

ACADEMIE DE PARIS
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE ET MARIE CURIE
MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

**CARACTERISATION DES ATYPICITÉS DE LA PERCEPTION DES
EMOTIONS FACIALES DANS LES TROUBLES AUTISTIQUES ET
NEUROVISUELS.**

DIRECTEUR DE MEMOIRE :
Sylvie CHOKRON

ANNEE UNIVERSITAIRE 2015-2016

Kimly HENRY
31 rue des Martraits
78200 Mantes-La-Jolie
06.79.27.23.40
kimly.henry@yahoo.fr
Née le 06/07/1993

Audeline LEROY
7, Les Courauds
44690 Maisdon sur Sèvre
06.36.37.66.00
leroy.audeline@yahoo.fr
Née le 27/09/1991

Remerciements

Tout d'abord, nous aimerions remercier notre maître de mémoire, le Dr Sylvie Chokron, de nous avoir encadrées sur ce projet. Nous la remercions pour le temps qu'elle nous a consacré et pour ses remarques et conseils avisés.

Bien évidemment, nous adressons un grand merci à tous les volontaires qui ont participé à nos passations et sans lesquels les projets de recherche ne pourraient avancer. Merci pour le temps qu'ils nous ont consacré.

Nous remercions également toute l'équipe de la Fondation Ophtalmologique de Rothschild, les orthophonistes, les neuropsychologues, les secrétaires ainsi que Florent pour leur aide précieuse à la réalisation de ce projet.

Merci aux orthophonistes et neuropsychologues qui nous ont aidées au recrutement des sujets, notamment Mme Chevaillier Morgane et l'IME des Dorices à Vallet (44), Marion Nagy et l'association Autisme 49, ainsi que le CRAIF (Centre de Ressources Autisme Ile de France).

Enfin, merci à nos familles et amis pour le soutien et la participation apportés cette année, mais également pour leur patience et leurs encouragements tout au long de nos études en orthophonie.

Déclaration de non-plagiat

Je soussignée, Leroy Audeline, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Je soussignée, Henry Kimly, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Table des matières

Introduction.....	1
Partie théorique.....	2
I. La vision (Audeline Leroy).....	2
A. De l'œil au cerveau	2
1. Physiologie des structures visuelles.....	2
2. Reconnaissance visuelle	4
B. Traitement des émotions faciales et des scènes sociales	6
1. Bases neuro-anatomiques du traitement des émotions faciales.....	6
2. Développement et perception des émotions faciales	8
C. Troubles neurovisuels d'origine centrale	10
1. Les amputations du champ visuel.....	10
2. Cognition et troubles neurovisuels	11
D. La vision aveugle ou "Blindsight"	14
1. Définition	14
2. Corrélats neuro-anatomique du traitement inconscient.....	15
II. Les Troubles du Spectre Autistique (Kimly Henry)	16
A. Définition de l'autisme.....	16
1. Historique et diagnostic	16
2. Autisme et intégration.....	18
B. Atypies neurovisuelles dans l'autisme	19
1. Particularités dans le traitement de bas niveau	19
2. Intérêt pour le détail chez les sujets autistes	20
3. Nature atypique du traitement des visages chez les sujets avec TSA.....	22
4. Nature atypique du traitement visuel des émotions faciales.....	24
C. Particularités cognitives des sujets autistes : liens avec les atypies visuelles.....	25
1. Hypothèses explicatives des troubles neurovisuels dans l'autisme	25
2. Conséquences des atypies visuelles sur le développement.....	28
D. Liens entre troubles neurovisuels et autisme (Partie commune)	29
Partie pratique	31
PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES.....	31
I. Description de la population	32
A. Population contrôle	33
B. Population neurovisuelle.....	33
C. Population TSA.....	34
II. Conditions générales de passation	34

III. Description des épreuves	34
A. Durée.....	34
B. Choix des épreuves	35
C. Prétests : acuité visuelle et sensibilité au contraste.....	35
D. Epreuves du bilan neurovisuel.....	35
1. Orientation spontanée du regard.....	35
2. Déviation tête/yeux.....	35
3. Figures enchevêtrées.....	36
4. Évaluation de la distance	36
5. Mémoire visuelle	36
6. Orientation spatiale.....	36
7. Réflexes visuels	37
8. Détection/Champ visuel	37
9. Poursuite/Fixation du regard	37
10. Orientation volontaire du regard.....	38
11. Extinction visuelle	38
12. Barrages	38
13. Epreuve de l'horloge (BEN).....	39
14. Bissection de lignes (BEN).....	39
15. Dessin d'une forme simple yeux ouverts/yeux fermés.....	40
16. Jugement d'identité.....	40
17. Reconnaissance visuelle et Astéréognosie	40
18. Jugement sémantique: recherche d'intrus.....	40
19. Perception des couleurs	41
20. Appariement de visages identiques	41
21. Reconnaissance de visages célèbres	41
A. Épreuves annexes au bilan neurovisuel	42
1. La Figure de Rey	42
2. Quotient autistique.....	42
3. Minimal Mental State	42
4. Questionnaire d'Edinburgh.....	43
B. Tâche expérimentale informatisée	43
1. Matériel.....	43
2. Stimuli	43
3. Procédure	44
IV. Présentation et analyse des résultats	44
A. Bilan neurovisuel	44
1. Tâches pré-tests	45
2. Tâches du champ visuel et de la poursuite visuelle.....	45
3. Tâches de la mémoire visuelle et de l'orientation spatiale.....	46

4. Tâche des figures enchevêtrées	46
5. Tâches de barrage	46
6. Tâches de l'horloge et de la bissection de lignes	47
7. Tâches de jugement d'identité et de reconnaissance d'intrus	47
8. Tâches de reconnaissance visuelle et d'astéréognosie	47
9. Tâche de perception des couleurs	48
10. Tâche de reconnaissance de visages célèbres	48
B. Épreuves annexes	48
1. Analyse statistique des résultats de la Figure complexe de Rey	48
2. Analyse statistique du Quotient Autistique	49
3. Analyse statistique du Minimal Mental State	50
4. Synthèse du Bilan Neurovisuel	50
C. Tâche expérimentale	50
1. Analyse statistique des Réponses Correctes (RC) à la tâche de catégorisation	51
2. Analyse statistique des Temps de Réaction (TR) à la tâche de catégorisation	52
D. Corrélations entre les résultats	52
1. Analyse statistique des corrélations : BNV et tâche expérimentale	52
2. Analyse statistique des corrélations : Q.A. et BNV	52
3. Analyse statistique des corrélations : Q.A. et tâche expérimentale	53
4. Synthèse de la tâche expérimentale et des corrélations entre les résultats	53
V. Discussion	54
Limites et critiques de l'étude	59
Conclusion	60

Liste des abréviations

BSF : Fréquences non filtrées

HSF : Hautes Fréquences Spatiales

LSF : Basses Fréquences Spatiales

TNV : Troubles Neurovisuels

TSA : Troubles du Spectre Autistique

SA : Syndrome d'Asperger

IOR : Inhibition de Retour Saccadique

M : Magnocellulaire

P : Parvocellulaire

STS : Sillon Temporal Supérieur

HLH : Hémianopsie Latérale Homonyme

QLH : Quadransopsie Latérale Homonyme

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

IRMf : Imagerie à Résonance Magnétique fonctionnelle

CIM : Classification Internationale des Maladies

DSM : Diagnostic and Statistic Mental Disorder

TGD : Troubles Globaux du développement

TED : Troubles Envahissants du Développement

QA : Quotient Autistique

QE : Questionnaire d'Edinburgh

URV : Unité de Reconnaissance des visages

BNV : Bilan Neurovisuel

Listes des figures

Figure 1 : Les voies visuelles (sources : <http://svt.ac-dijon.fr>)

Figure 2 : Les voies visuelles dorsale et ventrale (source : <http://www.em-consulte.com/>)

Figure 3 : Le modèle de Humphreys et Riddoch

Figure 4 : Le modèle de Bruce et Young (1986)

Figure 5 : Les amputations du champ visuel

Figure 6 : Stratégies atypiques d'exploration des visages (source Pelphrey et al,2002)

Figure 7 : Figures enchevêtrées

Figure 8 : Exemple extrait de la mémoire visuelle de l'EVA

Figure 9 : Exemple de planche de l'orientation spatiale

Figure 10 : Barrages

Figure 11 : Réalisation du test de l'horloge

Figure 12 : Exemple d'appariement de visages

Figure 13 : Figure de Rey

Figure 14 : Le MMS (GRECO)

Figure 15 : Le Quotient Autistique (Baron-Cohen)

Figure 16 : Le Questionnaire d'EDINBURGH

Figure 17 : Exemple de stimuli du protocole (colère en non filtré puis HFS puis LFS)

Figure 18 : Résultats des épreuves du bilan neurovisuel

Figure 19 : Effet des fréquences spatiales sur les groupes (%RC)

Figure 20 : TR des sujets à la tâche informatisée

Figure 21 : Effet des fréquences spatiales sur les groupes (TR)

Figure 22 : Effet des fréquences spatiales sur les groupes (TR) à 100 ms et à 200 ms

Figure 23 : Profil au BNV selon le groupe

Introduction

« On s'aperçoit que le bébé n'attend pas que vous lui présentiez un mobile, une lampe, un visage ou un dessin. Il n'a pas besoin de vous pour tout. Il a sa propre capacité pour trouver les informations dans le monde. » (Marshall Haith). En effet, la vision est primordiale pour le bébé afin de capter les informations du monde qui l'entoure. Par ses yeux, il apprend les objets, les couleurs, les animaux, il associe le goût, les odeurs, les bruits à ce qu'il voit. S'il n'aime pas, la vue l'aide fuir, refuser. S'il aime, ses yeux l'incitent à demander. S'il ne connaît pas, la vision attise sa curiosité, le pousse à réclamer. Grâce à ce sens, il mémorise le visage de ses parents, apprend à parler, à exprimer des émotions, à comprendre les intentions des autres. Mais la vision peut parfois dysfonctionner. A titre d'exemple, la prématurité. Aujourd'hui, avec l'avancée de la médecine, de plus en plus de prématurés survivent mais acquièrent des séquelles avec lesquelles ils vont devoir grandir. Parmi l'éventail de troubles consécutifs possibles, les troubles neurovisuels sont non négligeables. Or, comment grandir convenablement dans un monde instable et restreint ? Afin de compenser leurs difficultés, ces enfants s'adaptent et adoptent des comportements parfois étranges pour une personne non-avertie : maladresse, regard détourné, non-reconnaissance de son entourage, anxiété, troubles du comportement... Gense et Cass parlent de signes comportementaux autistiques chez des enfants avec un trouble neurovisuel congénital (Gense et Cass cité dans Bogdashina, 2012) (8). D'autre part, les recherches sur l'autisme ont permis de découvrir des atypicités visuelles et neurovisuelles dans ce trouble et d'émettre l'hypothèse d'un dysfonctionnement de la perception des visages et des émotions faciales (Langdell, 1978) (53). Ainsi les troubles neurovisuels et l'autisme semblent présenter des similarités à tel point que le diagnostic différentiel entre les deux puisse être compliqué. Or, la prise en charge rééducative de ces deux troubles est différente et déterminera l'avenir du patient, son autonomie et sa socialisation. L'objectif de ce mémoire est de contribuer à la compréhension des liens entre la vision et les troubles autistiques et plus particulièrement, du traitement des émotions faciales. Ainsi, dans la partie théorique, nous développerons plus précisément la fonction visuelle et ses dysfonctionnements éventuels, le trouble autistique et ses atypicités visuelles. Enfin, nous ferons des liens entre les deux. Puis, dans une partie pratique, nous présenterons notre expérience et nous débattrons des résultats obtenus dans une discussion.

Partie théorique

I. La vision (Audeline Leroy)

« Voir semble si simple que l'on assimile souvent l'œil à un appareil photographique. Mais comment voyons-nous ? » (Chokron et Marendaz, 2010) (21)

A. De l'œil au cerveau

1. Physiologie des structures visuelles

a. De la rétine au chiasma

L'analogie entre l'œil et un appareil photographique a souvent été employée. Il serait plus exact de comparer les yeux à deux caméras dont les mouvements doivent être parfaitement coordonnés. Les mouvements de l'œil dans son orbite ont pour principale fonction la saisie visuelle d'une cible précise, l'exploration d'une scène visuelle complexe et la poursuite d'une cible mobile (Mazeau, 2005) (56). Ainsi, l'œil est le premier acteur de la fonction visuelle. Au niveau de la rétine, il convertit les ondes électromagnétiques de l'information lumineuse en signaux électriques. La rétine est la membrane la plus interne de l'œil et tapisse la face interne du globe oculaire. Elle analyse le message visuel au niveau de ses cellules réceptrices : les cônes et les bâtonnets. Au centre de la rétine, dans la région nommée fovéa, les cônes sont au nombre de cinq millions et permettent une vision détaillée. Efficaces le jour, ils sont sensibles à la lumière et à la couleur. Majoritairement présents en périphérie de la rétine, les bâtonnets sont au nombre de cent vingt millions. Ils apportent une vision moins précise, plus floue mais utile pour traiter ce qui entoure le point précis fixé. Ces derniers sont efficaces la nuit et sensibles aux contrastes noirs et blancs. La répartition des cônes et des bâtonnets fait que l'acuité visuelle est maximale à l'endroit où se fixe le regard. Elle décroît en vision parafovéale et périphérique. Ces cellules réceptrices sont connectées à des cellules bipolaires puis des cellules ganglionnaires dont les extrémités forment le nerf optique (Vitte et Chevalier, 2004) (78). Le nerf optique transmet l'information rétinienne au cerveau où elle va être analysée. Une partie des fibres optiques de l'œil droit et de l'œil gauche se croisent au niveau du chiasma. C'est pourquoi le cortex droit traite les informations du champ visuel gauche et le cortex gauche traite les

informations du champ visuel droit. (Chokron et Marendaz, 2010) (21) (Cf Annexe A, figure 1)

b. Du chiasma aux aires visuelles

Le cortex visuel comprend une trentaine d'aires visuelles dont le cortex visuel primaire (cortex strié, aire V1 ou aire 17) sur lequel se projette 90% des fibres du nerf optique. C'est dans cette partie du cerveau qu'ont lieu les premières analyses du message visuel. La scène visuelle est décomposée en de multiples caractéristiques acheminées au cortex par les voies optiques. Ces voies optiques sont composées de trois neurones : les cellules bipolaires, les cellules ganglionnaires et les radiations optiques se terminant sur le sillon calcarin (Vitte et Chevalier, 2004) (78). Les cellules ganglionnaires dont le corps se situe dans la rétine, se terminent majoritairement dans le corps géniculé latéral. Elles sont de deux sortes:

- Les cellules M, codant pour les basses fréquences spatiales permettent la détection du mouvement.
- Les cellules P, codant pour les hautes et moyennes fréquences spatiales, sont sensibles aux détails et à la forme du stimulus.

Les aires visuelles respectent la tonotopie de la rétine. Ainsi, le cerveau reconstitue une représentation globale cohérente de la scène visuelle. Du cortex visuel primaire émergent deux voies visuelles principales:

- La voie dorsale reliant le cortex strié à la partie postérieure du lobe pariétal (aire V5)
- La voie ventrale reliant le cortex strié aux aires pré-striées et de là gagnant le cortex inféro-temporal (aire V4).

Ces voies communiquent entre elles et se caractérisent par la nature et la vitesse de l'information transmise. La voie dorsale permet une vision peu détaillée, non-colorée mais rapide. Également appelée voie du « où », elle transmet les informations spatiales nécessaires pour agir, reconnaître les éléments qui composent la scène visuelle. Ainsi, la scène est traitée globalement et permet au sujet de faire des hypothèses sur la nature de ce qu'il perçoit. La voie ventrale, quant à elle, permet une vision détaillée, colorée mais lente. Également appelée voie du « quoi », elle transmet les informations nécessaires pour identifier les objets et leurs attributs. Ainsi, la scène est traitée localement afin de

confirmer, d'infirmer ou d'affiner les informations transmises par la voie dorsale. La voie ventrale est spécialisée dans le traitement des hautes fréquences spatiales tandis que la voie dorsale est spécialisée dans le traitement des basses et moyennes fréquences spatiales (Chokron et Marendaz, 2010) (21) (Bullier, 1998) (13). Enfin, il existerait une troisième voie visuelle appelée « blindsight » correspondant aux capacités résiduelles dans les zones du champ visuel révélées aveugles par un examen périmétrique. Elle cheminerait par le colliculus supérieur, le pulvinar pour finir au niveau occipito-pariétal sans passer par les aires visuelles primaires. Cette voie serait impliquée dans la perception inconsciente du mouvement. (Griffon, 2011) (42) (Cf Annexe B, figure 2)

2. Reconnaissance visuelle

a. Voies magnocellulaires et parvocellulaires

Comme nous l'avons vu précédemment, les informations visuelles sont schématiquement véhiculées par deux voies visuelles neurophysiologiquement distinctes. Elles cheminent de la rétine au corps géniculé latéral puis au cortex visuel primaire. Les cellules ganglionnaires M se projettent sur les couches magnocellulaires du corps géniculé tandis que les cellules P se projettent sur les couches parvocellulaires. La voie magnocellulaire est spécialisée dans la transmission des informations sur le mouvement, la profondeur et la forme globale du stimulus visuel. Elle code pour les basses fréquences spatiales (LSF). La voie parvocellulaire est spécialisée dans le traitement des détails, des formes, des textures et de la couleur. Elle code les hautes fréquences spatiales (HSF). La voie visuelle magnocellulaire se prolonge par la voie visuelle dorsale tandis que la voie parvocellulaire se prolonge par la voie ventrale. (Cazévian, 2010) (15).

Suite au recueil d'informations par les organes sensoriels, le cerveau doit les traiter, les organiser et les interpréter puis les intégrer à l'ensemble des connaissances jusqu'à ce qu'elles prennent sens. (Mazeau, 2005) (56)

b. L'étape gnosique

Parmi les nombreux modèles existants, nous nous appuyerons sur celui Humphreys et Riddoch afin d'expliquer l'étape gnosique qui assure la reconnaissance du stimulus visuel, l'accès aux réseaux sémantiques, à la conscience et éventuellement à la dénomination de la cible ou à la description de la scène visuelle. Ce modèle décrit les processus de traitement

de l'information par lequel le cerveau constitue une image de ce qui l'entoure. Les étapes sont individualisables et correspondent au trajet physique de l'information : des aires primaires perceptives qui reçoivent l'information jusqu'aux aires primaires associatives qui relient un nom aux propriétés morphologiques et sémantiques de l'information visuelle. Trois étapes de traitement sont décrites. Tout d'abord, le sujet extrait les propriétés visuelles de l'objet puis il élabore une représentation de sa forme et enfin, une fois que le percept est élaboré en 3D, il reconnaît l'objet par un appariement avec une représentation perceptive stockée en mémoire (Mottron, 2004) (60) (Griffon, 2011) (42). Afin d'effectuer ces traitements de haut niveau, les aires visuelles sont en relation avec de nombreuses autres zones spécialisées dans le langage, la mémoire, l'attention, les émotions (Chokron et Marendaz, 2010) (21). Dans les zones corticales dites secondaires, s'effectue le dernier stade du décodage du sens du message visuel : l'objet, le visage, ... sont alors reconnus. La signification émerge donc de la confrontation des informations issues de la périphérie et des connaissances déjà emmagasinées par le sujet. (Mazeau, 2005) (56) (Cf Annexe C, figure 3)

c. Traitement visuel des visages

Comment fonctionne la reconnaissance des visages ? Le modèle de Bruce et Young de 1986, essaie de répondre à cette question. Selon ce modèle, le traitement perceptif débute par une phase d'encodage structural dont la fonction est de débarrasser le stimulus des caractéristiques spécifiques de la présentation du visage comme l'éclairage ou l'expression pour n'en garder que la structure. Le visage est traité à partir de sa configuration globale par des relations spatiales entre ses parties. Nous notons deux types d'informations spatiales : les informations spatiales ou componentielles correspondant aux traits de chaque partie du visage comme la forme des yeux et les informations globales correspondant aux relations spatiales et aux distances entre les différentes parties du visage. C'est le traitement des relations entre les parties du visage et l'émergence d'une configuration d'ensemble qui permet la reconnaissance d'un visage. Le traitement hiérarchique est important puisque la reconnaissance d'un visage dépend de la reconnaissance d'une configuration émergeant des relations spatiales entre ses parties. La présentation inversée d'un visage entrave sa reconnaissance car le traitement devient analytique ce qui confirme l'importance des aspects holistiques du visage. (Mottron, 2004) (60) Dans le modèle de

Bruce et Young, l'étape d'encodage structural est suivie d'une étape mnésique dans laquelle une ou plusieurs unités de reconnaissance des visages (URV) sont activées. Cette étape permet de passer du stimulus perceptif à l'adresse en mémoire et permet de savoir que le visage appartient à une personne précise sans toutefois pouvoir l'identifier ou la nommer car cela requiert d'activer le module sémantique (Marendaz, 2003) (55). (Cf Annexe D, Figure 4)

B. Traitement des émotions faciales et des scènes sociales

Les émotions représentent l'ensemble des réactions comportementales qui entraînent des modifications biologiques : accélération du rythme respiratoire et cardiaque ainsi qu'une tension musculaire. L'organisme subit une perturbation physiologique qui se traduit, entre autre, par l'expression faciale. (George, 2011) (31).

1. Bases neuro-anatomiques du traitement des émotions faciales

De nombreuses structures cérébrales permettent le traitement des émotions. L'amygdale et le sillon temporal supérieur sont les deux principales, c'est pourquoi nous avons choisi de les traiter ici.

a. L'amygdale

L'amygdale est une structure antérieure du lobe temporal. Elle est le point central de toutes les structures nécessaires dans la gestion des émotions. Celle-ci est directement connectée à l'hypothalamus et à l'hippocampe dont les rôles sont respectivement « la prise de décision » et « le relais essentiel des circuits de mémoire » (Gil, 2014) (35). Chez les espèces moins évoluées, l'amygdale est située dans le cortex olfactif et son rôle principal est de déclencher la peur lors de situations dangereuses (Tamietto, et al. 2010) (73) (Chokron, et al. 2014) (23). La première fonction de cette structure était un moyen de survie mais elle s'est développée chez les primates "au service de processus cognitifs et d'exigences sociales plus complexes" (Sander, et al. cités dans Chokron, et al. 2014) (23). L'amygdale est indispensable chez l'humain pour percevoir plusieurs émotions dans une seule expression faciale (Adolphs, et al. 1994) (1). Elle reçoit des informations par la voie géniculo-striée-extrastriée et renvoie de multiples informations par ses connexions à la voie ventrale (George, 2011) (31). Ce premier cheminement de l'information correspond

aux étapes d'évaluation consciente de l'émotion. Il existe également une voie visuelle de traitement sous-cortical impliquant le pulvinar et le colliculus supérieur. Cette voie transmet des informations de façon grossière mais rapide du stimulus visuel à l'amygdale : c'est la détection cérébrale précoce des émotions. En effet, il faut environ 50 à 90 ms pour véhiculer une information jusqu'à l'amygdale et en tirer les premiers traitements visuels qui précèdent la reconnaissance et la catégorisation de l'émotion.

Ainsi, les noyaux amygdaliens interviennent dans la reconnaissance des émotions faciales, notamment la peur qui est sa fonction primaire (Adolphs, et al. 1994) (1), mais également dans "l'identité des visages, les mouvements corporels et le regard" (Aggleton, cité dans (Gil, 2014)) (34). Des lésions amygdaliennes entraîneraient une perte de reconnaissance des émotions et des troubles comportementaux ce qui prouve l'importance de l'amygdale dans le traitement des émotions (Gil, 2014) (35).

b. Sillon temporal supérieur

Le sillon temporal supérieur (STS) se situe entre les gyrus temporaux T1 et T2. Il s'active lors d'un traitement d'une scène sociale et permet de deviner les interactions et les états mentaux d'autrui. Il est stimulé par le traitement particulier des mouvements biologiques, comme celui des yeux, des mains, de la bouche, du corps en général ainsi que les mouvements émis par les expressions faciales. (Allison, et al. 2000) (2). Tous ces mouvements sont analysés finement par le STS et sont traduits comme des intentions ou actions d'autrui. Le STS joue également un rôle dans la perception auditive de la voix (Zilbovicius et al. 2000) (81). On retrouve aussi une sollicitation du STS lors de la présentation d'images statiques, de visages ou de corps qui permet la suggestion d'un mouvement ou d'une action que pourrait effectuer le personnage (Allison, et al. 2000) (2) (Zilbovicius, et al. 2006) (82).

Le STS est également impliqué dans la théorie de l'esprit. En effet, cette structure s'active lors d'intentions induites par le mouvement des yeux (Pelphrey, et al. Cités dans (Zilbovicius, et al. 2006) (82).

2. Développement et perception des émotions faciales

« Le stimulus émotionnel est rendu émotionnel par celui qui l'interprète » (George, 2011) (31). Certaines émotions ont une valeur quasi-universelle (la peur, la joie, la colère, la tristesse, le dégoût, la surprise et le mépris).

a. Évolution avec l'âge

Selon Darwin et d'autres auteurs, les émotions sont innées et apparaissent de façon très précoce lors du développement (Boiseau, 2012) (9). Dès le premier mois, on remarque des réponses imitatives du nourrisson face à certains mouvements faciaux de l'adulte (Meltzoff, et al. 1997 cité dans Brisot-Dubois, 2012) (11). A 3 mois, il est possible pour le nourrisson de discriminer la joie de la surprise mais il persiste une confusion entre la joie et la tristesse (Young-Brown cité dans (Brisot-Dubois, 2012) (11). Entre le 3ème et 4ème mois, on remarque une nette préférence pour les expressions faciales de joie que pour les autres émotions (Izard, 1992 cité dans Brisot-Dubois, 2012) (11). Entre 5 et 7 mois, la discrimination se fait de plus en plus fine. Ainsi, l'enfant peut différencier la peur de la tristesse et la joie de la peur (Nelson, 2011 cité dans Brisot-Dubois, 2012) (11). C'est à 10 mois que la distinction entre la joie et la tristesse est possible (Ludemann, 1991 cité dans Brisot-Dubois, 2012) (11). L'attention conjointe apparaît aux alentours de 6 mois. Elle permet plus tardivement à l'enfant de moduler son comportement par rapport aux expressions faciales de sa mère lors de scènes sociales avec des étrangers (Boccia, et al 1989 cités dans Brisot-Dubois, 2012) (11). En effet, l'imitation faciale permet à l'enfant de mieux comprendre l'état émotionnel d'autrui (Brisot-Dubois, 2012) (11).

A 2 ans l'intérêt pour les pairs entraîne une augmentation rapide de la reconnaissance des émotions faciales (Svettov cité dans Brisot-Dubois, 2012) (11). Ceci permet la discrimination des émotions faciales de base l'année suivante. A partir de 7 ans et ce, jusqu'à 10 ans, l'enfant atteint un niveau équivalent à l'âge adulte dans la reconnaissance des émotions, lorsque le stimulus est de forte intensité (Fox 2002 ; Durand, et al. 2007 ; Gao, et al. 2009 cités dans Brisot Dubois, 2012) (11). Il faut cependant attendre une maturation du lobe frontal à l'adolescence pour discriminer des expressions faciales de faible intensité (Herba, et al. 2006 ; Thomas, et al. 2007 cités dans Brisot-Dubois, 2012) (11). L'adulte perçoit mieux la joie suivie du dégoût et de la peur. La colère semble être la plus difficile à reconnaître (Granato 2009 cité dans Brisot-Dubois, 2012) (11).

Enfin lors du vieillissement normal, on remarque qu'aux alentours de 50 ans, il y a des changements dans la perception de l'identité et des émotions faciales qui s'amplifient à partir de 70 ans. En effet, une étude récente montre que l'effet de l'âge a un impact sur les difficultés d'identification des émotions négatives exprimées et au contraire, une tendance à mieux reconnaître les émotions positives (Williams, et al. cité dans (Chaby, et al. 2009 cités dans Brisot-Dubois, 2012) (11).

b. Perception non consciente

Il existe une détection non consciente des émotions lorsque celles-ci sont présentées de manière subliminale, c'est-à-dire pendant 30 ms. En effet, dans ce cas, on remarque une réaction électrodermale et une activation de l'amygdale même en l'absence de traitement conscient des émotions (Tamietto, et al. 2010) (73) (George, 2011) (31). Les structures sous-corticales jouent un rôle important dans cette vision inconsciente puisque, comme nous l'avons vu plus haut, les voies sous-corticales permettent une transmission rapide de l'information à l'amygdale.

Les traitements conscients et non conscients des émotions sont étroitement liés. En effet, le cerveau traite continuellement des stimuli émotionnels sans les percevoir consciemment. C'est ainsi que l'on adapte notre comportement à certaines émotions auxquelles nous n'avons pas prêté attention ou que nous n'avons pas perçues consciemment (Tamietto, et al., 2010) (73). On parle "d'affective blindsight" (Celeghin, et al., 2015) (17).

Chez certains patients avec destruction du cortex visuel et amputation du champ visuel, il persiste une capacité à deviner une émotion présentée dans le champ aveugle. Ceci est la conséquence d'une activité résiduelle de l'amygdale et des structures sous-corticales qui y sont liées (Tamietto, et al. 2010) (71). Ainsi, le colliculus supérieur reçoit directement des projections rétiniennes, qui sont rapidement transmises à la voie magnocellulaire. Quant au pulvinar, il est directement connecté à l'amygdale et joue également un rôle dans la perception inconsciente des émotions (Tamietto, et al. 2010) (73).

L'amygdale est donc impliquée dans la perception des émotions consciente mais aussi inconsciente car c'est un système complexe qui reçoit et envoie de multiples informations dans différentes zones cérébrales.

Tous ces processus anatomiques rendent compte d'un fonctionnement cognitif complexe. C'est pourquoi, une lésion ou un traumatisme peuvent provoquer des troubles cognitifs importants dont des atteintes neurovisuelles.

C. Troubles neurovisuels d'origine centrale

1. Les amputations du champ visuel.

Les amputations du champ visuel correspondent à une perte de la sensibilité visuelle due à une lésion des voies visuelles cérébrales. Cette perte peut être partielle ou complète en fonction de la localisation et de l'étendue de la lésion. (Cf Annexe E, Figure 5)

- **Cécité corticale**

La cécité corticale est le plus sévère des troubles neurovisuels. Elle correspond à une perte de la vision dans les deux champs visuels des deux yeux. Ce trouble apparaît à la suite d'une lésion occipitale bilatérale des deux cortex visuels primaires. Une anosognosie, des hallucinations visuelles, des troubles de la mémoire antérograde et de la personnalité sont souvent associés ainsi qu'une abolition du réflexe de clignement à la menace. Le réflexe photomoteur est préservé. (Chokron, 2013, 2015) (22, 24)

- **Hémianopsie Latérale Homonyme (HLH)**

L'HLH est le déficit visuel cortical le plus fréquent chez les patients cérébrolésés. Elle se manifeste par une perte totale de la vision dans le champ visuel opposé à la lésion pour les deux yeux. L'hémianopsie peut être sans épargne maculaire, dans ce cas, le champ central correspondant à la macula est également atteint. Elle peut être avec épargne maculaire, dans ce cas le champ central est préservé. Ce déficit visuel peut s'installer spontanément, correspondre à une régression de la cécité corticale ou encore, évoluer vers une cécité corticale. (Chokron, 2013, 2015) (22, 24)

- **Quadransopsie Latérale Homonyme (QLH)**

La QLH se manifeste par la perte d'un quart du champ visuel due à une lésion de la moitié des fibres dans un hémisphère. Elle correspond approximativement à la moitié d'une hémianopsie. Une lésion inférieure des voies visuelles du côté droit provoque un déficit du champ visuel gauche : il y a une inversion droite/gauche et haut/bas des fibres nerveuses.

- **Scotome**

Le scotome est une très petite amputation du champ visuel consécutif à une petite lésion des voies visuelles ou du cortex. Si la lésion est corticale, le scotome est homonyme (au même endroit pour les deux yeux). Ce trouble neurovisuel est bénin et réversible sauf si le scotome s'étend et persiste. Dans ce cas, il peut être précurseur d'une tumeur.

- **Vision tubulaire**

La vision tubulaire se manifeste par une perte de la vision périphérique et un champ central préservé. Le sujet ne voit que les 5° à 20° de part et d'autre de son point de fixation. Elle fait suite à une lésion incomplète des deux lobes occipitaux.

- **Vision périphérique**

A l'inverse de la vision tubulaire, la vision périphérique correspond à une perte de la sensation visuelle dans le champ central. Le sujet ne voit pas au centre et voit de manière grossière sur les côtés car la vision périphérique est moins précise.

- **Hémianopsie altitudinale**

L'hémianopsie altitudinale correspond la perte de la moitié supérieure ou inférieure du champ visuel suite à une lésion bilatérale occipitale inférieure ou supérieure des fibres nerveuses.

Les troubles neurovisuels ne s'arrêtent pas aux amputations du champ visuel. Dans d'autres cas, les patients peuvent présenter des atteintes cognitives isolées ou associées.

2. Cognition et troubles neurovisuels

a. Troubles de l'exploration de l'espace

Les troubles de l'exploration de l'espace font suite à une atteinte de la voie dorsale, autrement dit la voie du "où".

- **Syndrome de Balint**

Ce syndrome est décrit comme une paralysie psychique du regard. Il est la conséquence d'une lésion pariéto-occipitale. Les patients atteints de ce syndrome présentent trois grands types de troubles :

- Un trouble de l'exploration visuelle volontaire ou apraxie optique du regard,

- Une ataxie optique : déficit de la coordination visuo-motrice,
- Une simultanagnosie : incapacité à percevoir plusieurs objets en même temps ou différentes parties d'un même objet.

- **Négligence spatiale unilatérale (NSU) ou héli-négligence**

Il s'agit d'une incapacité à traiter et répondre à des stimuli présentés dans l'héli-espace contralésionnel, s'accompagnant d'une anosognosie. Les lésions pariétales droites sont les plus fréquentes et la négligence intéresse donc plus souvent l'héli-espace gauche. C'est tout l'espace corporel et extracorporel qui est touché et non un héli-champ visuel (Gil 2014) (35). Il s'agit d'un trouble multimodal et non purement visuel (Chokron et Gaudry 2009) (19).

b. Troubles de la reconnaissance visuelle

Les troubles de la reconnaissance visuelle font suite à une atteinte de la voie ventrale, autrement dit la voie du « quoi ».

- **Agnosies visuelles pour les objets/images**

Il s'agit de l'incapacité à reconnaître un objet auparavant connu du patient, et ce, excluant tout trouble perceptif, de langage, de mémoire et de l'intellect. L'agnosie visuelle des objets survient suite à une lésion temporo-occipitale bilatérale. Le patient ne reconnaît pas explicitement mais un objet ou une image peut présenter des réactions implicites face aux objets. Il utilise d'autres modalités sensorielles pour percevoir. Il existe deux grands types d'agnosies visuelles :

- l'agnosie aperceptive : difficulté à accéder à la "structuration perceptive de l'objet".
- l'agnosie associative : difficulté à appairer des objets selon leur fonction ou catégorie (Gil 2014) (34).

Chez les enfants, on parle de trouble de la reconnaissance visuelle des objets et non d'agnosie visuelle car ils n'ont pas encore "appris à voir".

- **Prosopagnosie**

Il s'agit de l'incapacité à reconnaître des visages auparavant connus du patient, alors que d'autres modalités permettent la reconnaissance, telles que la voix (Chokron, 1998) (18), la démarche, le port d'accessoires, etc. (Gil, 2014) (35). La prosopagnosie exclut des "déficits visuels de bas niveau" ainsi qu'une quelconque "altération cognitive" (Joubert, et

al. 2008) (49). Chez les enfants, on parle de trouble de la reconnaissance des visages car ils n'ont pas encore "appris à voir".

- **Alexie agnosique**

Il s'agit d'une difficulté majeure dans la reconnaissance visuelle du langage écrit qui ne s'intègre pas dans un trouble perceptif ou du langage (Déjerine 1892 cité dans Chokron 1998) (18). Si le patient voit un mot écrit, il ne peut pas le lire, en revanche si on lui épelle un mot à écrire il peut le transcrire.

c. Causes lésionnelles possibles

Dans le cas de troubles neurovisuels, seules les lésions retro-chiasmatiques nous concernent. Elles peuvent être induites de différentes manières ainsi, les raisons de ces dommages cérébraux peuvent être d'origine :

- Vasculaire dans une situation d'AVC vasculaire ou ischémique. Dans la majorité des cas, le patient présentera une hémianopsie latérale homonyme car la lésion sera unilatérale.
- Tumorale : dans ce cas la perte du champ visuel est progressive et peut évoluer du scotome à l'HLH.
- Infectieuse
- Dégénérative
- Anoxique lorsque le cerveau est privé d'oxygène. Dans ce cas, les lésions sont principalement occipitales bilatérales car ces lobes sont les plus importants consommateurs d'oxygène. C'est pourquoi, dans le cas de lésions complètes, il résultera une cécité corticale tandis qu'une lésion incomplète engendrera une vision tubulaire, périphérique ou altitudinale.
- Toxique comme lors d'intoxication au monoxyde de carbone.
- Iatrogène dans les cas de consommation excessive d'alcool, drogues ou de médicaments.

De même, le trouble neurovisuel n'est pas figé. Grâce à la récupération spontanée, le champ visuel récupère ainsi, une HLH peut évoluer vers une quadrantanopsie ou un scotome.

D. La vision aveugle ou "Blindsight"

C'est en observant les patients présentant une lésion cérébrale affectant leurs capacités visuelles que la communauté scientifique a pu affiner sa compréhension du traitement de l'information visuelle. Désormais, se sont les facultés visuelles inconscientes chez ces patients qui interrogent. Cette perception implicite est nommée « blindsight ».

1. Définition

a. Qu'est-ce que le "blindsight" ?

Le blindsight est « l'ensemble des capacités visuelles résiduelles dans les zones révélées aveugles lors de l'examen périmétrique ». (Chokron, 1998) (18) On l'appelle également vision aveugle, vision implicite ou vision inconsciente. Selon Holmes (1918) (46), une lésion du cortex strié entraînait une perte complète et définitive de la vision. Toutefois, certaines études ont démontré que malgré la destruction du cortex strié, certains patients conservent des capacités visuelles dans leur champ aveugle sans pour autant connaître les propriétés du stimulus (Riddock, 1917) (67). En général, ils peuvent discriminer le mouvement (Weiskrantz, 1986) (79), la direction, la localisation, les forts contrastes et parfois la couleur. Ces impressions sont variables en fonction des patients. Certains soutiennent que leur réponse dépend du hasard, d'autres rapportent une sensation visuelle fortuite. (Chokron, 1998) (18) Cette capacité résiduelle serait responsable d'évitement d'obstacles lors des déplacements des patients souffrant d'amputation du champ visuel. (Ceccaldi cité dans Griffon, 2011) (42).

Selon Weiskrantz, il existe deux types de blindsight. Le blindsight de type I représente "les capacités résiduelles inconscientes" du champ visuel aveugle du patient. Celui-ci est mis en évidence grâce à ce que l'on appelle "l'action blindsight" qui caractérise une action motrice dans le champ aveugle afin de localiser une cible, ce qui est le but premier de la rééducation neurovisuelle : obliger le patient à pointer une cible située dans la partie de son champ amputé. Le blindsight de type II représente "les capacités résiduelles conscientes" du champ visuel aveugle du patient. Celui-ci est mis en évidence grâce à "l'attention blindsight". Ici, seuls les processus attentionnels (orientation de l'attention, détection du mouvement) entrent en jeu pour détecter une cible. (Weiskrantz, 1986) (79) (Danckert et Rosetti cité dans Perez et al, 2014) (64)

b. Pourquoi entraîner la vision inconsciente ?

Chez certains patients présentant une amputation du champ visuel, il est possible d'entraîner les capacités résiduelles de leur champ aveugle au moyen d'une rééducation et d'une réhabilitation. En effet, la conscience visuelle peut être restaurée grâce à un entraînement des capacités visuelles inconscientes (Perez et Chokron, 2014) (64). Les bénéfices de cette rééducation sont confirmés par une amélioration du champ visuel observée par la périmétrie ainsi que par une meilleure performance aux tâches visuelles. De plus, l'IRMf, a mis en évidence une activation du cortex visuel extrastrié lors de stimulations du champ aveugle. Chez une majorité de patients présentant une lésion du cortex visuel, avec cécité corticale, le colliculus supérieur est intact, ce qui confirme la possibilité d'une réhabilitation de la vision consciente par la vision implicite. Ainsi, il est possible de réorganiser le cortex visuel par l'entraînement et la mise en place du blindsight (Chokron et al, 2008) (19). Les tâches de choix forcé permettent la mise en évidence du blindsight. Elles consistent à pointer, localiser, discriminer une cible dans le champ aveugle. Lors de ces tâches visuelles, Perenin et al (1975) (63) démontrent que les performances sont nettement supérieures au hasard. Ainsi, l'entraînement et la préservation de l'activité extrastriée en choix forcé permettent aux patients l'apprentissage de la détection, de la localisation et de l'identification d'une cible présentée dans leur champ aveugle. A l'issue de cet entraînement visuel, les patients reprennent confiance dans ce qu'ils voient, retrouvent une appétence pour la lecture, la marche ou d'autres activités. Ils peuvent utiliser leur champ aveugle (Chokron et al, 2008) (19). Le blindsight peut donc réhabiliter la vision consciente s'il est entraîné régulièrement.

2. Corrélats neuro-anatomique du traitement inconscient

Après une lésion de l'aire V1, il subsiste des îlots dits fonctionnels grâce à une réorganisation des aires visuelles (Perez et Chokron 2014) (64). Plusieurs études ont permis d'affirmer que l'effet du phénomène de blindsight était sous-tendu par d'autres aires que V1 (Perez, et al. 2014) (64). En effet, la faculté des patients à atteindre une cible alors qu'ils n'en ont pas conscience induit forcément une autre voie que la voie rétino-géniculostriée qui dessert normalement V1. Cette capacité sollicite certaines structures comme le colliculus supérieur, le pulvinar, le corps géniculé latéral et leurs projections jusqu'au cortex visuel extrastrié en court-circuitant les aires visuelles primaires. (Girard 1995) (38). La vision résiduelle est donc sous-tendue par la voie occipito-dorso-pariétale qui traite les

informations des mouvements et la localisation spatiale (Perez, et al. 2014) (64). Cette voie permet de guider le comportement du patient pour atteindre des objets ou éviter des obstacles en faisant "le pont entre les processus cérébraux sensoriels et moteurs" (Tamietto, et al 2010) (74) (Perez et Chokron 2014) (64), ce qui explique une vision plus compétente pour la détection des mouvements que pour la vision des formes ou des couleurs dans le blindsight. Encore méconnue, cette capacité résiduelle n'est pas systématiquement recherchée chez tous les patients. Or, lorsqu'elle est investiguée, la vision inconsciente n'est pas toujours présente puisqu'elle dépend des zones épargnées dans l'aire V1 (Frendlich, et al. cités dans (Perez et Chokron 2014)) (64).

Les personnes sujettes aux troubles neurovisuels doivent adapter leur comportement afin de compenser leur trouble. Ces adaptations peuvent aller de la déviation de la tête ou des yeux pour compenser l'amputation du champ visuel à l'isolement social en passant par la non reconnaissance de visages familiers. Ces manifestations ne sont pas sans rappeler le comportement des individus avec autisme. C'est pourquoi, dans la logique de notre développement, nous allons désormais nous intéresser au syndrome autistique et plus particulièrement à ses atypicités visuelles afin d'établir un lien entre les deux populations.

II. Les Troubles du Spectre Autistique (Kimly Henry)

A. Définition de l'autisme

1. Historique et diagnostic

Bleuler évoque pour la première fois le terme d'autisme en 1911. L'autisme n'est alors qu'un symptôme de la schizophrénie. Ce terme permet de décrire des patients isolés dans leur monde intérieur et présentant une perte de contact avec le monde réel. Quelques années plus tard, l'autisme est considéré comme un véritable syndrome chez l'enfant. Le repli sur soi accompagne l'enfant jusqu'à l'âge adulte. En 1943, Léo Kanner décrit l'autisme infantile précoce comme une incapacité innée à établir le contact affectif habituel avec les personnes. Il présente trois signes de ce syndrome, toujours d'actualité : la recherche d'isolement, la recherche d'immuabilité et la limitation des activités et des centres d'intérêts. La même année, Hans Asperger décrit "la psychopathie autistique" sur quatre enfants. Il y retrouve une incapacité d'insertions et de relations sociales ainsi qu'une atypicité des réactions émotionnelles. Il y reconnaît également une hétérogénéité de cette population notamment au niveau intellectuel.

Durant la même époque, Léo Kanner et Hans Asperger décrivent les capacités de sociabilité, de langage et de motricité des enfants. Ils retrouvent des caractéristiques similaires à la psychopathie autistique : un début vers l'âge de trois ans, après une période de développement apparemment normale, une résistance aux changements, ainsi qu'un repli sur soi très précoce.

En 1981, Lorna Wing définit le Syndrome d'Asperger. Elle décrit des patients avec des symptômes proches de ceux rapportés par Hans Asperger.

C'est en 1978 que "l'autisme infantile" de Kanner est présenté dans la CIM-9 (Classification internationale des maladies) comme un syndrome. Il est répertorié dans "les psychoses spécifiques de l'enfance".

En 1993, la CIM-10 est adoptée. Les Troubles Envahissants du Développement (TED), remplacent alors "les psychoses spécifiques de l'enfance". La CIM-10 inclut également le Syndrome d'Asperger en plus du "trouble autistique" auparavant décrit.

Dans le DSM (Diagnostic and Statistical Mental Disorders), "l'autisme infantile" est aussi reconnu comme un syndrome, il est intégré "aux troubles globaux du développement" (TGD) puis aux Troubles Envahissants du Développement (TED) incluant le Syndrome d'Asperger et sort définitivement de la psychose, terme alors réservé aux adultes.

La prévalence de l'autisme est plus forte chez les garçons que chez les filles avec 5 garçons pour 1 fille. Le diagnostic "d'autisme" est défini par la triade autistique ainsi que l'âge d'apparition des symptômes. On retrouve alors "des altérations qualitatives des interactions sociales", "des altérations qualitatives de la communication", "une restriction des centres d'intérêts avec des comportements répétitifs et stéréotypés", ainsi qu'une apparition des premiers symptômes avant 3 ans.

Actuellement le DSM-V (2013), admet le terme de Trouble du Spectre Autistique (TSA). On ne s'appuie donc plus sur cette triade pour le diagnostic dû à une trop grande hétérogénéité des symptômes dans la sémiologie autistique. Tous les troubles d'autisme font dorénavant partie d'un spectre de profils plus large et le trouble autistique type Kanner ainsi que le Syndrome d'Asperger sont alors considérés comme des exemples cliniques constituant un même trouble.

2. Autisme et intégration

a. Autisme infantile

L'autisme infantile fait partie des Troubles du Spectre Autistique. A l'intérieur de cet autisme infantile on retrouve plusieurs profils, dont l'autisme de haut niveau. L'autisme de haut niveau regroupe une population autistique avec un quotient intellectuel supérieur à 70. (Motttron, 2004) (60)

Il s'oppose à l'autisme dit sévère ou autisme de Kanner, formes dans lesquelles la déficience intellectuelle est présente. Cependant, lors des cinq premières années de vie, il ne se distingue pas de l'autisme avec déficience intellectuelle. On y retrouve une triade symptomatique classique, notamment au niveau du langage. Toutefois, après 5 ans, le langage se développe et se normalise assez rapidement, ce qui permet d'écarter toute forme d'autisme sévère ou de dysphasie. Il subsiste tout de même une anomalie de l'utilisation de la communication, des intonations atypiques, une répétitivité dans les questions, etc. Les enfants avec autisme de haut niveau peuvent suivre un cursus scolaire normal, il reste cependant une certaine atypicité dans leur relation et communication avec autrui. L'évitement du regard ainsi que l'automutilation tendent à disparaître au cours du développement des personnes autistes de haut niveau.

b. Syndrome d'Asperger

Le Syndrome d'Asperger exclut tout trouble de la communication et de l'expression langagière, en effet le développement du langage oral s'est normalisé dès le plus jeune âge. Par ailleurs, les personnes SA présentent souvent une maladresse motrice ainsi qu'un déficit visuo-spatial associé. Ceci s'intégrant autour d'une efficacité intellectuelle normale.

Le SA est diagnostiqué plus tardivement que l'autisme sévère, et ce lorsque les interactions sociales deviennent plus complexes, au cours du deuxième cycle scolaire. De plus la restriction des intérêts se fait de plus en plus ressentir au cours du développement, alors qu'on s'attend à une diversification des activités.

Ainsi, le SA semble se dégrader au cours du primaire du fait de la dissociation du langage et des activités restreintes, alors que l'autiste de haut niveau paraît s'améliorer grâce à la survenue du langage autour de 5 ans. Les enfants avec SA peuvent atteindre un haut niveau

professionnel et académique mais leur relation avec autrui en reste perturbée du fait d'un faible niveau de socialisation et de la restriction des intérêts.

B. Atypies neurovisuelles dans l'autisme

L'autisme se caractérise, entre autre, par une altération qualitative des interactions sociales qui pourrait être associée à des particularités de reconnaissance des émotions faciales émotionnelles. Celles-ci pourraient être liées à un traitement atypique des informations visuelles.

1. Particularités dans le traitement de bas niveau

a. Saccades oculaires

Les saccades sont des mouvements oculaires très rapides qui permettent la saisie visuelle en positionnant précisément la cible sur la fovéa. Plusieurs études (Benson et al, 2009) (7) (Johnson et al, 2013) (48) relèvent des troubles de l'oculomotricité chez les personnes autistes et notamment une précision réduite des saccades qui pourrait être la conséquence d'un dysfonctionnement cérébelleux. Il est également observée une réduction du temps de fixation et du nombre de saccades oculaires pour les visages chez les sujets autistes. Ces résultats démontrent que les saccades oculaires ne sont pas modulées par les mêmes processus de haut-niveau que chez les sujets tout-venants (Johnson et al, 2013) (48). D'autres anomalies « subtiles de la fonction oculomotrice » sont mises en évidence telles qu'une précision réduite des saccades, une latence et une vitesse qui demeure inchangée malgré l'apparition soudaine d'une cible (Chokron, 2014) (23).

b. Attention et exploration visuelles

L'hypothèse d'un trouble de l'attention visuelle émerge suite aux observations cliniques d'enfants avec autisme. En effet, les parents rapportent souvent le regard vide de leur enfant comme s'il ne savait comment l'utiliser à des fins sociales ou comportementales. On remarque également chez ces enfants des difficultés à désengager leur regard d'un objet ou d'une activité (Landry et Bryson, 2004) (52). Cette difficulté à désengager l'attention visuelle d'un point central pour aller en périphérie réduit la taille de leur champ attentionnel (Posner cité dans Chokron et al, 2014) (23). Conséquemment, le traitement d'une scène visuelle dans son intégralité s'avère difficile (Chokron et al, 2014) (23). Dans

leur étude, Rincover et Ducharme (cité dans Landry et Bryson, 2004) (52) emploient le terme de « tunnel vision » ou vision tunnel pour décrire les focalisations attentionnelles de sujets autistes sur certaines cibles. Ce terme n'est pas sans nous rappeler la vision tubulaire décrite plus haut.

Le balayage d'une scène visuelle se fait par une combinaison complexe de mouvements oculaires composés principalement de saccades. L'inhibition de retour saccadique (IOR) est un phénomène d'inhibition automatique nous empêchant de rediriger notre attention vers une cible déjà explorée. Or, Pieron et al (2014) (66), mettent en exergue chez les patients TSA une importante variabilité de fonctionnement de l'IOR pouvant expliquer l'inconstance de leurs résultats lors de l'exploration visuelle. Ils mettent également en évidence un déclenchement plus précoce de cette inhibition de retour qui expliquerait la supériorité de recherche visuelle des autistes retrouvée, notamment, lors des tâches de recherche de cibles parmi des distracteurs.

2. Intérêt pour le détail chez les sujets autistes

a. Hyper-attention pour le détail

Alors que chez un individu tout-venant, la préférence globale le conduit à traiter l'information visuelle grossièrement puis avec davantage de précision, l'intérêt pour le détail décrit chez les personnes autistes "accompagne leur développement cognitif et explique les atypies visuelles" (Gillet 2013) (37). En effet, selon Baron-Cohen, les personnes avec TSA sont particulièrement performantes lorsqu'il s'agit de faire attention à ces détails (Baron-Cohen 2009) (6). Rappelons que les détails d'une scène sociale sont véhiculés par les hautes fréquences spatiales (HSF), prises en charge par la voie parvocellulaire. Afin d'expliquer cette particularité de traitement, deux hypothèses sont encore débattues : il y aurait soit un surfonctionnement de la voie parvocellulaire, soit un déficit de la voie magnocellulaire. D'après certaines études, les sujets avec TSA utiliseraient préférentiellement la voie parvocellulaire lors de certaines tâches contrairement aux normotypiques (Deruelle, et al. 2007) (29) (Chokron, et al. 2014) (23) (Bouvet, et al. 2014) (10). L'utilisation d'un traitement local à défaut d'un traitement global est illustrée par la copie de la figure de Rey : en effet les autistes ont tendance à la reproduire "de proche en proche" alors qu'il est plus écologique d'en ressortir un armature générale. De plus Shah et Frith remarquent que les personnes TSA sont plus performantes

aux tâches de figures enchevêtrées, ce qui traduit un traitement du détail plus fin que les contrôles (Shah et Frith, 1993) (70).

Finalement, cette hyper attention pour le détail serait conséquente de la manière dont le sujet avec TSA appréhende et comprend son environnement. Elle pourrait expliquer les attitudes comportementales autistiques que nous détaillerons plus bas.

b. Préservation "d'îlots d'habiletés" visuo-spatiales

Le surfonctionnement perceptif visuel en faveur d'un traitement local permettrait aux sujets avec autisme d'être performants aux tâches d'habiletés visuo-spatiales (Caron, 2008) (14). Déjà, Kanner avait relevé l'aspect minutieux et agile des TSA lors des tâches visuo-constructives (Gillet, 2013) (37). En 1993, Shah et Frith notent des performances hétérogènes au subtest de QI, avec des dissociations au sein d'un même domaine. Les TSA présenteraient une supériorité dans la tâche des dessins avec blocs du test de Wechsler. Les résultats seraient souvent meilleurs que ceux des individus typiques. Leur « style cognitif » qui privilégie le traitement local des informations visuelles leur permet d'être avantagés lors d'activités constructives par des modèles dessinés et présentés de manière fragmentée (Shah et Frith, 1993) (70). Ainsi, en 1996, Frith s'appuie sur sa théorie du « manque de cohérence centrale » des personnes avec autisme pour expliquer ces performances. Par exemple, dans le cas d'un puzzle, les TSA se détacheraient du contexte pour ne se focaliser que sur les détails (couleurs, lignes) : « ils ne verraient que les parties d'un tout et pas le tout » (Shah et Frith, 1993) (70). Or, le traitement global est nécessaire pour comprendre des situations complexes, telle une scène sociale, afin d'y adapter son comportement.

c. Conséquences sur le comportement visuel

La préférence pour le traitement perceptif local décrite précédemment permet de rendre compte des atypies et anomalies visuelles chez les TSA. Les études cliniques montrent que les enfants avec autisme ont un comportement visuel particulier, non seulement envers les visages mais également avec les objets. Ainsi, on se retrouve face à des enfants qui tournent autour des objets pour explorer toutes les facettes, ouvrent et ferment les portes de façon répétitive, ont besoin de faire le tour d'une pièce avant de s'y installer, etc. L'objet est utilisé comme stimulant sensoriel. (Gillet et al, 2009) (37) D'autre part, l'environnement de

l'autiste peut être négligé jusqu'à simuler l'héminégligence spatiale lorsque l'attention visuelle doit être déplacée du côté gauche de l'espace visuel ((Bryson et al, cités dans Gepner, 2001) (33), négligence retrouvée également dans les troubles neurovisuels. Rappelons aussi la vision tunnel de Rincover et Ducharme (1987) (cité dans Gepner, 2001) (33), quasi-semblable à la vision tubulaire causée par une lésion occipitale bilatérale incomplète. Enfin, les sujets autistes pourraient présenter des troubles visuels de bas niveau (oculomotricité, vision en champ périphérique, traitement des basses fréquences spatiales...) et cette atteinte précoce des fonctions visuelles entraîne des troubles dans l'information du traitement social (Chokron, et al. 2014) (23).

3. Nature atypique du traitement des visages chez les sujets avec TSA

« L'exploration visuelle est décrite comme un processus automatique échappant à la prise de conscience et aux éventuels jugements esthétiques et affectifs que l'on peut porter à ces visages » Gillet, 2013) (37)

a. Attention portée sur le bas du visage

De nombreuses études ont révélé un traitement atypique de l'exploration visuelle des visages chez les sujets autistes. L'anomalie du contact oculaire est d'ailleurs un critère diagnostique de l'autisme selon le DSM IV. C'est en relevant les signes d'un comportement social précocement anormal que Labruyère et al (2008) (51) font l'hypothèse d'un trouble du traitement des visages dans l'autisme. Ils relèvent : des contacts visuels moins nombreux et peu utilisés pour réguler les interactions avec autrui, une attention conjointe limitée, un manque d'attention aux visages, une faible réponse aux sollicitations des parents, une absence de sourire social, une pauvreté des expressions faciales et un manque d'imitation spontanée. Les méthodes « d'eyes tracking » ont permis de confirmer cette hypothèse en mettant en évidence des stratégies d'exploration plus variables et anarchiques chez les sujets avec TSA comparés aux sujets tout-venant. D'après Langdell (1978) (53), les enfants avec autisme privilégient le bas du visage alors que les enfants non-autistes privilégient le haut. Contrairement aux bébés témoins, les sujets avec autisme regardent plus la bouche, les éléments situés hors du visage mais peu sur l'axe central et les yeux. (Klin et al, 2015) (50) Le plus souvent, ils classent les visages selon les indices externes (chapeau, la voix, la démarche) et non selon les expressions faciales. Il est intéressant de relever les similitudes avec la prosopagnosie. De plus, lors d'une tâche de

discrimination des visages, leur activité cérébrale se concentre principalement dans les régions sollicitées lors d'épreuves de discrimination d'objets (Peirce et al, 2001, cité dans Mottron 2004) (60) mais le gyrus fusiforme (aire des visages) n'est pas ou peu activé. Les personnes avec autisme traitent donc les visages comme ils traiteraient les objets (Labruyère et Hubert, 2008) (51). Or, une anomalie de perception des visages dès la naissance pourrait empêcher la mise en place d'une expertise et de circuit neuronaux spécifiques à ce type de stimuli et donc entraîner un évitement des visages (Meaux et al, 2010) (57) (Cf annexe F, Figure 6)

b. Perception locale et globale

Selon Mottron (2004) (60) « Tout se passe comme si, lors de la perception d'un stimulus visuel complexe visuel, les personnes autistes percevaient avec un grain plus fin ». De là, plusieurs hypothèses sont proposées par la communauté scientifique. Frith (1996) (30) propose une faiblesse de cohérence centrale avec un traitement global atteint et un traitement local préservé. A l'inverse, Mottron et Burack ((2001)cité dans Meaux, 2010) (57) proposent un traitement global préservé et un surfonctionnement local. Meaux et al (2010) (57) confirment les deux hypothèses c'est-à-dire une supériorité du traitement local et une faiblesse du traitement global. De manière générale, et quelle que soit l'hypothèse explicative, les autistes traiteraient les visages non pas selon leur configuration globale mais par analyse de leur composantes individuelles (Miyashita, 1988 cité dans Mottron, 2004) (60). Les études utilisant la méthode de présentation des visages à l'envers confirment cette tendance à traiter les visages selon leurs parties. En effet, la présentation d'un visage inversé inciterait le sujet à traiter le stimulus visuel de manière analytique. Or, la présentation d'images à l'envers diminue les performances de reconnaissance des sujets témoins, mais n'affecte en rien le niveau de reconnaissance des sujets avec autisme. (Meaux et al, 2010) (57). Ce traitement local leur permet également d'identifier précisément les caractéristiques visuelles des objets (Gillet et al, 2009) (37). Il y a donc une similitude entre le traitement des visages et des objets chez les personnes autistes.

4. Nature atypique du traitement visuel des émotions faciales

La reconnaissance des émotions faciales est un domaine très étudié dans la population autistique car elle est caractéristique des anomalies comportementales chez les TSA (Hobson, 1986) (45). En effet, les autistes sont décrits comme présentant de grandes difficultés lors du traitement des émotions, ceci pouvant entraîner un trouble qualificatif de l'information sociale.

Ainsi, les personnes avec autisme ne mettraient pas en place de comportements adaptatifs comme l'imitation ou les modifications physiologiques lors de la perception d'expressions faciales, contrairement aux sujets typiques (Labruyère et Hubert 2009) (51).

De plus, ils seraient moins performants que les normotypiques pour percevoir des émotions faciales à l'aide d'indices non faciaux, comme les gestes ou le contexte (Da Fonesca et Deruelle 2010) (26) ou une vocalisation (Hobson, 1986) (45). Ils seraient plus performants dans l'appariement d'objets que d'expressions faciales (Braveman, et al. cités dans (Mottron 2004)) (60). Selon Gepner (2001), les autistes présenteraient des difficultés dans la perception des mouvements, notamment dans les expressions faciales trop rapides. Ils seraient cependant capables de traiter une émotion faciale, si celle-ci est présentée plus lentement.

Par ailleurs, les TSA ne traiteraient pas l'information gestuelle de l'émotion comme les sujets contrôles. En effet, on observerait de meilleures performances lorsqu'il s'agit de deviner quelle action est effectuée par une suite de points lumineux que lorsqu'il s'agirait d'émotions faciales. Cependant, ils seraient moins gênés pour l'identification d'un objet caché dans une scène que pour l'identification d'une action (Da Fonesca et Deruelle 2010) (26). Selon Da Fonesca et Deruelle (2010) (26), les autistes traiteraient préférentiellement l'information locale (HFS) d'une expression faciale, à défaut d'un traitement global normalement décrit chez les sujets tout venant. En effet, les enfants autistes sont plus performants dans le traitement des éléments locaux du visage (yeux isolés), et la présentation globale des expressions faciales fait chuter leurs scores, contrairement aux contrôles (Meaux, et al. 2010) (57). D'autre part, certains auteurs tendent à montrer un lien entre un déficit de la flexibilité cognitive et le traitement des informations émotionnelles en contexte, chez les autistes. (Conill, et al. 2014) (25)

Ces études mettent en évidence une atypicité du traitement de l'information émotionnelle qui n'est pas aidée par des indices non-faciaux. L'enfant autiste se développerait sans réelle

sensibilité sur le plan du traitement des émotions, ce qui ne lui permettrait pas de mettre en place un vocabulaire émotionnel riche et accentuerait ses difficultés d'interactions sociales.

Ainsi, les sujets autistes ont des difficultés à décoder des émotions selon l'expression faciale, les gestes ou encore le contexte (Da Fossesca et Deruelle 2010) (26) (Gillet 2013) (36). Cette atypicité du traitement des émotions pourrait expliquer le déficit social caractéristique de cette pathologie (Meaux, et al. 2010) (57).

C. Particularités cognitives des sujets autistes : liens avec les atypies visuelles

1. Hypothèses explicatives des troubles neurovisuels dans l'autisme

a. Faiblesse de la cohérence centrale

En 1996, Frith explique les problèmes d'intégration fonctionnelle de l'information des sujets autistes par une faiblesse de la cohérence centrale. En effet, de nombreux témoignages de personnes autistes décrivent la vision d'un monde fragmenté. L'information ne serait pas intégrée globalement c'est pourquoi l'accès au sens en deviendrait limité. Le sujet autiste resterait à un niveau de traitement local et n'aurait pas accès à un niveau d'intégration supérieur pour former un tout cohérent. Ainsi, un même stimulus présenté différemment que le jour d'avant, sera perçu comme une information nouvelle, différente, souvent imprévue et donc inquiétante. Comment expliquer que le chien de 13h15, vu de profil, est le même et a le même nom que le chien de 13h16 vu de face ?

Cette déficience des processus centraux de la pensée expliquerait les difficultés des enfants autistes à généraliser, à regrouper les informations malgré les ressemblances qu'ils y perçoivent. Elle expliquerait également les stéréotypies et les mouvements répétitifs de ces enfants par une planification et une exécution fragmentée de leurs actions en des unités dépourvues de sens.

b. Dysfonctionnement exécutif

C'est en observant les conduites chez les sujets porteurs d'une lésion cérébrale frontale qu'émerge l'hypothèse d'un trouble des fonctions exécutives chez l'autiste. En effet, les scientifiques ont pu observer des comportements analogues chez ces deux populations. Les

fonctions exécutives sont impliquées dans la réalisation d'un comportement moteur ou d'un raisonnement dirigé vers un but. Elles permettent le contrôle et la réalisation d'une action grâce à des processus de planification, d'inhibition, de flexibilité et d'ajustement attentionnel et sont utilisées au quotidien dans des activités cognitives et sociales. Chez les personnes autistes comme chez les personnes présentant des troubles frontaux, sont retrouvées des focalisations attentionnelles sur les détails, des difficultés d'attention conjointe, des défauts d'intégration temporelle, des relations sociales appauvries et un important manque d'empathie. Dans l'autisme, ce dysfonctionnement exécutif serait à l'origine des persévérations, des comportements stéréotypés, des intérêts restreints et répétitifs ainsi que des actes désynchronisés mais également des problèmes de planification des actions. (Tardif, 2010) (75)

c. Trouble de la vision du mouvement

D'après Gepner, (2001) (32) un trouble précoce du développement du traitement attentionnel, perceptif et intégratif de la vision du mouvement pourrait expliquer de nombreux signes autistiques. Le déficit du traitement du mouvement, que ce soit en vision périphérique, globale ou centrale, serait d'autant plus important que le mouvement est rapide. Cette hypothèse expliquerait le comportement atypique des autistes vis-à-vis des visages. Ce comportement ne serait pas lié à un trouble de la perception du visage en particulier mais un à trouble du traitement visuel des mouvements faciaux et de la configuration globale des visages. En effet, les TSA ont des difficultés de perception des émotions faciales, toutefois, lorsque les mouvements faciaux sont présentés plus lentement, leurs résultats aux tâches de catégorisations sont davantage similaires à ceux des contrôles. (Gepner, 2006) (34)

d. Déficit des neurones miroirs

On parle de neurones miroirs à partir des années 1990. Ces neurones s'activent lorsque l'on fait une action mais aussi lorsqu'on voit une autre personne faire une action, d'où leur nom (Rizzolati, 2008) (68). Les neurones miroirs ont un rôle primordial dans le développement cognitif car ils permettent de mettre en place l'imitation et l'empathie. Or, Hadjikhani a mis en évidence une faible teneur en substance grise dans la région des neurones miroirs et dans les régions impliquées dans la reconnaissance et l'imitation des

émotions chez les personnes avec autisme (Hadjikhani 2006) (43) et, lors d'observations des actions d'autrui Perkins a observé une mauvaise activation des neurones miroirs au niveau pariéto-frontal (Perkins, et al. 2010) (65). Ces anomalies des neurones visuomoteurs seraient liées à la sévérité des symptômes autistiques.

e. Surfonctionnement perceptif

Les autistes feraient preuve d'un surfonctionnement "perceptif" à défaut d'un fonctionnement plutôt global (Conill, et al. 2015) (25). Les sujets traiteraient les stimuli visuels, auditifs et/ou sociaux de manière plus locale que les sujets normotypiques, sans qu'il n'existe de déficit du traitement holistique au niveau perceptif (Mottron 2004) (60). La systématisation est l'ensemble de règles qui définit un système et qui prévoit la réalisation de ce système ; « après p vient q ». C'est une suite logique de règles qui se répète et qui donnera toujours le même résultat. Selon Baron-Cohen, et al. (2009) (6), les autistes feraient preuve d'hyper-systématisation, c'est-à-dire qu'ils auraient un sens poussé à l'extrême de toutes les règles qui définissent un système, d'où leur excellence dans certains domaines comme les mathématiques, les résolutions de problèmes, etc. Cette hyper-systématisation permettrait donc une très bonne attention aux détails et induirait une configuration corticale propre aux sujets autistiques (Baron-Cohen, et al. 2009) (6). Cela aurait pour conséquence un déficit dans certains domaines sociaux complexes ou non (mémoire, fonctions exécutives). (Mottron 2004) (60)

f. Déficit de la théorie de l'esprit

Les sujets autistes présenteraient une incapacité à interpréter le comportement d'autrui en fonction d'une intention, ou d'une "mentalisation" (Baron-Cohen, et al. 1999) (5). Ils s'arrêteraient au niveau de la perception des visages sans tirer aucune intention de la part d'autrui (Mottron 2004) (60). On parle alors de déficit de la théorie de l'esprit.

Les compétences en théorie de l'esprit sont possibles grâce au cortex médian frontal, la jonction temporo-pariétale et l'amygdale chez les neurotypiques. Une sous-activation de ces zones a été rapportée chez les autistes (Amodio et Frith 2006) (3).

De plus le STS, sensible aux scènes sociales notamment dans l'action intentionnelle (Pelphrey, et al. 2002) (62), est directement lié à la théorie de l'esprit. On retrouverait des anomalies précoces dans le fonctionnement du STS chez les enfants autistes. Par ailleurs,

Zilbovicius met en avant d'autres anomalies cérébrales chez les autistes telles que le cortex orbito-frontale, le gyrus fusiforme et l'amygdale (Zilbovicius 2006) (82).

Il est important de préciser que les tâches de théorie de l'esprit sont proposées à travers des tests visuels, ce qui ne permet pas de dissocier les troubles de ToM des troubles visuels. En effet, on ne peut pas tester un domaine si l'entrée neuro-sensorielle n'est pas efficiente.

g. Plasticité cérébrale et spécialisation sociale

Grâce à la plasticité cérébrale, le bébé tout venant développe une spécialisation propre aux habiletés sociales. Selon le modèle "déclencheur-seuil-cible" (Trigger-Threshold-Target model, TTT), Mottron met en évidence "un faible seuil de déclenchement de réaction plastique" chez les bébés TSA, ce qui engendrerait des spécialisations restreintes au détriment des activités sociales : on parle alors de "mutations génétiques non-sociales". Celles-ci entraîneraient un moindre intérêt pour toutes activités requérant l'interaction de l'enfant avec son environnement (Mottron, 2014) (61). Par ailleurs, si ces capacités sociales ne sont pas exploitées dès le plus jeune âge, elles ne pourront se développer normalement par la suite.

2. Conséquences des atypies visuelles sur le développement

Un dysfonctionnement précoce du développement de la vision provoque des troubles des conduites et du comportement ou des réponses atypiques. Ces anomalies interviendraient dans l'émergence du spectre autistique (Tardiff, 2010) (75)

a. Troubles des apprentissages

La vision est la porte d'entrée d'un grand nombre d'apprentissages et d'acquisitions nécessaires au développement de l'enfant. Elle est essentielle pour structurer sa personnalité et sa cognition. Les atypies visuelles seraient en partie responsables des déficits langagiers chez l'enfant autiste comme le décodage, la compréhension et l'imitation de la parole et du langage. En effet, le trouble de la vision du mouvement gênerait la lecture labiale et donc l'intégration visuo-auditive du message. De même, un dysfonctionnement des fonctions exécutives provoquerait un défaut de planification de l'action langagière. (Gepner, 2006) (34). Les atypies visuelles expliqueraient également la difficulté de perception et d'interprétation des mimiques faciales émotionnelles ainsi que leur imitation et leur production volontaire entraînant une partie des difficultés sociales propre à l'autisme. Enfin, compte-tenu du rôle de la vision dans le développement posturo-

moteur, ces anomalies pourraient expliquer les retards d'apprentissage des stations assise ou debout ainsi que des altérations de la marche (Vilensky et al cité dans Gepner, 2006) (34), leur maladresse motrice (Smith et Bryson, cité dans Gepner, 2006), leur trouble de la coordination oculo-manuelle (Bulinger et Robert-Tissot cité dans Gepner, 2006), et de leur posture (Gepner, 2006) (34).

b. Troubles des interactions sociales

L'évitement du regard est un critère diagnostique précoce de l'autisme (Baron-Cohen, et al. 2001 cités dans (Meaux, et al. 2010)) (57) et ne permet pas la mise en place de l'imitation précoce.

Ainsi, 80% des enfants autistes ne rentrent pas dans l'attention conjointe normalement à 6 mois (Dawson, et al. cités dans (Gillet, 2013) (37). Une étape pourtant nécessaire à l'acquisition de la théorie de l'esprit qui permet de créer et enrichir ses futures relations sociales (De Gaulmyn, et al. 2015) (28). C'est donc sans surprise que l'on retrouve des difficultés chez les enfants autistes à prédire des comportements en fonction d'émotions, et inversement (Motttron 2004) (60). Ainsi Baron-Cohen met en évidence un décalage important lors du test d'Ekman (reconnaissance des émotions primaires) entre les adultes avec syndrome d'Asperger et les normotypiques (Baron-Cohen 1999) (5). En effet, l'attention des enfants autistes n'est pas naturellement attirée par les stimuli sociaux, ce qui entraîne des difficultés dans leurs représentations sociales. D'après Gillet et Barthelemy (cités dans (De Gaulmyn, et al. 2015) (28), il s'agit d'un déficit des mécanismes d'orientation de l'attention (shifting).

D. Liens entre troubles neurovisuels et autisme (Partie commune)

Etant donné que 75 à 80% des informations de notre environnement proviennent de la vision (Bogdashina 2012) (8), on comprend l'importance des atteintes visuelles développementales précoces ou acquises à l'âge adulte. Les atteintes visuelles regroupent les atteintes centrales (lésions post-chiasmatiques, d'origine centrale) ou périphériques (lésions pré-chiasmatiques, d'origine ophtalmologique). Les troubles neurovisuels sont fréquents et encore trop peu diagnostiqués, notamment dans les troubles développementaux et/ou les troubles de l'interaction. Ainsi, la fréquence des atteintes visuelles par lésion cérébrale est certainement sous- évaluée de par leurs ressemblances au niveau symptomatologique avec des pathologies psychiatriques (Dalens 2014) (27).

Pourtant, il paraît évident que les troubles visuels, surtout gnosiques, peuvent entraîner une difficulté à se représenter un environnement stable. Pour de nombreux auteurs, ces atteintes peuvent même engendrer des troubles relationnels, de la personnalité et du comportement (Chokron et Démonet 2010) (21) (Dalens 2014) (27). La vision est donc le lien avec tous les autres sens : une atteinte de la vision affecte tous les autres stades du développement. Ainsi pour évoluer, un enfant a besoin d'un "éventail d'informations perceptives". Il n'est pas surprenant que les enfants avec troubles visuels congénitaux présentent un taux élevé d'autisme (Hobson et Bishop 2003) (44) (Greenway, et al. 2013) (41). En effet, les enfants ne peuvent pas se fier aux perceptions visuelles qu'ils reçoivent car elles ne sont jamais les mêmes (déformations de formes, perceptions de différentes couleurs, monde en 2D, vision double...), ce qui entraîne des angoisses et des comportements inadéquats.

D'ailleurs, Gense et Cass retrouvent des signes comportementaux autistiques chez des enfants avec un trouble neurovisuel tels que : des altérations des interactions sociales, de la communication et des stéréotypies (Gense et Cass cité dans (Bogdashina 2012)) (8). Prenons l'exemple d'une prosopagnosie. Ce trouble neurovisuel peut entraîner un déficit important des interactions sociales. Face à une personne censée être connue, l'absence de réaction peut être perçue comme du désintérêt et engendrer un isolement et un repli sur soi. Ces comportements ne sont pas sans nous rappeler l'autisme. C'est pourquoi, il est important de poser le bon diagnostic et prioriser une prise en charge précoce des TNV chez les bébés ou les nourrissons présentant une lésion congénitale, car parfois, l'impact des TNV sur les interactions sociales est tellement important qu'il induit à tort un diagnostic de TSA. Or, un diagnostic juste permet une prise en charge adaptée et évite aux enfants porteur de troubles neurovisuels, un surhandicap, notamment l'installation de signes autistiques.

Malgré les nombreuses atypicités visuelles rapportées dans l'autisme, rares sont les études qui ont véritablement testé la vision chez les sujets TSA et comparé leurs troubles à ceux des patients avec troubles visuels et/ou neurovisuels, ou encore corrélé leurs performances des tests visuels aux résultats des tâches expérimentales. C'est là l'objet de notre mémoire.

Partie pratique

PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES

Depuis plus d'un siècle, il est communément admis que l'autisme est un trouble précoce des interactions sociales. Or, tout au long de notre développement, nous détaillons des troubles visuels et neurovisuels relatés dans les articles scientifiques dédiés à ce trouble. Nos lectures nous ont également appris que les enfants déficients visuels ou sujets aux troubles neurovisuels présentent des troubles du comportement et des interactions sociales associés quasi-similaires aux TSA. Ces similitudes peuvent mener à des erreurs de diagnostics et s'avérer néfastes pour la rééducation qui s'en suit. Présenté de cette façon, nous discernons le lien entre la vision et le comportement social mais quel rapport cause(s)/conséquence(s) y a-t-il ? L'autisme est-il, à la base, un trouble social dont les atypies visuelles et neurovisuelles ne seraient que l'expression symptomatique ? À l'inverse, serait-ce les particularités neurovisuelles qui génèreraient un comportement autistique ?

L'objet de notre mémoire est d'essayer de répondre à ces questions, au moins d'y contribuer. Ainsi, nos hypothèses sont les suivantes :

1. On s'attend à ce que les sujets autistes présentent des atypicités visuelles proches de celles des sujets neurovisuels lors du bilan neurovisuel.
2. Selon les mémoires antérieurs, on s'attend à retrouver un quotient autistique significativement proche entre les sujets TNV et TSA. De plus, on peut s'attendre à retrouver un quotient autistique significativement différent entre les TNV et les contrôles.
3. On s'attend à ce que les sujets TNV et TSA soient moins rapides que les sujets contrôles à la tâche de catégorisation des émotions dans les deux modalités de présentation.
4. On s'attend à ce que les sujets contrôles soient plus rapides dans la catégorisation des émotions non filtrées que pour les stimuli filtrés, et dans les stimuli présentés en LFS plutôt qu'en HFS.
5. On s'attend à ce que les TSA soient plus performants et plus rapides dans la catégorisation des émotions, pour des stimuli en HFS qu'en BFS.

6. Il se pourrait que les TSA soient plus performants que les sujets contrôles pour traiter les stimuli présentés en HFS.
7. On s'attend à ce que les émotions présentées à 100 ms soient plus difficiles à décoder pour les TNV et TSA, contrairement aux sujets contrôles qui auraient des performances comparables pour les deux temps de présentation (100 ms et 200 ms).
8. On s'attend à des différences plus notables entre TNV et TSA à 100 ms avec un traitement plus rapide et plus efficace des TNV grâce à leurs capacités visuelles implicites.
9. Les sujets neurovisuels ayant un score élevé au quotient autistique se rapprocheraient du comportement du traitement des émotions proche de celui des TSA.
10. Les sujets neurovisuels ayant un score faible au quotient autistique se rapprocheraient du comportement du traitement des émotions proche de celui des sujets contrôles.

I. Description de la population

Pour cette étude, un total de 90 personnes adultes a été testées comprenant : 59 sujets contrôles, 22 sujets avec un trouble neurovisuel et 9 avec autisme, notamment autisme de haut niveau et syndrome d'Asperger, selon les critères de la DSM V, et de la CIM-10. Les critères d'inclusion, communs à tous les groupes, étaient les suivants : être âgé de 15 à 60 ans, avec un niveau intellectuel dans la norme ou subnormal, des possibilités de maintien de l'attention et des troubles de l'acuité visuelle corrigés. Notre population était formée de 90% de droitiers et 10% de gauchers, ce qui est représentatif de la population générale. Les sujets ont été séparés en quatre classes d'âge : 15-25 ans, 26-40 ans, 41-50 ans et 51-60 ans.

A. Population contrôle

Lors de notre protocole, 59 personnes ont été testées afin de constituer le groupe contrôle. Pour cette population, les troubles neurovisuels périphériques ou centraux et les troubles du comportement constituaient des critères supplémentaires d'exclusion.

Classe	Sexe	Nombre	Niveau
15-25 ans	Masculin	11	collège à Bac +5
	Féminin	17	
26-40 ans	Masculin	4	Brevet des collèges à Bac +5
	Féminin	10	
41-50 ans	Masculin	3	BEP à Bac +5
	Féminin	7	
51-60 ans	Masculin	2	Collège à Bac +3
	Féminin	5	

B. Population neurovisuelle

Lors de notre protocole, 21 personnes ont été testées afin de constituer le groupe neurovisuel. Pour cette population les membres du groupe devaient présenter un trouble neurovisuel.

Classe	Sexe	Nombre	Niveau
15-25 ans	Masculin	2	collège
	Féminin	0	
26-40 ans	Masculin	1	Bac +3 à Bac +5
	Féminin	4	
41-50 ans	Masculin	6	BEP à Bac +5
	Féminin	4	
51-60 ans	Masculin	2	seconde à Bac
	Féminin	2	

C. Population TSA

Lors de notre protocole, 9 personnes ont été testées afin de constituer le groupe autisme. Pour cette population, la diagnostic d'autisme devait être posé.

Classe	Sexe	Nombre	Niveau
15-25 ans	Masculin	4	IME à Bac +2
	Féminin	1	
26-40 ans	Masculin	2	CAP à Bac +5
	Féminin	1	
41-50 ans	Masculin	0	Bac +5
	Féminin	1	
51-60 ans	Masculin	0	-
	Féminin	0	

II. Conditions générales de passation

Nous avons réalisé nos passations selon les préférences des patients, c'est-à-dire à leur domicile ou à la fondation Rothschild. Cette flexibilité était nécessaire afin de recruter le maximum de volontaires pour notre étude. Les rendez-vous étaient duels (une étudiante et un volontaire) et ont eu lieu dans des environnements contrôlés, calmes, avec un minimum de distracteurs visuels ou humains. La pièce était suffisamment lumineuse, en évitant tout éblouissement ou contre-jour notamment lors de la tâche informatisée. L'ordinateur était placé à environ un mètre du participant, et branché au secteur afin de garantir la même luminosité pour tous.

III. Description des épreuves

A. Durée

Les sessions de tests duraient environ 1h15. Sur ce temps, le bilan neurovisuel comptait pour 45 minutes, les tests annexes et la tâche informatisée pour 15 minutes chacune. A la demande du patient, une pause pouvait être faite. Parfois, il était possible de réaliser la

passation en deux fois, certains volontaires TNV étant suivis en rééducation en parallèle à l'institut Rothschild.

B. Choix des épreuves

Nos passations sont constituées d'un bilan neurovisuel destiné aux adultes (Chokron, 2014). Parmi toutes les épreuves de ce bilan, nous en avons sélectionnées vingt pour leur pertinence que nous détaillons ci-dessous. Nous avons également sélectionné l'épreuve de mémoire visuelle de la batterie neurovisuelle pour enfants EVA (Chokron et al, 2010). Ils ont aussi tous réalisé la figure de Rey en copie puis de mémoire.

Afin d'évaluer les fonctions cognitives et les capacités mnésiques des sujets, nous avons fait passer le Minimal Mental State (Folstein, 1975).

Afin d'établir une ligne de base, le Quotient Autistique, mis au point par Simon Baron-Cohen, a été proposé à tous les sujets. La latéralité des sujets définit grâce au test d'Edinburgh.

C. Prétests : acuité visuelle et sensibilité au contraste

Les tests d'acuité visuelle de Rossano Weiss et de sensibilité au contraste ont été réalisés afin d'éliminer les troubles visuels périphériques. En cas d'échec, le sujet ne pouvait répondre à la tâche informatisée.

D. Epreuves du bilan neurovisuel

1. Orientation spontanée du regard

Cette épreuve permet de juger la qualité d'exploration visuelle du patient. Les résultats obtenus sont à mettre en relation avec ceux de l'orientation volontaire, l'objectif étant de mettre en évidence une dissociation automatico-volontaire. Si le patient explore la pièce, regarde le siège lui étant destiné et regarde l'examineur, 3 points lui étaient attribués.

2. Déviation tête/yeux

Cette épreuve permet de mettre en exergue une amputation du champ visuel ou une hémignégligence. Dans le premier cas, nous observons une déviation de la tête ou du regard, dans le second, une déviation de la position du corps. Cette épreuve est notée sur 2 points, 1 point par absence de déviation.

3. Figures enchevêtrées

Cette épreuve est utilisée afin d'évaluer les capacités d'analyse visuelle du patient et de relever des signes de simultagnosie. Le patient doit repérer les contours des objets représentés, enchevêtrés les uns aux autres. Les dessins sont agencés de manière équilibrée : la maison est au centre, cinq dessins sont à sa gauche et cinq dessins sont à sa droite pour un score total de 11 points. Les erreurs et le temps sont également relevés pour une analyse qualitative. (cf Annexe G, Figure 7)

4. Évaluation de la distance

Cette épreuve permet d'évaluer les possibilités du patient à se représenter la distance le séparant d'un objet fixe. A cette fin, l'examineur présente l'objet, le bras tendu, dans le champ central du patient. Ce dernier doit évaluer au choix la distance le séparant de l'objet, entre 20 cm et 1 m, et ce, cinq fois. Entre chaque essai, le patient ferme les yeux. Cette tâche est notée sur 5 points.

5. Mémoire visuelle

Cette épreuve est extraite de la batterie d'évaluation EVA (Chokron et al, 2010). Il est demandé au patient de regarder un modèle durant cinq secondes, et de le désigner sur la page suivante parmi cinq distracteurs. Pour cette tâche, un exemple est proposé afin de familiariser le sujet avant les quatre planches test. Les distracteurs proposés sont des formes visuellement proches et l'un d'entre eux représente la forme cible orientée différemment. Cette tâche, évaluant la mémoire visuelle mais aussi la capacité d'analyse visuelle et d'exploration de l'espace, est notée sur un total de 4 points, un point étant attribué pour chaque essai réussi. (Cf Annexe H, Figure 8)

6. Orientation spatiale

Cette épreuve est issue de la Batterie Imagerie mentale et Perception visuelle (BIP, Bourlon, Chokron et al, 2009). Elle permet d'évaluer les représentations mentales du patient et de les comparer à sa perception visuelle. Dans un premier temps, nous présentons au patient quatre séries de deux planches : sur la première planche se trouve une constellation de points à mémoriser. Sur la suivante, se trouve une flèche : le sujet doit dire si la flèche pointe en direction d'un des points, présentés sur la première planche. Dans un second temps, nous présentons au patient une série de quatre planches, chacune comportant

une constellation de points et une flèche : le sujet doit dire si la flèche pointe en direction d'un des points présentés sur la planche. Cette tâche est notée sur 8 points. (Cf Annexe I, Figure 9)

7. Réflexes visuels

Cette épreuve permet de vérifier les réflexes visuels du patient et une éventuelle dissociation entre un réflexe photomoteur (intègre) et un réflexe de clignement à la menace (aboli) qui pourrait signer une cécité corticale. Afin de contrôler le réflexe photomoteur, nous dirigeons une lampe successivement sur chaque œil du patient pour observer la dilatation pupillaire. Afin de contrôler le réflexe de clignement à la menace, nous approchons rapidement notre main de l'œil du patient. Cette tâche est notée sur 2 points.

8. Détection/Champ visuel

Cette épreuve permet d'évaluer la qualité et l'étendue du champ visuel du patient afin de mettre en évidence une éventuelle amputation. L'examineur est face au patient et lui demande de fixer un point droit devant lui. Pendant ce temps, il balaie son champ visuel avec un crayon dans plusieurs directions en partant du point central de fixation du patient selon :

- Une ligne verticale haute
- Une ligne verticale basse
- Une ligne horizontale droite
- Une ligne horizontale gauche
- Une diagonale supérieure droite
- Une diagonale supérieure gauche
- Une diagonale inférieure droite
- Une diagonale inférieure gauche

Cette tâche est notée sur 8 points

9. Poursuite/Fixation du regard

Cette épreuve permet de vérifier la capacité du patient à contrôler volontairement son regard en maintenant une fixation visuelle et permet d'évaluer la qualité de la mobilité binoculaire. Pour la poursuite, l'examineur présente un crayon à la hauteur du nez du patient, à une distance d'environ 30cm. Celui-ci suit du regard, sans mouvement de tête, la

cible qui se déplace de haut en bas puis de droite à gauche, et selon le chiffre huit présenté horizontalement. Les poursuites et fixations se feront dans le champ visuel central, droit et gauche simplement en arrêtant le mouvement durant dix secondes.

Cette tâche est notée sur 7 points :

- 1 point par mouvement et fixation correctement réalisés
- 1 point en cas d'absence de nystagmus
- 1 point si la dissociation mouvement céphalique/ mouvement oculaire est possible

10. Orientation volontaire du regard

Cette épreuve permet de déterminer si le patient peut orienter volontairement son regard selon trois modalités : sur ordre verbal, sur stimulus proprioceptif puis auditif.

Cette tâche est notée sur 12 points et les résultats sont à comparer avec l'épreuve d'orientation spontanée du regard afin de repérer une éventuelle dissociation automatico-volontaire.

11. Extinction visuelle

Cette épreuve permet d'évaluer l'aptitude à détecter deux stimuli visuels présentés simultanément. L'examineur est face au patient et lui demande de fermer les yeux. Au moment de les ouvrir, le patient doit fixer un point devant lui (le nez de l'examineur) et attraper la ou les cibles présentées dans son champ visuel à environ 30 cm de ses yeux. Lors de la présentation d'un seul crayon, l'examineur doit avoir les deux bras tendus de façon à ne pas donner d'indices.

Cette tâche est notée sur 1 points. Il est attribué si les deux objets sont détectés simultanément. Si le patient tente d'attraper les deux objets mais n'y parvient pas, le point est attribué.

12. Barrages

Cette épreuve permet de tester l'attention visuelle sélective, la recherche et l'exploration ainsi que l'orientation de l'attention dans l'espace. Matériel : 2 planches A4, format paysage.

- Le barrage des bols

Le patient doit barrer 35 bols parmi des distracteurs : trompette, chat, voiture, brosse à dent, raquette, maison, étoile, marteau, mouton choisis pour leur neutralité ; l'assiette choisie pour sa proximité sémantique ; le ballon choisi pour sa proximité visuelle. La position des cibles sur la page a été choisie d'après l'épreuve déjà existante et étalonnée du barrage des cloches en fonction de sept colonnes pour les cibles et des orientations pour les distracteurs. Les cibles sont au nombre de 5 au centre, 15 à gauche et 15 à droite.

- Le barrage des M

Le patient doit barrer 25 M parmi des distracteurs identiques mais orientés différemment. Les cibles sont au nombre de 8 à gauche, 9 au milieu et 8 à droite parmi 185 distracteurs. L'item cible est présenté en haut au milieu de la feuille de passation.

Pour ces tâches, 1 point est attribué par cible barrée. Pour les bols, la note est sur 35 tandis que pour les M, la note est sur 25. Pour une évaluation quantitative, le temps, les omissions et les fausses reconnaissances sont relevés. (Cf Annexe J, figure 10)

13. Epreuve de l'horloge (BEN)

Matériel : 1 planche A4, format portrait.

Cette épreuve est chronométrée. Elle permet d'évaluer les représentations mentales du sujet. L'épreuve de l'horloge permet de faire ressortir une éventuelle négligence spatiale unilatérale ou un trouble de l'organisation de l'espace. Chaque héli-espace de l'horloge vaut 1 point, le score maximal est donc de 2 points si le cadran de l'horloge est correctement rempli. (Cf Annexe K, Figure 11)

14. Bissection de lignes (BEN)

Matériel : 4 planches A4, format paysage. 2 planches avec une ligne de 20 cm située au centre, 2 planches avec une ligne de 5 cm située au centre.

Cette épreuve permet de faire ressortir une éventuelle héminégligence. Elle est constituée de deux lignes de 20cm et deux lignes de 5cm. Il s'agit de sectionner la ligne en deux parties égales. Les erreurs de bissection sont reportées en millimètres par rapport au centre. Si la bissection est à gauche du milieu de la ligne, on notera des millimètres négatifs, si la bissection est à droite du milieu de la ligne, on notera des millimètres positifs. Pour le

score total, nous ferons la moyenne de la déviation du point central sur les deux lignes de 20cm et sur les 2 lignes de 5cm.

15. Dessin d'une forme simple yeux ouverts/yeux fermés

Cette épreuve permet d'évaluer la représentation mentale du patient et de mettre en évidence une éventuelle dissociation entre une réalisation sous contrôle visuel et sans contrôle visuel. On peut ainsi observer dans quelle mesure un trouble spatial et/ou attentionnel peut être majoré dans la modalité visuelle. Le sujet doit dessiner un rond dans un carré d'abord les yeux ouverts, puis les yeux fermés. Le score maximal est de 1 point si la figure est mieux réussie sous contrôle visuel. 0 point si la figure est mieux réussie sans contrôle visuel.

16. Jugement d'identité

Matériel : 6 planches centrales d'animaux sont présentées dont 3 animaux réels et 3 chimères.

Cette épreuve est un dérivé d'épreuves déjà existantes permettant de mettre en évidence un déficit de la reconnaissance visuelle. Chaque chimère présente une anomalie dans un espace différent de manière à mettre en évidence une quelconque amputation du champ ou une hémionégligence.

17. Reconnaissance visuelle et Astéréognosie

Matériel : clé, tasse, ciseaux, briquet, crayon, montre.

Cette épreuve permet d'évaluer la reconnaissance dans les modalités visuelle et tactile. Elle met ainsi en évidence une éventuelle agnosie visuelle et/ou une astéréognosie. Le score maximal s'élève à deux fois 3 points, pour chacune des deux modalités.

18. Jugement sémantique: recherche d'intrus

Matériel : 2 planches A4, format paysage.

Cette épreuve permet de tester les capacités d'exploration et d'analyse visuelle et sémantique du sujet. Cependant les éléments intrus étant situés au centre des feuilles A4, les effets d'une possible négligence sont limités.

19. Perception des couleurs

Matériel : 8 paires de jetons de couleur, dessins prototypique sur 1 planche A4, format paysage.

Cette épreuve permet d'évaluer la perception des couleurs chez le sujet. Elle est composée de 3 sous parties, la première étape consiste à désigner la couleur correspondante à celle que l'examineur demande. La seconde consiste à replacer les couleurs sur le dessin le plus adapté de la planche. Enfin, l'examineur demandera au sujet d'apparier les couleurs restantes : le score maximal est de 21 points.

- 1 point par appariement correct.
- 1 point par couleur correctement désignée
- 1 point par couleur correctement associé au dessin prototypique

20. Appariement de visages identiques

Matériel : 2 planches A4, format paysage comprenant chacun item-cible: 1 visage d'homme et 1 visage de femme. 2 planches A4, format paysage comprenant les 4 distracteurs du même sexe que l'item-cible.

Cette épreuve permet d'évaluer la reconnaissance différée des visages. Elle peut ainsi mettre en évidence une éventuelle prosopagnosie. Elle a été créée de façon à ce qu'il n'y ait aucun distracteur (cheveux, accessoires), les visages sont donc cadrés de près. Le premier item-cible est présenté au sujet. Celui-ci doit le mémoriser puis le retrouver parmi 4 distracteurs du même sexe. Le score maximal s'élève à 2 points. (Cf Annexe L, Figure 12)

21. Reconnaissance de visages célèbres

Matériel : 8 planches A4, format paysage, de visages célèbres. 4 visages célèbres français ainsi que 4 visages célèbres américains.

Cette épreuve permet d'évaluer la prosopagnosie. Le sujet doit reconnaître les 8 visages connus qui lui sont présentés. S'il ne connaît pas le nom de ces personnalités, on attend de lui qu'il donne au moins l'activité exercée ou tout autre caractéristique.

A. Épreuves annexes au bilan neurovisuel

1. La Figure de Rey

Le test de la figure complexe de Rey est un test créé en 1942. Il consiste à copier puis à reproduire de mémoire un tracé géométrique complexe. Dans un premier temps, le patient doit recopier la figure proposée le plus rapidement possible sans oublier de détails. Ainsi nous pouvons évaluer l'analyse visuelle et les capacités visuo-constructives. S'ensuit un délai de 3 min durant lesquelles une tâche autre que visuelle est proposée. Enfin, à la suite de ce délai, le patient doit reproduire la figure de mémoire, sans avoir été prévenu auparavant.

Pour cette épreuve, le score est de 36 points en copie et à nouveau 36 points de mémoire si aucun détail ne manque. Pour une évaluation qualitative, nous relevons le temps d'exécution dans les deux modalités et la stratégie utilisée en copie. (Cf Annexe M, Figure 13)

2. Quotient autistique

L'adaptation française du Quotient Autistique, mis au point par S. Baron-Cohen en 2006, a été proposée à l'ensemble des sujets de notre étude. Il comporte 50 questions. Il permet d'obtenir un score global, le quotient autistique, ainsi que des sous-scores regroupant les habiletés sociales, l'attention partagée, la communication, l'imagination et l'attention aux détails. Un score dépassant le seuil de 26 correspond à un risque élevé de trouble du spectre autistique. Ce test a été utilisé dans cette étude comme un simple indicateur, car il n'a aucune valeur diagnostique (Cf Annexe N, Figure 14)

3. Minimal Mental State

Ce test, extrait du GRECO, permet d'évaluer simplement et rapidement l'orientation spatio-temporelle, les capacités mnésiques et cognitives des patients. Le score maximal de ce test est de 30 et un score inférieur à 24 est considéré comme anormal et montrant un risque de démence. Ainsi, les sujets ayant un score égal ou inférieur à 24 ont été écartés de l'étude. (Cf Annexe O, Figure 15)

4. Questionnaire d'Edinburgh

Ce questionnaire permet d'évaluer la dominance manuelle des sujets. Il s'agit de répondre à 10 questions de latéralité dans des situations du quotidien. Le quotient est ensuite calculé de la façon suivante : $D-G/D+G*100$, ce qui donne un pourcentage de latéralité. (Cf Annexe P, Figure 16)

B. Tâche expérimentale informatisée

1. Matériel

Notre étude informatisée est réalisée sous le logiciel Eprime, installé sur un ordinateur de la marque Dell. Cette tâche informatisée est dérivée de l'étude Mermillod et al., menée à l'université de Grenoble, portant sur le syndrome de Gilles de la Tourette et les liens avec le traitement des émotions. (Mermillod et al, 2013) (59)

2. Stimuli

La tâche informatisée porte sur la catégorisation des émotions à travers des expressions faciales. Celle-ci est réalisée avec les mêmes visages de 4 hommes et de 4 femmes pour toutes les émotions présentées. On distingue 2 blocs (temps de présentation des stimuli) et 2 sous blocs (émotions) dans cette tâche que nous avons faite passer de façon aléatoire :

	100ms	200ms
Joie vs Colère	Joie vs Colère-100ms	Joie vs Colère-200ms
Peur vs Neutre	Peur vs Neutre-100ms	Peur vs Neutre-200ms

Chaque stimuli est proposé sous différents filtres, ainsi il apparaît non filtré (BFS), en basse fréquences spatiale (LFS < 6 cycles/images : vision globale), et en haute fréquence spatiale (HFS > 24 cycles/images : vision du détail). 48 visages sont ainsi exposés par blocs. On retrouve 8 visages différents exprimant une émotion sous 3 filtres différents, de même pour l'émotion contraire. (Annexe Q, Figure 17)

3. Procédure

Les sujets sont placés dans un milieu calme et éclairé à 1 mètre de l'écran d'ordinateur. La consigne leur est alors présentée et commentée par l'examineur. Deux essais sont ensuite proposés au sujet avant de commencer les 48 stimuli-tests. Pour commencer et passer au visage suivant, le sujet doit appuyer sur la barre espace, apparaît alors une croix de fixation présentée à 500ms, suivie d'un visage présenté à 200ms ou 100ms selon le bloc choisi. Après chaque visage apparaît un masque pour d'éviter une persistance rétinienne. Le sujet doit alors appuyer sur la touche du clavier correspondant à l'émotion présentée. Afin d'alléger la mémoire de travail la consigne apparaît après chaque stimuli, associant une couleur à une émotion. De même les deux émotions sont représentées par des gommettes de couleurs situées sur deux touches du clavier.

IV. Présentation et analyse des résultats

Afin de comparer les résultats entre les groupes, nous avons dû faire un choix sur les variables à analyser :

- Les résultats du bilan neurovisuel et des tâches annexes (MMSE, QA, QE).
- Les temps de réaction à la tâche expérimentale présentée à 100 ms puis 200 ms (TR).
- Les liens entre les scores globaux du bilan neurovisuel et les résultats à la tâche expérimentale.
- Les liens entre les scores du QA et les résultats globaux du bilan neurovisuel.
- Les liens entre les scores du QA et les résultats à la tâche expérimentale.

A. Bilan neurovisuel

Pour les performances au bilan neurovisuel et aux tâches annexes le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé. Les résultats ont ensuite subi des comparaisons par paires suivant la procédure de Steel-Daws-Critchlow-Fligner qui est un test bilatéral.

De manière descriptive, on observe que les sujets contrôles obtiennent de meilleurs résultats que les sujets TNV et TSA aux différentes épreuves du bilan neurovisuel. (Cf Annexe R, tableau 18)

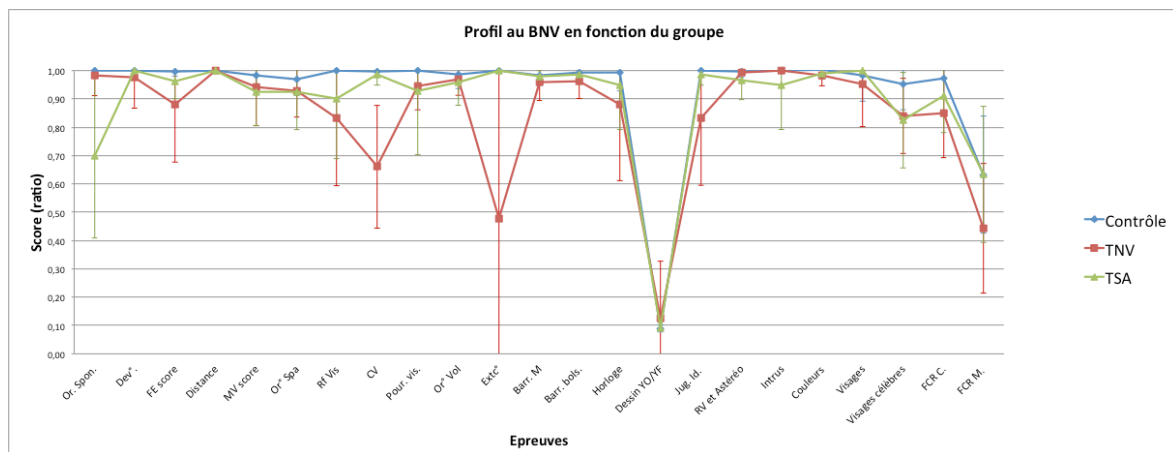


Figure 23 : Profil au BNV selon le groupe

1. Tâches pré-tests

Les scores à la tâche d'orientation spontanée du regard mettent en évidence un effet significatif ($p < .01$) entre les sujets contrôles et TSA (respectivement : $m=3 \pm 0$ et $m=2,1 \pm 0,8$) et entre les sujets TNV et TSA (respectivement : $m=2,9 \pm 0,2$ et $m=2,1 \pm 0,8$), dans le sens de meilleures performances de contrôles sur les TNV ainsi que de meilleures performances des TNV sur les TSA.

En ce qui concerne l'épreuve de lecture, on retrouve un effet significatif ($p < .001$) entre les sujets contrôles ($m=2 \pm 0$) et les sujets TNV et TSA (respectivement : $m=2,8 \pm 1,9$ et $m=2,1 \pm 0,3$), allant dans le sens de meilleures performances de sujets contrôles.

2. Tâches du champ visuel et de la poursuite visuelle

Comme attendu pour l'évaluation du champ visuel, on remarque un effet significatif ($p < .01$) du groupe dans le sens de faibles performances pour les TNV ($m=5,3 \pm 1,7$) par rapport aux sujets contrôles et TSA (respectivement : $m=8 \pm 0,1$ et $m=7,9 \pm 0,3$).

De même, on note un effet significatif ($p < .05$) du groupe pour le score à l'épreuve de la poursuite visuelle dans le sens de meilleures performances chez les sujets contrôles ($m=7 \pm 0$) par rapport aux sujets TNV et TSA (respectivement : ($m=6,6 \pm 0,5$ et $m=6,5 \pm 1,6$). On remarque surtout qu'au niveau de la poursuite visuelle, les groupes TNV et TSA ne diffèrent pas significativement entre eux ($p = .47,7$).

On retrouve également un effet significatif ($p < .01$) du groupe sur le score à l'épreuve de l'extinction entre les contrôles ($m=1 \pm 0$) et les sujets TNV ($m=0,5 \pm 0,5$), les résultats

allant dans le sens de meilleures performances pour les sujets contrôles. On remarque également un effet significatif ($p > .05$) du groupe entre les TSA et les TNV, allant dans le sens de meilleures performances de la part des sujets TSA ($m=1 \pm 0$).

Enfin, en ce qui concerne l'épreuve des réflexes visuels, on note un effet significatif ($p < .05$) de groupe dans le sens de faibles performances des sujets TNV et TSA (respectivement : $m=1,7 \pm 0,5$ et $m=1,8 \pm 0,4$) par rapport aux sujets contrôles ($m=2,1 \pm 0,7$).

3. Tâches de la mémoire visuelle et de l'orientation spatiale

On ne retrouve pas de différence significative ($p = 0,23$) du groupe en ce qui concerne l'épreuve de mémoire visuelle (EVA) entre les contrôles et les sujets TNV, contrairement à ce qui avait été observé dans le mémoire précédent. Il en est de même pour l'épreuve d'orientation spatiale.

4. Tâche des figures enchevêtrées

L'épreuve des figures enchevêtrées présente des différences significatives ($p < .05$) entre les groupes. En effet les sujets contrôles obtiennent de meilleurs scores ($m=11 \pm 0,2$) que les sujets TNV et TSA (respectivement : $m=9,7 \pm 2,2$ et $m=10,6 \pm 0,7$). Ainsi que des temps significativement différents ($p < .01$) entre contrôles ($m=22,7 \pm 13,3$) et groupes TNV et TSA (respectivement : $m=79 \pm 52,5$ et $m=37,2 \pm 28,2$), allant dans le sens d'une réalisation plus rapide de l'épreuve de la part des sujets contrôles. On remarque également une différence significative ($p < .05$) de groupe, allant dans le sens d'une réalisation plus rapide de la part des sujets TSA que des TNV.

5. Tâches de barrage

Concernant le temps de réalisation pour l'épreuve de barrage des M, une différence significative ($p < .05$) est identifiée entre sujets contrôles ($m=60,4 \pm 20,8$) et TNV ($m=94,8 \pm 52,2$), allant dans le sens de performances plus rapides de la part des contrôles. En revanche, les scores bruts ne mettent pas en évidence de différences significatives entre les groupes.

Les scores bruts de l'épreuve de barrage des bols montrent un effet significatif ($p < .05$) entre les sujets contrôles ($m=34,8 \pm 0,5$) et les sujets TNV ($m=33,7 \pm 2,2$), allant dans le sens de meilleures performances des contrôles. De même le temps de réalisation pour cette

épreuve montre encore une fois que le groupe contrôle ($m=70,8 \pm 30,7$) diffère significativement ($p < .001$) du groupe TNV ($m=146,3 \pm 124,7$).

Comme attendu, on retrouve une réalisation plus rapide de la part des TSA ($m=92,3 \pm 41,5$) comparée aux TNV ($m=146,3 \pm 124,7$), toutefois cet effet n'est pas significatif.

6. Tâches de l'horloge et de la bissection de lignes

On relève des différences significatives ($p < .05$) en terme de scores bruts et de temps de réalisation de la tâche, entre les sujets contrôles (score brut : $m=2 \pm 0,1$ et temps : $m=31,5 \pm 28,7$) et les TNV (score brut : $m=1,8 \pm 0,5$ et temps : $m=51,8 \pm 39,1$). Les TSA ne diffèrent pas significativement des deux autres populations.

La tâche de bissection de lignes de 20cm ne montre pas de différence significative en terme de scores bruts. En revanche la tâche de bissection de lignes de 5cm montre un effet significatif ($p < .01$) entre les sujets contrôles ($m=-0,008 \pm 0,4$) et les TSA ($m=-0,5 \pm 0,8$), allant dans le sens d'un biais vers la gauche plus marqué chez les sujets TSA que chez les sujets contrôles.

7. Tâches de jugement d'identité et de reconnaissance d'intrus

On remarque que dans l'épreuve de jugement d'identité, les sujets contrôles ($m=8 \pm 0$) diffèrent significativement ($p < .001$) des sujets TNV et TSA (respectivement : $m=6,7 \pm 1,9$ et $m=7,9 \pm 0,3$), allant dans le sens de meilleures performances chez les sujets contrôles pour la discrimination entre animaux et chimères.

Les scores à l'épreuve de recherche d'intrus montrent un effet significatif ($p < .05$) entre les sujets contrôles ($m=6 \pm 0$) et les sujets TSA ($m=5,7 \pm 0,9$), allant dans le sens de meilleures performances des contrôles.

8. Tâches de reconnaissance visuelle et d'astéréognosie

Dans cette épreuve, un effet significatif du groupe ($p < .05$) est retrouvé. L'effet montre de meilleures performances de sujets contrôles ($m=6 \pm 0,1$) par rapport aux sujets TSA ($m=5,8 \pm 0,4$).

9. Tâche de perception des couleurs

Les résultats de cette épreuve mettent en évidence un effet significatif ($p < .05$) du groupe. Les sujets contrôles se montrent plus performants ($m=21 \pm 0,3$) que les sujets TNV et TSA (respectivement : $m=20,7 \pm 0,8$ et $m=20,8 \pm 0,4$) à cette épreuve. On remarque aussi, que les sujets TNV et TSA ne diffèrent pas significativement ($p = 0,99$).

10. Tâche de reconnaissance de visages célèbres

Comme pour la tâche de perception des couleurs, les scores à cette épreuve montre une différence significative ($p < .05$) entre les sujets contrôles ($m=7,6 \pm 0,7$) et les TNV et TSA (respectivement : $m=6,7 \pm 1$ et $m=6,6 \pm 1,4$). On remarque que les sujets entre TNV et TSA ne diffèrent pas significativement ($p = .98$).

B. Épreuves annexes

1. Analyse statistique des résultats de la Figure complexe de Rey

a. Type de copie

L'analyse des types de copies des sujets, réalisée avec le test de Kruskal-Wallis ne met pas en avant d'effet significatif entre les groupes.

b. Tâche de copie

Concernant les scores bruts, le test de Kruskal-Wallis met en avant les résultats :

- un effet significatif de la population ($p < .001$) : les sujets contrôles présentent des scores significativement meilleurs ($m=35 \pm 2,6$) que les sujets TNV ($m=30,6 \pm 5,7$).
- Malgré de meilleures performances des sujets TSA ($m=32,9 \pm 4,7$) comparées aux sujets TNV ($m=30,6 \pm 5,7$), l'ANOVA ne montre pas de différence significative entre les deux groupes.

Au niveau du temps de réalisation de la tâche, les sujets TNV ($m=158,4 \pm 55,8$) obtiennent des temps de réaction plus longs que les sujets contrôles ($m=150,8 \pm 50,6$) et TSA ($m=222,1 \pm 169,7$), toutefois cet effet n'est pas significatif.

c. Tâche de rappel

Concernant les scores bruts, le test de Kruskal-Wallis met en avant les résultats suivants :

- un effet significatif de la population ($p < .05$) : les sujets contrôles présentent des scores significativement meilleurs ($m=22,1 \pm 7,2$) que les sujets TNV ($m=15,5 \pm 8$).

Au niveau du temps de réalisation de la tâche, les sujets TNV obtiennent des temps de réaction plus longs ($m= 160 \pm 61,7$) que les sujets contrôles ($m=136,7 \pm 49,7$) et TSA ($m=113,7 \pm 41,2$), toutefois cet effet n'est pas significatif.

2. Analyse statistique du Quotient Autistique

L'analyse du quotient autistique réalisée avec le test de Kruskal-Wallis met en évidence les résultats suivants :

- un effet significatif de la population ($p < .001$) : les sujets contrôles obtiennent un quotient moins élevé ($m=15,5 \pm 6$) que les sujets TSA ($m=31,8 \pm 11,2$).

- un effet significatif de population ($p < .05$) : les sujets TNV obtiennent un quotient moins élevé ($m=17,7 \pm 6,6$) que les sujets TSA ($m=31,8 \pm 11,2$).

- concernant le sous-score attention aux détails, on retrouve un effet significatif du groupe ($p < .05$) : les sujets contrôles obtiennent de plus faibles scores ($m=4,1 \pm 1,9$) que les sujets TSA ($m=6,5 \pm 2,9$) à cette épreuve. En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les sujets TSA et TNV ($p = .43$).

Comme attendu, les sujets TSA obtiennent un score plus élevé à cette épreuve comparés aux sujets contrôles et TNV.

Au vue des résultats du Q.A. on pourrait penser que les sujets TNV ont des risques de traits autistiques, puisqu'ils représentent 14% de cette population se situant au-dessus du seuil de risque de développer des traits autistiques, comparés aux sujets TSA qui en représentent 78%. Toutefois, il est important de rappeler que le Q.A. est biaisé par le sous-score concernant les questions visuelles (attention aux détails) qui se trouve très chuté chez les TNV, comme chez les TSA. Ceci impacte alors certaines fonctions qui font elles-mêmes appel à la fonction visuelle telle la communication, l'imagination, etc. Ainsi les TNV paraissent présenter des traits autistiques alors qu'en réalité, leur quotient est plus élevé à cause des questions visuelles.

3. Analyse statistique du Minimal Mental State

Les tests de Kruskal-Wallis montrent une différence significative ($p < .05$) entre les groupes contrôles et TNV (respectivement : $m=29,5 \pm 0,7$ et $m=28,5 \pm 1,2$), allant dans le sens de meilleures performances de la part des contrôles. Selon l'ANAES, le seuil critique à cette épreuve est de 24, ce qui n'a pas posé de problème en terme d'inclusion des sujets à notre protocole.

4. Synthèse du Bilan Neurovisuel

Les résultats du bilan neurovisuel et des épreuves annexes, révèlent un effet du groupe qui s'exprime par des différences significatives entre les sujets contrôles et les deux autres groupes. Ainsi, les sujets contrôles obtiennent de meilleurs scores et des temps de réalisation plus courts que les deux autres populations.

On retrouve des atypicités de la fonction visuelle chez les TSA comme chez les TNV qui ne diffèrent pas significativement dans l'épreuve des réflexes visuels (réflexe photomoteur et clignement à la menace), l'épreuve de la fixation et de la poursuite visuelle, l'épreuve des figures enchevêtrées, l'épreuve de la reconnaissance de couleurs et surtout l'épreuve de reconnaissance de visages célèbres. Cette dernière épreuve peut laisser penser que les sujets TNV et TSA traiteraient de la même manière les visages.

Concernant la figure de Rey, les performances des contrôles sont meilleures que les deux autres populations, en copie et en rappel. A l'inverse, les plus faibles performances sont retrouvées chez les sujets TNV.

Enfin, au Quotient Autistique, les TSA et TNV obtiennent des sous-scores « attention aux détails » voisins. De ce résultat, nous pouvons déduire que le comportement visuel des personnes avec autisme et des personnes avec trouble neurovisuel présenterait des similitudes.

C. Tâche expérimentale

Afin d'obtenir une répartition suivant la loi Normale (test de Kolmogorov-Smirnov) et dans le but d'homogénéiser les variances et de normaliser les résultats (vérifié par le test de Levene), nous avons utilisé des transformations logarithmiques des temps de réaction moyens (TR). Les résultats ont été analysés par une analyse de variance (ANOVA) et suivi d'un test post-hoc quand nécessaire

Pour les analyses statistiques de la précision des réponses et des temps de réaction, seules les réponses correctes ont permis de calculer les TR. Les temps de réaction inférieurs à 140ms et supérieurs à 1500ms ont été exclus pour l'analyse des données. Lors des tests, les facteurs suivants ont été pris en compte : la population (contrôles, TNV, TSA); le genre du stimulus (image d'homme ou de femme); le type d'émotion (colère/joie ou peur/neutre); la durée de présentation (100 ms / 200 ms) et enfin le type de fréquence spatiale (LSF/BSF/HSF).

1. Analyse statistique des Réponses Correctes (RC) à la tâche de catégorisation

Le test de Kruskal-Wallis met en évidence les résultats suivants (%RC par rapport au temps de présentation) :

- A 100 ms, les sujets contrôles ($m=0,96 \pm 0,04$) diffèrent significativement ($p < .01$) uniquement des sujets TNV ($m=0,89 \pm 0,11$) pour la présentation du stimulus en basses fréquences spatiales.

- A 200 ms, les sujets contrôles ($m=0,98 \pm 0,03$) diffèrent significativement ($p < .001$) des sujets TNV et des sujets TSA (respectivement : $m=0,88 \pm 0,13$ et $m=0,87 \pm 0,14$). On remarque que ces deux derniers groupes ne diffèrent pas significativement entre eux.

De manière descriptive, les sujets contrôles ont de meilleurs %RC ($m=0,99 \pm 0,03$) aux stimuli en hautes fréquences spatiales (HSF) que les sujets TNV et TSA, toutefois on ne peut pas mettre en avant une différence significative ($p=.06$).

On retrouve une similarité de traitement dans les %RC à 100 ms chez les sujets TNV et TSA (respectivement : $m=0,97 \pm 0,07$ et $m=0,97 \pm 0,04$) pour les stimuli en HSF.

En général, nous observons de meilleurs résultats chez les contrôles ($m=0,98 \pm 0,01$), on note aussi, et surtout des performances proches entre TNV et TSA (respectivement : $m=0,93 \pm 0,07$ et $m=0,94 \pm 0,06$) (Cf Annexe S, figure 19). Le test de Kruskal-Wallis ne montre pas de différence significative entre ces deux groupes.

Globalement, on observe un effet de fréquence spatiale tous groupes confondus, les basses fréquences spatiales (LSF) étant les moins bien reconnues (RC=90%) que les hautes fréquences spatiales (HSF) et les images non filtrées (BSF) (RC=97%).

2. Analyse statistique des Temps de Réaction (TR) à la tâche de catégorisation

L'analyse des variances pratiquée sur les TR met en avant les résultats suivants :

- un effet significatif ($p < .05$) du groupe: les sujets contrôles présentent des TR plus courts que les sujets TNV et ce, dans chaque modalité de la tâche informatisée. (Cf Annexe U, figure 21)

Malgré des TR plus courts des contrôles par rapport aux sujets TSA, les résultats ne diffèrent pas significativement. En revanche, on remarque que les sujets TNV et TSA ne sont quasiment pas dissociables en terme de TR à 200 ms mais, à 100 ms, les TNV ont de meilleurs TR que les TSA, toutefois, cette différence n'est pas significative.

Pour chacun des groupes, nous retrouvons la même progression des TR suivant la fréquence spatiale proposée : $BSF > HSF > LSF$. On n'observe pas d'interaction fréquences/groupe, toutefois il est intéressant de remarquer qu'à 100 ms et à 200 ms, et même en LSF, les TNV et TSA ne diffèrent pas significativement entre eux. (Cf Annexe V, figure 22)

D. Corrélations entre les résultats

1. Analyse statistique des corrélations : BNV et tâche expérimentale

L'analyse réalisée grâce au Spearman met en évidence les résultats suivants :

- une corrélation entre la réussite au BNV et le temps de réaction à la tâche informatisée. Cette corrélation positive montre que plus les sujets, tous groupes confondus ont de bonnes performances temporelles au BNV, plus ils sont rapides à la tâche de catégorisation des émotions et ce, dans toutes les modalités de stimulus. Toutefois, nous n'avons pas fait d'analyses pour observer d'éventuelles différences significatives entre les groupes.

2. Analyse statistique des corrélations : Q.A. et BNV

L'analyse réalisée grâce au test de Spearman met en évidence les résultats suivants :

- Une corrélation négative entre le Q.A. et l'orientation spontanée, tous groupes confondus. Ainsi, plus le Q.A. est élevé, plus les résultats à l'épreuve d'orientation spontanée sont faibles ($r = - 0,37$).

- Une corrélation négative entre le Q.A. et la FCR en copie ainsi qu'en mémoire, tous groupes confondus. Ainsi, plus le Q.A. est élevé, plus les résultats en copie et en mémoire sont chutés (respectivement : $r = -0,31$ et $r = -0,28$).
- Une corrélation négative entre le Q.A. et le MMS, tous groupes confondus. Ainsi, plus le Q.A. est élevé, plus les scores du MMS sont faibles ($r = -0,23$).

3. Analyse statistique des corrélations : Q.A. et tâche expérimentale

L'analyse réalisée grâce au test de Spearman met en évidence le résultat suivant :

- Une corrélation négative entre le Q.A. et le pourcentage de réponses aux images présentées en Hautes Fréquences Spatiales chez les sujets TNV. Ainsi, plus le Q.A. est élevé, plus le pourcentage de réponses correctes aux images en HSF est réduit ($r = -0,54$).
- Une corrélation négative entre le Q.A. et le pourcentage de réponses aux images présentées en Hautes Fréquences Spatiales chez les sujets TSA. Ainsi, plus le Q.A. est élevé, plus le pourcentage de réponses correctes aux images en HSF est réduit ($r = -0,52$).

4. Synthèse de la tâche expérimentale et des corrélations entre les résultats

Globalement, la tâche expérimentale fait ressortir des compétences plus lentes et moins performantes des sujets TNV comparées aux sujets contrôles et ce, quels que soient l'émotion, la fréquence spatiale et le temps de présentation. En revanche, on remarque des compétences significativement plus lentes et moins performantes des sujets TSA comparées aux sujets contrôles surtout lorsque les stimuli sont présentés à 200 ms. Suite à des analyses à posteriori, et en retirant des sujets hors-normes de l'étude, il apparaît que les sujets contrôles obtiennent des performances significativement meilleures que les sujets TNV et TSA (RT et %RC) à 100 ms et à 200 ms.

Enfin, on retrouve des corrélations entre les résultats du BNV et la tâche informatisée ainsi qu'entre les résultats du Q.A et du BNV, puis du Q.A. et de la tâche informatisée. Cette dernière corrélation montre qu'il est important de prendre en compte les sous-scores visuels du QA car ils authentifient un comportement visuel similaire des TNV et TSA.

V. Discussion

Appuyée par la littérature et les mémoires précédents, notre première hypothèse postulait l'existence de similarités dans le traitement visuel chez les personnes avec autisme et les personnes avec un trouble neurovisuel. En effet, des « anomalies subtiles de la fonction oculomotrice et de la fonction visuelle » (Chokron et al, 2014) (23) et « une certaine atypicité du traitement visuel de bas niveau » (Motttron, 2004) (60) sont décrites dans l'autisme. Celles-ci devaient être mises en évidence lors du bilan neurovisuel. Comme attendu, tout au long des épreuves, les TNV et les TSA obtiennent de moins bons scores que le groupe des sujets contrôles, signe d'atypicités du traitement visuel. En détaillant davantage, nous relevons qu'aux épreuves de poursuite visuelle, extinction visuelle, réflexes visuels, perception des couleurs et reconnaissance de visages célèbres, les sujets autistes et les sujets avec un trouble neurovisuel obtiennent des résultats qui ne diffèrent pas significativement. De même, aux épreuves de barrages, les TSA sont quasiment aussi rapides que les TNV mais leur performance reste inférieure à celle des contrôles. Grâce à ces épreuves, nous remarquons que les sujets TSA présentent des atypicités visuelles puisque leurs scores sont significativement moins bons que ceux des contrôles dans quasiment toutes les tâches. De plus, nous relevons, pour un nombre non négligeable d'épreuves, des similitudes entre la population neurovisuelle et la population autiste. Finalement, les résultats du bilan neurovisuel rapprochent les autistes des sujets neurovisuels.

Or, comme nous l'avons vu dans la partie théorique, la fonction visuelle n'est pas testée de façon systématique en amont des tâches expérimentales, même quand celles-ci sont visuelles. Par ailleurs, les sujets autistes ne sont quasiment jamais comparés aux sujets neurovisuels ou malvoyants. (Chokron et Zalla, 2014) (23)

Notre seconde hypothèse postulait l'existence d'un quotient autistique chez les TNV plus élevé que pour les sujets contrôles, les rapprochant ainsi des profils autistiques. En effet, des anomalies de la perception, de la construction et de l'utilisation de la reconnaissance des informations sensorielles interviendraient dans l'émergence du spectre autistique (Tardif, 2010) (75). Comme attendu, nous notons une différence significative entre les contrôles et les TSA mais également entre les contrôles et les TNV, le Q.A du groupe contrôle étant moins élevé. Un seuil supérieur à 26 interpellait sur le risque d'autisme. Or, même si la différence de quotient entre les sujets TNV et TSA est non-

négligeable, nous relevons chez les sujets TNV, 14% de sujets au-dessus du seuil de risque de TSA pour 78% chez les sujets TSA. En théorie, on pourrait penser que les sujets TNV ont des risques de traits autistiques, mais chez l'adulte hémianopsique l'hypothèse la plus probable est que le quotient autistique est biaisé par les sous scores concernant les questions visuelles, ce qui impacterait sur les autres questions de type communication, imagination et habiletés sociales. Ainsi, la validité du Q.A. pourrait être remise en cause chez les autistes qui présentent également des anomalies de la fonction visuelle et il serait sans doute intéressant d'examiner les sous-scores du Q.A. chez les patients présentant un score supérieur à la note seuil.

Notre troisième hypothèse postulait l'existence de performances plus rapides des sujets contrôles à la tâche de catégorisation des émotions quel que soit le temps de présentation (100 ms ou 200 ms). En effet, plusieurs études relèvent des difficultés de reconnaissance des émotions faciales dans le syndrome autistique. (Hobson, 1986) (45) (Labruyère et Hubert, 2009) (51) (Meaux et al, 2010) (57). Ainsi, nous retrouvons de façon descriptive un ralentissement des TSA et TNV au cours de cette tâche de catégorisation mais pas significativement. Toutefois, en ôtant les sujets « hors norme » des analyses, nous retrouvons une différence de vitesse significative entre les groupes : les contrôles sont plus rapides que les TSA et TNV lors de cette tâche (Cf Annexe T, figure 20). Finalement, la reconnaissance des émotions faciales est plus longue pour les TNV et les TSA que pour les contrôles. Pour les patients neurovisuels, leurs troubles les empêchent de traiter correctement le stimulus émotionnel. Or, la similarité des résultats des TSA et des TNV nous oriente vers une cause neurovisuelle du traitement atypique des émotions faciales dans l'autisme. Aussi, sans le label de chaque groupe, il serait impossible de différencier les sujets TNV des sujets TSA pour les LSF et les HSF, sauf peut être par la variabilité des résultats. Encore une fois, on remarque des similitudes de traitement des fréquences spatiales entre ces deux groupes. Cette hypothèse devrait être testée de manière plus approfondie dans des études ultérieures, afin de caractériser les TNV des TSA, ainsi que leur rôle dans leurs troubles communs de l'interaction sociale décrits chez ces sujets.

Notre quatrième hypothèse postulait l'existence de scores plus rapides des sujets contrôles lors de la présentation d'émotions faciales non-filtrées et d'émotions faciales en basses fréquences spatiales que lors des autres modalités de présentation. En effet, selon nos lectures, les normotypiques seraient plus performants dans le traitement global (LSF) du stimulus visuel tandis que les personnes avec autisme seraient plus performantes dans le

traitement local (HSF) (Bakroon, 2016) (4). Le décodage des émotions faciales suivrait cette logique (Meaux et al, 2010) (57) Or, les résultats révèlent des temps de réactions plus courts en basses fréquences spatiales qu'en hautes fréquences spatiales, eux-mêmes plus courts qu'en fréquences non filtrées. Du point de vue « vitesse de traitement », les modalités de présentation des émotions faciales n'induisent pas de différences entre les groupes. Pour tous, les hautes fréquences spatiales sont reconnues plus rapidement que les basses fréquences spatiales. Ainsi, notre quatrième hypothèse n'est pas validée, mais cela peut être dû à la mise au point des stimuli et devrait être vérifié.

Comme vu dans l'hypothèse précédente, la littérature met en évidence de meilleures performances chez les personnes avec autisme à décoder les HSF, qui correspondent aux détails d'une image, que les LSF qui caractérisent les informations globales d'une même image. Pour les temps de réaction, aucune différence n'était apparue entre les trois groupes. Ainsi, on s'attend à ce que les sujets autistes soient plus performants pour la reconnaissance de visage en HSF, du fait de leur spécialisation pour le traitement local. Les résultats de nos épreuves confirment la supériorité des TSA dans le traitement des hautes fréquences spatiales (vs basse fréquences spatiale). Toutefois, cette supériorité est retrouvée de manière non significative dans les trois groupes. Pour ce traitement des HSF, les sujets contrôles sont légèrement plus performants mais cet avantage n'est pas significatif et les scores des TNV et TSA sont similaires. Les TSA ont donc une supériorité du traitement local et cette supériorité est la même que pour les TNV. Concernant le traitement des LSF, nous retrouvons une meilleure efficacité des sujets contrôles que les TNV et les TSA dont les résultats sont quasi similaires. Finalement, le traitement global des émotions faciales chez les populations autiste et neurovisuelle serait moins efficace que la norme. Pour conclure, lors du décodage visuel des émotions faciales, les sujets autistes privilégieraient le traitement local (HSF), similaire à la norme et au TNV, ce qui soulève à nouveau la question de la similitude entre les deux groupes (TNV et TSA). Leur traitement global serait déficient comme celui des TNV. Notre cinquième hypothèse se trouve donc validée.

Comme pour notre cinquième hypothèse, on ne retrouve pas de meilleures performances des TSA par rapport aux contrôles en ce qui concerne les stimuli en hautes fréquences spatiales. En effet, nous nous attendions à observer un effet d'interaction montrant une supériorité des TSA pour les hautes fréquences spatiales comme décrit dans

la littérature (Mottron, 2004) (60), or nos résultats montrent une interaction non significative. Notre sixième hypothèse se trouve donc invalidée.

Notre septième hypothèse postulait l'existence de TR plus rapides chez la population contrôle que chez les deux autres populations. Dans un premier temps, on retrouve des résultats non significatifs ($F(2, 68) = 0.09, p=.94$). Cependant, les résultats ayant subi des modifications à posteriori, en retirant des sujets hors normes, il existe un effet significatif du groupe sur les TR, dans le sens de réponses plus rapides de la part des contrôles (Cf Annexe T, figure 20). Cependant, dans des études ultérieures, il serait nécessaire de comparer les variances plutôt que les moyennes. Notre hypothèse se trouve donc validée.

Notre huitième hypothèse postulait l'existence de meilleurs TR chez les sujets TNV que TSA pour la tâche expérimentale présentée à 100 ms, du fait de meilleures capacités implicites chez ces premiers. Les résultats obtenus ne permettent pas de mettre en évidence ces propos, l'effet n'étant pas significatif. Cependant, on ne remarque pas d'effet significatif des deux groupes par rapport aux résultats en HSF, ce qui impliquerait un traitement similaire des hautes fréquences spatiales chez les autistes et chez les sujets TNV à 100 ms. Il serait intéressant de faire cette même expérience avec des temps de présentation plus courts afin de rendre le traitement des stimuli non-conscient.

Nos deux dernières hypothèses postulaient la présence de corrélations significatives entre Q.A. et traitement visuel des émotions faciales. Les résultats montrent en effet que, plus le score au Q.A. est élevé plus le traitement des HSF pour les sujets TNV et TSA semble compliqué (%RC). Néanmoins, il existe un effet de la latéralisation chez les patients HLH sur le traitement des fréquences spatiales (Cazévia et al, 2010, 2015) (15, 16) (Perez et al, 2013) (64) avec un traitement des hautes fréquences spatiales altéré chez les patients porteurs d'une hémianopsie latérale homonyme droite (cérébro-lésés gauche) et un troubles à traiter les basses fréquences spatiales chez les patients porteurs d'une hémianopsie latérale homonyme gauche (cérébro-lésés droit), il serait intéressant d'analyser l'interaction du côté de la lésion de la fréquence spatiale testée. Ainsi, ces corrélations vont dans le sens de l'hypothèse huit, qui émettait déjà des résultats rapprochant ces deux populations en terme de traitement des hautes fréquences. Ces résultats valident donc notre neuvième hypothèse selon laquelle les sujets TNV ayant un Q.A. élevé auraient un comportement de traitement des émotions proche de celui des TSA.

En revanche, aucune corrélation ne permet de valider notre dernière hypothèse selon laquelle les sujets TNV ayant un Q.A. faible auraient un comportement de traitement des émotions proche de celui des contrôles.

Au vue des résultats de notre protocole et en les comparant à ceux retrouvés l'année dernière, nous pouvons avancer l'hypothèse que la tâche informatisée de catégorisation d'émotions semble plus sensible chez l'enfant en terme de TR et de %RC. En effet, les performances concernant le traitement des émotions augmentent avec l'âge et la maturation cérébrale se poursuit pendant l'adolescence (Herba, et al. 2006 ; Thomas, et al. 2007 cités dans Brisot-Dubois, 2012) (11).

De plus, les analyses montrent que les TNV et TSA paraissent parfois indissociables. De même, on remarque souvent des différences non significatives en terme de TR et %RC. Il serait intéressant de faire d'autres analyses sur la variabilité des performances des TSA et des TNV (hiérarchisation des données), afin de voir plus en détails les différences et similitudes entre ces deux groupes.

Enfin, notre protocole s'étend sur une population réduite et hétérogène, notamment en terme de TSA. On pourrait donc avancer que le temps de réaction en fonction des groupes serait significativement différent si on augmentait le nombre de sujets TSA et si on les choisissait selon une population davantage homogène.

Limites et critiques de l'étude

Certains facteurs peuvent être considérés comme des biais expérimentaux potentiels lors de la passation du bilan neurovisuel et de la tâche informatisée, nous les décrivons ci-dessous :

- La difficulté à trouver la population TSA nous a contraintes à accepter des diagnostics différents et des profils hétérogènes, incluant des comportements parfois opposés.
- De même, la population TNV recrutée au sein de la fondation Rothschild était constituée essentiellement d'HLH mais également d'autres troubles neurovisuels précédemment décrits comme la vision tubulaire. Par ailleurs, il était difficile voire impossible de comparer des sujets neurovisuels similaires, ayant eu les mêmes lésions (latéralisation des lésions), les mêmes prises en charge et le même temps de rééducation. Enfin, on retrouvait généralement chez ces patients des capacités attentionnelles limitées dues au trouble neurovisuel.
- La tâche informatisée consistait en une catégorisation d'émotions de façon binaire : joie vs colère et peur vs neutre. Or, les visages étaient toujours présentés bouche ouverte pour les modalités joie et peur et bouche fermée pour les modalités colère et neutre. Les sujets pouvaient donc s'appuyer sur cette différence pour répondre au stimuli, en particulier les sujets TSA qui orientent leur regard vers les zones inférieures du visage (Klin, et al. 2002) (50).
- Les fréquences spatiales des stimuli ayant déjà été remises en cause lors du mémoire précédent, il serait nécessaire de procéder à une vérification de leur mise au point.
- Les épreuves du BNV étaient parfois associées, comme la reconnaissance visuelle et astéréognosie, et n'ont pas permis de différencier les scores bruts, ce qui aurait pu être intéressant lors de nos analyses.
- De plus l'épreuve issue de la batterie EVA est normalement destinée à des enfants de 4-6 ans et n'était pas assez sensible pour des adultes. Nous avons pourtant choisi d'utiliser ce sous-test par question de temps de passation.
- Enfin, il est important de préciser que les patients ont été testés par trois examinatrices différentes, ce qui a pu influencer quelque peu les résultats.

Conclusion

Notre protocole visait à tester la fonction visuelle des sujets avec TSA. Un dysfonctionnement de cette fonction, et plus particulièrement les liens entre ces atypies et la reconnaissance des émotions faciales, expliqueraient les troubles du comportement social communément décrit dans la triade autistique. L'évaluation des sujets neurovisuels a permis de comparer et rapprocher les atypicités des sujets TSA aux TNV des sujets neurotypiques.

Les résultats obtenus mettent en évidence des anomalies neurovisuelles chez les TSA, les rapprochant significativement des troubles observés de la population neurovisuelle. De plus, le Q.A. met en exergue les atypies visuelles des TNV et des TSA, ce qui impact leur comportement global. En effet, le score au Q.A. reflète directement les difficultés perceptives de ces sujets, puisque le score est écrêté du fait des réponses visuelles.

Par ailleurs, les résultats de la tâche de catégorisation des émotions montrent que les TNV et TSA sont globalement moins performants et plus lents que les sujets contrôles. Le pattern de leurs résultats en fonction des différentes conditions expérimentales est très similaire. Ensuite, le BNV révèle des résultats très proches, qui ne diffèrent pas significativement entre le groupe TSA et TNV. Finalement, ces observations tendent à montrer un effet de similarité entre les sujets TNV et TSA dans l'ensemble des tâches testées : bilan neurovisuel, tâche expérimentale et Q.A.

Les résultats de notre étude confirment l'importance du diagnostic différentiel ainsi que la nécessité d'une rééducation neurovisuelle. Il paraît alors nécessaire de sensibiliser les cliniciens, notamment les orthophonistes, au dépistage précoce de troubles neurovisuels dans le but de fournir une prise en charge adaptée à l'autisme et aux TNV. Ainsi, pour les patients avec un trouble NV, nous diminuons le risque de développement d'un comportement de type autistique associé. La vision étant un outil primordial pour les apprentissages et le développement social, sa rééducation permettra l'ouverture du patient vers d'autres domaines tels que la communication, le développement perceptif et moteur, les apprentissages. Ceci étant d'autant plus vrai dans les populations ayant des troubles de l'interaction sociale.

Bibliographie

- (1) Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., et Damasio, A. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala (English). *Nature (London)*, 372(6507), 669-672.
- (2) Allison, T., Puce, A., et McCarthy, G. (2000). Review: Social perception from visual cues: role of the STS region. [Review Article]. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 267-278.
- (3) Amodio, D. M., et Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(4), 268-277.
- (4) Bakroon, A., et Lakshminarayanan, V. (2016). Visual function in autism spectrum disorders: a critical review. *Clinical and Experimental Optometry*.
- (5) Baron-Cohen, S. (1999). La cécité mentale dans l'autisme. [article]. *Enfance* (3), 285.
- (6) Baron-Cohen, S., Ashwin, E., Ashwin, C., Tavassoli, T., et Chakrabarti, B. (2009). Talent in autism: hyper-systemizing, hyper-attention to detail and sensory hypersensitivity. United States, North America : The Royal Society.
- (7) Benson, V., Piper, J., et Fletcher-Watson, S. (2009). Atypical saccadic scanning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 47(4), 1178-1182.
- (8) Bogdashina, O. (2012). Questions sensorielles et perceptives dans l'autisme et le syndrome d'Asperger : des expériences sensorielles différentes, des mondes perceptifs différents : AFD.
- (9) Boiseau, M., Brisot-Dubois, J., Michelon, C., et coll (2012). Troubles envahissants du développement sans déficience intellectuelle : reconnaissance des expressions faciales émotionnelles. *Glossa : revue scientifique en orthophonie* (111), 16-30.
- (10) Bouvet, L., Simard-Meilleur, A.-A., Paignon, A., et coll. (2014). Auditory local bias and reduced global interference in autism (English). *Cognition*, 131(3), 367-372.
- (11) Brisot-Dubois, J. (2012). Reconnaissance des expressions faciales émotionnelles dans les Troubles Envahissants du Développement sans déficience intellectuelle (French). *Recognizing facial emotional expressions in Pervasive Developmental Disorders with no intellectual impairment (English)*, 50(249), 29-38.

- (12) Bullier, J. (1985). Les aires corticales visuelles : Topographie, connexions et fonction. *Revue d'Electroencéphalographie et de Neurophysiologie Clinique*, 15(3), 207-216.
- (13) Bullier, J. (1998). Architecture fonctionnelle du système visuel. *Vision : aspects perceptifs et cognitifs*, 11-42.
- (14) Caron, M.-J. (2008). Dissociation entre traitement spatial et visuo-perceptif dans l'autisme de haut niveau.
- (15) Cavézian, C., Gaudry, I., Perez, C., et coll (2010). Research report : Specific impairments in visual processing following lesion side in hemianopic patients. [Article]. *Cortex*, 46, 1123-1131.
- (16) Cavezian, C., et Chokron, S. (2012). À la recherche d'une atteinte cérébrale dans l'autisme : où en sommes-nous ? (French). *Looking for brain anomalies in autism (English)*, 4(1), 36-42.
- (17) Celeghin, A., de Gelder, B., et Tamietto, M. (2015). From affective blindsight to emotional consciousness. *Consciousness and Cognition*, 36, 414-425.
- (18) Chokron, S. (1998). Phénomènes de perception implicite dans les troubles neurovisuels d'origine centrale. *Belin C, Boucart M, Hénaff MA, eds. La vision : aspects perceptifs et cognitifs. Marseille : Solal*, 78.153-103.
- (19) Chokron, S., Perez, C., Obadia, M., et coll. (2008). From blindsight to sight: cognitive rehabilitation of visual field defects. *Restorative Neurology And Neuroscience*, 26(4-5), 305-320.
- (20) Chokron, S. (2009). Des troubles neurovisuels d'origine centrale. *Actualités en rééducation neuropsychologique : Études de cas*, 29.
- (21) Chokron, S., et Marendaz, C. (2010). *Comment voyons-nous ?* : Éd. le Pommier.
- (22) Chokron, S. (2013). La cécité corticale : sémiologie, étiologie et perspectives de prise en charge neuropsychologique (French). *Cortical blindness: semiology, aetiology and neuropsychological rehabilitation (English)*, 5(1), 38-44.
- (23) Chokron, S., Pieron, M., Zalla, T., et coll. (2014). Troubles du spectre de l'autisme et troubles de la fonction visuelle : revue critique, implications théoriques et cliniques. [article]. *L'information psychiatrique* (10), 819.
- (24) Chokron, S., et Sylvie, C. (2015). Approche neuropsychologique des troubles neurovisuels chez l'enfant. [article]. *Revue de neuropsychologie* (1), 41.

- (25) Conill, É., Stilgenbauer, J.-L., Mouren, M.-C., et coll. (2014, conf start date : 12-17-2013 date : 2014). *Rôle de la flexibilité cognitive dans la reconnaissance d'expressions émotionnelles chez les personnes atteintes de Troubles du Spectre Autistique (French)*. Paper presented at the Role of cognitive flexibility in the recognition of emotional expressions in individuals with Autism Spectrum Disorders (English).
- (26) Da Fonseca, D., et Deruelle, C. (2010, conf start date : 2009 cover date : 2010). *Reconnaissance des émotions et syndrome d'Asperger (French)*. Paper presented at the Emotion recognition and Asperger syndrome (English).
- (27) Dalens, H. (2014). Neurovision : Les pathologies neurovisuelles chez les enfants cérébrolésés. [Article]. *Cerebral visual impairment in brain-damaged child (English)*, 35, 25-40.
- (28) De Gaulmyn, A., Montreuil, M., Contejean, Y., et coll. (2015). Article original : L'attention conjointe dans le trouble précoce du spectre autistique : des modèles théoriques à l'évaluation clinique. [Article]. *Joint attention in infants with autistic spectrum disorder : From the theoretical models to the clinical evaluation (English)*, 63, 288-296.
- (29) Deruelle, C., Rondan, C., Salle-Collemiche, X., et coll. (2008). Attention to low- and high-spatial frequencies in categorizing facial identities, emotions and gender in children with autism (English). *Brain and cognition (Print)*, 66(2), 115-123.
- (30) Frith, U., et Gerschenfeld, A. (1996). *L'énigme de l'autisme* : O. Jacob.
- (31) George, N. (2011, conf start date : 09-27-2010 cover date : 2011). *La détection cérébrale précoce des émotions (French)*. Paper presented at the The early detection of emotion by the human brain (English).
- (32) Gepner, B., et Bruno, G. (2001). ' Malvoyance ' du mouvement dans l'autisme infantile ? [article]. *La psychiatrie de l'enfant* (1), 77.
- (33) Gepner, B., Deruelle, C., et Grynfeldt, S. (2001). Motion and emotion: A novel approach to the study of face processing by young autistic children. *Journal of autism and developmental disorders*, 31(1), 37-45.
- (34) Gepner, B. (2006). Article original : Le monde va trop vite pour les personnes autistes ! Hypothèses neurophysiopsychopathogéniques et implications rééducatives. [Article]. *The world is going too fast for individuals with autism! Neurophysiopathogenic hypotheses and reeducational consequences (English)*, 54, 371-374.
- (35) Gil, R. (2014). *Neuropsychologie* (Abrégés ed.). Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson.

- (36) Gillet, P., Chabernaud, C., Batty, M., et coll. (2009). La reconnaissance visuelle des objets chez l'enfant avec autisme : Résultats préliminaires à une adaptation pour enfants de la Birmingham Object Recognition Battery (BORB). *Développements* (3), 35-44.
- (37) Gillet, P. (2013). *Neuropsychologie de l'autisme chez l'enfant* : De Boeck Supérieur.
- (38) Girard, P., Lechevalier, B., et Société française de neurologie, P. F. (1995, conf start date : 06-09-1994 cover date : 1995). *Bases anatomo-physiologiques de la vision résiduelle après lésion de l'aire visuelle primaire : contribution de l'approche électrophysiologique chez le singe (French) Perceptions et agnosies (French)*. Paper presented at the Anatomic and physiologic basis of residual vision after damage to the primary visual area (English).
- (39) Goodman, R., et Ashby, L. (1990). Delayed visual maturation and autism. *Developmental Medicine et Child Neurology*, 32(9), 814-819.
- (40) Grandin, T., et LeLord, G. (1994). *Ma vie d'autiste (French)*: Ed. Odile Jacob, Paris.
- (41) Greenaway, R., Davis, G., et Plaisted-Grant, K. (2013). Marked selective impairment in autism on an index of magnocellular function (English). *Neuropsychologia*, 51(4), 592-600.
- (42) Griffon, P. (2011). Neuropsychologie et déficience visuelle, pratiques cliniques et réadaptatives. *Communication aux journées de l'Alfphv, Mons*.
- (43) Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Snyder, J., et coll. (2006). Anatomical differences in the mirror neuron system and social cognition network in autism. *Cerebral cortex*, 16(9), 1276-1282.
- (44) Hobson, R. P. (1986). The autistic child's appraisal of expressions of emotion: a further study (English). *Journal of child psychology and psychiatry and allied disciplines (Print)*, 27(5), 671-680.
- (45) Hobson, P. R., et Bishop, M. (2003). The pathogenesis of autism: insights from congenital blindness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1430), 335-344.
- (46) Holmes, G. (1918). Disturbances of vision by cerebral lesions. *The British journal of ophthalmology*, 2(7), 353.
- (47) Jambaqué, I., Mottron, L., Ponsot, G., et coll (1998). Autism and visual agnosia in a child with right occipital lobectomy. *Journal of Neurology, Neurosurgery et Psychiatry*, 65(4), 555-560.

- (48) Johnson, B. P., Rinehart, N. J., White, O., et coll (2013). Saccade adaptation in autism and Asperger's disorder. *Neuroscience*, 243, 76-87.
- (49) Joubert, S., Et Felician, O. (2009). Les troubles de la reconnaissance des visages. *Traitement et reconnaissance des visages : Du percept à la personne*, 27.
- (50) Klin, A., Shultz, S., et Jones, W. (2015). Social visual engagement in infants and toddlers with autism: Early developmental transitions and a model of pathogenesis. *Neuroscience et Biobehavioral Reviews*, 50, 189-203.
- (51) Labruyere, N., et Hubert, B. (2009). Traitement de l'information faciale dans l'autisme (French). *Face processing in autism (English)*, 74(1), 65-77.
- (52) Landry, R., et Bryson, S. E. (2004). Impaired disengagement of attention in young children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(6), 1115-1122.
- (53) Langdell, T. (1978). Recognition of faces : an approach to the study of autism. *Journal Of Child Psychology And Psychiatry, And Allied Disciplines*, 19(3), 255-268.
- (54) Lechevalier, B., et Bernard, L. (2009). Simultagnosie et autisme. [article]. *Revue de neuropsychologie* (3), 200.
- (55) Marendaz, C., Rousset, S., et Charnallet, A. (2003). La reconnaissance des scènes, des objets et des visages. *Neurosciences et cognition*, 247-273.
- (56) Mazeau, M. (2005). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages : du symptôme à la rééducation* : Elsevier Masson.
- (57) Meaux, E., Gillet, P., Bonnet-Brilhault, F., et coll (2011). Psychopathologie : Les anomalies du traitement des émotions faciales dans l'autisme : un trouble de la perception globale. [Article]. *Atypical perception processing and facial emotion disorder in autism (English)*, 37, 371-378.
- (58) Mercieca, D. (2008). Theory of Mind and the Triad of Perspectives on Autism and Asperger Syndrome - By Olga Bogdashina. [Author abstract]. *British Journal of Special Education*(1), 63.
- (59) Mermillod, M., Devaux, D., Derost, P., Rieu, I., Chambres, P., Auxiette, C., et al. (2013). Rapid presentation of emotional expressions reveals new emotional impairments in Tourette's syndrome. *Frontiers in human neuroscience*, 7.
- (60) Mottron, L. (2004). *L'autisme : une autre intelligence : diagnostic, cognition et support des personnes autistes sans déficience intellectuelle (French)* : Pierre Mardaga éditeur, Sprimont.

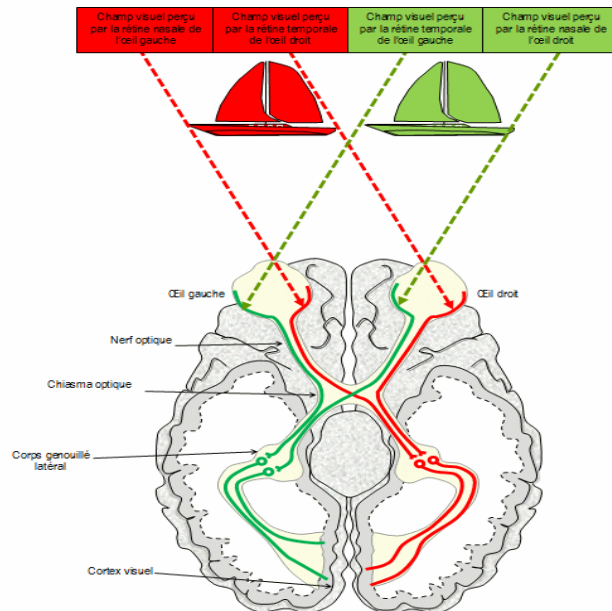
- (61) Mottron, L., Belleville, S., Rouleau, G. A., et Collignon, O. (2014). Linking neocortical, cognitive, and genetic variability in autism with alterations of brain plasticity: The Trigger-Threshold-Target model. *Neuroscience et Biobehavioral Reviews*, 47, 735-752.
- (62) Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., et coll (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 32(4), 249-261.
- (63) Perenin, M. T., et Jeannerod, M. (1975). Residual vision in cortically blind hemiphiels. *Neuropsychologia*, 13(1), 1-7.
- (64) Perez, C., Nejma, I. G.-B., Allali, S., Boudjadja, M., Caetta, F., Gout, O., et al. (2014). Hémianopsie latérale homonyme : Amputation du champ visuel, perception implicite et hallucinations visuelles. = Homonymous hemianopia : Visual field defect, implicit perception and hallucinations. *Revue de Neuropsychologie, Neurosciences Cognitives et Cliniques*, 6(4), 238-255.
- (65) Perkins, T., Stokes, M., McGillivray, J., et Bittar, R. (2010). Mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Journal of Clinical Neuroscience*, 17(10), 1239-1243.
- (66) Pieron, M., Seassau, M., Leboyer, M., et coll (2015). Accelerated time course of saccadic inhibition of return in individuals with autism spectrum disorders. *Experimental brain research*, 233(3), 767-775.
- (67) Riddoch, G. (1917). Dissociation of visual perceptions due to occipital injuries, with especial reference to appreciation of movement. *Brain : a journal of neurology*.
- (68) Rizzolatti, G., et Sinigaglia, C. (2008). *Neurones miroirs (Les)* : Odile Jacob.
- (69) Schultz, J., Imamizu, H., Kawato, M., Frith, C. D., et Heatherton, T. F. (2004). Activation of the human superior temporal gyrus during observation of goal attribution by intentional objects (English). *Journal of cognitive neuroscience*, 16(10), 1695-1705.
- (70) Shah, A., et Fritht, U. (1993). Why Do Autistic Individuals Show Superior Performance on the Block Design Task ?
- (71) Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, et coll (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705-2739.
- (72) Stone, V. E., Baron-Cohen, S., et Knight, R. T. (1998). Frontal lobe contributions to theory of mind. *Journal of cognitive neuroscience*, 10(5), 640-656.

- (73) Tamietto, M., Cauda, F., Corazzini, L. L., et coll. (2010). Collicular vision guides nonconscious behavior. [Author abstract Report]. *Journal of Cognitive Neuroscience* (5), 888.
- (74) Tamietto, M. G. B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. [Article]. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697-709.
- (75) Tardif, C., et Gepner, B. (2010). *L'autisme* : Armand Colin.
- (76) Vaivre-Douret, L., Lalanne, C., Cabrol, D., et coll. (2011). Identification de critères diagnostiques des sous-types de troubles de l'acquisition de la coordination (TAC) ou dyspraxie développementale. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 59(8), 443-453.
- (77) Vilayphonh, M., Cavezian, C., Laloum, L., et coll (2009). Évaluation des troubles visuo-attentionnels chez l'enfant de quatre à six ans. [article]. *Revue de neuropsychologie* (2), 110.
- (78) Vitte, E., et Chevallier, J.-M. (2004). *Neuro-anatomie* : Flammarion.
- (79) Weiskrantz, L. (1986). Blindsight : A case study and implications.
- (80) Weiskrantz, L. (1998). Consciousness and commentaries. *International Journal of Psychology*, 33(3), 227-233.
- (81) Zilbovicius, M., Boddaert, N., Belin, P., et coll. (2000). Temporal lobe dysfunction in childhood autism: a PET study. *American Journal of Psychiatry*.
- (82) Zilbovicius, M., Meresse, I., Chabane, N., et coll. (2006). INMED/TINS special issue : Autism, the superior temporal sulcus and social perception. [Review Article]. *Trends in Neurosciences*, 29, 359-366.

Annexes

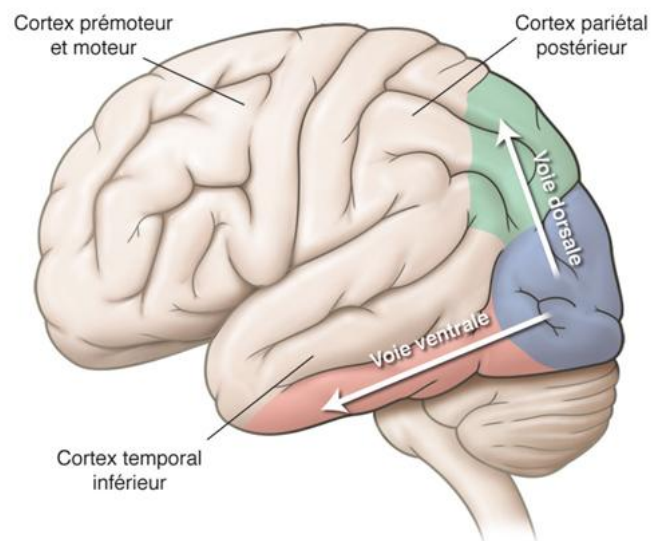
Annexe A

Figure 1 : Les voies visuelles (sources : <http://svt.ac-dijon.fr>)



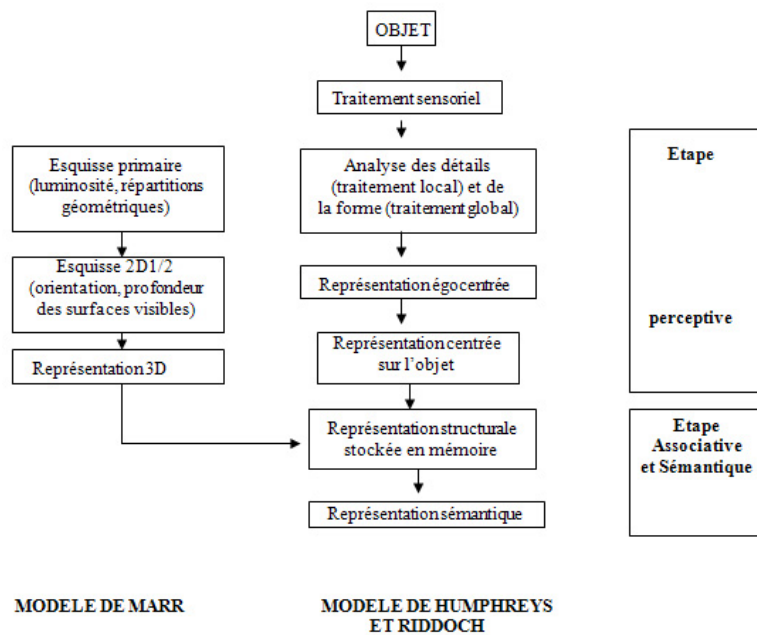
Annexe B

Figure 2 : Les voies visuelles dorsale et ventrale (source : <http://www.em-consulte.com>)



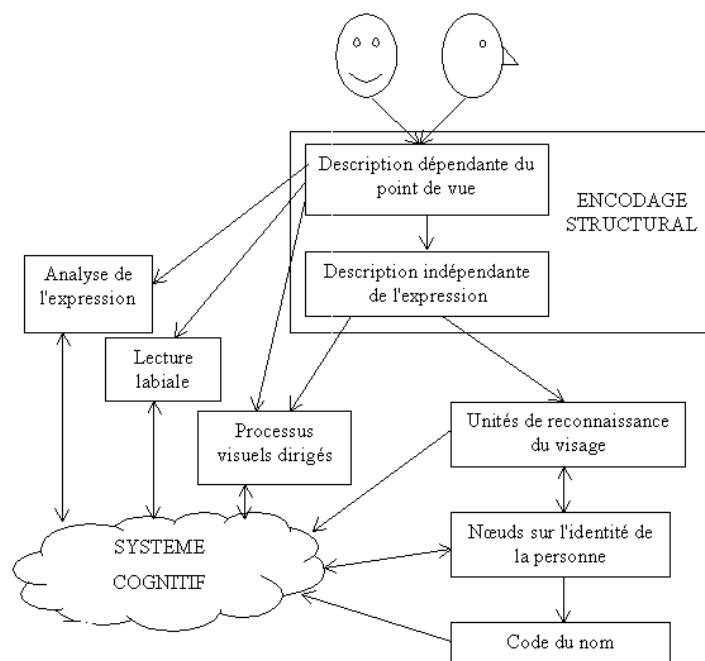
Annexe C

Figure 3 : Modèle de Humphreys et Riddoch



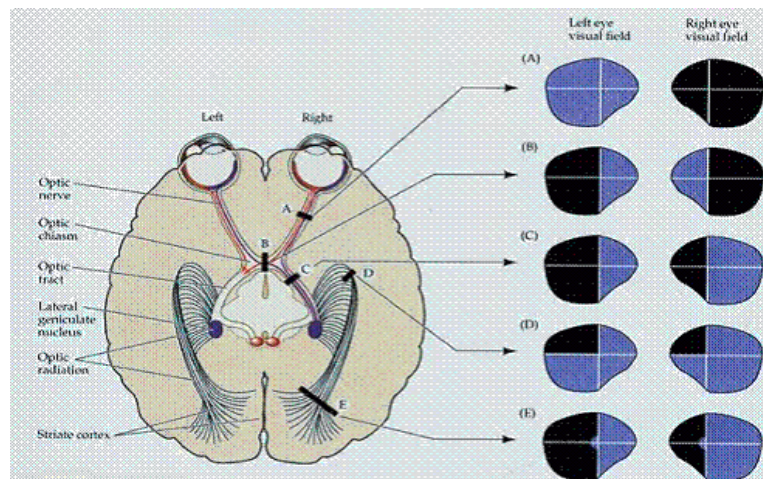
Annexe D

Figure 4 : Modèle de Bruce et Young (1986)



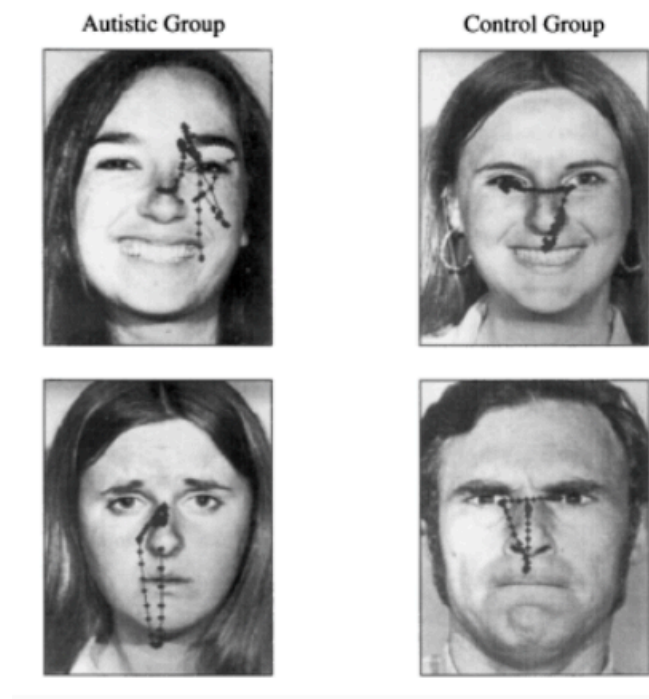
Annexe E

Figure 5 : Les amputations du champ visuel



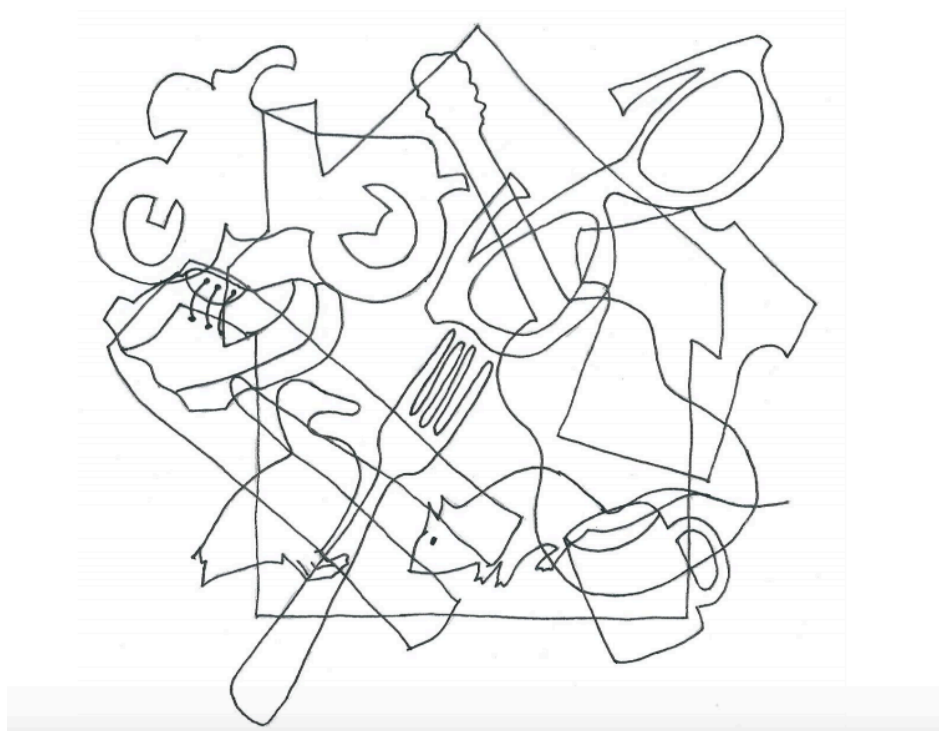
Annexe F

Figure 6 : Stratégies atypiques d'exploration des visages (source Pelphrey et al,2002)



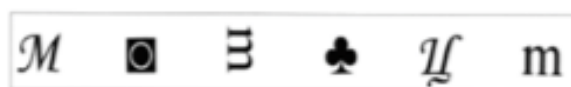
Annexe G

Figure 7 : Figures enchevêtrées



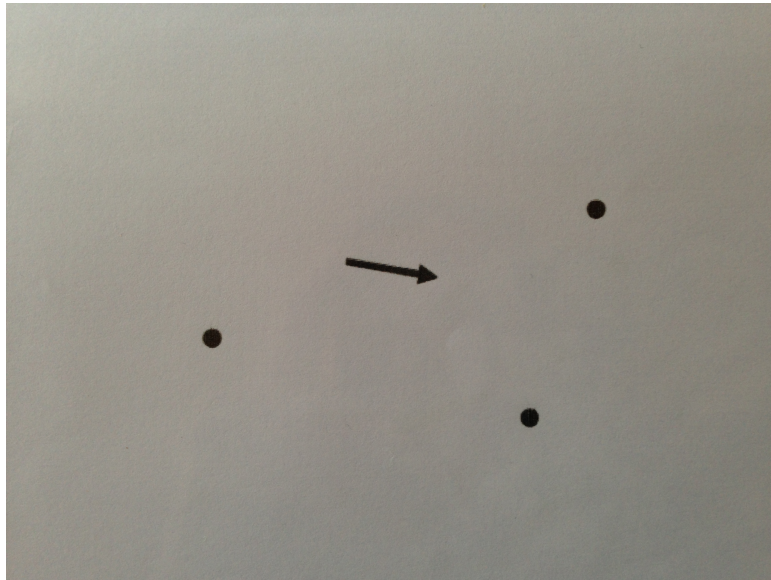
Annexe H

Figure 8 : Exemple extrait de la mémoire visuelle de l'EVA



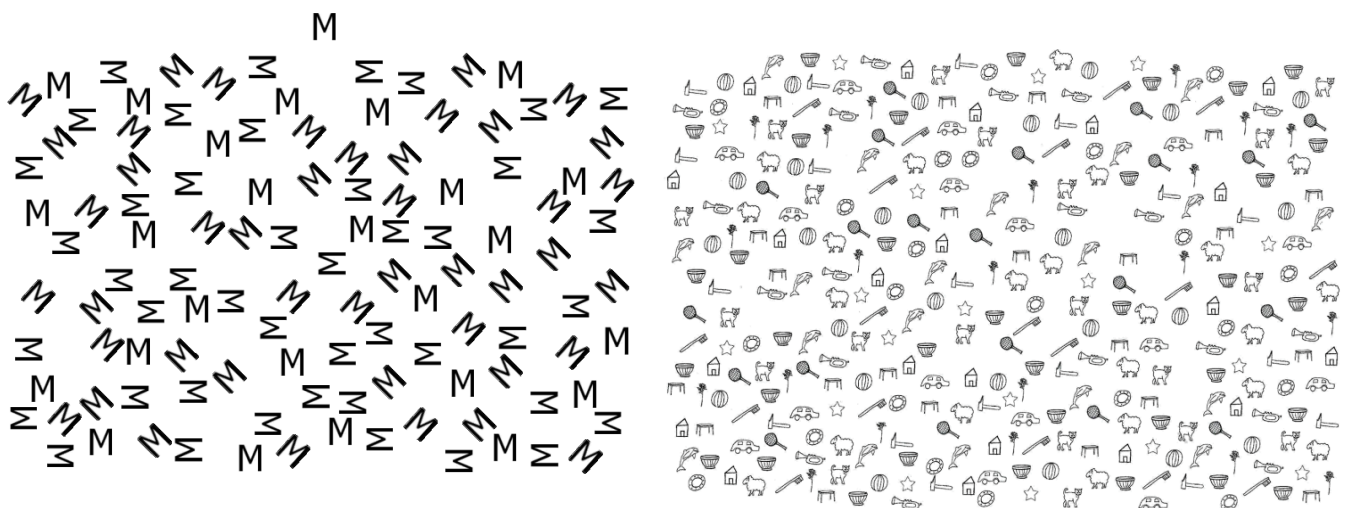
Annexe I

Figure 9 : Exemple de tâche d'orientation spatiale



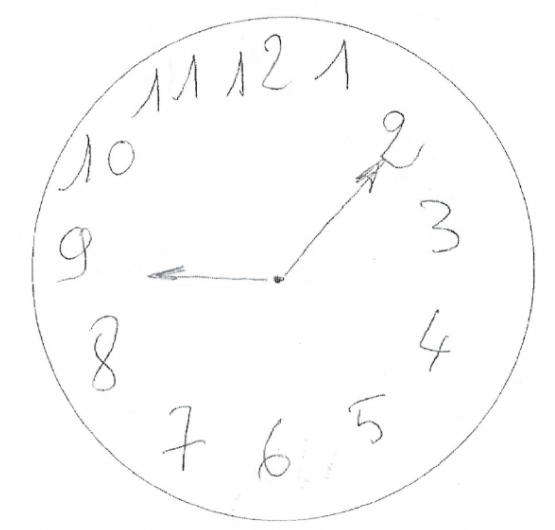
Annexe J

Figure 10 : Barrages



Annexe K

Figure 11 : Réalisation du test de l'horloge



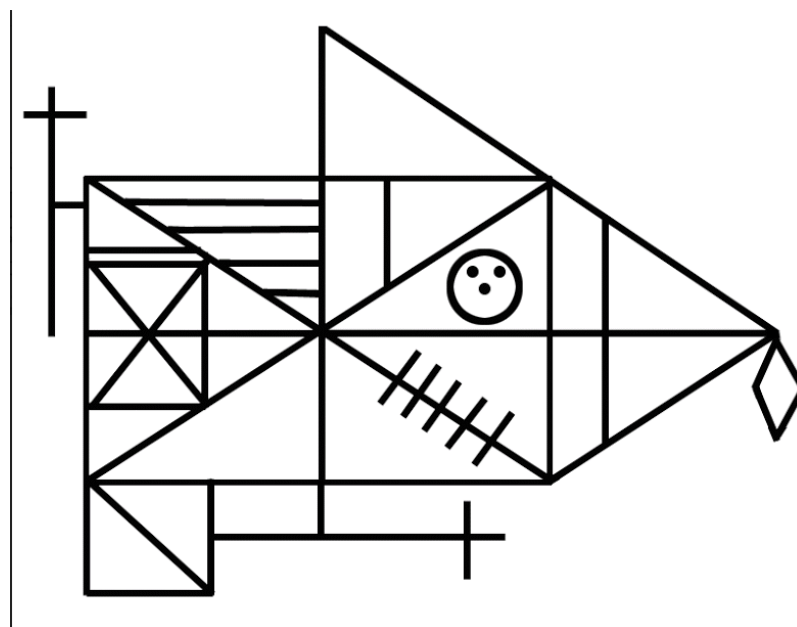
Annexe L

Figure 12 : Exemple d'appariement de visages



Annexe M

Figure 13 : La figure de Rey



Annexe N

Figure 14 : Le Quotient Autistique

Pour chaque question répondre : tout à fait d'accord / plutôt d'accord / plutôt en désaccord / pas du tout d'accord	
1. Il /elle préfère réaliser des activités avec d'autres personnes plutôt que seul(e).	26. Il /elle ne sait pas comment entretenir une conversation avec des enfants de son âge.
2. Il /elle préfère tout faire continuellement de la même manière.	27. Il /elle a de la facilité à « lire entre les lignes » lorsque quelqu'un lui parle.
3. Quand il /elle essaie d'imaginer quelque chose, il lui est très facile de s'en faire une image mentale.	28. Il /elle se concentre habituellement plus sur l'ensemble d'une image que sur les petits détails de celle-ci.
4. Il /elle est fréquemment tellement absorbé(e) par une chose qu'il /elle perd tout le reste de vue.	29. Il /elle n'est pas très doué(e) pour se souvenir des numéros de téléphone.
5. Son attention est souvent attirée par des bruits discrets que les autres ne remarquent pas.	30. Il /elle ne remarque habituellement pas les petits changements dans une situation ou dans l'apparence de quelqu'un.
6. Il /elle fait habituellement attention aux numéros de plaques d'immatriculation, aux adresses ou à d'autres types d'informations de ce genre.	31. Il /elle se rend compte lorsque son interlocuteur s'ennuie en l'écoutant.
7. Il /elle a de la difficulté à comprendre les règles de politesse.	32. Il /elle trouve qu'il est facile d'aller et venir d'une activité à l'autre.
8. Quand il /elle lit une histoire, il /elle peut facilement imaginer à quoi les personnages pourraient ressembler.	33. Quand il /elle parle au téléphone, il /elle n'est pas sûr(e) de savoir quand c'est à son tour de parler.
9. Il /elle est fasciné(e) par les dates.	34. Il /elle aime faire les choses de manière spontanée.
10. Au sein d'un groupe, il /elle peut facilement suivre les conversations de plusieurs personnes à la fois.	35. Il /elle est souvent le(la) dernier(ère) à comprendre le sens d'une blague.
11. Il /elle trouve les situations de la vie en société faciles.	36. Il lui est facile de décoder ce que les autres pensent ou ressentent juste en regardant leur visage.
12. Il /elle a tendance à remarquer certains détails que les autres ne voient pas.	37. Si il /elle est interrompu(e), il /elle peut rapidement revenir à ce qu'il /elle était en train de faire.
13. Il /elle préfère aller dans une bibliothèque plutôt qu'à une fête d'anniversaire.	38. Il /elle est doué(e) pour le bavardage en société.
14. Il /elle trouve facile d'inventer des histoires.	39. Les gens lui disent souvent qu'il /elle répète continuellement les mêmes choses.
15. Il /elle est plus facilement attiré(e) par les gens que par les objets.	40. Quand il/était plus jeune, il /elle aimait habituellement jouer à des jeux de rôle avec les autres.
16. Il /elle a tendance à avoir des centres d'intérêt très importants. Il /elle est dérangé(e) lorsque il /elle ne peut s'y consacrer.	41. Il /elle aime collectionner des informations sur des catégories de choses (types de voitures, d'oiseaux, de trains, de plantes, ...)
17. Il /elle apprécie le bavardage en société.	42. Il /elle a de la difficulté à s'imaginer dans la peau d'un autre.
18. Quand il /elle parle, ce n'est pas toujours facile pour les autres de placer un mot.	43. Il /elle aime planifier avec soin toute activité à laquelle il /elle participe.
19. Il /elle est fasciné(e) par les chiffres.	44. Il /elle aime les événements sociaux.
20. Quand il /elle lit une histoire, il lui est difficile de se représenter les intentions ou les sentiments des personnages.	45. Il /elle trouve qu'il est difficile de décoder les intentions des autres.
21. Il /elle n'aime pas particulièrement lire des romans.	46. Les nouvelles situations le rendent anxieux(se).
22. Il /elle a de la difficulté à se faire de nouveaux amis.	47. Il /elle aime rencontrer de nouvelles personnes.
23. Il /elle remarque sans cesse des schémas réguliers dans les choses qui l'entourent.	48. Il /elle fait attention à ne pas blesser les sentiments des autres.
24. Il /elle préfère aller au cinéma plutôt qu'au musée.	49. Il /elle n'est pas doué(e) pour se souvenir des dates de naissance des gens.
25. Il /elle n'est pas dérangé(e) si ses habitudes quotidiennes sont perturbées.	50. Il /elle trouve qu'il est très facile de jouer à des jeux de rôle avec des enfants.

Figure 15 : Le MMS (Greco)

Mini Mental State Examination (MMSE) (Version consensuelle du GRECO)

Orientation

/ 10

Je vais vous poser quelques questions pour apprécier comment fonctionne votre mémoire.

Les unes sont très simples, les autres un peu moins. Vous devez répondre du mieux que vous pouvez.

Quelle est la date complète d'aujourd'hui ? _____

Si la réponse est incorrecte ou incomplète, posez les questions restées sans réponse, dans l'ordre suivant :

1. En quelle année sommes-nous ?
2. En quelle saison ?
3. En quel mois ?
4. Quel jour du mois ?
5. Quel jour de la semaine ?

☐
☐
☐
☐
☐

Je vais vous poser maintenant quelques questions sur l'endroit où nous trouvons.

6. Quel est le nom de l'hôpital où nous sommes ?*
7. Dans quelle ville se trouve-t-il ?
8. Quel est le nom du département dans lequel est située cette ville ?**
9. Dans quelle province ou région est située ce département ?
10. A quel étage sommes-nous ?

☐
☐
☐
☐
☐
Apprentissage

/ 3

Je vais vous dire trois mots ; je vous voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir car je vous les redemanderai tout à l'heure.

- | | | | | |
|------------|----|--------|----|----------|
| 11. Cigare | | Citron | | Fauteuil |
| 12. Fleur | ou | Clé | ou | Tulipe |
| 13. Porte | | Ballon | | Canard |

☐
☐
☐

Répéter les 3 mots.

Attention et calcul

/ 5

Voulez-vous compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois ?*

- | | | |
|-----|----|--------------------------|
| 14. | 93 | ☐ |
| 15. | 86 | ☐ |
| 16. | 79 | ☐ |
| 17. | 72 | ☐ |
| 18. | 65 | ☐ |

Pour tous les sujets, même pour ceux qui ont obtenu le maximum de points, demander :

Voulez-vous épeler le mot MONDE à l'envers ?**

Rappel

/ 3

Pouvez-vous me dire quels étaient les 3 mots que je vous ai demandés de répéter et de retenir tout à l'heure ?

- | | | | | |
|------------|----|--------|----|----------|
| 11. Cigare | | Citron | | Fauteuil |
| 12. Fleur | ou | Clé | ou | Tulipe |
| 13. Porte | | Ballon | | Canard |

☐
☐
☐
Langage

/ 8

Montrer un crayon.

22. Quel est le nom de cet objet ?*

Montrer votre montre.

23. Quel est le nom de cet objet ?**

24. Ecoutez bien et répétez après moi : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET »***

☐
☐
☐

Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : « Ecoutez bien et faites ce que je vais vous dire :

25. Prenez cette feuille de papier avec votre main droite,

26. Pliez-la en deux,

27. Et jetez-la par terre. »****

☐
☐
☐

Tendre au sujet une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractère : « FERMEZ LES YEUX » et dire au sujet :

28. « Faites ce qui est écrit ».

☐

Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo, en disant :

29. « Voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière. »*****

☐
Praxies constructives

/ 1

Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander : 30. « Voulez-vous recopier ce dessin ? »

☐

Figure 16 : Le questionnaire d'Edinburgh

QUESTIONNAIRE D'EDINBURGH

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Sexe :

Indiquez vos préférences dans l'utilisation de vos mains pour les activités suivantes en inscrivant une croix X dans la colonne appropriée.

Lorsque la préférence est tellement forte que vous ne tenteriez jamais d'utiliser l'autre main à moins d'y être contraint, inscrivez deux croix XX.

Dans le cas où vous n'avez pas de préférence, lorsque la main vous est indifférente, inscrivez une croix dans chaque colonne.

Certaines activités requièrent les deux mains. Dans ces cas, la partie de la tâche, ou de l'objet, pour laquelle la préférence vous est demandée est indiquée entre parenthèses.

Merci d'essayer de répondre à toutes les questions, et de ne laisser un blanc que lorsque vous n'avez aucune expérience de l'objet ou de la tâche.

		GAUCHE	DROITE
1	Ecrire		
2	Dessiner		
3	Lancer		
4	Ciseaux		
5	Brosse à dents		
6	Couteau (sans fourchette)		
7	Cuillère		
8	Balai (la main du haut)		
9	Craquer une allumette		
10	Ouvrir une boîte (couvercle)		
I	Avec quel pied préférez-vous taper ?		
II	Quel oeil utilisez-vous lorsque vous n'en utilisez qu'un seul ?		

Q.L. (uniquement items 1 à 10): $D-G/D+G \cdot 100$

Annexe Q

Figure 17 : Exemple de stimuli du protocole (colère en non filtré puis HFS puis BFS)



Annexe R

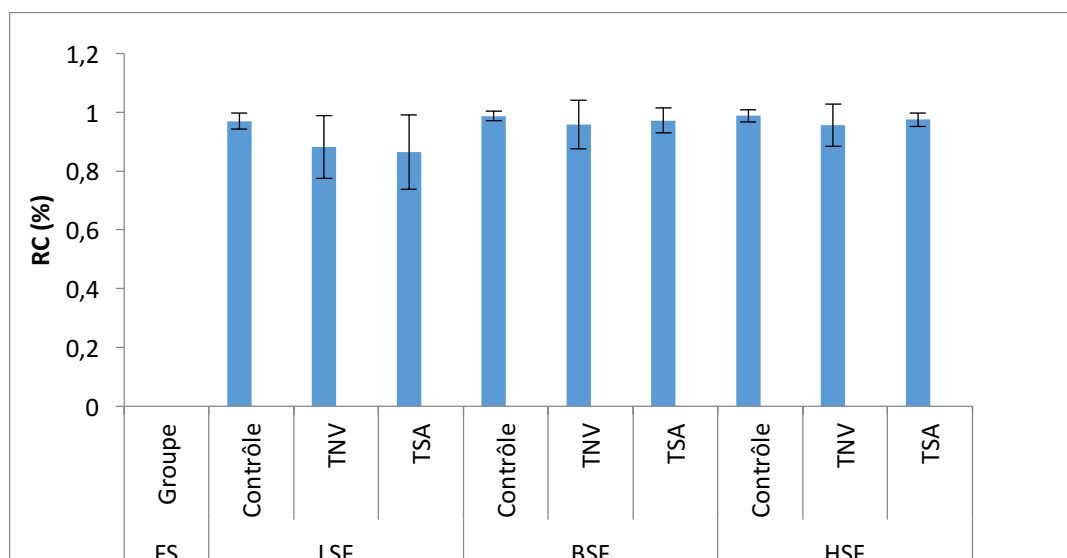
Figure 18 : Résultats des épreuves du bilan neurovisuel

Epreuve	Groupe	Moyenne	Ecart-type
Acui. D	Contrôle	0,835	0,266
	TNV	0,849	0,271
	TSA	0,850	0,242
Acui. G	Contrôle	0,862	0,230
	TNV	0,813	0,318
	TSA	0,863	0,223
Lectr.	Contrôle	2,000	0,000
	TNV	2,810	1,861
	TSA	2,100	0,316
Or. Spon.	Contrôle	3,000	0,000
	TNV	2,952	0,218
	TSA	2,100	0,876
Dev°	Contrôle	2,000	0,000
	TNV	1,952	0,218
	TSA	2,000	0,000
FE score	Contrôle	10,966	0,183
	TNV	9,667	2,221
	TSA	10,600	0,699
FE Tps	Contrôle	22,712	13,298
	TNV	78,952	52,469
	TSA	37,200	28,201
MV score	Contrôle	3,932	0,254
	TNV	3,762	0,539
	TSA	3,700	0,483
Or° Spa	Contrôle	7,763	0,468
	TNV	7,429	0,746
	TSA	7,400	1,075
Rf Vis.	Contrôle	2,085	0,651
	TNV	1,667	0,483
	TSA	1,800	0,422
CV	Contrôle	7,983	0,130
	TNV	5,286	1,736
	TSA	7,900	0,316
Pour. Vis.	Contrôle	7,000	0,000
	TNV	6,619	0,590
	TSA	6,500	1,581
Or° Vol	Contrôle	11,847	0,611
	TNV	11,619	0,669
	TSA	11,500	0,972
Etc°	Contrôle	1,000	0,000
	TNV	0,476	0,512
	TSA	1,000	0,000
Barr. M	Contrôle	24,593	0,873
	TNV	24,000	1,643
	TSA	24,500	0,527
Barr. M Tps	Contrôle	60,390	20,751
	TNV	94,762	52,248
	TSA	71,000	35,052
Omission G	Contrôle	0,237	0,536
	TNV	0,381	0,740
	TSA	0,400	0,516
Omission D	Contrôle	0,153	0,448
	TNV	0,619	1,117
	TSA	0,100	0,316
Fausses alarmes	Contrôle	0,017	0,130
	TNV	0,000	0,000
	TSA	0,000	0,000
Barr. Bols	Contrôle	34,780	0,457
	TNV	33,714	2,171
	TSA	34,500	0,972
Barr. Bols Tps	Contrôle	70,797	30,726
	TNV	146,286	124,662
	TSA	92,300	41,452
Omission G.	Contrôle	0,068	0,254
	TNV	0,667	1,278
	TSA	0,400	0,966
Omission D.	Contrôle	0,136	0,345
	TNV	0,571	1,121
	TSA	0,100	0,316
Fausses alarmes	Contrôle	0,000	0,000
	TNV	0,048	0,218
	TSA	0,000	0,000

Epreuve	Groupe	Moyenne	Ecart-type
Horloge	Contrôle	1,983	0,130
	TNV	1,762	0,539
	TSA	1,900	0,316
Horloge Tps	Contrôle	31,475	28,748
	TNV	51,762	39,175
	TSA	35,900	21,543
Bissection 20cm	Contrôle	-0,441	2,779
	TNV	0,443	4,099
	TSA	-2,175	2,313
Bissection 5cm	Contrôle	-0,008	0,430
	TNV	0,152	1,841
	TSA	-0,470	0,750
Dessin YO/YF	Contrôle	0,983	0,130
	TNV	0,905	0,301
	TSA	1,000	0,000
Jug. Id	Contrôle	8,000	0,000
	TNV	6,667	1,906
	TSA	7,900	0,316
RV et Astéréognosie	Contrôle	5,983	0,130
	TNV	5,952	0,218
	TSA	5,800	0,422
Intrus	Contrôle	6,000	0,000
	TNV	6,000	0,000
	TSA	5,700	0,949
Couleurs	Contrôle	21,034	0,260
	TNV	20,667	0,796
	TSA	20,800	0,422
Visages	Contrôle	1,966	0,183
	TNV	1,905	0,301
	TSA	2,000	0,000
Visages célèbres	Contrôle	7,610	0,720
	TNV	6,714	1,056
	TSA	6,600	1,350
FCR C.	Contrôle	35,051	2,614
	TNV	30,550	5,675
	TSA	32,850	4,726
Type	Contrôle	1,932	1,201
	TNV	2,350	1,348
	TSA	1,900	1,524
FCR C. Tps	Contrôle	150,831	50,637
	TNV	222,150	169,658
	TSA	158,400	55,828
FCR. M	Contrôle	22,144	7,248
	TNV	15,000	8,025
	TSA	22,167	8,400
FCR. M Tmp.	Contrôle	136,702	49,684
	TNV	160,063	61,737
	TSA	113,667	41,277
MMS	Contrôle	29,483	0,707
	TNV	28,526	1,219
	TSA	27,900	3,247
Q.A.	Contrôle	15,492	5,923
	TNV	17,650	6,612
	TSA	32,800	11,203
habiletés sociales	Contrôle	2,424	1,993
	TNV	2,750	1,860
	TSA	6,600	2,503
Attention partagée	Contrôle	3,525	1,879
	TNV	3,750	2,197
	TSA	6,900	2,807
Communication	Contrôle	2,034	1,732
	TNV	2,600	1,569
	TSA	6,900	2,726
Imagination	Contrôle	2,814	1,666
	TNV	3,350	2,277
	TSA	5,600	2,675
Attention aux détails	Contrôle	4,103	1,926
	TNV	5,050	2,139
	TSA	6,500	2,877

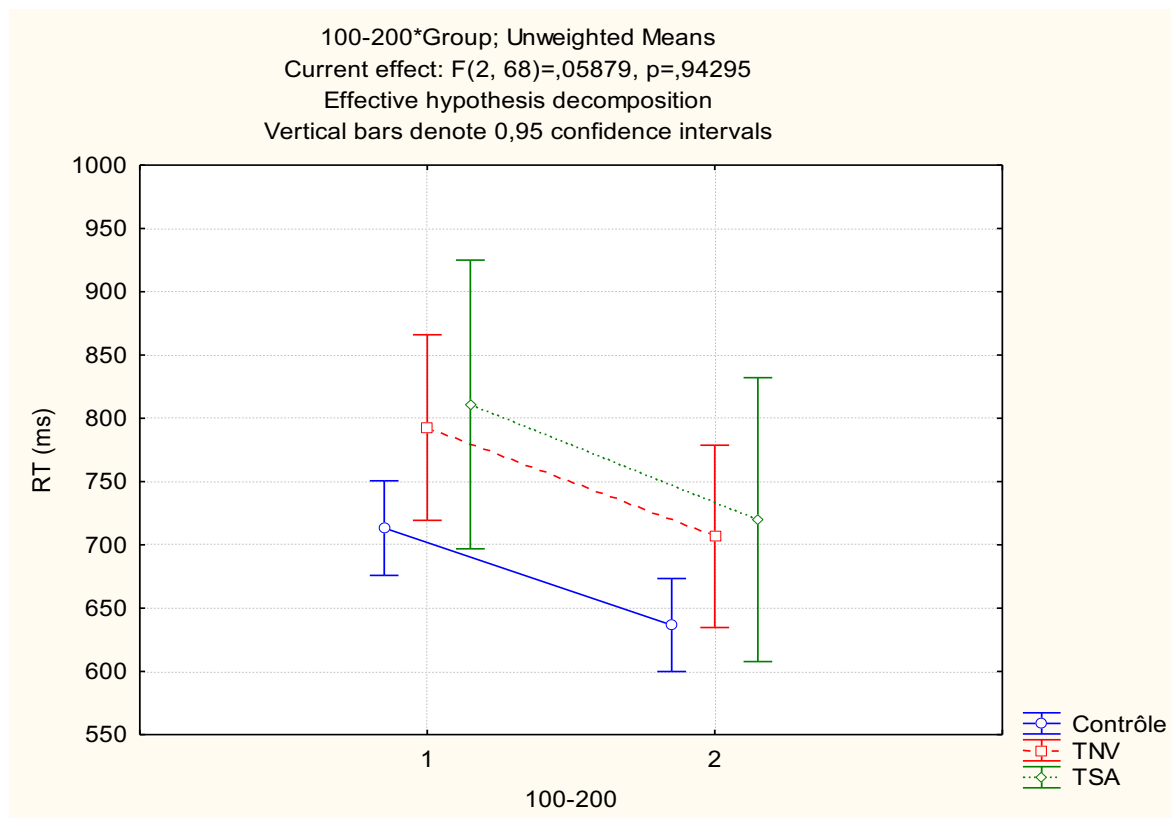
Annexe S

Figure 19 : Effet des fréquences spatiales sur les groupes (%RC)



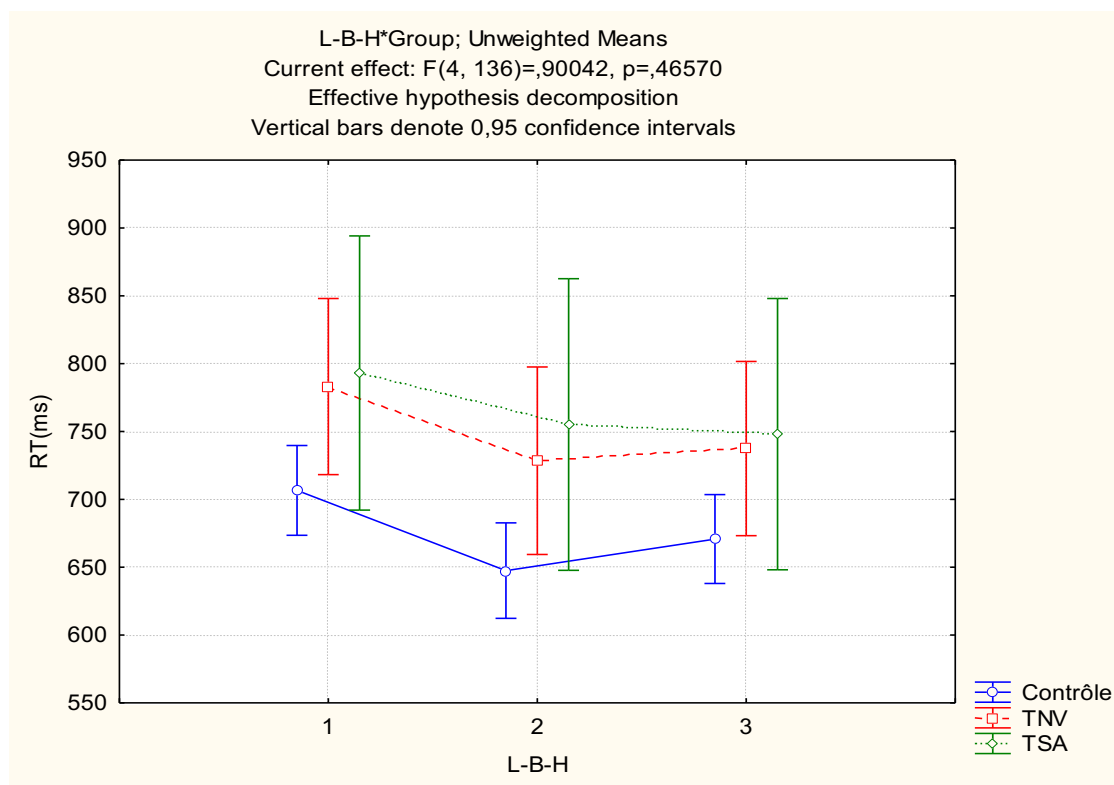
Annexe T

Figure 20 : TR des sujets à la tâche informatisée



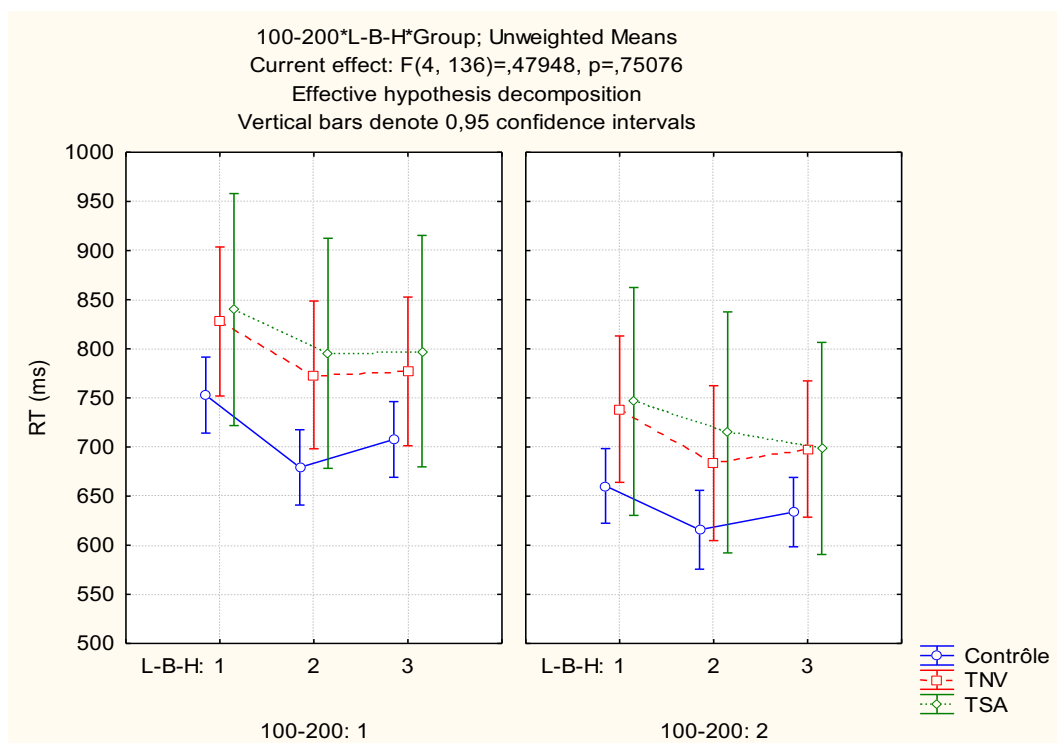
Annexe U

Figure 21 : Effet des fréquences spatiales sur les groupes (TR)



Annexe V :

Figure 22 : Effet des fréquences spatiales sur les groupes (TR) à 100 ms et à 200 ms



Titre : Caractérisation des atypicités de la perception des émotions faciales dans les troubles autistiques et neurovisuels

Résumé : L'expression du syndrome autistique et l'expression des troubles neurovisuels, de par leurs processus cognitifs visuels proches, compliquent le diagnostic différentiel. Afin d'apprécier l'importance des dysfonctionnements neurovisuels au sein de la symptomatologie autistique, nous avons proposé à des sujets contrôles (n=50), TNV (n=22) et TSA (n=9) un bilan neurovisuel, le MMS, le quotient autistique et une tâche informatisée de catégorisation d'émotions. Celle-ci proposait des visages exprimant 4 émotions distinctes se succédant, selon différentes fréquences spatiales (locales vs globales) et différents temps de présentation. Ce protocole montre que les sujets TNV et TSA présentent des atypicités au bilan neurovisuel ainsi que de faibles performances quasi-similaires à la tâche de catégorisation des émotions. Notre expérience révèle, entre autre, une corrélation entre troubles de la fonction visuelle et difficulté de traitement des émotions.

Mots-clés : Trouble du spectre autistique, syndrome d'Asperger, Troubles neurovisuels, traitement des émotions, traitement atypique, fréquences spatiales.

Abstract: Because both disorders have similar visual cognitive processes, the expression of autistic spectrum disorder (TSA in French) and that of neurovisual impairments (TNV in French) may lead to a complicated differential diagnosis. In order to appreciate the extent of neurovisual dysfunction in autistic symptomatology, control participants (n=50), TNV (n=22) and TSA (n=9) were evaluated through neurovisual tests, MMS, autistic quotient and a computerized emotional categorization task. This task includes faces that express 4 distinct feelings appearing in turn according to different spatial frequencies (local vs overall) and different presentation time lengths (100ms vs 200ms). This protocol shows neurovisual impairments in TSA and TNV and low performance almost like in the task of categorizing emotions. Our results show a correlation between visual function disorder and emotion processing impairment.

Keywords: autistic spectrum disorder, Asperger Syndrome, neurovisual impairment, emotion processing, atypical processing, spatial frequencies.

Nombre de page : 60

Nombre de références bibliographiques : 82