

Université de Montréal

**Étude de l'attention spatiale en condition d'interférence émotionnelle chez les enfants
avec un trouble autistique**

par

Émélie Rondeau

Département de sciences biomédicales

Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès sciences
en Sciences biomédicales
option Sciences psychiatriques

Octobre 2011

© Émélie Rondeau, 2011

Université de Montréal
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Étude de l'attention spatiale en condition d'interférence émotionnelle chez les enfants avec
un trouble autistique

Présenté par :
Émélie Rondeau

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Boutheina Jemel, Ph. D.
président-rapporteur

Jean-Marc Guilé, M.D., M. Sc.
directeur de recherche

Philippe Robaey, M.D., Ph. D.
membre du jury

Résumé

Le déficit social, incluant la perturbation du traitement du regard et des émotions, est au cœur de l'autisme. Des études ont montré que les visages de peur provoquent une orientation rapide et involontaire de l'attention spatiale vers leur emplacement chez les individus à développement typique. De plus, ceux-ci détectent plus rapidement et plus efficacement les visages avec un regard direct (vs regard dévié). La présente étude vise à explorer l'effet de l'émotion de peur et de la direction du regard (direct vs dévié) sur l'attention spatiale chez les enfants autistes à l'aide d'une tâche d'attention spatiale implicite. Six enfants avec un trouble autistique (TA) ont participé à cette étude. Les participants doivent détecter l'apparition d'une cible à gauche ou à droite d'un écran. L'apparition de la cible est précédée d'une amorce (paire de visages peur/neutre avec regard direct/dévié). La cible peut être présentée soit dans le même champ visuel que l'amorce émotionnellement chargée (condition valide), soit dans le champ visuel opposé (condition invalide). Nos résultats montrent que les amorces avec un visage de peur (vs les amorces avec un visage neutre) provoquent un effet d'interférence au niveau comportemental et divergent l'attention de leur emplacement chez les enfants avec un TA.

Mots-clés : Émotion, Regard, Autisme, Attention spatiale, Perception des visages, Peur.

Abstract

Autism is characterized by a social deficit, including difficulties in using and responding to facial expressions and gaze. Previous studies showed that fearful faces elicit a rapid involuntary orienting of spatial attention towards their location in typically developing (TD) individuals. In addition, target faces with direct gaze are detected faster and more efficiently than those with averted gaze in TD individuals. The aim of the current study is to explore the effect of fear and gaze direction (direct vs averted) on spatial attention in children with autistic disorder (AD). Six children with AD performed a covert spatial orienting task. Each trial consisted of a pair of faces (fearful/neutral with direct/averted gaze) briefly presented followed by a target presented at the location of one of the faces. Participants had to judge the location of the target (right or left visual field). The target unpredictably appeared on the side of the emotional face (fear, direct) (valid condition) or on the opposite side (neutral, averted) (invalid condition). Our results show that fearful faces have an interferent effect on the performance of AD children and divert attention from their location.

Keywords : Emotion, Gaze, Autism, Spatial attention, Face perception, Fear.

Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des abréviations.....	ix
Chapitre 1 : INTRODUCTION.....	1
1. Perception des visages et cognition sociale	2
1.1. Les visages	2
1.1.1. Mécanismes « spécifiques » des visages.....	3
1.1.2. Bases neurobiologiques de la perception des visages	5
1.2. Traitement des émotions	6
1.2.1. Les émotions et l'attention spatiale.....	7
1.2.2. Bases neurobiologiques des émotions.....	9
1.3. Le regard	12
1.3.1. Évidences comportementales liées au traitement de la direction du regard.....	13
1.3.2. Bases neurobiologiques liées au traitement de la direction du regard	13
1.4. La relation entre les émotions et le regard	14
2. L'autisme	16
2.1. Critères diagnostiques de l'autisme	17
2.2. Évidences cliniques sur le déficit social dans l'autisme	18
2.2.1. Traitement des visages dans l'autisme.....	19
2.2.2. L'exploration visuelle des visages chez les autistes	21
2.2.3. Traitement des émotions dans l'autisme.....	23
2.2.4. Les émotions et l'attention spatiale dans l'autisme	24
2.2.5. Traitement du regard dans l'autisme.....	25
2.2.6. Traitement de la direction du regard dans l'autisme.....	26
2.2.7. La relation entre les émotions et le regard dans l'autisme	28
3. Problématique	29
4. Objectifs de l'étude	32
5. Hypothèses	33

Chapitre 2 : MÉTHODOLOGIE.....	35
1. Participants.....	36
1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	38
1.2. Recrutement des participants.....	38
2. Stimuli.....	39
3. Procédure	42
3.1. Phase de familiarisation	43
3.2. Phase d'expérimentation.....	44
4. Analyse des données et statistiques.....	46
Chapitre 3 : RÉSULTATS.....	48
1. Résultats qualitatifs.....	49
2. Résultats quantitatifs	49
2.1. Exactitude des réponses.....	50
2.2. Temps de réponse.....	51
2.2.1. L'effet de l'émotion.....	52
2.2.2. L'effet de la direction du regard.....	54
Chapitre 4 : DISCUSSION.....	58
1. L'effet de l'émotion.....	61
2. L'effet de la direction du regard.....	64
3. La combinaison de l'émotion et du regard.....	66
4. Conclusion.....	68
BIBLIOGRAPHIE.....	69

Liste des tableaux

Tableau I. Caractéristiques des participants.....	37
Tableau II. Description des quatre conditions utilisées dans l'expérience	47
Tableau III. Exactitude des réponses des participants en fonction de la condition.....	51
Tableau IV. Temps de réponse des participants en fonction de la condition.....	52

Liste des figures

Figure 1. Exemples des quatre différentes conditions de paires de visages (amorces) utilisées dans l'expérience.....	42
Figure 2. Exemple de la séquence des événements d'un essai de la tâche expérimentale....	45
Figure 3. Effet global de l'émotion.....	53
Figure 4. Temps de réponse pour le regard direct et le regard dévié en fonction de l'émotion.....	54
Figure 5. Effet global de la direction du regard.....	56
Figure 6. Temps de réponse pour l'émotion de peur et l'expression neutre en fonction de la direction du regard.....	57

Liste des abréviations

APA : *American psychiatric association*

AS : Syndrome d'Asperger

DSM-IV-TR : *Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders, 4th edition, text revision*

EEG : Électroencéphalographie

FFA : *Fusiform face area*

GF : Gyrus fusiforme

GTI : Gyrus temporal inférieur

IRMf : Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

N-D : Neutre-Direct

N-Dv : Neutre-Dévié

P-D : Peur-Direct

P-Dv : Peur-Dévié

STS : Sillon temporal supérieur

TA : Trouble autistique

TED : Trouble envahissant du développement

TED-NS : Trouble envahissant du développement non spécifié

TR : Temps de réponse

Remerciements

Merci à mon directeur, Dr Jean-Marc Guilé, de m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce projet et pour m'avoir initié à la recherche en autisme.

Merci au Dr Boutheina Jemel pour ses commentaires constructifs et ses précieux conseils tout au long du projet.

Merci à Anthony Hosein et Magali Boibieux pour leur aide au niveau des détails techniques du projet.

Merci à l'équipe de l'Institut Douglas (Dr Jean-Marc Bourque, Dr Leslie Klein, Diane Jacquelin et Éric Springhetti) pour leur aide au niveau du recrutement des participants.

Merci à tous les participants ainsi qu'à leur famille qui ont accepté de prendre part au projet.

Sur une note plus personnelle, merci à ma famille et mes amis pour leur support et leurs encouragements.

Finalement, un merci particulier à mes parents, Jacques et Marie. Votre soutien a été essentiel à la réussite de ma maîtrise.

Chapitre 1
INTRODUCTION

1. Perception des visages et cognition sociale

Parmi tous les objets visuels qui nous entourent, les visages constituent les stimuli les plus significatifs, fournissant notamment de l'information sur l'état émotionnel d'autrui. Or, la compréhension des émotions et donc de l'état d'esprit d'un autre individu fait intervenir des processus cognitifs qui constituent une partie intégrante de la cognition sociale. La cognition sociale est la capacité de reconnaître et d'utiliser l'information sociale dans le but d'interagir socialement (Adolphs, 2001). La perception et la compréhension des expressions faciales émotionnelles sont cruciales au niveau des interactions sociales et constituent ainsi la base de la cognition sociale (Brothers, 1990).

1.1. Les visages

Le visage humain est le stimulus visuel le plus significatif dans notre environnement puisqu'il fournit plusieurs informations cruciales au niveau de l'identification des congénères, de la communication et des interactions sociales (Ellis et Young, 1998). Les visages nous informent notamment sur l'identité, l'âge et le genre d'un autre individu, mais également sur son état émotionnel et sur son intention (Bruce et Young, 1986).

Dès la naissance, les humains sont attirés préférentiellement par les visages. En ce sens, quelques études ont observé que les nouveau-nés passent plus de temps à explorer les visages plutôt que d'autres stimuli visuels complexes (Goren et coll., 1975; Simion et coll., 1998) et apprennent rapidement à reconnaître le visage de leur mère parmi tous les autres visages (Burnham, 1993; Pascalis et coll., 1995).

1.1.1. Mécanismes « spécifiques » des visages

Malgré la simplicité apparente de la configuration faciale (deux yeux au-dessus d'un nez au-dessus d'une bouche), les visages semblent tous très différents les uns des autres et les humains semblent être experts à différencier efficacement et rapidement un nombre impressionnant de visages (Diamond et Carey, 1986).

Il existe plusieurs évidences expérimentales en psychologie montrant que les informations globales sont plus importantes que les informations locales. En ce sens, des études ont établi deux différents types de traitement pour les visages, soit le traitement configural qui repose sur le visage global et le traitement analytique qui repose sur les parties qui composent le visage, c'est-à-dire les traits faciaux (yeux, nez, bouche). Plusieurs études ont montré que le traitement configural semble privilégié dans le traitement des visages chez l'humain sain (Diamond et Carey, 1986; Farah et coll., 1998; Gauthier et Tarr, 1997; Gauthier et coll., 1999). Une étude récente a démontré que le traitement configural des visages est divisé en trois types débutant par le traitement des relations de premier ordre qui spécifient que le stimulus est un visage (arrangement des traits faciaux), suivi par le traitement holistique qui traite le visage comme un tout indécomposable, et finalement le traitement des relations de deuxième ordre, ce qui implique l'encodage des relations spatiales entre les traits faciaux (i.e., traitement configural) nécessaire à la différenciation entre les visages et la reconnaissance faciale (Maurer et coll., 2002). L'importance des informations configurales dans le traitement des visages est notamment prouvée par l'effet d'inversion qui démontre qu'un visage inversé est plus difficile à reconnaître qu'un visage à l'endroit (Diamond et Carey, 1986; Valentine, 1988; Yin, 1969; mais voir Maurer et coll., 2002). En ce sens, Freire et coll. (2000) ont montré que la discrimination de paires de

visages qui diffèrent dans leur information configurale (variation entre les relations spatiales des yeux et de la bouche) est plus facile lorsque les paires de visages sont présentées à l'endroit et cette discrimination est plus difficile lorsque les paires de visages sont présentées à l'envers. De plus, la discrimination de paires de visages qui diffèrent dans leur information analytique (variation dans les types de yeux, de nez et de bouches) est similaire que les paires de visages soient présentées à l'endroit ou à l'envers. Ainsi, les résultats de Freire et coll. (2000) montrent que les stimuli de visages inversés affectent le traitement de l'information configurale.

Contrairement aux visages qui seraient traités de façon configurale, plusieurs études suggèrent que la plupart des objets non-faciaux seraient traités de façon analytique (Farah, 1994). Ces affirmations ont notamment été prouvées par l'effet d'inversion qui est beaucoup plus grand pour un visage que pour un objet pour lequel on n'a pas d'expertise particulière (Diamond et Carey, 1986; Valentine, 1988; Yin, 1969). Des études ont suggéré que les différences au niveau de l'efficacité du traitement des visages en comparaison avec les objets peuvent être attribuées au fait que l'humain semble avoir développé une expertise pour les visages (Diamond et Carey, 1986; Valentine, 1988). Toutefois, l'expertise ne s'applique pas qu'aux visages. En effet, certaines études ont démontré que des experts (ex : oiseaux, chiens, voitures) vont présenter le même type de traitement et le même type d'effet (ex : effet d'inversion) pour leur objet d'expertise que pour les visages. Le développement d'une expertise serait donc associé avec une transition du traitement analytique à un traitement configural (Diamond et Carey, 1986; Gauthier et Tarr, 1997; Gauthier et Tarr, 2002; Gauthier et coll., 1999).

1.1.2. Bases neurobiologiques de la perception des visages

Plusieurs techniques sont utilisées pour enregistrer l'activité du cerveau lors du traitement des visages dont l'électroencéphalographie (EEG) qui offre une excellente résolution temporelle et les techniques d'imagerie fonctionnelle (dont l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)) qui offrent une excellente résolution spatiale. Ces techniques permettent de recueillir de l'information sur les processus corticaux impliqués dans la perception et la reconnaissance des visages.

Les études utilisant la technique des potentiels évoqués (par moyennage de l'activité de l'EEG) ont notamment permis d'identifier une onde négative qui serait associée à la perception des visages (Bentin et coll., 1996; Carmel et Bentin, 2002; George et coll., 1996). Cette onde appelée N170 apparaît vers 170 ms post-stimulus sur les électrodes occipito-temporales et son amplitude est plus grande en réponse aux visages qu'en réponse à d'autres stimuli visuels complexes (ex : voitures, maisons) (Bentin et coll., 1996; Rossion et coll., 2000; mais voir Maurer et coll., 2002). De plus, la N170 est modulée par l'effet d'inversion des visages, son amplitude et sa latence sont davantage augmentées en réponse aux visages à l'envers qu'aux visages à l'endroit. Toutefois, la N170 évoquée par les objets n'est pas affectée par l'inversion. Les études d'imagerie fonctionnelle ont permis la localisation des structures corticales sous-jacentes au processus de traitement des visages. Ces études ont montré que la perception des visages active un réseau neuronal dans le cerveau humain qui s'étend postérieurement du cortex ventral visuel incluant le gyrus fusiforme (GF) et le sillon temporal supérieur (STS) à des régions plus antérieures dans le pôle temporal tel que le système limbique (amygdale, insula) et le cortex préfrontal (Haxby et coll., 2000; Haxby et coll., 2002). Plusieurs études ont identifié une région du GF, le

gyrus fusiforme médian, comme étant sélectivement activée par la perception des visages par opposition à la perception d'autres objets visuels complexes. Cette région est appelée la *fusiform face area* (FFA) (Dolan et coll., 1997; Haxby et coll., 1994; Haxby et coll., 1999; Kanwisher et coll., 1997; Puce et coll., 1995). Ces études confirment les observations anatomo-cliniques associant une lésion au niveau du GF à un déficit de la perception des visages chez des patients neurologiques (la prosopagnosie). Cependant, d'autres études ont nuancé l'hypothèse de la spécificité de la FFA aux visages (Kanwisher et coll., 1997) en montrant que cette région est également activée par des objets non-faciaux pour lesquels une expertise a été acquise (Gauthier et coll., 1999; Gauthier et coll., 2000). Finalement, certaines études ont indiqué que la perception des objets semble plutôt impliquer le gyrus temporal inférieur (GTI) et le cortex latéral occipital (Dolan et coll., 1997; Gauthier et coll., 1999; Grill-Spector et coll., 2001; Haxby et coll., 1999; Kanwisher et coll., 1997).

1.2. Traitement des émotions

Selon la théorie évolutionniste de Darwin, les émotions seraient liées à l'adaptation à l'environnement et à la survie des individus, notamment par l'évitement d'un danger ou par la satisfaction d'un besoin (Darwin, 1872). À travers les nombreuses études sur l'émotion, plusieurs définitions de ce terme ont été répertoriées. Ainsi, il en ressort principalement que les émotions sont des réactions complexes au niveau cognitif et physiologique qui permettent d'interagir avec notre environnement. Or, la perception des émotions joue un rôle important au niveau de la communication sociale. En ce sens, reconnaître et décoder des émotions faciales chez autrui permet d'obtenir de l'information notamment sur son intention et son état esprit et permet ainsi de générer un comportement social approprié afin de mieux interagir avec les autres.

Plusieurs études ont tenté d'identifier les différents types d'émotions. Actuellement, la majorité des auteurs s'accorde sur les travaux d'Ekman qui a distingué six émotions primaires : la joie, la tristesse, la colère, la peur, la surprise et le dégoût (Ekman, 1992). Les études ont notamment relevé deux caractéristiques qui sont principalement associées aux émotions, soit la valence et l'intensité. Ainsi, les émotions à valence négative incluent la tristesse, la colère, le dégoût et la peur alors que la joie constitue une émotion à valence positive.

1.2.1. Les émotions et l'attention spatiale

Plusieurs études antérieures ont démontré que les stimuli émotionnels, surtout ceux exprimant une menace, sont plus significatifs et attirent l'attention de l'observateur. D'un point de vue évolutif, être plus attentif aux stimuli menaçants dans notre environnement est adaptatif et augmente les chances de survie de l'individu (LeDoux, 1996). En effet, les signaux de menace sont rapidement et efficacement traités par des mécanismes spécialisés du traitement des émotions et notre attention a tendance à être plus attirée vers un stimulus de menace que vers un stimulus neutre (Adolphs, 2003; Fox, 2002; LeDoux, 1996; Vuilleumier, 2002). Il a été démontré par plusieurs études que les expressions émotionnelles influencent l'attention spatiale. Une des premières études a trouvé que les visages exprimant la colère sont identifiés plus efficacement et plus rapidement dans une foule de visages exprimant la joie, plutôt que l'inverse (Hansen et Hansen, 1988). Plusieurs autres études comportementales ont exploré les effets de l'émotion sur l'attention spatiale. Ces études ont trouvé que les stimuli négatifs ou menaçants attirent l'attention plus que les stimuli neutres (Armony et Dolan, 2002; Carlson et Reinke, 2008; Eastwood et coll., 2001; Fox et coll., 2000; Öhman et coll., 2001; Pourtois et coll., 2004).

Plusieurs études ont ainsi démontré que la perception de stimuli à contenu émotionnel influence le traitement cognitif à différents niveaux (ex : perceptif, mémoire, attention). Des études ont montré que les informations émotionnelles influencent le déploiement des ressources attentionnelles. Ainsi, l'attention spatiale serait orientée plus rapidement vers la localisation spatiale de stimuli potentiellement menaçants (Fichtenholtz et coll., 2007; Pourtois et coll., 2004). La majorité des études visant à explorer l'influence de l'émotion sur l'attention spatiale a utilisé des variantes du paradigme classique de Posner. Dans ce paradigme, le participant doit fixer un marqueur au centre d'un écran et détecter l'apparition d'une cible à gauche ou à droite du marqueur. L'apparition de la cible est précédée d'un indice visuel (ex : une flèche) prédisant correctement l'emplacement de la cible (indice valide), ou prédisant incorrectement un autre emplacement (indice invalide). Le participant est alors plus rapide à détecter la cible après un indice valide qu'après un indice invalide (Posner et coll., 1980).

Pourtois et coll. (2004) ont utilisé une variante du paradigme de Posner pour étudier les effets comportementaux et électrophysiologiques de l'émotion sur l'orientation de l'attention spatiale chez des adultes sains. À chaque essai, deux visages sont brièvement présentés dans chaque champ visuel, un visage émotionnel (peur ou joie) et un visage neutre. Puis, les deux visages sont remplacés par une barre (la cible) qui apparaît à une position précédemment occupée par l'un des deux visages. La barre est orientée horizontalement ou verticalement. La tâche consiste à appuyer sur un bouton uniquement si l'orientation de la barre (la cible) est congruente avec le segment épaissi de la croix de fixation (barre horizontale ou verticale de la croix). La barre apparaît soit du même côté que le visage émotionnel (condition valide), soit du même côté que le visage neutre (condition

invalide). Il est important de noter que dans cette expérience, les visages neutres et émotionnels sont totalement non-pertinents à la tâche du participant. Pourtois et coll. (2004) ont observé que les participants sont meilleurs et plus rapides à juger l'orientation de la barre lorsqu'elle est située dans le même champ visuel que le visage de peur que lorsqu'elle est située dans le même champ visuel que le visage neutre. Cet effet n'est pas présent pour le visage de joie. Pourtois et coll. (2004) ont donc montré que chez l'adulte sain, les visages de peur provoquent une orientation rapide et involontaire de l'attention spatiale vers leur emplacement.

Ce paradigme a été employé auprès de différentes populations cliniques, notamment chez des personnes présentant des troubles anxieux (Bradley et coll., 1997; Mogg et coll., 1997). Ainsi, des études ont observé chez des individus présentant des troubles anxieux une détection facilitée pour les cibles apparaissant dans le même champ visuel qu'un stimulus de peur comparé avec les cibles apparaissant dans le même champ visuel qu'un stimulus neutre. Ces résultats démontrent une vigilance attentionnelle accrue pour les stimuli de menace chez les individus anxieux en comparaison avec les individus non-anxieux (Bradley et coll., 1997; Mogg et coll., 1997).

1.2.2. Bases neurobiologiques des émotions

Les émotions signalent des événements importants dans l'environnement visuel qui mobilisent de façon préférentielle les ressources attentionnelles. La sélection et l'évaluation rapide de stimuli exprimant une menace potentielle (ex : visages de peur) est cruciale pour la survie des individus (LeDoux, 2000). En ce sens, plusieurs études ont montré que des visages de peur ou des images avec un contenu émotionnellement négatif attirent les

ressources attentionnelles vers leur emplacement en comparaison avec des stimuli neutres (Fox et coll., 2000; Mogg et coll., 1997; Öhman et coll., 2001; Pourtois et coll., 2004; Vuilleumier, 2002).

Des études d'imagerie fonctionnelle ont également montré que la perception de stimuli de peur est associée avec une augmentation de l'activation de l'amygdale (Breiter et coll., 1996; Morris et coll., 1996). Des études de patients avec des lésions bilatérales de l'amygdale ont observé un déficit dans leur capacité à reconnaître les émotions négatives telles que la peur et la colère, suggérant un rôle important de l'amygdale au niveau du traitement des expressions faciales émotionnelles et plus particulièrement pour la peur ou les stimuli de menace (Adolphs et coll., 1994; Adolphs et coll., 1995; Calder et coll., 1996). Une étude d'imagerie fonctionnelle a par ailleurs démontré que la perception d'un regard direct provoque une augmentation de l'activation de l'amygdale (Kawashima et coll., 1999) suggérant ainsi que l'amygdale est sensible à la direction du regard, qui est un signal social important fournissant de l'information notamment à propos de l'intention d'un autre individu.

En lien avec les réponses de l'amygdale, des études ont montré une augmentation de l'activité neuronale dans plusieurs régions du cortex visuel en réponse à des images ou des stimuli de menace (ex : visage de peur) (Armony et Dolan, 2002; Breiter et coll., 1996; Morris et coll., 1996; Pessoa et coll., 2002; Vuilleumier et coll., 2001). Ces résultats suggèrent un rôle possible de modulation de l'amygdale sur l'activité du cortex visuel permettant ainsi de prioriser l'analyse visuelle d'indices sociaux pertinents (ex : stimuli de

menace) et provoquant une détection plus rapide et plus efficace des stimuli de menace même si ceux-ci apparaissent à l'extérieur du centre d'attention (Vuilleumier, 2002).

Même si l'amygdale représente la région centrale, le traitement de l'information émotionnelle implique un réseau cortical incluant plusieurs structures, notamment le cortex préfrontal médian et le cortex cingulaire antérieur (Fusar-Poli et coll., 2009). Ces régions sont grandement interconnectées et auraient un rôle au niveau de la prise de décision émotionnelle, la régulation émotionnelle et le contrôle cognitif.

Des études ont montré que l'amygdale est activée en réponse à des stimuli de peur, même en l'absence d'une attention explicite vers ces stimuli (Vuilleumier et coll., 2001). Les stimuli de peur ou de menace peuvent provoquer une orientation involontaire de l'attention spatiale vers leur emplacement (Mogg et coll., 1997; Pourtois et coll., 2004). De plus, une étude IRMf a montré que l'amygdale est activée par un visage de peur même si le visage émotionnel est non consciemment perçu (Morris et coll., 2001a). Une étude a également montré une activation inconsciente de l'amygdale par des visages de peur chez un patient ayant une ablation du cortex visuel (*blindsight* ou vision aveugle) (Morris et coll., 2001b). Ces résultats au niveau du traitement inconscient de la peur suggèrent que la détection de stimuli de menace dans notre environnement nécessite une transmission rapide, involontaire et automatique de ces stimuli à l'amygdale par une voie sous-corticale qui court-circuite l'analyse plus lente dans le cortex visuel (LeDoux, 2000; Vuilleumier et coll., 2001).

1.3. Le regard

D'un point de vue ontogénétique et phylogénétique, les informations véhiculées par le regard sont importantes dans la régulation des interactions sociales et sont parfois vitales pour la survie des individus chez les primates. Un peu comme pour les visages, les nouveau-nés montrent également une préférence pour la région des yeux (Johnson et coll., 1991). Selon certains auteurs (Morton et Johnson, 1991), cette préférence précoce suggère l'existence de mécanismes innés privilégiant le traitement de stimuli signifiants dans leur environnement visuel, et représenterait ainsi la base des apprentissages des comportements sociaux et des interactions interindividuelles. La région des yeux est une source d'information essentielle sur l'état d'autrui. Les yeux informent sur la direction du regard, l'intention, l'état d'esprit et l'état émotionnel d'autrui. Le contact oculaire mutuel est un signal important que l'autre a un intérêt, une intention envers l'observateur (Gibson et Pick, 1963). Le regard sert donc à établir un contexte communicatif (Kleinke, 1986).

La perception et la compréhension des expressions émotionnelles faciales ont un rôle crucial dans les interactions sociales en faisant appel à la cognition sociale. Cette perception passe particulièrement par les yeux. En raison de leur nature hautement informative, les yeux sont la cible attentionnelle privilégiée dans l'exploration des visages. En effet, des études comportementales et en oculométrie (*eye-tracking*) ont démontré que lors de la perception d'un visage, l'adulte normal accorde plus d'attention et plus de temps à explorer la région des yeux que toute autre partie du visage (ex : nez, bouche) (Hernandez et coll., 2009; Klin et coll., 2002; Mertens et coll., 1993; Walker-Smith et coll., 1977).

1.3.1. Évidences comportementales liées au traitement de la direction du regard

Le contact oculaire direct est impliqué dans la communication et les interactions sociales (Hains et Muir, 1996; Kleinke, 1986) alors que le regard dévié est plus impliqué dans l'attention conjointe (Butterworth et Jarett, 1991; Reddy, 2003). De plus, la discrimination entre le regard direct et le regard dévié est hautement précise (Gibson et Pick, 1963). Le regard direct est mieux détecté que le regard dévié puisqu'il attire l'attention visuo-spatiale vers le visage et rend plus difficile le désengagement du visage (Senju et Hasegawa, 2005). Même les nouveau-nés montrent une préférence visuelle pour le regard direct plutôt que le regard dévié ou les yeux fermés (Batki et coll., 2000; Farroni et coll., 2002).

En ce sens, plusieurs études dont celles utilisant le paradigme de recherche visuelle ont démontré que les individus à développement typique détectent plus rapidement et plus efficacement les visages avec un regard direct parmi des distracteurs (visages avec un regard dévié) que l'inverse (Conty et coll., 2006; Macrae et coll., 2002; Senju et coll., 2008; von Grünau et Anston, 1995). De plus, d'autres études ont également démontré que les visages avec un regard direct sont mieux mémorisés que ceux avec un regard dévié (Hood et coll., 2003; Mason et coll., 2004; Smith et coll., 2006; Vuilleumier et coll., 2005). Par ailleurs, contrairement au regard direct, le regard dévié a pour effet de détourner l'attention de l'observateur vers l'endroit où le regard est dirigé (effet d'indication de l'attention spatiale).

1.3.2. Bases neurobiologiques liées au traitement de la direction du regard

Au niveau neurobiologique, des études ont démontré que le STS est impliqué dans la perception du regard et dans la détermination de la direction du regard (Hoffman et Haxby,

2000; Hooker et coll., 2003; Pelphrey et coll., 2004; Pelphrey et coll., 2005; Puce et coll., 1998; Wicker et coll., 1998). L'étude de Pelphrey et coll. (2004) a notamment observé une activité plus grande dans le STS en réponse à un regard direct comparé à un regard dévié. D'autres structures seraient également impliquées au niveau de la perception du regard, notamment l'insula, le cortex cingulaire postérieur et l'amygdale (Kawashima et coll., 1999). D'ailleurs, une étude de neuroimagerie a observé une activité plus élevée dans l'amygdale en réponse au regard direct comparé au regard dévié, montrant ainsi que l'amygdale est sensible à la direction du regard (Kawashima et coll., 1999). De plus, des études électrophysiologiques ont montré que la direction du regard semble produire un effet sur la N170. Plus spécifiquement, une étude a montré que le regard direct provoque une plus grande augmentation de l'amplitude de la N170 en comparaison avec le regard dévié (Conty et coll., 2007).

1.4. La relation entre les émotions et le regard

La direction du regard et l'expression émotionnelle d'un visage sont deux caractéristiques faciales importantes au niveau de la communication sociale. Or, il semble exister une relation complexe entre le regard et l'émotion. La pertinence d'une expression émotionnelle négative diffère grandement si elle est dirigée vers l'observateur ou pas, car elle indique une intention communicative différente (Davies et coll., 2011). En effet, des études récentes ont suggéré que la direction du regard et l'expression émotionnelle interagissent pour produire un effet «pertinent» ou «cohérent» au niveau de l'évaluation de l'émotion d'un visage. Ainsi, selon ces études, la direction du regard semble avoir différentes implications selon l'émotion (Davies et coll., 2011; Sander et coll., 2007) : un visage de colère attirerait plus l'attention de l'observateur si le regard est direct, puisque ceci indiquerait que la

personne en colère va attaquer l'observateur. Un visage de peur attirerait plus l'attention de l'observateur si le regard est dévié, puisque ceci indiquerait qu'il pourrait y avoir une source de danger près de l'observateur. Ainsi, un visage de colère serait donc mieux détecté avec un regard direct et un visage de peur serait mieux détecté avec un regard dévié (Sander et coll., 2003).

Des études ont trouvé que la détection des expressions émotionnelles d'un visage est facilitée par une direction du regard conséquente : les expressions faciales orientées vers l'approche (colère et joie) sont plus facilement décodées si elles sont couplées avec un regard direct et les expressions faciales orientées vers l'évitement (peur et tristesse) sont plus facilement décodées si elles sont couplées avec un regard dévié (Adams et Kleck, 2003; Adams et Kleck, 2005). Plus spécifiquement, ces études ont montré que l'expression de colère est plus rapidement catégorisée lorsqu'elle est associée à un regard direct plutôt qu'à un regard dévié et que l'expression de peur est plus rapidement catégorisée lorsqu'elle est associée à un regard dévié plutôt qu'à un regard direct. De plus, le regard direct augmente la perception de la colère et le regard dévié augmente la perception de la peur (Adams et Kleck, 2003; Adams et Kleck, 2005).

En lien avec les résultats présentés par Adams et Kleck (2003) et Adams et Kleck (2005), l'étude de Sander et coll. (2007) a montré que la spécificité et l'intensité perçue de l'émotion de la colère sont plus élevées lorsque le visage de colère est associé à un regard direct. Dans le même sens, la spécificité et l'intensité perçue de l'émotion de peur sont plus élevées lorsque le visage de peur est associé à un regard dévié.

L'interaction entre le regard et l'émotion a également été observée dans des études d'imagerie fonctionnelle. Ainsi, le niveau d'activation de l'amygdale lors de la perception d'expressions faciales de colère et de peur varie en fonction de la direction du regard (Adams et coll., 2003). Il a aussi été observé que l'activité de l'amygdale est plus élevée lorsque le visage exprimant la colère fait face à l'observateur que lorsqu'il est dirigé plus loin de l'observateur (Sato et coll., 2004). Finalement, une autre étude a observé que le visage de peur avec un regard dévié provoque une plus grande activation dans le STS, le GF et l'amygdale que le visage de peur avec un regard direct (Hadjikhani et coll., 2008). Une étude EEG a également montré que l'expression émotionnelle est traitée en lien avec le regard très tôt dans le développement de l'individu (Hoehl et Striano, 2010).

De plus, des études comportementales et électrophysiologiques récentes ont suggéré que l'expression émotionnelle faciale serait traitée avant le regard. Plus spécifiquement, l'expression émotionnelle faciale représenterait un signal plus pertinent pour l'observateur que la direction du regard (Fichtenholtz et coll., 2009; Graham et LaBar, 2007).

2. L'autisme

L'autisme est un trouble neurodéveloppemental comprenant le trouble autistique (TA), le syndrome d'Asperger (AS) et les troubles envahissants du développement non spécifiés (TED-NS). La prévalence du TA est estimée à 13 pour 10 000, celle de l'AS à 2,6 pour 10 000 et celle des TED-NS à 20,8 pour 10 000. La prévalence globale de l'autisme est estimée à 37 pour 10 000. Toutefois, considérant que plusieurs enfants avec autisme n'ont pas été identifiés lors de ces études, certaines recherches estiment que la prévalence de l'autisme serait plus élevée, soit environ 60 pour 10 000 (Fombonne, 2005). De plus,

l'autisme présente un ratio homme : femme de 4 : 1 (Fombonne, 2005). Parmi les troubles envahissants du développement (TED), le TA est le diagnostic qui présente la stabilité la plus importante (Rondeau et coll., 2011).

2.1. Critères diagnostiques de l'autisme

L'autisme est défini selon les critères du *Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders, 4th edition, text revision* (DSM-IV-TR) (*American Psychiatric Association* (APA), 2000). Ainsi, selon le DSM-IV-TR, l'autisme est caractérisé par des déficits dans les interactions sociales, la communication et par la présence d'activités, de comportements et d'intérêts répétitifs et stéréotypés. Les symptômes présentés dans les trois domaines varient quantitativement et qualitativement selon le type d'autisme (TA, AS ou TED-NS) (APA, 2000).

Les déficits au niveau des interactions sociales peuvent se manifester par une altération dans l'utilisation des comportements non-verbaux (contacts oculaires, gestes, expressions faciales, postures corporelles) servant à réguler les interactions sociales, par une incapacité à établir des relations avec ses pairs correspondant à son niveau de développement ou par le fait que l'enfant ne cherche pas à partager ses plaisirs, ses intérêts ou ses réussites avec les autres (ex : l'enfant ne pointe pas du doigt) (APA, 2000).

Au niveau de la communication, il peut y avoir un retard de langage ou une absence totale de langage sans qu'il n'y ait de tentative de compensation par des modes de communication non-verbaux (comme des gestes). Dans le cas où le langage est présent, il y a une incapacité

à initier ou à maintenir une conversation avec autrui ou il y a un usage stéréotypé et répétitif du langage (APA, 2000).

Les activités, comportements et intérêts répétitifs et stéréotypés peuvent se manifester par une adhésion inflexible à une routine ou à un rituel, par des préoccupations anormales et intenses sur un sujet très restreint (ex : les trains), par des comportements répétitifs (ex : aligner des jouets) ou par des maniérismes moteurs (ex : battement des mains) (APA, 2000).

Or, les critères diagnostiques de l'autisme mettent surtout l'emphase sur le déficit social.

2.2. Évidences cliniques sur le déficit social dans l'autisme

Les symptômes de l'autisme, tels que la préférence pour des objets inanimés et le manque d'intérêt pour les visages humains sont présents aussi tôt que dans la première année de vie (Kanner, 1943; Osterling et Dawson, 1994). Les autistes présentent des signes précoces de comportements sociaux atypiques, notamment un faible contact visuel, un retard ou une absence du suivi du regard, une orientation diminuée vers les visages, une absence du sourire social, un manque d'expression faciale, un manque de réponse à la voix des parents et un manque d'imitation spontanée (Volkmar et coll., 2005). Ainsi, même à un très jeune âge, les autistes diffèrent des enfants à développement typique dans l'intérêt envers les autres et dans le comportement social. Dans une étude rétrospective de premières fêtes d'anniversaire d'enfants autistes et non-autistes, les enfants autistes montrent significativement moins d'intérêt envers les visages des autres individus et sont moins enclins à montrer des objets aux autres, à pointer des objets et à regarder une personne qui

l'appelle par son nom (Osterling et Dawson, 1994). Il semble évident que très tôt dans leur développement, les enfants autistes n'accordent pas la même importance à un stimulus social comme le visage, comparativement aux enfants non-autistes (Dawson et coll., 1998; Volkmar et coll., 1986).

2.2.1. Traitement des visages dans l'autisme

Les autistes présentent un manque d'intérêt envers les visages (Kanner, 1943; Osterling et Dawson, 1994). Plusieurs études ont d'ailleurs documenté que les autistes montrent des déficits dans le traitement perceptif des visages, autant en reconnaissance des visages qu'en identification des expressions faciales (Davies et coll., 1994; Hobson, 1986; Joseph et Tanaka, 2003; Langdell, 1978; Tantam et coll., 1989).

Cette perception atypique des visages semble également se traduire au niveau neurobiologique, car quelques études ont trouvé une activation neuronale atypique chez les autistes lors de la perception des visages et lors du traitement des émotions faciales (Critchley et coll., 2000; Pierce et coll., 2001; Schultz et coll., 2000).

Afin d'expliquer cette perception atypique des visages dans l'autisme, certaines études dans la littérature ont relevé que, contrairement aux individus à développement typique qui utilisent le traitement holistique, les autistes semblent plutôt se baser sur le traitement analytique des propriétés faciales. En ce sens, plusieurs autres études ont trouvé que les autistes présentent un effet d'inversion plus faible que les non-autistes pour les visages, démontrant ainsi qu'ils se basent plus sur le traitement des parties du visage (Boucher et

Lewis, 1992; Davies et coll., 1994; Hobson, 1986; Langdell, 1978; Senju et coll., 2008; Tantam et coll., 1989).

Les études en neuroimagerie ont également permis de constater que l'activation corticale des autistes durant la perception des visages diffère de celle des non-autistes. En effet, une sous-activation du GF lors de la perception des visages chez les autistes a été trouvée dans certaines études (Critchley et coll., 2000; Pierce et coll., 2001; Schultz et coll., 2000).

Plus spécifiquement, Schultz et coll. (2000) a examiné les patrons d'activations corticales des autistes et des non-autistes lorsqu'ils traitent des visages et des objets. Lors de la discrimination des visages, les autistes ont montré une plus grande activation du GTI et une plus faible activation du GF que les non-autistes (Schultz et coll., 2000). Chez les non-autistes, le GTI est la région la plus fortement associée à la discrimination des objets et le GF est la région impliquée dans le traitement des visages. Ainsi, il a été suggéré que pour la perception des visages, les autistes semblent utiliser des régions que les non-autistes utilisent pour le traitement des objets, en particulier la région du GTI. De plus, il a également été suggéré que le manque d'intérêt social chez les autistes a pu résulter en une expertise moindre dans le traitement des visages menant ainsi à une sous-activation de la FFA (Schultz et coll., 2000). Cette hypothèse a ensuite été contredite notamment par l'étude de Grelotti et coll. (2005) qui a montré que la FFA des autistes présente une activation similaire à celle des non-autistes dans certaines conditions.

Il n'y a toujours pas de véritable consensus à travers les nombreuses études sur la perception des visages dans l'autisme. Il y a une grande variabilité à travers les résultats

obtenus (Jemel et coll., 2006; Schultz et coll., 2000), et ce en fonction des méthodes utilisées, de la nature des stimuli employés ou de l'échantillon de l'étude. Ainsi, certaines études ont prouvé que les autistes pouvaient discriminer adéquatement des visages et performer aussi bien que les individus à développement typique dans certains tests de traitement des visages (Boucher et Lewis, 1992; Celani et coll., 1999; Grelotti et coll., 2002; Hauck et coll., 1998; Lahaie et coll., 2006; Ozonoff et coll., 1990; Teunisse et de Gelder, 1994). D'autres ont plutôt prouvé que les autistes présentent un traitement atypique dans la perception des visages (Critchley et coll., 2000; Hobson, 1986; Joseph et Tanaka, 2003; Klin et coll., 2002; Langdell, 1978; Pierce et coll., 2001; Schultz et coll., 2000; Tantam et coll., 1989). Cependant, c'est lorsque la tâche devient plus complexe ou que des éléments d'émotion sont inclus que les performances sont plus déficientes chez les autistes (Ashwin et coll., 2006; Davies et coll., 1994; Grelotti et coll., 2002; Hobson et coll., 1988; Klin et coll., 1999; Tantam et coll., 1989; Wang et coll., 2004).

2.2.2. L'exploration visuelle des visages chez les autistes

Certaines études utilisant l'oculométrie (ou *eye-tracking*) ont révélé que les autistes présentaient des patrons de fixation visuelle atypiques lors de la perception des visages, les autistes fixant moins la région des yeux que les non-autistes (Dalton et coll., 2005; Klin et coll., 2002; Pelphrey et coll., 2002; Spezio et coll., 2007). Dans les premières études sur le traitement des visages dans l'autisme, il a notamment été rapporté que les autistes identifient mieux les visages à partir de la bouche que les non-autistes et qu'ils semblent se concentrer plus sur la bouche que sur le visage global, par opposition aux non-autistes qui préfèrent la région des yeux (Langdell, 1978).

Cette préférence visuelle des autistes pour la région de la bouche a été vérifiée par Klin et coll. (2002) dans une étude employant l'oculométrie (*eye-tracking*) qui a mesuré les fixations visuelles des participants pendant qu'ils regardaient des vidéos de scènes sociales tirées d'un film. Les auteurs ont observé que les non-autistes regardaient plus la région des yeux que les autistes et que les autistes regardaient plus la région de la bouche que les non-autistes. Il a ainsi été suggéré que les autistes ne trouvent probablement pas la région des yeux aussi significative ou informative que les non-autistes (Klin et coll., 2002).

La perturbation du contact oculaire mutuel chez les autistes a notamment menée à une hypothèse de l'aversion (ou de l'évitement) du regard. Ainsi, les autistes éviteraient le contact oculaire mutuel en raison d'une sur-stimulation (Dalton et coll., 2005). Il a aussi été montré que les autistes présentent un contact oculaire mutuel réduit en comparaison avec les individus à développement typique puisque le contact oculaire mutuel (ou la région des yeux) n'aurait pas une valeur aussi importante et significative chez les autistes que chez les non-autistes. Ainsi, la motivation sociale réduite chez les autistes affecterait le développement d'une expertise avec les indices sociaux et émotionnels (Grelotti et coll., 2002; Wang et coll., 2004).

Dans une étude d'exploration visuelle des visages chez des adultes autistes, Hernandez et coll. (2009) ont observé que les autistes passent effectivement moins de temps à regarder la région des yeux que les non-autistes, mais, contrairement à l'étude de Klin et coll. (2002), les autistes ne montrent pas une préférence visuelle pour la région de la bouche. En effet, il n'y a pas de différence significative entre les autistes et les non-autistes pour le temps passé à fixer la région de la bouche. Hernandez et coll. (2009) observe donc que les autistes

présentent un patron d'exploration visuelle similaire aux non-autistes. En effet, les autistes regardent plus les yeux que le nez ou la bouche, tout comme les individus à développement typique. Une différence est mise en évidence lorsque les deux groupes sont comparés : les autistes regardent moins les yeux que les non-autistes. Hernandez et coll. (2009) contredit donc les études suggérant que les autistes ont une aversion, un évitement ou un déficit envers la région des yeux. L'intérêt réduit envers les yeux serait plus lié au fait que les autistes n'accordent pas nécessairement la même importance aux yeux que le font les individus à développement typique.

2.2.3. Traitement des émotions dans l'autisme

La perception et la compréhension des expressions émotionnelles faciales ont un rôle central dans les interactions sociales. Or, les difficultés sociales et émotionnelles chez les autistes ont été mises en relief dès les premières descriptions (Kanner, 1943). Des études ont rapporté la difficulté des autistes dans la reconnaissance des émotions faciales chez autrui (Adolphs, 2001; Hobson, 1986; Ozonoff et coll., 1990; Prior et coll., 1990). Plus spécifiquement, les autistes présenteraient un déficit au niveau des émotions négatives, particulièrement la peur (Ashwin et coll., 2006; Howard et coll., 2000; Pelphrey et coll., 2002). Une étude a notamment montré que les adultes autistes de haut niveau présentent des performances similaires aux non-autistes lors d'une tâche de discrimination. Toutefois, leurs performances sont significativement diminuées lorsqu'une composante émotionnelle négative (en particulier la peur) a été ajoutée dans la tâche. Les autistes ont présenté des performances similaires aux non-autistes pour les émotions non-négatives (la joie, la surprise, l'expression neutre) (Ashwin et coll., 2006).

Ce traitement atypique des émotions se traduirait également au niveau neurobiologique, puisque des études IRMf ont montré que les autistes présentent une hypoactivation du GF et de l'amygdale lors de la perception d'émotions faciales (Critchley et coll., 2000; Wang et coll., 2004).

2.2.4. Les émotions et l'attention spatiale dans l'autisme

Plusieurs études ont exploré les effets de l'émotion sur l'attention spatiale chez les individus sains. Ces études ont trouvé que les stimuli négatifs ou menaçants attirent l'attention plus que les stimuli neutres (Armony et Dolan, 2002; Carlson et Reinke, 2008; Eastwood et coll., 2001; Fox et coll., 2000; Öhman et coll., 2001; Pourtois et coll., 2004).

Parmi ces études, Pourtois et coll. (2004) démontre que les participants sont plus rapides à détecter les cibles apparaissant dans le même champ visuel qu'un visage de peur que celles apparaissant dans le même champ visuel qu'un visage neutre ou un visage exprimant la joie. Ce paradigme expérimental met en évidence le phénomène de biais attentionnel pour les stimuli ayant une charge émotionnelle importante. Plus spécifiquement, les visages de peur provoquent une orientation rapide et involontaire de l'attention spatiale vers leur emplacement chez les adultes à développement typique.

Peu d'étude ont examiné l'effet des émotions négatives (telle que la peur) sur l'attention spatiale dans l'autisme. Parmi elles, l'étude de Giraud et coll. (2008) qui a utilisé le même paradigme que Pourtois et coll. (2004) chez les adultes autistes de haut niveau. En accord avec Pourtois et coll. (2004), ils ont trouvé que les visages de peur provoquent un effet de

facilitation sur la performance (temps de réaction) chez les individus à développement typique. Or, cet effet est inversé dans l'autisme de haut niveau où l'amorce avec un visage de peur exerce un effet d'interférence et diverge l'attention de leur emplacement.

De Jong et coll. (2008) ont étudié l'orientation de l'attention avec une composante émotionnelle chez les enfants autistes de haut niveau. Ils ont trouvé que l'orientation de l'attention en réponse à des changements dans la direction du regard est influencée par les émotions chez les non-autistes, mais pas chez les autistes. Plus spécifiquement, au niveau comportemental (temps de réponse), les stimuli de peur attirent plus l'attention chez les non-autistes que les stimuli neutres alors que chez les autistes, la performance est la même que les stimuli soient neutres ou de peur.

2.2.5. Traitement du regard dans l'autisme

La perturbation du contact visuel constitue une caractéristique majeure de l'autisme (APA, 2000). En effet, des études démontrent que les autistes présentent des perturbations au niveau du contact visuel réciproque avec leur entourage (Buitelaar, 1995; Volkmar et Mayes, 1990). De plus, une étude rétrospective de vidéos a montré que, dans la première année de vie, les enfants autistes orientent moins leur regard vers les visages que les non-autistes (Osterling et Dawson, 1994). Les autistes ont donc une attention réduite envers les visages et plus particulièrement envers la région des yeux dans la première année de vie (Osterling et coll., 2002). De plus, les enfants qui sont plus tard diagnostiqués avec un TA vont souvent montrer un délai important dans le suivi du regard et de l'attention conjointe (Mundy et coll., 1987; Sigman et coll., 1986). De nombreuses études ont trouvé un traitement atypique de la région des yeux et que les autistes accordent moins d'importance

aux yeux lors de la perception d'un visage (Dalton et coll., 2005; Hobson et coll., 1988; Joseph et Tanaka, 2003; Klin et coll., 2002; Langdell, 1978; Pelphrey et coll., 2002; Pelphrey et coll., 2005).

2.2.6. Traitement de la direction du regard dans l'autisme

Ce désintérêt pour la région des yeux est surtout observé lorsque le contact visuel est direct (Buitelaar, 1995; Volkmar et Mayes, 1990). En effet, les autistes ne seraient pas particulièrement attirés par le regard direct comme le sont les non-autistes. Ainsi, il a été suggéré que, contrairement aux individus à développement typique, le regard direct ne semble pas plus significatif ou pertinent que le regard dévié chez les autistes (Senju et coll., 2003).

Peu d'études ont étudié le traitement du regard direct et dévié dans l'autisme. Parmi elles, une étude comportementale de Senju et coll. (2003) montrant que les enfants non-autistes détectent un visage neutre avec un regard direct plus facilement qu'un visage neutre avec un regard dévié. Chez les enfants autistes, leur performance à la tâche n'est pas affectée selon que le visage présente un regard direct ou un regard dévié. Ces résultats suggèrent donc que le regard direct a un effet facilitateur sur la performance des enfants à développement typique, tandis que la direction du regard semble n'avoir aucun effet sur la performance des enfants autistes. Senju et coll. (2003) suggère donc que les enfants autistes ont une habileté intacte à détecter la direction du regard, mais contrairement aux enfants non-autistes, ils ne montrent aucune préférence envers le regard direct. Or, ces résultats sont contredits par une autre étude du même groupe (Senju et coll., 2008) qui montre que

les enfants à développement typique et les enfants autistes sont plus rapides et plus efficaces à détecter le regard direct que le regard dévié et ce, dans deux contextes différents : que les yeux soit présentés seuls ou à l'intérieur d'un visage neutre. Contrairement à leur étude précédente, Senju et coll. (2008) suggèrent donc que le regard direct facilite la détection des stimuli chez les enfants non-autistes comme chez les enfants autistes. Une étude récente a présenté des résultats similaires à ceux de Senju et coll. (2008). Ainsi, Akechi et coll. (2010) ont observé un effet de direction du regard chez les enfants autistes. Les autistes étaient plus rapides à répondre aux visages (exprimant la peur ou la colère) avec un regard direct qu'aux visages (exprimant la peur ou la colère) avec un regard dévié, suggérant un effet facilitateur du regard direct chez les autistes.

Au niveau neurobiologique, des études utilisant des techniques électrophysiologiques (Grice et coll., 2005) et magnétoencéphalographiques (Kylliäinen et coll., 2006) ont montré une plus grande activité corticale en réponse au regard direct qu'au regard dévié chez les enfants autistes en comparaison avec les enfants non-autistes. De plus, une étude utilisant la conductance cutanée (Kylliäinen et Hietanen, 2006) a observé que les enfants autistes semblent montrer une plus grande activation du système autonome que les enfants à développement typique en réponse au regard direct qu'au regard dévié. En raison du couplage entre les activations amygdaliennes et autonomes, ces résultats concordent avec ceux de Dalton et coll. (2005) montrant que la fixation visuelle des yeux augmente l'activité de l'amygdale chez les adolescents autistes en comparaison avec des adolescents à développement typique.

Ainsi, comme il avait été souligné précédemment pour le traitement des visages, il n'y a pas encore de véritable consensus à travers les études comportementales et neurobiologiques pour le traitement du regard direct et dévié dans l'autisme. Évidemment, cette absence de consensus peut s'expliquer par le fait que peu d'études ont exploré ce sujet.

2.2.7. La relation entre les émotions et le regard dans l'autisme

Comme il a été expliqué précédemment, il semble exister une relation complexe entre le regard et l'émotion. Effectivement, la pertinence d'une expression émotionnelle négative diffère grandement si elle est dirigée vers l'observateur ou pas, car elle indique une intention communicative différente (Davies et coll., 2011). Des études récentes ont suggéré que chez les individus à développement typique, la direction du regard et l'expression émotionnelle interagissent pour produire un effet «pertinent» ou «cohérent» au niveau de l'évaluation de l'émotion d'un visage (Sander et coll., 2003). Ces études ont montré que chez les individus à développement typique, l'expression de colère est plus rapidement catégorisée lorsqu'elle est associée à un regard direct plutôt qu'à un regard dévié et que l'expression de peur est plus rapidement catégorisée lorsqu'elle est associée à un regard dévié plutôt qu'à un regard direct (Adams et Kleck, 2003; Adams et Kleck, 2005).

Très peu d'études ont examiné le traitement de la direction du regard (dévié vs direct) à l'intérieur d'un contexte d'expressions faciales émotionnelles chez les autistes. Or, ces études ont suggéré une intégration atypique entre l'émotion faciale et la direction du regard chez les autistes en comparaison avec les non-autistes. En effet, Akechi et coll. (2009) ont observé que les enfants à développement typique sont plus rapides à détecter un visage de

colère avec un regard direct plutôt qu'un regard dévié et ils sont plus rapides à détecter un visage de peur avec un regard dévié plutôt qu'un regard direct. Or, la direction du regard du visage émotionnel n'a pas affecté la performance des enfants autistes. Ces résultats ont été confirmés par le même groupe d'auteurs. En effet, Akechi et coll. (2010) ont trouvé une interaction significative entre l'émotion et la direction du regard chez les non-autistes, mais elle est absente chez les autistes. Chez les non-autistes, la colère est mieux reconnue si elle est associée à un regard direct plutôt qu'à un regard dévié. De plus, la peur est mieux reconnue si elle est associée à un regard dévié plutôt qu'à un regard direct. Or, cet effet n'était pas présent chez les autistes.

3. Problématique

On a vu que le déficit social, incluant la perturbation du traitement du regard et des émotions, est au cœur de l'autisme. Or, les études neurobiologiques et cognitives n'ont pas de résultats consensuels. Cliniquement, l'autisme est associé à des perturbations très précoces du contact visuel sous la forme d'un regard absent, évitant ou latéral. Cette perturbation s'insère dans le trouble des interactions sociales qui est l'un des symptômes du TA, avec le trouble de communication, les stéréotypies et la restriction des intérêts.

Les études en neuroimagerie chez l'adulte ont mis en relation ce trouble de la cognition sociale avec un défaut d'activation d'aires corticales temporales lors de la perception des visages (Schultz et coll., 2003). Ce défaut d'activation corticale est précédé chez l'enfant par une sous-activation amygdalienne (Grelotti et coll., 2005; Wang et coll., 2004). Cette perturbation de l'activation amygdalienne affecte le décodage des émotions faciales,

notamment la peur (Adolphs, 2003b), ainsi que les tâches de détection de la direction du regard (Kawashima et coll., 1999; Pelphrey et coll., 2005).

Toutefois, les études en neuroimagerie tendent à montrer que l'impact de l'autisme serait plus net sur les composantes émotionnelles des visages que sur les aspects purement perceptifs (ex : les propriétés configurales et holistiques) qui semblent habituellement préservés dans l'autisme (Hobson, 1986; Lahaie et coll., 2006; Wang et coll., 2004). Ainsi, il ne semble pas y avoir de déficit global au niveau du traitement des visages, mais plutôt un déficit spécifique au niveau des émotions à valence négative, particulièrement la peur (Ashwin et coll., 2006; Howard et coll., 2000; Pelphrey et coll., 2002).

En lien avec les travaux en imagerie sur le traitement de la direction du regard, des protocoles expérimentaux ont été élaborés pour étudier plus finement les processus attentionnels impliqués. Pourtois et coll. (2004) ont étudié l'attention spatiale chez l'adulte à développement typique. À chaque essai, deux visages sont brièvement présentés dans chaque champ visuel, un visage émotionnel (peur ou joie) et un visage neutre. Puis, les deux visages sont remplacés par une barre (la cible) qui apparaît à un emplacement précédemment occupé par l'un des deux visages. La barre est orientée horizontalement ou verticalement. La tâche consiste à appuyer sur un bouton uniquement si l'orientation de la barre (la cible) est congruente avec l'orientation d'un segment présenté dans une croix de fixation. Les résultats montrent que les participants étaient plus rapides à détecter les cibles apparaissant dans le même champ visuel que celui d'une amorce avec un visage apeuré que celles apparaissant dans le même champ visuel d'une amorce avec un visage neutre ou un visage exprimant la joie. Ce paradigme expérimental met en évidence le phénomène de

biais attentionnel pour les stimuli ayant une charge émotionnelle importante. Plus spécifiquement, les visages de peur provoquent une orientation rapide et involontaire de l'attention spatiale vers leur emplacement chez les adultes à développement typique.

Dans une étude récente, Giraud et coll. (2008) ont utilisé le même paradigme que Pourtois et coll. (2004) chez les adultes autistes de haut niveau. En accord avec Pourtois et coll. (2004), ils ont trouvé que les visages de peur provoquent un effet de facilitation sur la performance (temps de réponse (TR)) chez les individus à développement typique. Or, cet effet est inversé dans l'autisme de haut niveau où l'amorce avec un visage de peur exerce un effet d'interférence et diverge l'attention de leur emplacement (Giraud et coll., 2008).

Cependant, Giraud et coll. (2008) n'ont pas testé cet effet d'interférence émotionnelle en contrôlant pour la direction du regard (regard direct vs regard dévié). Or, des études récentes ont montré que chez les adultes à développement typique, la direction du regard et l'expression émotionnelle interagissent pour produire un effet «pertinent» ou «cohérent» au niveau de l'évaluation de l'émotion d'un visage. Ainsi, un visage exprimant la colère est mieux décodé s'il est associé à un regard direct qu'à un regard dévié et un visage exprimant la peur est mieux décodé s'il est associé à un regard dévié qu'à un regard direct (Adams et Kleck, 2003; Adams et Kleck, 2005; Sander et coll., 2003; Sander et coll., 2007).

En ce sens, Akechi et coll. (2009) et Akechi et coll. (2010) ont observé une intégration atypique entre l'émotion faciale et la direction du regard chez les enfants autistes en comparaison avec les enfants non-autistes. Ces deux études ont trouvé une interaction significative entre l'émotion et la direction du regard chez les non-autistes, mais pas chez

les autistes. Chez les non-autistes, la colère est reconnue plus rapidement et plus efficacement si elle est associée à un regard direct plutôt qu'à un regard dévié. De plus, la peur est reconnue plus rapidement et plus efficacement si elle est associée à un regard dévié plutôt qu'à un regard direct. Or, cet effet n'était pas présent chez les autistes.

Les perturbations de l'attention et du contact visuel font actuellement l'objet d'études en cognition sociale. Or, la plupart de ces études sont limitées à des échantillons d'adultes ou d'autistes de haut niveau. De plus, à l'exception d'Akechi et coll. (2009) et Akechi et coll. (2010), très peu d'études ont exploré l'impact de la direction du regard (direct vs dévié) chez les enfants avec autisme dans un contexte d'émotions faciales. Notre étude s'inscrit donc dans le courant de recherche en cognition sociale et prolonge notamment les travaux antérieurs de Giraud et coll. (2008) en tenant compte de la direction du regard.

4. Objectifs de l'étude

Ainsi, en tenant compte des résultats des études antérieures sur l'effet des émotions et de la direction du regard sur l'attention spatiale, certaines questions peuvent être soulevées. Par exemple, l'émotion de peur et le regard direct provoquent-ils un effet d'interférence au niveau de l'attention spatiale chez les autistes? Y-a-t-il une interaction concernant la direction du regard dans un contexte d'émotions faciales chez les autistes?

La présente étude vise à explorer l'attention spatiale en condition d'interférence émotionnelle dans une population d'enfants avec un TA en modulant la condition expérimentale de la direction du regard. Plus spécifiquement, il s'agit d'explorer l'effet de

l'émotion de peur et l'effet de la direction du regard (direct vs dévié) sur l'attention spatiale chez les enfants autistes. De plus, cette étude vise également à explorer s'il y a une interaction entre la direction du regard et l'émotion faciale dans l'autisme. Pour ce faire, nous avons utilisé une tâche d'interférence émotionnelle (Giraud et coll., 2008; Pourtois et coll., 2004).

Dans les études précédentes de Pourtois et coll. (2004) et Giraud et coll. (2008), la condition valide est représentée lorsque la cible apparaît dans le même champ visuel que le stimulus émotionnel et la condition invalide est représentée lorsque la cible apparaît dans le même champ visuel que le stimulus neutre. Or, ces études n'ont pas testé en contrôlant pour la direction du regard (direct vs dévié). Nous avons donc modifié dans notre expérience la validité-invalidité des conditions en fonction des données récentes de la littérature présentées dans la section précédente. Ainsi, la condition valide est donc représentée par le stimulus le plus chargé émotionnellement (en accord avec ce qui a été observé dans la littérature), c'est-à-dire, la peur (comparé au neutre), le regard direct (comparé au regard dévié) et la combinaison peur-regard dévié (comparé à la combinaison peur-regard direct).

5. Hypothèses

1) Suite à l'étude de Giraud et coll. (2008) chez des adultes autistes, on s'attend à ce que les enfants autistes détectent les cibles plus rapidement si elles sont présentées dans le même champ visuel qu'un visage neutre que si elles sont présentées dans le même champ visuel qu'un visage de peur, indiquant ainsi un effet interférent de la peur.

2) Suite à l'étude comportementale de Senju et coll. (2003), on s'attend à ce que les enfants autistes détectent avec une vitesse de réponse similaire les cibles présentées dans le même champ visuel que les visages avec un regard dévié et les cibles présentées dans le même champ visuel que les visages avec un regard direct, signifiant une absence d'effet de la direction du regard.

3) Suite aux études d'Akechi et coll. (2009) et Akechi et coll. (2010) chez les enfants autistes, on s'attend à ce que les enfants autistes détectent avec une vitesse de réponse similaire les cibles présentées dans le même champ visuel que la combinaison peur-regard dévié et les cibles présentées dans le même champ visuel que la combinaison peur-regard direct, signifiant aucun effet particulier de la direction du regard dans un visage émotionnel.

Chapitre 2
MÉTHODOLOGIE

1. Participants

Au total, 6 enfants avec TA (5 droitiers, 1 gaucher) ont pris part à cette étude pilote. Notre échantillon était constitué uniquement de garçons, âgés entre 7 et 12 ans, avec un âge moyen de 9 ans 2 mois (voir Tableau I). Tous les participants avaient une vision normale. Le diagnostic de TA était établi par le diagnostic clinique basé sur les critères du DSM-IV-TR (APA, 2000) ainsi que par l'*Autism Diagnostic Observation Schedule* (ADOS) (Lord et coll., 1999) et l'*Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R) (Lord et coll., 1994). Certains participants présentaient également un diagnostic de trouble de déficit d'attention-non spécifié (TDA-NS) ou de trouble de déficit d'attention avec hyperactivité-non spécifié (TDAH-NS) selon l'évaluation psychiatrique disponible au dossier. La latéralité était établie par l'*Edinburgh Handedness Inventory* (Oldfield, 1971). Le fonctionnement intellectuel a été relevé d'après les informations déjà disponibles au dossier. Les informations démographiques et cliniques des participants sont résumées dans le Tableau I.

Tableau I. Caractéristiques des participants

	Participant # 1	Participant # 2	Participant # 3	Participant # 4	Participant # 5	Participant # 6
Âge	7 ans	9 ans	9 ans 6 mois	9 ans	9 ans	11 ans 9 mois
Sexe	Masculin	Masculin	Masculin	Masculin	Masculin	Masculin
Diagnostic	TA TDAH-NS	TA	TA	TA	TA TDA-NS	TA TDAH-NS
Fonctionnement intellectuel		Non disponible	Déficiência mentale légère ²	Non disponible		
Verbal	Limite ¹				Frontière ³	Très faible ³
Non verbal	Limite				Moy. supérieure	Moyenne
Médication	Biphentin 20 mg	Aucune	Aucune	Aucune	Adderal 20 mg	Aucune
Score ADOS	Module 2	Module 3	Module 1-2		Module 3	Module 3
Communication	6	5	5		5	5
Social	7	9	13		12	11
Score combiné	13	14	18	Non disponible	17	16
Imagination	1	1	4		2	2
Stéréotypies	2	1	2		1	0
Score ADI-R						
Social	20	26	28	13	26	10
Communication	14	17	18	15	18	8
Stéréotypies	1	6	7	5	9	3
Anormalité dév.	2	5	5	3	5	1
Latéralité	Droitier	Droitier	Droitier	Droitier	Droitier	Gaucher

ADI-R : *Autism Diagnostic Interview-Revised*, ADOS : *Autism Diagnostic Observation Schedule*, TA : Trouble autistique; TDA-NS : Trouble de déficit d'attention-non spécifié ; TDAH-NS : Trouble de déficit d'attention avec hyperactivité-non spécifié

¹ D'après le *Wechsler Intelligence Scale for Children - IV*

² D'après l'évaluation psychiatrique disponible au dossier

³ D'après le *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - III*

1.1.Critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères d'inclusion de notre étude étaient des enfants âgés entre 6 et 12 ans inclusivement avec un diagnostic de TA, présentant un fonctionnement intellectuel limite ou inférieur à la moyenne et ayant un dossier ouvert à la clinique des troubles envahissants du développement (TED) de l'Hôpital Rivière-des-Prairies ou à la clinique TED de l'Institut Douglas.

Les critères d'exclusion de notre étude étaient un déficit mental profond et un déficit visuel ou auditif.

1.2. Recrutement des participants

Aucun recrutement n'a été possible à l'Hôpital Rivière-des-Prairies. Le recrutement des participants s'est donc entièrement déroulé à l'Institut Douglas. En premier lieu, nous avons identifié les patients qui étaient admissibles à notre étude. Puis, le clinicien responsable de ces patients contactait les parents afin de savoir s'ils étaient intéressés à participer à ce projet de recherche. Ceux qui acceptaient étaient ensuite contactés par l'assistant de recherche qui leur a communiqué toute l'information nécessaire. Un rendez-vous pour la recherche était ensuite fixé à la clinique TED de l'Institut Douglas avec les familles qui acceptaient de participer. À leur arrivée, les parents signaient un formulaire de consentement ayant préalablement été approuvé par les comités d'éthique de l'Institut Douglas et de l'Hôpital Rivière-des-Prairies. Les participants recevaient également un remboursement de leur frais de déplacement.

Au total, 10 participants ont été contactés pour participer à la recherche. Quatre ont refusé et 6 ont accepté de participer. Il est important de souligner que le recrutement des participants pour cette étude pilote a été problématique puisqu'aucun recrutement n'a été possible à l'Hôpital Rivière-des-Prairies et également parce que notre population ciblée était limitée. En effet, les enfants étant diagnostiqués de plus en plus tôt, plusieurs des patients avec TA étaient âgés de 5 ans et moins. Parmi les 6-12 ans, plusieurs avaient plutôt un diagnostic de TED-NS. Finalement, parmi les 6-12 ans avec TA, très peu présentaient un fonctionnement intellectuel limite. Au total, 6 participants répondaient à tous ces critères dont 3 qui ont refusé de participer au projet. Au cours du processus de recrutement, nous avons donc abandonné notre critère d'admissibilité concernant le fonctionnement intellectuel limite dans le but d'avoir au moins 6 participants, ce qui explique le manque d'homogénéité de notre échantillon. Ces difficultés inhérentes au recrutement expliquent le faible nombre de participants dans notre étude. Par ailleurs, ceci indique qu'il ne s'agit pas d'un problème de faisabilité de l'expérience, mais plutôt un problème d'accessibilité à la population ciblée. Une fois les participants recrutés, le reste de la procédure se déroulait sans embûches particulières.

2. Stimuli

Les stimuli utilisés dans cette expérience sont constitués de photographies de visages en niveaux de gris de 8 différents individus (4 hommes et 4 femmes), provenant tous de la banque d'Ekman (Ekman et Friesen, 1976). Chaque individu affiche une expression neutre et une expression émotionnelle (la peur). Dans le cadre de notre projet, nous devons tenir compte de l'impact émotionnel (peur vs neutre), mais également de la direction du regard (direct vs dévié). Grâce à une collaboration avec Lionel Reveret, chercheur à l'INRIA

(Lyon, France), les visages d'Ekman ont été modifiés en déviant le regard vers la droite et vers la gauche. Ainsi, chaque stimulus affiche une expression neutre et une expression de peur avec un regard direct et un regard dévié (vers la droite et vers la gauche) pour chacune de ces 2 expressions. Chacune des 8 identités affiche donc 6 visages différents. Au total, 48 visages différents ont été utilisés.

Chaque visage a été coupé afin d'exclure les cheveux et les contours non-faciaux (les oreilles). La dimension de la moyenne des visages est de 7.1 x 8.0 cm (500 x 346 pixels). La luminosité des images ne change pas peu importe l'expression (peur ou neutre) ou la direction du regard (dévié ou direct).

À partir de ces 48 stimuli, on a créé des paires de visages qui différaient soit selon l'émotion affichée, soit selon la direction du regard. Pour les deux premières conditions, les paires de visages diffèrent selon l'émotion affichée. Dans la condition #1, la paire de visages est constituée d'un visage de peur et d'un visage neutre, les deux affichant un regard direct. Le visage de peur est présenté à gauche de la paire et le visage neutre à droite. Une paire de visages inverse a également été construite. Dans la condition #2, la paire de visages est constituée d'un visage de peur et d'un visage neutre, les deux affichant un regard dévié. À noter que le regard dévié est toujours dirigé vers l'extérieur de l'écran. Le visage de peur est présenté à gauche de la paire et le visage neutre à droite. Une paire de visages inverse a également été construite.

Pour les deux conditions suivantes, les paires de visages diffèrent selon la direction du regard. Dans la condition #3, la paire de visages est constituée de deux visages de peur, l'un

affichant un regard dévié, l'autre un regard direct. Le visage avec regard dévié est présenté à gauche de la paire et le visage avec regard direct à droite. Une paire de visages inverse a également été construite. Dans la condition #4, la paire de visages est constituée de deux visages neutres, l'un affichant un regard dévié, l'autre un regard direct. Le visage avec regard dévié est présenté à gauche de la paire et le visage avec regard direct à droite. Une paire de visages inverse a également été construite.

Au total, quatre conditions ont donc été utilisées pour constituer les paires de visages (amorces) :

- Condition #1 : Peur-Direct (P-D) / Neutre-Direct (N-D)
- Condition #2 : Peur-Dévié (P-Dv) / Neutre-Dévié (N-Dv)
- Condition #3 : Peur-Dévié (P-Dv) / Peur-Direct (P-D)
- Condition #4 : Neutre-Dévié (N-Dv) / Neutre-Direct (N-D)

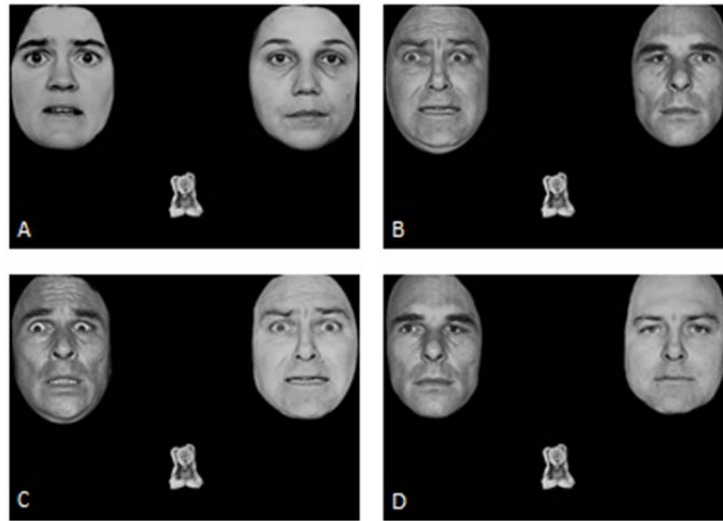


Figure 1. Exemples des quatre différentes conditions de paires de visages (amorces) utilisées dans l'expérience. (A) peur-direct/neutre-direct (B) peur-dévié/neutre-dévié (C) peur-dévié/peur-direct (D) neutre-dévié/neutre-direct

Pour chacune de ces quatre conditions, 24 paires de visages sont construites (12 paires hommes et 12 paires femmes) en combinant chaque individu avec les 3 autres individus de même sexe.

3. Procédure

Le participant est assis face à un écran d'ordinateur de 14½ pouces à une distance de visionnement de 60 cm. Chaque stimulus visage occupait ainsi un angle visuel de 6,75° x 7,59° sur l'écran. L'expérience est réalisée sur un ordinateur portable *PC Centrino 2* à l'aide du logiciel *prime 2.0*. Le boîtier de réponse utilisé est un *OSRBox* (Open System Response Box). Tous les participants ont été testés individuellement, certains en présence de l'un de leurs parents.

Comme dans l'expérience de Pourtois et coll. (2004), l'étude expérimentale consistait à présenter une paire de visages (un visage neutre et un visage émotionnel) suivi par une cible. Toutefois, contrairement à la tâche de Pourtois et coll. (2004), la croix de fixation a été remplacée par l'image d'un lapin, une image jugée plus adéquate et plus intéressante pour de jeunes enfants. De plus, la tâche de Pourtois et coll. (2004) a également été modifiée dans notre expérience, car elle était jugée trop complexe compte tenu de l'âge et du niveau intellectuel des enfants participant à notre étude. La tâche de Pourtois et coll. (2004) consiste à appuyer sur un bouton uniquement si l'orientation de la barre (la cible) est congruente avec le segment épaissi de la croix de fixation (barre horizontale ou verticale de la croix). Or, dans notre expérience, la tâche consiste plutôt à indiquer si la cible est présentée à droite ou à gauche en appuyant le plus rapidement et le plus correctement possible sur le bouton droit si le lapin apparaît à droite et sur le bouton gauche si le lapin apparaît à gauche. Tous les stimuli étaient présentés sur fond noir sur un écran d'ordinateur.

3.1. Phase de familiarisation

Tous les participants ont complété une phase de familiarisation suivie d'une phase d'expérimentation. Étant donné l'âge et le niveau intellectuel des participants, la phase de familiarisation était nécessaire afin de vérifier qu'ils comprennent bien les instructions. Elle consiste en 2 blocs de pratique. Le premier bloc de pratique est un test d'attention spatiale simple sans interférence émotionnelle. Ce bloc comprend 20 essais. Une croix de 6.7 x 7.1 cm (ayant la même taille que l'image-cible de lapin présentée dans la phase expérimentale) apparaît à droite ou à gauche de l'écran et le participant doit appuyer sur le bouton correspondant à l'endroit où la croix apparaît. La localisation de la croix est aléatoire et la

croix apparaît le même nombre de fois à droite et à gauche. Le deuxième bloc de pratique comprend 4 essais de la tâche expérimentale (voir section suivante).

3.2. Phase d'expérimentation

Elle consiste en 4 blocs expérimentaux de 24 essais chacun (total 96 essais). Les 4 blocs comprennent au total 24 présentations pour chacune des 4 conditions. La localisation de la cible (à droite ou à gauche) est aléatoire et la cible apparaît le même nombre de fois à droite et à gauche.

À noter qu'au début de l'étude pilote (pour les trois premiers participants), la phase d'expérimentation consistait en 2 blocs de 32 essais (total 64 essais) et les 2 blocs comprenaient au total 16 présentations de chacune des 4 conditions. Nous avons ensuite ajusté le nombre de blocs et d'essais (pour les trois derniers participants) puisque les participants étaient capables de soutenir l'attention pour plus de blocs.

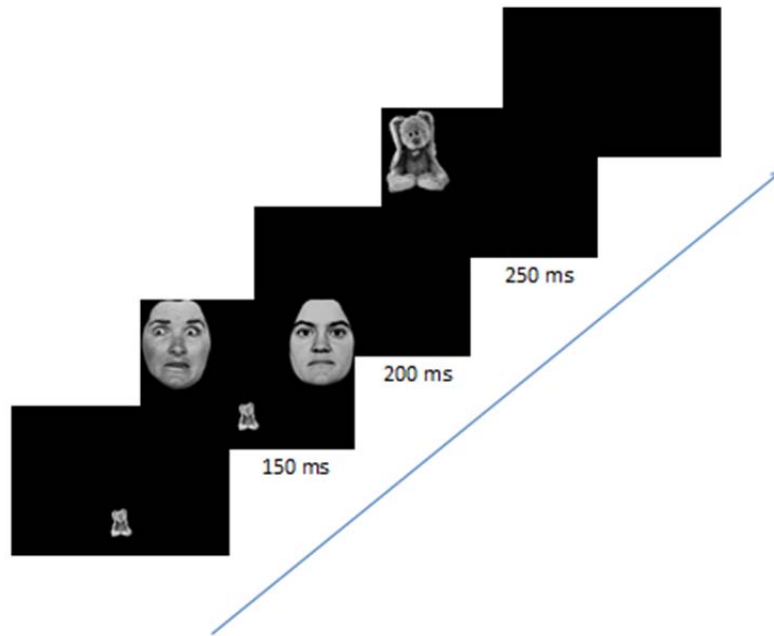


Figure 2. Exemple de la séquence des événements d'un essai de la tâche expérimentale

La Figure 2 illustre le déroulement de chaque essai. Chaque essai de la tâche expérimentale commence avec la présentation d'un lapin mesurant 2.3 x 2.3 cm au centre de la partie inférieure de l'écran (ce lapin fait office de croix de fixation). Lorsque le participant est prêt à débiter, l'assistant de recherche appuie sur un bouton et démarre l'essai (les participants ont alors reçu comme instruction de fixer le lapin au bas de l'écran). Une paire de visages d'une des 4 conditions (amorçage) est alors présentée de façon aléatoire pendant 150 ms dans la partie supérieure de l'écran, chacun des visages occupant une partie latérale (droite, gauche) de l'écran. La distance entre les deux visages est de 8.8 cm. Chaque paire de visages est constituée de deux différentes identités de même sexe. La présentation de la paire de visage est suivie par une brève présentation d'un écran noir pendant 200 ms. L'écran noir est par la suite remplacé par l'image de la cible (une image de lapin mesurant 6.7 x 7.1 cm) pendant 250 ms. La cible apparaît de façon aléatoire, soit du côté gauche, soit

du côté droit de l'écran, à l'endroit précédemment occupé par un des visages. Au total, la cible apparaît le même nombre de fois à droite et à gauche. Puis, la cible disparaît et l'écran reste noir tant que le participant n'a pas donné de réponse. La tâche des participants est d'indiquer si la cible est présentée à droite ou à gauche en appuyant le plus rapidement et le plus correctement possible sur le bouton droit si le lapin apparaît à droite et sur le bouton gauche si le lapin apparaît à gauche. Les TR et l'exactitude des réponses ont été enregistrés.

4. Analyse des données et statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées sur les TR des participants en fonction des quatre différentes conditions. Pour ce faire, nous avons donc identifié les conditions valides et invalides pour chacune des quatre conditions de l'expérience. La condition valide est représentée par le stimulus le plus chargé émotionnellement (en accord avec ce qui a été observé dans la littérature), c'est-à-dire, la peur (comparé au neutre), le regard direct (comparé au regard dévié) et la combinaison peur-regard dévié (comparé à la combinaison peur-regard direct).

Les quatre conditions ont donc été regroupées en deux types d'effet : l'effet de l'émotion et l'effet du regard (voir Tableau II). L'effet de l'émotion comprend la condition P-D/N-D qui teste l'effet de l'émotion de peur quand le regard est direct pour les deux visages. Dans cette condition, la condition valide est P-D et la condition invalide est N-D. L'effet de l'émotion comprend également la condition P-Dv/N-Dv qui teste l'effet de l'émotion de peur quand le regard est dévié pour les deux visages. Dans cette condition, la condition valide est P-Dv et la condition invalide est N-Dv.

L'effet du regard comprend la condition P-Dv/P-D qui teste l'effet de la direction du regard quand les deux visages affichent une émotion de peur (cette condition permet de tester la combinaison entre l'émotion et le regard). Dans cette condition, la condition valide est P-Dv et la condition invalide est P-D. L'effet du regard comprend également la condition N-Dv/N-D qui teste l'effet de la direction du regard quand les deux visages affichent une expression neutre (cette condition permet de tester spécifiquement l'effet de la direction du regard). Dans cette condition, la condition valide est N-D et la condition invalide est N-Dv.

Tableau II. Description des quatre conditions utilisées dans l'expérience

Effet émotion		Effet regard	
Peur vs Neutre	Peur vs Neutre	Direct vs Dévié	Direct vs Dévié
Regard dévié	Regard direct	Peur	Neutre
P-Dv/N-Dv	P-D/N-D	P-D/P-Dv	N-D/N-Dv

Pour les analyses statistiques, seuls les TR associés à des bonnes réponses ont été pris en considération. Pour chaque participant, nous avons calculé la médiane des TR pour chacune des quatre conditions. Nous avons opté pour la médiane étant donnée la grande variabilité des TR à travers les essais pour chaque participant. Ainsi, pour chacune des quatre conditions et pour chacun des participants, nous avons calculé la médiane des TR pour la condition valide et invalide. À l'aide du logiciel SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), nous avons comparé les TR entre les essais valides et invalides pour la condition émotion (P-Dv/N-Dv et P-D/N-D) et la condition regard (P-D/P-Dv et N-D/N-Dv) en utilisant les statistiques non-paramétriques avec échantillons appariés (le test de Wilcoxon). Le seuil de significativité est établi à $p=0,05$.

Chapitre 3
RÉSULTATS

1. Résultats qualitatifs

La majorité des participants (4/6) étaient seuls lors de la passation du test alors que deux des participants étaient accompagnés de leur père. Les six participants ont bien compris les consignes de l'expérience. À noter que pour deux d'entre eux, les consignes ont dû être répétées régulièrement tout au long de l'expérience afin de s'assurer qu'elles étaient comprises et respectées. Au total, la grande majorité des participants (5/6) ont respecté les consignes et effectué la tâche correctement. Ainsi, un des participants (participant #2) n'a pas effectué le test en respectant les consignes (appuyer sur le bouton droit quand la cible apparaît à droite et appuyer sur le bouton gauche quand la cible apparaît à gauche) et il a donc été exclu des résultats. La grande majorité des participants (5/6) n'ont montré aucune difficulté à rester assis tout au long de l'expérience. D'ailleurs, le seul participant qui a montré une difficulté importante à demeurer assis est le participant #2 qui, comme il a été mentionné précédemment, a été exclu des résultats. La moitié des participants (3/6) sont demeurés facilement concentré sur la tâche. La moitié des participants (3/6) ont montré de la fatigue durant la tâche. Finalement, seulement la moitié des participants (3/6) ont réussi à compléter tous les blocs de l'expérience. Globalement, concernant le niveau de difficulté de la tâche, deux participants ont complété la tâche assez facilement, deux autres participants ont démontré un manque d'intérêt envers la tâche qui a grandement nui à la complétion du test et deux participants ont éprouvé de la difficulté (en raison de la fatigue) à effectuer l'expérience, ce qui a nui à la complétion du test pour l'un d'eux.

2. Résultats quantitatifs

Dans cette section, nous présentons les résultats de l'exactitude des réponses des participants ainsi que de leurs TR en fonction de chacune des conditions.

2.1. Exactitude des réponses

Le Tableau III indique l'exactitude des réponses des participants pour chacune des conditions. En observant le Tableau III, on remarque qu'à l'exception du participant #4, les participants ont tous très bien performé à cette expérience. En ce sens, le pourcentage de réussite se situe entre 96% et 99% pour l'ensemble des participants (mais il est de 44% pour le participant #4).

Les résultats présentés dans le Tableau III permettent de constater qu'au total, très peu d'erreurs ont été commises à travers les conditions. En effet, les quatre conditions ont toutes été très bien réussies. La condition P-Dv/N-Dv, malgré un excellent taux de réussite (93%), est la condition pour laquelle il y a eu le plus d'erreurs (en comparaison avec les autres). Plus précisément, 4 participants sur 5 ont commis au moins une erreur pour cette condition (voir Tableau III). À noter qu'il faut interpréter ces résultats avec précaution, étant donné le faible nombre de participants ainsi que le petit nombre d'essais par condition.

Tableau III. Exactitude des réponses des participants en fonction de la condition

Participants	Effet émotion		Effet regard		% moyen de réussite par participant
	P-Dv/N-Dv	P-D/N-D	P-D/P-Dv	N-Dv/N-D	
P1	100%	100%	100%	100%	99%
P3	87,5%	100%	100%	100%	98%
P4	90%	50%	60%	37,5%	49,6%
P5	93,8%	100%	100%	95,5%	97,2%
P6	95,8%	100%	95,8%	87,5%	96,5%
% moyen de réussite par condition	93,4%	90%	91,2%	84,1%	

2.2. Temps de réponse

Au total, nous avons quatre conditions à analyser. Ces conditions se regroupent en deux types d'effets : l'effet de l'émotion et l'effet de la direction du regard. L'effet de l'émotion comprend deux conditions (P-D/N-D et P-Dv/N-Dv) qui testent toutes deux l'effet de l'émotion de peur. L'effet de la direction du regard comprend également deux conditions : l'une qui teste spécifiquement la direction du regard (N-Dv/N-D) et l'autre qui teste la combinaison entre l'émotion et le regard (P-Dv/P-D). Dans cette section, les résultats des TR seront présentés pour chacun des deux effets et pour chacune des quatre conditions (voir Tableau IV). Comme il a été mentionné précédemment, la condition valide est la condition la plus chargée émotionnellement, c'est-à-dire l'émotion de peur vs neutre, le regard direct vs le regard dévié, et la combinaison peur-regard dévié vs la combinaison peur-regard direct. Les résultats des TR seront donc présentés en termes de la condition valide (ex : réponses plus rapides ou plus lentes pour la condition valide vs invalide). De

plus, chaque condition est analysée en termes de deux composantes de stimuli (ex : la condition P-Dv/N-Dv sera analysée avec ses composantes P-Dv vs N-Dv).

Tableau IV. Temps de réponse des participants en fonction de la condition

Participants	Effet émotion				Effet regard			
	P-Dv/N-Dv		P-D/N-D		P-D/P-Dv		N-Dv/N-D	
	P-Dv	N-Dv	P-D	N-D	P-D	P-Dv	N-Dv	N-D
P1	240,25	191	132	168,75	210,75	152,5	170	185,25
P3	721,75	305,25	3206,75	468,75	417	375	265,25	325
P4	1134,75	889,75	2566,25	3379,75	751	781,5	1062	1280
P5	287	156	264	148,5	135,25	237	122	245,25
P6	172,5	118,25	120,75	101	132	89,75	95,5	75,5
Moyenne	511,25	332,05	1257,95	853,35	329,20	327,15	342,95	422,2

2.2.1. L'effet de l'émotion

L'effet de l'émotion comprend deux conditions : P-Dv/N-Dv ainsi que P-D/N-D. Pour la condition P-Dv/N-Dv, les participants sont globalement plus lents de 179,2 ms pour répondre à la cible apparaissant dans le même champ visuel que P-Dv comparé à celle apparaissant dans le même champ visuel de N-Dv (voir Tableau IV). L'analyse statistique révèle que cet effet est significatif (Wilcoxon, $p=0,043$). En observant les résultats individuellement (voir Tableau IV), on observe que tous les participants (5/5) sont effectivement plus lents à répondre à P-Dv (vs N-Dv). La tendance observée semble donc indiquer que les autistes seraient possiblement plus lents pour répondre à un stimulus de peur qu'à un stimulus neutre (dans le cadre d'un regard dévié).

Pour la condition P-D/N-D, les participants sont globalement plus lents de 404,6 ms pour répondre à la cible apparaissant dans le même champ visuel que P-D comparé à celle apparaissant dans le même champ visuel de N-D (voir Tableau IV). Cependant, l'analyse statistique révèle que cet effet n'est pas significatif (Wilcoxon, $p=0,686$). Tel que représenté dans la Figure 4, l'absence de significativité de l'effet est liée à la grande variabilité des TR à travers les participants. De plus, en observant les résultats individuellement (voir Tableau IV), on remarque qu'un peu plus de la moitié des participants (3/5) sont plus lents pour répondre à P-D (vs N-D). Il est donc plus difficile d'établir une tendance avec les résultats de la condition P-D/N-D.

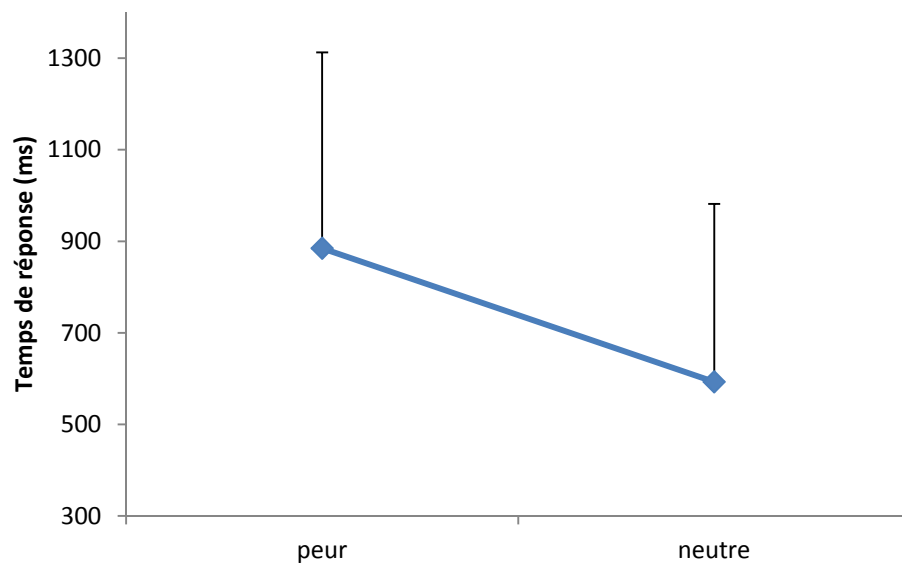


Figure 3. Effet global de l'émotion

La Figure 3 illustre l'effet global de l'émotion au niveau des TR des participants. La Figure 3 montre qu'il semble y avoir un effet d'interférence de la peur (vs neutre). En effet, les participants répondent plus lentement à une cible apparaissant dans le même champ visuel

qu'un visage de peur comparé à celle apparaissant dans le même champ visuel qu'un visage neutre.

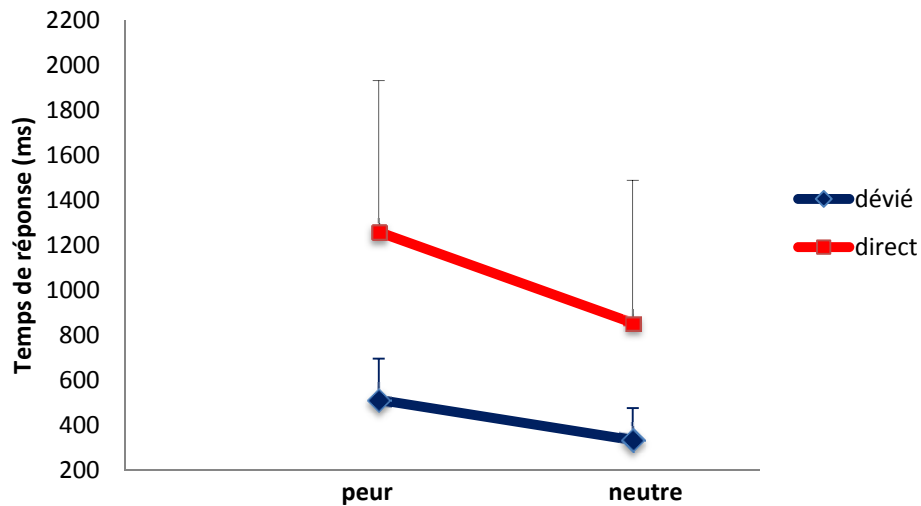


Figure 4. Temps de réponse pour le regard direct et le regard dévié en fonction de l'émotion

La Figure 4 illustre l'effet de l'émotion de façon plus spécifique. La Figure 4 montre que les réponses sont plus lentes pour l'émotion de peur (comparée à neutre) peu importe la direction du regard (direct ou dévié). Cet effet d'interférence de la peur semble globalement plus prononcé lorsqu'il s'agit d'un regard direct (comparé à un regard dévié), mais la dispersion des réponses individuelles n'a pas permis de dégager un effet significatif.

2.2.2. L'effet de la direction du regard

L'effet de la direction du regard comprend deux conditions : P-D/P-Dv ainsi que N-Dv/N-D. Pour la condition P-D/P-Dv, on observe que globalement, les TR sont similaires (une différence de 2,05 ms) pour répondre à la cible apparaissant dans le même champ visuel que P-Dv comparé à celle apparaissant dans le même champ visuel de P-D (voir Tableau

IV). Cependant, l'analyse statistique révèle que cet effet n'est pas significatif (Wilcoxon, $p=0,686$). Tel que représenté dans la Figure 6, l'absence de significativité de l'effet est liée à la grande variabilité des TR à travers les participants. En observant les résultats individuellement (voir Tableau IV), on remarque qu'un peu moins de la moitié des participants (2/5) sont plus lents pour répondre à P-Dv (vs P-D). Il est donc plus difficile d'établir une tendance avec les résultats de la condition P-Dv/P-D.

Pour la condition N-Dv/N-D, les participants sont globalement plus lents de 79,25 ms pour répondre à la cible apparaissant dans le même champ visuel que N-D comparé à celle apparaissant dans le même champ visuel de N-Dv (voir Tableau IV). Cependant, l'analyse statistique révèle que cet effet n'est pas significatif (Wilcoxon, $p=0,138$). Tel que représenté dans la Figure 6, l'absence de significativité de l'effet est liée à la grande variabilité des TR à travers les participants. En observant les résultats individuellement (voir Tableau IV), on remarque que la majorité des participants (4/5) est plus lente pour répondre à N-D (vs N-Dv), donc il semble tout de même y avoir une tendance malgré le fait que le résultat ne soit pas significatif.

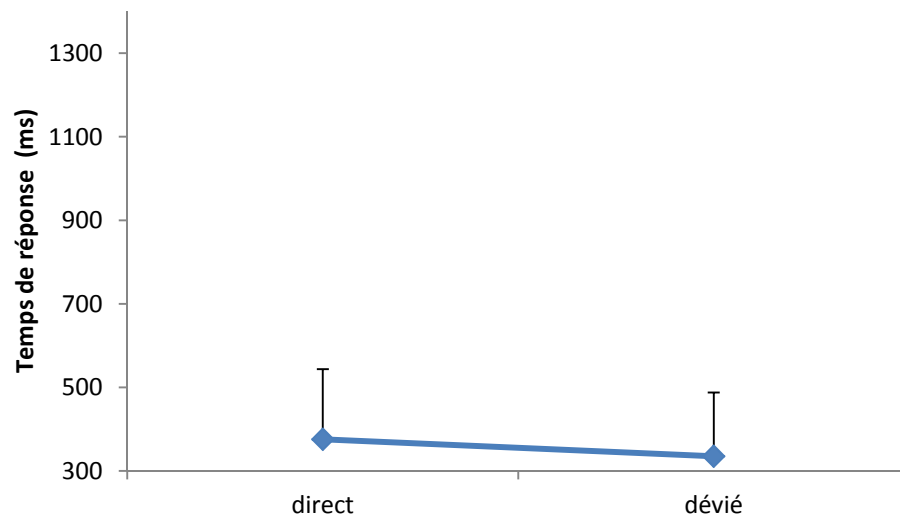


Figure 5. Effet global de la direction du regard

La Figure 5 illustre l'effet global de la direction du regard au niveau des TR des participants. La Figure 5 montre que globalement, la direction du regard ne semble pas avoir d'impact au niveau des TR. En effet, les TR des participants semblent similaires pour le regard direct et le regard dévié.

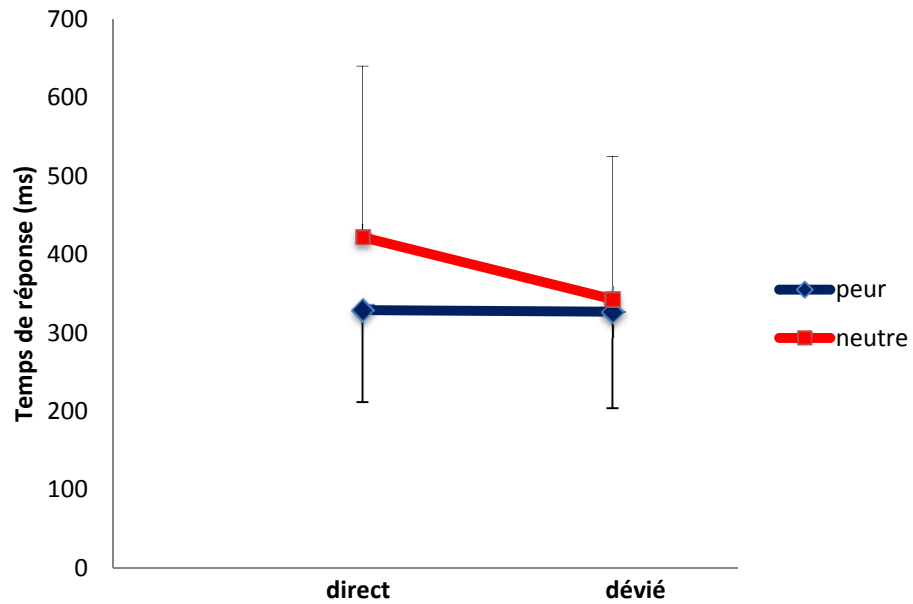


Figure 6. Temps de réponse pour l'émotion de peur et l'expression neutre en fonction de la direction du regard

La Figure 6 illustre l'effet de la direction du regard de façon plus spécifique. La Figure 6 montre que les réponses sont plus lentes pour le regard direct que pour le regard dévié lorsque les visages affichent une expression neutre. Lorsque les visages expriment la peur, les TR sont similaires pour le regard direct et le regard dévié. Ainsi, il ne semble pas y avoir d'effet de la direction du regard pour les visages de peur, mais il semble y avoir un effet interférent du regard direct pour les visages neutres.

Chapitre 4
DISCUSSION

La présente étude visait à explorer l'attention spatiale en condition d'interférence émotionnelle et de la direction du regard dans une population d'enfants avec un TA. Plus spécifiquement, il s'agissait d'explorer l'effet de l'émotion de peur et l'effet de la direction du regard (direct vs dévié) sur l'attention spatiale chez les enfants autistes. De plus, cette étude visait également à explorer s'il y a une interaction entre la direction du regard et l'émotion faciale dans l'autisme. Pour ce faire, nous avons adapté une tâche d'interférence émotionnelle précédemment utilisée dans les études de Pourtois et coll. (2004) et de Giraud et coll. (2008).

En accord avec ce qui a été observé dans la littérature, nous avons établi que la condition valide dans notre expérience était représentée par le stimulus le plus chargé émotionnellement, c'est-à-dire, la peur (comparé au neutre), le regard direct (comparé au regard dévié) et la combinaison peur-regard dévié (comparé à la combinaison peur-regard direct).

Suite à l'étude de Giraud et coll. (2008) chez des adultes autistes, on s'attendait à ce que les enfants autistes détectent les cibles plus rapidement si elles sont présentées dans le même champ visuel qu'un visage neutre que si elles sont présentées dans le même champ visuel qu'un visage de peur, indiquant ainsi un effet interférant de la peur. Cette hypothèse est confirmée par notre étude. Nos résultats montrent que les enfants autistes sont plus lents à détecter les cibles présentées dans le même champ visuel qu'un visage de peur comparé aux cibles présentées dans le même champ visuel qu'un visage neutre. Ces données

préliminaires suggèrent que l'effet d'interférence de la peur dans l'autisme (Giraud et coll., 2008) serait présent dès le jeune âge.

Suite à l'étude comportementale de Senju et coll. (2003), on s'attendait à ce que les enfants autistes détectent les cibles avec une vitesse de réponse similaire qu'elles apparaissent dans le même champ visuel que les visages avec un regard dévié et direct, signifiant une absence d'effet de la direction du regard. La tendance observée dans nos résultats montre que lorsque les deux visages de la paire affichent une expression neutre, les enfants autistes détectent plus lentement les cibles présentées dans le même champ visuel que les visages avec un regard direct que les cibles présentées dans le même champ visuel qu'un visage avec un regard dévié.

Finalement, suite aux études d'Akechi et coll. (2009) et Akechi et coll. (2010) chez les enfants autistes, on s'attendait à ce que les enfants autistes détectent avec une vitesse de réponse similaire les cibles présentées dans le même champ visuel qu'un visage avec la combinaison peur-regard dévié et les cibles présentées dans le même champ visuel qu'un visage avec la combinaison peur-regard direct, signifiant aucun effet particulier de la direction du regard dans un visage émotionnel. La tendance observée dans nos résultats montre que les enfants autistes présentent des TR similaires pour les cibles présentées dans le même champ visuel que les visages peur-regard dévié et les cibles présentées dans le même champ visuel que les visages peur-regard direct.

À noter que les résultats de la présente étude sont à interpréter avec précaution étant donné le petit échantillon. Des difficultés inhérentes au recrutement expliquent le faible nombre de participants dans notre étude. Par ailleurs, ceci indique qu'il ne s'agit pas d'un problème de faisabilité de l'expérience, mais plutôt d'un problème d'accessibilité à la population ciblée qui explique également la variabilité observée dans notre échantillon au niveau des caractéristiques des participants (voir Tableau I) et au niveau du comportement observé lors de la passation de la tâche (voir section résultats qualitatifs). Or, la majorité de nos résultats n'est pas statistiquement significatif, probablement en raison de notre échantillon très petit, du petit nombre d'essais par condition et de la variabilité élevée dans les TR entre les participants (voir Tableau IV). Cependant, des tendances ont pu être observées et elles seront discutées dans les sections suivantes.

1. L'effet de l'émotion

Des études ont montré que les informations émotionnelles influencent le recrutement des ressources attentionnelles chez les individus à développement typique. Plus spécifiquement, l'étude de Pourtois et coll. (2004) a montré un biais attentionnel pour les stimuli ayant une charge émotionnelle importante, et plus spécifiquement que les visages de peur provoquent une orientation rapide et involontaire de l'attention spatiale vers leur emplacement chez les adultes à développement typique. Or, en utilisant le même paradigme que Pourtois et coll. (2004), l'étude de Giraud et coll. (2008) a observé que ce biais attentionnel est inversé dans l'autisme de haut niveau où l'amorce avec un visage de peur exerce un effet d'interférence et diverge l'attention de leur emplacement. Dans notre étude, nous avons utilisé un

paradigme similaire à celui utilisé dans les deux études précédentes et nos résultats vont dans le même sens que ceux de Giraud et coll. (2008), c'est-à-dire qu'il semble y avoir un effet d'interférence pour les visages de peur (en comparaison avec les visages neutres) et non pas facilitateur chez les enfants autistes.

Cependant, les résultats de notre étude contredisent ceux présentés dans les études de De Jong et coll. (2008) et d'Uono et coll. (2009). Ces études ont utilisé un paradigme différent du nôtre avec une tâche basée sur l'effet d'indilage plutôt que sur l'effet d'amorçage. Ces études ont montré qu'un visage exprimant la peur provoque une augmentation de l'attention conjointe (regarder dans la même direction que le visage présenté) comparé à un visage neutre chez les individus à développement typique. Or, cet effet n'est pas présent chez les autistes. Au niveau comportemental (temps de réaction), les stimuli de peur attirent plus l'attention que les stimuli neutres chez les non-autistes alors que chez les autistes, la performance est la même que les stimuli soient neutres ou de peur. Leurs résultats suggèrent un déficit au niveau de la discrimination des émotions faciales chez les personnes avec TA. Or, contrairement aux résultats présentés par de De Jong et coll. (2008) et Uono et coll. (2009), les résultats de notre étude suggèrent qu'il semble y avoir un effet de l'émotion de peur sur les performances des autistes.

Dans la littérature, il y a une grande variabilité à travers les résultats obtenus, et ce en fonction des méthodes utilisées, de la nature des stimuli employés ou de l'échantillon de l'étude. Toutefois, en lien avec les résultats similaires présentés dans les études de Pourtois

et coll. (2004) et de Giraud et coll. (2008), notre étude contribue à une certaine constance des résultats parmi les études utilisant le même paradigme.

Au niveau neurobiologique, plusieurs études IRMf ont observé que les autistes présentent une hypoactivation du GF et de l'amygdale lors du traitement de visages émotionnels comparé aux individus à développement typique (Ashwin et coll., 2007; Corbett et coll., 2009; Critchley et coll., 2000; Wang et coll., 2004). Cependant, une étude a trouvé que l'activation de l'amygdale et du GF est positivement associée au temps passé à fixer la région des yeux chez les autistes (Dalton et coll., 2005). Or, cette association n'est pas observée chez les non-autistes. Ainsi, Dalton et coll. (2005) a suggéré que le contact oculaire mutuel peut provoquer une sur-stimulation négative médiée par l'activation de régions limbiques, telle que l'amygdale. Ainsi, une diminution du contact oculaire chez les autistes faciliterait à diminuer cette sur-stimulation pour les stimuli sociaux. Cette hypothèse peut permettre d'expliquer l'hypoactivation de l'amygdale et du GF qui est souvent rapportée à travers les études chez les enfants et les adultes autistes (Ashwin et coll., 2007; Corbett et coll., 2009; Critchley et coll., 2000; Wang et coll., 2004). En ce sens, l'utilisation de l'oculométrie (*eye-tracking*) dans ces études aurait permis de vérifier cette hypothèse en mesurant la fixation visuelle des autistes pendant une tâche. Les résultats de Dalton et coll. (2005) convergent également avec ceux de Wang et coll. (2004) qui suggèrent que les enfants autistes recruteraient en partie des réseaux neuronaux différents (en comparaison avec les non-autistes) lors du traitement des émotions faciales. Ainsi, nos résultats suggérant que les ressources attentionnelles des autistes semblent divergées de

l'emplacement d'un stimulus émotionnellement chargé (visage de peur) pourraient être expliqués par cette hypothèse de sur-stimulation formulée par Dalton et coll. (2005).

De plus, Dalton et coll. (2005) a également observé que les autistes prennent plus de temps à effectuer une tâche avec une composante émotionnelle que les non-autistes. Toutefois, les autistes présentent un excellent taux d'exactitude de leurs réponses (85% pour les autistes comparativement à 98% pour les non-autistes). Or, notre étude présente un effet similaire. Malgré la lenteur des TR pour détecter les cibles, le taux de réussite chez les enfants autistes est excellent (entre 96% et 99% pour la majorité des participants).

2. L'effet de la direction du regard

Plusieurs études ont démontré que les individus à développement typique détectent plus rapidement et plus efficacement les visages avec un regard direct que les visages avec un regard dévié (Conty et coll., 2006; Macrae et coll., 2002; Senju et coll., 2008; Von Grünau et coll., 1995). Or, peu d'études ont étudié le traitement du regard direct et dévié dans l'autisme. En ce sens, l'étude de Senju et coll. (2003) a montré que contrairement aux enfants à développement typique, la performance des enfants autistes n'est pas affectée selon que le visage présente un regard direct ou un regard dévié. Or, d'autres études (Akechi et coll., 2010; Senju et coll., 2008) ont plutôt montré que les autistes étaient plus rapides à répondre aux visages avec un regard direct qu'aux visages avec un regard dévié, suggérant un effet facilitateur du regard direct chez les autistes. Or, la tendance observée dans nos résultats ne va pas dans le même sens que les résultats comportementaux des

études précédentes. Notre étude suggère que le regard direct semble avoir un effet interférant lorsqu'il n'est pas présenté dans un contexte émotionnel (visages neutres). En effet, lorsque les deux visages de la paire affichent une expression neutre, les enfants autistes ont tendance à être plus lents pour répondre à une cible présentée dans le même champ visuel qu'un visage avec un regard direct qu'à une cible présentée dans le même champ visuel qu'un visage avec un regard dévié. Toutefois, cette tendance devra être confirmée par des études ultérieures avec un plus grand échantillon.

L'effet d'interférence du regard direct chez les autistes observé dans notre étude peut être expliqué au niveau neurobiologique par quelques études électrophysiologique (Grice et coll., 2005), magnétoencéphalographique (Kylliäinen et coll., 2006) et de conductance cutanée (Kylliäinen et Hietanen, 2006). Ces études ont montré que les enfants autistes semblent présenter une plus grande excitation physiologique que les enfants à développement typique en réponse au regard direct qu'au regard dévié. Ces résultats sont également en accord avec l'hypothèse de sur-stimulation en réponse au contact oculaire mutuel et d'évitement du regard proposée par Dalton et coll. (2005). De plus, les résultats présentés dans ces études (de même que les nôtres) concordent également avec les symptômes cliniques de l'autisme, notamment l'évitement du regard et un faible contact oculaire mutuel présent dès la petite enfance (Volkmar et coll., 2005).

Par ailleurs, il semble y avoir une cohérence dans nos résultats au niveau de l'effet de l'émotion et de l'effet de la direction du regard. Ainsi, les tendances observées dans nos

résultats suggèrent que les enfants autistes semblent montrer des biais attentionnels inverses pour l'émotion de peur et le regard direct en comparaison aux biais observés chez les individus à développement typique dans des études précédentes. Cette hypothèse devra être confirmée par des études ultérieures avec un plus grand échantillon.

3. La combinaison de l'émotion et du regard

Des études récentes ont observé une relation complexe entre le regard et l'émotion chez les individus à développement typique. Ainsi, il a été suggéré que la pertinence d'une expression émotionnelle négative diffère grandement si elle est dirigée vers l'observateur ou pas, car elle indique une intention communicative différente. Ces études ont donc montré que l'expression de peur est plus rapidement et plus effacement catégorisée lorsqu'elle est associée à un regard dévié plutôt qu'à un regard direct (Adams et Kleck, 2003; Adams et Kleck, 2005; Sander et coll., 2007). Très peu d'études ont examiné le traitement de la direction du regard (dévié vs direct) à l'intérieur d'un contexte d'expressions faciales émotionnelles chez les autistes. Les études d'Akechi et coll. (2009) et Akechi et coll. (2010) ont suggéré une intégration atypique entre l'émotion faciale et la direction du regard chez les autistes en comparaison avec les non-autistes. Ces études ont montré que les enfants à développement typique sont plus rapides et plus efficaces à détecter un visage de peur avec un regard dévié plutôt qu'un regard direct. Or, la direction du regard du visage émotionnel n'a pas affecté la performance des enfants autistes. La tendance observée dans nos résultats semble converger avec les résultats présentés dans les études d'Akechi et coll. (2009) et Akechi et coll. (2010). En effet, lorsque les deux visages

de la paire expriment la peur, la direction du regard (direct ou dévié) semble n'avoir aucun effet particulier sur la performance (TR) des enfants autistes.

L'ensemble de ces résultats suggère que contrairement aux enfants non-autistes, les enfants autistes ne montrent pas d'intégration de la direction du regard et de l'expression faciale émotionnelle basée sur une tendance motivationnelle. Cette tendance motivationnelle implique que les expressions faciales orientées vers l'approche (colère et joie) sont plus facilement décodées si elles sont couplées avec un regard direct et les expressions faciales orientées vers l'évitement (peur et tristesse) sont plus facilement décodées si elles sont couplées avec un regard dévié (Adams et Kleck, 2003; Adams et Kleck, 2005). En ce sens, la direction du regard et l'expression émotionnelle d'un visage sont deux caractéristiques faciales importantes au niveau de la communication sociale. L'absence d'intégration de ces deux composantes chez les autistes est reliée aux symptômes cliniques de l'autisme, tels que les déficits au niveau des interactions sociales et de la communication.

Des études d'imagerie fonctionnelle ont montré l'implication de l'amygdale dans l'interaction entre le regard et l'émotion chez les individus à développement typique (Adams et coll., 2003; Sato et coll., 2004). De plus, une autre étude a observé que le visage de peur avec un regard dévié provoque une plus grande activation dans le STS, le GF et l'amygdale que le visage de peur avec un regard direct (Hadjikhani et coll., 2008). Or, plusieurs études IRMf ont observé que les autistes présentent une hypoactivation du GF et de l'amygdale lors du traitement de visages émotionnels comparé aux individus à

développement typique (Ashwin et coll., 2007; Corbett et coll., 2009; Critchley et coll., 2000; Wang et coll., 2004). Ainsi, la difficulté des autistes à intégrer le regard et l'émotion pourrait possiblement être expliquée par un réseau cortical atypique.

4. Conclusion

La présente étude visait à explorer l'effet de l'émotion de peur et l'effet de la direction du regard (direct vs dévié) sur l'attention spatiale chez les enfants autistes. En accord avec les résultats présentés dans l'étude de Giraud et coll. (2008), nous avons trouvé que les amorces avec un visage de peur (en comparaison avec les amorces avec un visage neutre) provoquent un effet d'interférence au niveau comportemental (TR) et divergent l'attention de leur emplacement chez les enfants avec un TA. Nos résultats concernant la direction du regard et l'interaction entre les expressions émotionnelles faciales et la direction du regard n'ont pas été aussi concluants, probablement en raison de notre échantillon très petit, du petit nombre d'essais par condition et de la variabilité élevée dans les TR entre les participants. En ce sens, il serait pertinent pour les études ultérieures de vérifier les tendances observées dans nos résultats en utilisant un échantillon plus large. Par ailleurs, il aurait également été intéressant d'employer l'oculométrie (*eye-tracking*) dans notre étude, car cela aurait permis de vérifier l'exploration visuelle des participants durant la tâche. En dernier lieu, il faut souligner que très peu d'études ont exploré l'impact des émotions et de la direction du regard sur l'attention spatiale chez les enfants autistes. Notre étude s'inscrit donc dans le courant de recherche en cognition sociale et prolonge notamment les travaux antérieurs de Giraud et coll. (2008) en tenant compte de la direction du regard.

BIBLIOGRAPHIE

- Adams, R.B., Gordon, H.L., Baird, A.A., Ambady, N., Kleck, R.E. (2003). Effects of gaze on amygdala sensitivity to anger and fear faces. *Science*, 300, 1536.
- Adams, R.B., Kleck, R.E. (2003). Perceived gaze direction and the processing of facial displays of emotion. *Psychological Science*, 14, 644-647.
- Adams, R.B., Kleck, R.E. (2005). Effects of direct and averted gaze on the perception of facially communicated emotion. *Emotion*, 5, 3-11.
- Adolphs, R. (2001). The neurobiology of social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 231-239.
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behavior. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 165-178.
- Adolphs, R. (2003b). Is the human amygdala specialized for processing social information? *Annals New York Academy of Sciences*, 985, 326-340.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., Damasio, A.R. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, 372, 669-672.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., Damasio, A.R. (1995). Fear and the human amygdala. *Journal of Neuroscience*, 15, 5879-5892.
- Akechi, H., Senju, A., Kikuchi, Y., Tojo, Y., Osanai, H., Hasegawa, T. (2009). Does gaze direction modulate facial expression processing in children with autism spectrum disorder? *Child Development*, 80(4), 1134-1146.
- Akechi, H., Senju, A., Kikuchi, Y., Tojo, Y., Osanai, H., Hasegawa, T. (2010). The effect of gaze direction on the processing of facial expressions in children with autism spectrum disorder: An ERP study. *Neuropsychologia*, 48, 2841-2851.

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text revisions ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Armony, J. L., Dolan, R. J. (2002). Modulation of spatial attention by fear-conditioned stimuli: An event-related fMRI study. *Neuropsychologia*, 40, 817–826.
- Ashwin, C., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., O'Riordan, M., Bullmore, E.T. (2007). Differential activation of the amygdala and the 'social brain' during fearful face processing in Asperger Syndrome. *Neuropsychologia*, 45(1), 2–14.
- Ashwin, C., Chapman, E., Colle, L., Baron-Cohen, S. (2006). Impaired recognition of negative basic emotions in autism: A test of the amygdala theory. *Social Neuroscience*, 1(3-4), 349–363.
- Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J., Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? Evidence from human neonates. *Infant Behavior and Development*, 23, 223-229.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 551-565.
- Boucher, J., Lewis, V. (1992). Unfamiliar face recognition in relatively able autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 843-859.
- Bradley, B.P., Mogg, K., Millar, N., Bonham-Carter, C., Fergusson, E., Jenkins, J., *et al.* (1997). Attentional biases for emotional faces. *Cognition & Emotion*, 11, 25–42.
- Breiter, H. C., Etcoff, N. L., Whalen, P. J., Kennedy, W. A., Rauch, S. L., Buckner, R.

- L., et al. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, 17, 875–887.
- Brothers, L. (1990). The social brain: A project for integrating primate behavior and neurophysiology in a new domain. *Concepts in Neuroscience*, 1, 27-51.
- Bruce, V., Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Buitelaar, J.K. (1995). Attachment and social withdrawal in autism: Hypothesis and findings. *Behaviour*, 132, 319-350.
- Burnham, D. (1993). Visual recognition of mother by young infants: Facilitation by speech. *Perception*, 22(10), 1133-1153.
- Butterworth, G., Jarrett, N. (1991). What minds have in common is space: Spatial mechanisms serving joint visual attention in infancy. *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 55-72.
- Calder, A. J., Young, A. W., Rowland, D., Perrett, D. I., Hodges, J. R., Etcoff, N. L. (1996). Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: differentially severe impairment of fear. *Cognitive Neuropsychology*, 13(5), 699–745.
- Carlson, J.M., Reinke, K.S. (2008). Masked fearful faces modulate the orienting of covert spatial attention. *Emotion*, 8(4), 522-529.
- Carmel, D., Bentin, S. (2002). Domain specificity versus expertise: Factors influencing distinct processing of faces. *Cognition*, 83, 1-29.
- Celani, G., Battacchi, M.W., Arcidiacono, L. (1999). The understanding of the emotional

- meaning of facial expressions in people with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 57-66.
- Conty, L., N'Diaye, K., Tijus, C., George, N. (2007). When eye creates the contact! ERP evidence for early dissociation between direct and averted gaze motion processing. *Neuropsychologia*, 45, 3024-3037.
- Conty, L., Tijus, C., Hugueville, L., Coelho, E., George, N. (2006). Searching for asymmetries in the detection of gaze contact versus averted gaze under different head views: A behavioural study. *Spatial Vision*, 19, 529-545.
- Corbett, B.A., Carmean, V., Ravizza, S., Wendelken, C., Henry, M.L., Carter, C., Rivera, S.M. (2009). A functional and structural study of emotion and face processing in children with autism. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 173, 196-205.
- Critchley, H.D., Daly, E.M., Bullmore, E.T., Williams, S.C., Van Amelsvoort, T., Robertson, D.M., Rowe, A., Phillips, M., McAlonan, G., Howlin, P., Murphy, D.G. (2000). The functional neuroanatomy of social behaviour: Changes in cerebral blood flow when people with autistic disorder process facial expressions. *Brain*, 123, 2203-2212.
- Dalton, K.M., Nacewicz, B.M., Johnstone, T., Schaefer, H.S., Gernsbacher, M.A., Goldsmith, H.H., Alexander, A.L., Davidson, R.J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience*, 8(4), 519-526.
- Darwin, C. (1872). *The expression of emotions in man and animal*. London, Murray.
- Davies, S., Bishop, D., Manstead, A.S., Tantam, D. (1994). Face perception in children with autism and Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35, 1033-1057.

- Davies, M.S., Dapretto, M., Sigman, M., Sepeta, L., Bookheimer, S.Y. (2011). Neural bases of gaze and emotion processing in children with autism spectrum disorders. *Brain and Behavior*, 1, 1-11.
- Dawson, G., Meltzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J. (1998). Neuropsychological correlates of early symptoms of autism. *Child Dev*, 69, 1276-1285.
- De Jong, M.C., Van Engeland, H., Kemner, C. (2008). Attentional effects of gaze shifts are influenced by emotion and spatial frequency, but not in autism. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 47(4), 443-454.
- Diamond, R., Carey, S. (1986). Why faces are and are not special: An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115(2), 107-117.
- Dolan, R.J., Fink, G.R., Rolls, E., Booth, M., Holmes, A., Frackowiak, R.S., Friston, K.J. (1997). How the brain learns to see objects and faces in an impoverished context. *Nature*, 389, 596-599.
- Eastwood, J.D., Smilek, D., Merikle, P.M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion. *Perception & Psychophysics*, 63, 1004-1013.
- Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychological Review*, 99, 550-553.
- Ekman, P., Friesen, W.V. (1976). Pictures of facial affect. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ellis, H.D., Young, A.W. (1998). Faces in their social and biological context. In A.W. Young (Ed.), *Face and mind*. (pp. 67-95). New York: Oxford University Press.
- Farah, M.J. (1994). Specialization within visual object recognition: Clues from prosopagnosia and alexia. In M.J. Farah et G. Ratcliff (Eds.), *The*

- neuropsychology of high-level vision*. (pp. 133-146). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Farah, M.J., Wilson, A.F.W., Drain, M., Tanaka, J.N. (1998). What is ‘‘special’’ about face perception? *Psychological Review*, 105, 482-498.
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., Johnson, M.H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 99(14), 9602-9605.
- Fichtenholtz, H.M., Hopfinger, J.B., Graham, R., Detwiler, J.M., LaBar, K.S. (2007). Happy and fearful emotion in cues and targets modulate event-related potential indices of gaze-directed attentional orienting. *Scan*, 2, 323-333.
- Fichtenholtz, H.M., Hopfinger, J.B., Graham, R., Detwiler, J.M., LaBar, K.S. (2009). Event-related potentials reveal temporal staging of dynamic facial expression and gaze shift effects on attentional orienting. *Social Neuroscience*, 4(4), 317-331.
- Fombonne, E. (2005). Epidemiology of autistic disorder and other pervasive developmental disorders. *Journal of Clinical Psychiatry*, 66(suppl. 10), 3-8.
- Fox, E. (2002). Processing emotional facial expressions: The role of anxiety and awareness. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 2(1), 52–63.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., Dutton, K. (2000). Facial expressions of emotion: Are angry faces detected more efficiently? *Cognition and Emotion*, 14(1), 61–92.

- Freire, A., Lee, K., Symons, L.A. (2000). The face-inversion effect as a deficit in the encoding of configural information: Direct evidence. *Perception*, 29, 159-170.
- Fusar-Poli, P., Placentino, A., Carletti, F., Landi, P., Allen, P., Surguladze, S., et al. (2009). Functional atlas of emotional faces processing: a voxel-based meta-analysis of 105 functional magnetic resonance imaging studies. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 34(6), 418–432.
- Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J.C., Anderson, A.W. (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature neuroscience*, 3, 191-197.
- Gauthier, I., Tarr, M.J. (1997). Becoming a “greeble” expert: Exploring mechanisms for face recognition. *Vision Research*, 37(12), 1673-1682.
- Gauthier, I., Tarr, M.J. (2002). Unraveling mechanisms for expert object recognition: Bridging brain activity and behavior. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 431-446.
- Gauthier, I., Tarr, M.J., Anderson, A.W., Skudlarski, P., Gore, J.C. (1999). Activation of the middle fusiform ‘face area’ increases with expertise in recognizing novel objects. *Nature neuroscience*, 2(6), 568-573.
- George, N., Evans, J., Fiori, N., Davidoff, J., Renault, B. (1996). Brain events related to normal and moderately scrambled faces. *Cognitive Brain Research*, 4, 65-76.
- Gibson, J.J., Pick, A.D. (1963). Perception of another person's looking behavior. *American Journal of Psychology*, 76, 386-394.

- Giraud, I., Desire, N., Hosen, A., Mottron, L., Jemel, B. (2008). An electrophysiological study of spatial attentional orienting toward emotional faces in autism. *Proceedings of the International Meeting for Autism Research*, (137.14), p.284.
- Goren, C., Sarty, M., Wu, P. (1975). Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics*, 56, 544-549.
- Graham, R., LaBar, K.S. (2007). Garner interference reveals dependencies between emotional expression and gaze in face perception. *Emotion*, 7(2), 296-313.
- Grelotti, D.J., Gauthier, I., Schultz, R.T. (2002). Social interest and the development of cortical face specialization: What autism teaches us about face processing. *Developmental Psychobiology*, 40, 213-225.
- Grelotti, D.J., Klin, A.J., Gauthier, I., Skudlarski, P., Cohen, D.J., Gore, J.C., Volkmar, F.R., Schultz, R.T. (2005). fMRI activation of the fusiform gyrus and amygdala to cartoon characters but not to faces in a boy with autism. *Neuropsychologia*, 43, 373-385.
- Grice, S.J., Halit, H., Farroni, T., Baron-Cohen, S., Bolton, P., Johnson, M.H. (2005). Neural correlates of eye-gaze detection in young children with autism. *Cortex*, 41, 342-353.
- Grill-Spector, K., Kourtzi, Z., Kanwisher, N. (2001). The lateral occipital complex and its role in object recognition. *Vision Research*, 41, 1409-1422.
- Hadjikhani, N., Hoge, R., Snyder, J., de Gelder B. (2008). Pointing with the eyes: The role of gaze in communicating danger. *Brain and Cognition*, 68, 1-8.
- Hains, S.M., Muir, D.W. (1996). Infant sensitivity to adult eye direction. *Child Development*, 67(5), 1940-1951.

- Hansen, C.H., Hansen, R.D. (1988). Finding the face in the crowd — an anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 917–924.
- Hauck, M., Fein, D., Maltby, N., Waterhouse, L., Feinstein, C. (1998). Memory for faces in children with autism. *Child Neuropsychology*, 4, 187-198.
- Haxby, J.V., Hoffman, E.A., Gobbini, M.I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Science*, 4, 223-233.
- Haxby, J.V., Hoffman, E.A., Gobbini, M.I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51, 59-67.
- Haxby, J.V., Horwitz, B., Ungerleider, L.G., Maisog, J.M., Pietrini, P., Grady, C.L. (1994). The functional organization of human extrastriate cortex: A PET-rCBF study of selective attention to faces and locations. *Journal of Neuroscience*, 14, 6336-6353.
- Haxby, J.V., Ungerleider, L.G., Clark, V.P., Schouten, J.L., Hoffman, E.A., Martin, A. (1999). The effect of face inversion on activity in human neural systems for face and object perception. *Neuron*, 22, 189-199.
- Hernandez, N., Metzger, A., Magné, R., Bonnet-Brilhault, F., Roux, S., Barthelemy, C., Martineau, J. (2009). Exploration of core features of a human face by healthy and autistic adults analyzed by visual scanning. *Neuropsychologia*, 47, 1004–1012.
- Hobson, R.P. (1986). The autistic child's appraisal of expressions of emotion. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 27, 321-342.
- Hobson, R.P., Ouston, J., Lee, A. (1988). What's in a face? The case of autism. *British Journal of Psychology*, 79, 441-453.
- Hoehl, S., Striano, T. (2010). The development of emotional face and eye gaze

- processing. *Developmental Science*, 13(6), 813–825.
- Hoffman, E.A., Haxby, J.V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 80-84.
- Hood, B.M., Macrae, C.N., Cole-Davies, V., Dias, M. (2003). Eye remember you: The effects of gaze direction on face recognition in children and adults. *Developmental Science*, 6, 67-71.
- Hooker, C. I., Paller, K. A., Gitelman, D. R., Parrish, T.B., Mesulam, M. M., Reber, P. J. (2003). Brain networks for analyzing eye gaze. *Cognitive Brain Research*, 17, 406–418.
- Howard, M.A., Cowell, P.E., Boucher, J., Broks, P., Mayes, A., Farrant, A., Roberts, N. (2000). Convergent neuroanatomical and behavioural evidence of an amygdala hypothesis of autism. *Neuroreport*, 11(13), 2931-2935.
- Jemel, B., Mottron, L., Dawson, M. (2006). Impaired face processing in autism: Fact or artifact? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 91-106.
- Johnson, M.H., Dziurawiec, S., Ellis, H., Morton, J. (1991). Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition*, 40, 1-19.
- Joseph, R.M., Tanaka, J. (2003). Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(4), 529-542.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.

- Kanwisher, N., McDermott, J., Chun, M.M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17, 4302-4311.
- Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Ito, K., et al. (1999). The human amygdala plays an important role in gaze monitoring: A PET study. *Brain*, 122, 779–783.
- Kleinke, C.L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, 100, 78-100.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, 59(9), 809–816.
- Klin, A., Sparrow, S.S., de Bildt, A., Cicchetti, D.V., Cohen, D.J., Volkmar, F.R. (1999). A normed study of face recognition in autism and related disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 499-508.
- Kylliäinen, A., Braeutigam, S., Hietanen, J.K., Swithenby, S.J., Bailey, A.J. (2006). Face- and gaze-sensitive neural responses in children with autism: A magnetoencephalographic study. *European Journal of Neuroscience*, 24, 2679-2690.
- Kylliäinen, A., Hietanen, J.K. (2006). Skin conductance responses to another person's gaze in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 517-525.
- Lahaie, A., Mottron, L., Arguin, M., Berthiaume, C., Jemel, B., Saumier, D. (2006). Face perception in high-functioning autistic adults: Evidence for superior processing of

- face parts, not for a configural face-processing deficit. *Neuropsychology*, 20(1), 30–41.
- Langdell, T. (1978). Recognition of faces: An approach to the study of autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 19, 255-268.
- LeDoux, J.E. (1996) *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. New York: Simon & Schuster.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., Risi, S. (1999). *Autism diagnostic observation schedule-WPS edition*. Los Angeles, California: Western Psychological Services.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994). Autism diagnostic interview-revised : A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 659-685.
- Macrae, C.N., Hood, B.M., Milne, A.B., Rowe, A.C., Mason, M.F. (2002). Are you looking at me? Eye gaze and person perception. *Psychological Science*, 13, 460-464.
- Mason, M.F., Hood, B.M., Macrae, C.N. (2004). Look into my eyes: Gaze direction and person memory. *Memory*, 12, 637-643.
- Maurer, D., Le Grand, R., Mondloch, C.J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 255-260.
- Mertens, I., Siegmund, H., Grusser, O.J. (1993). Gaze motor asymmetries in the perception of faces during a memory task. *Neuropsychologia*, 31(9), 989-998.

- Mogg, K., Bradley, B. P., DeBono, J., Painter, M. (1997). Time course of attentional bias for threat information in non-clinical anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 35(4), 297–303.
- Morris, J.S., Buchel, C., Dolan, R.J. (2001a). Parallel neural responses in amygdala subregions and sensory cortex during implicit fear conditioning. *Neuroimage*, 13, 1044–1052.
- Morris, J., DeGelder, B., Weiskrantz, L., Dolan, R.J. (2001b). Differential extrageniculostriate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain*, 124, 1241–1252.
- Morris, J. S., Frith, C. D., Perrett, D. I., Rowland, D., Young, A. W., Calder, A. J., Dolan, R.J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383, 812–815.
- Morton, J., Johnson, M.H. (1991). CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, 98, 164-181.
- Mundy, P., Sigman, M., Ungerer, J., Sherman, T. (1987). Nonverbal communication and play correlates of language development in autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 17, 349–364.
- Öhman, A., Lundqvist, D., Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381–396.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.

- Osterling, J., Dawson, G. (1994). Early recognition of children with autism: A study of first birthday home videotapes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 247-257.
- Osterling, J., Dawson, G., Munson, J. (2002). Early recognition of 1-year-old infants with autism spectrum disorder versus mental retardation. *Development & Psychopathology*, 14(2), 239–251.
- Ozonoff, S., Pennington, B., Rogers, S. (1990). Are there specific emotion perception deficits in young autistic children? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31, 343-361.
- Pascalis, O., de Schonen, S., Morton, J., Deruelle, C. (1995). Mother's face recognition by neonates : A replication and extension. *Infant Behavior and Development*, 18, 79-95.
- Pelphrey, K.A., Morris, J.P., McCarthy, G. (2005). Neural basis of eye gaze processing deficits in autism. *Brain*, 128, 1038-1048.
- Pelphrey, K.A., Sasson, N.J., Reznick, J.S., Paul, G., Goldman, B.D., Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(4), 249-261.
- Pelphrey, K.A., Viola, R.J., McCarthy, G. (2004). When strangers pass: Processing of mutual and averted social gaze in the superior temporal sulcus. *Psychological Science*, 15, 598-603.
- Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E., Ungerleider, L. G. (2002). Neural processing of emotional faces requires attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(17), 11458–11463.

- Pierce, K., Müller, R.A., Ambrose, J., Allen, G., Courchesne, E. (2001). Face processing occurs outside the fusiform face area in autism: Evidence from functional MRI. *Brain*, 124, 2059-2073.
- Posner, M.I., Snyder, C.R.R., Davidson, B.J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160–174.
- Pourtois, G., Grandjean, D., Sander, D., Vuilleumier, P. (2004). Electrophysiological correlates of rapid spatial orienting towards fearful faces. *Cerebral Cortex*, 14(6), 619–633.
- Prior, M., Dahlstrom, B., Squires, T.L. (1990). Autistic children's knowledge of thinking and feeling states in other people. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31(4), 587-601.
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J.C., McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *Journal of Neuroscience*, 18, 2188-2199.
- Puce, A., Allison, T., Gore, J.C., McCarthy, G. (1995). Face-sensitive regions in human extrastriate cortex studied by functional MRI. *Journal of Neurophysiology*, 74, 1192-1199.
- Reddy, V. (2003). On being the object of attention: implications for self-other consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 397-402.
- Rondeau, E., Klein, L.S., Masse, A., Bodeau, N., Cohen, D., Guilé, J.M. (2011). Is pervasive developmental disorder not otherwise specified less stable than autistic disorder? A meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 1267–1276.

- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M.J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., Crommelinck, M. (2000). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: An electrophysiological account of face-specific processes in the human brain. *Neuroreport*, 11, 69-74.
- Sander, D., Grafman, J., Zalla, T. (2003). The human amygdala: An evolved system for relevance detection. *Reviews in the Neurosciences*, 14(4), 303–316.
- Sander, D., Grandjean, D., Kaiser, S., Wehrle, T., Scherer, K.R. (2007). Interaction effects of perceived gaze direction and dynamic facial expression: Evidence for appraisal theories of emotion. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19, 470-480.
- Sato, W., Yoshikawa, S., Kochiyama, T., Matsumura, M. (2004). The amygdala processes the emotional significance of facial expressions: An fMRI investigation using the interaction between expression and face direction. *Neuroimage*, 22, 1006-1013.
- Schultz, R.T., Gauthier, I., Klin, A., Fulbright, R.K., Anderson, A.W., Volkmar, F., Skudlarski, P., Lacadie, C., Cohen, D.J., Gore, J.C. (2000). Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and Asperger syndrome. *Archives of General Psychiatry*, 57, 331-340.
- Schultz, R.T., Grelotti, D.J., Klin, A., Kleinman, J., Van der Gaag, C., Marois, R., Skudlarski, P. (2003). The role of the fusiform face area in social cognition: Implications for the pathobiology of autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological Sciences*, 358, 415-427.

- Senju, A., Hasegawa, T. (2005). Direct gaze captures visuospatial attention. *Visual Cognition*, 12, 127-144.
- Senju, A., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., Osanai, H. (2008). Is anyone looking at me? Direct gaze detection in children with and without autism. *Brain and Cognition*, 67, 127-139.
- Senju, A., Yaguchi, K., Tojo, Y., Hasegawa, T. (2003). Eye contact does not facilitate detection in children with autism. *Cognition*, 89, B43-B51.
- Sigman, M.D., Mundy, P., Sherman, T., Ungerer, J. (1986). Social interactions of autistic, mentally retarded, and normal children and their caregivers. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 27, 647-655.
- Simion, F., Valenza, E., Umiltà, C., Dalla Barba, B. (1998). Preferential orienting to faces in newborns : A temporal-nasal asymmetry. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1399-1405.
- Smith, A.D., Hood, B.M., Hector, K. (2006). Eye remember you two: Gaze direction modulates face recognition in a developmental study. *Developmental Science*, 9, 465-472.
- Spezio, M.L., Adolphs, R., Hurley, R.S., Piven, J. (2007). Analysis of face gaze in autism using "Bubbles". *Neuropsychologia*, 45(1), 144-151.
- Tantam, D., Monaghan, L., Nicholson, H., Stirling, J. (1989). Autistic children's ability to interpret faces: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 30, 623-630.
- Teunisse, J.P., de Gelder, B. (1994). Do autistics have a generalized face processing deficit? *International Journal of Neuroscience*, 77, 1-10.

- Valentine, T. (1988). Upside-down faces: A review of the effects of inversion upon face recognition. *British Journal of Psychology*, 79, 471-491.
- Volkmar, F., Chawarska, K., Klin, A. (2005). Autism in infancy and early childhood. *Annual Review of Psychology*, 56, 315-336.
- Volkmar, F.R., Cohen, D.J., Paul, R. (1986). An evaluation of the DSM-III criteria for infantile autism. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 25, 190-197.
- Volkmar, F.R., Mayes, L.C. (1990). Gaze behavior in autism. *Development and Psychopathology*, 2, 61-69.
- von Grünau, M., Anston, C. (1995). The detection of gaze direction: A stare-in-the-crowd effect. *Perception*, 24, 1297-1313.
- Vuilleumier, P. (2002). Facial expression and selective attention. *Current Opinion in Psychiatry*, 15, 291–300.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An Event-Related fMRI Study. *Neuron*, 30, 829–841.
- Vuilleumier, P., George, N., Lister, V., Armony, J., Driver, J. (2005). Effects of perceived mutual gaze and gender on face processing and recognition memory. *Visual Cognition*, 12, 85-101.
- Walker-Smith, G.J., Gale, A.G., Findlay, J.M. (1977). Eye movement strategies involved in face perception. *Perception*, 6(3), 313-326.
- Wang, A.T., Dapretto, M., Hariri, A.R., Sigman, M., Bookheimer, S.Y. (2004). Neural correlates of facial affect processing in children and adolescents with autism

- spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43(4), 481-490.
- Wicker, B., Michel, F., Henaff, M.A., Decety, J. (1998). Brain regions involved in the perception of gaze: A PET study. *Neuroimage*, 8, 221-227.
- Yin, R. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology: General*, 81, 141-145