertes sur des connaissances personnelles (« quel était le nom d'un de tes professeurs de primaire ? ») (Bruck *et al.*, 2007). Par ailleurs, la description des caractéristiques physiques est comparable à celle d'adolescents au développement typique, que ce soit au niveau quantitatif ou qualitatif (voir Damon & Hart, 1991, pour le développement typique). Cependant, les

descriptions de leurs caractéristiques psychologiques et sociales sont moins nombreuses, de moins bonne qualité et moins organisées. Les détails associés aux interactions sociales lors d'événements généraux sont également moins nombreux. Il semble exister dans l'autisme une dissociation entre un concept de soi physique préservé et un concept de soi psychologique plus fragile.

Lind (2010) évoque l'hypothèse d'un retard dans le développement de l'identité chez l'enfant avec TSA qui se comblerait à l'âge adulte Le développement du langage et des fonctions exécutives, autorisant la mise en place de stratégies compensatoires, pourrait permettre d'améliorer le fonctionnement de la MAB sémantique. Toutefois, aucune étude n'a testé cette hypothèse et une seule a été réalisée selon une approche longitudinale (Bon *et al.*, 2012). Ce travail montre un oubli progressif des connaissances personnelles chez un enfant avec TSA, suggérant un défaut de sémantisation qui pourrait être lié à un manque de réactivation de ses connaissances sous forme de pensées internes, mais aussi dans un contexte d'interactions sociales moindres.

3.2. Défaut de la composante épisodique

Les enfants avec TSA ont des difficultés de MAB-E, autant dans l'encodage, la récupération d'un souvenir que dans la projection dans le futur. La MAB-E chez ces enfants semble avoir un fonctionnement proche de la mémoire événementielle des jeunes enfants (Bon *et al.*, 2012).

3.2.1. Difficultés d'encodage

Les stratégies de mémorisation sont atypiques dans les TSA. Cette hypothèse fut évoquée dès 1970 (Hermelin & O'Connor, 1970) à partir de l'incapacité des personnes avec TSA à bénéficier d'un encodage profond. Ces résultats ont été largement répliqués depuis, donnant lieu à différentes théories telles que l'hypothèse du support de la tâche de Dermot Bowler (Bowler, Gardiner & Berthollier, 2004) ou le modèle de traitement des informations complexes de Nancy Minshew (voir Marcaggi *et al.*, 2010 pour revue).

3.2.2. Difficultés de récupération

Il est classiquement observé des difficultés de récupération d'un souvenir dans les TSA. L'hypothèse du support de la tâche proposée par Dermot Bowler, Met en avant que le rappel est meilleur quand un support est apporté (Bowler *et al.*, 2004). D'autres études vont également dans ce sens (McCrory, Henry & Happé, 2007).

Ces difficultés ont été décrites dès 1976 par Boucher & Warrington (Boucher & Warrington, 1976). Depuis, de nombreuses études se sont intéressées à ces difficultés. Les enfants avec TSA ont tout d'abord besoin de

plus d'incitations et d'instructions précises de récupération par rapport aux groupes de comparaison et produisent des souvenirs plus généraux et davantage de hors sujets (Goddard, Dritschel, Robinson, *et al.*, 2014 ; Losh & Capps, 2003). Les récits des expériences personnelles sont rapportés avec une syntaxe moins complexe (Losh & Capps, 2003) ; les enfants avec TSA incorporent moins d'éléments essentiels lors du rappel libre d'évènements organisés (McCrory *et al.*, 2007) et la cohérence du récit est moindre par rapport à un groupe d'enfants avec des troubles du langage d'origine développementale (Goldman, 2008). La cohérence s'appuie sur le contexte (quand, où…), la chronologie (découpage des différentes parties du discours) et le thème d'un récit narratif (Reese *et al.*, 2011). Les enfants avec TSA ne semblent pas avoir de difficultés avec les outils narratifs et les défauts de récupération semblent indépendants des capacités verbales et cognitives (Bruck *et al.*, 2007 ; Losh & Capps, 2003 ; Terrett *et al.*, 2013). Ils présentent toutefois des difficultés sur le contenu épisodique en produisant plus de réponses désorganisées ou non pertinentes (Losh & Capps, 2003). Bruck et collaborateurs (2007) notent que les récits de souvenirs et de connaissances personnelles comportent plus d'omissions et d'erreurs en comparaison à ceux du groupe de référence. Par ailleurs, les récits personnels des enfants avec TSA ressemblent plus à une série d'actions ou de descriptions qu'à des séquences d'événements cohérentes (Goldman, 2008). Un effet de la distance temporelle a également été observé : les événements récents sont rappelés avec plus de détails et d'émotions que les événements anciens (Bon *et al.*, 2012 ; Bruck *et al.*, 2007 ; Goddard, Dritschel, Robinson, *et al.*, 2014) et que les projections futures éloignées (Terrett *et al.*, 2013).

Les difficultés de MAB diminuent avec l'âge chez les enfants avec TSA, grâce au développement des compétences socio-émotionnelles, qui soutiennent le fonctionnement de la MAB et qui permettent d'établir des stratégies compensatoires pour faciliter la récupération des souvenirs (Goddard, Dritschel, Robinson, *et al.*, 2014). Ainsi, la récupération de souvenirs chez les personnes avec TSA semble facilitée par l'utilisation d'indices portant sur leur intérêt spécifique ou leur préférence sensorielle plutôt que par des informations concernant leur *self* ou des schémas généraux (McDonnell, Valentino & Diehl, 2017)

Dans une étude centrée sur les discours des enfants avec leur famille pendant le dîner, il a été observé que les enfants avec TSA racontent spontanément plus de récits d'événements, qu'ils ont lus ou vus, que de récits d'événements personnellement vécus en comparaison au groupe de contrôles (Solomon, 2004). Même si les difficultés linguistiques participent aux difficultés de rappel de souvenirs (King, Dockrell & Stuart, 2013), elles ne permettent pas de rendre totalement compte du profil de fonctionnement de la MAB (Lind, Williams, Bowler & Peel, 2014 ; Losh & Capps, 2003). Parmi ces difficultés figurent l'emploi de connecteurs en moins grand nombre et une syntaxe moins complexe que chez les enfants au développement typique (King *et al.*, 2013 ; Losh & Capps, 2003, 2006).

Quelques études ont été réalisées sur la période préscolaire dans un contexte d'échanges de souvenirs entre la mère et l'enfant, période où les compétences centrales de la MAB émergent (McDonnell *et al.*, 2017). Ces travaux rapportent que les parents d'enfants avec TSA utilisent des éléments particuliers pour obtenir un échange avec leur enfant, compte tenu des difficultés rencontrées (émotions, théorie de l'esprit, interactions…). La quantité et la longueur des discours entre les enfants et les parents sur les événements vécus ne diffèrent pas des familles ordinaires, mais les parents d'enfants avec TSA utilisent plus de questions directes (fermées ou à choix multiples) et apportent plus de corrections. Ils sont plus directifs dans le but d'avoir une meilleure participation de leur enfant (Goldman & DeNigris, 2015). La mémoire de la source et le contexte spatio-temporel sont peu évoqués lors de discussions avec les parents (Bartsch, Horvath & Estes, 2003). La perspicacité des parents à comprendre les expériences de leur enfant serait liée à la sensibilité maternelle et à l'attachement de l'enfant envers ses parents (Oppenheim, Koren-Karie, Dolev & Yirmiya, 2009, 2012). Par ailleurs, dans ces familles, la façon dont la mère lit une histoire à son enfant (explication, discours émotionnel…) pourrait prédire les performances de théorie de l'esprit de cet enfant (Slaughter, Peterson & Mackintosh, 2007) et ses compétences langagières (Bellon, Ogletree & Harn, 2000). Enfin, les parents d'enfants avec TSA seraient plus stressés que les parents d'enfants au développement typique (Hoffman, Sweeney, Hodge, Lopez-Wagner & Looney, 2009) et présenteraient plus de symptômes de dépression et d'anxiété (Bitsika & Sharpley, 2004 ; Singer, 2006). Ces symptômes peuvent entrainer une diminution de l'enthousiasme et de l'expressivité (Foster, Garber & Durlak, 2008) et en retour affecter le développement de la MAB de leur enfant.

Ces perturbations de l'accès à l'information en mémoire à long terme pourraient également être liées à un dysfonctionnement exécutif (Boucher, 2007). Cela se manifesterait par des difficultés de manipulation en mémoire de travail, un défaut de flexibilité mentale (Russo *et al.*, 2007), de planification, d'inhibition et de contrôle de soi (Robinson, Goddard, Dritschel, Wisley & Howlin, 2009). Or, la MAB est corrélée aux fonctions exécutives chez les enfants avec TSA (Dalgleish *et al.*, 2007 ; Goddard, Dritschel & Howlin, 2014 ; Maister, Simons & Plaisted-Grant, 2013 ; McCrory *et al.*, 2007) et plus précisément à la capacité à intégrer et à organiser l'information en mémoire, à la flexibilité mentale et à la fluence verbale (Goddard, Dritschel & Howlin, 2014 ; Maister *et al.*, 2013).

Aussi, les souvenirs vécus comme des faits généraux pourraient résulter en grande partie de difficultés de flexibilité et d'inhibition des informations interférentes. De même, les difficultés de projection peuvent être associées à des défauts d'initiation, de planification, de flexibilité et de régulation de soi qui gênent la recombinaison d'éléments de plusieurs souvenirs pour imaginer un nouvel événement (Terrett *et al.*, 2013).

3.2.3. Richesse des souvenirs

Comparés à des enfants au développement typique, les enfants avec TSA produisent moins de détails narratifs (moins de mots), perceptifs (vu, entendu), émotionnels (joyeux, effrayant) et cognitifs (« j'ai pensé, j'ai cru ») (Brown, Morris, Nida & Baker-Ward, 2012). Il semble également que les couleurs soient moins présentes dans leurs souvenirs (Anger *et al.*, 2012). Il existe également une diminution du vocabulaire décrivant les états internes (Bang, Burns & Nadig, 2013 ; Lind *et al.*, 2014). Les souvenirs contiennent moins de contenus socialement saillants (McCrory *et al.*, 2007), d'éléments associés à une signification personnelle (Goldman, 2008) et de justifications sur ces évènements, leurs états mentaux et leurs comportements (Losh & Capps, 2003). Les difficultés rencontrées pour les projections futures semblent identiques à celles qui concernent les projections vers le passé. Ainsi, l'étude de Terret et collaborateurs rapporte l'existence de projections épisodiques dans le futur moins élaborées et moins détaillées que celles du groupe de comparaison (Terrett *et al.*, 2013). Un effet de l'orientation temporelle a été observé : les souvenirs restent toutefois plus détaillés que les projections futures suivant le même pattern que les contrôles de même âge.

Par ailleurs, les TSA sont caractérisés par un fonctionnement perceptif atypique : biais en faveur de l'information locale, hypo ou hypersensibilité, ou encore prédominance d'un traitement perceptif de bas niveau (Mottron, Dawson, Soulières, Hubert & Burack, 2006). Selon Dawson et Watling (2000), les perturbations mnésiques pourraient être dues à des modifications sensorielles. Par exemple, les difficultés de mémoire visuelle pourraient traduire la présence d'un trouble d'imagerie mentale nécessaire à la MAB (Goddard, Howlin, Dritschel & Patel, 2007; Vannucci, Pelagatti, Chiorri & Mazzoni, 2016 ; Williams *et al.*, 1999). Enfin, les enfants avec TSA présentent des comportements atypiques d'exploration visuelle, comme des regards latéraux, permettant de réguler les informations au niveau de l'entrée perceptive. En conséquence, les contextes d'encodage et de restitution seront différents, rendant la récupération du souvenir plus difficile.

Enfin, il existe également des difficultés de mémoire de la source. La mémoire de la source renvoie à l'origine de l'information : interne (« l'ai-je dit ou l'ai-je pensé ? »), externe (« est-ce Pierre ou Paul qui l'a dit ? »), ou interne/ externe (« l'ai-je dit ou quelqu'un d'autre l'a-t-il dit ? »). Les données obtenues sont hétérogènes et soulignent l'importance du critère « social » (Lind & Bowler, 2009b ; Russell & Jarrold, 1999). Des difficultés plus importantes sont observées lorsque les personnes ont à reconnaître la source à partir d'un visage par rapport à un détail vestimentaire. Ces difficultés sont également liées au dysfonctionnement exécutif et à la capacité à initier et organiser les souvenirs en mémoire.

3.2.4. Défaut de cohérence centrale et association

Le défaut de cohérence centrale dans les TSA a été décrit par Happé et Frith (2006) et renvoie à l'incapacité de relier des éléments comparables entre eux et ainsi d'avoir une vision globale du monde. Les personnes avec TSA vont plutôt avoir une approche par le détail (dessin, conversation…) (Frith, 2003).

Les difficultés de MAB pourraient également être liées à ce défaut de cohérence centrale (McCrory *et al.*, 2007). En effet, les difficultés à regrouper des concepts similaires perturberaient la construction, l'organisation puis la récupération des informations (Bowler, Gaigg & Lind, 2011 ; Bowler, Gaigg & Gardiner, 2008 ; Cashin, 2005). Les souvenirs seraient stockés comme des éléments isolés, par ordre chronologique et sans lien avec des connaissances ou des évènements dans des domaines thématiques similaires, ce qui empêcherait de créer une représentation mentale cohérente. En effet, les personnes avec TSA ne présentent pas d'amélioration de leurs performances quand les items à encoder sont liés sémantiquement, pouvant être organisés par catégories sémantiques par le participant pour améliorer la mémorisation, contrairement aux contrôles (Lind & Bowler, 2010). La catégorisation nécessite d'associer les informations entre elles, ce qui implique des capacités d'association ou de « *binding* ». L'altération de ces capacités dans les TSA pourrait rendre compte des difficultés à récupérer des souvenirs et à imaginer des pensées futures épisodiques et plus précisément à lier des évènements passés pour imaginer des évènements futurs. Il y a peu de comparaison avec une situation équivalente : toutes les situations sont vécues comme étant nouvelles. Ce mécanisme est très coûteux, angoissant et expliquerait la peur du changement et la mise en place de routines qui rassurent.

3.2.5. Cognition sociale et émotion

Le défaut de cognition sociale se traduisant par des difficultés de compréhension de ses propres états mentaux et ressentis émotionnels, ainsi que de ceux des autres, a des répercussions majeures sur la narration des évènements épisodiques (Brown *et al.*, 2012). Ces difficultés perturbent le fonctionnement du langage intérieur avec une diminution du vocabulaire décrivant les états internes qui appauvrit la narration (voir Crane, Goddard & Pring, 2010 chez l'adulte). C'est pourquoi les détails narratifs concernant les souvenirs d'événements passés sont moins nombreux, ainsi que les propriétés émotionnelles, cognitives et perceptives (Bruck *et al.*, 2007). Comme évoqué précédemment, les difficultés d'interactions sociales, de communication verbale et de socialisation perturbent également l'élaboration et la consolidation des souvenirs (Bon *et al.*, 2012 ; Goddard *et al.*, 2007). Par ailleurs, les enfants avec TSA ont des difficultés à incorporer des éléments dans le discours favorisant le partage de souvenirs dans un contexte social et ne saisissent pas l'intérêt d'utiliser le souvenir comme objet d'interactions sociales (Goldman, 2008).

Robinson et collaborateurs (2016), ont montré que les enfants présentant un TSA pensent que leurs proches connaissent plus leurs comportements (« comment votre ami sait quand vous êtes… ») qu'eux-mêmes ne connaissent le comportement de leur proche (comment vous savez quand votre ami est…). Les enfants avec TSA utiliseraient des processus différents pour générer des jugements sur eux-mêmes et sur les autres. Ils pourraient utiliser l'introspection comme stratégie compensatoire pour attribuer des états mentaux à autrui. Toutefois, l'appréhension de ces compétences reste difficile et d'autres études sont nécessaires pour qualifier leur fonctionnement.

La compréhension des émotions soutient le fonctionnement de la MAB chez les enfants avec TSA en permettant une meilleure interprétation des états internes et des motivations (Losh & Capps, 2003). Ces enfants sont capables d'intégrer des états émotionnels de base (heureux, colère…) dans leurs souvenirs, mais présentent des difficultés dans les descriptions d'expériences émotionnelles plus complexes (curiosité, fierté…) (Losh & Capps, 2006). Il semble également qu'il y ait un effet de l'âge d'encodage des souvenirs sur les caractéristiques émotionnelles, c'est-à-dire que les références aux émotions sont plus nombreuses pour les souvenirs récents par rapport aux souvenirs anciens (Goddard, Dritschel, Robinson, *et al.*, 2014).

3.2.6. Diminution de l'implication du self

La conscience de soi semble perturbée dans les TSA (Frith, 2003 ; Hobson, 1990), le développement du concept du *self* se fait plus tardivement et les adolescents avec TSA présentent un *self* en général moins élaboré que les adolescents typiques (Jamison & Schuttler, 2015).

Néanmoins, ces enfants ne semblent pas avoir de difficultés dans la conscience de soi physique (Williams & Happé, 2009). Il n'y pas d'altération des compétences, que ce soit dans une tâche de reconnaissance de soi dans un miroir pour des enfants âgés de 3 à 12 ans, avec ou sans déficience intellectuelle (Dawson & McKissick, 1984 ; Spiker & Ricks, 1984) ou dans la capacité de reconnaissance différée dans une vidéo d'eux-mêmes (Lind & Bowler, 2009a). L'effet de l'action sur la mémorisation est également intact (Lind & Bowler, 2009b ; Millward, Powell, Messer & Jordan, 2000 ; Russell & Jarrold, 1999). Les enfants avec TSA ont donc une conscience de leur apparence physique préservée.

En revanche, ces enfants, à l'inverse de leurs pairs au développement typique, ont plus de difficultés à rappeler leurs propres activités que des activités qu'ils ont observées chez une autre personne (Millward *et al.*, 2000), reflétant des difficultés dans l'expérience du *self* d'ordre psychologique. En effet, des difficultés de la conscience de soi, notamment à utiliser des pronoms à la 1re personne comme « je » et « moi » ont été rapportées (Lee, Hobson & Chiat, 1994 ; Lind & Bowler, 2009a). Les personnes avec TSA présentent également une diminution de la conscience de leurs propres émotions (Ben Shalom *et al.*, 2006 ; Silani *et al.*, 2008), de leurs états mentaux (Williams &

Happé, 2009), et de leurs traits autistiques (Johnson, Filliter & Murphy, 2009). Il n'existe pas de relations d'une part entre la MAB-E et les traits de personnalité et d'autre part entre l'introspection et les capacités de mentalisation, contrairement aux contrôles (Robinson *et al.*, 2016). Ainsi, les difficultés des personnes avec TSA à utiliser un vocabulaire décrivant leurs états internes vont avoir un impact sur la compréhension de soi et engendrer des difficultés de prise de conscience de leurs propres expériences, ce qui contribue à dissocier leur propre *self* de leur MAB et des autres. En effet, plusieurs études rapportent que les participants avec TSA sont moins conscients d'être eux-mêmes dans les relations avec les autres (Hobson, 1990 ; Neisser, 1988).

Ces données sont cohérentes avec le fait que les personnes avec TSA présentent un effet de référence à soi réduit. L'effet de référence à soi se définit par une facilitation de la récupération de l'information lorsque l'encodage a été réalisé avec une référence à soi (Rogers *et al.*, 1977). Aussi dans les TSA, des adjectifs pour lesquels la personne a effectué un jugement en référence à soi (« cet adjectif vous caractérise-t-il ? ») ne sont pas significativement mieux mémorisés que des adjectifs traités en référence à un personnage inconnu (« cet adjectif caractérise-t-il Harry Potter ? ») (Henderson *et al.*, 2009 ; Millward *et al.*, 2000). Ces difficultés à rappeler des souvenirs personnels liés au *self* contribueraient à entrainer une diminution des capacités de mentalisation, du fonctionnement social et une augmentation des traits autistiques (Henderson *et al.*, 2009). Ces données sont à nuancer, car l'équipe de Goddard a montré récemment que les enfants avec TSA sont capables d'identifier et de distinguer les souvenirs définissant le soi (*self-defining memories*) des souvenirs de tous les jours, mais qu'ils ne reconnaissent pas ces expériences comme ayant un sens particulier dans la compréhension de soi (Goddard, O'Dowda & Pring, 2017). Il semblerait donc que les personnes avec TSA préfèrent se focaliser sur leurs expériences de tous les jours pour définir leur propre *self*. Ces enfants ont des difficultés à utiliser leur *self* comme un système d'organisation efficace de la mémoire. Goddard et ses collaborateurs (2017) observent également des différences dans les thèmes des souvenirs définissant le soi entre les enfants avec TSA et le groupe de comparaison. Le thème le plus souvent évoqué chez les contrôles est la réussite alors que, dans le groupe TSA, le thème des loisirs est le plus souvent cité. En revanche, aucune différence de thème n'a été observée pour les souvenirs de tous les jours.

Les difficultés de MAB-E pourraient ainsi résulter en partie d'un concept identitaire moins élaboré ou fragmenté qui fournit une structure insuffisante autour de laquelle organiser les souvenirs ou permettant de marquer une information comme étant pertinente pour soi (Goddard *et al.*, 2007). Au-delà, le manque d'élaboration de ce concept identitaire est également à considérer au regard de la symptomatologie autistique. En effet, les perturbations des relations sociales et de communication limitent les possibilités d'avoir un

engagement social et donc les opportunités d'acquérir des connaissances psychologiques sur soi-même et sur les autres (Hobson, 1990 ; Neisser, 1988).

3.3. Limites des études

Ces études renseignent sur le développement et le fonctionnement de la MAB dans les TSA, mais elles présentent des limites, notamment méthodologiques. Ainsi, le temps accordé pour la récupération du souvenir ou les instructions données aux participants (durée du souvenir, explication, spécificité…) varient et peuvent influencer les performances (Bunnell & Greenhoot, 2012). Les tâches utilisant des mots indices ne sont pas forcément généralisables, car ces indices diffèrent d'une étude à l'autre dans le nombre et le type de mots. Par ailleurs, les évènements rapportés ne sont pas toujours vérifiés avec les parents. Enfin, dans certains paradigmes notamment avec des évènements planifiés (ex. : quel est l'arrêt de bus associé à un lieu précis), la fonction étudiée renvoie plutôt à la mémoire épisodique qu'à la MAB qui elle, repose sur le sens de soi (Conway, 2001).

4. Pistes d'interventions

La MAB est donc un processus complexe et dynamique mobilisant différentes fonctions cognitives. Pour ces raisons, elle se révèle être un objet pertinent de prise en charge, permettant de travailler de multiples processus cognitifs, émotionnels et identitaires (Figure 1). Des bénéfices sur l'anxiété, la communication, les interactions sociales, l'orientation et le fonctionnement cognitif général ont été observés (Haight & Webster, 1995). Ces prises en charge permettent également de renforcer le sentiment d'identité et d'augmenter la satisfaction personnelle (Cotelli, Manenti & Zanetti, 2012 ; Woods, Spector, Jones, Orrell & Davies, 2005).

4.1. Réhabilitation de la MAB

Des prises en charge de la MAB existent déjà dans différentes pathologies, mais à ce jour il n'en existe aucune dans les TSA. L'objectif de cette partie est de faire le point sur les stratégies existantes et de déterminer lesquelles pourraient être intéressantes dans le contexte des TSA.

Au-delà de la MAB, il existe plusieurs approches de prise en charge des troubles de mémoire à long terme selon les atteintes : la restauration, la facilitation et la réorganisation. La restauration permet de rétablir la fonction altérée par stimulations répétitives et ciblées. La facilitation consiste à augmenter la consolidation en associant d'autres éléments à l'élément que l'on souhaite retenir. Enfin, la réorganisation (ou compensation) permet d'optimiser les fonctions cognitives en compensant par les capacités intactes.

Plusieurs techniques sont utilisées comme la récupération espacée où l'accès à l'information se fait après un délai de plus en plus long ; la méthode

d'estompage, qui nécessite de fournir des indices par rapport à une information cible de plus en plus dégradée ou estompée ; la méthode d'apprentissage sans erreur, qui consiste à limiter les erreurs en fournissant systématiquement la bonne réponse avant la production d'une erreur en évitant ainsi que l'individu ne consolide la mauvaise réponse. La revalidation rétrograde consiste quant à elle à répéter une information, associée à une méthode d'apprentissage sans erreur et/ou de récupération espacée. La mémorisation de l'évènement passe par la mémorisation d'une action pour faciliter la récupération.

Dans la même idée, la méthode des lieux (*Method-of-loci*) est une technique mnémotechnique consistant à établir des relations spatiales entre des lieux familiers (ex. : route du travail) et les informations personnelles stockées en mémoire. Les différentes pièces du souvenir sont assemblées grâce à l'utilisation d'images visuelles correspondant au lieu familier choisi. Ainsi, les individus se rappellent d'un événement en imaginant et en associant un élément à un endroit précis sur le chemin.

Concernant les méthodes de prise en charge plus spécifiques à la MAB publiées chez l'adulte, celles-ci diffèrent selon la population. Les séances sont principalement proposées à un groupe de quelques personnes, le nombre et la durée varient de 5 à 10 séances et de 60 min à 90 min par semaine. Ainsi, dans le vieillissement normal, des stratégies d'induction de la spécificité épisodique sont utilisées (Madore & Schacter, 2014). L'utilisation d'une vidéo ou encore le fait de créer une image mentale d'un souvenir permet d'augmenter et d'approfondir les détails rappelés (environnement, personnes, actions…). Dans la prise en charge proposée par Chiang et collaborateurs (2010) chez des personnes âgées et institutionnalisées, les séances collectives semblent pertinentes. Elles abordent le partage des souvenirs et des connaissances avec les autres, sensibilisent sur les ressentis et émotions et aident à les exprimer, facilitent l'identification des aspects positifs de leur passé et la façon de les appliquer au présent, permettent d'évoquer l'histoire familiale et leur propre histoire, abordent la prise de conscience de réalisations personnelles pour enfin identifier des forces positives et des buts personnels.

Dans la dépression, caractérisée par un manque de spécificité et un biais pour les événements négatifs, donner des explications sur ce qu'est la MAB, sur un mode d'éducation thérapeutique, permettrait d'améliorer les compétences des patients (Neshat-Doost *et al.*, 2012). Cette équipe a également travaillé sur la stabilisation de l'état émotionnel : diminuer et prendre de la distance avec les pensées négatives en favorisant une position d'observateur et augmenter les pensées positives en favorisant la position d'acteur. Entraîner la mémoire de travail et les fonctions exécutives semble également pertinent, ainsi que partir des connaissances personnelles, des périodes de vie ou des événements de vie généraux pour atteindre des souvenirs de plus en plus spécifiques. Enfin, il est intéressant d'impliquer les participants en leur donnant un travail personnel à réaliser entre chaque séance, ce qui est retrouvé dans plusieurs prises en charge.

Les personnes présentant un trouble de stress post-traumatique présentent des symptômes de reviviscence de l'événement traumatique. Les objectifs des prises en charge sont assez similaires à ceux des thérapeutiques de la dépression : détourner l'attention, revivre les événements positifs en tant qu'acteur et les épisodes traumatiques en tant qu'observateur. La technique MEST (*MEmory Specifity Training*) est utilisée aussi bien dans la dépression que dans le stress post-traumatique (Raes, Williams & Hermans, 2009). Ces séances sont collectives, une importance est accordée à la définition des termes liés à la MAB, des missions sont données entre les séances (écrire des souvenirs en partant de mots cibles neutres et positifs et sont repris dans la séance suivante), des explications sont ajustées pour préciser la spécificité des souvenirs au fur et à mesure de la prise en charge.

Dans la schizophrénie, une étude a été réalisée en mettant l'accent sur la continuité de l'identité dans le temps et sur la cohésion du *self* (Ricarte, Hernández-Viadel, Latorre, Ros & Serrano, 2014). Les premières séances permettent de définir le vocabulaire lié à la MAB. Dans les séances suivantes, les personnes sont invitées à raconter des souvenirs d'événements vécus à différentes périodes (hier, enfance, fête à l'adolescence, dernier Nouvel An…). Le groupe « corrige » la spécificité du souvenir raconté par un de leur pair à l'aide d'un score d'épisodicité. Il leur est également demandé de tenir un journal de souvenirs et de réaliser quelques travaux personnels.

Enfin, dans la maladie d'Alzheimer, des techniques de facilitation et de compensation sont mises en place, ainsi que des aides environnementales. Des indices personnalisés et des indices standardisés sont utilisés, ainsi que des indices verbaux et non verbaux (chanson préférée, photographies des artistes ou sportifs préférés…). Une implication de la famille est nécessaire pour le bon déroulement de ces prises en charge. Les outils numériques sont également utilisés comme la SensCam (caméra portative qui prend des photographies automatiquement à intervalle régulier) ou le portable afin de pouvoir sensibiliser, entre autres, à la perspective d'acteur (Dubourg, Silva, Fitamen, Moulin & Souchay, 2016 ; Lalanne & Piolino, 2013).

Une des méthodes utilisées dans cette population est le programme REMau (Lalanne & Piolino, 2013), permettant de faciliter l'accès aux informations par l'effet d'amorçage dû aux répétitions de l'indiçage (sans erreurs), ainsi que par l'utilisation de stratégies de récupération. Les séances commencent par une récupération d'une connaissance sémantique (ex. : période du lycée), mieux conservée dans cette pathologie, puis vont vers des événements de plus en plus spécifiques (ex. : le jour des résultats du bac) en utilisant de moins en moins d'indices.

D'autres études se sont également basées sur la musique comme indice de récupération en jouant sur la partie émotionnelle liée aux chansons proposées (Eustache-Vallée, Juskenaite, Laisney, Desgranges & Platel, 2016).

4.2. Réhabilitation dans l'autisme

La littérature sur la prise en charge de la MAB fournit quelques pistes pertinentes à considérer dans la construction d'un programme de remédiation de la MAB appliqué aux TSA.

4.2.1. Supports et aides

En accord avec le modèle de « support de la tâche » proposé par Dermot Bowler, il est important de fournir des indices ou une aide visuelle permettant de faciliter le rappel (Bowler *et al.*, 2004). En effet, de meilleures performances ont été rapportées avec l'utilisation de questionnaires à choix forcé (oui-non) (Bruck *et al.*, 2007), quand le mot indice est fortement imageable (Crane, Pring, Jukes & Goddard, 2012), et lorsqu'on demande d'écrire le souvenir plutôt que de le rappeler à l'oral (Crane *et al.*, 2012). Utiliser une technique de facilitation (Lalanne & Piolino, 2013 ; Madore & Schacter, 2014) est donc parfaitement adapté au contexte des TSA. En effet, nous avons montré dans notre laboratoire que les performances de rappel de souvenirs d'enfants avec TSA se normalisaient quand ils étaient aidés par une image (Anger *et al.*, 2012). De plus, les aides prothétiques (planning, listes, calendrier…) (Lalanne & Piolino, 2013), souvent utilisées dans ce trouble, sont également pertinentes pour la prise en charge de la MAB. Par exemple, créer un axe chronologique permet d'améliorer la perception du temps et mieux se repérer dans les évènements passés et futurs.

4.2.2. Structuration et richesse du souvenir

D'autres stratégies pourraient permettre d'améliorer les compétences de MAB. Ainsi, commencer par définir et expliquer la MAB avec un vocabulaire approprié semble pertinent (Neshat-Doost *et al.*, 2012 ; Raes *et al.*, 2009 ; Ricarte *et al.*, 2014). Initier une « grille du souvenir » ou un score d'épisodicité (Ricarte *et al.*, 2014) comportant les différents éléments constituants d'un souvenir (qui, quoi, détails sensoriels…) permettrait de guider ces enfants et faciliterait la production de souvenirs épisodiques détaillés (Madore & Schacter, 2014 ; Neshat-Doost *et al.*, 2012). L'utilisation de cette grille s'estomperait au fur et à mesure des séances. Enfin, d'autres stratégies telles que le fait de créer une image mentale d'un souvenir permettrait d'augmenter et d'approfondir les détails rappelés (environnement, personnes, actions…) (Madore & Schacter, 2014). Identifier les éléments importants lors de la mémorisation (qui l'a dit ?) conduirait également à améliorer la mémoire de la source. Insister sur la création de liens entre différents éléments similaires diminuerait les efforts de récupération et d'imagination pour un événement futur, etc.

Concernant la richesse du souvenir, il est également possible de la renforcer en multipliant les modalités perceptives (auditives, visuelles,

pratiquées…), en répétant les informations, en les verbalisant auprès de quelqu'un d'autre, mais aussi en les écrivant, ce qui permet de structurer et de prendre du recul sur ses souvenirs (Nelson & Fivush, 2004). Utiliser une autre modalité perceptive permettrait d'améliorer le rappel. Il est également pertinent de partir des connaissances générales personnelles, mieux conservées, pour retrouver des événements de plus en plus spécifiques (Lalanne & Piolino, 2013 ; Neshat-Doost *et al.*, 2012), mais aussi de partir des souvenirs spécifiques par exemple en lien avec les intérêts restreints pour accéder à des faits plus généraux qui peuvent structurer les souvenirs de cette période. Un effet de l'âge d'encodage existant dans les TSA (Bon *et al.*, 2012 ; Bruck *et al.*, 2007 ; Goddard, Dritschel, Robinson, *et al.*, 2014), explorer et renforcer des souvenirs de différentes périodes parait pertinent (Ricarte *et al.*, 2014) ainsi qu'imaginer des évènements qui pourraient se passer dans le futur.

4.2.3. Rapport à soi et aux autres

La personnalisation des séances est importante, elle consiste à impliquer les participants, par le biais de missions inter-séances (écrire un souvenir pour changer le mode de rappel, filmer un évènement, travailler sur des émotions…) qui seront reprises en séances (Neshat-Doost *et al.*, 2012 ; Raes *et al.*, 2009 ; Ricarte *et al.*, 2014). Faire des exercices où l'enfant filme un événement qu'il vit, contribuerait à le sensibiliser, notamment sur l'importance du point de vue d'acteur ou encore sur l'effet de référence à soi.

Réaliser des séances individuelles et collectives permet de travailler sur différents éléments. Les séances individuelles sont plus ciblées et permettent de répondre aux besoins spécifiques des enfants. Les séances collectives quant à elles, explorent et facilitent les capacités narratives et d'échange, la sociabilisation et la communication (Chiang *et al.*, 2010 ; Ricarte *et al.*, 2014). Une implication plus importante des participants peut être envisagée en leur demandant de « corriger » la spécificité des souvenirs de leurs camarades grâce à une grille du souvenir en indiquant par exemple qu'il manque les détails concernant le lieu (Ricarte *et al.*, 2014). Une implication de la famille semble nécessaire pour le bon déroulement de ces prises en charge (Lalanne & Piolino, 2013). Enfin, l'approche par les thérapies narratives peut également être intéressante (Vetere & Dowling, 2005).

L'ensemble de ces exercices soutiendrait le fonctionnement de la MAB avec des répercussions indéniables sur l'identité personnelle et sociale des enfants avec autisme et plus précisément en renforçant la continuité de leur identité dans le temps et de ce fait la cohésion du *self* (Ricarte *et al.*, 2014). Par exemple, une sensibilisation sur la prise de conscience de réalisations personnelles permettrait d'identifier des forces positives et des buts personnels (Chiang *et al.*, 2010). Au-delà, la prise en charge de la MAB est également prétexte à la remédiation d'autres compétences cognitives et sociales. Aussi, un bénéfice devrait être également observé sur les différentes compétences qui sous-tendent le fonctionnement de la MAB.

5. Bibliographie

Atance C.M., O'Neill D.K. (2005). The emergence of episodic future thinking in humans. *Learning and Motivation*, *36*(2), 126-144. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2005.02.003

Baker-Ward L., Hess T.M., Flannagan D.A. (1990). The effects of involvement on children's memory for events. *Cognitive Development*, *5*(1), 55-69. https://doi.org/10.1016/0885-2014(90)90012-I

Baker-Ward L., Ornstein P.A., Principe G.F. (1997). Revealing the representation : Evidence from children's reports of events. In P. van den Broek, P.J. Bauer & T.Bourg, *Developmental Spans in Event Comprehension and Representation : Bridging Fictional and Actual Events* (Hillsdale : Erlbaum., p. 79-110). Routledge.

Bang J., Burns J., Nadig A. (2013). Brief Report : Conveying Subjective Experience in Conversation : Production of Mental State Terms and Personal Narratives in Individuals with High Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(7), 1732-1740. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1716-4

Bartsch K., Horvath K., Estes D. (2003). Young children's talk about learning events. *Cognitive Development*, *18*(2), 177-193. https://doi.org/10.1016/S08852014(03)00019-4

Bauer P.J., Burch M.M., Scholin S.E., Güler O.E. (2007). Using cue words to investigate the distribution of autobiographical memories in childhood. *Psychological Science*, *18*(10), 910-916. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01999.x

Bauer P.J., Hertsgaard L.A., Dow, G.A. (1994). After 8 months have passed : long-term recall of events by 1- to 2-year-old children. *Memory (Hove, England)*, *2*(4), 353-382. https://doi.org/10.1080/09658219408258955

Bellon M.L., Ogletree B.T., Harn W.E. (2000). Repeated Storybook Reading as a Language Intervention for Children with Autism : A Case Study on the Application of Scaffolding. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *15*(1), 52-58. https://doi.org/10.1177/108835760001500107

Ben Shalom D., Mostofsky S.H., Hazlett R.L., Goldberg M.C., Landa R.J., Faran Y., … Hoehn-Saric R. (2006). Normal physiological emotions but differences in expression of conscious feelings in children with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(3), 395-400. https://doi.org/10.1007/ s10803-006-0077-2

Bertoux, M. (2016). Cognition sociale. EMC Neurologie, 13(4). https://doi.org/10.1016/S0246-0378(16)65655-5

Bitsika V., Sharpley C.F. (2004). Stress, Anxiety and Depression Among Parents of Children With Autism Spectrum Disorder. *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, *14*(2), 151-161. https://doi.org/10.1017/S1037291100002466

Bon L., Baleyte J.M., Piolino P., Desgranges B., Eustache F., Guillery-Girard B. (2012). Growing Up with Asperger's Syndrome : Developmental Trajectory of Autobiographical Memory. *Frontiers in Psychology*, *3*, 605. https://doi.org/10.3389/ fpsyg.2012.00605

Boucher J. (2007). Memory and generativity in very high functioning autism : a firsthand account, and an interpretation. *Autism : The International Journal of*

Research and Practice, *11*(3), 255-264. https://doi.org/10.1177/1362361307076863

Boucher J., Warrington E.K. (1976). Memory deficits in early infantile autism : some similarities to the amnesic syndrome. *British Journal of Psychology (London, England : 1953)*, *67*(1), 73-87.

Bowler D.M., Gaigg S.B., Gardiner J.M. (2008). Subjective organisation in the free recall learning of adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(1), 104-113. https://doi.org/10.1007/s10803-0070366-4

Bowler D.M., Gaigg S.B., Lind S.E. (2011). Memory in autism : binding, self and brain. In I. Roth & P. Rezaie , *Researching the autism spectrum : contemporary perspectives* (p. 316-346). Cambridge : Cambridge University Press. https://doi. org/10.1017/CBO9780511973918.013

Bowler D.M., Gardiner J.M., Berthollier N. (2004). Source memory in adolescents and adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(5), 533-542.

Brown B.T., Morris G., Nida R.E., Baker-Ward L. (2012). Brief report : making experience personal : internal states language in the memory narratives of children with and without Asperger's disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(3), 441-446. https://doi.org/10.1007/s10803-011-1246-5

Bruce D., Wilcox-O'Hearn L.A., Robinson J.A., Phillips-Grant K., Francis L., Smith M.C. (2005). Fragment memories mark the end of childhood amnesia. *Memory & Cognition*, *33*(4), 567-576.

Bruck M., London K., Landa R., Goodman J. (2007). Autobiographical memory and suggestibility in children with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, *19*(1), 73-95. https://doi.org/10.1017/S0954579407070058

Bunnell S.L., Greenhoot A.F. (2012). When and why does abuse predict reduced autobiographical memory specificity ? *Memory*, *20*(2), 121-137. https://doi.org/10.1080/09658211.2011.648197

Busby J., Suddendorf T. (2005). Recalling yesterday and predicting tomorrow. *Cognitive Development*, *20*(3), 362-372. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2005.05.002

Cashin A. (2008). Narrative therapy : a psychotherapeutic approach in the treatment of adolescents with Asperger's disorder. *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursin;* *21*(1), 48-56. https://doi.org/10.1111/j.1744-6171.2008.00128.x

Cashin A.J. (2005). Autism : Understanding conceptual processing deficits. Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services, 43(4), 22‑30

Chiang K.J., Chu H., Chang H.J., Chung M.H., Chen C.H., Chiou H.Y., Chou K.R. (2010). The effects of reminiscence therapy on psychological well-being, depression, and loneliness among the institutionalized aged. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *25*(4), 380-388. https://doi.org/10.1002/gps.2350

Çili S., Stopa L. (2015). The retrieval of self-defining memories is associated with the activation of specific working selves. *Memory*, *23*(2), 233-253. https://doi.org/10.1 080/09658211.2014.882955

Conway M.A. (2001). Sensory-perceptual episodic memory and its context : autobiographical memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of*

London. Series B, Biological Sciences, *356*(1413), 1375-1384. https://doi.org/10.1098/ rstb.2001.0940

Conway M.A. (2005). Memory and the self. *Journal of Memory and Language*, *53*(4), 594-628. https://doi.org/10.1016/j.jml.2005.08.005

Conway M.A., Pleydell-Pearce C.W. (2000). The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological Review*, *107*(2), 261-288.

Cotelli M., Manenti R., Zanetti O. (2012). Reminiscence therapy in dementia : a review. *Maturitas*, *72*(3), 203-205. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.04.008

Crane C., Barnhofer T., Williams J.M.G. (2007). Cue self-relevance affects autobiographical memory specificity in individuals with a history of major depression. *Memory*, *15*(3), 312-323. https://doi.org/10.1080/ 09658210701256530

Crane L., Goddard L., Pring L. (2010). Brief Report : Self-defining and everyday autobiographical memories in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *40*(3), 383-391. https://doi.org/10.1007/ s10803-009-0875-4

Crane L., Pring L., Jukes K., Goddard L. (2012). Patterns of autobiographical memory in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(10), 2100-2112. https://doi.org/10.1007/s10803-012-1459-2

Cycowicz Y.M., Friedman D., Snodgrass J.G., Duff M. (2001). Recognition and source memory for pictures in children and adults. *Neuropsychologia*, 39(3), 255

Czernochowski D., Mecklinger A., Johansson M., Brinkmann M. (2005). Age-related differences in familiarity and recollection : ERP evidence from a recognition memory study in children and young adults. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, *5*(4), 417-433.

Dalgleish T., Williams J.M.G., Golden A.M.J., Perkins N., Barrett L.F., Barnard P.J., Watkins E. (2007). Reduced specificity of autobiographical memory and depression : the role of executive control. *Journal of Experimental Psychology*. *General*, *136*(1), 23-42. https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.1.23

Damon W., Hart D. (1991). *Self-Understanding in Childhood and Adolescence*. CUP Archive.

Dawson G., McKissick F.C. (1984). Self-recognition in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *14*(4), 383-394.

Dawson G., Watling R. (2000). Interventions to facilitate auditory, visual, and motor integration in autism : a review of the evidence. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *30*(5), 415-421.

de Chastelaine M., Friedman D., Cycowicz Y.M. (2007). The development of control processes supporting source memory discrimination as revealed by event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(8), 1286-1301. https://doi. org/10.1162/jocn.2007.19.8.1286

Dégeilh F., Eustache F., Guillery-Girard B. (2015). Le développement cognitif et cérébral de la mémoire : de l'enfance à l'âge adulte. *Biologie Aujourd'hui*, *209*(3), 249-260. https://doi.org/10.1051/jbio/2015026

Dubourg L., Silva A.R., Fitamen C., Moulin C.J.A., Souchay C. (2016). SenseCam : A new tool for memory rehabilitation ? *Revue Neurologique*, 172(12), 735-747. https://doi.org/10.1016/j.neurol.2016.03.009

Eisenberg A.R. (1985). Learning to describe past experiences in conversation. *Discourse Processes*, *8*(2), 177-204. https://doi.org/10.1080/01638538509544613

Eustache F. (2012). Le paradoxe de l'identité singulière et plurielle : un paradigme inédit et un défi nouveau pour la neuropsychologie, The paradox of singular and plural identity : a novel paradigm and a new challenge for neuropsychology. *Revue de neuropsychologie*, *4*(1), 9-23.

Eustache F., Guillery-Girard B. (2016). La Neuroéducation : la mémoire au cœur des apprentissages. Odile Jacob.

Eustache F., Guillery-Girard B., Dayan J. (2017). Les liens ténus et complexes entre mémoire et émotions. *In Analysis*, *1*(1), 32-38. https://doi.org/10.1016/j.inan.2016.12.006

Eustache-Vallée M.L., Juskenaite A., Laisney M., Desgranges B., Platel H. (2016, décembre). *Sentiment d'identité et réminiscence autobiographique par l'écoute de chansons connues chez des patients à des stades modérés à sévères de la Maladie d'Alzheimer*. Présenté à SNLF, Paris.

Fivush R., Haden C.A., Reese E. (2006). Elaborating on Elaborations : Role of Maternal Reminiscing Style in Cognitive and Socioemotional Development. *Child Development*, 77(6), 1568-1588. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00960.x

Fivush R., Haden C., Adam S. (1995). Structure and Coherence of Preschoolers – Personal Narratives over Time : Implications for Childhood Amnesia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *60*(1), 32-56. https://doi.org/10.1006/jecp.1995.1030

Foster C.J.E., Garber J., Durlak J.A. (2008). Current and Past Maternal Depression, Maternal Interaction Behaviors, and Children's Externalizing and Internalizing Symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *36*(4), 527-537. https://doi.org/10.1007/s10802-007-9197-1

Frith U. (2003). *Autism : Explaining the Enigma*. Wiley.

Ghetti S., Angelini L. (2008). The development of recollection and familiarity in childhood and adolescence : evidence from the dual-process signal detection model. *Child Development*, *79*(2), 339-358. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01129.x

Goddard L., Dritschel B., Burton A. (1997). Social problem solving and autobiographical memory in non-clinical depression. *The British Journal of Clinical Psychology*, *36 (Pt 3)*, 449-451.

Goddard L., Dritschel B., Howlin P. (2014). A preliminary study of gender differences in autobiographical memory in children with an autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *44*(9), 2087-2095. https://doi.org/10.1007/ s10803-014-2109-7

Goddard L., Dritschel B., Robinson S., Howlin P. (2014). Development of autobiographical memory in children with autism spectrum disorders : deficits, gains, and predictors of performance. *Development and Psychopathology*, *26*(1), 215-228. https://doi.org/10.1017/S0954579413000904

Goddard L., Howlin P., Dritschel B., Patel T. (2007). Autobiographical memory and social problem-solving in Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(2), 291-300. https://doi.org/10.1007/s10803-006-0168-0

Goddard L., O'Dowda H., Pring L. (2017). Knowing me, knowing you : Self defining memories in adolescents with and without an autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *37*, 31-40. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2017.02.002

Goddard L., Pring L., Felmingham N. (2005). The effects of cue modality on the quality of personal memories retrieved. *Memory*, *13*(1), 79-86. https://doi. org/10.1080/09658210344000594

Goldman S. (2008). Brief report : narratives of personal events in children with autism and developmental language disorders : unshared memories. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(10), 1982-1988. https://doi.org/10.1007/s10803-0080588-0

Goldman S., DeNigris D. (2015). Parents' strategies to elicit autobiographical memories in autism spectrum disorders, developmental language disorders and typically developing children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(5), 1464-1473. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2271-y

Greenhoot A.F. (2000). Remembering and Understanding : The Effects of Changes in Underlying Knowledge on Children's Recollections. *Child Development*, *71*(5), 1309-1328. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00230

Guillery-Girard B., Martins S., Deshayes S., Hertz-Pannier L., Chiron C., Jambaqué I., … Eustache F. (2013). Developmental Trajectories of Associative Memory from Childhood to Adulthood : A Behavioral and Neuroimaging Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *7*. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00126

Gulya M., Rossi-George A., Hartshorn K., Vieira A., Rovee-Collier C., Johnson M.K., Chalfonte B.L. (2002). The development of explicit memory for basic perceptual features. *Journal of Experimental Child Psychology*, *81*(3), 276-297. https://doi. org/10.1006/jecp.2001.2654

Haight B.K., Webster J.D. (1995). *The Art and Science of Reminiscing : Theory, Research, Methods, and Applications*. Taylor & Francis.

Halbwachs M. (1925). *Les cadres sociaux de la mémoire* (Vol. 117). Paris, 1994, P.VI : Albin Michel.

Happé F., Frith U. (2006). The weak coherence account : detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(1), 5-25. https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0

Henderson H.A., Zahka N.E., Kojkowski N.M., Inge A.P., Schwartz C.B., Hileman C.M., … Mundy P.C. (2009). Self-referenced memory, social cognition, and symptom presentation in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *50*(7), 853-861. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02059.x

Hermelin B., O'Connor N. (1970). *Psychological Experiments with Autistic Children*. Pergamon Press.

Herz R.S. (2004). A naturalistic analysis of autobiographical memories triggered by olfactory visual and auditory stimuli. *Chemical Senses*, *29*(3), 217-224.

Hobson R.P. (1990). On the origins of self and the case of autism. *Development and Psychopathology*, *2*(2), 163-181. https://doi.org/10.1017/S0954579400000687

Hoffman C.D., Sweeney D.P., Hodge D., Lopez-Wagner M.C., Looney L. (2009). Parenting Stress and Closeness : Mothers of Typically Developing Children and Mothers of Children With Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *24*(3), 178-187. https://doi.org/10.1177/1088357609338715

Hopkin M. (2004). Link proved between senses and memory. *Nature News*. https:// doi.org/10.1038/news040524-12

Howe M.L., Courage M.L. (1993). On resolving the enigma of infantile amnesia. *Psychological Bulletin*, *113*(2), 305-326.

Howe M.L., Courage M.L. (1997). The emergence and early development of autobiographical memory. *Psychological Review*, *104*(3), 499-523.

Hudson J.A., Fivush R., Kuebli J. (1992). Scripts and episodes : The development of event memory. *Applied Cognitive Psychology*, *6*(6), 483-505. https://doi.org/10.1002/ acp.2350060604

Jamison T.R., Schuttler J.O. (2015). Examining social competence, self-perception, quality of life, and internalizing and externalizing symptoms in adolescent females with and without autism spectrum disorder : a quantitative design including between-groups and correlational analyses. *Molecular Autism*, *6*, 53. https://doi. org/10.1186/s13229-015-0044-x

Johnson S.A., Filliter J.H., Murphy R.R. (2009). Discrepancies between self- and parent-perceptions of autistic traits and empathy in high functioning children and adolescents on the autism spectrum. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(12), 1706-1714. https://doi.org/10.1007/s10803-009-0809-1

King D., Dockrell J.E., Stuart M. (2013). Event narratives in 11-14 year olds with autistic spectrum disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *48*(5), 522-533. https://doi.org/10.1111/1460-6984.12025

Klein S.B. (2012). The two selves : the self of conscious experience ant its brain. In J. Leary & J. Tangney, *Handbook of self and identity*. 2nd ed. New York : Guildford Publications.

Klein S.B., Gangi C.E. (2010). The multiplicity of self : neuropsychological evidence and its implications for the self as a construct in psychological research. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1191*, 1-15. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632. 2010.05441.x

Klein S.B., German T.P., Cosmides L., Gabriel R. (2004). A Theory of Autobiographical Memory : Necessary Components and Disorders Resulting from their Loss. *Social Cognition*, *22*(5), 460-490. https://doi.org/10.1521/soco.22.5.460.50765

Lalanne J., Piolino P. (2013). [Main interventions for rehabilitation of autobiographical memory in Alzheimer's disease from early to severe stage : a review and new perspectives]. *Geriatrie Et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, *11*(3), 275-285. https://doi.org/10.1684/pnv.2013.0422

Lee A., Hobson R.P., Chiat S. (1994). I, you, me, and autism : an experimental study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(2), 155-176.

Legrand N., Gagnepain P., Peschanski D., Eustache F. (2015). Neurosciences et mémoires collectives : les schémas entre cerveau, sociétés et cultures. *Biologie Aujourd'hui*, *209*(3), 273-286. https://doi.org/10.1051/jbio/2015025

Lind S.E. (2010). Memory and the self in autism : A review and theoretical framework. *Autism : The International Journal of Research and Practice*, *14*(5), 430-456. https:// doi.org/10.1177/1362361309358700

Lind S.E., Bowler D.M. (2009a). Delayed self-recognition in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(4), 643-650. https://doi.org/10.1007/s10803-008-0670-7

Lind S.E., Bowler D.M. (2009 b). Recognition memory, self-other source memory, and theory-of-mind in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and*
Developmental Disorders, *39*(9), 1231-1239. https://doi.org/10.1007/s10803-0090735-2

Lind S.E., Bowler D.M. (2010). Episodic memory and episodic future thinking in adults with autism. *Journal of Abnormal Psychology*, *119*(4), 896-905. https://doi.org/10.1037/a0020631

Lind S.E., Williams D.M., Bowler D.M., Peel A. (2014). Episodic memory and episodic future thinking impairments in high-functioning autism spectrum disorder : an underlying difficulty with scene construction or self-projection ? *Neuropsychology*, *28*(1), 55-67. https://doi.org/10.1037/neu0000005

Losh M., Capps L. (2003). Narrative ability in high-functioning children with autism or Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *33*(3), 239-251.

Losh M., Capps L. (2006). Understanding of emotional experience in autism : Insights from the personal accounts of high-functioning children with autism. *Developmental Psychology*, *42*(5), 809-818. https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.5.809

Madore K.P., Schacter D.L. (2014). An episodic specificity induction enhances meansend problem solving in young and older adults. *Psychology and Aging*, *29*(4), 913-924. https://doi.org/10.1037/a0038209

Maister L., Simons J.S., Plaisted-Grant K. (2013). Executive functions are employed to process episodic and relational memories in children with autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, *27*(6), 615-627. https://doi.org/10.1037/a0034492

Marcaggi G., Bon L., Eustache F., Guillery-Girard B. (2010). La mémoire dans l'autisme : 40 ans après. *Revue de neuropsychologie*, *2*(4), 310-319. https://doi.org/10.3917/rne.024.0310

McCrory E., Henry L.A., Happé F. (2007). Eye-witness memory and suggestibility in children with Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *48*(5), 482-489. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01715.x

McDonnell C.G., Valentino K., Diehl J.J. (2017). A developmental psychopathology perspective on autobiographical memory in autism spectrum disorder. *Developmental Review*, *44*, 59-81. https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.01.001

McDonnell C.G., Valentino K., Diehl J.J. (s. d.). A developmental psychopathology perspective on autobiographical memory in autism spectrum disorder. *Developmental Review*. https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.01.001

McGuigan F., Salmon K. (2004). The time to talk : the influence of the timing of adultchild talk on children's event memory. *Child Development*, *75*(3), 669-686. https:// doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00700.x

Melinder A., Endestad T., Magnussen S. (2006). Relations between episodic memory, suggestibility, theory of mind, and cognitive inhibition in the preschool child. *Scandinavian Journal of Psychology*, *47*(6), 485-495. https://doi.org/10.1111/j.1467- 9450.2006.00542.x

Millward C., Powell S., Messer D., Jordan R. (2000). Recall for self and other in autism : children's memory for events experienced by themselves and their peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *30*(1), 15-28.

Miyake A., Friedman N.P., Emerson M.J., Witzki A.H., Howerter A., Wager T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex « Frontal Lobe » tasks : a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49-100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Moberly N.J., MacLeod A.K. (2006). Goal pursuit, goal self-concordance, and the accessibility of autobiographical knowledge. *Memory*, *14*(7), 901-915. https://doi.org/10.1080/09658210600859517

Mottron L., Dawson M., Soulières I., Hubert B., Burack J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism : an update, and eight principles of autistic perception.

Journal of Autism and Developmental Disorders, *36*(1), 27-43. https://doi. org/10.1007/s10803-005-0040-7

Neisser U. (1988). Five kinds of self-knowledge. *Philosophical Psychology*, *1*(1), 35-59. https://doi.org/10.1080/09515088808572924

Nelson K. (2001). Language and the self : From the « Experiencing I » to the « Continuing Me ». In *The self in time : Developmental perspectives* (p. 15-33). Mahwah N.J., US : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Nelson K., Fivush R. (2004). The emergence of autobiographical memory : a social cultural developmental theory. *Psychological Review*, *111*(2), 486-511. https://doi. org/10.1037/0033-295X.111.2.486

Neshat-Doost H.T., Dalgleish T., Yule W., Kalantari M., Ahmadi S.J., Dyregrov A., Jobson L. (2012). Enhancing Autobiographical Memory Specificity Through Cognitive Training An Intervention for Depression Translated From Basic Science. *Clinical Psychological Science*, 2167702612454613. https://doi.org/10. 1177/2167702612454613

Newcombe N.S., Lloyd M.E., Ratliff K.R. (2007). Development of episodic and autobiographical memory : a cognitive neuroscience perspective. *Advances in Child Development and Behavior*, *35*, 37-85.

O'Neill D.K., Chong S.C. (2001). Preschool children's difficulty understanding the types of information obtained through the five senses. *Child Development*, *72*(3), 803-815.

O'Neill D.K., Gopnik A. (1991). Young children's ability to identify the sources of their beliefs. *Developmental Psychology*, *27*(3), 390-397. https://doi.org/10.1037/00121649.27.3.390

O'Neill D.K., Astington J.W., Flavell J.H. (1992). Young children's understanding of the role that sensory experiences play in knowledge acquisition. *Child Development*, *63*(2), 474-490.

Oppenheim D., Koren-Karie N., Dolev S., Yirmiya N. (2009). Maternal insightfulness and resolution of the diagnosis are associated with secure attachment in preschoolers with autism spectrum disorders. *Child Development*, *80*(2), 519-527. https://doi. org/10.1111/j.1467-8624.2009.01276.x

Oppenheim D., Koren-Karie N., Dolev S., Yirmiya N. (2012). Maternal sensitivity mediates the link between maternal insightfulness/resolution and child-mother attachment : the case of children with Autism Spectrum Disorder. *Attachment &*

Human Development, 14(6), 567-584. https://doi.org/10.1080/14616734.2012.727 256

Ornstein P.A., Haden C.A. (2001). Memory Development or the Development of Memory ? *Current Directions in Psychological Science*, *10*(6), 202-205.

Ornstein P.A., Merritt K.A., Baker-Ward L., Furtado E., Gordon B.N., Principe G. (1998). Children's knowledge, expectation, and long-term retention. *Applied Cognitive Psychology*, *12*(4), 387-405. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199808)12:4<387:AID-ACP574>3.0.CO;2-5

Perner J., Ruffman T. (1995). Episodic memory and autonoetic consciousness : developmental evidence and a theory of childhood amnesia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *59*(3), 516-548.

Peterson C. (2002). Children's long-term memory for autobiographical events. *Developmental Review*, *22*(3), 370-402. https://doi.org/10.1016/S02732297(02)00007-2

Pillemer D. (1992). Preschool children's memories of personal circumstances : The fire alarm study. *Emory Symposia in Cognition*.

Pillemer D.B., Picariello M.L., Pruett J.C. (1994). Very long-term memories of a salient preschool event. *Applied Cognitive Psychology*, *8*(2), 95-106. https://doi.org/10.1002/ acp.2350080202

Piolino, P., & Eustache, F. (2002). Souvenirs d'enfance, mémoire épisodique et conscience autonoétique : les énigmes et les révélations de l'amnésie infantile. In *Trouble neurologique, conflit psychique* (Puf, p. 73‑114).

Piolino P., Hisland M., Ruffeveille I., Matuszewski V., Jambaqué I., Eustache F. (2007). Do school-age children remember or know the personal past ? *Consciousness and Cognition*, *16*(1), 84-101. https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.09.010

Povinelli D.J. (2001). The Self : Elevated in Consciousness and Extended in Time. In C. Moore & K. Lemmon , *The Self in Time : Developmental Perspectives* (p. 75-95). Lawrence Erlbaum.

Povinelli D.J., Landau K.R., Perilloux H.K. (1996). Self-recognition in young children using delayed versus live feedback : evidence of a developmental asynchrony. *Child Development*, *67*(4), 1540-1554.

Quas J.A., Goodman G.S., Bidrose S., Pipe M.E., Craw S., Ablin D.S. (1999). Emotion and memory : Children's long-term remembering, forgetting, and suggestibility. *Journal of Experimental Child Psychology*, *72*(4), 235-270. https://doi.org/10.1006/ jecp.1999.2491

Raes F., Williams J.M.G., Hermans D. (2009). Reducing cognitive vulnerability to depression : a preliminary investigation of MEmory Specificity Training (MEST) in inpatients with depressive symptomatology. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *40*(1), 24-38. https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2008.03.001

Reese E., Cox A. (1999). Quality of adult book reading affects children's emergent literacy. *Developmental Psychology*, *35*(1), 20-28.

Reese E., Haden C.A., Baker-Ward L., Bauer P., Fivush R., Ornstein P.A. (2011). Coherence of Personal Narratives across the Lifespan: A Multidimensional Model and Coding Method. *Journal of cognition and development: official journal of the*

Cognitive Development Society, *12*(4), 424-462. https://doi.org/10.1080/15248372. 2011.587854

Ricarte J.J., Hernández-Viadel J.V., Latorre J.M., Ros L., Serrano J.P. (2014). Effects of Specific Positive Events Training on Autobiographical Memories in People with Schizophrenia. *Cognitive Therapy and Research*, 38(4), 407-415. https://doi.org/10.1007/s10608-014-9610-3

Robertson E.K., Köhler S. (2007). Insights from child development on the relationship between episodic and semantic memory. *Neuropsychologia*, *45*(14), 3178-3189. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.021

Robinson S., Goddard L., Dritschel B., Wisley M., Howlin P. (2009). Executive functions in children with autism spectrum disorders. *Brain and Cognition*, *71*(3), 362-368. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.06.007

Robinson S., Howlin P., Russell A. (2016). Personality traits, autobiographical memory and knowledge of self and others : A comparative study in young people with autism spectrum disorder. *Autism*, 1362361316645429. https://doi.org/10.1177/1362361316645429

Rogers T.B., Kuiper N.A., Kirker W.S. (1977). Self-reference and the encoding of personal information. *Journal of Personality and Social Psychology*, *35*(9), 677-688.

Romine C.B., Reynolds C.R. (2004). Sequential memory : a developmental perspective on its relation to frontal lobe functioning. *Neuropsychology Review*, *14*(1), 43-64.

Ruffman T., Rustin C., Garnham W., Parkin A.J. (2001). Source monitoring and false memories in children : relation to certainty and executive functioning. *Journal of Experimental Child Psychology*, *80*(2), 95-111. https://doi.org/10.1006/jecp.2001.2632

Russell J., Jarrold C. (1999). Memory for actions in children with autism : self versus other. *Cognitive Neuropsychiatry*, *4*(4), 303-331. https://doi.org/10.1080/135468099395855

Russo N., Flanagan T., Iarocci G., Berringer D., Zelazo P.D., Burack J.A. (2007). Deconstructing executive deficits among persons with autism : implications for cognitive neuroscience. *Brain and Cognition*, *65*(1), 77-86. https://doi.org/10.1016/j. bandc.2006.04.007

Silani G., Bird G., Brindley R., Singer T., Frith C., Frith U. (2008). Levels of emotional awareness and autism : an fMRI study. *Social Neuroscience*, *3*(2), 97-112. https:// doi.org/10.1080/17470910701577020

Singer G.H.S. (2006). Meta-analysis of comparative studies of depression in mothers of children with and without developmental disabilities. *American Journal of Mental Retardation : AJMR*, *111*(3), 155-169. https://doi.org/10.1352/0895-8017(2006)111[155 : MOCSOD]2.0.CO ; 2

Slaughter V., Peterson C.C., Mackintosh E. (2007). Mind what mother says : narrative input and theory of mind in typical children and those on the autism spectrum. *Child Development*, *78*(3), 839-858. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01036.x

Sluzenski J., Newcombe N.S., Kovacs S.L. (2006). Binding, relational memory, and recall of naturalistic events : a developmental perspective. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *32*(1), 89-100. https://doi. org/10.1037/0278-7393.32.1.89

Solomon O. (2004). Narrative introductions : discourse competence of children with autistic spectrum disorders. *Discourse Studies*, *6*(2), 253-276. https://doi.org/10.1177/1461445604041770

Spiker D., Ricks M. (1984). Visual self-recognition in autistic children : developmental relationships. *Child Development*, *55*(1), 214-225.

Spreng R.N., Mar R.A., Kim, A.S.N. (2009). The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of mind, and the default mode : a quantitative meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*(3), 489-510. https://doi.org/10.1162/jocn.2008.21029

Suddendorf T., Corballis M.C. (1997). Mental time travel and the evolution of the human mind. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, *123*(2), 133-167.

Symons C.S., Johnson B.T. (1997). The self-reference effect in memory : a metaanalysis. *Psychological Bulletin*, *121*(3), 371-394.

Terrett G., Rendell P.G., Raponi-Saunders S., Henry J.D., Bailey P.E., Altgassen M. (2013). Episodic future thinking in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*(11), 2558-2568. https://doi.org/10.1007/ s10803-013-1806-y

Tulving E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, *26*(1), 1-12. https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1037/h0080017

Tulving E. (2005). Episodic Memory and Autonoesis : Uniquely Human ? In H.S. Terrace & J. Metcalfe (Éd.), *The Missing Link in Cognition : Origins of Self-Reflective Consciousness* (p. 3-56). Oxford University Press.

Valentino K., Nuttall A.K., Comas M., McDonnell C.G., Piper B., Thomas T.E., Fanuele S. (2014). Mother-child reminiscing and autobiographical memory specificity among preschool-age children. *Developmental Psychology*, *50*(4), 1197-1207. https://doi.org/10.1037/a0034912

Van Abbema D.L., Bauer P.J. (2005). Autobiographical memory in middle childhood : recollections of the recent and distant past. *Memory*, *13*(8), 829-845. https://doi.org/10.1080/09658210444000430

Vannucci M., Pelagatti C., Chiorri C., Mazzoni G. (2016). Visual object imagery and autobiographical memory: Object Imagers are better at remembering their personal past. *Memory*, *24*(4), 455-470. https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1018277

Vetere A., Dowling E. (2005). Narrative Therapies with Children and their Families : A Practitioner's Guide to Concepts and Approaches (New Ed edition). London ; New York : Routledge.

Wang Q., Hutt R., Kulkofsky S., McDermott M., Wei R. (2006). Emotion Situation Knowledge and Autobiographical Memory in Chinese, Immigrant Chinese, and European American 3-Year-Olds. *Journal of Cognition and Development*, *7*(1), 95-118. https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0701_5

Wantzen P., Anger M., Eustache F., Guillery-Girard B. (2017). La mémoire autobiographique dans l'autisme : de l'enfant à l'âge adulte, Autobiographical memory in autism : from childhood to adulthood. *Revue de neuropsychologie*, *8*(4), 269-276.

Welch-Ross M.K. (1997). Mother-child participation in conversation about the past : relationships to preschoolers' theory of mind. *Developmental Psychology*, *33*(4), 618-629.

Williams D.M., Happé F. (2009). What did I say ? Versus what did I think ? Attributing false beliefs to self amongst children with and without autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(6), 865-873. https://doi.org/10.1007/s10803-0090695-6

Williams D., Happé F. (2009). Pre-conceptual aspects of self-awareness in autism spectrum disorder : the case of action-monitoring. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(2), 251-259. https://doi.org/10.1007/s10803-0080619-x

Williams J.M., Healy H.G., Ellis N.C. (1999). The effect of imageability and predicability of cues in autobiographical memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A : Human Experimental Psychology*, *52*(3), 555-579. https://doi. org/10.1080/713755828

Woods B., Spector A., Jones C., Orrell M., Davies S. (2005). Reminiscence therapy for dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD001120. https:// doi.org/10.1002/14651858.CD001120.pub2

2. Annexe 2. Article publié en premier auteur

Wantzen, Anger, Eustache, & Guillery-Girard, 2017, La mémoire autobiographique dans l'autisme : de l'enfant à l'âge adulte

CAIRN.INFO

LA MÉMOIRE AUTOBIOGRAPHIQUE DANS L'AUTISME : DE L'ENFANT À L'ÂGE ADULTE

Prany Wantzen, Marine Anger, Francis Eustache et Bérengère Guillery-Girard

John Libbey Eurotext | « Revue de neuropsychologie »

2016/4 Volume 8 | pages 269 à 276

ISSN 2101-6739

Article disponible en ligne à l'adresse :

---

https://www.cairn.inforevue-de-neuropsychologie-2016-4-page-269.htm

---

Distribution électronique Cairn.info pour John Libbey Eurotext.
© John Libbey Eurotext. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

Article de synthèse

Rev Neuropsychol

2016 ; 8 (4) : 269-76

La mémoire autobiographique dans l'autisme : de l'enfant à l'âge adulte

Autobiographical memory in autism: from childhood to adulthood

Prany Wantzen, Marine Anger, Francis Eustache, Bérengère Guillery-Girard

Normandie Univ, UNICAEN, PSL Research University, EPHE, INSERM, U1077, CHU de Caen, Neuropsychologie et Imagerie de la mémoire humaine, 2, rue des Rochambelles, 14032 Caen cedex, France
<berengere.guillery@unicaen.fr>

Pour citer cet article : Wantzen P, Anger M, Eustache F, Guillery-Girard B. La mémoire autobiographique dans l'autisme : de l'enfant à l'âge adulte. *Rev Neuropsychol* 2016 ; 8 (4) : 269-76 doi:10.1684/nrp.2016.0398

Résumé

Le fonctionnement de la mémoire autobiographique mobilise un nombre important de fonctions cognitives incluant notamment les fonctions exécutives, le langage, la cognition sociale, la conscience de soi, le traitement des émotions, les capacités perceptives. Du fait de cette complexité, elle se met en place tardivement au cours du développement. Elle comprend deux composantes : les souvenirs épisodiques et les connaissances sémantiques sur soi, le tout en étroite relation avec l'identité personnelle ou *self*. Dans l'autisme, la composante épisodique est perturbée à la fois chez les enfants et chez les adultes alors que la composante sémantique est affectée uniquement chez les enfants, avec un oubli progressif des connaissances personnelles, suggérant un défaut de sémantisation. Ceci pourrait être dû à un manque de réactivation et à un défaut de consolidation, liés aux troubles du langage et à un retard de développement du self, notamment en relation avec les difficultés d'interactions sociales. Ce retard pourrait se réduire à l'âge adulte. L'origine de ces difficultés est discutée au regard des théories cognitives majeures évoquées dans l'autisme et posent la question de savoir si cette identité atypique ne serait pas le résultat des particularités perceptives, cognitives et sociales observées dans l'autisme.

Mots clés : mémoire autobiographique • autisme • trouble du spectre de l'autisme • développement • identité

Abstract

Autobiographical memory implicates many cognitive functions including executive functions, language, social cognition, self-consciousness, perceptual and emotional processes. Autobiographical memory can be separated into two components: episodic memories and personal semantic knowledge both closely related to the self. For these reasons, the development of autobiographical memory is very progressive from childhood to adulthood. In autism, the episodic component is impaired in both adults and children while the semantic one is affected only in children with an increased forgetting of personal semantic knowledge that suggests abnormal semantisation. These abnormalities may result from a lack of reactivation and consolidation associated with language difficulties, impoverished social interactions and delayed self-development. This developmental delay may be reduced in adulthood improving the production of semantic autobiographical knowledge. We last discuss the origins of these impairments in relation with the main cognitive theories of autism and develop the question of the rule of perceptual, cognitive and social specificities on the construction of the self.

Key words: autobiographical memory • autism • autism spectrum disorder • development • identity

doi: 10.1684/nrp.2016.0398

Correspondance :
B. Guillery-Girard

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

Introduction

Autisme

La prévalence des troubles du spectre de l'autisme (TSA, *DSM-5, Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders*) est en augmentation depuis les 20 dernières années, compte tenu des changements de pratiques, notamment diagnostiques. Les chiffres de la Haute Autorité de santé (HAS, 2010) concernant les TSA précédemment nommés dans le DSM-IV « troubles envahissants du développement » sont de 6 à 7/1000 pour les personnes de moins de 20 ans. De ce fait, la France a mis en place, depuis 2005, trois plans autisme visant notamment à soutenir la recherche sur l'autisme et à améliorer la prise en charge de ces personnes.

L'autisme est un trouble du développement dont les manifestations comportementales surviennent dès la petite enfance, entre 2 et 4 ans. Ce trouble est caractérisé d'après le DSM-5, par des difficultés de la communication et des interactions sociales ainsi que par des comportements restreints et répétitifs. Plus précisément, les troubles de la communication concernent les sphères verbale et non verbale se manifestant par un retard et jusqu'à une absence de langage, un évitement du regard, ou encore une incompréhension du sens figuré, alors que les anomalies des interactions sociales se traduisent notamment par un défaut de reconnaissance d'émotions ou des codes sociaux. Les comportements restreints, quant à eux, se manifestent par un attrait excessif pour un domaine particulier, ou encore une rigidité comportementale entraînant une résistance importante aux changements. Enfin, les aspects répétitifs (balancement, écholalie, tourner un objet près des yeux...) interviendraient comme attitude défensive, rassurante ou encore comme une autostimulation.

La majorité des études cognitives a été réalisée chez des personnes avec TSA sans déficience intellectuelle, aussi notre article fera la synthèse de ces travaux. Même dans cette population, le fonctionnement cognitif est extrêmement hétérogène avec des anomalies dans certains domaines, notamment les fonctions exécutives, se traduisant par des difficultés d'inhibition, de flexibilité, de planification [1], mais aussi de l'attention et plus particulièrement des difficultés d'attention sélective et de désengagement attentionnel, qui peuvent se corriger si le temps est augmenté. La théorie de l'esprit et plus largement la cognition sociale font également défaut et sont centrales dans cette pathologie [2]. Des anomalies du traitement des informations complexes, de la cohérence centrale ou encore de la catégorisation d'un concept sont également répertoriées [3]. Le défaut de cohérence centrale renvoie à l'incapacité de relier des éléments comparables entre eux et ainsi d'avoir une vision globale du monde. Contrastant avec ces difficultés, il est possible d'observer un fonctionnement typique dans d'autres domaines, voire même un « surfonctionnement » dans des domaines très spécifiques tels que le calcul, la musique ou le graphisme. Enfin, un traitement perceptif atypique, de bas niveau, est également relevé dans l'autisme regroupant une hyper- et/ou une hyposensibilité pouvant influencer le fonctionnement cognitif [4].

La mémoire n'échappe pas à cette hétérogénéité. Après environ 50 ans de travaux sur le fonctionnement mnésique dans l'autisme, il apparaît que les systèmes de mémoire complexes, intégratifs et tournés vers soi, tels que la mémoire autobiographique (MAB), sont très sensibles à cette pathologie. Le fonctionnement de la MAB évolue avec l'âge y compris dans l'autisme. Aussi, il est important d'aborder le développement typique de la MAB et des processus cognitifs qui lui sont associés avant de détailler les anomalies rapportées dans l'autisme.

La mémoire autobiographique

La MAB a fait l'objet de plusieurs modèles dont celui de Conway qui est aujourd'hui le modèle cognitif le plus abouti. Cet article repose en majeure partie sur ce modèle qui sera décrit plus en détails ci-après. La MAB recouvre à la fois la mémoire des événements, correspondant à la composante épisodique, et celle des connaissances personnelles et identitaires, renvoyant à la composante sémantique, propres à un individu et accumulés dès le plus jeune âge mais la MAB permet également de se projeter dans le futur à partir de ses expériences passées. La MAB rassemble ainsi les souvenirs et les connaissances sur soi, constituant l'histoire personnelle à l'origine du sentiment d'identité [5] et de son maintien dans le temps : ce que nous avons été, ce que nous sommes, ce que nous pourrions devenir.

La mémoire autobiographique émerge tardivement, vers 5 ans, et son développement se poursuit jusqu'à la fin de l'adolescence. Cet âge de 5 ans marque la fin de la période d'amnésie infantile, se définissant par une amnésie dense des souvenirs d'événements survenus avant deux ans puis plus parcellaire jusqu'à l'âge de 5 ans. La construction de la MAB nécessite d'avoir au préalable un développement suffisant de fonctions de haut niveau. Nelson et Fivush, en 2004 [6], pointent tout d'abord l'émergence, dès la première année, de la conscience de soi, de la mémoire implicite et explicite et des capacités à interagir avec autrui. Plus précisément, la conscience de soi implicite, ou *agentivité* qui représente la faculté d'un être à interagir avec son environnement, se développe rapidement après la naissance. La conscience de soi en tant que concept ou représentation émerge quant à elle à partir de 2 ans avec l'apparition des pronoms personnels (moi et toi) et la réussite lors du test de reconnaissance dans le miroir. Surviennent au même âge le langage, puis les capacités conversationnelles sur le passé et le futur ainsi que la capacité à manipuler des représentations mentales en dehors de la présence des objets. Dans la continuité, la mémoire des événements se développe vers 3 ans, ainsi que les concepts de temps et la structure narrative tenant compte de l'ordonnancement des événements. Enfin, vers 4 ans, les enfants sont à même de collecter des connaissances sémantiques sur eux-mêmes. Ils n'ont

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

cependant pas encore pleinement développé leur conscience autonoétique, indispensable à la mémoire épisodique. Ce n'est qu'à partir de 4 ans que la relation entre une localisation temporelle d'événements et sa propre position dans le temps prend son sens. En parallèle, les processus en lien avec l'identité apparaissent. Un développement suffisant de la théorie de l'esprit est également nécessaire pour rappeler un souvenir comme personnellement vécu et non simplement n'en conserver qu'un sentiment de familiarité. Ainsi, jusqu'à cet âge, les enfants ont des difficultés à prendre conscience des expériences subjectives dans le passé, le présent et le futur et donc à appréhender le voyage mental dans le temps. Par ailleurs, les fonctions exécutives, c'est-à-dire la planification, la flexibilité, l'inhibition et l'initiation indispensables à la mobilisation de la MAB se développent tardivement et ce jusqu'à la fin de l'adolescence. À cela, il faut ajouter les capacités associatives, de mémoire de la source et de mémoire de travail qui sont également des éléments importants et qui se développent progressivement au cours de l'enfance et de l'adolescence. En conséquence, la MAB tient une place centrale dans le développement et permet progressivement à l'enfant d'utiliser ses expériences passées pour guider ses pensées et ses comportements [7].

Du fait de sa complexité, elle est particulièrement sensible à la pathologie. Ce point sera détaillé dans les parties suivantes, en se référant plus particulièrement au « trépied » qui compose la MAB : la composante épisodique, la composante sémantique et plus largement l'identité personnelle ou le *self*.

Composante épisodique

La composante épisodique de la MAB comprend l'ensemble des événements personnels situés dans un contexte donné, c'est-à-dire spatial, temporel mais aussi émotionnel et riche de détails phénoménologiques. Elle se situe au sommet du modèle de Conway. Ces souvenirs épisodiques sont uniques, ils sont intimement liés au self. Ce système de mémoire implique un voyage mental dans le temps : à la fois dans le passé, permettant de revivre les souvenirs, mais aussi dans le futur renvoyant à la conscience autonoétique qui sous-tend notre capacité à prendre conscience de nous-même au travers d'un temps subjectif [5]. Ce phénomène se traduit notamment par une (re)visualisation du souvenir à la première personne, comme étant un acteur du souvenir, rejouant la scène. Ce point de vue facilite la récupération en renforçant l'adéquation entre les situations d'encodage et de récupération.

Ce système mnésique mobilise les fonctions exécutives ainsi que des compétences associatives afin d'appréhender l'événement dans sa globalité et non de façon morcelée. Ces compétences permettent également de rappeler la source ou l'origine de l'information : externe (« est-ce X ou Y qui l'a dit? »), interne (« l'ai-je dit ou l'ai-je pensé ? ») ou interne/externe (« l'ai-je dit ou quelqu'un d'autre l'a-t-il dit? »). De ce fait, il est nécessaire d'être doté d'une certaine flexibilité afin de passer d'un souvenir à l'autre, d'être capable de planifier des événements futurs en se basant sur notre expérience passée, ou encore d'inhiber des pensées non pertinentes. Par ailleurs, l'émotion tient une place primordiale au moment de l'encodage mais aussi lors de la restitution du souvenir. Elle est intimement liée à notre image, et permet de trier les souvenirs en retenant uniquement les éléments ayant un sens dans notre parcours. Enfin, les modalités sensorielles et perceptives (toucher, odeurs, bruits, mouvement. . .) font partie intégrante du souvenir et fournissent autant d'indices de récupération.

La MAB épisodique comprend une dimension subjective et identitaire essentielle, impliquant la compréhension de son propre état mental et celui d'autrui. La dimension sociale tient donc un rôle important. En effet, le fait même de raconter un souvenir qui est également appréhendé par les termes de « mémoire narrative » est en lui-même un acte social, que ce soit à une autre personne ou à soi-même. Aussi, la MAB se construit dans les interactions sociales, dans le rapport à l'autre, et va orienter le contenu du souvenir.

Chez l'enfant, il est possible d'observer un effet de l'âge d'encodage sur la composante épisodique : plus les souvenirs sont anciens, moins ils vont contenir de détails et plus ils ont tendance à être généraux, y compris chez l'enfant de 7 ans. Ce phénomène de distance temporelle est également retrouvé dans le cas de projection future d'événements : plus l'événement imaginé va être éloigné, moins il contiendra de détails. Un phénomène de sémantisation est observé, c'est-à-dire que les souvenirs épisodiques se décontextualisent avec le temps et la répétition et se transforment en connaissances personnelles, la reviviscence est moindre, la perspective d'acteur s'efface pour devenir celle d'un observateur extérieur. Aussi, la plupart des souvenirs plus anciens se basent essentiellement sur les connaissances personnelles alors que les souvenirs récents sont plutôt sous-tendus par des compétences de mémoire épisodique antérograde.

Composante sémantique

Selon Conway, deux sources de connaissances sémantiques peuvent être distinguées : les périodes de vie et les événements généraux [8]. Les périodes de vie rassemblent les schémas et représentations génériques. On y retrouve les connaissances générales sur soi comme notre environnement socioculturel, les relations avec nos proches, notre physique, ou encore nos traits de personnalité. Une période de vie peut encore se définir sur un temps limité et sur un thème particulier de la vie d'un individu (période d'université. . .). Ces connaissances reflètent nos buts et valeurs personnels qui jouent un rôle clé dans notre degré d'engagement dans des tâches quotidiennes et futures. Les événements généraux sont, quant à eux, plus spécifiques et englobent une représentation unique d'événements répétés, d'événements étendus dans le temps ou encore de séquences d'événements apparentés. Ces événements ont perdu leur inscription contextuelle typique des événements épisodiques et forment plutôt une représentation

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

schématique par souci d'économie. Par ailleurs, Conway en 2005 [9], émet l'hypothèse que la MAB et le *self* sont intrinsèquement liés et propose un modèle de système de mémoire du *self* (SMS). Ce SMS est la base de la connaissance autobiographique et du *self* de travail (ou *working self*), lequel s'apparente à un administrateur contrôlant la reconstruction des souvenirs et le rappel d'informations sur soi en cohérence avec les buts poursuivis par la personne.

Ce modèle rend compte ainsi du fait, qu'en fonction de notre état psychologique et physique à un moment donné, nous accédions à certains souvenirs plutôt qu'à d'autres.

Identité personnelle ou *self*

L'identité personnelle ou le *self* ont de nombreuses définitions selon que l'on se place d'un point de vue philosophique, psychologique, ou encore anthropologique. De nombreuses théories ont vu le jour mais soulignent globalement, sous des noms et subtilités différentes, les relations étroites qu'entretient l'identité avec la MAB. Klein dissocie le *self* ontologique qui renvoie à l'expérience immédiate qu'une personne a de soi-même en tant qu'unité, du *self* épistémologique où la personne se voit comme objet de ses propres connaissances [10]. Ainsi l'identité se définit par le fait que la personne demeure la même à travers le temps et a conscience de cette permanence, le fait d'être conscient de son unité (intégrité d'un tout), de son unicité (être unique), de son identité à travers le temps (demeurer le même : un, malgré les changements qualitatifs, c'est-à-dire avoir une continuité dans la différence). L'identité personnelle repose sur un aspect dynamique et adaptatif en interaction avec l'environnement (contexte socioculturel, souvenirs…) et le contexte social (comportements selon le degré de familiarité, réactions à autrui, représentations transmises, image renvoyée…) afin de montrer qui nous sommes. Aussi, le regard de l'autre, voire même ce que l'on appelle « la désirabilité sociale », vont avoir de l'importance sur le maintien de notre identité et influencer notre comportement. On donne une image de soi et on attend qu'elle soit confirmée par autrui et ce phénomène a une place importante au cours de l'adolescence, où le jeune est en quête de lui-même et où le corps subit d'importants changements. James Marcia, dans l'ensemble de ses travaux, propose que le sentiment d'identité à l'adolescence soit basé sur les engagements individuels qui résultent d'une période d'exploration correspondant à l'observation et à la recherche des différentes orientations et alternatives possibles dans les différents domaines de vie. Il propose quatre stades distincts : la diffusion identitaire (absence d'engagement, se laissant porter par le courant et par son environnement), la forclusion identitaire (engagements forts sans exploration personnelle préalable, par exemple, suivre le discours parental), le sens moratoire (la quête d'engagement est encore vague mais l'exploration est importante et faite de tests sur des idées, des comportements) et enfin, la réalisation identitaire (l'engagement et l'activité exploratrice sont importants, il y a un fort positionnement de soi avec la capacité d'articuler les raisons de ces choix et de décrire comment ont été élaborés ces choix personnels).

En somme, la mémoire et l'identité sont intimement liées et ne peuvent se dissocier. D'une part, la mémoire soutient l'émergence de l'identité personnelle en liant entre elles les expériences vécues et permet de savoir qui nous sommes. D'autre part, l'identité, par nos valeurs et engagements, guide les choix de notre mémoire. Ainsi, les troubles de la MAB peuvent avoir un impact sur la construction et la cohérence de notre identité et inversement des perturbations identitaires auront un effet sur le fonctionnement de la MAB et c'est dans ce contexte que se situe l'autisme. Toutefois, cette pathologie étant neurodéveloppementale, les enfants et les adultes avec autisme ne présentent pas tout à fait le même profil de perturbation.

Mémoire autobiographique dans l'autisme

Composante épisodique

La mémoire épisodique, à la fois antérograde et rétrograde, est affectée dans l'autisme. Les premières hypothèses émises, dès 1970, évoquent un défaut des stratégies de mémorisation. Cette hypothèse a largement été documentée depuis et a donné lieu à différentes théories telles que l'hypothèse du support de la tâche de Dermot Bowler [11] ou le modèle de traitement des informations complexes de Nancy Minshew [1].

Plus récemment, des études se sont intéressées aux différentes caractéristiques de la mémoire épisodique autobiographique : la mémoire de la source, l'implication de soi ou du *self* dans la construction des souvenirs et les capacités de recollection.

Enfants

Chez les enfants avec TSA, de nombreuses difficultés sont retrouvées, autant dans l'encodage que dans la récupération des souvenirs, ainsi que dans la projection d'événements futurs [12]. Ces éléments suggèrent que la mémoire épisodique aurait un fonctionnement « primaire », proche de la mémoire événementielle des jeunes enfants [13].

Plus précisément, il a été montré une diminution de la quantité (nombre de mots cités) et de la richesse phénoménologique des productions [14] notamment sur les détails perceptifs, cognitifs et émotionnels, ainsi qu'au niveau de la mémoire de la source et donc sur la qualité des événements rapportés. Cette dernière équipe ainsi que celle de Goddard en 2014 [12] mentionnent l'existence d'un gradient temporel. En d'autres termes, les souvenirs récents sont rappelés avec plus de détails et d'émotion que les souvenirs anciens et les projections futures [15].

En outre, nous avons observé, dans une étude menée dans l'unité de recherche [16], que les adolescents avec TSA utilisaient moins certaines propriétés sensorielles par

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

rapport à des adolescents au développement typique. En effet, les enfants avec TSA rapportent proportionnellement moins de détails colorés alors que la quantité de détails perceptifs est similaire dans les deux groupes.

Par ailleurs, les anomalies de cognition sociale, intégrant notamment la reconnaissance de leurs propres états mentaux et de ceux d'autrui, perturbent le fonctionnement du langage intérieur avec une diminution du vocabulaire décrivant les états internes qui appauvrit la narration chez l'enfant mais aussi l'adulte avec autisme [17]. C'est pourquoi les détails narratifs concernant les souvenirs d'événements passés sont moins nombreux, ainsi que les propriétés émotionnelles, cognitives et perceptives [18]. S'ajoutent également des difficultés de recollection et de reconstruction narrative des scènes détaillées. Cependant, il est possible d'identifier des conditions dans lesquelles les performances sont améliorées. Ainsi, les personnes avec autisme montrent de meilleures performances à des questionnaires à choix forcé (oui-non) [18], dans des tâches de reconnaissance [16] et lorsqu'on leur demande d'écrire le souvenir plutôt que de le rappeler à l'oral [19]. Il est également rapporté une amélioration en multipliant les modalités perceptives (auditives, visuelles, pratiquées...), en répétant les informations, en les verbalisant auprès de quelqu'un d'autre, mais aussi en les écrivant, ce qui permet de structurer et de prendre du recul sur ses souvenirs [6].

Adultes

À l'image des enfants, cette composante épisodique est largement affectée chez l'adulte avec autisme. Ces troubles se traduisent également par des souvenirs à la fois moins détaillés, moins perspicaces et exempts de sentiment de reviviscence mais aussi par des difficultés à se projeter dans le futur [17, 20]. La dégradation du *self* engendrerait une perturbation du sentiment de reviviscence avec des difficultés pour organiser les souvenirs d'événements expérimentés personnellement et pour marquer l'information comme étant en lien avec le *self* [21].

Récemment, une étude utilisant des questionnaires en ligne a observé que les premiers souvenirs des participants avec autisme étaient plus anciens que dans le groupe de comparaison (2,90 *vs* 3,76 ans). Ces premiers souvenirs présentaient un nombre de détails sensoriels et relatifs à des objets plus élevés que chez les témoins alors que les pensées et les détails sociaux étaient moins nombreux [22]. Par ailleurs, la vitesse et la spécificité de la récupération sont affectées alors que le souvenir une fois récupéré conserve globalement les mêmes propriétés que ceux des témoins [19, 21]. Néanmoins, à l'instar des plus jeunes, le matériel verbal semble mettre en difficulté cette population. En effet, la récupération n'est pas améliorée avec l'utilisation de mots indices [20] ou des mots à valence émotionnelle [21]. Cependant, Crane *et al.* en 2012 [19] indiquent que la récupération du souvenir est facilitée avec des mots indices concrets car ils favorisent la création d'images mentales (ex. : mer *vs.* ennui).

Par ailleurs, les adultes avec TSA vont rapporter plus de détails sensoriels dans les premiers souvenirs d'enfance par rapport aux participants témoins. Ils vont cependant avoir plus de difficultés à extraire le sens de leur souvenir en rapport avec leur identité et à utiliser une information en lien avec leurs buts personnels pour structurer et organiser leurs souvenirs [17]. Ces difficultés à re- ou pré-expérimenter les états passés ou futurs de leur *self* et à créer ainsi un écart entre soi et l'événement vécu contribueraient à perturber cette continuité du *self* à travers le temps [21]. En effet, plusieurs auteurs ont noté une diminution du sentiment de reviviscence au profit du sentiment de familiarité [23]. Les capacités introspectives se montrent limitées avec une sous-estimation de la sévérité de leur traits autistiques et une diminution du jugement de leur propre état mental [24].

De plus, les souvenirs ont tendance à être évoqués comme une liste de faits et non comme une réelle expérience personnelle et spécifique. De même, les personnes avec TSA rappellent préférentiellement des souvenirs répétés et étendus dans le temps. La récupération ou revisualisation du souvenir se fait plutôt en tant qu'observateur, à la troisième personne, ce qui témoigne de la décontextualisation ou de la sémantisation du souvenir. En effet, ce changement de point de vue modifie le contexte d'encodage et perturbe la récupération des détails épisodiques [20]. Toutes ces données suggèrent une sur-utilisation des connaissances sémantiques à défaut de la mémoire épisodique difficilement mobilisable.

Composante sémantique

Enfants

La composante sémantique de la MAB est également perturbée chez les enfants avec autisme [12, 13, 18]. En effet, il semble qu'ils aient des difficultés à fournir des connaissances sur leur passé tels que des noms d'enseignants, de lieux fréquentés... Ces enfants donneraient également moins de détails sur les interactions sociales relatives à des événements généraux [14]. L'étude longitudinale de Bon *et al.* en 2012 [13] a montré l'existence d'un oubli progressif des connaissances personnelles chez un enfant avec autisme, suggérant un défaut de sémantisation qui pourrait être lié à un manque de consolidation et de réactivation de ses connaissances. L'oubli des connaissances personnelles pourrait également expliquer la construction identitaire fragile chez ces enfants. En outre, Robinson *et al.* en 2016 [7] ont montré que les enfants avec TSA pensent que leurs proches connaissent plus leurs comportements (comment votre ami sait quand vous êtes...) qu'eux mêmes ne connaissent le comportement de leur proche (comment vous savez quand votre ami est...). Ces auteurs précisent ensuite qu'il n'existe pas chez les enfants avec TSA de relation entre leurs traits de personnalité et la MAB épisodique, l'introspection et enfin la capacité de mentalisation, contrairement aux témoins du même âge. L'origine de ces difficultés de mémoire sémantique autobiographique est de nouveau multifactorielle,

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

impliquant possiblement des troubles de consolidation, du langage et du développement de l'identité. Aussi, le développement du langage, des fonctions exécutives, autorisant la mise en place de stratégies compensatoires, permettrait sans doute d'améliorer le fonctionnement de cette composante sémantique à l'âge adulte.

Adultes

En effet, contrairement aux enfants, la composante sémantique semble préservée chez les adultes avec TSA [19, 25]. De plus, les connaissances associées aux événements généraux semblent plus connectées à l'identité. Les adultes avec TSA seraient capables d'utiliser une information relative à leurs objectifs personnels pour faciliter l'accès aux événements généraux. L'identité pourrait donc se développer lentement et le retard observé chez l'enfant, se réduirait à l'âge adulte [26, 27].

En effet, Lind évoque les liens possibles entre cette altération de la MAB et une éventuelle construction incomplète du *self* et plus précisément du *self* psychologique ou « conceptuel », indispensable à la construction de l'identité et du sentiment de continuité du sujet [27].

Il est possible d'observer des dissociations au sein de la représentation de soi avec une perturbation du *self* « conceptuel » contrastant avec une relative préservation du *self* physique. En effet, les personnes avec autisme présentent une altération de la conscience de soi émotionnelle, avec une utilisation inadéquate des pronoms (je, tu, moi). Par ailleurs, la perception atypique et les difficultés d'interactions sociales perturbent la construction identitaire. La méconnaissance des normes sociales et la dissociation entre les connaissances de soi et les connaissances des autres qui sont appauvries [26] favorisent l'égocentrisme [23, 26]. Ainsi, ils évoquent leur identité de façon plus abstraite, moins spécifique, plus centrée sur eux-mêmes et moins en lien avec les autres [23]. En effet, les personnes avec TSA semblent parfois être indifférentes aux autres et peuvent les appréhender comme des objets. De plus, la pauvreté de leur langage intérieur perturbe la compréhension de leur propre *self* [28]. Cette diminution de l'expérience du *self* est directement en lien avec les anomalies de mentalisation, du fonctionnement social et entraîne irrémédiablement une augmentation des traits autistiques [29]. Aussi, il est possible que leurs difficultés soient liées en grande partie au manque d'informations pertinentes sur leur identité du fait de la pauvreté des expériences sociales et moins à un défaut de la conscience de soi conceptuelle en tant que tel.

Mémoire autobiographique et cognition dans l'autisme

La MAB et plus largement l'identité impliquent des processus discutés dans les théories cognitives majeures de l'autisme : l'hypothèse de défaut de théorie de l'esprit, de dysfonctionnement exécutif, de cohérence centrale et les particularités perceptives.

Le défaut de cognition sociale se traduisant notamment par des difficultés de compréhension de ses propres croyances et ressentis émotionnels, ainsi que ceux des autres, participe à réduire la production de détails phénoménologiques [14]. Les difficultés de communication verbale, d'interactions sociales et de socialisation perturbent également l'élaboration et la consolidation des souvenirs [13, 21].

Un lien a également été mis en évidence entre le défaut du « contrôle exécutif » et les performances en MAB [30] et plus particulièrement, dans l'accès à l'information stockée ou l'organisation de l'information en mémoire. Dans les TSA, une corrélation positive a été observée entre les performances à une tâche de fluence autobiographique et les capacités de flexibilité cognitive [21]. Ainsi, les souvenirs vécus comme des faits généraux pourraient résulter en partie de difficultés de flexibilité et d'inhibition des informations interférentes. Par ailleurs, les difficultés de projection ont été associées à un défaut d'initiation, de planification, de flexibilité et à la capacité de régulation de soi qui gênent la recombinaison d'éléments de plusieurs souvenirs pour imaginer un nouvel événement [15]. À ces difficultés, s'ajoutent des anomalies de perception du temps rendant difficile le voyage mental dans le temps et une diminution de l'imaginaire.

La perturbation de la MAB, tant pour les souvenirs que les pensées futures, pourrait également provenir de difficultés d'association des éléments constitutifs du souvenir autobiographique. Ce manque d'association et d'organisation des souvenirs fragiliserait leur stockage et leur récupération. En effet, les souvenirs seraient stockés comme des éléments isolés, par ordre chronologique et sans lien avec des connaissances dans des domaines thématiques similaires ou connexes [17] et cela ne permettrait pas de créer une représentation cohérente. Par exemple, les personnes avec TSA ne présentent pas d'amélioration de leurs performances quand les items à encoder sont liés sémantiquement, contrairement aux témoins [20]. Ces anomalies renvoient au défaut de cohérence centrale : les personnes avec autisme voient et enregistrent des informations isolées mais font difficilement le lien entre ces différentes informations ou situations [3]. En effet, une personne au développement typique qui se retrouve face à une situation nouvelle va tout d'abord rechercher si cette situation ressemble à une autre déjà vécue pour adapter son comportement, notamment en mobilisant ses fonctions exécutives. Le comportement est ainsi sans arrêt modifié pour nos expériences. *A contrario*, chez les personnes avec autisme, il n'y a pas de comparaison avec une situation proche ou équivalente : toutes les situations sont vécues comme étant nouvelles. Ce processus est très coûteux et angoissant, ce qui expliquerait leur peur du changement et la mise en place de routines qui rassurent.

En contrepartie, les personnes avec TSA pourraient utiliser fortement leurs autres sens pour faciliter ce stockage

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

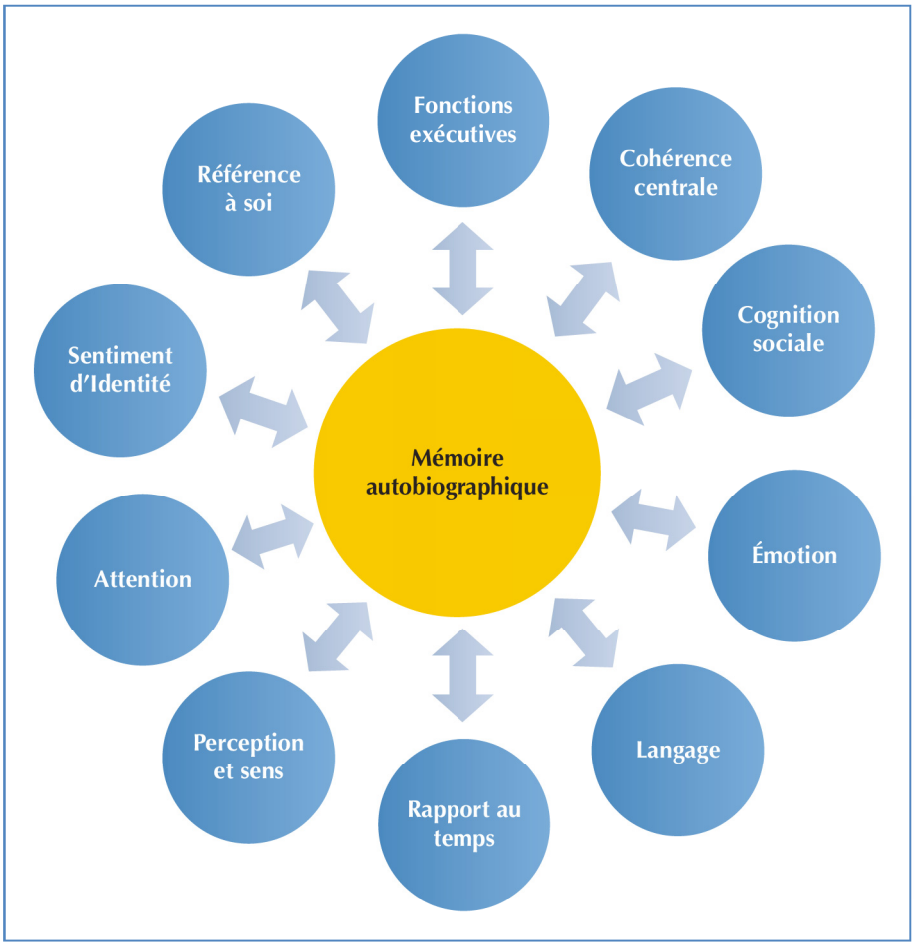


Figure 1. Résumé des fonctions liées à la mémoire autobiographique. La mémoire autobiographique est au centre d'interactions d'un grand nombre de fonctions. Les fonctions exécutives, les capacités de cohérence centrale, la cognition sociale, les émotions, le langage, le rapport au temps, la perception des sens, l'attention, le sentiment d'identité et la référence à soi sont en relation bidirectionnelle avec la mémoire autobiographique.

et cette récupération. Ils présentent toutefois des comportements atypiques d'exploration visuelle comme des regards latéraux permettant de réguler les informations au niveau de l'entrée perceptive lorsqu'ils sont sujets à des hypo- ou hypersensibilités. Ainsi, les contextes d'encodage et de restitution peuvent différer, rendant la récupération du souvenir plus difficile.

La MAB est donc un processus complexe et dynamique mobilisant différentes fonctions cognitives. Pour ces raisons, la MAB se révèle être un objet tout à fait pertinent de prise en charge, permettant de travailler de multiples processus cognitifs, émotionnels et identitaires (*figure 1*).

Conclusion

Les personnes avec autisme présentent des anomalies de la MAB. La composante épisodique est altérée à la fois chez les enfants et les adultes, avec des difficultés d'encodage, de stockage, de récupération des souvenirs et de projections futures. *A contrario*, la composante sémantique n'est affectée que chez les enfants, avec un oubli progressif des connaissances personnelles, suggérant un défaut de sémantisation [13]. Ceci pourrait être dû à un manque de réactivation et à un défaut de consolidation, liés aux troubles du langage et à un retard de développement du *self* notamment en relation avec les difficultés d'interactions sociales. Ce retard pourrait se réduire à l'âge adulte [27]. Par ailleurs, les données publiées à ce jour posent la question de l'origine de ces difficultés qui seraient dues aux particularités perceptives, cognitives et identitaires observées dans l'autisme, lesquelles ne permettraient pas une intégration adaptée à notre société. Cette question renvoie à un débat plus large autour de la question de l'existence d'un fonctionnement qualifié « d'atypique » et non de « pathologique » dans l'autisme. ■

Liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec cet article.

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

Référence

1. Marcaggi G, Bon L, Eustache F, Guillery-Girard B. La mémoire dans l'autisme : 40 ans après. *Rev Neuropsychol* 2010 ; 2 : 310-9.
2. Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U. Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition* 1985 ; 21 : 37-46.
3. Happé F, Frith U. The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord* 2006 ; 36 : 5-25.
4. Mottron L, Dawson M, Soulières I, *et al*. Enhanced perceptual functioning in autism: an update, and eight principles of autistic perception. *J Autism Dev Disord* 2006 ; 36 : 27-43.
5. Tulving E. Memory and consciousness. *Can Psychol Can* 1985 ; 26 : 1-12.
6. Nelson K, Fivush R. The emergence of autobiographical memory: a social cultural developmental theory. *Psychol Rev* 2004 ; 111 : 486-511.
7. Robinson S, Howlin P, Russell A. Personality traits, autobiographical memory and knowledge of self and others: a comparative study in young people with autism spectrum disorder. *Autism* 2016 : 1362361316645429. A paraître.
8. Conway MA, Bekerian DA. Organization in autobiographical memory. *Mem Cognit* 1987 ; 15 : 119-32.
9. Conway MA. Memory and the self. *J Mem Lang* 2005 ; 53 : 594-628.
10. Klein SB, Gangi CE. The multiplicity of self: neuropsychological evidence and its implications for the self as a construct in psychological research. *Ann N Y Acad Sci* 2010 ; 1191 : 1-15.
11. Bowler D, Gardiner JM, Berthollier N. Source memory in adolescents and adults with Asperger's syndrome. *J Autism Dev Disord* 2004 ; 34 : 533-42.
12. Goddard L, Dritschel B, Robinson S, *et al*. Development of autobiographical memory in children with autism spectrum disorders: deficits, gains, and predictors of performance. *Dev Psychopathol* 2014 ; 26 : 215-28.
13. Bon L, Baleyte JM, Piolino P, *et al*. Growing up with Asperger's syndrome: developmental trajectory of autobiographical memory. *Front Psychol* 2012 ; 3 : 605.
14. Brown B, Morris G, Nida R, *et al*. Brief report: making experience personal: internal states language in the memory narratives of children with and without Asperger's disorder. *J Autism Dev Disord* 2012 ; 42 : 441-6.
15. Terrett G, Rendell PG, Raponi-Saunders S, *et al*. Episodic future thinking in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord* 2013 ; 43 : 2558-68.
16. Anger M, Bon L, Hamel-Desbruères A, Bensaber F, *et al*. Recollection in autism spectrum disorder: From past to the future. IACAPAP 2012 – 20th World congress, July 21-25, 2012, Paris (France). *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 2012 ; 60 (5S) : S201.
17. Crane L, Goddard L, Pring L. Brief report: self-defining and everyday autobiographical memories in adults with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord* 2010 ; 40 : 383-91.
18. Bruck M, London K, Landa R, *et al*. Autobiographical memory and suggestibility in children with autism spectrum disorder. *Dev Psychopathol* 2007 ; 19 : 73-95.
19. Crane L, Pring L, Jukes K, *et al*. Patterns of autobiographical memory in adults with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord* 2012 ; 42 : 2100-12.
20. Lind S, Bowler D. Episodic memory and episodic future thinking in adults with autism. *J Abnorm Psychol* 2010 ; 119 : 896-905.
21. Goddard L, Howlin P, Dritschel B, *et al*. Autobiographical memory and social problem-solving in Asperger syndrome. *J Autism Dev Disord* 2007 ; 37 : 291-300.
22. Zamoscik V, Mier D, Schmidt S, *et al*. Early memories of individuals on the autism spectrum assessed using online self-reports. *Front Psychiatry* 2016 ; 7 : 79.
23. Tanweer T, Rathbone C, Souchay C. Autobiographical memory, autonoetic consciousness, and identity in Asperger syndrome. *Neuropsychologia* 2010 ; 48 : 900-8.
24. Williams D, et Happé F. What did I say? *Versus* what did I think? Attributing false beliefs to self amongst children with and without autism. *J Autism Dev Disord* 2009 ; 39 : 865-73.
25. Crane L, Goddard L. Episodic and semantic autobiographical memory in adults with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord* 2008 ; 38 : 498-506.
26. Lee A, Hobson RP. On developing self-concepts: a controlled study of children and adolescents with autism. *J Child Psychol Psychiatry* 1998 ; 39 : 1131-44.
27. Lind S. Memory and the self in autism: a review and theoretical framework. *Autism Int J Res Pract* 2010 ; 14 : 430-56.
28. Millward C, Powell S, Messer D, *et al*. Recall for self and other in autism: children's memory for events experienced by themselves and their peers. *J Autism Dev Disord* 2000 ; 30 : 15-28.
29. Lombardo M, Barnes J, Wheelwright S, *et al*. Self-referential cognition and empathy in autism. *PloS One* 2007 ; 2 : 883.
30. Dalgleish T, Williams J, Golden A, *et al*. Reduced specificity of autobiographical memory and depression: the role of executive control. *J Exp Psychol Gen* 2007 ; 136 : 23-42.

Document téléchargé depuis www.cairn.info - Université de Caen - - 194.199.107.32 - 29/10/2019 17:43 - © John Libbey Eurotext

3. Annexe 3. Actes de séminaire

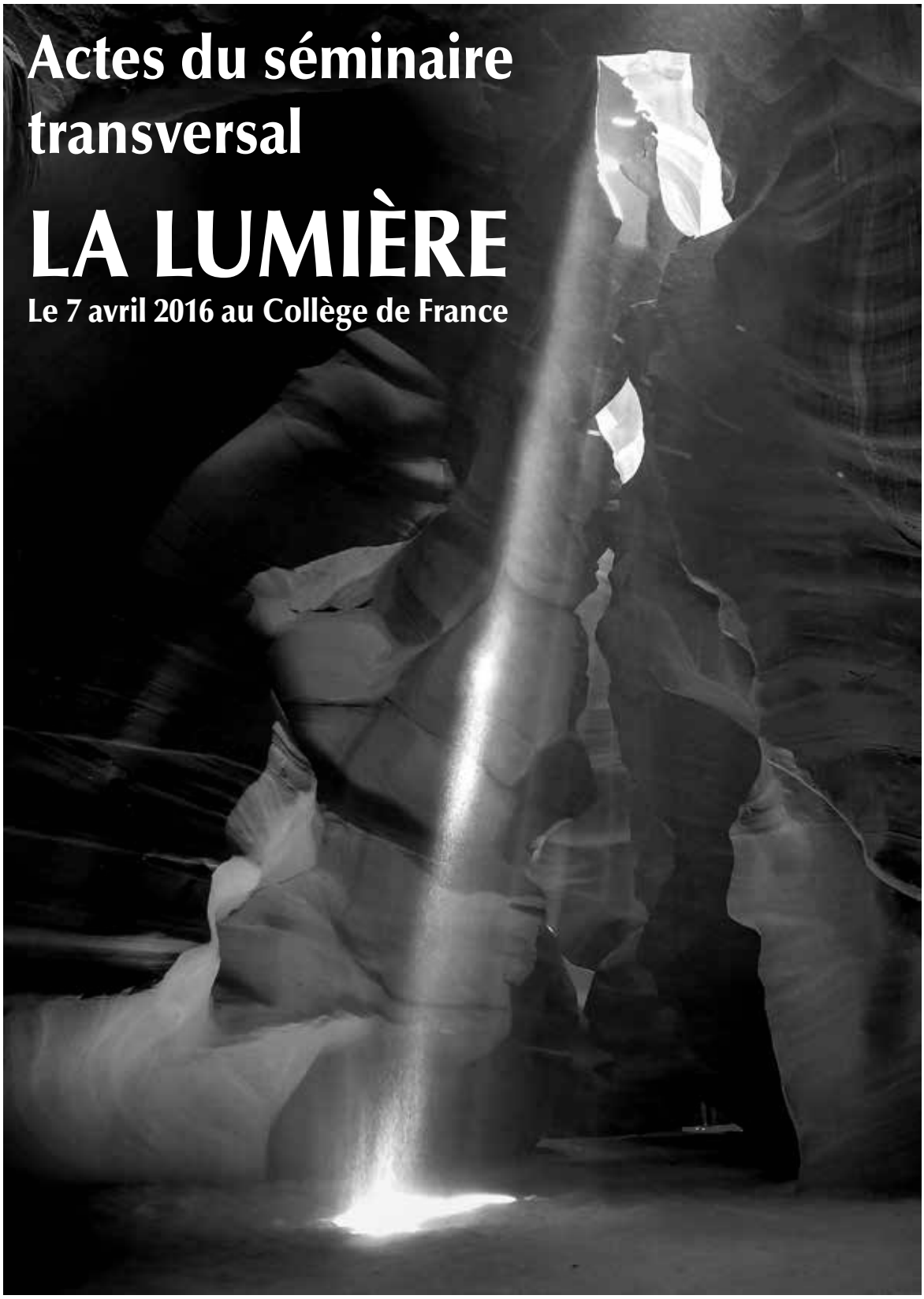
Wantzen, 2017, La perception visuelle dans l'autisme. Actes du séminaire transversal : la lumière.

École Pratique des Hautes Études

Actes du séminaire transversal

LA LUMIÈRE

Le 7 avril 2016 au Collège de France



PSL RESEARCH UNIVERSITY PARIS

La perception visuelle dans l'autisme

Prany WANTZEN
Doctorante contractuelle en Sciences de la Vie et de la Terre,
sous la direction de Mme Bérengère Guillery-Girard
École Pratique des Hautes Études – Université de Caen – Unité INSERM – U1077

Le système de la vision humaine n'est possible que grâce à la lumière. En effet, celle-ci est captée par la pupille puis transmise, au niveau de la Fovéa, aux photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets. L'énergie lumineuse est ensuite convertie en signal électrique, l'information visuelle est alors envoyée vers le cortex visuel primaire par le nerf optique et le corps genouillé latéral (figure 1). Le cortex visuel se situe dans la partie la plus postérieure du lobe occipital du cerveau. Il est divisé en plusieurs parties en fonction de leur rôle. Ainsi la région V1 permet de reconnaitre plus spécifiquement les couleurs et les mouvements simples, la région V2, les mouvements et les couleurs complexes, la région V3 va être spécialisée pour les formes simples alors que la région V4 le sera pour les formes plus complexes etc. Une fois l'analyse des stimuli visuels amorcée au niveau du cortex visuel, l'information va être redistribuée vers d'autres aires cérébrales par deux grands systèmes de traitement. Le premier est la voie ventrale qui s'étend vers le lobe temporal et serait impliquée dans la reconnaissance des objets (voie du *what*). La seconde est une voie dorsale qui se projette vers le lobe pariétal et serait essentielle à la localisation de l'objet (voie du *where*). La perception visuelle résulte donc d'un stimulus extérieur, ici la lumière qui est captée par nos yeux, mais également d'informations intérieures : la redistribution dans les autres aires cérébrales. Cette redistribution représente l'intégration des informations en une représentation visuelle ou concept mental. En effet, cela permettra de reconnaitre rapidement un objet sous une

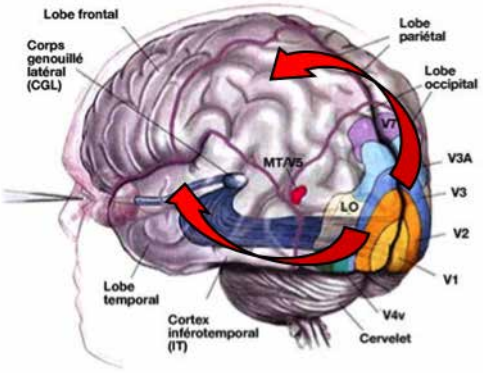


Figure (1) : le système de vision

forme plus parcellaire ou inhabituelle. Les informations sont donc emmagasinées et ajustées par rapport à nos précédentes expériences. Prenons l'exemple de la perception d'un stimulus : une personne voit une image d'un stylo puis elle a des sensations (physique, visuelle etc) : c'est un objet, long, dur, bleu qui a l'air d'être en plastique. La personne interprète alors que c'est un stylo et que sa fonction est de pouvoir écrire avec. Le cerveau effectue un stockage d'éléments invariants qui nous permet d'économiser de l'énergie, il a enregistré la représentation de cet objet en mémoire pour un accès plus rapide. Ainsi, il n'est pas nécessaire de repasser par toutes ces étapes, nous pouvons reconnaitre un stylo même si la forme, la couleur, la matière changent.

De nombreux autres exemples existent et montrent que nous n'utilisons pas que nos yeux pour voir et que d'autres mécanismes sont mis en place, en plus de la mémoire. Ainsi, au-delà de la perception, intervient également l'orientation de notre attention (focus attentionnel) qui dépend de notre implication dans le respect des consignes et de l'objectif de la tâche (voir vidéo « the Monkey Buisness Illusion » ©2010, Daniel Simons). En effet, comme le suggère Fergenberg en 1986 : « On voit ce que nous nous attendons à voir. Le cerveau n'a pas besoin de traiter tous les stimuli, il remplit les espaces et prédit l'image finale ». Les illusions d'optique sont d'ailleurs basées sur ces interprétations erronées où nous extrapolons à partir des informations présentes, engendrant comme un « trop plus » d'interprétations.

Plus largement, il faut savoir que toute la connaissance de notre monde et de nous-mêmes provient de nos sens. Au demeurant, 75 à 80% des informations que l'on perçoit sont visuelles. L'apprentissage sensoriel et perceptif permet donc de donner une signification de tout ce que nous voyons. On apprend tout d'abord à recevoir l'information puis à la traiter, la stocker en mémoire pour enfin pouvoir assembler différentes informations dans un contexte plus général afin de leur en donner un sens. L'intégration multimodale des différentes informations est donc primordiale.

Dans l'autisme, le *Manuel de diagnostic des troubles mentaux* ou *DSM5* fait explicitement référence au traitement perceptif atypique retrouvé dans ces troubles. Ainsi, la suite de l'exposé portera sur ces particularités, avec pour but de comprendre comment cette perception atypique pourrait expliquer la symptomatologie autistique.

Les troubles du spectre autistique ou TSA sont des troubles neuro-développementaux avec ou sans retard mental qui apparaissent au cours de l'enfance et qui persistent à l'âge adulte. Ils concernent actuellement 1 enfant sur 150. Ils sont caractérisés selon le DSM5 par des troubles de la communication sociale et par des comportements restreints et répétitifs. Les troubles de la communication peuvent être verbaux et non verbaux avec par exemple, un retard ou une absence de langage, un évitement du regard, une difficulté à comprendre les expressions et le sens figuré (ex : tomber dans les pommes) etc. Les interactions sociales vont également être altérées avec notamment une difficulté à décrypter les codes sociaux, l'humour, les visages, les émotions… Les TSA sont également caractérisés par des intérêts restreints pour un domaine particulier, par une rigidité comportementale avec un besoin que les choses soient immuables, une résistance pour les changements etc. Ces comportements, notamment répétitifs et stéréotypés, peuvent avoir un rôle défensif mais agir aussi comme autostimulation ou encore être rassurants.

La suite de l'exposé visera à essayer de comprendre, à travers la description de ces perceptions atypiques, comment ces dernières pourraient expliquer les différents troubles et agir sur le comportement.

Blackburn, une personne avec autisme explique très bien : « je [regarde les choses] d'une façon concrète, littérale et très individuelle. Normalement je n'intègre ni ne vois les choses comme étant connectées, à moins de chercher activement une connexion ». C'est ce qu'on appelle la perception littérale, contraire à la perception gestaltiste qui vient du mot allemand *Gestalt* « forme » et du verbe *gestalten* « mettre en forme, donner une structure signifiante ». Cette perception expliquerait le manque de sensibilité dans l'autisme aux illusions d'optique.

En effet, la perception gestaltiste permet normalement de traiter spontanément des phénomènes comme étant des ensembles structurés et non comme une simple addition d'éléments (Van Ehrenfels). *A contrario*, dans l'autisme, il va y avoir une perception d'une scène entière comme une entité unique avec tous les détails perçus mais sans qu'ils ne soient traités simultanément (Brosnan et al., 2004) similarity, closure. Ces personnes auront une incapacité à briser l'image entière en unités signifiantes entrainant une sélectivité excessive. De plus, lorsqu'il y aura un nouvel élément ou que cet élément sera retiré de la scène, ces personnes vont vivre ce petit changement comme une toute nouvelle scène à explorer. Ce processus est donc envahissant et très coûteux. Donna Williams, une femme avec autisme décrit : « Alors que quelqu'un d'autre aurait vu une « foule », je voyais un bras, une personne, une bouche, un visage humain, une chaise, un œil. Je voyais 10 000 images, là où quelqu'un d'autre n'en voyait qu'une ». Des difficultés à différencier les éléments pertinents des autres moins pertinents situés en arrière-plan ont également été identifiées. Ces processus engendrent une surcharge d'informations importantes : « c'était comme avoir un cerveau sans filtre » écrit cette même personne en 1994.

Figure (2) : Panorama de Londres © Stephen Wiltshire (Source: http://www.stephenwiltshire.co.uk)

Ainsi ce fonctionnement atypique est double et peut entrainer des perturbations mais aussi des pics d'habilités exceptionnels. En effet, d'une part, cette perception pourrait expliquer les difficultés dans les interactions sociales avec, par exemple, une difficulté à reconnaitre les visages car ceux-ci sont fragmentés mais aussi une résistance aux changements (nouvel élément dans une scène qui la reconfigure en entier). D'autres études ont également établi qu'il y avait un lien entre les sensibilités sensorielles et la sévérité des troubles sociaux (Kern et al., 2007) mais aussi avec la sévérité des troubles autistiques (Robertson and Simmons, 2013). Cependant, ces difficultés de perception Gestaltiste permettent également de voir apparaitre des pics d'habilités et de compétences exceptionnelles comme par exemple pour le test des figures encastrées qui est utilisé en neuropsychologie et qui consiste à retrouver une forme simple dans une figure plus complexe. Dans l'autisme, les résultats sont meilleurs que chez les populations dites « contrôles ». Il y a aussi ce célèbre autiste, Stephen Wiltshire, qui arrive, en survolant juste une fois une ville, à la redessiner quasiment à l'identique avec des détails impressionnants (Figure 2).

Néanmoins, cet intérêt pour le traitement des détails fait que le monde est trop rapide pour les autistes (Gepner and Féron, 2009). En effet, il y a beaucoup trop d'informations qui arrivent brutalement et en continu qu'il va falloir filtrer et traiter en même temps. C'est un peu comme lors de l'apprentissage de la conduite : il faut faire attention au démarrage, à l'accélération, passer la vitesse, regarder autour, anticiper, être attentif à la route… Cette rapidité du monde expliquerait en partie l'évitement du regard très présent dans l'autisme car les yeux sont en continuel mouvement et ne s'arrêtent jamais (Saitovitch et al., 2012).

Plus récemment, se sont développées des études en eye tracking ou en oculométrie, qui est une technique permettant de suivre le trajet oculaire, le plus souvent *via* une lumière infrarouge envoyée par des diodes au centre de la pupille, le reflet infrarouge renvoyé par la cornée de l'œil est détecté par une caméra infrarouge. Ces études ont d'ailleurs montré un évitement du regard et une attirance pour la bouche dans des scènes sociales (Klin et al., 2002). Néanmoins,

d'autres études ont démontré que lorsque le support était ralenti, les personnes avec autisme avaient de meilleures performances dans la reconnaissance de visages et dans la compréhension de consignes (Tardif et al., 2007). Ce monde étant trop rapide pour ces personnes, elles vont donc essayer de trouver des stratégies pour le ralentir comme le mono-traitement qui consiste à n'utiliser qu'un seul sens et de fermer les autres ou encore un système de fermeture de tous les sens. Ces stratégies peuvent sembler efficaces, cependant elles entrainent un isolement, pouvant engendrer des difficultés sociales. En effet, les interactions sociales sont composées de processus complexes et multimodaux qui, dénaturent l'ensemble s'ils sont pris séparément.

Les personnes avec autisme ont donc une perception du monde différente du nôtre mais elles ont également des sensibilités sensorielles particulières. En effet, une hyper et/ou hypo sensibilité sont souvent retrouvées dans l'autisme. L'hypersensibilité renvoie au fait qu'un canal sensoriel est « trop ouvert », il y a trop de stimulations qui arrivent en même temps au cerveau. Cette hypersensibilité va entrainer des perturbations pouvant aller jusqu'à la douleur, notamment avec des fortes et vives lumières, des contrastes importants etc. Au contraire, des phénomènes de fascination peuvent également être observés comme le rapporte Annabel Stheli en 1991 : « Ma fille voyait "trop bien" et de façon exagérée. Par exemple elle voyait chaque mèche de cheveux comme des spaghettis, et, sans doute, pour cela, était fascinée par les cheveux des gens ». Ces phénomènes conduisent à des surcharges sensorielles pouvant amener à des colères, une grande fatigabilité, un retrait. L'hyposensibilité à l'inverse, est due à un canal sensoriel qui n'est pas assez ouvert et donc trop peu de stimulations arrivent au cerveau. Cette hyposensibilité engendre souvent une attirance pour la lumière, les reflets, ou les couleurs vives. Cette sensibilité va entrainer des phénomènes d'autostimulation comme le balancement, tournoyer sur soi-même, se taper la tête etc. Cette hyper et/ou hyposensibilité ne sont pas figées et peuvent varier aussi bien d'un individu à l'autre mais également chez un même individu et ceci dans les différentes modalités sensorielles. Ainsi, à un temps donné, une personne avec TSA peut être hypersensible à la lumière et hyposensible à l'odorat puis un mois plus tard avec une sensibilité normale à la lumière mais être hypersensible à une odeur particulière.

Ces fonctionnements atypiques font l'objet de plusieurs hypothèses cognitives qui pourraient expliquer ces phénomènes. Ainsi, cette perception des détails en défaveur du global, donc sans intégrer ces détails à leur contexte global, a permis l'émergence de l'hypothèse de défaut de cohérence centrale (Happé and Frith, 1996; Ozonoff et al., 1994). Néanmoins ce modèle a depuis été révisé et les chercheurs parlent dorénavant d'un style cognitif qui peut être modifié lorsque les circonstances l'exigent et serait plutôt un aspect secondaire, co-occurrent du fonctionnement autistique (Happé and Frith, 2006). Cette théorie rejoint celle de Mottron et al. en 2006 qui expliquerait la symptomatologie autistique par un surfonctionnement perceptif correspondant à un traitement approfondi/poussé de l'information à un « bas niveau », c'est-à-dire un traitement élémentaire de tous les stimuli sensoriels. La piste du défaut d'engagement et de désengagement de l'attention est également avancée (Keehn et al., 2013) et plus particulièrement une altération de l'attention sélective : il n'y a pas de filtrage, la distraction est augmentée. Une autre hypothèse est un défaut de conceptualisation, c'est-à-dire une difficulté à généraliser un concept car ce dernier est vécu dans des contextes différents. D'autres équipes ont, de plus, pointé un déficit des fonctions exécutives (pour revue voir Hill, 2004). Les fonctions exécutives représentent les capacités nécessaires pour s'adapter à une situation nouvelle, non routinière. Elles englobent notamment l'inhibition (d'une lumière qui clignote par exemple), la planification, la flexibilité mentale (changer de tâche ou de stratégie mentale et passer d'une opération cognitive à une autre).

Ces différentes théories s'appuient également sur des études en imagerie cérébrale (pour revue, voir Desaunay et al., 2014). Ces travaux ont montré chez les personnes avec autisme une

augmentation de l'activité des régions cérébrales liées à la perception (régions temporales et occipitales) d'une part (Samson et al., 2012), et d'autre part une augmentation de la connectivité locale au niveau de ces mêmes régions (Kana et al., 2011). La connectivité fait référence à la connexion neuronale entre deux régions corticales plus ou moins éloignées. Parallèlement à cette surmobilisation, une sous-utilisation a également été observée mais cette fois-ci dans les régions frontales qui sous-tendent les fonctions d'intégration dit de haut niveau comme le raisonnement, la prise de décision, la planification, l'inhibition. Les études en Imagerie par Résonnance Magnétique rapportent en effet une diminution de l'activité des régions frontales (Just et al., 2004) et une sous-connectivité dans cette même région (Courchesne and Pierce, 2005).

En conclusion, l'autisme représente un modèle pathologique pertinent pour comprendre l'impact de la perception sur le fonctionnement cognitif y compris la mémoire. C'est de plus, une des rares pathologies qui présente paradoxalement à la fois un fonctionnement déficitaire dans certains domaines et des pics d'habilités exceptionnels.

La perception est donc atypique dans l'autisme, des hypothèses explicatives ont été formulées concernant le système visuel jusqu'à l'intégration corticale. Cette perception atypique semble être à l'origine de plusieurs comportements caractéristiques de l'autisme. La synesthésie qui fait référence à l'association de deux ou plusieurs sens (par exemple l'association d'une lettre et d'une couleur) présente les mêmes anomalies cérébrales retrouvées dans l'autisme. Il est en effet intéressant de noter que la proportion d'autistes synesthètes est trois fois plus importante que dans la population générale (Baron-Cohen et al., 2013).

Bibliographie :

BARON-COHEN Simon et *al.* (2013), « Is Synaesthesia More Common in Autism? », *Molecular Autism*, 4, 40.

BLACKBURN Jared (1999), « My Inside View of Autism », www.planetc.com/urers/blackjar/aisub (site plus actif).

BROSNAN Mark et *al*. (2004), « Gestalt Processing in Autism: Failure to Process Perceptual Relationships and the Implications for Contextual Understanding », *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, p. 459–469.

COURCHESNE Eric et PIERCE Karen (2005), « Why the Frontal Cortex in Autism Might be Talking Only to Itself: Local Over-connectivity but Long-distance Disconnection », *Current Opinion in Neurobiology,* 15, p. 225–230.

DESAUNAY Pierre et *al.* (2014), « Autisme et connectivité cérébrale : contribution des études de neuroimagerie à la compréhension des signes cliniques », *Revue de Neuropsychologie*, 6, p. 25–35.

GEPNER Bruno et FÉRON François (2009), « Autism: A World Changing too Fast for a Mis-wired Brain? », *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, p. 1227–1242.

HAPPÉ Francesca et FRITH Uta (1996), « The Neuropsychology of Autism », *Brain*, 119, p. 1377–1400.

HAPPÉ Francesca et FRITH Uta (2006), « The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive Style in Autism Spectrum Disorders », *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, p. 5–25.

HILL Elisabeth L. (2004), « Executive Dysfunction in Autism », *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 1, p. 26–32.

JUST Marcel Adam et *al.* (2004) « Cortical Activation and Synchronization during Sentence Comprehension in High-functioning Autism: Evidence of Underconnectivity », *Brain*, 127, p. 1811–1821.

KANA Rajesh K., LIBERO Lauren E. et MOORE Marie S. (2011), « Disrupted Cortical Connectivity Theory as an Explanatory Model for Autism Spectrum Disorders », *Physics of Life Reviews*, 8, p. 410–437.

KEEHN Brandon, MÜLLER Ralph-Axel et TOWNSEND Jeanne (2013), « Atypical Attentional Networks and the Emergence of Autism », *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37, p. 164–183.

KERN Janet K., TRIVEDI Madhukar H., et *al.* (2007), « Sensory Correlations in Autism », *Autism*, 11, 2, p. 123–134.

KLIN Ami, JONES Warren et *al*. (2002) , « Visual Fixation Patterns during Viewing of Naturalistic Social Situations as Predictors of Social Competence in Individuals with Autism », *Archives of General Psychiatry*, 59, p. 809–816.

MOTTRON Laurent, DAWSON Michelle et *al*. (2006) , « Enhanced Perceptual Functioning in Autism: an Update, and Eight Principles of Autistic Perception », *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, p. 27–43.

OZONOFF Sally, STRAYER David L. et *al*. (1994) , « Executive Function Abilities in Autism and Tourette Syndrome: an Information Processing Approach », *Journal of Child Psychology and Psychiatry,* 35, p. 1015–1032.

ROBERTSON Ashley E. et SIMMONS David R. (2013), « The Relationship Between Sensory Sensitivity and Autistic Traits in the General Population », *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, p. 775–784.

SAITOVITCH Ana, BARGIACCHI Anne et *al.* (2012), « Social Cognition and the Superior Temporal Sulcus: Implications in Autism », *Revue Neurologique*, 168, 10, p. 762–770.

SAMSON Fabienne, MOTTRON Laurent et *al.* (2012), « Enhanced Visual Functioning in Autism: An ALE Meta-analysis », *Human Brain Mapping*, 33, 7, p. 1553–1581.

TARDIF Carole, LAINÉ France et *al.* (2007), « Slowing Down Presentation of Facial Movements and Vocal Sounds Enhances Facial Expression Recognition and Induces Facial-vocal Imitation in Children with Autism », *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, p. 1469–1484.

VAN EHRENFELS Christian (1887 réed. 2006), *Über Fühlen und Wollen. Eine psychologische Studie*, Vienne.

WILLIAMS Donna (1994), *Somebody Somewhere: Breaking Free from the World of Autism*, Londres-Philadelphie.

WILLIAMS Donna (1999), *Nobody Nowhere: The Remarkable Autobiography of an Autistic Girl*, Londres-Philadelphie.

Vidéothèque

http://www.theinvisiblegorilla.com/videos.html

4. Annexe 4. Questionnaire de la composante sémantique

Code sujet : Date :

Wantzen P, Guillery-Girard B

Questionnaire de la mémoire autobiographique : composante SEMANTIQUE

Nom :

Prénom :

Age :

Classe :

Ordre de passation du questionnaire (présent, passé proche, passé lointain, futur): Ecole, Activités, Autres interactions, Intérêts, Caractéristiques, Vie de tous les jours

ENREGISTRER LES PRODUCTIONS

Total : questions (/96)

I) Présent (/30)

A. Social (/15)

1. Ecole (/5)

1.1) Peux-tu me décrire la classe de ton cours préféré : le nombre d'élèves, ta place dans la classe, la décoration de la classe ? (/2)

Indice 1 : image représentant une école
Indice 2 : image représentant un professeur dans une classe entière (professeur en haut de l'image, fond de la classe en bas de l'image)

1.2) Peux-tu me donner le titre ou le sujet d'une leçon ou d'une poésie ? (/1)

Indice : image représentant le cahier d'un élève

1.3) Peux-tu me donner le nom de 2 personnes qui sont dans ta classe? Est-ce que ce sont tes amis ? (/2)

Indice 1 : image représentant une école
Indice2 : image représentant un professeur dans une classe entière

Bonus : C'est quoi être ami pour toi ?

Indice 1 : image représentant deux garçons qui marchent

2. *Activités* (/5)

2.1) Fais-tu des activités en dehors de l'école (sports, artistique… ; moins régulière cinéma, piscine…)? Lesquelles? (/1) + Quel est le nom de ton encadrant/Combien vous êtes dans le groupe (1 info en +)? (/1)

Indice : image cinéma, concert, foot, Gameboy, musique…

2.2) Où pratiques-tu ces activités? (/1)

Indice : Image parc, maison, forêt, plage…

2.3) Peux-tu me donner le nom de 2 personnes qui pratiquent l'activité avec toi? (/2)

Indice : Image représentant 2 garçons qui marchent

3. *Autres interactions* (/5)

3.1) Peux-tu me donner le nom d'un de tes voisins ou de tes proches (autre qu'à l'école, activité et parents) ? (/1)

Indices (7) : images de 7 personnages d'âges différents (2 personnes âgées de sexes féminin et masculin, 2 adultes de sexes féminin et masculin, 2 enfants de sexes féminin et masculin, un bébé)

3.2) Peux-tu me donner 2 détails sur cette personne (physique ou identitaire) : quand tu penses à cette personne, qu'est-ce qui te vient à l'esprit pour la décrire ? (/2)

3.3) Quel est le nom de ton docteur ou d'un autre personnel de santé que tu vois actuellement? Où est-ce que tu les vois? (/2)

Indice1 : Image représentant une voiture garée dans la rue

B. ***Personnel*** (/15)

1. *Intérêts* (/5)

1.1) Qu'est-ce que tu fais habituellement de ton temps libre en ce moment? (jouer, lire…) (/1)

Indices : Image représentant un cahier, une Gameboy, un footballeur, un parc, un champ, une télé, une note de musique

1.2) Quel est le dernier jeu vidéo / film / dessin animé /musique que t'as aimé? (/1)

Indices : Image représentant une Gameboy, un concert, une scène de tournage…

1.3) Est-ce tu peux me décrire un personnage qui existe vraiment ou pas, que tu connais bien ? Qu'est ce qu'il fait dans la vie? (fonction, rôles…) (/2)

Indices : images de N. Sarkozy et de Mickey

1.4) Peux-tu me donner des détails sur cette personne? Quand tu penses à cette personne, qu'est-ce qui te vient à l'esprit pour la décrire ? (/1)

2. <u>Caractéristiques</u> (/5)

2.1) Qu'est-ce qu'il te plait chez cette personne? Qu'est-ce que tu as en commun avec elle? (/1)

2.2) Est-ce que tu peux me décrire ton caractère? Au moins une qualité et un défaut. / Qu'est-ce que tu aimes chez toi? Qu'est-ce que tu n'aimes pas? (/2)

Indices : « Par exemple moi je suis assez optimiste mais je suis plutôt réservée »
Indices 2 : donner liste adjectifs

2.3) Quelles sont les choses qui te sont désagréables/ qui t'énervent actuellement (odeur, bruit, comportement, perdre…)? (/1)

Indices : images bruit, odeur…

2.4) Quelles sont les choses qui te sont agréables, qui te font plaisir? (/1)

Indices : images trains, ballons de foot, Gameboy

3. <u>Vie de tous les jours</u> (/5)

3.1) Quelle est l'adresse de chez toi actuellement? (Adresse complète) /1

Indices : image d'une maison

3.2) Peux-tu me décrire comment est ta chambre actuellement? /2

Indices : image d'une chambre

3.3) Peux-tu me raconter comment ça se passe quand tu vas te coucher en ce moment? Quelles sont tes habitudes ? (/2)

Indices : image d'une chambre

II) <u>Passé proche</u> (/20)

A. ***<u>Social</u>*** (/15)

1. *<u>Ecole</u>* (/5)

1.1) Peux-tu me décrire comment était ta classe dans ce cours de l'an dernier ? Où se situait ta place dans la salle ? (/2)

Indice 1 : image représentant une école
Indice 2 : image représentant un professeur dans une classe entière (professeur en haut de l'image, fond de la classe en bas de l'image)

1.2) Peux-tu me donner le titre ou le sujet d'une leçon ou d'une poésie que tu as apprise l'an dernier ? (/1)

Indice : image représentant le cahier d'un élève

1.3) Peux-tu me donner le nom de 2 de tes camarades qui étaient avec toi l'an dernier (mais qui ne sont plus avec toi cette année) ? Est-ce que c'étaient tes amis ? (/2)

Indice 1 : image représentant une école
Indice 2 : image représentant deux garçons qui marchent

2. *<u>Activités</u>* (/5)

2.1) L'an dernier, faisais-tu des activités, lesquelles ? (/1) Quel est le nom de ton encadrant/Combien vous êtes dans le groupe (1 info en +)? / Activité que tu as faite plusieurs fois l'été dernier (si même activité que cette année)?

Indice : image cinéma, concert, foot, Gameboy, musique…

2.2) Où pratiquais-tu ces activités ? (/1)

2.3) Peux-tu me donner le nom de 2 personnes qui pratiquaient cette activité avec toi l'an dernier? (/2)

Indice : Image représentant 2 garçons qui marchent

3. *<u>Autres interactions</u>* (/5)

3.1) Peux-tu me donner le nom d'un de tes voisins ou de tes proches de l'année dernière (différent que cette année) ? (/1) l'été dernier y'avait-il d'autres personnes que tu voyais souvent?

Indices (7) : images de 7 personnages d'âges différents (2 personnes âgées de sexes féminin et masculin, 2 adultes de sexes féminin et masculin, 2 enfants de sexes féminin et masculin, un bébé)

3.2) Peux-tu me donner 2 détails sur cette personne de l'an dernier? (/2)

3.2) Peux-tu me donner le nom d'un docteur ou d'un autre personnel de santé que tu as vu l'an dernier ? Où est-ce que tu les as vu? (/2)

Indice 2 : Image représentant une voiture garée dans la rue

*B. **Personnel*** (/5)

1. Intérêts (/5)

1.1) L'an dernier, qu'est-ce que tu préférais faire/faisais de ton temps libre ? (/1)

Indices : Image représentant un cahier, une Gameboy, un footballeur, un parc, un champ, une télé, une note de musique

1.2) Quel était ton jeu vidéo / film / dessin animé préféré l'année dernière ? (/1)

Indices : Image représentant une Gameboy, un concert, une scène de tournage…

1.3) Est-ce tu peux me décrire un personnage qui existe vraiment ou pas, que tu connais bien, dont tu parlais beaucoup l'an dernier? Qu'est-ce qu'il fait dans la vie? (fonction, rôles…) (/2)

Indices : images de N. Sarkozy et de Mickey

1.4) Peux-tu me donner des détails sur cette personne? Quand tu penses à cette personne, qu'est-ce qui te vient à l'esprit pour la décrire ? (/1)

III) Passé lointain (/30)

*A. **Social*** (/15)

1. Ecole

1.1) Peux-tu me décrire comment était ta classe dans ce cours, en primaire/collège (selon l'âge)? Où se situait ta place, tu te rappelles ? (/2)

Indice 1 : image représentant une classe
Indice 2 : image représentant un professeur dans une classe entière (professeur en haut de l'image, fond de la classe en bas de l'image)

1.2) Peux-tu me donner le titre ou le sujet d'une leçon ou d'une poésie que tu as appris en primaire ? (/1)

Indice : image représentant le cahier d'un élève

1.3) Peux-tu me donner le nom de 2 de tes camarades qui étaient avec toi en primaire ? Est-ce que c'était tes amis ? (/2)

Indice 1 : image représentant une école
Indice 2 : image représentant deux garçons qui marchent

2. *Activités* (/5)

2.1) Et les années précédentes, quand tu étais en primaire, tu avais des activités (sport, musique, art)? (/1) Quel est le nom de ton encadrant/Combien vous êtes dans le groupe (1 info en +)? (/1)

Indice : image cinéma, concert, foot, Gameboy, musique…

2.2) Où pratiquais-tu ces activités ? (/1)

2.3) Peux-tu me donner le nom de 2 personnes qui pratiquaient une/l'activité avec toi les précédentes années? (/2)

Indice : Image représentant 2 garçons qui marchent

3. *Autres interactions* (/5)

3.1) Peux-tu me donner le nom d'un de tes voisins ou de tes proches quand tu étais plus petit (primaire) ? (/1)

Indices (7) : images de 7 personnages d'âges différents (2 personnes âgées de sexes féminin et masculin, 2 adultes de sexes féminin et masculin, 2 enfants de sexes féminin et masculin, un bébé)

3.2) Peux-tu me donner 2 détails sur cette personne de quand tu étais plus petit? (/2)

3.3) Peux-tu me donner le nom d'un docteur ou d'un autre personnel de santé que tu as vu plus jeune et où est-ce que tu le voyais? (/2)

Indice 2 : Image représentant une voiture garée dans la rue

B. Personnel (/15)

1. *Intérêts* (/5)

Code sujet : Date :

1.1) Les précédentes années, quand tu étais en primaire, qu'est-ce que tu préférais faire/faisais de ton temps libre ? (/1)

Indices : Image représentant un cahier, une Gameboy, un footballeur, un parc, un champ, une télé, une note de musique

1.2) Quel était ton jeu vidéo / film / dessin animé préféré quand tu étais en primaire ? En maternelle ? (/1)

Indices : Image représentant une Gameboy, un concert, une scène de tournage…

1.3) Est-ce tu peux me décrire un personnage qui existe vraiment ou pas, que tu connais bien ou dont tu parlais beaucoup quand tu étais en primaire? Qu'est-ce qu'il fait dans la vie? (fonction, rôles…) (/2)

Indices : images de N. Sarkozy et de Mickey

1.4) Peux-tu me donner des détails sur cette personne? Quand tu penses à cette personne, qu'est-ce qui te vient à l'esprit pour la décrire ? (/1)

2. *Caractéristiques* (/5)

2.1) Est-ce que tu as des caractères en commun avec cette personne ? Qu'est ce qui te plaisait chez elle ? (/1)

2.2) Est-ce que quand tu étais plus jeune il y avait un trait de caractère que tu as plus / a moins maintenant (timide, maladroit, introverti…) ? (/2)

Indices : « Par exemple moi je suis assez optimiste mais je suis plutôt réservée »
Indices 2 : donner liste adjectifs

2.3) Quelles étaient les choses qui t'étaient désagréables /énervantes quand t'était plus jeune? (/1)

Indices : images bruit, odeur…

2.4) Quelles étaient les choses qui t'étaient agréables, qui te faisaient plaisir quand t'étais plus jeune? (/1)

Indices : images trains, ballons de foot, Gameboy

3. *Vie de tous les jours* (/5)

3.1) As-tu déjà déménagé ? Quelle était ton ancienne adresse ? / sinon Adresse où a vécu ta famille ? /1

Indices : image d'une maison

3.2) Peux-tu me décrire comment était ta chambre quand tu étais plus jeune ? /2

Indices : image d'une chambre

3.3) Peux-tu me raconter comment ça se passait quand tu allais te coucher quand tu étais en primaire ? Quelles étaient tes habitudes ? /2

Indices : image d'une chambre

IV) **Futur** (/19)

A. ***Social*** (*/10*)

1. *Ecole* (/5)

1.1) L'an prochain tu aimerais être dans quelle classe ? A quelle place dans la classe ? / Qu'est-ce que tu voudrais faire plus tard? (/2)

Indice 1 : image représentant une école
Indice 2 : image représentant un professeur dans une classe entière

1.2) Sais-tu sur quoi tu vas travailler les prochaines années (si rien, pex en histoire, en maths, une nouvelle langue, option…) ? (/1)

Indice : image représentant le cahier d'un élève

1.3) Peux-tu me donner le nom de 2 de tes camarades qui pourraient être avec toi /avec qui tu voudrais être les prochaines années? (/2)

Indice 1 : image représentant la cour de l'école
Indice 2 : image représentant deux garçons qui marchent

2. *Activités* (/5)

2.1) Tu vas ou voudrais faire une activité particulière plus tard? Quel est le nom de ton encadrant/Combien vous êtes dans le groupe (1 info en +)? (/2)

Indice : image cinéma, concert, foot, gameboy, musique…

2.2) Où voudrais-tu les pratiquer ? (/1)

2.3) Peux-tu me donner le nom de 2 personnes qui pratiqueront/avec qui tu aimerais pratiquer cette activité? (/2)

Indice : Image représentant 2 garçons qui marchent

B. Personnel (/9)

1. *Caractéristiques* (/4)

1.1) Peux-tu me donner 2 autres traits de caractères que tu aimerais garder ou changer plus tard ? (/2)

Indices : « Par exemple moi je suis assez optimiste mais je suis plutôt réservée »
Indices 2 : donner liste adjectifs

1.2) Est-ce que tu penses que les choses qui te sont désagréables/énervantes seront toujours les mêmes plus tard (Lycée, adultes)? (/1)

Indices : images bruit, odeur…

1.3) Est-ce que tu penses que les choses qui te sont agréables/plaisantes seront toujours les mêmes plus tard (Lycée, adultes)? (/1)

Indices : images trains, ballons de foot, Gameboy

2. *Vie de tous les jours* (/5)

2.1) Vas-tu déménager les prochaines années ? Si oui où ? / Où aimerais-tu habiter plus tard? /1

Indices : image d'une maison

2.2) Vas-tu changer de chambre ou changer de décoration les prochaines années ? Si oui comment ça va être ? / Comment aimerais-tu que ta chambre soit quand tu seras plus grand ? /2

Indices : image d'une chambre

2.3) Comment penses-tu que se passera le coucher quand tu seras plus grand (lycée, adulte…) ? Qu'est-ce que tu aimerais qui change ou qui reste ? /2

Indices : image d'une chambre

RÉSUMÉ

Les troubles du spectre autistique (TSA) sont des troubles neuro-développementaux caractérisés par des altérations de la communication sociale, des comportements restreints et répétitifs, ainsi que des anomalies cérébrales. Le premier projet de ce travail met en évidence des anomalies de connectivité cérébrale au repos en électroencéphalographie, pouvant rendre compte des difficultés d'intégration multimodale ayant des répercussions sur les processus d'introspection. Dans le second projet, nous mettons en évidence des difficultés de mémoire autobiographique (MAB) chez les adolescents avec TSA avec un profil sensoriel particulier, ainsi qu'un bénéfice significatif d'une relance et d'indices visuels lors de la récupération. Au-delà, nos travaux soulignent l'intérêt de la création d'une réhabilitation de la MAB, réalisée dans le troisième projet, et dont les résultats préliminaires montrent un effet bénéfique sur l'identité sociale des adolescents avec autisme.

MOTS CLÉS

Troubles du spectre de l'autisme, mémoire autobiographique, électrophysiologie, localisation de source, réseau du repos, remédiation, adolescence.

ABSTRACT

Autism spectrum disorders (ASD) are neurodevelopmental disorders characterized by difficulties in social communication with restricted and repetitive behaviors, and cerebral abnormalities. The first project of this work shows abnormal resting-state brain connectivity using electroencephalography that can account for the multimodal integration difficulties that directly impact introspection processes. In the second project, we confirm autobiographical memory (ABM) atypicality in ASD adolescents, with an atypical sensory profile, but also the existence of a positive effect of prompting and visual cues during recall. Beyond, our work highlights the importance of the creation of ABM rehabilitation, realized in the third project. Preliminary results show a beneficial effect on the social identity of adolescents with autism. ABM is, therefore, very relevant to study in autism, integrating a unique and ecological multimodal dimension, and an interesting tool of rehabilitation.

KEYWORDS

Autism spectrum disorders, autobiographical memory, electrophysiology, source localization, resting-state networks, rehabilitation, adolescence.