



**HAL**  
open science

# Conscience de soi dans les Troubles du Spectre de l'Autisme

Nicolas Deltort

► **To cite this version:**

Nicolas Deltort. Conscience de soi dans les Troubles du Spectre de l'Autisme. Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01301919

**HAL Id: dumas-01301919**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01301919>**

Submitted on 13 Apr 2016

**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.

UNIVERSITE de BORDEAUX  
U.F.R des SCIENCES MEDICALES

Année 2016

Thèse n° 3013

THESE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE  
DISCIPLINE PSYCHIATRIE

Présentée et soutenue publiquement par

**Nicolas DELTORT**

Né le 27 aout 1986 à Toulouse

**Le 25 mars 2016**

# **Conscience de soi dans les Troubles du Spectre de l'Autisme**

**Directrice de thèse :** Madame le Docteur Anouck AMESTOY

**Rapporteur :** Madame le Professeur Frédérique BONNET-BRILHAULT

**Membres du jury :**

Monsieur le Professeur Manuel BOUVARD	Président
Monsieur le Professeur Bruno AOUIZERATE	Juge
Madame le Professeur Frédérique BONNET-BRILHAULT	Juge
Madame le Docteur Cécile LAFITTE	Juge
Madame le Docteur Cécile GALLOT	Juge



Au président du jury,

**Monsieur le Professeur Manuel Bouvard,**

Je vous remercie d'avoir accepté de présider ce jury. J'ai eu la chance de bénéficier de vos enseignements et de votre bienveillance. Je saurai retenir ce nom, celui du Professeur qui m'a aiguillé tout au long de mon parcours d'interne et permis d'être à cette place aujourd'hui. Ce sera pour moi un grand honneur de continuer à travailler et apprendre à vos côtés. Veuillez trouver ici le témoignage de toute ma reconnaissance et de mon plus profond respect.

A ma directrice de thèse,

**Madame le Docteur Anouck Amestoy,**

Je te remercie de m'avoir confié ce travail. Tu m'as guidé dans le domaine de l'autisme et m'as permis d'aller voir au delà de la clinique. Merci de m'avoir fait bénéficier de ton savoir au cours de cette année passée au CRA. J'ai eu beaucoup de plaisir à partager ces longues discussions autour de ce travail. Je te remercie pour ta disponibilité et ta patience que j'ai conscience d'avoir mises à l'épreuve ces derniers mois. Trouve ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon admiration.

A mon rapporteur de thèse,

**Madame le Professeur Frédérique BONNET-BRILHAULT,**

Je vous remercie d'avoir accepté d'être le rapporteur de cette thèse. Que votre expertise dans le domaine des troubles du spectre de l'autisme ait pu enrichir ce travail est un grand honneur. Veuillez trouver ici la marque de ma reconnaissance et de mon profond respect.

Aux membres du jury,

**Monsieur le Professeur Bruno Auizerate,**

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Bien que n'ayant pas eu l'occasion de travailler à vos côtés, j'ai pu bénéficier de la qualité de vos enseignements. Bénéficier de votre expertise dans le domaine des neurosciences est un grand honneur. Veuillez trouver ici la marque de ma reconnaissance et de mon profond respect.

**Madame le Docteur Cécile Lafitte,**

Je te remercie d'avoir accepté avec enthousiasme de juger ce travail. Durant deux magnifiques semestres passés à Bayonne, j'ai été touché par l'énergie que tu emploies dans tout ce que tu entreprends. J'admire tes qualités humaines et j'ai été heureux de bénéficier de ta bienveillance. Tu as donné l'impulsion à mon intérêt pour les TSA. Je t'en remercie. Trouve ici le témoignage de toute ma reconnaissance et de mon admiration.

**Madame le Docteur Cécile Gallot,**

Merci d'avoir accepté de participer à mon jury de thèse. Durant cette fin d'internat, ça a été un plaisir de travailler et apprendre à tes côtés. Ton investissement pour la transmission de ton expérience est, pour moi, un exemple. Tes conseils ont toujours été précieux. Je te remercie aussi pour ta bonne humeur permanente et la sympathie que tu m'as témoignée. Trouve ici la marque de toute ma gratitude et de mon admiration.

**A Monsieur le Docteur Jean-René Cazalets,**

Je te remercie pour ta disponibilité et ton investissement dans ce travail. J'ai eu la chance de goûter à ces sympathiques discussions « statistiques » du mercredi matin avec grand plaisir. Trouve ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

**A tous les médecins, co-internes, infirmières et infirmiers, secrétaires, psychomotriciennes, assistantes sociales, psychologues, orthophonistes, éducatrices et diététicienne, que j'ai pu rencontrer durant mon parcours d'interne.**

**Je vous remercie pour votre accueil toujours chaleureux, pour votre bienveillance à mon égard. Apprendre de chacun d'entre vous a été un grand honneur. Travailler avec chacun d'entre vous a été un grand plaisir. Trouvez ici l'expression de toute ma reconnaissance et de ma profonde sympathie.**

Aux Drs Régine Pellerin et François Bridier, aux équipes du CMPEA de Lormont et de l'hôpital de jour de Bordeaux Bastides.

Je vous remercie de m'avoir initié à la pédopsychiatrie avec bienveillance et de m'avoir conforter dans le choix de cette orientation pour ma future vie professionnelle.

Aux Drs Delphine Morizet, Xavier Xiberas, Aurélie Vouzelaud, à Béatrice et Patricia, et à toute l'équipe de Bayonne.

Partager avec vous ces moments de travail, de fête, de rafting et de surf fut un réel plaisir.

Merci Delphine de m'avoir accordé ta confiance et ta sympathie, de m'avoir emmené jusqu'à Cambo pour me transmettre ton expérience.

Aux Drs Laurence Mériglier, Christelle Donon, Julie Poli, Anne Passemard, Fabien Gorse, à Baptiste et à l'équipe de Charcot.

Merci pour ces moments de travail et de vie que l'on a partagés.

Merci Laurence pour ce que tu m'as apporté tant sur le plan humain que professionnel.

Aux Drs Anne-Laure Sutter-Dallay, Sophie Denard, Mumu et à toute l'équipe du RME. Merci pour votre accueil chaleureux, pour votre humanité. Merci Mumu pour ta bonne humeur et ta bienveillance.

Merci Anne-Laure pour ta disponibilité et tes enseignements lorsque j'arpentais les couloirs de la maternité.

Merci Sophie pour m'avoir « humanisé ».

Au Dr Stéphanie Bioulac,

L'expérience que tu m'as transmise avec bonne humeur et bienveillance est pour moi un bien précieux. Travailler avec toi et apprendre de toi fut un réel plaisir. Je t'en remercie.

Au Dr Astrid Claret, merci pour la sérénité avec laquelle tu nous as encadré pendant ces 6 mois. C'était un plaisir de travailler avec toi et de bénéficier de tes conseils.

A Ali, et aux goûters partagés candy-up/gaufrettes dans notre Minion bureau !

A Valérie, Marine et Stéphanie, merci pour votre bonne humeur, votre disponibilité et votre dynamisme.

A Catherine, Amel, Eve, Me Bayle et toute l'équipe du SUHEA. Merci pour votre accueil, votre bienveillance, ce que vous nous avez transmis, et pour la douche aussi !!

Au Dr Ouma Moutoucomarapoule et à toute l'équipe du CSMI de Pauillac, Merci pour votre accueil, votre bienveillance et votre bonne humeur. Mon retour dans le Médoc parmi vous me ravit. Je me dis que c'est comme un petit voyage chaque jour.

Au Dr Campmas, je vous remercie pour votre accueil bienveillant.

Au Dr Cédric Galera, je te remercie pour ta sympathie et tes conseils avisés.

Au Dr Toki Rajerison, merci pour ta disponibilité de chaque instant, la sympathie que tu m'as témoigné et tout ce que tu m'as appris.

A toute l'équipe du CRA, je vous remercie pour votre accueil, votre disponibilité, votre dynamique de transmission de vos connaissances dont j'ai pu bénéficier. Merci aussi pour ces bons moments partagés sur ce bout de caillou du Croisic.

A Cathy, merci pour ta disponibilité et ta bienveillance à mon égard.

A Sylvie, YOH ! Merci pour ta disponibilité que j'ai su mettre à l'épreuve, pour ton soutien et pour la sympathie que tu m'as témoignée.

A Clarisse, merci pour la cellule « accueil et soutien » du mercredi après-midi !

Au Dr Véronique Tauziet, je te remercie pour ton accueil chaleureux et la confiance que tu m'as accordée. Tu m'as fait bénéficier de ton expérience de la petite enfance, je t'en remercie. Merci aussi pour ton soutien dans la tempête de ces derniers mois.

A Fabien, Julie, Marie-Laure, Aurélie, Sophie, Sylvie, Virginie, je vous remercie pour votre accueil, votre bienveillance et votre soutien.

A mes derniers co-internes, Audrey, Gab, Marina, Romain...



## **A mes amis,**

A Alice et Laurie, à nos années de destress en terrasses !  
A JC et Etienne, au surf et au rhum !  
A Flo et Anna, à nos parties de squash et à nos soirées qui risquent de perdurer !  
A Louis et Gauthier, cet été de surf restera gravé ! à Lucie et Pauline.  
A Marion et Rémy, aux fêtes de Bayonne et au prochain mascaret.  
A Charlotte, à Clémence, les gastrogirls ! A Thomas.  
A Marie, à ce mois d'avril que nous attendons.  
A Paul, merci pour les photos !

A Géo, Charles, Bes, Rom et PP, à nos années lycée et aux suivantes. Aux bons moments passés et à venir.

A Antoine, à tes squats risqués (Na..naaa.nananana) en P1, à notre coloc' et à notre amitié, et à Clio, привет consœur !  
A Nicolas, à nos révisions/FIFA/Dubliners !  
A Yohan, à nos interminables discussions bd/ciné.  
A Maxime, et à Muse !  
A Guillaume, arrête de courir, fais du vélo !  
A toute la team Bettex de près ou de loin, Thomas, Victoria, Yopo, Marie, Jerem, Ben, Julien, Clém, Pey, Marine, Arnaud, Grynou, Sophie, Cathy, Chachou, Justine, Jona, Romain et Pépé, à ces moments exceptionnels passés à vos côtés.  
A Guillaume et à la pauvre pastèque !

## **A ma famille,**

A mes parents. Merci de m'avoir porté, supporté, rattrapé, stimulé, guidé, conforté et réconforté, soutenu et encouragé pour faire ce que je suis. Je souhaite vous avoir rendu et continuer à vous rendre le bonheur que vous m'avez donné.

A Marie et Mathieu, à notre enfance, à la lumière dans le couloir, à nos petites disputes, à nos premières soirées et aux suivantes. Je suis fier et heureux de ce que nous sommes devenus.

A Clément et à la pêche ! Bienvenue !

A Mémé, papi, mamie, papi du foot, Del, Julie, Bibi, Yaya, Tatie Nicole, Loulou, Jérôme, Charles-Edouard, Caro, Antoine, Jean-Pierre, Marie-Christine, Robin, Michel, Martin. Merci pour tous ces moments heureux passés ensemble.

A la relève, Lucie, Jules, Gaston, Chloé et Inès.

A Monique, Didier, Martin, Romain et Mamou. Merci pour votre accueil dans la Bijaoui-Ricard family et pour les bons moments partagés.

**A Julie,**

Depuis cette rencontre, dans l'ascension de ces interminables escaliers, tu m'as accompagné au cours de nos soirées plus ou moins arrosées, nos moments plus ou moins studieux et nos voyages plus ou moins tropicaux. Merci pour ta présence, ton soutien, ton amour. Chaque journée ordinaire, je mesure le bonheur de t'avoir auprès de moi. Si tu le veux bien, montons un peu plus haut et restons sur ces marches...



# Table des matières

## **INTRODUCTION** **15**

---

## **PARTIE 1 : CONSCIENCE DE SOI ET AUTISME** **18**

---

<b>I) <u>INTRODUCTION</u></b>	<b>19</b>
1) LES TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE	19
2) MODELES DEVELOPPEMENTAUX DE LA CONSCIENCE DE SOI	20
3) OBJECTIF ET DEFINITIONS	22
<b>II) <u>CONSCIENCE DE SA PROPRE PENSEE</u></b>	<b>23</b>
1) LE MODELE DE LA THEORIE DE L'ESPRIT	23
2) EVALUATION DE LA THEORIE DE L'ESPRIT DANS LE TSA	25
3) LA THEORIE DE SON PROPRE ESPRIT	26
4) LIENS AVEC LA SYMPTOMATOLOGIE AUTISTIQUE	30
<b>III) <u>RECONNAISSANCE DE SON PROPRE CORPS ET CONSCIENCE DE SES PROPRES ACTIONS : LE SENS DE L'AGENTIVITE</u></b>	<b>32</b>
1) LE SENS DE L'AGENTIVITE	32
(A) HISTORIQUE ET DEFINITION	32
(B) DEVELOPPEMENT	34
(C) LE SENS DE L'AGENTIVITE DANS LES TSA	35
2) L'INTEGRATION MULTI-MODALE ET LA CONSCIENCE DE SON PROPRE CORPS	36
3) LA RECONNAISSANCE DE SON PROPRE VISAGE COMME EVALUATION DE LA CONSCIENCE D'UN SOI PHYSIQUE	39
<b>IV) <u>MEMOIRE AUTOBIOGRAPHIQUE ET TSA</u></b>	<b>44</b>
1) LA MEMOIRE AUTOBIOGRAPHIQUE	44
2) LA MEMOIRE AUTOBIOGRAPHIQUE DANS LE TSA	46
<b>V) <u>NEURO-ANATOMIE DU SOI</u></b>	<b>48</b>
1) PERCEPTION DES VISAGES ET DE SON PROPRE VISAGE	48
(A) PERCEPTION DES VISAGES	48
(B) PERCEPTION DES VISAGES DANS LES TSA	49
(C) PERCEPTION DE SON PROPRE VISAGE	50

(D) PERCEPTION DE SON PROPRE VISAGE DANS LES TSA	51
2) LE RESEAU PAR DEFAUT (DEFAULT MODE NETWORK)	52
3) LE SYSTEME DES NEURONES MIROIRS	56

## **PARTIE 2 : ETUDE** **60**

I) <u>OBJECTIFS</u>	61
II) <u>PATIENTS ET METHODES</u>	62
1) POPULATION	62
2) PREPARATION DE LA PROCEDURE	64
3) PROCEDURE	66
4) ANALYSE	70
III) <u>RESULTATS</u>	72
IV) <u>DISCUSSION</u>	76

## **SYNTHESE ET PERSPECTIVES** **81**

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** **86**

## **ANNEXES** **96**

## Liste des abréviations :

ATFA : Anterior Temporal Face Area

CRA : Centre ressource autisme

DMN : Default Mode Network, réseau par défaut ou réseau cérébral à l'état de base

EEG : Electro-encéphalographie

FFA : Fusiform Face Area

GFL : Gyrus fusiforme latéral

GOI : Gyrus occipital inférieur

IMS : Stimulation multi-sensorielle interpersonnelle

IPL : Lobule pariétal inférieur

IRMf : Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

OFA : Occipital Face Area

PUPEA : Pôle universitaire de psychiatrie pour enfant et adolescent

QIV, CIV : Quotient intellectuel verbal

rTMS : Stimulation magnétique transcrânienne répétitive

SNM : Système des neurones miroirs

STS : Sillon temporal supérieur

TEMPau : Test épisodique de mémoire du passé autobiographique

TOM : Théory of mind, théorie de l'esprit

TSA : Troubles du spectre de l'autisme

# Introduction



Depuis des dizaines d'années, la conscience de soi intéresse les chercheurs de différents domaines. Cela a permis d'aboutir aujourd'hui à la proposition de modèles développementaux chez l'individu au développement typique. Cette capacité de compréhension et de connaissance de soi-même en tant qu'entité distincte et unique, indépendante des autres, constante et stable dans le temps, se développe progressivement, par étapes identifiées, depuis la petite enfance.

Le trouble neuro-développemental dont résultent les troubles du spectre de l'autisme (TSA) envahit différents champs cognitifs de manière précoce dans l'enfance, et aboutit à l'apparition d'une symptomatologie clinique caractérisée par un trouble des interactions sociales et de communication associé à la présence de comportements stéréotypés et/ou intérêts restreints.

L'atypie développementale décrite dans les TSA pourrait être impliquée dans un développement atypique de la conscience de Soi chez ces personnes. En effet, les troubles du schéma corporel, les difficultés exécutives, les difficultés d'utilisation du pronom personnel « je », l'utilisation limitée des expressions faciales, les difficultés d'expression des émotions dont la douleur, les difficultés à mentir, le manque d'imitation, le manque du jeu de faire semblant et du jeu symbolique, les difficultés pour relater des événements personnellement vécus, sont tant de symptômes impliquant une certaine appréhension de soi observés chez les personnes avec TSA.

C'est dans la perspective d'une meilleure compréhension de la conscience de soi et de son implication clinique dans les TSA que nous avons réalisé ce travail.

Au cours des dernières années, l'implication de la conscience de soi dans les TSA a commencé à être explorée au travers de différents modèles théoriques. Ces modèles permettent d'appréhender la conscience de soi selon différentes dimensions que nous développerons dans la première partie de ce travail: la conscience de sa propre pensée, la conscience de ses propres actions, la reconnaissance physique de soi, la mémoire autobiographique.

Dans une deuxième partie, expérimentale, nous préciserons un aspect de l'évaluation de la conscience de soi qui consiste en l'évaluation de la capacité de

discrimination Soi – Non soi dans une tâche de reconnaissance de son propre visage chez des individus avec TSA, puis nous évaluerons l'implication de la multimodalité dans le processus de reconnaissance de soi.

## **Partie 1 : Conscience de soi et autisme**

## **l) Introduction**

### **1) Les troubles du spectre de l'autisme**

En 1943, Léo KANNER individualisait une figure clinique différenciée de la schizophrénie dont elle était issue, l'autisme infantile précoce (1). Il définit une entité caractérisée par une symptomatologie découlant d'un trouble initial, fondamental, qui était « l'inaptitude des enfants à établir des relations normales avec les personnes et à réagir normalement aux situations depuis le début de la vie ».

Depuis, avec l'aire des classifications, l'autisme est devenu *troubles graves du développement, troubles envahissants du développement* puis *troubles du spectre autistique*. Aujourd'hui, le DSM-5 caractérise les troubles du spectre de l'autisme par l'association d'un déficit en interactions sociales et en communication, et de comportements stéréotypés et intérêts restreints.

L'importance du handicap social lié à l'autisme a mené, le plus souvent, les cliniciens à considérer les difficultés d'attention à l'autre, de perception de l'autre, de compréhension de l'autre et d'interaction à l'autre, comme un enjeu important afin d'améliorer la qualité de vie des personnes avec TSA.

En effet, l'évitement du regard, l'absence de réponse à son prénom, le manque d'intérêt pour les autres, les difficultés de compréhension des réactions émotionnelles d'autrui, le manque d'attention conjointe, les difficultés pour prendre en compte ce que l'autre pense, sait ou apprécie, le manque de réponse positive à l'approche de pairs, le manque d'initiative sociale, d'offre de partage, de réconfort, sont tant de symptômes explosant aux yeux des proches de l'individu et du clinicien du fait de la singularité comportementale qu'ils entraînent.

Le handicap lié à l'autisme ne résulte pas seulement d'un défaut d'appréhension de l'autre. Tout un pan de symptômes décrits nous pousse à nous poser la question d'un trouble de l'appréhension de soi à différents niveaux : les troubles du schéma corporel, les difficultés exécutives, les difficultés d'utilisation du pronom personnel « je », l'utilisation limitée des expressions faciales, les difficultés d'expression des émotions dont la douleur, les difficultés à mentir, le manque

d'imitation, le manque du jeu de faire semblant et du jeu symbolique, les difficultés pour relater des événements personnellement vécus.

Ce travail de thèse a pour objectif de nous aider à reconsidérer l'ensemble de cette symptomatologie clinique à partir des données sur la conscience de soi issues de la littérature consacrée aux TSA après un bref rappel de deux modèles développementaux sur la conscience de soi dans le développement typique.

## **2) Modèles développementaux de la conscience de soi**

La conscience de soi fait référence à la capacité que développe l'individu de compréhension et de connaissance de soi-même en tant qu'entité distincte et unique, indépendante des autres, constante et stable dans le temps (2).

Nous présenterons ici, deux modèles développementaux.

Zelazo (3), dans son modèle des niveaux de conscience, décrit 4 phases développementales, auxquelles l'individu adulte accédera en fonction de l'effort nécessaire à la réalisation de tâches cognitives.

Le premier niveau, dit de « conscience minimale », apparaît chez l'enfant avant l'âge de 1 an. Il s'agit d'une capacité qu'a l'enfant de déclencher un programme d'action en fonction d'un stimulus au moment présent, sans pouvoir coder de représentation mentale pour s'en souvenir dans l'avenir. La succion constitue un exemple de cette relation perception-action.

Le deuxième niveau est celui de la « conscience récursive », et apparaît à environ 1 an. L'enfant est capable de faire le lien entre une expérience perceptive présente et une marque issue de sa mémoire sémantique à long terme (le souvenir d'événements antérieurs). Ainsi l'enfant pourrait donner un but à son action.

Au troisième niveau, dit de « conscience de soi », l'enfant en fin de 2<sup>ème</sup> année peut considérer ses capacités vis-à-vis d'une situation. En étant capable de mettre en lien des événements du passé et d'anticiper les événements futurs, il prend conscience de son potentiel comportemental.

Au quatrième niveau, l'enfant de 3 ans est capable d'être conscient de deux expériences ayant eu lieu à des moments différents. Il peut ainsi associer deux

règles à un même objet. Ainsi émergerait une capacité de « généralisation » des expériences. Il s'agit de la « conscience réflexive 1 ».

À 4 ans, se développe la capacité d'être soi-même l'objet de sa pensée, de mettre en lien différentes représentations de lui-même, de distinguer son histoire personnelle de celle d'autrui. C'est l'émergence des capacités métacognitives, de la théorie de la pensée. Zelazo nomme cette phase « conscience réflexive 2 ».

Le modèle développemental de la conscience de soi de Rochat (4) comporte 5 niveaux. Les deux premiers constituant la conscience de soi implicite et les trois suivants, la conscience de soi explicite.

Le premier appelé « le soi différencié du monde », consiste en la capacité à différencier un stimulus externe d'une autostimulation (stimulation par une partie de son corps). Cette capacité à se distinguer du reste du monde serait présente dès la naissance.

Le deuxième niveau dit « du soi situé », renvoie à la conscience que possède le bébé, dès 2 mois, de sa capacité d'action sur le monde. Il perçoit le lien entre son action et la stimulation qui en résulte. Cela permettrait une association action-perception et l'émergence d'actions dirigées vers son environnement.

Le troisième niveau, « le soi identifié », ou la naissance du *moi*, apparaîtrait vers 18 mois. L'enfant est alors capable de se reconnaître physiquement et emploie le « moi » dans son langage.

Au quatrième niveau, du « soi permanent », l'enfant est capable de se situer dans le temps, de tenir compte du passé et de se projeter dans le futur. Rochat tire cette conclusion d'observations chez des enfants de 3 ans qui montrent leur capacité de reconnaître leur propre visage sur des images réalisées dans le passé. Ainsi, l'enfant aurait acquis la dimension temporelle du soi.

Le cinquième niveau, dit de « métaconscience de soi », représente la capacité qu'a l'enfant à être soi-même l'objet de sa propre pensée. Le soi devient une entité qui peut être simulée et projetée dans l'esprit d'autrui. La métaconscience de soi correspond à l'émergence de la théorie de son propre esprit, à l'âge de 4-5 ans dans le développement typique.

### 3) Objectif et définitions

Dans ce travail, nous explorerons la conscience de soi dans les TSA au travers de deux modèles théoriques particulièrement développés dans l'exploration des TSA : la théorie de l'esprit et l'agentivité. Puis nous nous intéresserons aux travaux réalisés sur la reconnaissance de soi et la mémoire autobiographique.

Il est à noter que l'évolution récente du modèle de la théorie de l'esprit tend vers une inclusion de l'action dans son modèle. Aussi, l'exploration du sens de l'agentivité évolue au delà du traitement de l'action en incluant le traitement de la pensée. Ainsi, actuellement, les travaux de recherche s'inscrivent dans l'un ou l'autre modèle indépendamment du sujet traité (pensée ou action). Ces deux modèles s'influencent l'un l'autre, et tendent probablement à fusionner dans un avenir proche. Toutefois, nous faisons le choix dans ce travail de traiter de la pensée au travers du modèle de théorie de l'esprit, et de traiter de l'action au travers du concept d'agentivité.

Aussi, nous précisons que les auteurs abordant le soi utilisent différents termes en référence à soi : *self-consciousness*, *self-awareness*, *self-knowledge*, *self-concept*.

Nous précisons que les termes de *self-consciousness* et *self-awareness* seront traduits par la *conscience de soi* et définis par la capacité que développe l'individu de compréhension et de connaissance de soi-même en tant qu'entité distincte et unique, indépendante des autres, constante et stable dans le temps.

La définition exacte du terme de self-concept (terme issu de la psychologie sociale) varie en fonction des auteurs. Toutefois, on peut la définir ici comme l'ensemble des croyances que l'individu a de lui-même.

Le terme de *self-knowledge* fait référence à la connaissance que l'individu a de lui-même, et est une composante de la conscience de soi.

## II) Conscience de sa propre pensée

### 1) Le modèle de la théorie de l'esprit

Le concept de théorie de l'esprit (ou theory of mind, « TOM ») a été proposé en 1978 par Premack et Woodruff. Ils la définirent comme la capacité d'un individu à attribuer des états mentaux à lui-même et à autrui. La théorie de l'esprit est considérée comme un système de déduction permettant de faire des prédictions sur les actions de l'autre, de comprendre ses intentions. En effet, l'état mental d'autrui n'étant pas directement observable, l'individu extrait une signification de l'intégration de différentes informations lui parvenant selon divers canaux sensoriels.

Il existe, actuellement, deux grandes hypothèses concernant le traitement de ses informations afin d'en extraire une signification :

- « La théorie de la théorie » : L'individu posséderait un *stock de représentations* ou *corps de connaissance*, constitué de manière innée ou acquise par apprentissage. Selon un processus cognitif de haut niveau, l'ensemble des informations captées serait comparé à celui-ci afin d'en déduire une signification.

-« La théorie simulationniste » : Un processus de *simulation imaginative* dans lequel l'individu se mettrait à la place de l'autre permettrait d'inférer ses intentions, son état mental.

Ces hypothèses ne s'excluent pas l'une l'autre, et chacun des processus pourrait être mis en jeu. Elles ont été développées pour la théorie de la pensée de l'autre, et impliquent chacune le soi dans les processus de TOM : dans la construction du *stock de représentation* ou dans la *simulation imaginative*.

La notion de théorie de l'esprit ne se limite pas à la simple capacité de se représenter les états mentaux d'autrui. Elle suggère également la « capacité de distinguer ses propres états mentaux et croyances de ceux d'autrui (...), ainsi que la capacité de représenter de manière différenciée l'état du monde factuel (réalité



matérielle des choses et des personnes) et les représentations de cette réalité matérielle par l'esprit de soi ou d'autrui » (5).

Il s'agit là de représentations de premier ordre. Elles permettent de prendre conscience de l'existence de représentations de la réalité et que celles-ci peuvent être bonnes ou mauvaises (6).

Les représentations de deuxième ordre ou « méta-représentations » sont les représentations des représentations mentales et non des choses (tableau 1).

	Autre	Soi
Représentations de premier ordre	« Je pense que X pense que... »	« Je pense que je pense que... »
Représentations de deuxième ordre	« Je pense que X pense que Y pense que... »	« Je pense que je suis en train de penser que... »

Tableau 1 : Représentations de premier et deuxième ordre pour Soi et autrui.

Les troubles de la communication et de l'interaction sociale décrits chez les personnes avec TSA s'expliqueraient, selon l'hypothèse mentaliste, par une « cécité au mental » (mindblindness), soit une incapacité à inférer ou comprendre les états mentaux d'autrui. Cela aurait pour conséquence (7) :

- un manque de compréhension des réactions émotionnelles et de sensibilité aux intérêts d'autrui ;
- des déficits dans la prise en compte de ce qu'une autre personne peut savoir ;
- des déficits dans l'attribution de l'intentionnalité ;
- une incapacité à anticiper ce qu'un autre pourrait penser d'une action ;
- une incapacité à comprendre les croyances erronées ;
- un manque de jeux de tromperie, ou de compréhension de la taquinerie.

Comme le rappelait F. Happé en 2003 (8), il est accepté par beaucoup que le handicap social et communicationnel dans le TSA pourrait résulter d'une difficulté dans l'attribution d'un état mental à autrui. Toutefois, le fait que la cécité au mental puisse s'appliquer à ses propres pensées était à peine connu et exploré.

## 2) Evaluation de la théorie de l'esprit dans le TSA

Classiquement, la théorie de l'esprit est évaluée par les tests de fausse croyance de premier et second ordre.

Le premier test de ce type a été proposé par Wimmer et Perner en 1983 (9) . Il consistait en la présentation d'une courte histoire dans laquelle « Maxi rangeait une tablette de chocolat dans la boîte bleue, puis sa mère la déplaçait dans la boîte verte quand Maxi était sorti de la cuisine ». Etait alors demandé au participant où Maxi allait chercher le chocolat (premier ordre) puis ce qu'il allait dire à son frère qui voulait aussi manger ce chocolat dans l'objectif de le tromper (second ordre). Seul l'état mental de l'autre était évalué dans ce test.

Une modification de ce test était proposée par Baron-Cohen en 1985 (10). Il s'agissait du test de Sally et Anne, dans lequel l'examineur posait deux questions de contrôle supplémentaires : « Où se trouve réellement l'objet actuellement ? » et « Où était l'objet au début de l'histoire ? ». Ces questions avaient pour but de s'assurer que le participant avait acquis le principe de réalité ainsi que des capacités de mémoire suffisante (pour que seule sa capacité à inférer un état mental à l'autre soit évaluée par le test) et non d'évaluer la théorie de son propre esprit.

D'autres tests de fausse croyance ont été développés depuis, notamment le test de smarties ou « test du contenu inattendu » (11).

Ces tests sont habituellement réussis chez des enfants sans trouble de développement à partir de 3-4 ans pour le premier ordre, et à partir de 6-7 ans pour le second ordre.

Chez les enfants avec TSA, il a été montré des difficultés d'inférence d'état mental d'autrui de manière indépendante du niveau de retard mental. Cependant, il est à noter qu'une partie des enfants avec TSA réussit les tests de premier ordre (20% pour le premier ordre dans l'étude de Baron-Cohen de 1985). Les auteurs précisaient alors qu'ils présentaient un trouble des interactions sociales comme les autres enfants selon la définition de l'American Psychiatric Association de 1980. Le

fait que certains enfants réussissent le test de premier ordre malgré la présence de troubles des interactions sociales doit nous interroger sur la présence d'une hétérogénéité dans la population avec TSA.

En effet, il apparaît, quelque soit l'âge développemental de la population étudiée, que des individus échouent aux tests de fausse croyance, que certains réussissent les tests de premier ordre, et que d'autres réussissent même les tests de second ordre, alors que les performances à ces tests dans la population avec développement typique et sans trouble des interactions sociales sont relativement homogènes.

Ainsi, la cause des troubles des interactions sociales ne peut être réduite à des difficultés en théorie de l'esprit de l'autre. Il existe une hétérogénéité de l'origine causale de ces troubles dans la population avec TSA, et des difficultés en théorie de son propre esprit pourraient constituer un des facteurs à l'origine de ce trouble.

### **3) La théorie de son propre esprit**

D'après les modèles développementaux de Rochat et Zelazo , l'apparition de la théorie de son propre esprit se fait en parallèle de la théorie de l'esprit de l'autre à l'âge de 4-5 ans chez des individus avec un développement typique (3,4).

Ce n'est que plus récemment que la théorie de son propre esprit a été explorée chez les personnes avec TSA.

Le test des smarties consiste en la présentation d'une boîte de smarties au participant. Lui est alors posée la question « Qu'est-ce qui est à l'intérieur ? », puis lui est montré que la boîte contient un stylo. Lui est alors posée la question « Avant que je vous montre l'intérieur, que pensez-vous qu'il y avait dans le tube ? » (*self-test question*).

« Il y a un stylo dans la boîte » et « Je pensais qu'il y avait des bonbons dedans » impliquent des processus différents. La première affirmation montre l'acquisition d'une représentation de la réalité alors que la deuxième fait état d'une représentation de ses propres croyances ou pensées (8).

Plusieurs études utilisant ce paradigme montraient que les enfants avec TSA avait des difficultés à rapporter leur propre pensée précédente (*self-test question*) par rapport à ce qu'ils avaient déclaré (12).

Après que lui soit posée la *self-test question*, une *other-test question* est posée au sujet « Quand je vais montrer cette boîte à quelqu'un d'autre sans lui montrer l'intérieur, que pensera-t-il qu'il y a à l'intérieur ? ».

Il a été montré que les performances d'enfants avec TSA à 7 ans avec un âge verbal de 5,24 ans (British Picture Vocabulary Scale (13)) étaient moins bonnes pour rapporter sa propre pensée que pour rapporter celle d'autrui (14) dans le test des smarties ainsi que dans le test du sparadrap (qui en est un dérivé).

Les auteurs concluaient que les enfants avec TSA avaient plus de difficultés à reconnaître leur propre état mental que celui d'un autre.

Ces résultats sont en faveur de difficultés en théorie de son propre esprit chez les enfants avec TSA. Aussi, étant donné la divergence de performance entre rapporter sa propre pensée et rapporter la pensée de l'autre, cela suggère une différence dans les mécanismes cognitifs impliqués dans le traitement de sa propre pensée et de la pensée de l'autre.

Alors que Premack et Woodruff avaient initialement décrit la théorie de l'esprit s'appliquant à soi-même comme à l'autre, il n'est pas encore déterminé que le processus soit le même. Car, en effet, son propre état mental n'a pas à être inféré à partir d'observations. Ainsi, deux hypothèses concernant les différences de processus entre la théorie de son propre esprit et la théorie de l'esprit d'autrui ont pu être proposées (15) :

- 1 : il existerait des systèmes fonctionnels d'opérations mentales différents selon qu'il s'agisse de soi ou de l'autre
- 2 : il existerait un système fonctionnel commun mais des canaux d'informations sensorielles différents (ou mécanisme gérant ces entrées).

Finalement, les difficultés en théorie de son propre esprit dans les TSA mises en évidence par les différentes études précédemment exposées ne permettent pas de conclure si :

- le système fonctionnel responsable des opérations mentales de théorie de l'esprit est atteint

- ou si les processus d'afférence de l'information intéroceptive sont spécifiquement atteints (comme pourraient l'être les processus d'afférence d'information extéroceptive).

Cette deuxième piste s'intégrerait à d'autres modèles théoriques développés autour des TSA qui mettent en avant l'importance des particularités perceptives et sensorielles dans la description des troubles.

Selon le modèle de cohérence centrale développé par U. Frith, il existerait un processus de traitement global des afférences sensorielles impliqué en amont de processus de plus haut niveau dont la théorie de l'esprit. Ce mécanisme serait atteint dans les TSA.

Le modèle de surfonctionnement perceptif de L. Mottron (16) explique les difficultés de raisonnement global et le développement de certaines capacités que présentent les personnes avec TSA par un surfonctionnement perceptif de bas niveau et une moindre afférence des informations vers les modules de traitement cognitif de plus haut niveau dont le module de théorie de l'esprit fait parti.

D'autres résultats d'études utilisant différents paradigmes allaient dans le sens d'un déficit de théorie de son propre esprit chez les personnes avec TSA.

Ainsi, il a été montré des difficultés dans la reconnaissance de ses propres intentions chez des enfants avec TSA (7 ans d'âge verbal) au travers d'une « tâche d'intention transparente » (*transparent intention task*) et d'une « tâche reflexe du genou » (*knee jerk task*) (17,18). Pour exemple, la *knee jerk task* consiste en la provocation d'un réflexe rotulien sur l'enfant, puis lui est demandé s'il voulait bouger sa jambe. La réponse correcte est que le participant n'avait pas la volonté de bouger sa jambe. Les *transparent intention tasks* sont des tâches plus complexes, réalisées comme un jeu, évaluant l'intention au même titre que la *knee jerk task*.

Cette capacité d'attribution de ses intentions apparait entre 4 et 5 ans chez des individus sans trouble du développement. Ces résultats peuvent aussi être interprétés comme en faveur d'un déficit d'agentivité que nous développerons plus loin.

Une autre modalité d'évaluation de la théorie de son propre esprit est l'évaluation de la connaissance et des croyances que l'on a de soi (*self-knowledge, self-concept, self-insight*).

Dans des tâches de perception de ses propres compétences ou connaissances réalisées chez des enfants, adolescents et adultes avec TSA, il a été montré que les personnes avec TSA surévalueraient leurs propres compétences ainsi que celles d'autrui (11,19).

Les résultats précédents sont toutefois à exploiter avec prudence.

Une étude évaluant la concordance entre les reports de personnalité (Big Five traits) faits par la personne elle-même et ceux d'un proche concluait à des résultats similaires entre les personnes avec TSA et les personnes sans trouble du développement. Les auteurs concluaient à un niveau similaire de self-insight entre les deux populations (20).

Deux études évaluant la notion de concept de soi (self-concept) par le self-as-subject interview de Damon et Hart (1988) montraient des capacités similaires de conceptualisation de soi physique, psychologique et active mais des capacités différentes pour la catégorie sociale de concept de soi (21), et des difficultés de conceptualisation de soi au travers de la perspective d'un autre (22).

Enfin, une étude évaluait la corrélation entre la capacité à reconnaître des émotions chez l'autre et la capacité à rapporter des expériences personnelles de ces émotions. Elle concluait à une association significative entre les performances à ces tâches, et à l'absence de différence entre les personnes avec TSA et les personnes sans trouble du développement (23).

Comme on le voit ici, les auteurs s'intéressant à la conscience de soi utilisent divers termes pour faire référence au soi selon le champ scientifique dans lequel ils s'inscrivent. Ceux-ci ne sont pas toujours définis clairement, ce qui rend l'interprétation difficile. Toutefois, il nous semblait important de rendre compte de cette littérature qui tend à s'intégrer au concept global de théorie de l'esprit et qui nous apporte un éclairage supplémentaire sur les performances en théorie de son propre esprit dans la population avec TSA.

#### 4) Liens avec la symptomatologie autistique

Quelques soient les processus cognitifs à l'origine de la théorie de l'esprit, et quelque soit le niveau de l'atteinte dans le trouble du spectre autistique, de nombreux symptômes cliniques peuvent être liés à des difficultés en théorie de l'esprit. De manière non exhaustive :

Théorie de l'esprit d'autrui	Théorie de son propre esprit
<ul style="list-style-type: none"> <li>- un manque de compréhension des réactions émotionnelles et de sensibilité aux intérêts d'autrui</li> <li>- des déficits dans la prise en compte de ce qu'une autre personne peut savoir</li> <li>- des déficits dans l'attribution de l'intentionnalité</li> <li>- une incapacité à anticiper ce qu'un autre pourrait penser d'une action</li> <li>- une incapacité à comprendre les croyances erronées</li> <li>- un manque de compréhension de la taquinerie</li> <li>- un manque d'attention conjointe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- des difficultés d'utilisation du pronom personnel « je »</li> <li>- une alexithymie : des difficultés de perception et d'expression de ses propres émotions</li> <li>- trouble du ressenti et de l'expression de la douleur</li> <li>- des difficultés pour relater des événements antérieurs vécus personnellement</li> <li>- un manque de jeux de tromperie, des difficultés à mentir</li> <li>- un manque du jeu de faire semblant, du jeu symbolique</li> </ul>

Tableau 2 : Symptomatologie autistique en fonction de la théorie de l'esprit de Soi ou d'autrui.

Le modèle de la théorie de l'esprit a été critiqué du fait du manque d'explication de l'ensemble de la symptomatologie autistique, notamment les particularités comportementales et répétitives, et du fait de performances hétérogènes aux différents tests au sein de la population avec TSA. On ne peut effectivement pas réduire l'ensemble de la symptomatologie à la seule implication de la théorie de l'esprit. Cependant, le modèle de la théorie de l'esprit a permis d'appréhender les troubles de communication et d'interaction sociale caractérisant l'autisme en proposant un modèle descriptif et explicatif.

Aussi, il s'agit du modèle majeur de traitement de la conscience de soi dans le TSA et il a permis de commencer à percevoir l'intérêt du soi dans ce trouble en évaluant la capacité à traiter sa propre pensée.

Une des principales difficultés dans l'évaluation de la conscience de soi au travers de la théorie de l'esprit vient de l'utilisation notamment du langage dans les paradigmes expérimentaux. L'évolution récente des travaux en théorie de l'esprit vers l'intention et l'action s'inscrit dans une tentative de s'affranchir des biais liés à l'utilisation du langage. Cela nous amène à la question de la conscience de ses propres actions que nous allons traiter ici au travers du sens de l'agentivité.



### **III) Reconnaissance de son propre corps et conscience de ses propres actions : le sens de l'agentivité**

#### **1) Le sens de l'agentivité**

##### **(a) Historique et définition**

La composante de conscience qu'un individu a de lui-même au travers du vécu de ses actes constitue le sens de l'agentivité. Cela renvoie au fait de vivre nos actions mais aussi nos pensées comme étant notre. Nous développerons ici plus particulièrement l'agentivité de l'acte physique ou action.

En 1983, Libet et ses collaborateurs mettaient en évidence l'existence d'un délai entre le début de l'activité neuronale liée à l'action et la décision consciente d'agir (24). Les travaux successifs ont alors permis de montrer que l'expérience subjective qui accompagne l'action est dissociée des processus qui la provoquent et la contrôlent.

La genèse de l'action peut se décomposer schématiquement en trois étapes (25):

- les représentations anticipatrices de l'action permettent la mise en œuvre automatique des éléments moteurs;
- des processus de comparaison évaluent la concordance entre les différents paramètres (perceptifs et sensori-moteurs) de l'action en cours et les représentations anticipatrices ;
- des processus de comparaison évaluent la concordance entre le but atteint et les représentations anticipatrices.

Pour E. Pacherie, ces processus de comparaison dits prédictifs permettent la détection d'erreurs. Lors de la détection d'une erreur qui ne peut être corrigée automatiquement, un signal est envoyé à un niveau supérieur afin de garantir l'atteinte du but. Celui-ci permet la prise de conscience du but recherché et des

éléments moteurs à activer afin de l'atteindre. Il permet ainsi l'accès au sens de l'agentivité (25).

Pour D. Wegner, les processus permettant d'accéder au sens de l'agentivité seraient inférentiels, c'est-à-dire que la simple correspondance entre les effets réels de l'action et la représentation anticipatrice du but suffirait à engendrer le sentiment d'avoir généré ces conséquences quand elles apparaissent après l'action. Ces processus ne nécessiteraient pas de mécanismes comparateurs (2,26). Ainsi, l'ordre chronologique des événements menant à un but suffirait à créer une illusion de volonté consciente, à l'origine du sens de l'agentivité, si les 3 conditions suivantes sont réunies :

- priorité : implique qu'une pensée consciente précède la conséquence de l'action ;
- cohérence : cette pensée doit être cohérente avec l'action ;
- exclusivité : le lien entre la pensée et la conséquence de l'action doit être exclusif, c'est à dire qu'il ne doit pas y avoir d'autres causes possibles pour cette conséquence.

Les processus inférentiels et prédictifs contribueraient de façon indépendante et non exclusive à l'apparition du sens de l'agentivité (27).

Comme nous venons de l'expliquer, l'action est un mécanisme d'abord inconscient, qui, lorsqu'il devient conscient permet d'expérimenter le sens de l'agentivité. La conscience de ses propres actions peut se décomposer en 2 types d'expériences : conscience d'en être l'acteur, et conscience d'en être l'auteur.

La conscience d'être l'acteur de ses actions renvoie à la conscience d'un soi physique. Elle est sous-tendue par l'identification de soi comme propriétaire d'un corps et comme l'acteur des actions dont ce corps est le théâtre (28). L'auto-attribution de son corps repose sur l'intégration multi-sensorielle (visuel, proprioceptif...) qui aboutit à une représentation stable du corps dans l'espace (29).

La conscience d'être l'auteur de ses actions repose elle-même sur 3 formes d'expériences nécessaires pour générer le sens de l'agentivité (25):

- la conscience de causer intentionnellement des actions : repose sur le concordance entre l'intention préalable et l'action générée ;

-la conscience d'initier les mouvements : repose sur la congruence entre l'intention de passer à l'acte et le début du mouvement ;

-le sentiment de contrôler l'action : dépend du résultat des processus de comparaison entre les changements attendus et l'état actuel de l'action.

Des difficultés de développement de l'agentivité peuvent ainsi être soutenues par deux processus défectueux. Un déficit d'intégration multi-sensorielle serait à l'origine d'un défaut d'auto-attribution de son propre corps et donc de conscience d'être l'acteur de ses propres actions. Un défaut d'imitation, dans lequel le système des neurones miroirs jouerait un rôle, pourrait être responsable d'un défaut de développement de l'expérience d'être l'auteur de ses propres actions. Chacun de ces processus serait susceptible d'être défectueux chez les personnes avec TSA, et pourrait entraver l'accès aux différents aspects de la conscience de soi qui sont (2):

- la conscience de soi immédiate : l'expérience immédiate d'un soi unitaire et cohérent qui accompagne l'expérience d'être l'agent d'une action (25) ;

- la conscience de soi continue : sentiment de continuité temporelle du soi permis par la cohérence que nous expérimentons dans la succession de comportements dont nous sommes agents ;

- la conscience de soi à long terme : sentiment d'action et de pensée sur la base de notre volonté consciente renforcé par la répétition de l'expérience d'agentivité ;

-la conscience de soi en tant qu'agent autonome : conscience de sa capacité d'agir dans et sur son environnement afin d'atteindre des buts qui se développent par l'expérience d'agentivité.

## (b) Développement

La conscience de soi immédiate, qui correspond au *soi situé* du modèle de Rochat (2003) (4), apparaît dès le deuxième mois de vie. L'expérience princeps ayant menée à cette observation est « la tâche du mobile » (30) qui consiste à relier le pieds du nourrisson à un mobile par une ficelle afin que, lorsqu'il réalise un mouvement, celui-ci cause un événement sonore ou visuel intéressant. Les

nourrissons âgés de 2 mois montraient un affect positif dans cette condition puis négatif lorsque la ficelle était coupée. Ceci illustre la conscience immédiate que possède l'enfant de 2 mois d'un soi capable d'agir sur son environnement.

Le limitant pour le développement d'un soi continu chez l'enfant est la mémoire. Utilisant le même type de tâche, Carolyn Rovee-Collier (31) a montré que les nourrissons étaient capables de maintenir la conscience de causer un événement pendant 1 semaine à l'âge de 3 mois et pendant 2 semaines à l'âge de 6 mois. Toutefois, à ce stade, le maintien en mémoire d'une relation action – conséquence perçue reste dépendant du contexte.

Ainsi, très tôt dans la vie, le nouveau-né est capable d'expérimenter seul ses mouvements puis de les garder en mémoire (de plus en plus longtemps) de manière associée à une conséquence sur son environnement. Toutefois, on ne peut restreindre le développement du répertoire moteur de l'enfant à ce qu'il expérimente seul en le dissociant de son environnement humain. En effet, l'imitation, capacité qu'a l'enfant dès sa naissance, joue une part prépondérante dans le développement moteur et le sens de l'agentivité.

Malgré l'importance de l'imitation et de l'intersubjectivité dans le développement du sens de l'agentivité, et de manière plus étendue dans le développement de la conscience de Soi, nous avons fait le choix de ne pas traiter ce champ dans ce travail.

### (c) Le sens de l'agentivité dans les TSA

Après avoir longtemps fait l'hypothèse d'un trouble du sens de l'agentivité chez les personnes avec TSA, les études récentes ont mené à des résultats en faveur de la préservation de celle-ci, à la différence de ce qui était montré dans la schizophrénie (12,14,32,33).

Deux types de protocoles sont caractéristiques des paradigmes testant le sens de l'agentivité : l'*enactment effect task* (« tâche de l'effet de jouer un rôle ») et l'*action monitoring effect task* (« tâche d'effet du monitoring d'action ») (33).

Dans le premier, est demandé au participant de regarder des actions sur un écran. Chaque action est précédée de la présentation d'un point vert ou rouge à

l'écran. La règle dictée avant le début de l'expérimentation est d'imiter l'action si un point vert apparaît ou de simplement regarder si un point rouge apparaît. Après cette première phase, est demandé au participant de repérer sur une liste contenant les actions présentées et des actions « leurre » quelles actions ont été présentées et si elles ont été imitées ou observées. Chez des individus au développement typique, les performances de rappel sont meilleures pour les actions imitées que pour les actions observées. Il n'y a pas de différence significative avec le groupe TSA.

Dans une *action monitoring effect task*, l'individu est face à un écran contenant 4 carrés de couleurs différentes, sa main est sur la souris d'ordinateur, cachée dans une boîte l'empêchant de voir ses mouvements. Lorsqu'il bouge la souris, un des carrés est contrôlé par ses mouvements, les autres ayant un mouvement aléatoire. Le participant doit trouver quel carré il dirige. Lorsqu'il réussit, la difficulté s'accroît avec une augmentation du nombre de carrés et des mouvements plus proches du mouvement réalisé par le participant. Il n'y a pas de différence significative dans le niveau de difficulté atteint par les deux groupes. Les performances de reconnaissance du monitoring de ses propres actions sont préservées chez les individus avec TSA.

Les études qui concluaient à un déficit (34–36) traitaient pour la plupart de mécanismes sous-tendant le sens de l'agentivité. Zalla et Sperduti, dans une revue de la littérature de 2015, explique les résultats divergents en proposant une distinction entre les mécanismes qu'ils nomment prospectifs, impliqués avant l'action, soient les représentations anticipatrices de l'action et du but, et les mécanismes qu'ils nomment rétrospectifs, impliqués après l'exécution, soient les mécanismes de comparaison (37). Chez les personnes avec TSA, les premiers seraient détériorés alors que les seconds seraient préservés.

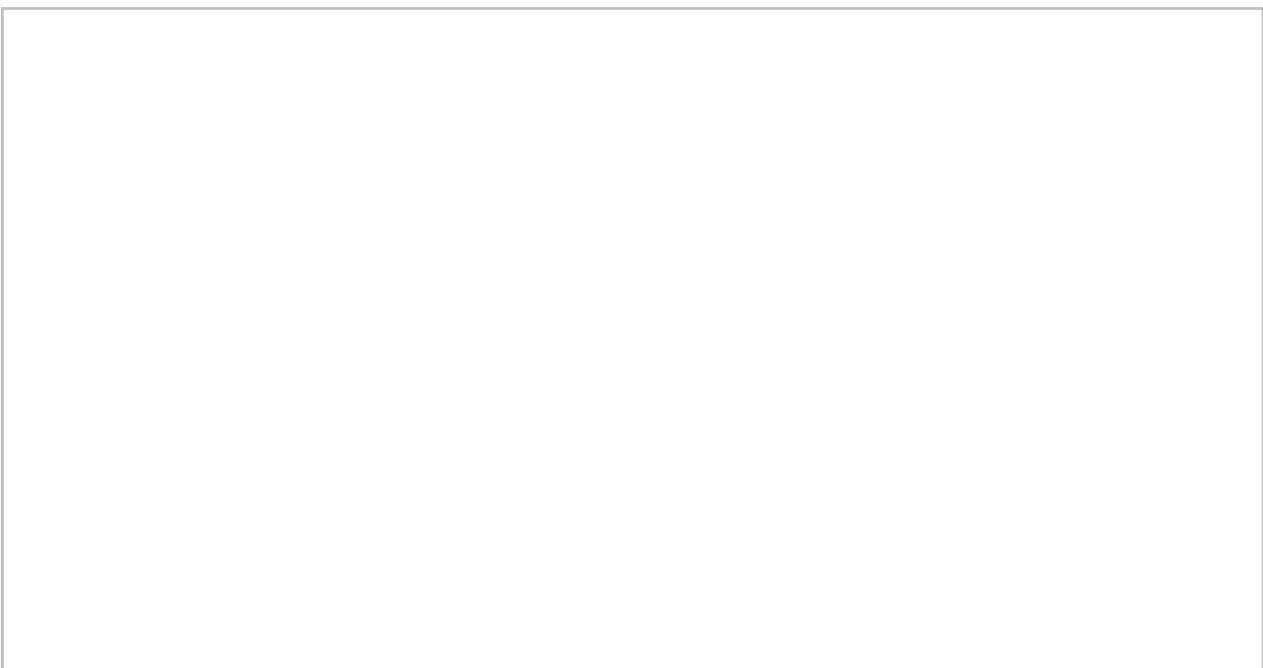
## **2) L'intégration multi-modale et la conscience de son propre corps**

Il avait été proposé, au début des années 1980, que le corps soit distingué des autres objets comme appartenant à soi par la participation spécifique d'une

corrélation inter-modale (38,39). Le corps est unique pour l'individu car il a ceci de particulier qu'il bénéficie d'une synchronie précise entre les différents modes de perception (visuel, proprioceptif, sensorimoteur, tactile). Ceci permet à l'individu de distinguer ce qui est physiquement soi du reste du monde.

Dans le modèle développemental proposé par Rochat, cette capacité constitue le premier niveau de conscience de soi qu'il nomme le *soi différencié* (4). La capacité de distinguer ce qui est soi de ce qui est non-soi est observé chez le nourrisson dès sa naissance. Pour illustration, la stimulation du coin de la bouche d'un nourrisson provoquera significativement plus de rotation de sa tête lorsqu'il s'agit d'une stimulation externe plutôt que lors d'une auto-stimulation (40).

L'étude de l'implication de l'intégration multi-modale dans la conscience de son propre corps a pris un nouvel essor avec le développement du paradigme de la « Rubber Hand Illusion ». Il consiste en la présentation d'une main en caoutchouc devant le sujet alors qu'une de ses mains réelles est soustraite de son champ de vision. Une stimulation tactile est appliquée de manière synchrone, sur la même zone de la main en caoutchouc, visible par le participant, et de sa main réelle, qu'il ne voit pas . Est alors rapporté un sentiment, une illusion d'appartenance de cette main en caoutchouc (29,41). Ce n'est pas le cas si la stimulation tactile est appliquée de manière asynchrone sur les 2 mains.



Ce paradigme a également été testé dans la condition où le stimulus visuel était médié par un miroir (42). Le même sentiment d'appartenance apparaissait avec une différence en condition synchrone par rapport à la condition asynchrone. Dans le cas où la main en caoutchouc était remplacée par un objet, le sentiment d'appartenance ne se développait pas. Aussi, si la main en caoutchouc était remplacée par la main d'une tierce personne disposée en face du sujet de manière symétrique comme s'il voyait sa propre main en miroir, il n'y avait pas d'illusion d'appartenance.

Ainsi, le paradigme de la « Rubber Hand Illusion » met en évidence une perturbation de l'image que l'on a de son propre corps par une stimulation multimodale (visuo-tactile) synchrone. Ceci est également vrai lorsque le stimulus visuel est médié par un miroir.

Une modification de ce paradigme par l'utilisation de lunettes déplaçant l'image de la main en caoutchouc au niveau de sa propre main permettait de créer une concordance visuo-proprioceptive et améliorait l'effet de l'illusion.

La réplique de ces résultats a permis d'affirmer que la conscience de son propre corps est soumise à un processus multimodal (visuel, tactile, proprioceptif) synchrone, à une corrélation multi-modale.

Les études portant sur l'intégration multi-modale chez les personnes avec TSA mettent en évidence des difficultés d'intégration.

Une étude en EEG (43) testait la réponse à des stimuli vibrotactiles et auditifs seuls ou combinés. Le potentiel évoqué pour l'intégration multisensorielle était mesuré avec un délai d'environ 175 ms chez les sujets sans trouble du développement alors qu'il était très retardé chez les individus avec TSA. Ceci allant dans le sens d'un déficit d'intégration audio-tactile.

Le paradigme de la « sound-induced flash illusion » a également mis en évidence ce déficit d'intégration (44). L'expérimentation consistait en la présentation de flashes et de bips sonores aux sujets. L'illusion consistait en la perception de plusieurs flashes alors qu'était présenté un seul flash accompagné de plusieurs bips sonores. Elle était retrouvée chez les sujets contrôles mais pas chez les sujets avec TSA. Le défaut de réponse à l'illusion allait dans le sens d'un déficit d'intégration audio-visuelle qui était également retrouvé dans une expérimentation sur la perception de la parole chez les personnes avec TSA. Cette atypie était interprétée

comme jouant un rôle dans le déficit en communication et en habiletés sociales caractéristique de l'autisme (45).

La participation de l'intégration multi-sensorielle pour la reconnaissance de son propre corps a fait l'objet de peu d'études chez les personnes avec TSA.

Le paradigme de la « rubber hand illusion » dans différentes conditions a été expérimenté dans une population d'individus avec TSA (46) en comparaison à une population sans trouble du développement. Des différences entre les groupes ont été démontrées. La synchronie visuo-tactile n'avait pas le même effet dans la population TSA par rapport à la population contrôle (effet inversé). L'utilisation des lunettes permettant une concordance visuo-proprioceptive n'avait pas d'impact sur l'illusion dans la population TSA.

Le résultat de cette expérimentation met en évidence une moindre implication de l'intégration multi-modale dans la reconnaissance de son propre corps chez les personnes avec TSA mais une proprioception plus précise et prépondérante sur les autres canaux sensoriels. Cela pourrait constituer le pattern compensateur spécifique au TSA pour aboutir à la conscience de son propre corps dans cette population.

### **3) La reconnaissance de son propre visage comme évaluation de la conscience d'un soi physique**

La reconnaissance de son propre visage dans un miroir, sur une photographie ou sur une vidéographie, est une des méthodes les plus utilisées pour l'évaluation de la conscience de soi. Plusieurs paradigmes ont été développés dont le premier est le test du miroir.

Le test du miroir a été développé par Amsterdam (1972) et Gallup (1970) et a longtemps été considéré comme seule et unique tâche d'évaluation de la conscience de soi.

Au cours de ce test, une tache est subrepticement posée sur le front de l'individu. Après une période d'observation durant laquelle on s'assure que le participant ne s'est pas aperçu de la présence de cette tache, un miroir est introduit.



Le sujet est alors exposé à sa propre image en miroir et on considère que s'il porte un certain intérêt à la tâche sur son front et la touche ou la pointe, sa réaction est une preuve d'une reconnaissance de soi. Le fait qu'il touche son front et non son reflet dans le miroir signifie que le sujet a bien fait le lien entre son corps et ce qu'il perçoit visuellement.

S'il est évident, aujourd'hui, que ce type de test ne permet pas d'évaluer la conscience de soi, il est en revanche admis qu'il permet d'évaluer l'émergence d'un soi identifié, troisième niveau du modèle de Rochat.

Cette capacité de s'identifier, de se reconnaître, apparaît chez l'humain entre 18 et 24 mois (47,48). Il est à noter que cette auto-reconnaissance est une capacité que l'humain partage avec certains grands singes et mammifères marins (49,50).

Expérimenter ce type de test chez des personnes avec TSA pose question. En effet, des particularités de perception des visages d'autrui, pourraient biaiser les résultats et entraver l'interprétation de ceux-ci. Hors, les études portant sur la reconnaissance des visages dans l'autisme apportent des résultats divergents (51).

Certaines études rapportent un déficit dans le traitement des visages familiers et non familiers chez les sujets avec TSA. En effet les premiers travaux étaient en faveur d'un déficit dans la reconnaissance de visages familiers (52–54) et non familiers (55). Il a également été rapporté des performances plus faibles chez les sujets avec TSA lors de tâches de reconnaissance du genre (56,57) et de l'âge d'un visage (58). Enfin, de récentes études en eye-tracking décrivent un pattern d'exploration des visages qui resterait immature chez les personnes avec TSA (59).

D'autres études ne montraient pas d'altération pour l'identification des visages (60,61). Dans une revue de la littérature, Jemel et al. concluaient à une sous-estimation des capacités de traitement des visages dans cette population(62).

Concernant la reconnaissance de son propre visage, quelques études ont été menées chez les personnes avec TSA. Les procédures expérimentales utilisées sont des tests du miroir tels que développés par Amsterdam, ou des tests du miroir modifiés (« delayed self recognition task »).

Dans les années 1980, quatre études (63–66) rapportaient une moyenne de 74% d'enfants qui reconnaissaient correctement leur propre image dans le miroir

(12). Deux études récentes, utilisant la *delayed self recognition task* ne montraient pas de différence de performance entre des enfants avec TSA et des enfants avec un développement typique (67,68). Les enfants inclus dans ces études avaient entre 5 et 13 ans pour l'une et entre 6 et 8 ans pour l'autre.

Une étude menée chez des enfants de 2 ans concluait à un sous-développement de la représentation de soi dans la population TSA, en effet seulement 55% des enfants avec TSA se reconnaissaient dans le miroir contre 100% des enfants avec développement typique (69).

Enfin une étude menée chez des enfants ayant une moyenne d'âge de 17 mois et étudiant leur comportement face au miroir concluait à une absence de différence de l'intérêt pour son propre reflet dans le miroir mais à moins d'actions vers son propre visage (vocalisations ...) et à moins d'affect positif exprimé chez les sujets avec TSA (70).

Les résultats de ces études vont dans le sens d'un retard d'acquisition de la représentation de son propre visage qui se normaliserait vers l'âge de 5 ans chez les enfants avec TSA. Cela pose la question des processus impliqués dans le développement de la représentation de son propre visage. Hors, pendant des années, la recherche a considéré la reconnaissance de son propre visage comme résultant d'un processus unimodal visuel. Les avancées dans la compréhension de la conscience de son propre corps ont permis de reconsidérer la question sur son propre visage et des expérimentations ont fait la preuve d'une mise en jeu multimodale dans le développement et la récupération de représentations visuelles et associées de son propre visage.

Platek et ses collaborateurs (71) introduisaient la notion de plurimodalité dans la reconnaissance de son propre visage . Ainsi, par la mesure du temps de réaction, était montrée une augmentation significative de la vitesse de réponse pour la reconnaissance de son propre visage lorsque le sujet était préalablement exposé à sa propre odeur ou à la vue de son propre nom. Ce n'était pas le cas pour la reconnaissance de visages familiers lorsqu'il était préalablement exposé à leurs odeurs ou à leurs noms. Aussi, l'écoute préalable de son propre nom augmentait cette vitesse de réaction pour son propre visage. Ces résultats allaient donc dans le sens d'une potentialisation de l'accès à la représentation de son propre visage par la plurimodalité sensorielle.

Cette notion de plurimodalité était également éprouvée, par Tsakiris (72), suivant le paradigme de l' « Enfacement Illusion » qui était inspiré du paradigme de la « Rubber Hand Illusion ». Les sujets étaient soumis à une stimulation tactile au niveau de la joue alors qu'ils regardaient le visage d'un autre en miroir se faire toucher au même niveau de la joue. Deux conditions étaient définies : synchrone et asynchrone. L'effet de cette « stimulation multisensorielle interpersonnelle » sur la reconnaissance de son propre visage était mesuré en présentant au sujet un film de morphing de son propre visage en celui d'un autre (ou inversement) pendant lequel il devait définir quand l'image ressemblait plus à lui-même qu'à quelqu'un d'autre (ou inversement). Le sujet reconnaissait alors significativement plus d'images ressemblant à lui-même dans la condition synchrone pour un morphing allant dans le sens de l'autre vers soi. La présence de stimuli visuels et tactiles synchrones altérait la représentation que l'on a de son propre visage de la même manière que la « Rubber Hand Illusion » altérait la représentation de son propre corps. Ainsi, cela montrait qu'une stimulation multimodale synchrone permettait de réactualiser la représentation cognitive de son propre visage.

Dans une expérimentation similaire, obtenant des résultats allant dans le même sens, Sforza et ses collaborateurs expliquaient l'effet de l' « Enfacement Illusion » par l'incorporation des traits faciaux de l'autre dans la représentation que l'on a de soi. Ceci démontrait l'existence d'une plasticité représentationnelle de soi nous aidant à maintenir l'identité à travers le temps (73). Cela se traduirait dans la vie de tous les jours par un processus de mise à jour de la représentation de soi lorsqu'un homme se rase ou une femme se maquille devant son miroir.

La mesure de l'expérience subjective durant l' « enfacement illusion » montrait un sentiment d'identification à l'autre visage ou d'appartenance de celui-ci, de la même manière que se développait un sentiment d'appartenance pour la main en caoutchouc. Aussi, la perception de similarité était significativement augmentée en cas de stimulation synchrone (74,75). Chez les sujets expérimentant la stimulation multisensorielle interpersonnelle synchrone se développait un sentiment de similarité et d'attractivité envers l'autre. Les auteurs faisaient l'hypothèse que la synchronie interpersonnelle avait un effet sur la cognition sociale (75,76).

Considérant les difficultés d'intégration multi-sensorielle qui ont été rapportées chez les personnes avec TSA et l'acquisition plus tardive de la reconnaissance de son propre visage, se pose la question des processus mis en jeu pour la reconnaissance de son propre visage au sein de cette population.

## **IV) Mémoire autobiographique et TSA**

### **1) La mémoire autobiographique**

Aborder la question de la conscience de soi nous amène à nous poser la question de la mémoire concernant le soi, la mémoire autobiographique.

En 1972, Tulving décrit la mémoire autobiographique comme une mémoire concernant le soi et composée d'une mémoire épisodique, constituée de souvenirs d'évènements spécifiques personnellement vécus situés dans le temps et l'espace, et d'une mémoire sémantique, constituée d'informations générales sur sa propre vie et d'évènements généraux (répétés ou étendus) indépendants d'un contexte spatio-temporel particulier d'acquisition (77).

La mémoire épisodique nous permettrait d'accéder à un état de conscience auto-noétique qui correspond à la capacité de revivre mentalement les détails phénoménologiques (pensées, perceptions, sensations...) de l'évènement vécu et, en particulier, les images mentales sur la source d'acquisition.

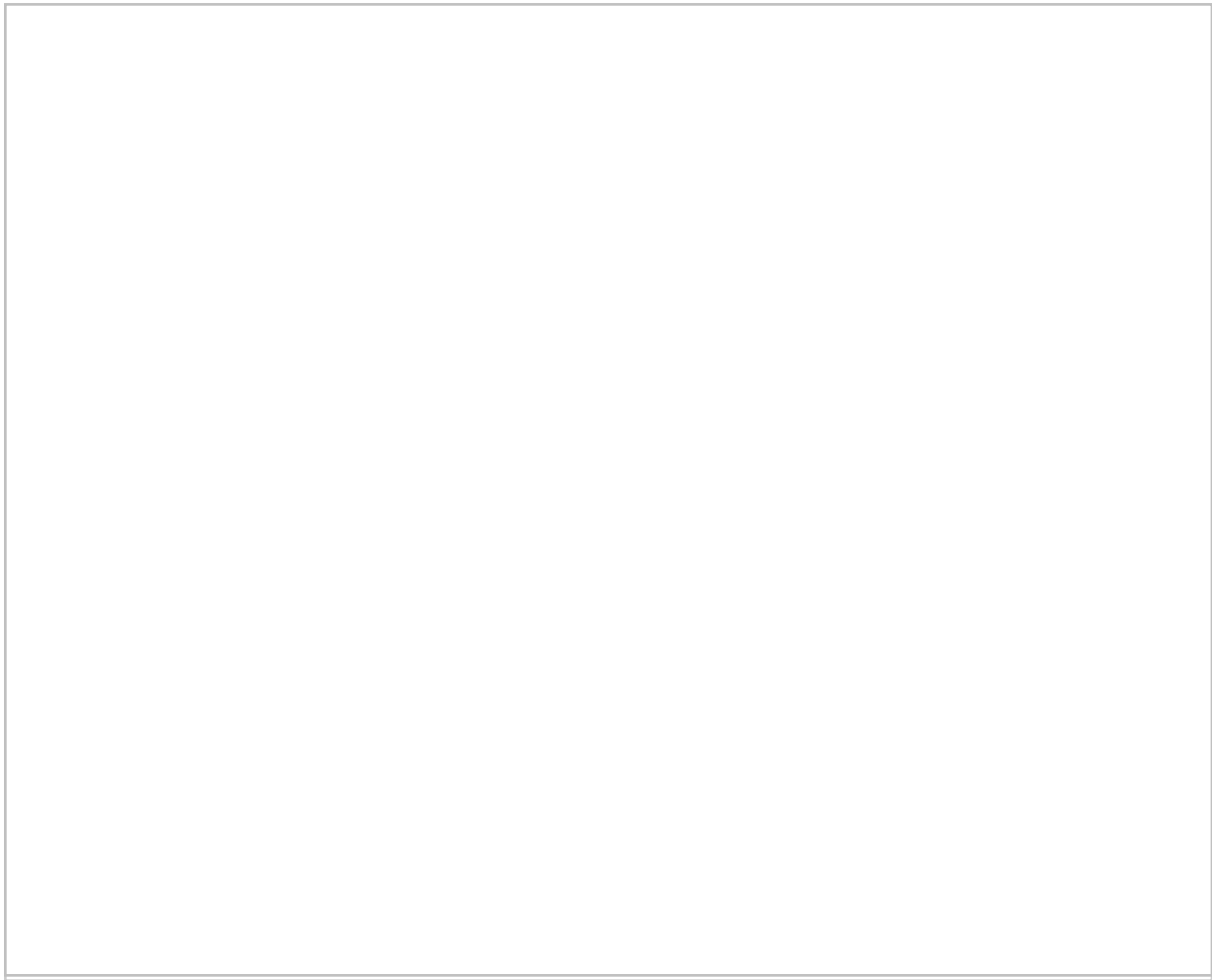
La mémoire sémantique nous permettrait d'accéder à un état de conscience noétique qui correspond à un rappel conscient sans son contexte d'encodage et qui procure une sensation de simple connaissance de type « je sais » (78).

Les souvenirs évoluent au cours du temps, ce qui se traduit par une perte de spécificité de la majorité des souvenirs amenant à une transition de la mémoire épisodique vers la mémoire sémantique. Toutefois, des souvenirs épisodiques persistent en fonction de différents facteurs dont l'émotion et l'importance personnelle au moment de l'encodage de l'évènement ainsi que le rappel fréquent de celui-ci. Pour Conway (79), la persistance de certains souvenirs épisodiques (ainsi que la facilité d'accès et de rappel de ceux-ci) serait due à leurs propriétés de définition du soi. Ces souvenirs, nommés *self-defining memories*, permettraient la construction et le maintien du soi à long terme pour certains auteurs, la construction et le maintien de l'identité pour d'autres.

Il existe trois grandes catégories de test afin d'évaluer la mémoire autobiographique : la méthode des mots indices, les questionnaires et les tests de fluence verbale. Pour exemple le TEMPau (Test épisodique de mémoire du passé autobiographique), développé par Piolino et ses collaborateurs (80), est un questionnaire semi-structuré qui permet d'évaluer les capacités de récupération des souvenirs épisodiques en fonction de 5 périodes d'encodage (enfance et adolescence, jeune adulte, adulte plus âgé, 5 dernières années et 12 derniers mois)



La mémoire autobiographique a fait l'objet de nombreuses études dans le champ du vieillissement normal et de la maladie d'Alzheimer principalement. Il apparaît alors chez le sujet âgé sans trouble du développement, après une période dite d'amnésie infantile, un pic de réminiscence des souvenirs de l'adolescence et du début de l'âge adulte (10-30 ans) qui pourrait être en lien avec la génération de l'identité au même âge (79). Ce pic de réminiscence succédant à une période d'amnésie infantile relative pourrait s'expliquer par une maturation cérébrale sous-tendant les processus cognitifs d'encodage de la mémoire épisodique entre 8 et 14 ans (81).



## **2) La mémoire autobiographique dans le TSA**

Il apparaît que les personnes avec TSA présentent des difficultés de mémoire autobiographique.

Une étude utilisant la méthode des mots indices et contrôlant les capacités narratives des participants par une tâche de résolution de problème social, chez de jeunes adultes avec et sans TSA ou syndrome d'Asperger, montrait que les personnes avec TSA généraient significativement moins de souvenirs d'évènements spécifiques et étaient plus lents que les personnes sans trouble du développement (82). Une autre étude, réalisée chez des enfants de 8 à 14 ans, concluait à de faibles difficultés de narration d'un livre mais à de grandes difficultés à rapporter des expériences personnelles chez les enfants avec TSA (83).

Souchay et ses collaborateurs proposent que la caractéristique de la mémoire dans le TSA est un manque global de détails concernant le soi (84).

Ce manque de détails concernant le soi et caractérisant la mémoire autobiographique épisodique pourrait s'expliquer, d'après Lind et ses collaborateurs, par un manque de développement du soi (*self-concept*), lui-même basé sur des connaissances autobiographiques sémantiques (85).

Hors, le développement de la mémoire sémantique dépend lui-même du développement de la mémoire épisodique autobiographique. Il y aurait une interrelation développementale du soi et de la mémoire autobiographique épisodique et sémantique.

Ainsi, les particularités mnésiques autobiographiques que présentent les personnes avec TSA pourraient résulter d'un défaut d'encodage en référence à soi, ou, d'un défaut de mémoire épisodique autobiographique (85), ou des deux à la fois.



## **V) Neuro-anatomie du soi**

L'apport de la neuro-imagerie dans la compréhension des processus cognitifs à l'origine de la conscience de soi dans l'autisme est encore modéré. Toutefois, elle nous offre de nouvelles perspectives qui permettront d'adapter les modèles cognitifs.

### **1) Perception des visages et de son propre visage**

#### **(a) Perception des visages**

La perception des visages, de par son importance en cognition sociale, a été étudiée tant sur le plan comportemental que sur le plan neuro-fonctionnel au cours des dernières décennies. Ceci a permis l'identification d'un système cérébral spécifiquement dédié à cette fonction.

Le modèle cognitif proposé par Bruce et Young souligne l'existence de 2 processus cognitifs dans le traitement des visages (86). L'un est mis en jeu pour la reconnaissance de l'identité du visage par le traitement de ses aspects invariants, et l'autre pour la reconnaissance des mouvements faciaux tels que les expressions, le mouvement des lèvres, et la direction du regard. En proposant un modèle proche de ce dernier, Haxby et al. ont mis en évidence le système cérébral dédié à la fonction de perception des visages, en spécifiant plus précisément les structures intervenant dans l'un ou l'autre des processus (87) .

D'abord, les régions visuelles sont impliquées dans la perception des caractéristiques fondamentales du visage ainsi que dans la perception des modifications des aspects du visage dues aux mouvements faciaux.

Ont été identifiées, de manière bilatérale, trois régions du cortex visuel non primaire constituant le système fondamental de perception des visages (87,88).

Le gyrus occipital inférieur (GOI), appelé aussi OFA (Occipital Face Area), est impliqué dans la perception précoce des traits faciaux, et transmet les influx visuels aux deux autres régions principales en jeu (87,89,90).

Le sillon temporal supérieur (STS) apparaît être le module principal de perception des aspects variants du visages (91,92).

Le gyrus fusiforme latéral (GFL), qui a aussi été nommée FFA (Fusiform Face Area), a une activité plus importante lors de tâches de reconnaissance d'identité. Il est plus spécifique à la perception de traits invariants du visage (87,93). Il est aussi activé par des stimuli visuels autre que les visages, mais son activation est alors moindre (94). Il est spécifique mais non exclusif.

Le sous-système impliqué dans l'identification des visages comprend donc deux composants principaux que sont le GFL et le GOI. D'autres structures cérébrales sont activées au cours de l'identification de visages familiers, notamment au sein du cortex temporal antérieur ventral qui est impliqué dans la récupération d'information biographique. Gobbini et al. soulignent la non-appartenance de ces régions au système fondamental (91). Dans une revue récente de la littérature, Collins et al. remettent en cause cette organisation en avançant le caractère principal de ce qu'ils nomment ATFA (Anterior Temporal Face Area) dans la reconnaissance de visages familiers au même titre que les 3 régions pré-citées (95), ceci au vu de son implication dans la perception des visages et dans la mémoire des personnes, et de son interconnexion avec la FFA et l'OFA.

## (b) Perception des visages dans les TSA

Les études en neuro-imagerie fonctionnelle effectuées chez les individus avec TSA retrouvent de façon majoritaire un dysfonctionnement cérébral notamment au niveau de la fusiform face area (FFA). Une étude a montré que les neurones du gyrus fusiforme apparaissaient moins nombreux et plus petits chez des adultes avec TSA que chez des adultes sans trouble du développement (96) induisant l'idée d'un

dysfonctionnement structurel à l'origine d'un déficit du traitement des visages au sein de cette population.

D'autres études suggèrent qu'il s'agit plutôt d'un dysfonctionnement des processus sous-tendus par cette région cérébrale. Ainsi, chez les personnes avec TSA, le gyrus fusiforme ne développerait pas de spécialisation pour les visages mais serait impliqué préférentiellement pour le traitement des stimuli présentant un intérêt pour l'individu. Cet intérêt pouvait porter sur des stimuli visuels non faciaux (97), mais aussi sur des visages hautement familiers tels que le visage maternel ou d'un ami. Ainsi, une activation normale était retrouvée au niveau de la FFA pour ces stimuli préférentiels alors qu'une hypo-activation apparaissait pour des stimuli faciaux non familiers chez des enfants avec TSA (98,99).

Malgré des résultats d'études controversés, il semblerait que les sujets avec TSA présentent un pattern atypique de réponses cérébrales aux visages tant au niveau structurel que fonctionnel (99). Ce pattern implique des anomalies sur l'ensemble du réseau cérébral dédié au traitement des visages et à la cognition sociale. La FFA ne serait pas la seule région impliquée (100,101).

La réponse des sujets avec TSA aux stimuli faciaux notamment hautement familiers questionne la spécificité du gyrus fusiforme qui a été critiquée au profit d'un rôle d'expertise chez les sujets avec développement normal. Cela nous questionne également sur la reconnaissance de son propre visage, qui, du point de vue du stimulus visuel, se rapproche de visages hautement familiers.

### (c) Perception de son propre visage

La reconnaissance de son propre visage met en jeu différents processus cognitifs dont celui de perception des visages.

Les études comportementales et les études de patients cérébro-lésés n'ont pas permis d'identifier une spécialisation hémisphérique du fait de résultats divergents (102–105).

Ce sont les études neuro-fonctionnelles (IRMf et rTMS) qui ont permis d'identifier une dominance de l'hémisphère droit pour le traitement de son propre

visage, malgré une implication bilatérale, ce que nous allons détailler en précisant les régions impliquées.

La création de lésions virtuelles en rTMS au niveau du lobule pariétal inférieur (IPL) droit ou de la jonction temporo-pariétale droite induit une diminution des performances de discrimination soi/autre des visages (106,107) (cet effet n'est pas retrouvé au niveau de l'hémisphère gauche).

En IRMf, de nombreux protocoles se basent sur des images de soi morphées avec celles d'autres personnes, familières ou non. Ceci a permis d'étudier la discrimination soi-autre et de mettre en évidence les régions impliquées.

Les principales régions mises en jeu dans la reconnaissance de soi sont retrouvées plutôt dans l'hémisphère droit. Il s'agit, au niveau du cortex pré-frontal, des gyri frontaux inférieur, médial, moyen et inférieur (102,108–111) ; et au niveau du cortex pariétal, du lobule pariétal inférieur (102,109,111,112).

D'autres régions sont aussi impliquées dans le processus de reconnaissance de soi. Elles sont énumérées dans une revue de littérature de 2011 par Devue et al (102). Il s'agit du gyrus supramarginal et du précuneus (plutôt à droite), du cortex cingulaire antérieur (plutôt à droite), de l'insula et du gyrus temporal inférieur (de manière bilatérale), du gyrus fusiforme (plutôt à gauche).

#### (d) Perception de son propre visage dans les TSA

Peu d'études ont été menées afin de mettre en évidence les particularités liées au traitement de son propre visage chez les personnes avec TSA.

Une étude (113) mesurant l'activité hémodynamique cérébrale par spectroscopie infrarouge a été menée dans le contexte de présentation d'une séquence de morphing de soi vers une personne non familière de sexe opposé ou d'une personne familière vers une personne non familière de sexe opposé. Le participant devait définir le moment où il percevait le changement de sexe. Etait alors montré un pattern d'activité hémodynamique particulier chez les sujets avec TSA. En effet, l'activité au niveau du gyrus frontal inférieur était faible par rapport aux sujets contrôles. Il est toutefois à noter que les performances comportementales n'étaient

pas significativement différentes entre les deux groupes. Les auteurs expliquent ce résultat par l'hétérogénéité des individus constituant leur groupe TSA.

Une étude évaluait les patterns d'activation en IRMf au cours d'une tâche de discrimination soi/autre sur la présentation de photographies morphées entre soi et un autre (114). Elle mettait en évidence une différence d'activation du système préfrontal droit entre les populations avec ou sans TSA : chez les individus avec développement typique cette région s'activait quelque soit le pourcentage de soi contenu dans l'image présentée alors que chez les individus avec autisme, cette région n'était activée que pour les images comprenant une grande part de soi. Les auteurs faisaient l'hypothèse que cette différence d'activation au niveau du système préfrontal droit selon que le stimulus soit une représentation de soi ou d'un autre pouvait expliquer la symptomatologie clinique de focalisation sur soi et de déficit en compréhension sociale.

## **2) Le réseau par défaut (default mode network)**

Le réseau par défaut ou réseau cérébral à l'état de base (*default mode network*, DMN) est un réseau de régions cérébrales en interaction qui présente une activité lorsque le cerveau n'est pas focalisé sur une tâche spécifique, lorsqu'il est dans un état de repos éveillé. Il est décrit que ce réseau est également actif lorsque l'individu pense à lui-même ou à autrui, se souvient du passé ou planifie l'avenir. Ce réseau soutiendrait des processus attentionnels, émotionnels et mnésiques, mais aussi des processus de référence à soi, à l'origine du langage intérieur, des pensées, de la génération et la manipulation d'images mentales. Ce réseau soutiendrait la notion de soi (115).

Dans une récente méta-analyse (116), Andrews-Hanna et ses collaborateurs décrivent trois sous-systèmes composant ce réseau par défaut :

- le sous-système dorsal médial : cortex préfrontal dorso-médial, jonction temporo-parietale, cortex temporal latéral, pôle temporal ;

- le sous-système temporal médial : cortex préfrontal dorso-médial, hippocampe, cortex parahippocampal, cortex retrosplénial, lobe pariétal postéro-inférieur, cortex préfrontal ventromédial ;

- le noyau (core) ou sous-système central : cortex préfrontal médial antérieur, cortex cingulaire postérieur.

Selon les auteurs, le sous-système dorsal médial serait impliqué dans les processus de mentalisation (*mentalizing*) et cognition sociale, ainsi que dans les processus de conceptualisation et de compréhension d'histoire.

Le sous-système temporal médial serait impliqué dans les pensées autobiographiques passées et futures, la mémoire épisodique et la récupération contextuelle de souvenirs.

Enfin, le noyau serait impliqué dans les processus en référence à soi, les processus d'émotion et d'évaluation, ainsi que dans les processus sociaux et mnésiques de manière partagée avec les deux autres sous-systèmes. (figure 3).

La description du DMN est une nouvelle étape dans la compréhension de l'intrication entre les processus en référence à soi et à l'autre. En effet, on voit ici l'inter-relation entre des régions impliquées plutôt dans le soi et d'autre impliquées dans la relation à l'autre, qui sont activées que l'on traite du soi ou de l'autre. Duval et ses collaborateurs, dans une revue de la littérature en 2009, décrivaient déjà un chevauchement de régions impliquées dans le soi et dans la théorie de l'esprit (6). (figure 4)

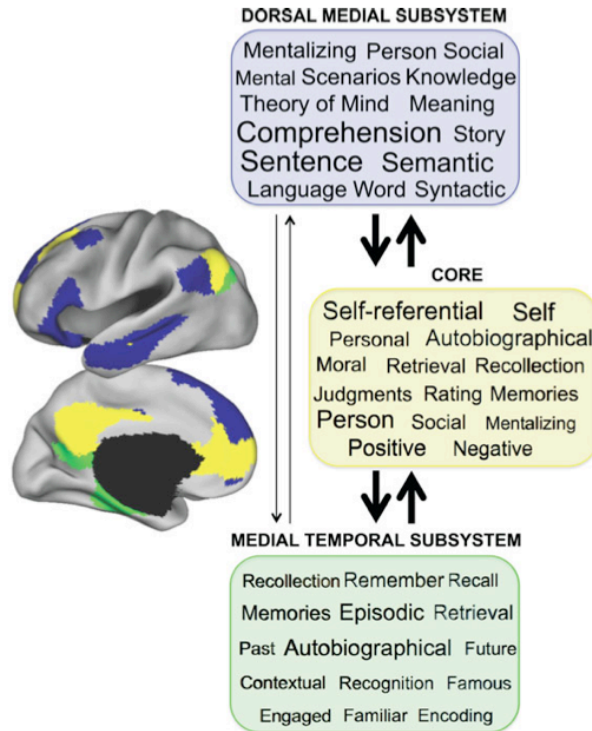


Figure 3 : Sous-systèmes composant le *default mode network* (d'après Andrews-Hanna et al., 2014).

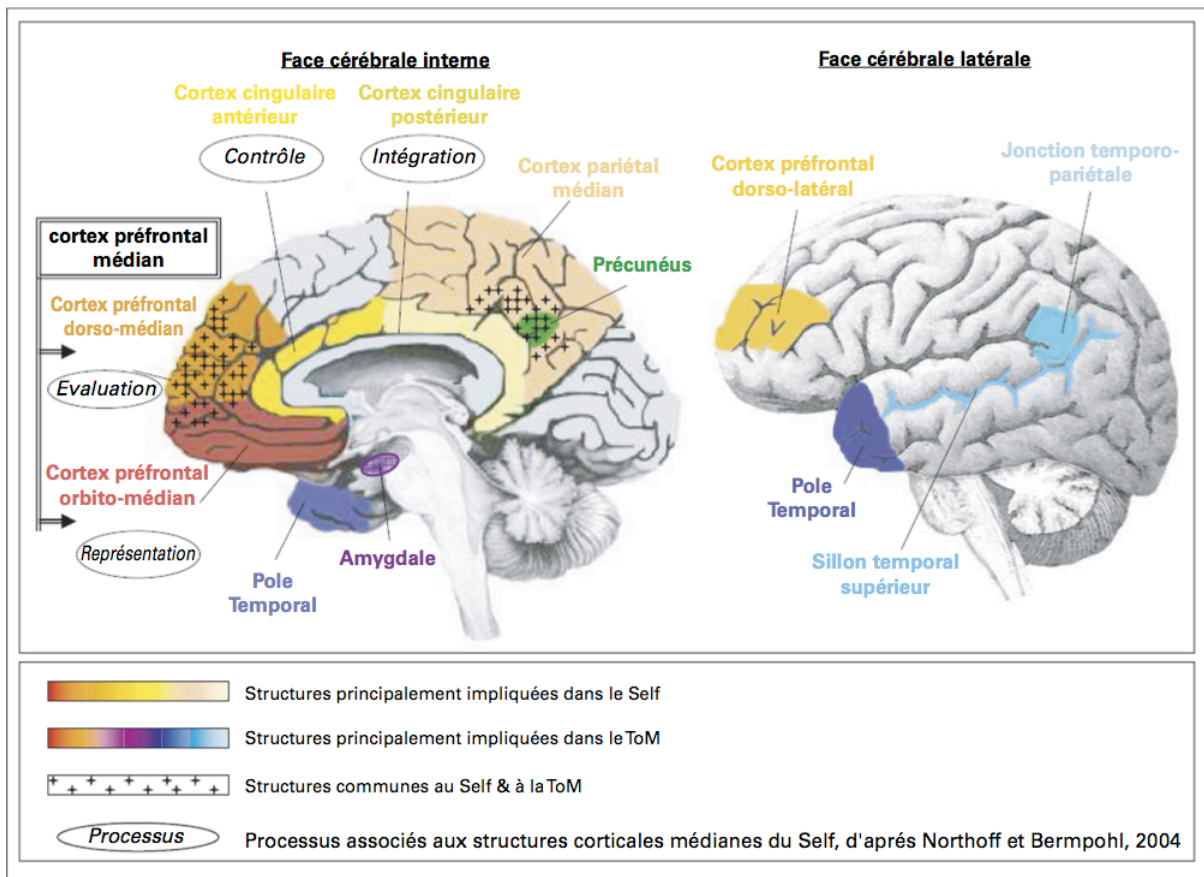


Figure 4 : Bases anatomiques du Self et de ses processus associés, de la ToM et mise en évidence des régions cérébrales communes (d'après Duval et al., 2009).

Chez les personnes avec TSA, quelques études mettent en exergue le corrélat anatomo-fonctionnel qui pourrait sous-tendre les difficultés rencontrées par cette population en théorie de l'esprit de l'autre et de son propre esprit.

La première tentative d'explication est un défaut d'activation du cortex préfrontal ventro-médial. En effet, alors qu'il a été montré une activation supérieure pour le traitement de soi que pour le traitement de l'autre au niveau de cette région dans la population à développement typique, cette différence n'est pas observée chez les personnes avec TSA dans une première étude (117). Une autre étude observe une activation comparable dans les deux populations mais un défaut de connectivité avec d'autres régions corticales (118). Enfin, une méta-analyse de Di Martino, en 2009 (119), conclue à une hypoactivation du cortex préfrontal ventro-médial chez les personnes avec TSA.



L'ensemble de ces études suggère que le cortex pré-frontal ventro-médial et le DMN sont associés aux difficultés sociales et aux difficultés d'évaluation de soi (120). Aussi, il semblerait que dans le TSA, les difficultés observées résulteraient d'une réduction de connectivité fonctionnelle entre les régions du DMN plutôt que d'un déficit focal. Cette réduction de connectivité entre les aires corticales constituant le DMN est également rapportée dans la méta-analyse de Cheng et ses collaborateurs en 2015 (121). Ils spécifient notamment une réduction de connectivité fonctionnelle au niveau du précunéus et de la région corticale para-cunéique (cortex médial pariétal) qui pourrait engendrer un déficit de l'agentivité du fait de l'implication de cette région dans les représentations spatiales de soi et de l'environnement.

Les difficultés observées chez les personnes avec TSA tant au niveau social que de la conscience de soi (théorie de l'esprit) pourraient s'expliquer par une réduction de connectivité fonctionnelle dans et entre les régions constituant le *default mode network*(121).

### **3) Le système des neurones miroirs**

Dans le milieu des années 90, G. Rizzolatti et son équipe ont découvert dans le cortex prémoteur du singe que certains neurones émettaient des potentiels d'action non seulement lorsque le singe faisait un mouvement de la main ou de la bouche, mais aussi lorsqu'il regardait simplement un autre animal ou un humain faire le même geste. Ils furent nommés « neurones miroirs ».

Il a ensuite été montré chez l'Homme, l'existence de tels neurones, dans 2 régions, le cortex prémoteur ventral ainsi que le lobe pariétal inférieur, constituant un réseau fronto-pariétal comparable à celui du singe (122–124). Aussi, il a été montré que le système des neurones miroirs (SNM) n'était pas uniquement dédié aux mouvements des bras mais que l'observation de mouvements par différents membres effecteurs activait le système moteur de façon somatotopique (122).

Chez l'Homme, les recherches ont permis de mettre à jour un SNM au niveau de l'aire motrice supplémentaire, du cortex cingulaire antérieur, de l'amygdale, de l'hippocampe (125). Ainsi, de nombreux réseaux neuronaux (au delà du réseau

moteur) posséderaient des propriétés « miroir » et sous-tendraient différentes fonctions selon leur localisation (126).

Le SNM serait impliqué dans les fonctions suivantes:

- la reconnaissance des émotions (127) ;
- le langage ;
- la représentation d'action : Jeannerod postule que la résonance motrice pourrait créer un appariement direct entre observation et exécution. La simulation interne d'un mouvement (dans laquelle le SNM est impliqué) permettrait de créer une représentation motrice d'une action observée. Ainsi, l'apprentissage moteur serait facilité ainsi que son imitation (128) ;
- la compréhension du but de l'action (129,130) ;
- la compréhension de l'intention (131).

Compte tenu des implications de ce SNM, nous pouvons nous poser la question de son intégrité dans le trouble du spectre de l'autisme. Williams, en 2001, émettait l'hypothèse que la dysfonction du SNM pourrait être le seul déficit primaire à l'origine des comportements caractérisant l'autisme dans ses différentes présentations (132). Ce type de résultats est toutefois à contrebalancer avec ceux d'autres études qui concluent à une absence de différence dans la population avec TSA par rapport à une population avec un développement typique. Une récente revue systématique de la littérature (133), conclut sur des preuves limitées d'un dysfonctionnement du SNM chez les personnes avec TSA.

Molnar-Szakacs et Uddin, quant à eux, concluent à une connectivité fonctionnelle entre le default mode network et le système des neurones miroirs, et suggèrent que ces deux réseaux, ensemble, seraient impliqués dans la cognition sociale formant la base de la compréhension de soi (134).

Si un SNM dysfonctionnel ne permet pas, à lui seul, d'expliquer la symptomatologie autistique, un défaut de connectivité fonctionnelle au niveau du SNM, du DMN, entre ces deux réseaux (ou de l'ensemble du réseau cérébral) pourrait être à l'origine des difficultés rencontrées par les personnes avec TSA tant au niveau du soi que de l'autre.

L'identification d'un substrat cérébral responsable des particularités cognitives liées au soi et à l'autre n'a pas aboutit actuellement à un modèle explicatif de l'autisme pourtant recherché. Toutefois, les données descriptives issues de l'exploration neuro-fonctionnelle contribuent à une meilleure compréhension des processus cognitifs impliqués dans la population typique et dans la population avec TSA.

## Conscience de Soi et TSA : synthèse

Nous constatons que divers aspects de la conscience de Soi apparaissent progressivement au cours du développement typique et constituent autant d'étape développementale. En effet, l'enfant au développement typique expérimente successivement la distinction perceptive de Soi par rapport au reste du monde (naissance), le sens de l'agentivité (2 mois), la reconnaissance physique de soi (18-24 mois), la théorie de son propre esprit (4-5 ans) et la mémoire autobiographique.

Il existerait un trouble de la conscience de Soi chez les personnes avec TSA qui consisterait en la présence de difficultés en théorie de son propre esprit et en mémoire autobiographique avec une préservation de la reconnaissance physique de soi et du sens de l'agentivité.

Toutefois, ces fonctions, décrites comme préservées chez les individus avec TSA, feraient l'objet d'un retard de développement. Nous faisons l'hypothèse que le sens de l'agentivité et la reconnaissance physique de Soi résultent, en partie, d'un processus d'intégration multimodale dans le développement typique. Or, il a été montré que les personnes avec TSA présentent un déficit d'intégration multisensorielle. Ainsi, le développement du sens de l'agentivité et de la reconnaissance physique de Soi chez les personnes avec TSA pourraient engager des processus autres que celui d'intégration multimodale (apprentissage, processus unimodal), ce qui expliquerait le retard de développement au sein de cette population.

Nous proposons, dans la partie expérimentale de ce travail, d'évaluer l'implication d'un processus multimodal dans la reconnaissance de son propre visage par l'utilisation d'une illusion, appelée *enfacement illusion*, chez des adultes avec et sans TSA.

## **Partie 2 : Étude**

## **I) Objectifs**

L'étude que nous avons menée s'est déroulée au Centre Ressource Autisme (CRA), unité du pôle universitaire de psychiatrie pour l'enfant et l'adolescent (PUPEA) du Centre Hospitalier Charles Perrens à Bordeaux, ainsi qu'à l'Institut de Neurosciences Cognitives et Intégratives d'Aquitaine (INICIA, CNRS UMR5287).

Les données issues de la littérature apportent des résultats divergents quant au traitement des visages chez les personnes avec TSA, il semblerait que la reconnaissance de son propre visage soit une capacité préservée dans ce trouble.

Le premier objectif de notre travail était d'évaluer les capacités de reconnaissance de Soi d'une population d'adultes avec TSA en comparaison à une population avec développement typique au cours d'une tâche de discrimination Soi – Non soi.

D'autre part, il a été montré un déficit d'intégration multimodale dans la population avec TSA. L'implication de l'intégration visuo-tactile dans la représentation et la reconnaissance de son propre visage n'a encore jamais été explorée chez des adultes avec TSA.

Le deuxième objectif de notre étude était d'évaluer l'effet d'une stimulation multi-sensorielle interpersonnelle (IMS) sur la discrimination Soi – Non soi. Nous avons adapté un protocole déjà réalisé et reproduit (72,74) chez des individus avec développement typique chez qui l'IMS synchrone provoquait une *enfacement illusion*. Nous faisons l'hypothèse que l'IMS ne provoquera pas d'illusion dans la population avec TSA.

## **II) Patients et méthodes**

### **1) Population**

Les participants à l'étude ont été répartis dans deux groupes : un groupe TSA et un groupe contrôle.

Les critères d'inclusion pour le groupe TSA étaient :

- Diagnostic de TSA sans déficience intellectuelle posé selon les critères DSM-IVTR
- QIV ou CIV > 75
- Âge > 18 ans
- Consentement éclairé après remise d'une lettre d'information.

Le recrutement a été réalisé au sein d'une population de sujets suivis par le Centre Ressource Autisme Aquitaine, Pôle Universitaire de Psychiatrie de l'Enfant et de l'Adolescent, Centre Hospitalier Charles Perrrens, Bordeaux.

Le diagnostic de TSA sans déficience intellectuelle était établi à partir des critères du DSM IV-TR (135) et après évaluation pluridisciplinaire (bilan développemental, psychiatrique, psychologique, orthophonique, neurologique et pédiatrique).

L'efficacité cognitive avait été évaluée par l'intermédiaire du WISC IV (Wechsler Intelligence Scale for Children, 4<sup>ème</sup> édition, David Wechsler) si les sujets avaient été évalués dans leur enfance, ou de la WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale, David Wechsler) s'ils avaient été évalués à l'âge adulte.

La population contrôle de notre étude a été constituée de sujets appariés sur l'âge et le sexe de ceux des sujets avec TSA.

Les critères d'inclusion étaient :

- Absence d'antécédent de trouble neurologique ou psychiatrique connu
- Absence de traitement psychotrope concomitante
- Âge > 18 ans
- Consentement éclairé après remise d'une lettre d'information.

	Groupe TSA	Groupe Contrôle
N	15	15
Sexe masculin (% de l'échantillon)	15 (100%)	15 (100%)
Âge moyen (ans)	28,5 (11; 18-54)	28,5 (10; 18-54)
Syndrome d'Asperger	8 (53,3 %)	NA
Syndrome Autistique	7 (46,66%)	NA
Trouble de la vision	8 (53,3 %)	4 (26,66 %)
Correction (lunettes)	5	2
Traitement	7 (46,66%)	1 (6,66%)

Tableau 3 : Caractéristiques de la population.

Ont été inclus 15 sujets avec TSA et 15 sujets au développement typique du mois de mars au mois de mai 2015 (Tableau 3). La passation se déroulait au Centre Ressource Autisme Aquitaine, Hôpital Charles Perrons, Bordeaux, ou à l'Institut de Neurosciences Cognitives et Intégratives d'Aquitaine, Bordeaux.

Dans l'échantillon TSA, 7 sujets présentaient le diagnostic de Syndrome Autistique et 8 sujets le diagnostic de Syndrome d'Asperger. L'échantillon ne comptait que des hommes. La moyenne d'âge était de 28,5 ans (écart type=11,0 ; 18-54). 8 sujets avaient un trouble visuel dont 5 portaient des lunettes de correction. 7 sujets prenaient un traitement médicamenteux dont 6 un traitement psychotrope :



- Neuroleptiques :
  - première génération : 1
  - nouvelle génération : 3
- Antidépresseurs : 2
- Anxiolytiques : 2
- Hypnotiques : 1.

Dans l'échantillon contrôle, 15 hommes ont participé à l'étude. La moyenne d'âge était de 28,5 ans (écart type=10,0 ; 18-54). 4 sujets avaient un trouble visuel dont 2 portaient des lunettes de correction. 1 seul sujet prenait un traitement médicamenteux non psychotrope.

## **2) Préparation de la procédure**

La procédure expérimentale nécessitait la constitution d'une médiathèque associant une photographie et un film du visage de différents modèles. 8 modèles féminins et 8 modèles masculins ont participé à la création de cette banque.

La photographie du visage a été prise dans les mêmes conditions pour chaque modèle. Elle était prise de face, le menton du sujet posé sur une mentonnière, la distance entre la mentonnière et la caméra à focale fixe était de 112 cm. Le modèle présentait un visage neutre.

L'enregistrement de la séquence vidéographique de 120 secondes était fait dans les mêmes conditions que la photographie. La tête du modèle était maintenue par une mentonnière afin de limiter les mouvements, et l'enregistrement se faisait de face. Le modèle présentait un visage neutre. L'expérimentateur touchait la joue droite du modèle avec un pinceau pendant 2 secondes toutes les 2 secondes, guidé par le son d'un métronome. Cela permettait de constituer les films utiles à la phase de stimulation multisensorielle interpersonnelle.

Les photographies et les films étaient convertis en format noir et blanc (niveaux de gris) puis étaient modifiés à l'aide du logiciel Adobe After Effect. La modification consistait en une transposition horizontale de l'image afin d'obtenir

l'image en miroir du visage, et en un retrait des attributs non faciaux par application d'un masque ovale permettant de cacher les cheveux et oreilles.

Les images de deux modèles masculins ont été finalement sélectionnées et utilisées pour l'expérimentation.

La procédure nécessitait deux rencontres avec chaque participant. Au cours du premier rendez-vous, les participants recevaient une information sur le déroulement de la procédure ainsi que sur leurs droits durant celle-ci. Le consentement était alors recueilli (Annexe 2) et une photographie était prise dans les mêmes conditions que pour les modèles. Pour rappel :

- Visage neutre
- Menton posé sur mentonnière, de face
- Distance mentonnière – caméra à focale fixe : 112 cm
- Différence de hauteur entre mentonnière et objectif de la caméra : 8cm.

Puis étaient appliquées les mêmes modifications sur la photographie du visage des participants que sur la photographie des modèles. Pour rappel :

- Conversion en format noir et blanc (niveaux de gris)
- Transposition géométrique horizontale (effet miroir)
- Application d'un masque ovale noir afin de cacher les attributs non faciaux.

Avant le deuxième rendez-vous durant lequel se déroulerait l'expérimentation, des séquences de morphing étaient réalisées à l'aide du logiciel Creaced Morphage 4.

Le morphing consiste en une transformation continue, animée d'une image en une autre. Dans notre étude, les images utilisées étaient la photographie du visage du participant et celles des deux modèles retenus. Etaient ainsi créées des séquences vidéographiques de morphing allant du visage du participant (Soi) vers celui d'un modèle qui ne lui était pas familier (Non soi) ou en sens inverse (voir pour exemple : figure 5). La transformation de l'image suivait une progression linéaire. Lorsqu'il s'agissait d'une séquence « soi vers non soi », le visage du début du film

était constitué à 100% du visage de soi et 0% du visage non familier, et à la fin du film il était constitué à 0% du visage de soi et 100% du visage non familier ; et inversement pour une séquence « Non soi vers Soi ».

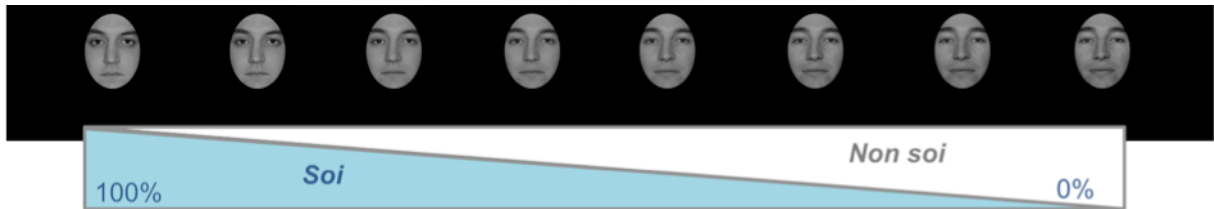


Figure 5 : Échantillonnage à partir d'une séquence vidéo de morphing de Soi vers Non soi ou de Non soi vers Soi.

### 3) Procédure

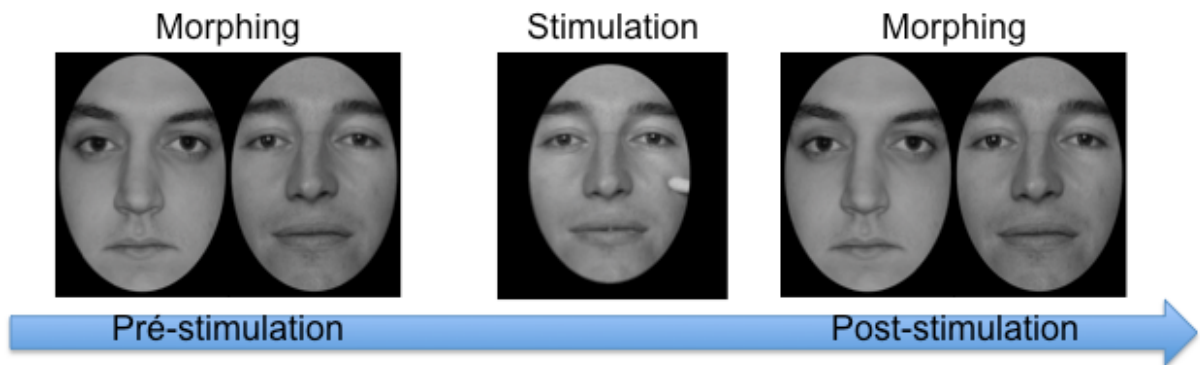


Figure 6. Exemple d'un bloc expérimental.



Figure 7 : Conditions d'expérimentation : lors des phases de mesure et de la phase de stimulation.

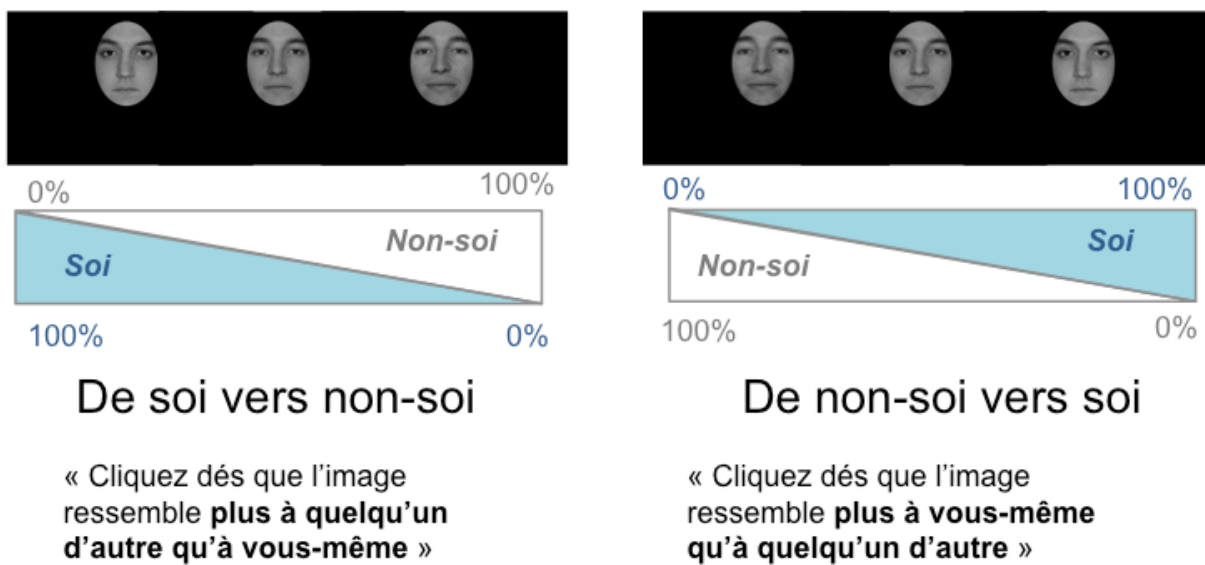


Figure 8 : Mesures pré et post-stimulation selon les 2 conditions, et consignes associées.

La procédure expérimentale (Figure 6) se déroulait au cours du second rendez-vous. Le participant était alors placé devant un ordinateur, son visage étant placé à environ 40 cm de l'écran (Figure 7). L'expérimentation se déroulait en deux temps :

**(a) Mesure T0 de la discrimination Soi – Non soi :**

Il était d'abord demandé au participant de regarder une séquence de morphing (Logiciel Quicktime Player) et de suivre la consigne (Figure 8) :

- « Cliquez dès que l'image ressemble plus à quelqu'un d'autre qu'à vous-même », afin d'arrêter le film, lorsqu'une séquence Soi - Non soi était présentée ;
- « Cliquez dès que l'image ressemble plus à vous même qu'à quelqu'un d'autre », afin d'arrêter le film, lorsqu'une séquence Non soi - Soi était présentée.

Une mesure pré-stimulation était ainsi réalisée (Figure 8) et permettait d'évaluer la capacité de discrimination *Soi - Non soi*.

**(b) Mesure T1 de la discrimination Soi – Non soi après stimulation et calcul du delta T1-T0 pour évaluation de l'effet de la stimulation :**

Dans un deuxième temps, suivant directement la mesure pré-stimulation, le participant était exposé à une stimulation multisensorielle interpersonnelle (IMS) durant 120 secondes. La stimulation multisensorielle interpersonnelle correspond à une stimulation impliquant plusieurs sens (ici, la vue et le toucher) dont l'un implique une autre personne. Ainsi, le sujet était invité à regarder un film montrant le visage du modèle utilisé pour la constitution de la séquence de morphing, qui était touché par un pinceau pendant 2 secondes toutes les 2 secondes au niveau de la joue. L'expérimentateur appliquait une stimulation tactile à l'aide d'un même pinceau sur la joue droite du participant. Ainsi, le sujet voyait, comme dans un miroir, le visage du modèle touché sur la même zone de la joue, avec le même pinceau. Il y avait 2 conditions pour cette stimulation :

- Stimulation synchrone : le sujet était touché pendant 2 secondes toutes les 2 secondes de manière synchrone à ce qu'il voyait en miroir sur l'écran ;
- Stimulation asynchrone : le sujet était touché pendant 2 secondes toutes les 2 secondes, avec un décalage de 1 seconde par rapport à ce qu'il voyait en miroir sur l'écran.

L'expérimentateur était guidé par le son du métronome utilisé pendant l'enregistrement pré-procédural. Il était le seul à l'entendre, à l'aide d'écouteurs intra auriculaires. Il appliquait ainsi le même nombre de stimulation en condition asynchrone qu'en condition synchrone.

Immédiatement après la stimulation, le participant visionnait une séquence de morphing dont le sens (Soi vers non-soi ou Non-soi vers soi) était le même que pour la mesure pré-stimulation. La consigne était la même que pour la mesure pré-stimulation (Figure 8).

Ainsi, une mesure post-stimulation était réalisée. La différence entre la mesure post-stimulation et la mesure pré-stimulation permettra d'évaluer l'effet de la stimulation.

Ces 3 temps, mesure pré-stimulation, IMS et mesure post-stimulation, constituaient un bloc expérimental (Figure 6).

Il y avait 2 conditions de mesures, de Soi vers Non soi (Soi – Non soi) et de Non soi vers Soi (Non soi - Soi).

Il y avait 2 conditions d'IMS, synchrone et asynchrone. Un modèle a été associé à chacune des conditions de stimulation et contrebalancé pour chaque participant.

En croisant les conditions nous obtenions 4 blocs différents (Tableau 4). Nous avons répété deux fois chaque mesure. Au cours de la même session, étaient donc réalisés 8 blocs expérimentaux par participant.

	Stimulation synchrone	Stimulation asynchrone
De Soi vers Non soi	1	2
De Non soi vers Soi	3	4

Tableau 4 : Les 4 blocs expérimentaux qui seront répétés deux fois, et randomisés pour chaque participant.

La durée des séquences de morphing était de 50s, 60s, 70s ou 80s. L'attribution de la durée aux séquences de morphing se faisait de manière randomisée.

Une deuxième randomisation était appliquée afin de déterminer l'ordre des blocs expérimentaux pour chaque participant.

Avant de commencer les mesures, étaient présentées au participant deux séquences de morphing (une dans un sens et une dans l'autre). L'objectif était de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne.

Un temps de débriefing était pris à la fin de l'expérimentation. Il était notamment demandé au sujet d'évaluer sa stratégie de reconnaissance des visages, et s'il avait pris conscience des différences de stimulation.

#### **4) Analyse**

Le temps T auquel les participants stoppaient le film était utilisé pour calculer le pourcentage maximum de Non soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre.

Les valeurs < 20% et > 80% étaient considérées comme non pertinentes et exclues de l'analyse.

Le score « delta » était défini par la différence entre les pourcentages post et pré-stimulation.

**(a) Discrimination Soi – Non soi :**

Une 2x2 ANOVA a été utilisée pour évaluer les effets de groupe et de direction du morphing sur le pourcentage maximum de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre. Les données sont exprimées en moyenne  $\pm$  écart type, sauf indication contraire. L'analyse des résidus a été réalisée pour tester les hypothèses de l'ANOVA à deux voies. Les valeurs aberrantes ont été évaluées par l'inspection d'une boîte à moustaches, la normalité a été évaluée en utilisant le test de normalité de Shapiro-Wilks pour chaque cellule du design, et l'homogénéité de variances a été évaluée par le test de Levene.

Si une interaction significative entre deux variables apparaissait, une analyse des effets principaux simples (*simple main effect*) était réalisée après ajustement de Bonferroni, ainsi que des comparaisons par paires pour chaque effet principal simple et exprimées par les intervalles de confiance à 95% et les valeurs p après ajustement de Bonferroni pour chaque effet principal simple.

**(b) Effet de l'IMS :**

Une 2x2x2 ANOVA factorielle a été utilisée afin de déterminer les effets du groupe, de la stimulation et de la direction du morphing sur le delta. Les données sont exprimées en moyenne  $\pm$  erreur standard, sauf indication contraire. L'analyse des résidus a été réalisée pour tester les hypothèses de l'ANOVA. Les valeurs aberrantes ont été évaluées par l'inspection d'une boîte à moustaches, la normalité a été évaluée en utilisant le test de normalité de Shapiro-Wilks pour chaque cellule du design, et l'homogénéité de variances a été évaluée par le test de Levene.

L'interaction à 3 voies, les simples interactions à 2 voies, et les simples effets principaux ont été testés.

Les comparaisons par paires ont été effectuées pour chaque effet principal simple et exprimés par les intervalles de confiance à 95% et les valeurs p après ajustement de Bonferroni pour chaque effet principal simple.



### III) Résultats

#### (a) **Discrimination Soi – Non soi** (Figure 9 et Tableau 5):

Il n'y avait pas de valeurs aberrantes, les données étaient normalement distribuées ( $p > .05$ ), sauf pour le groupe TSA dans la direction « non soi vers soi » ( $p = .012$ ). L'ANOVA étant considérée comme robuste aux écarts de la normalité, elle peut toutefois être réalisée (136,137).

L'homogénéité de variances était respectée ( $p = .356$ ).

L'interaction entre les variables groupe et direction pour le pourcentage maximum de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre était statistiquement significative,  $F(1,220)=14.782$ ,  $p = .000$ , partial  $\eta^2 = .063$ .

Il y avait une différence statistiquement significative des pourcentages moyens maximums de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre entre le groupe TSA et le groupe contrôle dans la condition de direction « soi vers non-soi »,  $F(1, 220) = 20.681$ ,  $p = .000$ , partial  $\eta^2 = .086$ ; mais pas dans la direction « non-soi vers soi »,  $F(1, 220) = .881$ ,  $p = .349$ , partial  $\eta^2 = .004$ .

Dans le groupe TSA, il y avait une différence statistiquement significative des pourcentages moyens maximums de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre entre les deux directions de morphing,  $F(1, 220) = 51.507$ ,  $p = .000$ , partial  $\eta^2 = .190$  ; mais pas dans le groupe contrôle,  $F(1, 220) = 3.167$ ,  $p = .077$ , partial  $\eta^2 = .014$ .

Le pourcentage maximum moyen de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre pour la direction « soi vers non-soi » dans le groupe contrôle et dans le groupe TSA étaient de  $44.661 \pm 1.464$  et  $54.117 \pm 1.477$ , respectivement. Le groupe TSA avait un pourcentage moyen de

non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre significativement supérieur à celui du groupe contrôle de 9.456 (IC95% = 5.358; 13.554),  $p = .000$ .

Dans le groupe TSA, les pourcentages moyens maximums de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre pour les directions « non-soi vers soi » et « soi vers non-soi » étaient de  $38.922 \pm 1.517$  et  $54.117 \pm 1.477$ , respectivement. Dans le groupe TSA, le pourcentage moyen de non-soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre était significativement supérieur dans la direction « soi vers non-soi » par rapport à la direction « non-soi vers soi » de 15.195 (IC95% = 11.022 ; 19.368),  $p = .000$ .

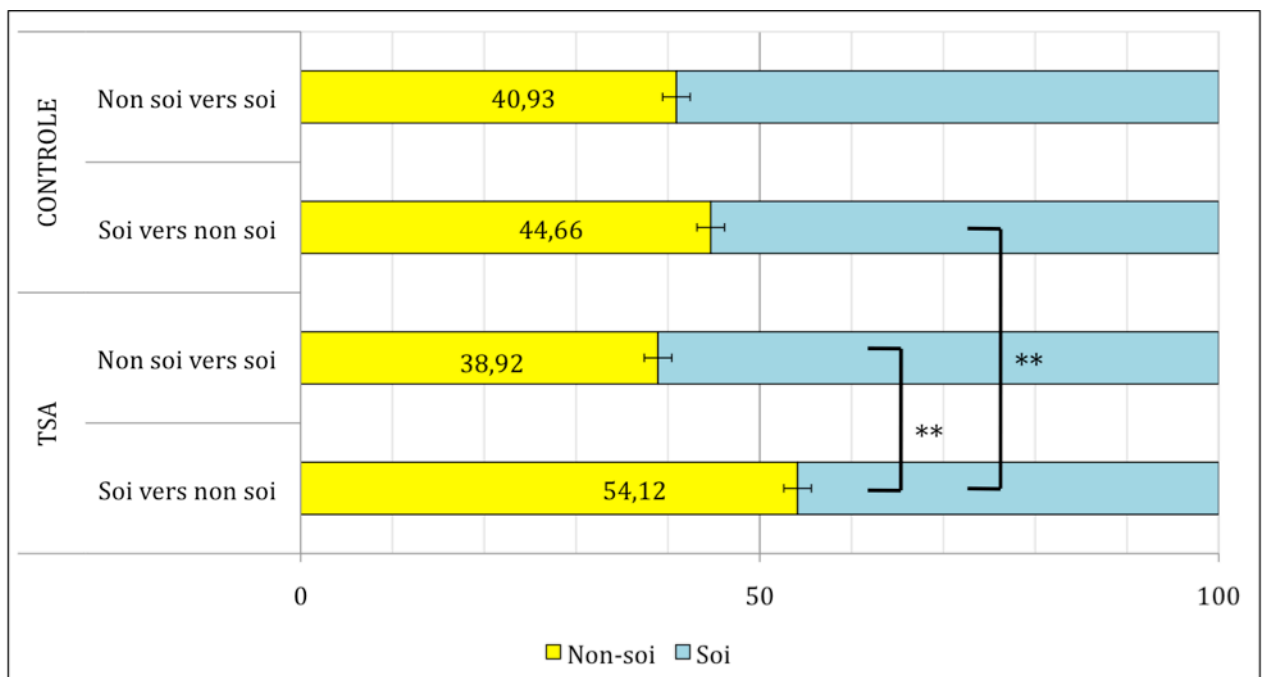


Figure 9 : Pourcentages moyens maximums de Non soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à soi qu'à un autre pour chaque groupe (contrôle / TSA) dans chacune des directions (non soi vers soi / soi vers non soi) (\*\*  $p < .005$ ).

TYPE	DIRECTION	Moyenne	Erreur standard
TSA	Soi vers Non soi	54,12	1,48
	Non soi vers Soi	38,92	1,52
Contrôle	Soi vers Non soi	44,66	1,46
	Non soi vers Soi	40,93	1,50

Tableau 5: Pourcentages moyens maximums de Non soi contenu dans une image reconnue comme ressemblant plus à Soi qu'à un autre, et erreur standard.

**(b) Effet de l'IMS** (Figure 10 et tableau 6) :

Il y avait 6 valeurs aberrantes, définies comme des valeurs supérieures à 1,5 longueurs de boîte à partir de la limite de la boîte, qui ont été supprimés.

Les données étaient normalement distribuées ( $p > 0,05$ ).

L'hypothèse d'homogénéité des variances n'était pas respectée,  $p = 0,007$ . Toutefois, l'ANOVA a pu être réalisée, en raison de sa robustesse à l'hétérogénéité de la variance dans ces circonstances de tailles d'échantillon de groupe comparables (ou approximativement égales) (137).

Il n'y avait pas d'interaction à trois voies statistiquement significative entre le groupe, la stimulation et la direction de morphing,  $F(1, 203) = .024$ ,  $p = .878$ .

L'interaction groupe\*stimulation était statistiquement significative ( $F(1, 203) = 5.512$ ,  $p = .020$ ) mais pas les interactions groupe\*direction ( $F(1, 203) = 3.026$ ,  $p = .083$ ) et direction\*stimulation ( $F(1, 203) = .362$ ,  $p = .548$ ).

Le simple effet principal de la stimulation sur le delta pour le groupe contrôle était significatif ( $F(1, 203) = 5.457$ ,  $p = .020$ ), mais pas pour le groupe TSA ( $F(1,203) = 1.016$ ,  $p = .315$ ).

Le simple effet du groupe sur le delta pour la stimulation synchrone était significatif ( $F(1, 203) = 4.451, p = .036$ ), mais pas pour la stimulation asynchrone ( $F(1,203) = 1.461, p = .228$ ).

Dans le groupe contrôle, le delta moyen pour les stimulations synchrone et asynchrone était de  $6.773 \pm 1.105$  et  $3.107 \pm 1.115$ , respectivement. Le delta était significativement plus grand dans la condition synchrone que dans la condition asynchrone,  $3.667$  (IC95%=  $.572 ; 6.761$ ),  $p = .020$ .

Le delta moyen pour la stimulation synchrone dans le groupe contrôle et le groupe TSA était de  $6.773 \pm 1.105$  et  $3.394 \pm 1.159$ , respectivement. Le delta moyen était plus petit dans le groupe TSA que dans le groupe contrôle,  $-3.379$  (IC95%=  $-6.537 ; -.221$ ),  $p = .036$ .

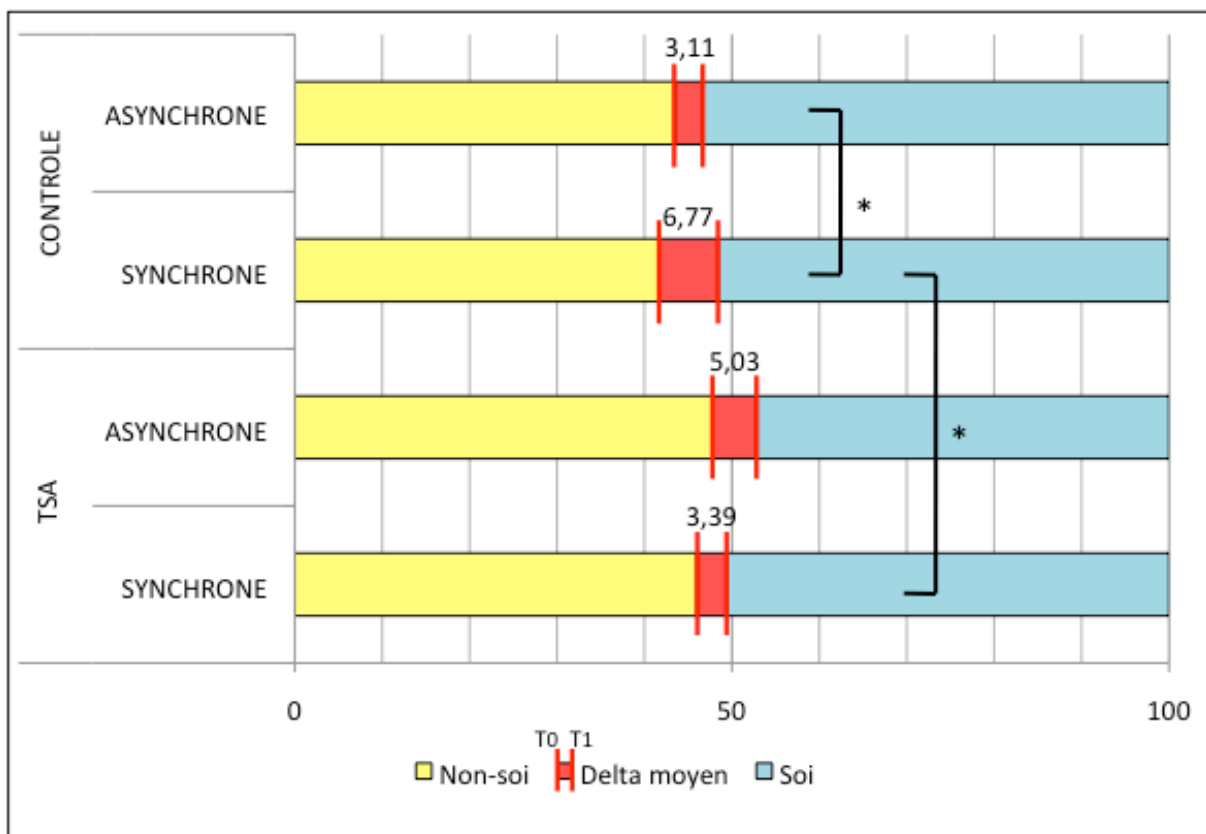


Figure 10 : Effet de la stimulation multisensorielle interpersonnelle pour chaque groupe (contrôle / TSA) quelle que soit la direction de la mesure, exprimé par le delta (T1-T0) en pourcentage (\*  $p < .05$ ).

TYPE	SYNCHRONIE	Delta moyen	Erreur standard
TSA	Synchrone	3,39	1,16
	Asynchrone	5,03	1,14
Contrôle	Synchrone	6,77	1,11
	Asynchrone	3,11	1,12

Tableau 6 : Delta moyen entre pré et post-stimulation selon les conditions de stimulation, exprimé en pourcentage.

#### **IV) Discussion**

L'ensemble des résultats de notre étude met en évidence des particularités dans la discrimination de son propre visage dans notre échantillon de population d'adultes avec TSA en comparaison à un échantillon de population avec développement typique apparié sur l'âge et le sexe.

Dans la population sans trouble du développement, il apparaît une absence de différence de discrimination Soi - Non soi en fonction de la direction du morphing utilisé dans la mesure, de manière comparable aux données de la littérature (72,74). Les personnes sans trouble du développement reconnaissent comme étant soi des images contenant jusqu'à environ 40% de traits de visage d'un autre.

Nous avons pu montrer que, dans une population d'adultes avec TSA, les résultats étaient différents selon la condition de direction de mesure.

Lorsque la tâche de discrimination consiste en la reconnaissance de Soi dans une image se modifiant progressivement à partir d'un visage inconnu jusqu'au sien (Non soi vers Soi), les personnes avec TSA de notre échantillon montrent des performances non différentes de celles de l'échantillon contrôle.

Ce qui différencie les personnes avec TSA des personnes avec développement typique, ce sont les performances de discrimination Soi – Non soi lorsque la mesure consiste en la reconnaissance d'un autre dans l'image présentée évoluant de manière linéaire de Soi vers Non soi. En effet, il apparaît une différence de performance significative entre les deux groupes étudiés, mais aussi une

différence significative au sein de la population avec TSA selon la condition de direction du morphing.

Dans la condition de direction de mesure de Soi vers Non soi, les personnes avec TSA peuvent reconnaître comme ressemblant à Soi une image contenant jusqu'à 54% de traits de visage d'un autre.

Nous envisageons trois hypothèses pour expliquer ces résultats.

La première hypothèse met en exergue les limites expérimentales de ce type de mesure comportementale. Jusqu'à présent, ce paradigme était testé dans des populations au développement typique et aucune différence n'apparaissait selon la condition de direction de mesure. L'utilisation d'un morphing dynamique de son propre visage vers celui d'un autre, dans un sens ou dans l'autre, était donc acceptée afin d'évaluer la reconnaissance de soi. Compte tenu des caractéristiques décrites de la population avec TSA, à savoir une absence de différence de performance pour la reconnaissance de son propre visage chez les adultes avec TSA par rapport à des sujets contrôles et des résultats divergents pour le traitement des visages d'autrui, nous pourrions expliquer les résultats obtenus dans notre étude par le fait qu'en fonction de la direction de morphing utilisé, ce qui est évalué est la discrimination de Soi par rapport au Non soi, ou la discrimination du Non soi par rapport au Soi. Ainsi, les personnes avec TSA auraient des capacités préservées de discrimination de Soi par rapport au Non soi (direction de morphing de Non soi vers Soi), mais auraient des difficultés à discriminer le Non soi du Soi (direction de morphing de Soi vers Non soi).

La deuxième hypothèse que nous évoquons concerne la mise en jeu des processus attentionnels dans ce type de tâche. Nous posons l'hypothèse que les capacités attentionnelles des sujets contrôles sont engagées de la même manière dans chacune des conditions de mesure, à la différence des sujets avec TSA. Nous pourrions proposer que les performances des sujets avec TSA dans la condition de Non soi vers Soi soient liées à l'implication d'un effet de référence à soi (*self-reference effect*) stimulant l'attention et permettant des performances comparables à celles des sujets avec développement typique. Cet effet ne serait pas présent dans l'autre condition du fait de la consigne qui est de cliquer « dès que l'image ressemble plus à quelqu'un d'autre (qu'à soi-même) » et expliquerait un retard d'exécution de la

consigne. Toutefois, cet effet de référence à soi sur l'attention semble peu probable si nous le mettons notamment en lien avec son défaut dans les processus mnésiques dans la population avec TSA (85).

La troisième hypothèse que nous faisons est que la capacité de discrimination Soi - Non soi est préservée chez les adultes avec TSA quelle que soit la condition de direction du morphing utilisé, mais que les résultats obtenus sont liés à une différence dans le traitement des visages, en amont du processus de discrimination. Nous émettons l'hypothèse que l'association des traitements configural et analytique mis en jeu par les sujets contrôles permet d'obtenir les mêmes performances quel que soit la condition de mesure. Hors, il existe des arguments, dans la littérature, en faveur d'une atypie chez les personnes avec TSA pour la prise d'indices perceptifs, le traitement cognitif configural et la représentation mnésique stockée des visages (138,139). D'après le modèle de sur-fonctionnement perceptif développé par Mottron, il existerait un biais en faveur de traitement perceptif de bas niveau chez les personnes avec TSA qui expliquerait la supériorité du traitement local dans ce trouble par rapport aux individus sans trouble du développement. Le traitement analytique, focal, permettrait à la personne avec TSA de reconnaître son propre visage de la même manière qu'il le ferait avec un visage hautement familier et ainsi d'obtenir des performances comparables à celles des sujets contrôles lorsque la condition de mesure est de Non soi vers Soi. Cependant, ce traitement analytique ne permettrait pas de compenser le défaut de traitement configural dans la condition Soi vers Non soi, ce qui expliquerait le décalage dans la discrimination Soi – Non soi dans cette condition.

Les résultats de la première partie de notre étude nous permettent de mettre en évidence une atypie dans la discrimination Soi – Non soi dans une population d'adultes avec TSA en comparaison à une population d'adultes avec développement typique. Cette atypie pourrait résulter de difficultés de discrimination du Non soi par rapport au Soi, mais aussi de difficultés cognitives autres, telles que des difficultés attentionnelles ou de traitement des visages.

Il a été montré que la stimulation multi-sensorielle interpersonnelle (IMS) avait pour effet de créer une *enfacement illusion* chez les individus avec un développement typique mais seulement dans la condition synchrone. L'IMS, dans cette expérimentation, mobilise les perceptions visuelles et tactiles, et consiste en la modification de ce qui est attendu pour l'un d'entre eux. Ici, le retour visuel est modifié en remplaçant son propre visage par le visage d'un tiers, alors que le stimulus tactile est cohérent à ce qui est vu lorsqu'il est appliqué en condition synchrone. *Imaginez que quelqu'un touche votre visage pendant que vous vous regardez dans le miroir, mais ce que vous voyez dans le miroir n'est pas le visage que vous considérez comme étant votre.* L'illusion créée à partir de cette expérimentation réside dans le développement d'un sentiment de reconnaissance du visage comme étant notre au même titre que se développe un sentiment d'appartenance d'une main en caoutchouc au cours d'une *rubber hand illusion*. L'enfacement illusion résultant de cette IMS repose sur la synchronie du stimulus tactile avec ce qui est vu et peut se mesurer par une tâche de discrimination Soit – Non soit réalisée avant et tout de suite après la stimulation.

Les résultats de notre deuxième partie d'étude concernant la population avec développement typique sont comparables aux données de la littérature (72,74), à savoir un décalage du seuil de discrimination Soit – Non soit significativement plus important dans la condition synchrone que dans la condition asynchrone. Ce décalage résulterait de l'intégration de traits faciaux de l'autre dans la représentation que l'on a de soi.

Dans notre échantillon de population avec TSA, nous avons mis en évidence une absence de différence entre les conditions synchrone et asynchrone pour l'effet de l'IMS, ainsi qu'une différence significative de l'effet de l'IMS entre les groupes de population pour la condition synchrone. Ce résultat, comme nous l'attendions, est en faveur d'une absence d'effet de la synchronie pour l'*enfacement illusion* chez les personnes avec TSA. En effet, l'*enfacement illusion* repose sur la stimulation multi-sensorielle interpersonnelle qui nécessite la mise en jeu de processus d'intégration multimodale pour avoir l'effet attendu. Hors, il a été décrit, dans la population avec TSA, des difficultés d'intégration multimodale notamment dans une étude utilisant le paradigme de la *rubber hand illusion* (46). Ainsi, nous avons mis en évidence une



intégration multimodale atypique, car non sensible à la synchronie, chez des adultes avec TSA, pour la reconnaissance de son propre visage dans cette tâche de discrimination Soi – Non soi.

Compte tenu de ce résultat, nous pouvons nous questionner sur l'implication d'une telle difficulté sur le développement de la reconnaissance de soi. Il a été montré que dans le développement typique, la capacité de se reconnaître dans le miroir apparaît entre 18 et 24 mois (47,48), alors qu'il existerait un retard d'acquisition de la représentation de son propre visage chez les personnes avec un TSA avec une normalisation vers l'âge de 5 ans. Nous faisons l'hypothèse que l'intégration multimodale puisse être impliquée dans le développement typique de la représentation de son propre visage. Ainsi, les difficultés en intégration multimodale, observées chez les personnes avec TSA, seraient présentes dès l'enfance et pourraient être impliquées dans le retard de développement de la représentation de Soi. L'enfant avec TSA développerait une représentation de lui-même par apprentissage, en impliquant principalement des processus unimodaux notamment visuels.

Ces hypothèses ne peuvent être testées chez des adultes et il serait important de continuer les recherches sur le développement de la représentation physique de soi chez des enfants en développement. En effet, le développement de la représentation physique de soi pourrait être une expérience précoce nécessaire au développement typique de la conscience de soi et de la théorie de l'esprit. En s'inscrivant dans la théorie du déficit (*deficiency theory*) du développement cognitif, un développement atypique de la représentation physique de soi, comme cela pourrait être le cas chez les enfants avec TSA, pourrait être impliqué dans des troubles du développement de la conscience de soi et de théorie de l'esprit.

## **Synthèse et perspectives**

La conscience de Soi suit une courbe développementale typique débutant par la distinction perceptive de Soi par rapport au reste du monde, dès la naissance, suivie de l'apparition du sens de l'agentivité à 2 mois, la reconnaissance physique de soi à 18-24 mois, la théorie de son propre esprit à 4-5 ans et la mémoire autobiographique avant 10 ans.

Les données concernant la conscience de Soi chez les personnes avec TSA sont en faveur de la présence de difficultés en théorie de son propre esprit et en mémoire autobiographique, d'un retard de développement de la reconnaissance physique de Soi et d'une préservation du sens de l'agentivité.

L'étude que nous avons réalisée a permis de mettre en évidence un lien entre intégration multimodale et reconnaissance de Soi chez des adultes au développement typique de manière comparable aux données existantes, ainsi qu'un moindre effet de l'intégration multisensorielle sur la reconnaissance de Soi chez les personnes avec TSA.

Notre étude, réalisée chez des adultes, présente des limites qui ne nous permettent pas de conclure sur le développement de la conscience de Soi des personnes avec TSA.

Toutefois, compte tenu du fait que l'intégration multimodale semble être à la base du développement de la conscience de Soi, que cette intégration est déficitaire chez les personnes avec TSA et au regard des résultats de notre étude, nous faisons l'hypothèse que ce défaut d'intégration multimodale puisse être à l'origine de difficultés de conscience de Soi chez les personnes avec TSA.

Nous proposons alors que la préservation chez les adultes avec TSA de certains aspects de la conscience de Soi, tels que le sens de l'agentivité et la représentation physique de soi, résulte de processus atypiques mettant en jeu l'apprentissage et l'unimodalité.

Cela permettrait d'expliquer que, malgré des performances comparables aux sujets avec développement typique pour des tâches expérimentales, les personnes avec TSA présentent certaines caractéristiques cliniques, telles que des troubles du schéma corporel ou une limitation dans l'utilisation du pointer, de gestes conventionnels ou d'expressions faciales.

Les difficultés rencontrées par les personnes avec TSA, en lien avec un développement atypique de la conscience de Soi, ainsi que la précocité de l'éventuelle implication de l'intégration multimodale pour la distinction perceptive du Soi par rapport au Non soi (aspect à la base de la conscience de Soi) nous poussent à affirmer l'importance de réaliser des explorations chez le jeune enfant avec TSA.

Aussi, il nous paraît important de prendre en compte ces aspects dans les interventions précoces proposées à ces enfants. L'intégration de l'utilisation du miroir dans les interactions entre l'enfant et le thérapeute, dans les approches rééducatives précoces, telles que le modèle de Denver ou la thérapie d'échange et de développement, en serait un premier pas.

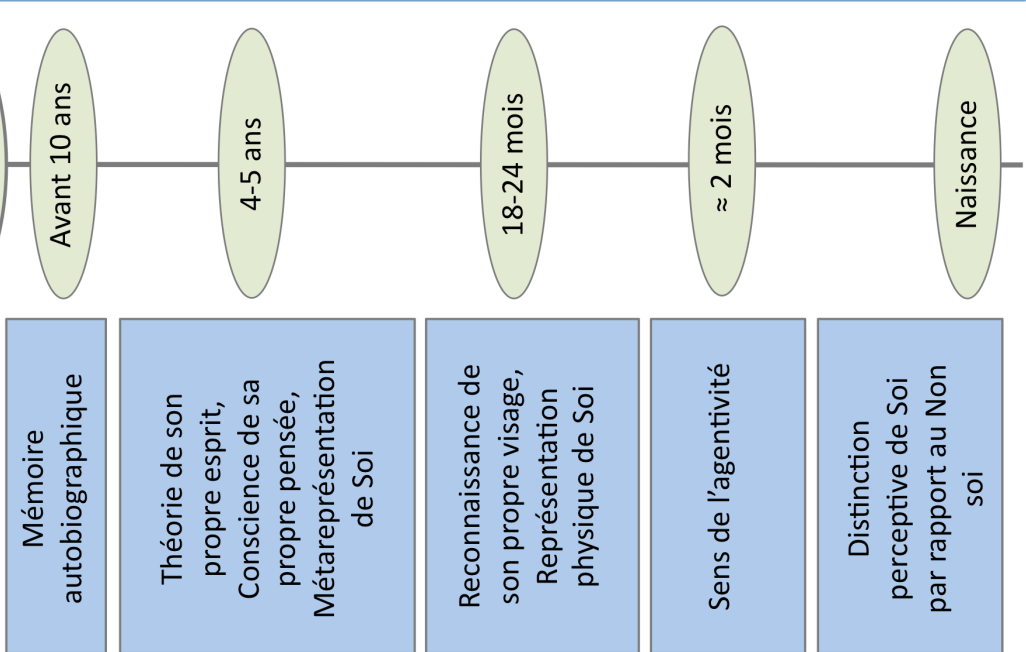
Page suivante :

Figure 11 : Synthèse : développement typique de la conscience de soi avec âge développemental attendu ; état des connaissances sur les particularités développementales de la conscience dans les TSA et hypothèses ; symptomatologie observée pouvant être en lien avec l'atypie du développement de la conscience de soi.

# TSA

## Particularités développementales

## Symptomatologie



Difficultés observées chez l'adulte	Défaut d'encodage, Ou défaut de rappel autobiographique?	Difficultés à relater des événements personnellement vécus
Difficultés observées dès 5 ans	Atteinte du module TOM, Ou atteinte des processus afférentiels?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés d'utilisation du « je »</li> <li>- Alexithymie</li> <li>- Trouble du ressenti et de l'expression de la douleur</li> <li>- Difficultés à mentir, manque du jeu de tromperie</li> <li>- Manque d'imitation</li> <li>- Manque du jeu de faire semblant, du jeu symbolique</li> </ul>
Retard d'acquisition, Apparition à ≈ 5ans	Difficultés d'intégration multimodale, Compensation par apprentissage et processus unimodal?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trouble du schéma corporel</li> <li>- Défaut/Retard d'utilisation du pointer</li> <li>- Manque d'utilisation de gestes conventionnels</li> <li>- Palette d'expressions faciales limitée ou utilisation d'expressions faciales exagérées</li> <li>- Sensibilité sensorielle particulière?</li> <li>- Stéréotypies motrices?</li> </ul>
Préservation chez l'adulte? Retard de développement?	Défaut de représentation anticipatrice de l'action et du but, Ou déficit des mécanismes de comparaison, de contrôle de l'action?	
Préservation chez l'adulte? Retard de développement?	Difficultés d'intégration multimodale?	



## Références bibliographiques

1. Kanner L. Autistic disturbances of affective contact. *Nerv Child*. 1943;2:217–50.
2. Brédart S, Van der Linden M. Identité et cognition [Internet]. de boeck; 2012 [cited 2016 Feb 4]. Available from: <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/136951>
3. Zelazo PD. The development of conscious control in childhood. *Trends Cogn Sci*. 2004 Jan;8(1):12–7.
4. Rochat P. Five levels of self-awareness as they unfold early in life. *Conscious Cogn*. 2003;12(4):717–31.
5. Georgieff N. Intérêts de la notion de “ théorie de l’esprit ” pour la psychopathologie. *Psychiatr Enfant*. 2005 Sep 1;Vol. 48(2):341–71.
6. Duval C, Desgranges B, Eustache F, Piolino P. Le Soi à la loupe des neurosciences cognitives. *Psychol Neuropsychiatr Vieil*. 2009 Mar 1;7(1):7–19.
7. Hughes C, Soares-Boucaud I, Hochmann J, Frith U. Social behaviour in pervasive developmental disorders: effects of informant, group and “theory-of-mind.” *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 1997 Dec;6(4):191–8.
8. Happe F. Theory of mind and the self. In: LeDoux J, Debiec J, Moss H, editors. *Self: From Soul to Brain*. New York: New York Acad Sciences; 2003. p. 134–44.
9. Wimmer H, Perner J. Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children’s understanding of deception. *Cognition*. 1983 Jan;13(1):103–28.
10. Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U. Does the autistic child have a “theory of mind”? *Cognition*. 1985 Oct;21(1):37–46.
11. Perner J, Frith U, Leslie AM, Leekam SR. Exploration of the autistic child’s theory of mind: knowledge, belief, and communication. *Child Dev*. 1989 Jun;60(3):688–700.
12. Williams D. Theory of own mind in autism Evidence of a specific deficit in self-awareness? *Autism*. 2010 Sep 1;14(5):474–94.
13. Dunn LM, Dunn LM, Whetton C, Burley J. *The British Picture Vocabulary Scale, 2nd edn* (Windsor: NFER-Nelson). 1997;
14. Williams DM, 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 Feb 10;39(6):865–73.

15. Lombardo MV, Chakrabarti B, Bullmore ET, Baron-Cohen S. Specialization of right temporo-parietal junction for mentalizing and its relation to social impairments in autism. *NeuroImage*. 2011 Jun 1;56(3):1832–8.
16. Mottron L, Dawson M, Soulières I, Hubert B, Burack J. Enhanced Perceptual Functioning in Autism: An Update, and Eight Principles of Autistic Perception. *J Autism Dev Disord*. 2006 Feb 2;36(1):27–43.
17. Phillips W, Baron-Cohen S, Rutter M. Understanding intention in normal development and in autism. *Br J Dev Psychol*. 1998 Sep 1;16(3):337–48.
18. Williams D, Happé F. Representing intentions in self and other: studies of autism and typical development. *Dev Sci*. 2010 Mar 1;13(2):307–19.
19. Furlano R, Kelley EA, Hall L, Wilson DE. Self-perception of competencies in adolescents with autism spectrum disorders. *Autism Res*. 2015 Dec 1;8(6):761–70.
20. Schriber RA, Robins RW, Solomon M. Personality and Self-Insight in Individuals with Autism Spectrum Disorder. *J Pers Soc Psychol*. 2014 Jan;106(1):112–30.
21. Lee A, Hobson RP. On Developing Self-concepts: A Controlled Study of Children and Adolescents with Autism. *J Child Psychol Psychiatry*. 1998 Nov 1;39(8):1131–44.
22. Farley A, López B, Saunders G. Self-conceptualisation in autism Knowing oneself versus knowing self-through-other. *Autism*. 2010 Sep 1;14(5):519–30.
23. Williams D, Happé F. Recognising “social” and “non-social” emotions in self and others: A study of autism. *Autism*. 2010 Jul 1;14(4):285–304.
24. Libet B, Gleason CA, Wright EW, Pearl DK. Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). *Brain*. 1983;106(3):623–42.
25. Pacherie E. The phenomenology of action: A conceptual framework. *Cognition*. 2008 Apr;107(1):179–217.
26. Wegner DM. Précis of The illusion of conscious will. *Behav Brain Sci*. 2004 Oct;27(05):649–59.
27. Moore JW, Wegner DM, Haggard P. Modulating the sense of agency with external cues. *Conscious Cogn*. 2009 Dec;18(4):1056–64.
28. Jeannerod M. *Cerveau volontaire (Le)* [Internet]. Odile Jacob; 2009 [cited 2016 Feb 7]. Available from: <https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=9QGN-vEkW70C&oi=fnd&pg=PA7&dq=le+cerveau+volontaire+&ots=kNksgUurlA&sig=83aSFM0WbX6MRM0pWq04C4F2Zmg>
29. Longo MR, Schüür F, Kammers MPM, Tsakiris M, Haggard P. Self awareness and the body image. *Acta Psychol (Amst)*. 2009 Oct;132(2):166–72.



30. Lewis M, Sullivan MW, Brooks-Gunn J. Emotional behaviour during the learning of a contingency in early infancy. *Br J Dev Psychol.* 1985;3(3):307–16.
31. Rovee-Collier C. The development of infant memory. *Curr Dir Psychol Sci.* 1999;8(3):80–5.
32. Ben Shalom D. Developmental Depersonalization: The Prefrontal Cortex and Self-Functions in Autism. *Conscious Cogn.* 2000 Sep;9(3):457–60.
33. Grainger C, Williams DM, Lind SE. Online Action Monitoring and Memory for Self-Performed Actions in Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord.* 2013 Nov 6;44(5):1193–206.
34. Grynszpan O, Nadel J, Martin J-C, Simonin J, Bailleul P, Wang Y, et al. Self-Monitoring of Gaze in High Functioning Autism. *J Autism Dev Disord.* 2011 Nov 21;42(8):1642–50.
35. Sperduti M, Pieron M, Leboyer M, Zalla T. Altered Pre-reflective Sense of Agency in Autism Spectrum Disorders as Revealed by Reduced Intentional Binding. *J Autism Dev Disord.* 2013 Jul 24;44(2):343–52.
36. Zalla T, Miele D, Leboyer M, Metcalfe J. Metacognition of agency and theory of mind in adults with high functioning autism. *Conscious Cogn.* 2015 Jan;31:126–38.
37. Zalla T, Sperduti M. The sense of agency in autism spectrum disorders: a dissociation between prospective and retrospective mechanisms? *Conscious Res.* 2015;1278.
38. Lewis M, Brooks-Gunn J. *Social cognition and the acquisition of the self.* New York: Plenum Press; 1979.
39. Bahrick LE, Watson JS. Detection of intermodal proprioceptive–visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Dev Psychol.* 1985;21(6):963.
40. Rochat P, Hespos SJ. Differential rooting response by neonates: evidence for an early sense of self. *Early Dev Parent.* 1997 Sep 1;6(3-4):105–12.
41. Botvinick M, Cohen J. Rubber hands “feel” touch that eyes see. *Nature.* 1998 Feb 19;391(6669):756–756.
42. Bertamini M, Berselli N, Bode C, Lawson R, Wong LT. The rubber hand illusion in a mirror. *Conscious Cogn.* 2011 Dec;20(4):1108–19.
43. Russo N, Foxe JJ, Brandwein AB, Altschuler T, Gomes H, Molholm S. Multisensory processing in children with autism: high-density electrical mapping of auditory-somatosensory integration. *Autism Res Off J Int Soc Autism Res.* 2010 Oct;3(5):253–67.
44. Stevenson RA, Siemann JK, Woynaroski TG, Schneider BC, Eberly HE, Camarata SM, et al. Evidence for diminished multisensory integration in autism spectrum disorders. *J*

Autism Dev Disord. 2014 Dec;44(12):3161–7.

45. Stevenson RA, Segers M, Ferber S, Barense MD, Wallace MT. The impact of multisensory integration deficits on speech perception in children with autism spectrum disorders. *Lang Sci.* 2014;5:379.
46. Paton B, Hohwy J, Enticott PG. The Rubber Hand Illusion Reveals Proprioceptive and Sensorimotor Differences in Autism Spectrum Disorders. *J Autism Dev Disord.* 2011 Dec 22;42(9):1870–83.
47. Amsterdam B. Mirror self-image reactions before age two. *Dev Psychobiol.* 1972 Jan 1;5(4):297–305.
48. Nielsen M, Dissanayake C, Kashima Y. A longitudinal investigation of self–other discrimination and the emergence of mirror self-recognition. *Infant Behav Dev.* 2003 Apr;26(2):213–26.
49. Gallup GG. Chimpanzees: Self-Recognition. *Science.* 1970 Jan 2;167(3914):86–7.
50. Reiss D, Marino L. Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *Proc Natl Acad Sci.* 2001 May 8;98(10):5937–42.
51. Campatelli G, Federico RR, Apicella F, Sicca F, Muratori F. Face processing in children with ASD: Literature review. *Res Autism Spectr Disord.* 2013 Mar;7(3):444–54.
52. Boucher J, Lewis V, Collis G. Familiar Face and Voice Matching and Recognition in Children with Autism. *J Child Psychol Psychiatry.* 1998 Feb 1;39(2):171–81.
53. Davies S, Bishop D, Manstead ASR, Tantam D. Face Perception in Children with Autism and Asperger’s Syndrome. *J Child Psychol Psychiatry.* 1994 Sep 1;35(6):1033–57.
54. Klin A, Sparrow SS, Bildt A de, Cicchetti DV, Cohen DJ, Volkmar FR. A Normed Study of Face Recognition in Autism and Related Disorders. *J Autism Dev Disord.* 1999 Dec 1;29(6):499–508.
55. Boucher J, Lewis V. Unfamiliar Face Recognition in Relatively Able Autistic Children. *J Child Psychol Psychiatry.* 1992 Jul 1;33(5):843–59.
56. Behrmann M, Thomas C, Humphreys K. Seeing it differently: visual processing in autism. *Trends Cogn Sci.* 2006 Jun;10(6):258–64.
57. Deruelle C, Rondan C, Gepner B, Tardif C. Spatial Frequency and Face Processing in Children with Autism and Asperger Syndrome. *J Autism Dev Disord.* 2004 Apr 1;34(2):199–210.
58. Gross TF. Perception of Human and Nonhuman Facial Age by Developmentally Disabled Children. *J Autism Dev Disord.* 2002 Jun 1;32(3):169–79.
59. Amestoy A, Guillaud E, Bouvard MP, Cazalets J-R. Developmental changes in face

visual scanning in autism spectrum disorder as assessed by data-based analysis. *Dev Psychol.* 2015;989.

60. Adolphs R, Sears L, Piven J. Abnormal Processing of Social Information from Faces in Autism. *J Cogn Neurosci.* 2001 Feb 1;13(2):232–40.
61. Celani G, Battacchi MW, Arcidiacono L. The Understanding of the Emotional Meaning of Facial Expressions in People with Autism. *J Autism Dev Disord.* 1999 Feb 1;29(1):57–66.
62. Jemel B, Mottron L, Dawson M. Impaired Face Processing in Autism: Fact or Artifact? *J Autism Dev Disord.* 2006 Feb 14;36(1):91–106.
63. Dawson G, McKissick FC. Self-recognition in autistic children. *J Autism Dev Disord.* 1984 Dec;14(4):383–94.
64. Ferrari DM, Matthews WS. Self-recognition deficits in autism: Syndrome-specific or general developmental delay? *J Autism Dev Disord.* 1983 Sep 1;13(3):317–24.
65. Neuman CJ, Hill SD. Self-recognition and stimulus preference in autistic children. *Dev Psychobiol.* 1978 Nov 1;11(6):571–8.
66. Spiker D, Ricks M. Visual Self-Recognition in Autistic Children: Developmental Relationships. *Child Dev.* 1984;55(1):214–25.
67. Dunphy-Lelii S, Wellman HM. Delayed self-recognition in autism: A unique difficulty? *Res Autism Spectr Disord.* 2012 Jan;6(1):212–23.
68. Lind SE, Bowler DM. Delayed Self-recognition in Children with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord.* 2008 Dec 3;39(4):643–50.
69. Carmody DP, Lewis M. Self Representation in Children With and Without Autism Spectrum Disorders. *Child Psychiatry Hum Dev.* 2011 Oct 20;43(2):227–37.
70. Reddy V, Williams E, Costantini C, Lan B. Engaging with the self Mirror behaviour in autism, Down syndrome and typical development. *Autism.* 2010 Sep 1;14(5):531–46.
71. Platek SM, Thomson JW, Gallup Jr. GG. Cross-modal self-recognition: The role of visual, auditory, and olfactory primes. *Conscious Cogn.* 2004 Mar;13(1):197–210.
72. Tsakiris M. Looking for Myself: Current Multisensory Input Alters Self-Face Recognition. *PLoS ONE.* 2008 Dec 24;3(12):e4040.
73. Sforza A, Bufalari I, Haggard P, Aglioti SM. My face in yours: Visuo-tactile facial stimulation influences sense of identity. *Soc Neurosci.* 2010;5(2):148–62.
74. Tajadura-Jimenez A, Grehl S, Tsakiris M. The Other in Me: Interpersonal Multisensory Stimulation Changes the Mental Representation of the Self. *Plos One.* 2012 Jul 13;7(7):e40682.

75. Tajadura-Jiménez A, Longo MR, Coleman R, Tsakiris M. The person in the mirror: using the enfacement illusion to investigate the experiential structure of self-identification. *Conscious Cogn.* 2012 Dec;21(4):1725–38.
76. Paladino M-P, Mazzurega M, Pavani F, Schubert TW. Synchronous Multisensory Stimulation Blurs Self-Other Boundaries. *Psychol Sci.* 2010 Sep 1;21(9):1202–7.
77. Tulving E. Episodic and semantic memory 1. *Organ Mem Lond Acad* [Internet]. 1972 [cited 2016 Feb 18];381(4). Available from: [http://web.media.mit.edu/~jorkin/generals/papers/Tulving\\_memory.pdf](http://web.media.mit.edu/~jorkin/generals/papers/Tulving_memory.pdf)
78. Brewer WF. What is recollective memory? 1996 [cited 2016 Feb 18]; Available from: <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1996-97420-001>
79. Conway MA. Memory and the self. *J Mem Lang.* 2005;53(4):594–628.
80. Guillery B, Piolino P, Desgranges B, Eustache F. The assessment of episodic memory: theory and practice. *Therapie.* 2000 Aug;55(4):445–53.
81. Ghetti S, DeMaster DM, Yonelinas AP, Bunge SA. Developmental Differences in Medial Temporal Lobe Function during Memory Encoding. *J Neurosci.* 2010 Jul 14;30(28):9548–56.
82. Goddard L, Howlin P, Dritschel B, Patel T. Autobiographical Memory and Social Problem-solving in Asperger Syndrome. *J Autism Dev Disord.* 2006 Jul 28;37(2):291–300.
83. Losh M, Capps L. Narrative Ability in High-Functioning Children with Autism or Asperger’s Syndrome. *J Autism Dev Disord.* 2003 Jun;33(3):239–51.
84. Souchay C, Guillery-Girard B, Pauly-Takacs K, Wojcik DZ, Eustache F. Subjective experience of episodic memory and metacognition: a neurodevelopmental approach. *Front Behav Neurosci.* 2013;7:212.
85. Lind SE. Memory and the self in autism A review and theoretical framework. *Autism.* 2010 Sep 1;14(5):430–56.
86. Bruce V, Young A. Understanding face recognition. *Br J Psychol.* 1986 Aug 1;77(3):305–27.
87. Haxby JV, Hoffman EA, Gobbini MI. The distributed human neural system for face perception. *Trends Cogn Sci.* 2000 Jun 1;4(6):223–33.
88. Lachaux J-P, George N, Tallon-Baudry C, Martinerie J, Hugueville L, Minotti L, et al. The many faces of the gamma band response to complex visual stimuli. *NeuroImage.* 2005 Apr 1;25(2):491–501.
89. Jonas J, Rössion B, Krieg J, Koessler L, Colnat-Coulbois S, Vespignani H, et al. Intracerebral electrical stimulation of a face-selective area in the right inferior occipital cortex

- impairs individual face discrimination. *NeuroImage*. 2014 Oct 1;99:487–97.
90. Nguyen VT, Breakspear M, Cunnington R. Fusing concurrent EEG–fMRI with dynamic causal modeling: Application to effective connectivity during face perception. *NeuroImage*. 2014 Nov 15;102, Part 1:60–70.
  91. Gobbini MI, Haxby JV. Neural systems for recognition of familiar faces. *Neuropsychologia*. 2007;45(1):32–41.
  92. Natu V, O’Toole AJ. The neural processing of familiar and unfamiliar faces: A review and synopsis. *Br J Psychol*. 2011 Nov;102:726–47.
  93. Rotshtein P, Henson RNA, Treves A, Driver J, Dolan RJ. Morphing Marilyn into Maggie dissociates physical and identity face representations in the brain. *Nat Neurosci*. 2005 Jan;8(1):107–13.
  94. Haxby JV, Gobbini MI, Furey ML, Ishai A, Schouten JL, Pietrini P. Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science*. 2001 Sep 28;293(5539):2425–30.
  95. Collins JA, Olson IR. Beyond the FFA: The role of the ventral anterior temporal lobes in face processing. *Neuropsychologia*. 2014 Aug;61:65–79.
  96. Kooten IAJ van, Palmen SJMC, Cappeln P von, Steinbusch HWM, Korr H, Heinsen H, et al. Neurons in the fusiform gyrus are fewer and smaller in autism. *Brain*. 2008 Apr 1;131(4):987–99.
  97. Grelotti DJ, Klin AJ, Gauthier I, Skudlarski P, Cohen DJ, Gore JC, et al. fMRI activation of the fusiform gyrus and amygdala to cartoon characters but not to faces in a boy with autism. *Neuropsychologia*. 2005;43(3):373–85.
  98. Pierce K, Haist F, Sedaghat F, Courchesne E. The brain response to personally familiar faces in autism: findings of fusiform activity and beyond. *Brain*. 2004 Dec 1;127(12):2703–16.
  99. Pierce K, Müller R-A, Ambrose J, Allen G, Courchesne E. Face processing occurs outside the fusiform ‘face area’ in autism: evidence from functional MRI. *Brain*. 2001 Oct 1;124(10):2059–73.
  100. Hadjikhani N, Joseph RM, Snyder J, Chabris CF, Clark J, Steele S, et al. Activation of the fusiform gyrus when individuals with autism spectrum disorder view faces. *NeuroImage*. 2004 Jul;22(3):1141–50.
  101. Hadjikhani N, Joseph RM, Snyder J, Tager-Flusberg H. Abnormal activation of the social brain during face perception in autism. *Hum Brain Mapp*. 2007 May;28(5):441–9.
  102. Devue C, Brédart S. The neural correlates of visual self-recognition. *Conscious Cogn*.

2011 Mar;20(1):40–51.

103. Keenan JP, McCutcheon B, Freund S, Gallup GG, Sanders G, Pascual-Leone A. Left hand advantage in a self-face recognition task. *Neuropsychologia*. 1999 Nov;37(12):1421–5.
104. Brady N, Campbell M, Flaherty M. My left brain and me: a dissociation in the perception of self and others. *Neuropsychologia*. 2004;42(9):1156–61.
105. Turk DJ, Heatherton TF, Kelley WM, Funnell MG, Gazzaniga MS, Macrae CN. Mike or me? Self-recognition in a split-brain patient. *Nat Neurosci*. 2002 Sep;5(9):841–2.
106. Uddin LQ, Molnar-Szakacs I, Zaidel E, Iacoboni M. rTMS to the right inferior parietal lobule disrupts self–other discrimination. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2006 Jun 1;1(1):65–71.
107. Heinisch C, Dinse HR, Tegenthoff M, Juckel G, Brüne M. An rTMS study into self-face recognition using video-morphing technique. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2011 Sep 1;6(4):442–9.
108. Platek SM, Keenan JP, Gallup Jr. GG, Mohamed FB. Where am I? The neurological correlates of self and other. *Cogn Brain Res*. 2004 Apr;19(2):114–22.
109. Uddin LQ, Kaplan JT, Molnar-Szakacs I, Zaidel E, Iacoboni M. Self-face recognition activates a frontoparietal “mirror” network in the right hemisphere: an event-related fMRI study. *NeuroImage*. 2005 Apr 15;25(3):926–35.
110. Devue C, Collette F, Balteau E, Degueldre C, Luxen A, Maquet P, et al. Here I am: The cortical correlates of visual self-recognition. *Brain Res*. 2007 Apr 27;1143:169–82.
111. Platek SM, Loughhead JW, Gur RC, Busch S, Ruparel K, Phend N, et al. Neural substrates for functionally discriminating self-face from personally familiar faces. *Hum Brain Mapp*. 2006 Feb 1;27(2):91–8.
112. Ramasubbu R, Masalovich S, Gaxiola I, Peltier S, Holtzheimer PE, Heim C, et al. Differential neural activity and connectivity for processing one’s own face: A preliminary report. *Psychiatry Res Neuroimaging*. 2011 Nov 30;194(2):130–40.
113. Kita Y, Gunji A, Inoue Y, Goto T, Sakihara K, Kaga M, et al. Self-face recognition in children with autism spectrum disorders: A near-infrared spectroscopy study. *Brain Dev*. 2011 Jun;33(6):494–503.
114. Uddin LQ, Davies MS, Scott AA, Zaidel E, Bookheimer SY, Iacoboni M, et al. Neural Basis of Self and Other Representation in Autism: An fMRI Study of Self-Face Recognition. *Plos One*. 2008 Oct 29;3(10):e3526.
115. Northoff G, Bermpohl F. Cortical midline structures and the self. *Trends Cogn Sci*. 2004;8(3):102–7.
116. Andrews-Hanna JR, Smallwood J, Spreng RN. The default network and self-generated

thought: component processes, dynamic control, and clinical relevance. *Ann N Y Acad Sci*. 2014 May 1;1316(1):29–52.

117. Kennedy DP, Courchesne E. Functional abnormalities of the default network during self- and other-reflection in autism. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2008 Jun 1;3(2):177–90.

118. Lombardo MV, Chakrabarti B, Bullmore ET, Sadek SA, Pasco G, Wheelwright SJ, et al. Atypical neural self-representation in autism. *Brain*. 2010 Feb;133:611–24.

119. Di Martino A, Ross K, Uddin LQ, Sklar AB, Castellanos FX, Milham MP. Functional Brain Correlates of Social and Nonsocial Processes in Autism Spectrum Disorders: An Activation Likelihood Estimation Meta-Analysis. *Biol Psychiatry*. 2009 Jan 1;65(1):63–74.

120. Uddin LQ. The self in autism: An emerging view from neuroimaging. *Neurocase*. 2011 Jun;17(3):201–8.

121. Cheng W, Rolls ET, Gu H, Zhang J, Feng J. Autism: reduced connectivity between cortical areas involved in face expression, theory of mind, and the sense of self. *Brain*. 2015 May;138(5):1382–93.

122. Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur J Neurosci*. 2001 Jan;13(2):400–4.

123. Iacoboni M, Woods RP, Brass M, Bekkering H, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Cortical Mechanisms of Human Imitation. *Science*. 1999 Dec 24;286(5449):2526–8.

124. Grèzes J, Armony JL, Rowe J, Passingham RE. Activations related to “mirror” and “canonical” neurones in the human brain: an fMRI study. *NeuroImage*. 2003 Apr;18(4):928–37.

125. Ménoret M. Bases neuronales des interactions sociales non-verbales: implication du système moteur & hyperscanning [Internet] [phdthesis]. Université Claude Bernard - Lyon I; 2013 [cited 2016 Feb 14]. Available from: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01147067/document>

126. Mukamel R, Ekstrom AD, Kaplan J, Iacoboni M, Fried I. Single-Neuron Responses in Humans during Execution and Observation of Actions. *Curr Biol*. 2010 Apr 27;20(8):750–6.

127. Gallese V, Keysers C, Rizzolatti G. A unifying view of the basis of social cognition. *Trends Cogn Sci*. 2004 Sep;8(9):396–403.

128. Jeannerod M. Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*. 2001 Jul;14(1):S103–9.

129. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nat Rev Neurosci*. 2001 Sep;2(9):661–70.

130. Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. *Annu Rev Neurosci*. 2004;27:169–92.
131. Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G. Grasping the Intentions of Others with One’s Own Mirror Neuron System. *PLoS Biol*. 2005 Feb 22;3(3):e79.
132. Williams JHG, Whiten A, Suddendorf T, Perrett DI. Imitation, mirror neurons and autism. *Neurosci Biobehav Rev*. 2001 Jun;25(4):287–95.
133. Hamilton AF de C. Reflecting on the mirror neuron system in autism: A systematic review of current theories. *Dev Cogn Neurosci*. 2013 Jan;3:91–105.
134. Molnar-Szakacs I, Uddin LQ. Self-processing and the default mode network: interactions with the mirror neuron system. 2013 [cited 2016 Feb 14]; Available from: <https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=RpQgBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA88&dq=mirror+neuron+and+default+mode+system&ots=iIXjilSkIm&sig=86BeCHFtaRSGkH4zy2ffJwHnWo0>
135. *Dsm-iv-tr* [Internet]. American Psychiatric Association; 2000 [cited 2015 May 23]. 982 p. Available from: <http://dsm.psychiatryonline.org/doi/abs/10.1176/appi.books.9780890420249.dsm-iv-tr>
136. Maxwell SE, Delaney HD. Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective [Internet]. Psychology Press; 2004 [cited 2016 Feb 23]. Available from: [https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=gKZbD3IL88AC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Maxwell,+S.+E.,+%26+Delaney,+H.+D.+\(2004\).+Designing+experiments+and+analyzing+data:+A+model+comparison+perspective+\(2nd+ed.\).+New+York,+NY:+Psychology+Press&ots=Ge\\_6e7YrRk&sig=B2yMxUompINpZ7M7z0CyuH1FTqU](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=gKZbD3IL88AC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Maxwell,+S.+E.,+%26+Delaney,+H.+D.+(2004).+Designing+experiments+and+analyzing+data:+A+model+comparison+perspective+(2nd+ed.).+New+York,+NY:+Psychology+Press&ots=Ge_6e7YrRk&sig=B2yMxUompINpZ7M7z0CyuH1FTqU)
137. Lund A, Lund M. Laerd statistics. Available Here [Httpsstatistics Laerd Com](https://statistics.laerd.com). 2013;
138. Curby KM, Willenbockel V, Tanaka JW, Schultz RT, others. Face processing in autism: Insights from the perceptual expertise framework. 2010 [cited 2016 Feb 23]; Available from: <http://www.researchonline.mq.edu.au/vital/access/manager/Repository/mq:22210>
139. Newell LC, Best CA, Gastgeb H, Rump KM, Strauss MS, Oakes LM, et al. The development of categorization and facial knowledge: Implications for the study of autism. *Infant Percept Cogn Recent Adv Emerg Theor Future Dir*. 2010;223–59.



# Annexes

## Annexe 1 : Lettres d'information à destination des participants

Bordeaux, le 03/02/2015

Madame, Monsieur,

Vous êtes suivi dans le service du Professeur BOUVARD pour des consultations et des évaluations.

Nous réalisons actuellement deux projets de recherche dans le cadre d'un mémoire et d'une thèse de médecine, au sein de notre service du CRA. Ces études sont réalisées par A. JOUNI et N. DELTORT, internes en psychiatrie, sous la direction du Dr A. AMESTOY. Notre objectif est d'améliorer les connaissances que nous avons sur le trouble du spectre de l'autisme.

Nous joignons à ce courrier, une lettre d'information pour chacune des études que nous menons afin que vous preniez connaissance de chacun des protocoles. La passation de ces deux recherches se fait de manière conjointe, et nécessitent deux rendez-vous qui se dérouleront au Centre Ressource Autisme de l'hôpital Charles Perrens à Bordeaux.

Nous nous permettrons de vous contacter afin de vous proposer de participer à ces études et, si vous êtes d'accord, une date de rendez-vous.

Avec tous nos remerciements pour l'intérêt que vous porterez à ces études, et restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, nous vous prions de croire, Madame, Monsieur, à l'expression de nos salutations les meilleures.

Dr A. AMESTOY

A. JOUNI

N.DELTORT

## **Note d'informations destinée aux participants**

### **Titre :**

Etude de la stimulation visuelle et tactile dans la reconnaissance de son propre visage.

### **Etat des connaissances :**

Les travaux de recherche qui s'intéressent à la manière dont nous construisons une représentation mentale de notre propre visage sont peu nombreux. Les données issues des quelques études existantes suggèrent que la vision de notre propre visage n'est pas le seul mécanisme en jeu dans la reconnaissance de notre visage. En effet, il existe une mise à jour fréquente liée à la stimulation simultanée visuelle et tactile qui permet de reconnaître ce visage comme étant le notre et d'en intégrer les caractéristiques.

### **Objectifs de l'étude :**

L'objectif principal de notre étude est de montrer l'effet d'une stimulation visuelle et tactile simultanée sur la reconnaissance de son propre visage dans deux populations différentes : sujets adultes typiques et sujets adultes avec trouble du spectre autistique. Au travers de la présentation de films de « morphing », nous chercherons à déterminer les capacités de reconnaissance de son propre visage.

Nous rechercherons également à déterminer l'effet d'une stimulation visuelle et tactile simultanée sur cette reconnaissance, et s'il existe une différence entre les sujets. Les détails des hypothèses et des résultats attendus pourront vous être précisés après l'étude.

### **En pratique :**

Si vous acceptez de participer à cette étude, nous vous convierons à deux rendez-vous.

Le premier rendez-vous sera un entretien d'information d'une dizaine de minutes avec le médecin coordinateur de l'étude qui pourra répondre à toutes vos questions.

Aussi, avec votre accord, nous prendrons une photographie de vous qui nous sera utile pour la préparation du deuxième rendez-vous.

Au cours du deuxième rendez-vous, nous vous présenterons 8 séries de 3 films courts (environ 1 min chacun) présentés sur un écran d'ordinateur.

Au cours des vidéos de morphing nous vous demanderons d'appuyer sur un bouton une fois selon les consignes qui vous seront expliquées.

Cette expérimentation est totalement indolore et non invasive. Sa durée ne dépassera pas 90 minutes. Le responsable répondra, à votre demande, à toutes questions supplémentaires.

Les deux rendez-vous se tiendront au Centre Ressource Autisme, à l'hôpital Charles Perrens.

Cette recherche est sans bénéfice individuel direct, c'est-à-dire qu'elle n'apportera pas d'information immédiate sur vos capacités. Elle n'a pas non plus de valeur de test médical. Cependant les informations recueillies dans cette étude devraient permettre de mieux comprendre les mécanismes de reconnaissance de son propre visage.

Vous serez en mesure d'interrompre votre participation à n'importe quel moment si vous le souhaitez.

Si vous êtes d'accord pour participer à cette étude, vous serez contacté par Mr N. DELTORT, interne en Psychiatrie, sous la direction du Dr AMESTOY et du Pr BOUVARD afin de vous proposer une date de rendez-vous d'information, de recueil de consentement, de prise de photographie et de planification de la date d'expérimentation.

**Confidentialité et protection des personnes :**

Le protocole de l'essai a été soumis pour avis au Comité de Protection des Personnes de Bordeaux : Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre Mer III, qui a émis un avis favorable le 24/02/2010.

Les informations médicales recueillies par l'investigateur seront traitées confidentiellement.

Votre identité ne pourra pas être connue à partir de ces données. La confidentialité sera garantie par le fait que seul le numéro de votre dossier figurera dans les analyses et les documents écrits, et que le nom n'apparaîtra jamais dans sa totalité (uniquement les initiales).

Les données enregistrées à l'occasion de cette étude feront l'objet d'un traitement informatisé, par le promoteur ou pour son compte.

Dr A. AMESTOY

N. DELTORT  
Interne en psychiatrie

## Annexe 2 : Formulaire de consentement



### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT



Evaluation de l'effet de la stimulation multi-sensorielle interpersonnelle sur la reconnaissance de son propre visage chez des adultes avec trouble du spectre autistique  
Investigateur coordonnateur/principal DELTORT Nicolas

Je soussigné, Mme/M..... (nom, prénom) certifie avoir lu et compris la note d'information qui m'a été remise.

J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions que je souhaitais à Mr Nicolas DELTORT ou au Dr Anouck AMESTOY qui m'a expliqué la nature, les objectifs, les risques potentiels et les contraintes liées à ma participation à cette recherche.

Je connais la possibilité qui m'est réservée d'interrompre ma participation à cette recherche à tout moment sans avoir à justifier ma décision et je ferai mon possible pour en informer le médecin qui me suit dans la recherche. Cela ne remettra naturellement pas en cause la qualité des soins ultérieurs.

J'ai eu l'assurance que les décisions qui s'imposent pour ma santé seront prises à tout moment, conformément à l'état actuel des connaissances médicales.

J'ai pris connaissance que cette recherche a reçu l'avis favorable du Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre Mer III le 24/02/2010 et l'autorisation de l'AFSSAPS le 25/01/2010.

Le promoteur de la recherche : CNRS a souscrit une assurance de responsabilité civile en cas de préjudice auprès de la société GERLING, contrat N° 0100630314037. J'accepte que seules les personnes qui collaborent à cette recherche ou qui sont mandatées par le promoteur, ainsi qu'éventuellement le représentant des Autorités de Santé, aient accès à l'information dans le respect le plus strict de la confidentialité.

J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette recherche puissent faire l'objet d'un traitement informatisé par le promoteur ou pour son compte et autorise la diffusion et l'utilisation des photographies et vidéographies dans un cercle scientifique stricte afin de respecter le droit à l'image.

J'ai également été informé de mon droit à m'opposer à ce que l'utilisation ultérieure à des fins scientifiques et de recherche de ma photographie et ma vidéographie ait lieu.

J'ai bien noté que, conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, je dispose d'un droit d'accès et de rectification. Je dispose également d'un droit d'opposition à la transmission des données couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées dans le cadre de cette recherche et d'être traitées. Ces droits s'exercent auprès du médecin qui me suit dans le cadre de cette recherche et qui connaît son identité.

Mon consentement ne décharge en rien l'investigateur et le promoteur de la recherche de leurs responsabilités à mon égard. Je conserve tous les droits garantis par la loi.

Les résultats globaux de la recherche me seront communiqués directement, si je le souhaite, conformément à la loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé.

**Ayant disposé d'un temps de réflexion suffisant avant de prendre ma décision, j'accepte librement et volontairement de :**  
**- participer à la recherche : Evaluation de l'effet de la stimulation multi-sensorielle interpersonnelle sur la reconnaissance de son propre visage chez des adultes avec trouble du spectre autistique**

oui                       non

**Je pourrai à tout moment demander des informations complémentaires au médecin qui m'a proposé de participer à cette recherche, n° téléphone :**

Fait à .....

le

Signature du participant:

Fait à .....

le

Signature du médecin :

- 1<sup>er</sup> feuillet (original) : à conserver à part par l'investigateur pendant 30 ans dans un lieu sûr fermant à clé

- 2<sup>ème</sup> feuillet : à remettre au patient/sujet après signatures

- 3<sup>ème</sup> feuillet : à ranger dans le classeur investigateur, il sera demandé ultérieurement par le promoteur

## Annexe 3 : Autorisation de l'utilisation de l'image



### Autorisation d'utilisation de l'image d'une personne

Je soussigné(e) : .....

Demeurant au : .....

Autorise Nicolas DELTORT à exploiter en partie ou en totalité, à des fins d'enseignement et de recherche scientifique, et à titre gratuit des photographies et films me représentant, réalisées le ...../...../..... à BORDEAUX.

Je suis informé(e) que les images susmentionnées ne seront pas diffusées en dehors du cadre de la recherche et de l'enseignement et ne seront utilisées sur aucun support public.

Fait à Bordeaux, en 2 exemplaires, le .....

Signature du participant

Signature de l'instigateur

## Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances.

Je ne prolongerai pas abusivement les agonies.

Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.



# Conscience de soi dans les Troubles du Spectre de l'Autisme

Nicolas DELTORT

## **Introduction :**

La conscience de Soi est marquée par des étapes précoces dans son développement typique. Des difficultés d'intégration multimodale et de conscience de Soi ont été décrites dans les troubles du spectre de l'autisme (TSA).

Les objectifs de notre étude sont d'évaluer les capacités de discrimination Soi – Non soi et d'évaluer l'implication de l'intégration multi-modale dans la représentation de Soi chez des adultes avec ou sans TSA.

## **Patients et méthodes :**

L'étude a été conduite à Bordeaux dans deux groupes de 15 adultes avec ou sans TSA appariés sur l'âge et le sexe. Les mesures de discrimination Soi – Non soi étaient réalisées au cours de tâches de reconnaissance de son propre visage selon deux conditions de direction. Elles étaient réalisées avant et après stimulation multisensorielle interpersonnelle (IMS) afin d'évaluer l'effet de l'*enfacement illusion* dans les conditions synchrone et asynchrone.

## **Résultats :**

Il apparaît une différence significative de discrimination Soi – Non soi chez les personnes avec TSA selon les conditions de mesure, ainsi qu'entre les groupes pour la condition de mesure de Soi vers Non soi.

Aussi, il existe une différence significative de l'effet de l'IMS pour le groupe contrôle selon la condition de stimulation et entre les groupes pour la condition synchrone.

## **Discussion :**

Les résultats de cette étude menée chez des adultes nous permettent d'envisager une atypie développementale de la représentation de Soi dans les TSA caractérisée par une moindre implication de l'intégration multimodale. Certaines caractéristiques comportementales observées dans les TSA pourraient en résulter.

**Titre en anglais :** Self-consciousness in Autism Spectrum Disorders

**Discipline :** Psychiatrie

**Mots-clés :** Troubles du spectre de l'autisme, autisme, conscience de soi, reconnaissance de soi, représentation de soi, discrimination, intégration multimodale, intégration multi-sensorielle, *enfacement illusion*.