

Apprentissage dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux chez l'enfant avec ou sans troubles du développement

Stéphanie Cousin

▶ **To cite this version:**

Stéphanie Cousin. Apprentissage dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux chez l'enfant avec ou sans troubles du développement. Psychologie. Université Charles de Gaulle - Lille III, 2013. Français. NNT : 2013LIL30016 . tel-01124111

HAL Id: tel-01124111
https://theses.hal.science/tel-01124111

Submitted on 6 Mar 2015

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

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

UNIVERSITÉ LILLE NORD DE FRANCE

UNIVERSITÉ LILLE 3

Laboratoire URECA EA 1059

Apprentissage dans le développement de la discrimination de stimuli sociaux chez l'enfant avec ou sans troubles du développement

Thèse soumise en vue de l'obtention du titre de Docteur en Psychologie

par

Stéphanie Cousin

Composition du Jury :

Pr. Jean-Claude Darcheville, Université Lille 3 Charles-de-Gaulle, Directeur

Pr. Vinca Rivière, Université Lille 3 Charles-de-Gaulle, Co-directrice

Pr. Kennon A. Lattal, West Virginia University, Etats-Unis, Rapporteur

Pr. Jacques Forget, Université du Québec à Montréal, Canada, Rapporteur

Soutenance le 18 février 2013

Table des matières

Remerciements i

Résumé ii

Abstract iii

Avant-Propos iv

Approche Théorique 7

Chapitre 1 : Le développement de la discrimination des stimuli sociaux chez le jeune enfant . 8

I. Les réponses précoces aux stimuli sociaux 8

II. Le rôle de l'environnement dans la mise en place des réponses aux stimuli sociaux 10

III. Etat des lieux des connaissances sur la discrimination des visages et des expressions faciales 13

1. La discrimination précoce des visages 13

2. La discrimination précoce des expressions faciales 21

IV. Conclusion 26

Chapitre 2 : La discrimination des stimuli sociaux chez les individus avec autisme 28

I. Définition et approche traditionnelle de l'autisme 28

II. Approche comportementale de l'autisme 29

III. La discrimination des expressions faciales chez les personnes avec autisme 33

IV. Le dépistage précoce des perturbations dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux chez les personnes avec autisme 36

V. Conclusion 41

Chapitre 3 : Méthodologies permettant d'évaluer la discrimination de stimuli visuels 44

I. Limites des procédures d'habituation et de préférence visuelle 44

II. L'apport de l'analyse comportementale dans la compréhension du développement des comportements 47

III. Conclusion 54

Présentation des études 56

Approche expérimentale 58

Chapitre 4 : Analyse des éléments du visage impliqués dans la discrimination de l'expression neutre et de la joie chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique . 59

Chapitre 5 : Analyse des éléments du visage impliqués dans la discrimination de la joie et de la peur chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique 70

Chapitre 6 : Le rôle des yeux et de la bouche dans la discrimination d'expressions faciales chez des enfants au développement typique 83

Chapitre 7 : Evaluation de la modification des patterns d'observation des visages sur les performances de discrimination des expressions faciales chez des enfants avec autisme 89

Discussion – Conclusion générale 110

Bibliographie 126

Annexes 142

Remerciements

Je tiens à remercier :

le Pr. Vinca Rivière et le Pr. Jean-Claude Darcheville qui m'ont encadrée tout au long de ce parcours, pour m'avoir accordé leur confiance, avoir toujours su orienter mon travail, et pour les moyens mis à ma disposition afin de faire aboutir cette thèse,

le Pr. Andy Lattal et le Pr. Jacques Forget pour avoir accepté d'évaluer mon travail et de faire partie du jury de soutenance,

les écoles et les familles qui ont accepté de m'accueillir pour effectuer mes recherches,

mes amis - du labo et d'ailleurs - et ma famille pour leur présence et leur soutien.

Résumé

L'environnement semble jouer un rôle important dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux. Le développement précoce de la discrimination des stimuli sociaux tels que les visages et les expressions faciales a suscité de nombreuses recherches. Par ailleurs, les individus avec autisme ne semblent pas répondre aux stimuli sociaux de la même façon que des individus au fonctionnement normal et ces différences apparaissent de manière précoce. Cependant, les recherches actuelles ne nous fournissent pas assez d'éléments sur la façon dont cette discrimination se met en place, en particulier sur les régions du visage qui sont importantes pour la discrimination. C'est ce point que nous avons choisi d'étudier au cours de cette thèse, auprès d'enfants avec autisme. Les travaux effectués dans le cadre cette thèse ont eu pour objectifs tout d'abord de développer une tâche permettant de mesurer les éléments du visage impliqués dans la discrimination d'expressions faciales chez des enfants au développement typique et des enfants avec autisme (Etudes 1 & 2). Puis, nous avons mis en place une tâche ayant pour objectif d'évaluer l'importance des régions des yeux et de la bouche auprès d'enfants au développement typique et d'enfants avec autisme et de montrer l'effet de la modification des patterns d'observation des visages sur la façon dont les éléments du visage exercent un contrôle discriminatif sur les réponses des enfants avec autisme (Etudes 3 et 4). Ces résultats sont discutés au regard de le l'importance de l'environnement dans la mise en place en de la discrimination des stimuli sociaux. Les implications concernant les recherches chez l'enfant au développement typique seront discutées, ainsi que la place de la direction du regard, en plus de l'expression des yeux, comme élément discriminatif.

Mots clés : Apprentissage, discrimination, parties du visage, expressions faciales, autisme

Abstract

The role of the environment has been demonstrated in the development of the discrimination of social stimuli. The discrimination of social stimuli such as faces and facial expressions have been extensively studied during the past decades. In addition, people with autism show atypical responses to social stimuli compared to typically functioning individuals. Those discrepancies can be seen very early in life. However, there is still much to know about how this learning takes place, particularly on the face parts that are relevant for the discrimination. The focus of this work is to study more precisely how face parts come to control the responses of children with autism. The goal of our studies was, first, to build a task to measure precisely which parts of the face are involved in facial expressions discrimination in children with autism and in typically developing children (Experiments 1 & 2). Subsequently, we devised a task which evaluated the role of the eyes' and mouth regions in children with autism and typically developing children in order to see the effect of the modification of observing patterns of faces on the way eyes and mouth come to control the responses of children with autism (Experiments 3 & 4). Results are discussed in line with the role of the environment in participating in the development of facial expressions discrimination. Implications for the study in early facial expression discrimination learning in typically developing children are discussed. Direction of gaze, in addition to the eyes region expression, is discussed as a relevant element for the discrimination of facial stimuli.

Mots clés : Learning, discrimination, facial expressions, face parts, autism

Avant-Propos

Cette thèse se situe dans la perspective de l'analyse du comportement. Ce faisant, elle vise à explorer le développement de la discrimination des stimuli sociaux en se basant sur un modèle d'analyse centré sur les relations observables entre l'enfant et son environnement, ici social. Au cours de cette thèse, les travaux concernant le développement précoce de la discrimination des stimuli sociaux, correspondant principalement aux deux premières années de vie, seront abordés. Cet état de la littérature n'a pas pour objectif d'être exhaustif mais de soulever un certain nombre de points révélateurs de l'état actuel des connaissances sur le domaine. Qui plus est, elle explore les limites inhérentes aux modèles actuellement proposés. Elle vise ainsi à exposer les insuffisances qui émanent des recherches effectuées auprès des jeunes enfants. En particulier, le recours à des méthodologies masquant le rôle de l'environnement dans le développement des comportements apparaît comme un frein à la constitution d'un corpus de connaissances cohérent et compatible avec les sciences naturelles. Cette thèse traitera également du développement de la discrimination des stimuli sociaux chez les individus avec autisme. Bien que son étiologie reste à ce jour inconnue, l'autisme a fait l'objet de nombreuses recherches avec pour principal objectif de développer des modèles explicatifs des troubles engendrés. La plupart de ces modèles sont issus des neurosciences cognitives et à ce titre, cherchent à mettre en évidence les corrélations entre les différences observées entre les personnes avec autisme et les individus au fonctionnement normal et les défaillances observées dans les régions cérébrales associées. Au sein de l'analyse du comportement, l'autisme est vu comme un terme décrivant le répertoire comportemental d'individus qui présente des excès et déficits présents de manière précoce et qui peuvent aboutir à un éloignement plus ou moins important de la trajectoire de développement

typiquement observée. Qui plus est, les recherches menées en analyse expérimentale du comportement ont permis de mettre en évidence que les comportements des individus avec autisme étaient modifiables et pour une partie d'entre eux de récupérer un fonctionnement normal. Concernant la discrimination des stimuli sociaux, de nombreux déficits ont été mis en évidence auprès des individus avec autisme, en particulier des adultes qui présentent de haut niveau. Ces déficits commencent à être visibles de manière précoce. La plupart des recherches menées sur la façon dont les personnes avec autisme répondent aux stimuli de l'environnement consiste bien souvent en une mise en évidence de différences afin d'expliquer les troubles. Dans la perspective de l'analyse du comportement, ces déficits sont conceptualisés comme résultant d'un contrôle par les stimuli inadéquats. De cette manière, ces comportements peuvent être opérationnalisés et modifiés.

La troisième partie de cette thèse a pour objectif de discuter des avantages et des limites des différentes méthodologies employées dans les recherches concernant la discrimination de stimuli visuels, en particulier chez le jeune enfant.

L'objectif de cette thèse est de mettre en évidence le rôle de l'apprentissage dans la mise en place de la discrimination des stimuli sociaux, en particulier des expressions faciales, chez des enfants avec autisme.

Les travaux de cette thèse se sont ainsi attachés à développer une tâche permettant d'évaluer les régions du visage impliquées dans la discrimination de différentes expressions faciales chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique dans une première partie (Etude 1 et 2). La région des yeux semblant être importante pour la discrimination de certaines expressions, nous avons développé une tâche permettant tout d'abord de tester cette hypothèse chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique et d'autre part d'évaluer l'effet de la modification des patterns

d’observation des visages d’enfants avec autisme sur les performances de discrimination des expressions faciales (Etude 3 et 4).

Enfin, la dernière partie de ce document sera consacrée à la discussion des résultats obtenus et de leur implication pour le développement de la discrimination des expressions faciales chez les jeunes enfants.

PARTIE 1

APPROCHE THEORIQUE

Chapitre 1

Le développement de la discrimination des stimuli sociaux chez le jeune enfant

I. Les réponses précoces aux stimuli sociaux

Il est admis dans la littérature portant sur les interactions précoces parents-enfant qu'au cours de la première année l'enfant devient de plus en plus sensible à différents aspects de son environnement social. A 7 semaines, un enfant émet plus de sourires et de vocalisations en présence d'un adulte que d'une poupée (Legerstee, Pomerleau, Malcuit, et Feider, 1987). Il devient également sensible aux différents comportements de l'adulte. Ainsi, si ce dernier interagit avec l'enfant (lui parle par exemple), l'enfant émet des vocalisations et des sourires tandis que si l'adulte reste inactif, il détourne le regard. A 3 mois, les expressions positives de la mère (sourires, vocalisations) en direction de l'enfant sont suivies par des expressions positives de l'enfant, telles que le fait de regarder le visage de la mère et de sourire (Cohn et Tronick, 1987). Vers 6 mois, les interactions évoluent et l'enfant alterne les regards entre sa mère et des objets son environnement. L'alternance des regards entre une personne et un objet de l'environnement forment ainsi la base de l'attention conjointe (Bateman et Adamson, 1984).

Le paradigme du *stillface* a été beaucoup utilisé dans les recherches concernant les interactions précoces car il permet de mettre en évidence les sensibilités précoces de l'enfant aux stimulations sociales. L'utilisation de ce paradigme a mis en évidence que très tôt, l'enfant répond de manière différentielle aux stimuli sociaux, notamment ceux présentés par la mère (Adamson et Frick, 2003). Traditionnellement, ce paradigme consiste à faire suivre

une phase d'interaction en face-à-face entre un enfant et sa mère d'une phase où celle-ci présente une expression neutre pendant plusieurs minutes (ie, *still-face*) et cesse d'interagir avec l'enfant. Passé ce délai, les interactions entre la mère et l'enfant reprennent. Il est de manière générale observé lors de l'épisode du *still-face* des changements dans le comportement de l'enfant. Ainsi les regards de l'enfant vers le visage de sa mère et les sourires diminuent.

Une autre démonstration du rôle des stimuli sociaux peut être trouvée dans les situations de référence sociale. Une des définitions de la référence sociale fréquemment rencontrée dans la littérature est celle d'Emde, Sorce, Campos et Klinnert (1985). Elle consiste à décrire le fait que lorsqu'un enfant est confronté à une situation ambiguë, celui-ci regarde le visage d'une autre personne afin d'obtenir des informations émotionnelles qui l'aideront à juger ou évaluer l'ambiguïté. Afin de mettre en évidence ce phénomène, les auteurs ont utilisé le paradigme de la falaise visuelle auprès d'enfants âgés de 12 mois. Ce paradigme consiste à placer l'enfant sur une table dont une partie est opaque tandis que l'autre, transparente, fait entrevoir à l'enfant une zone de profondeur. La profondeur est manipulée afin de générer le maximum d'« incertitude » chez les enfants, incertitude qui incitera l'enfant à regarder le visage de sa mère. En premier lieu, la mère place un jouet sur cette zone et encourage l'enfant à se diriger vers celui-ci. Lorsqu'il se trouve à proximité de la « falaise » et qu'il regarde le visage de sa mère, l'expérimentateur signale à celle-ci l'expression faciale (joie, intérêt, colère ou tristesse) qu'elle doit présenter à l'enfant. Par ailleurs, aucun mot, son ou geste n'est émis. Les résultats de l'étude ont montré un effet de l'expression de la mère sur le comportement de l'enfant. Les enfants traversent ainsi la falaise beaucoup plus souvent lorsque leur mère présente une expression de joie ou d'intérêt, par rapport à une expression de peur, de colère ou de tristesse.

II. Le rôle de l'environnement dans la mise en place des réponses aux stimuli sociaux

Selon Emde et al., les expressions émotionnelles de la mère présenteraient une fonction de régulation sociale. Ainsi, les enfants utiliseraient les informations fournies par la mère pour adopter le comportement adéquat à la situation. Bien que l'influence de l'environnement social soit prise en compte, l'interprétation proposée par ces auteurs et par d'autres (Striano et Rochat, 2000) repose sur l'inférence de capacités cognitives présentes chez l'enfant lui permettant d'interpréter la situation afin de réguler son comportement. Ainsi l'information obtenue par l'expression de la mère lui permettrait d'évaluer l'ambigüité de la situation, le comportement qui en résulte constituant l'expression de cette évaluation.

De manière alternative, l'analyse comportementale propose de rendre compte des comportements impliqués dans la référence sociale en analysant la relation fonctionnelle que ceux-ci entretiennent avec l'environnement. Les conditions antécédentes aux comportements ainsi que les réponses de l'environnement, seraient alors pertinentes pour expliquer la façon dont ces comportements sont façonnés et maintenus (Roth et Gewirtz, 1998). Très rapidement, le visage devient un stimulus important à la naissance, puisque l'environnement social, particulièrement les parents, médiatisent l'accès à une variété de stimuli nécessaires à la survie de l'enfant (nourriture par exemple), et le retrait de stimulations aversives. Par conséquent, les parents deviennent des stimuli discriminatifs pour le renforcement (Bijou et Baer, 1965).

Typiquement, un épisode de référence sociale implique la séquence d'évènements suivants : 1., la présentation d'un objet ou événement ambigu, 2., le regard de l'enfant qui se déplace de l'objet vers l'adulte, 3., l'adulte qui exprime une émotion, 4., un comportement de l'enfant en lien avec l'objet ou événement. Pelaez, Virues-Ortega et Gewirtz (2012) ont mis

en place une expérience consistant à mettre en évidence que les comportements émis lors d'un épisode de référence sociale pouvaient être mis en place chez de jeunes enfants grâce à un entraînement à la discrimination. Concrètement, cela consiste à apprendre aux enfants qu'en présence d'une expression de joie, la réponse d'atteinte d'un objet ambigu est renforcée, tandis qu'en présence d'une expression de peur, la réponse d'atteinte n'est pas renforcée. Si des mesures quantitatives des réponses d'atteinte de l'objet ambigu diffèrent selon l'expression du visage après cet apprentissage, cela indique que les réponses d'atteinte sont sous le contrôle des expressions de la mère. La référence sociale est traditionnellement décrite dans la littérature comme se développant au cours de la deuxième moitié de la première année de vie (Striano et Rochat, 2000). Dans le cadre de cette étude, des enfants de 4 à 5 mois ont été choisi afin de s'assurer que le minimum d'éléments impliqués dans la référence sociale soit présent dans leur répertoire comportemental, et permettre ainsi de mettre en évidence que la manipulation de l'environnement permet de faire émerger ces comportements. Au démarrage d'un essai, l'enfant est assis face à un petit théâtre, dans lequel est placé un objet ambigu (c'est-à-dire un jouet recouvert d'un tissu, émettant des bruits). Durant les essais positifs, la mère exprime une expression de joie, et si l'enfant touche l'objet, celui-ci est découvert et présenté à l'enfant avec des lumières et sons agréables. Durant les essais négatifs, la mère présente une expression de peur, et si l'enfant touche l'objet, un son désagréable est diffusé et l'objet, resté couvert, est retiré de la scène. Les résultats révèlent qu'après l'entraînement, le pourcentage d'atteintes de l'objet pour les essais positifs (lorsque la mère exprime la joie) est proche de 100, tandis que le pourcentage d'atteintes lors des essais négatifs (lorsque la mère exprime la peur) est proche de zéro. Ainsi les expressions de la mère contrôlent les réponses d'atteinte des participants. Par ailleurs, tous les enfants ont cessé de répondre durant la phase d'extinction, pour lesquelles les réponses d'atteinte ne sont suivies d'aucune conséquence. Ces résultats confortent l'idée selon laquelle le

conditionnement opérant pourrait rendre compte du développement de la référence sociale. Selon Striano et Rochat (2000), entre 7 et 10 mois, l'enfant développe une compréhension du fait que les personnes de leur environnement ont des émotions, perspectives, et intentions qui diffèrent des siennes, comme en attestent les comportements impliqués dans la référence sociale. Cependant, en manipulant les contingences, Pelaez et al. ont montré que ces comportements peuvent émerger chez des enfants âgés de 4 à 5 mois, chez qui la compréhension des intentions des autres telle que définie par Striano et Rochat (2000) n'a pas encore émergé. Cette démonstration constitue donc une explication alternative qui ne nécessite pas l'inférence de concepts circulaires pour expliquer le développement de ces comportements. Une explication plus parcimonieuse basée sur l'analyse des relations entre l'environnement et le comportement semble donc adéquate. La séquence d'événements impliqués dans la référence sociale peut ainsi être vue comme une chaîne dans laquelle deux opérants discriminés, le déplacement du regard de l'objet ambigu vers le visage de la mère et la réponse d'approche, sont établis (Pelaez et al.). L'objet ambigu constituerait un stimulus discriminatif pour la réponse de regard de l'objet vers le visage de la mère. L'expression de la mère deviendrait un agent renforçateur conditionné pour cette même réponse ainsi qu'un stimulus discriminatif pour la réponse d'approche puisque chacune des expressions est suivie de conséquences spécifiques.

Les réponses d'atteinte ou d'évitement de l'enfant vont progressivement entrer sous le contrôle des expressions du visage du parent. Les expressions du visage deviennent alors des stimuli discriminatifs pour ces comportements. Une grande partie du développement peut être ainsi vu comme l'apprentissage des stimuli qui prédisent le renforcement.

Dans l'étude de Pelaez et al., le comportement de regard en direction de la mère était déjà présent chez les enfants au début de l'expérience. Nous disposons cependant encore de

peu d'informations sur la façon dont les regards en direction du visage du parent se mettent en place et sur les éléments du visage qui contrôlent cette discrimination. L'analyse des interactions précoces ou l'utilisation du paradigme du *still-face* témoignent du fait que ces comportements se mettent en place dans les premiers mois de vie mais restent peu précise. La plupart des études actuelles se basent sur l'emploi des procédures d'habituation et de préférence visuelle, ont été utilisées afin de permettre d'évaluer précocement, et plus précisément, la sensibilité des jeunes enfants aux visages.

III. Etat des lieux des connaissances sur la discrimination des visages et des expressions faciales

1. La discrimination précoce des visages

L'idée que les nouveau-nés soient sensibles aux visages dès la naissance est admise par de nombreux auteurs. Selon Slater (2002) par exemple, « le bébé possède à la naissance un certain nombre de moyens lui permettant de donner sens au monde », et défend en particulier l'idée que « la représentation des visages humains est fournie par l'évolution ». Cette conception a été fortement étayée par le développement de méthodes permettant d'évaluer plus précisément la sensibilité des bébés aux stimuli visuels. Les nouveau-nés seraient ainsi plus sensibles à des visages qu'à d'autres patterns, ou au caractère plus ou moins attractif des visages (Slater, 2002). Fantz (1963) a par exemple réalisé une étude qui sera beaucoup reprise par la suite dans la littérature comme mettant en évidence la sensibilité des nouveau-nés aux stimuli qui représentent des visages. Dans son étude, il a présenté à des enfants âgés de 10 heures à 5 jours différents patterns, notamment un visage schématique, ainsi que des couleurs, et a mesuré le temps de fixation des nouveau-nés pour chacune des cibles. Les résultats ont mis en évidence que les enfants fixaient plus longtemps les différents

patterns que les couleurs et que parmi les différents patterns, le visage étaient les stimuli pour lesquels les temps de fixation étaient les plus longs. Cette préférence, mesurée par la durée de regard pour chacun des stimuli, a aussi été retrouvée dans l'étude de Goren, Sarty et Wu (1975) où des nouveau-nés passaient plus de temps à regarder un visage schématique qu'un visage dont les différents éléments sont mélangés.

Cette préférence ne s'est pourtant pas retrouvée chez des bébés âgés d'un mois. Maurer et Barrera (1981) ont évalué la préférence visuelle d'enfants âgés de 1 et 2 mois pour des visages schématiques en comparaison à des visages dont les traits sont mélangés (par exemple, la bouche au dessus du nez). Ils ont observé que les enfants de 2 mois regardent plus longtemps les visages dont l'organisation des traits est naturelle, par rapport aux visages dont les traits sont mélangés. Chez les enfants d'un mois en revanche, aucune différence entre les temps de regard pour les différents stimuli présentés n'est observée. Une seconde expérience réalisée par ces auteurs révèle également qu'en utilisant un paradigme d'habituation, aucune discrimination n'est observée chez les enfants âgés d'un mois. Les résultats ne semblent donc pas dus au type de procédure utilisé.

Morton et Johnson (1991) ont proposé un modèle basé sur deux mécanismes différents afin de rendre compte de ces résultats en apparence contradictoires. Ces auteurs proposent que le cerveau du nouveau-né contienne, à la naissance, des informations concernant la structure des visages. Ces informations spécifieraient le visage comme étant composé de 3 points (*blobs*, en anglais), à l'emplacement des yeux et de la bouche. Ils proposent alors qu'un mécanisme, nommé CONSPEC, serait responsable de cette attraction précoce observée chez les nouveau-nés pour les visages schématiques. Un second système, CONLERN, permet plus tard à l'enfant d'apprendre à discriminer les visages. Ainsi, ce système se mettrait en place aux alentours de l'âge de 2 mois. Selon ces auteurs, le fait qu'une préférence soit observée

chez les nouveau-nés mais disparaît à l'âge d'un mois s'expliquerait par le fait que le mécanisme CONSPEC soit inhibé au cours du premier mois mais que le mécanisme CONLERN ne soit pas entièrement fonctionnel.

Pascalis, de Schoenen, Morton, Deruelle et Fabre-grenet (1995) ont remis en cause ce modèle en publiant une étude dans laquelle ils ont utilisé un paradigme de préférence visuelle pour étudier la façon dont des nouveau-nés discriminent le visage de leur mère d'un visage féminin inconnu. Dans une première expérience, répliquant une expérience menée par Bushnell, Sai et Mullin (1989), ils ont montré que des nouveau-nés âgés de 4 jours passent plus de temps à regarder le visage de leur mère qu'un visage inconnu. Lors d'une seconde étude, les cheveux et le contour du visage de la mère ainsi que celui de la personne inconnue étaient recouverts d'une écharpe. Dans ce cas, la préférence pour le visage de la mère disparaît. Selon Pascalis et al., ces résultats rentrent en contradiction avec le modèle de Morton et Johnson. En effet le mécanisme CONSPEC, qui se base sur les éléments intérieurs du visage, aurait dû permettre aux enfants de discriminer le visage de leur mère du visage inconnu lorsque le contour des visages et les cheveux sont recouverts d'une écharpe, ce qui n'est pas le cas ici. Par ailleurs, le mécanisme CONLERN est supposé permettre l'apprentissage à partir de 2 mois seulement. Or, on voit ici qu'il se produit bien plus tôt, puisqu'à 4 jours, les temps de regard diffèrent pour le visage de la mère et celui d'une personne inconnue.

De manière alternative, certains auteurs ont proposé que cette préférence innée observée pour les visages provienne du fait que les stimuli contrôles employés ne seraient pas appropriés. Dannemiller et Stephens (1988) ont par exemple fait remarquer que comparer les temps de regard pour différents patterns tels que des visages par rapport à des visages dont la position des différentes caractéristiques a été modifiée avait de nombreuses implications.

Cette modification a pour conséquence non seulement de diminuer l'aspect visage, mais également de perturber la position et l'orientation d'une caractéristique, la relation entre les différentes caractéristiques, les variations locales de densité de contour. On ne saurait donc conclure si les différences observées sont dues au fait que le stimulus ne ressemble pas à un visage ou alors au fait que plusieurs dimensions physiques sont perturbées. Afin de tester cette hypothèse, Dannemiller et coll. ont créé des stimuli qui différent sur la dimension visage mais pour lesquels la complexité, position des caractéristiques, composition de fréquences spatiales, etc., sont contrôlées. Ainsi, une différence dans les temps de regard observée serait bien due au fait que les stimuli diffèrent selon la dimension visage et non selon d'autres aspects. Les résultats montrent qu'à 12 semaines, mais pas à 6 semaines, les enfants préfèrent le visage schématique. C'est également ce que retrouvent Kleiner (1987), ainsi que Kleiner et Banks (1987) auprès de nouveau-nés et d'enfants âgés de 2 mois. Selon ces auteurs, la préférence observée pour les visages chez les nouveau-nés serait due au fait que ceux-ci contiennent des éléments à fort contrastes, particulièrement adaptés à la perception du nouveau-né. Ainsi les réponses des nouveau-nés seraient dues à l'énergie du stimulus plutôt qu'au fait qu'il s'agisse d'un visage. A 2 mois par contre, les nourrissons, deviennent plus sensibles à la dimension visage du stimulus, comme observé par Dannemiller et al. Plus récemment, Frank, Vul, et Johnson (2009) ont enregistré les mouvements oculaires d'enfants des enfants âgés de 3, 6 et 9 afin d'examiner la façon dont ils regardent des stimuli sociaux dans des scènes vidéo complexes. Ils ont montré que la tendance à regarder les visages augmente avec l'âge et que chez les plus jeunes enfants, les fixations sont plus souvent liées à l'énergie des stimuli (caractéristiques basiques telles que la couleur, luminosité ou le mouvement) plutôt qu'au fait qu'il s'agisse de visages. Turati (2004) a également montré que les nouveau-nés répondent aux stimuli qui comportent plus d'éléments dans leur partie supérieure, indépendamment du fait que ceux-ci représentent des visages ou non.

Bien que l'hypothèse que les nouveau-nés présentent une sensibilité innée pour les visages soit encore soutenue par une partie de la communauté scientifique (Valenza, Simion, et Cassia, 1996), il est de manière alternative possible de supposer que le système visuel des nouveau-nés soit particulièrement sensible aux propriétés physiques des stimuli présentés, indépendamment du fait que ceux-ci représentent des visages. Il n'est dans ce cas pas nécessaire de postuler l'existence d'un système de représentation des visages présent à la naissance comme le suggère Slater, ni de mécanismes distincts tels que ceux proposés par Johnson et al.

Le rôle de l'environnement dans le développement de la sensibilité précoce aux stimuli sociaux a été mis en évidence par une série d'expériences réalisée par Gauthier et Nelson (2001) et Scott, Pascalis, et Nelson (2007). Ces auteurs suggèrent qu'un parallèle peut être fait avec le développement du langage chez le jeune enfant. Il a été montré que, contrairement aux adultes, les enfants très jeunes discriminent les contrastes de parole non-natifs aussi bien que les contrastes de parole natifs et que cette capacité se perd progressivement au cours de la première année de vie (Werker, 1984, 1988). L'influence de l'environnement sur ce phénomène est par ailleurs reconnue dans la littérature traitant du développement du langage (Kuhl, 2004). Il semble qu'un phénomène équivalent se produise pour la discrimination des visages.

Afin de mettre en évidence ce phénomène, Pascalis, de Haan et Nelson (2002) ont utilisé une procédure de comparaison par paires pour évaluer la discrimination de visages humains et de singes chez des enfants de 6 et 9 mois, ainsi que chez des adultes. Cette procédure consiste à présenter 2 stimuli identiques pendant la phase de familiarisation, puis de remplacer un des stimuli par un nouveau stimulus lors de la phase test. Selon les auteurs, si le développement de la discrimination des visages suit la même trajectoire que celle du langage,

alors seuls les enfants les plus jeunes (âgés de 6 mois) devraient discriminer les visages de singes ainsi que les visages humains. Les résultats obtenus montrent en effet que les enfants de 9 mois et les adultes ne discriminent pas les visages de singes, mais discriminent les visages de leur propre espèce, à la différence des enfants de 6 mois qui discriminent les visages des 2 espèces.

Cet effet se retrouve par ailleurs pour différents aspects du visage. Kelly, Quinn, Slater, Lee, Ge et Pascalis (2007) ont montré que l'*other race effect (ORE)*, qui se manifeste par le fait que les adultes discriminent mieux les visages d'individus de leur ethnie que ceux d'autres ethnies, s'installerait progressivement au cours de la première année. Une étude de Quinn, Yahr, et Kuhn, Slater, et Pascalis (2002) a montré que des enfants âgés de 3 à 4 mois présentaient une préférence pour des visages féminins par rapport à des visages masculins. Ils ont réalisé une série d'expériences tendant à mettre en évidence que cette préférence n'est pas par exemple basée sur les différences de contrastes entre les visages des différents genres, mais serait influencée par le genre de la personne qui donne les soins à l'enfant.

Pascalis et al. (2005) ont par ailleurs réalisé une étude pour laquelle ils ont régulièrement exposé des bébés de 6 mois à des visages de singes sur une période 3 mois. A l'issue de ces 3 mois, ces bébés, ainsi qu'un groupe contrôle d'enfants âgés de 9 mois qui n'ont pas été soumis à cette phase de familiarisation, ont été placés dans une tâche de discrimination de visages de singes. Il apparaît que les enfants qui ont été régulièrement exposés aux visages de singes étaient capables de les discriminer, alors que les enfants du groupe contrôle n'y parviennent pas, conformément aux résultats obtenus dans l'étude de Pascalis et al. (2002) citée plus haut. Cet effet de l'exposition a par ailleurs été reproduit chez des enfants du même âge avec à la place des visages de singes les visages d'individus appartenant à une ethnie différente que celle rencontrée habituellement par l'enfant dans son

environnement (Heron-Delaney et al., 2011). Sai (2005) a également montré que des nouveau-nés de quelques heures présentaient une préférence pour le visage de leur mère seulement s'ils avaient été exposés au visage et à la voix de leur mère avant l'expérience.

Par ailleurs, les personnes ayant eu une cataracte congénitale bilatérale présentent, après traitement de la pathologie, des perturbations pour apparier des visages selon leur identité si l'orientation ou l'expression est modifiée, en comparaison à des sujets n'ayant pas subit de privation visuelle précoce (Geldart, Mondloch, Maurer, de Schonen, et Brent, 2002). Des privations précoces ont donc un impact sur la façon dont les visages sont discriminés. Le fait que les adultes et les bébés plus âgés répondent différentiellement aux stimuli présents dans leur environnement, ou qu'en l'absence d'entrées visuelles, les réponses aux visages sont modifiées, supportent l'idée que l'apprentissage joue un rôle important.

Parallèlement, de nombreux changements semblent apparaître quant à la façon dont les enfants regardent les visages durant cette période et les éléments du visage impliqués dans la discrimination. Maurer et Salapatek (1976) ont enregistré les mouvements oculaires d'enfants âgés d'un et 2 mois lorsque leur sont présentés des visages. Ils ont montré que les enfants âgés d'un mois, en comparaison aux enfants âgés de 2 mois, regardaient moins les différentes caractéristiques d'un visage qui leur était présenté, et fixaient plus souvent le contour (menton et cheveux) que les traits intérieurs du visage. Hunnius et Geuze (2004) ont également montré dans une étude longitudinale auprès d'enfants âgés de 6 à 26 semaines que la façon dont ils regardent le visage de leur mère ou d'une figure arbitraire change graduellement au cours de cette période. En enregistrant les mouvements oculaires, ils ont montré en particulier que, jusqu'à 10 semaines, les enfants regardent le contour du visage de leur mère ainsi que les traits intérieurs, alors que passé cet âge la tendance à regarder les contours disparaît. Les changements observés concernant la façon dont les jeunes enfants regardent les visages

semblent confirmer l'idée que les interactions avec l'environnement façonnent la manière dont les jeunes enfants regardent les visages. Si au départ les enfants sont sensibles aux propriétés physiques des stimuli, les interactions avec l'environnement social vont sélectionner les regards vers les régions du visage qui sont discriminatives.

Peu d'études se sont attachées à voir quelles régions sont discriminatives chez les enfants lors de la discrimination de visages. L'expérience de Pascalis et al. (1995), citée plus haut, a mis en évidence que des enfants de 4 jours ne parvenaient pas à discriminer le visage de leur mère d'un visage inconnu si le contour des visages était masqué. Il semble donc que très tôt, le contour du visage contrôle les réponses de l'enfant. Humphrey, Gosselin, Schyns, et Johnson (2006) ont montré que les éléments les plus regardés par les bébés de 7 mois lors de la présentation du visage de leur mère et de celui d'une inconnue sont différents. Pour le visage inconnu, la région de l'œil droit et le côté droit du visage étaient regardés plus longtemps, tandis que pour le visage de leur mère, l'œil gauche et une partie de la région de la bouche étaient regardés plus longtemps. Comme le font remarquer les auteurs, il est intéressant de remarquer qu'environ 80% des mères tiennent leur enfant d'une façon qui rend l'œil gauche plus visible pour les enfants, ce qui confirme le rôle de l'environnement dans la façon dont les enfants.

Bien qu'il ait été inféré des études prenant place chez le nouveau-né qu'il existerait un mécanisme inné responsable d'une attraction précoce pour les visages, l'utilisation de stimuli supranormaux (visages schématiques à fort contraste, composés de 3 points par exemple), et la difficulté à développer des stimuli contrôles appropriés ne permettent pas de conclure sur cet aspect. Il semble cependant possible que le système visuel du nouveau-né soit sensible à différentes propriétés physiques des visages mais que ce sont les interactions avec l'environnement qui vont sélectionner les regards vers les régions qui sont discriminatives

pour le renforcement. Des données plus récentes suggèrent que de nombreux changements s'opèrent dans la façon dont les jeunes enfants regardent les visages, ce qui semble compatible avec le rôle de l'apprentissage dans le développement de ces comportements. Par ailleurs, ces informations sont importantes car elles permettent de mieux comprendre les résultats retrouvés dans la littérature concernant la discrimination des expressions faciales.

2. La discrimination précoce des expressions faciales

Nous avons qu'aux environ de l'âge d'un an, les comportements de l'enfant peuvent être modulés par les expressions faciales d'un adulte, comme dans la référence sociale. Avant cet âge, l'enfant semble sensible à une variété de stimulations visuelles et auditives provenant de son environnement social (Cohn et Tronick, 1987 ; Gusella, Muir et Tronick, 1988; Montague et Walker-Andrews, 2001). Les interactions parents-enfant mobilisent toutes les modalités sensorielles. La mère regarde, sourit, touche et parle à son enfant. Ainsi, il est difficile de déterminer le ou les aspects, visuels, vocaux ou tactiles, de l'interaction qui lorsqu'ils ne sont pas présents, entraînent des perturbations chez l'enfant. Une étude de Gusella et al. (1988), dont l'objectif était de séparer les différents éléments des stimulations offertes par la mère afin de voir à quels aspects l'enfant était sensible, a mis en évidence que des bébés de 6 mois ne présentent pas les comportements typiquement observés pendant l'épisode du *still-face* si la mère continue de sourire à l'enfant, en dehors de toute autre stimulation. En revanche, si elle parle à son enfant tout en présentant un visage neutre, les comportements de l'enfant sont modifiés. Les regards vers le visage de la mère et les sourires diminuent. Ces résultats semblent donc indiquer que l'expression du visage de la mère joue un rôle pour l'enfant. Nous avons vu que des changements se produisent dans la façon dont les jeunes enfants regardent les visages, et en particulier le fait qu'au fur et à mesure des

interactions avec son environnement social, l'enfant regarde de plus en plus vers l'intérieur des visages.

Farroni, Menon, Rigato, et Johnson (2007) ont cherché à voir si les expressions faciales pouvaient être discriminées de manière très précoce. Ces auteurs ont voulu voir si des nouveau-nés (âgés de quelques jours) discriminent différentes expressions. Trois expériences ont été réalisées au sein de cette étude. La première a constitué à employer le paradigme de préférence visuelle afin de voir si le temps de regard des enfants pour une photographie de visage exprimant la peur serait supérieur à celui d'une expression neutre. Aucune différence significative entre les temps de regard pour chaque expression n'ayant été constatée, les auteurs se sont alors tournés vers l'utilisation du paradigme d'habituation visuelle. Dans cette expérience, aucune différence entre les temps de regard pour l'expression de peur et l'expression neutre n'a été constatée. Enfin, une troisième expérience a été réalisée dans laquelle le paradigme de préférence visuelle a été utilisé, tel que dans la première expérience, mais dans le but de voir si les enfants manifesteraient une préférence pour l'expression de joie en comparaison avec une expression de peur. Ici, les résultats montrent que les enfants passent plus de temps à regarder l'expression de joie. Ainsi, les auteurs en concluent que les nouveau-nés discriminent des visages souriants de visages exprimant la peur.

Barrera et Maurer (1981), en utilisant un paradigme d'habituation visuelle, ont évalué si des enfants âgés de 3 mois discriminaient des photos de visages joyeux (i.e. souriants) de visages non joyeux (i.e. renfrognés). Dans la première expérience, les expressions était présentées par la mère tandis que dans la seconde expérience, les expressions étaient présentées par un modèle féminin inconnu des enfants. Les résultats de ces études montrent que dans les 2 expériences, le temps de fixation pour le nouveau visage est plus important que pour le visage qui a fait l'objet de la période d'habituation, attestant ainsi selon les auteurs

d'une discrimination des 2 expressions présentées. Il est à noté cependant que dans le cas où l'expression est présentée par un visage inconnu, un plus faible nombre d'enfants présente un pattern de résultats témoignant d'une discrimination. Il semble donc que la familiarité du visage ait un impact sur la discrimination, tout comme le type d'expression présentée.

Young-Browne, Rosenfeld, et Horowitz (1977), également avec une tâche d'habituation, ont cherché à évaluer si des enfants du même âge discriminaient une expression de joie d'une expression de surprise ou de tristesse. Les résultats de cette étude ont montré que bien qu'il existe une augmentation des temps de fixation pour l'expression de surprise lorsque l'expression de joie a fait l'objet d'une habituation et inversement, les données concernant l'expression de tristesse sont beaucoup moins probantes. Soken et Pick (1999) ont également montré que des bébés de 7 mois étaient capables de discriminer des expressions de joie, colère, peur et tristesse sur des vidéos. Cependant, et pour toutes les études citées jusqu'ici, il est à noter qu'un seule modèle est utilisé (la mère ou une personne inconnue) pour les différentes expressions. Comme l'a suggéré Nelson (1985), il est possible que les différences constatées soient dues à des différences locales, plus spécifique au visage du modèle présenté (par exemple : une partie de la bouche ou des yeux) qu'à l'expression en elle-même. En utilisant plusieurs modèles de visage, Nelson a alors montré que ce ne serait qu'à 7 mois que les enfants discriminent les stimuli sur la base de l'expression plutôt qu'une caractéristique non pertinente du visage. Pourtant, il reste encore difficile de conclure que c'est effectivement l'expression qui est discriminée. En effet, Caron, Caron, et Myers (1982), ont mené une étude auprès d'enfants âgés de 4, 5 ½ et 7 mois afin de voir si ces enfants présentaient le même pattern de résultats que dans les études citées plus haut lorsque différents visages sont employés pour évaluer la capacité des enfants à discriminer la joie de la surprise. Plus précisément, ils ont présenté aux enfants 4 visages féminins différents ayant

la même expression durant la phase d'habituation. Puis lors de la phase de test, deux nouveaux visages féminins exprimant la même émotion ont été présenté afin de mesurer la généralisation de l'habituation. Enfin, des visages dont l'identité est la même que lors de la phase d'habituation mais ayant avec une nouvelle expression ont été présentées aux sujets. Si le temps de fixation moyen n'augmente pas lors du test avec les nouveaux visages présentant la même expression mais augmente lorsque les visages sont les mêmes qu'en phase d'habituation et ne présentent pas la même expression, alors les auteurs en déduisent que les enfants discriminent les expressions faciales de joie et de surprise. Les résultats démontrent que c'est seulement à partir de 7 mois que les enfants discriminent les visages sur la base de leur expression. Là encore, bien que plusieurs modèles aient été employés, seuls des modèles féminins ont été utilisés. Afin de voir si cette discrimination est présente lorsque des visages féminins et masculins sont présentés, Nelson et Dolgin (1985) ont réalisé une expérience auprès d'enfants de 7 mois en utilisant une procédure de comparaison par paires. Lors d'une première phase, trois essais de familiarisation sont réalisés. A chaque essai, deux photographies identiques de visage exprimant la peur ou la joie sont présentés aux enfants, le modèle changeant d'un essai à l'autre. Après familiarisation avec ces visages, deux essais tests sont réalisés lors desquels une des photographies est modifiée. Un nouveau visage d'homme ou de femme est ainsi présenté avec une nouvelle expression. Les résultats obtenus révèlent que seuls les enfants familiarisés à l'expression de joie montrent une différence en termes de temps de regard lors des essais tests avec la peur. Aucune différence n'est observée pour lorsque les enfants sont d'abord familiarisé avec l'expression de peur.

Par ailleurs, Caron, Caron et Myers (1985) font remarquer que la discrimination, même lorsqu'elle est généralisée à plusieurs modèles, n'est peut-être pas réellement basée sur l'expression en elle-même mais sur des différences concernant la configuration des yeux et de

la bouche. En effet, dans ces études le visage souriant se distingue par le fait que le plus souvent le sourire rend les dents visibles tandis que les yeux sont plissés, alors que pour l'expression de peur ou de surprise les yeux sont grand ouverts et les dents ne sont pas visibles. Les auteurs considèrent alors que ces aspects, plutôt que l'expression en elle-même, seraient à l'origine des différences observées dans les études précédentes. Afin de tester cette hypothèse, ces auteurs ont présenté à différents groupes d'enfants âgés de 4 à 9 mois lors d'une tâche d'habituation des photographies de 8 visages de femmes exprimant soit la joie, sans que leurs dents soient visibles, soit une expression de colère, avec ou sans dents visibles. Après la phase d'habituation, les stimuli employés pour le test étaient 2 nouveaux modèles féminins, exprimant l'expression familière ainsi qu'une expression de joie avec les dents visibles. Si la discrimination est effectivement basée sur l'expression plutôt que sur le fait que les dents soient visibles ou non, il est attendu que les enfants habitués à l'expression de colère (avec ou sans dents visibles) montrent une augmentation du temps de regard pour l'expression de joie. Il ne devrait par ailleurs ne pas y avoir de différences pour les enfants habitués à l'expression de joie sans dents visibles. Les résultats de l'étude ont montré que ce n'est n'a qu'à partir de l'âge de 8 mois que les temps de regard des enfants se différencient en fonction des expressions et non de la présence ou absence de dents.

La discrimination des expressions faciales a été extensivement étudiée. Cependant nous pouvons voir que les résultats restent contradictoires. Les méthodologies et les stimuli employées rendent difficile la compréhension du développement de la discrimination des expressions faciales. Nous l'avons vu, de nombreux changements s'opèrent dans la façon dont les jeunes enfants regardent les visages au cours des 6 premiers mois. Il semble que la sensibilité des jeunes enfants aux visages et aux expressions soit d'abord liée à des caractéristiques spécifiques telles que les zones de contrastes par exemple, ou à des

caractéristiques non pertinentes du visage. De nombreux changements apparaissent dans la façon dont les enfants regardent les visages au cours des premiers mois, et dans les zones qui contrôlent la discrimination. Pourtant ces informations ne sont pas prises en compte dans les recherches sur la discrimination des expressions faciales. Certaines recherches (Nelson, Caron) semblent suggérer que la discrimination observée serait liée à des caractéristiques isolées du visage, spécifiques au modèle. Or, dans la plupart des études, nous ne savons pas ce que l'enfant regarde précisément. Nous manquons encore d'informations concernant les zones du visage qui contrôlent les réponses des sujets. Par ailleurs, les méthodologies employées produisent des données normatives, c'est-à-dire qu'elles mettent en lien l'apparition d'une compétence avec l'âge. Le rôle de l'environnement est rarement pris en compte. La plupart des études citées poussent à considérer que l'enfant aurait une représentation des visages à la naissance, et que celle-ci se développerait au cours des premiers mois. Les déterminants du comportement sont placés au sein de l'enfant.

IV. Conclusion

L'enfant devient très tôt sensible aux stimulations de son environnement social. L'approche comportementale, en analysant les relations entre le comportement et environnement, semble pouvoir rendre compte du développement de ces comportements. Il semble qu'au cours de la première année la discrimination des stimuli sociaux se mette en place. En effet, bien que la littérature semble indiquer que les bébés soient sensibles de manière précoce aux visages, il existe de nombreux changements dans la façon dont les bébés regardent les visages, et les éléments des visages impliqués dans la discrimination au cours des premiers mois, ce qui suggère l'influence de l'environnement sur ce développement. Par ailleurs, la plupart des études citées concernant le développement de discrimination des

expressions faciales s'attachent à mettre en évidence la formation de catégories (joie, peur…) en fonction de l'âge. Bien que ces études corrélationnelles puissent être informatives, elles ne mettent pas en jeu les relations environnement-comportement qui induisent les performances constatées. D'autres recherches semblent nécessaires pour mieux comprendre la façon dont cette discrimination se met en place au cours du développement.

Une autre façon de mettre en évidence les problèmes soulevés par cette question est d'étudier une population d'individus chez qui l'on observe des différences dans la façon dont cet apprentissage se met en place, à savoir les personnes présentant un trouble autistique.

Chapitre 2

La discrimination des stimuli sociaux chez les individus avec autisme

I. Définition et approche traditionnelle de l'autisme

L'autisme est défini par un ensemble de critères concernant l'altération des interactions sociales, l'altération de la communication verbale et non verbale, ainsi que la présence de centres d'intérêt et d'activités limités (DSM IV). Le nombre et la sévérité des symptômes varient grandement, rendant le groupe d'individus porteurs d'autisme hautement hétérogène. Il est admis dans la littérature qu'environ 50 à 70% des individus porteurs d'autisme présentent un retard mental (Fombonne, 2005, Volkmar, 2007).

De nombreuses théories ont été développées pour expliquer le trouble autistique, telle qu'un déficit de la théorie de l'esprit (Baron-Cohen, 1989), définie comme la capacité à attribuer des états mentaux à autrui et à soi-même ; un trouble des fonctions exécutives (Hill, 2004a ; Hill, 2004b ; Hugues, Russell, et Robbins, 2004), recouvrant les capacités de planification, mémorisation ; un déficit de cohérence centrale (Happé et Frith, 2006), qui impliquerait que les personnes avec autisme privilégieraient les aspects locaux (les parties) des stimuli plutôt que globaux ; ou enfin un sur-fonctionnement perceptif, qui correspondrait à une supériorité du traitement perceptif de bas niveau (Mottron, Dawson, Soulières, Hubert, et Burack, 2006). En particulier, l'étude de la discrimination des stimuli sociaux chez les personnes avec autisme dans la littérature rapportent que ceux-ci présenteraient un déficit de traitement des visages (Dalton et al., 2005), dont les chercheurs cités ci-dessous tentent de rendre compte au moyen des différents modèles. Cependant, la plupart de ces théories ne parviennent cependant pas à rendre compte de l'ensemble des différences constatées chez les

personnes avec autisme (Happé, Ronald, et Plomin, 2006). De plus, les différences soulevées par ces théories ne sont parfois pas spécifiques au spectre autistique. Par ailleurs, elles prennent appui sur des modèles neuronaux pour expliquer les déficits. Les troubles des fonctions exécutives seraient par exemple sous-tendues par des dysfonctionnements du lobe frontal (Hill, 2004) sans qu'un lien de cause à effet ne soit systématiquement démontré. Par ailleurs, les hypothèses concernant les différences observées chez les individus avec autisme fournies par les théories issues des neurosciences cognitives offrent peu de possibilités d'opérationnalisation et de modification.

II. Approche comportementale de l'autisme

Plusieurs hypothèses concernant l'étiologie de l'autisme dans un cadre compatible avec l'analyse du comportement ont également été proposées, qu'elles soient purement environnementales (Drash et Tudor, 2004) ou neuro-comportementales (Thompson, 2005). Toutefois, elles restent également à l'état d'hypothèses à ce jour. Les travaux en analyse du comportement ont cependant permis de montrer que les comportements des individus avec autisme sont modifiables en aménageant l'environnement (Lovaas, 1987 ; Howard, 2005). En bénéficiant d'une intervention intensive précoce basée sur l'analyse du comportement, une partie des enfants ayant reçu un diagnostic d'autisme récupèrent un fonctionnement dit normal, en ce sens où ils ne sont pas distingués d'enfants au développement typique par un groupe d'observateurs naïfs quant au diagnostic 5 ans après l'arrêt du traitement (McEachin, Smith, et Lovaas, 1993). L'efficacité des interventions repose sur la perspective que l'autisme correspond à un ensemble de déficits et d'excès comportementaux qu'il faut cibler individuellement (Lovaas, Smith et McEachin, 1989).

Nous suggérons que les déficits constatés dans le domaine social chez les personnes avec autisme puissent être dus au fait que l'apprentissage qui se fait dans l'environnement naturel des enfants au développement typique (Pelaez et al., 2012) ne s'effectue pas chez les enfants avec autisme. Par exemple, des enfants avec autisme s'orientent moins souvent vers des stimuli sociaux que des stimuli non sociaux, et présentent moins de comportements impliqués dans l'attention conjointe (alternance de regards entre une personne et un objet) en comparaison à des enfants au développement typique et des enfants avec retard mental (Dawson, et al. 2004). Sigman, Kasari, Kwon, et Yirmiya (1992) ont mis en évidence qu'en comparaison à un groupe d'enfants au développement typique et un groupe d'enfants avec retard mental, des enfants avec autisme s'engagent moins dans les comportements impliqués dans la référence sociale. Dans leur étude, ils ont cherché à voir si les enfants regardaient en direction de leur parent exprimant différentes émotions (détresse, peur, inconfort) lorsqu'un nouveau jouet leur était présenté, et si le temps passé avec le jouet était modulé par cette expression. Lorsque le parent présente une expression de détresse intense par exemple, les enfants avec autisme s'oriente moins vers le visage de leur parents en comparaison aux enfants des 2 groupes contrôle, et passent par ailleurs beaucoup plus de temps à jouer que ne le font les enfants du groupe contrôle qui s'orientent plus souvent vers le parent en détresse. Il est admis dans la littérature que lorsqu'il y a un enfant avec autisme dans une famille, le risque qu'un autre membre de la fratrie soit également atteint est augmenté. Cette population permet donc de repérer des déficits précoces. Cornew, Dobkins, Akshoomoff, McCleery, et Carver (2012) ont étudié la façon dont des enfants à risque d'autisme âgés de 18 mois s'engagent dans les comportements impliqués dans la référence sociale en comparaison à des enfants à faible risque d'autisme. Les enfants à risque d'autisme qui plus tard recevront un diagnostic d'autisme s'orientent moins fréquemment le visage de leur parent ou de l'expérimentateur, et la latence est plus importante que pour les enfants à risque qui n'ont pas

reçu de diagnostic et les enfants à faible risque. Par ailleurs, il apparaît que les comportements d'atteinte des enfants à risque (qu'ils aient reçu un diagnostic ou non) sont significativement moins modulés par les expressions du visage que ceux des enfants au développement typique.

Un phénomène qui a été particulièrement étudié chez les personnes avec autisme est celui de sur-sélectivité (*overselectivity*, en anglais), défini comme le fait que le contrôle exercé par un stimulus sur le comportement ne l'est que par une partie du stimulus seulement (Dube et McIlvane, 1999 ; Lovaas et Schriebman, 1971). Ce phénomène ainsi défini consiste à décrire les observations expérimentales faites auprès d'enfants autistes par Lovaas et Schreibman. Dans l'étude de Lovaas et Schriebman (1971), des enfants avec autisme, des enfants au développement typique ainsi que des enfants avec retard mental ont été d'abord entrainé à une tâche de discrimination où les appuis sur un stimulus composé tactile, visuel, temporel et sonore sont renforcés. Une fois la discrimination démontrée, les différents éléments du stimulus composé ont été présenté séparément, afin de voir si certains éléments sont plus fonctionnels, combien d'éléments du composé sont fonctionnels et si certains éléments n'ont aucune fonction. En moyenne, les enfants au développement typique ont répondu à 3 éléments du composé, les enfants avec retard mental à 2 éléments, et les enfants avec autisme à un seul élément, sans qu'aucune modalité ne soit systématiquement corrélée avec les réponses des sujets. La sur-sélectivité a été proposée comme en partie responsable des déficits observés chez les personnes avec autisme par ces auteurs.

Bien que la littérature consacrée à la sur-sélectivité porte principalement sur les sujets avec autisme, ce phénomène est également présent chez les enfants au développement typique (Huguenin, 2008), les personnes âgées (McHugh et Reed, 2007) ou les individus avec retard mental par exemple. Ce phénomène ne pourrait donc être considéré comme un facteur explicatif du trouble autistique, mais il fournit une base qui permet de mesurer la façon dont

les éléments d'un stimulus contrôlent les réponses des personnes avec autisme et permet de développer des procédures ayant pour but de remédier aux déficits observés. Dube et al. (1999) ont mis en évidence qu'il existait une corrélation entre les patterns d'observation des stimuli et la sur-sélectivité. Ainsi, les résultats obtenus auprès d'un sujet avec retard mental ont révélé que lorsque celui-ci ne regardait pas entièrement les stimuli, ses performances correspondaient à de la sur-sélectivité. Les patterns d'observation étant modifiables par les conséquences (Schroeder, 1968), Dube, et al. (2010) ont mis en évidence que leur modification pouvait aboutir à une diminution de la sur-sélectivité.

Nous avons vu dans le chapitre 1 comment les comportements de l'enfant peuvent être placés sous le contrôle des expressions du parent. Progressivement, les expressions du parent deviennent discriminatives par conditionnement opérant. Par ailleurs, avec l'expérience, le pattern d'observation des visages se modifie. Dans l'étude de Sigman (1992), il apparaît que les enfants qui ont reçu un diagnostic d'autisme n'émettent pas les comportements impliqués dans la référence sociale de la même façon que les enfants au développement typique. Pour ces enfants les expressions du parent ne semblent pas contrôler les comportements de l'enfant. De manière générale, il semblerait en effet qu'il y ait des différences dans la façon dont les personnes avec autisme discriminent les expressions du visage par rapport aux individus au fonctionnement normal, reflétant un contrôle discriminatif déficitaire.

Nous avons vu dans le premier chapitre que la référence sociale se met en place vers l'âge d'un an. Des différences dans la façon dont les enfants avec autisme interagissent avec leur environnement social, par exemple dans le fait de regarder les visages ou la référence sociale, en comparaison à des enfants au développement typique semblent être présentes de manière précoce. Afin d'étudier plus précisément ces différences, de nombreuses recherches

ont été réalisées afin de caractériser plus précisément la façon dont les personnes avec autisme discriminent les expressions faciales.

III. La discrimination des expressions faciales chez les personnes avec autisme

De nombreuses recherches ont été réalisées afin de caractériser plus précisément la façon dont les personnes avec autisme discriminent les stimuli sociaux, notamment les expressions du visage. Riby et Hancock (2008) ont par exemple montré que des adolescents avec autisme, lorsque leur sont présentés des photographies de scènes sociales (par exemple : deux personnes partageant un repas), passent moins de temps à regarder les personnes et leur visage en comparaison à des participants au développement typique ou porteur d'un syndrome de Williams. Klin, Jones, Schultz, Volkmar et Cohen (2002) ont également présenté des scènes sociales tirées d'un film à des adolescents et des jeunes adultes avec autisme au QI normal afin d'enregistrer les fixations oculaires sur 4 régions (les yeux, la bouche, le corps des personnages ainsi que des objets). Ils ont par ailleurs évalué le niveau de fonctionnement social ainsi que le degré d'autisme, afin de voir s'il existait une corrélation entre ces mesures et les zones regardées. Les résultats montrent que les participants avec autisme regardent 2 fois moins la région des yeux des personnages en comparaison à un groupe contrôle d'adolescents au développement typique apparié sur le QI. Cependant, cette variable ne s'est pas révélée prédictrice du niveau de compétence sociale des participants avec autisme. Par contre, les pourcentages de temps de fixations dirigées vers la bouche et les objets sont corrélés avec le niveau de compétence sociale. Ainsi, les sujets qui regardent plus longtemps la bouche présentent un meilleur niveau de compétence que les sujets qui regardent plus longtemps les objets.

Une étude de Trepagnier, Sebrechts, et Peterson (2002) dans laquelle des personnes avec autisme et un groupe contrôle de sujets du même âge sont placé dans un environnement virtuel par le biais d'un casque montre que les participants avec autisme présentent une moindre performance pour la reconnaissance des visages que les sujets du groupe contrôle. En revanche, des performances équivalentes sont observées pour les deux groupes lorsque les stimuli présentés sont des objets. Celani, Battacchi et Arcidiacono (1999) ont par exemple utilisé une tâche d'appariement différé d'images de visages exprimant différentes expressions (joie, tristesse, « air moqueur ») auprès d'enfants avec autisme, d'enfants atteints de trisomie ainsi que d'enfants au développement typique. Les résultats montrent une différence systématique chez ces sujets lorsqu'il s'agit d'apparier des expressions de joie et de tristesse par rapport aux deux autres groupes. Ashwin, Chapman, Colle et Baron-Cohen (2006) ont mis en évidence que des adultes avec autisme présentaient plus de difficultés à dénommer les expressions de peur, de colère et de dégoût présentées sur des photographies par rapport à des sujets adultes appariés sur le QI. Aucune différence entre les groupes n'est observée dans leur étude concernant la joie, la surprise ou une expression neutre. Cependant, Castelli (2005) n'a montré aucune différence entre les performances d'enfants avec autisme et d'enfants au développement typique dans différentes tâches évaluant la discrimination des expressions faciales (colère, dégoût, peur, joie, tristesse et surprise). Dans leur étude, les participants des différents groupes, appariés sur le QI verbal, ont d'abord été soumis à une tâche d'appariement de photographies de visages exprimant une émotion variant en intensité en fonction des essais à la même expression présentant une intensité naturelle. Dans deux expériences suivantes, les participants avaient à dénommer les expressions présentées, qu'elles soient d'intensité naturelle ou réduite. Les résultats ont montré que les enfants avec autisme présentaient le même pattern de performance que les participants du groupe contrôle pour les 6 expressions étudiées.

Bien que les différences observées dans de nombreuses études concernant la capacité des personnes avec autisme à discriminer les expressions faciales ne soient pas systématiques, il semble cependant y avoir des déviations concernant la façon dont les personnes avec autisme regardent les visages et les éléments du visage impliqués dans la discrimination. Pelphrey, Sasson, Reznick, Paul, Goldman, et Piven (2002) ont par exemple cherché à étudier la façon dont des adultes avec autisme de haut niveau (présentant un QI > 70) regardent des visages exprimant différentes émotions, dans une tâche d'observation libre et dans une tâche où les participants doivent nommer les différentes expressions. Les résultats montrent qu'en comparaison à un groupe contrôle composé d'adultes appariés sur le QI, les fixations oculaires des participants avec autisme sont moins organisés, et moins dirigées vers les parties les plus pertinentes du visage (yeux, nez, bouche). Par ailleurs, une moindre performance est constatée pour l'expression de peur chez les participants avec autisme dans la tâche de discrimination. Spezio, Adolphs, Hurley et Piven (2006) ont utilisé la technique des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001), qui consiste à révéler de manière aléatoire différentes parties d'un stimulus en fonction des essais afin d'avoir des informations sur les éléments qui contrôlent les réponses des participants dans une tâche de discrimination. Dans leur étude, des photographies de visages exprimant la peur et la joie étaient présentées à des adultes avec autisme de haut niveau et un groupe contrôle apparié sur le QI. A chaque essai, les participants devaient dénommer l'expression partiellement révélée par les bulles. Bien que les résultats ne montrent aucune différence concernant la performance ou les temps de réaction entre les deux groupes, il apparaît que les éléments du visage associés aux réponses correctes diffèrent. Les participants avec autisme présentent de meilleures performances lorsque la bouche est visible, tandis que pour les participants du groupe contrôle c'est la région des yeux qui est la plus associée aux réponses correctes. Dans une tâche d'appariement différé de visages, des enfants avec autisme de haut-niveau montrent des performances préservées

lorsque seule la bouche est présentée, mais dégradées lorsque seule la région des yeux est présentée. Ces résultats contrastent avec les données obtenues auprès du groupe contrôle chez qui le pattern inverse, c'est-à-dire une performance préservée pour les yeux et dégradée pour la bouche, est observé (Joseph et Tanaka, 2002).

Plusieurs études ont donc mis en évidence des différences chez les personnes avec autisme lors de tâche de discrimination des expressions faciales, mais les résultats restent contradictoires. Cependant une analyse plus fine de la façon dont les personnes avec autisme regardent les visages et des éléments du visage qui contrôlent les réponses des personnes avec autisme semblent mettre en évidence des différences.

La plupart de ces études prennent place auprès de personnes avec autisme de haut niveau, ce qui complique l'interprétation des résultats. Les tâches employées utilisant pour la plupart des consignes verbales, un grand nombre de personnes avec autisme ne peuvent être testées. Par ailleurs, nous l'avons vu, il semble que la première année de vie la discrimination des stimuli sociaux commence à se mettre en place. Pourtant, à l'heure actuelle, le diagnostic d'autisme n'est posé qu'aux alentours de l'âge de 2 ans. Il semble donc important de rechercher des différences dès la première année.

IV. Le dépistage précoce des perturbations dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux chez les personnes avec autisme

Il semblerait que des différences soient observées dans la façon dont les personnes avec autisme regardent les visages, ainsi que dans les régions utilisées par ceux-ci pour discriminer les expressions. Les perturbations concernant les stimuli sociaux seraient observables de manière précoce. En effet, l'analyse de vidéos prises lors du premier

anniversaire d'enfants qui sont plus tard diagnostiqués autistes révèle une orientation réduite vers les stimuli sociaux chez ces enfants, en comparaison à des enfants appariés sur l'âge chronologique ou développemental (Osterling et Dawson, 1994). Le nombre de fois où l'enfant regarde d'autres personnes est, dans cette étude, le meilleur prédicteur du diagnostic posé plus tard. Le fait de montrer, pointer (comportements impliqués dans l'attention conjointe), ou de répondre à son nom sont également des comportements critiques au regard du diagnostic. Le fait de regarder le visage d'autres personnes ou de répondre à son nom distingue également des enfants avec autisme âgés de 1 an d'enfants présentant un retard mental, comme le montre l'étude plus récente d'Osterling, Dawson, et Munson (2002).

Pierce, Conant, Hazin, Stoner, et Desmond (2011) ont cherché à voir dans quelle mesure des enfants avec autisme présentaient une préférence pour des stimuli non sociaux en comparaison à des stimuli sociaux. Ils ont pour cela employé le paradigme de préférence visuelle auprès d'enfants au développement ou avec des retards développementaux, et d'enfants avec autisme âgés de 14 à 42 mois. Il apparaît que 40% des enfants avec autisme passent plus de temps à regarder stimuli sociaux (des figures géométriques dynamiques) que des stimuli sociaux tels que des vidéos où l'on voit des enfants danser. En comparaison, seul 2% des enfants au développement typique et 9 % des enfants avec retards développementaux présentent une préférence pour les figures géométriques. Jones, Carr, et Klin (2008) ont cherché à quantifier le degré de préférence de regard de la région des yeux d'autres personnes chez des enfants atteints d'autisme âgés de 2 ans, en comparaison à des enfants présentant des retards de développement et des enfants au développement typique du même âge. Ils ont présenté différents clips vidéo où une actrice, regardant la caméra, cherche à engager l'enfant dans diverses interactions (par exemple le jeu du « coucou-beuh »). Les mouvements oculaires des participants ont été codés selon quatre régions cibles : les yeux, la bouche, le

corps de l'actrice et les objets présents dans la scène. Il en résulte que le pourcentage de temps de regard accordé à la région des yeux de l'actrice est corrélé avec le diagnostic. Ainsi, les enfants avec autisme passent significativement moins de temps que les sujets des groupes contrôles à regarder cette région. Par ailleurs, cette variable est corrélée avec le degré de compétence sociale, un taux de regard moins élevé vers les yeux prédisant un niveau de compétence sociale plus faible chez les enfants avec autisme. Il semblerait donc que des déviations précoces soient visibles.

Certains parents rapportent que leur enfant se développe normalement ou quasi-normalement au moins pendant la première année, les premiers signes les poussant à consulter étant repérés à partir de la deuxième année de vie de l'enfant (Werner et Dawson, 2005). Il est cependant difficile de connaître la fiabilité des faits rapportés par les parents qui ont pu ne pas détecter certains signes ou retards chez leur enfant qui auraient pu être déjà présents lors la première année. Afin d'obtenir des données plus objectives, Werner et Dawson (2005) ont étudié les vidéos du premier et du deuxième anniversaire de deux groupes, un groupe d'enfants décrits comme présentant un autisme à début précoce et un groupe d'enfant décrits comme présentant un autisme à début tardif. Ils ont comparé le développement de divers marqueurs comportementaux tels que le langage, l'attention conjointe, les comportements stéréotypés, les regards vers les personnes et les objets aux deux âges pour les deux groupes d'enfants autistes ainsi qu'un groupe d'enfants au développement typique. Les résultats de leurs observations montrent qu'à l'âge de 12 mois, les enfants avec autisme à développement précoce présentent effectivement des retards au niveau de l'attention conjointe et du langage, ces domaines sont préservés chez les enfants avec développement tardif, ceux-ci présentant un niveau comparable, et même meilleur chez certains enfants pour le langage, que les enfants au développement typique. A 24 mois cependant, les enfants avec autisme des deux groupes

présentent des niveaux comparables dans les domaines du langage, de l'attention conjointe, des comportements stéréotypés et de l'orientation sociale (regards vers les visages et réponses au prénom), et se distinguent tous deux du groupe d'enfants au développement typique. Selon les auteurs, ces observations semblent donc valider l'hypothèse d'une régression après la première année pour une partie des enfants recevant un diagnostic d'autisme.

Toutefois les données rétrospectives, notamment celles basées sur les analyses de vidéos ou des interviews de parents, pourraient ne pas être suffisamment précises pour permettre de repérer les signes d'autisme avant l'âge d'un an. Face à ce constat, plusieurs études ont été menées auprès d'enfants qualifiés d'à « risque » puisqu'appartenant à une fratrie dont au moins l'un des membres a déjà reçu un diagnostic d'autisme. Bryson, et al. (2007) ont ainsi réalisé une étude de cas portant sur 9 enfants à risque qui ont été suivis de l'âge de 6 mois à 36 mois, ayant reçu un diagnostic d'autisme à l'âge de 36 mois. A 6 mois, aucun présentent de déficits concernant le domaine des comportements sociaux, comme par exemple le contact oculaire ou les sourires, n'est observé. Ils s'orientent vers les personnes qui parlent ou quand ils sont appelés par leur prénom. Certains des enfants présentent néanmoins des retards moteurs, ainsi que des fixations visuelles soutenues vers les objets. Pour 5 des enfants, des changements importants apparaissent cependant entre 6 et 12 mois au niveau social. Le contact oculaire est diminué et ils présentent peu d'intérêt à interagir avec les autres tandis que les fixations visuelles vers des éléments précis et les stéréotypies sont plus présentes. Pour les 4 autres enfants, les déficits au niveau social apparaissent plus tardivement, entre 12 et 36 mois. Au niveau cognitif, à partir de 12 mois, deux sous-groupes émergent. Six des enfants présentent à cet âge un QI normal ou proche de la normale, puis à partir de 24 ou 36 mois, un QI témoignant d'un retard sévère. Trois des enfants présentent quant à eux un QI normal ou proche de la normale à tous les âges de l'évaluation. Ainsi les

auteurs en concluent qu'à 6 mois, les enfants qui recevront plus tard un diagnostic d'autisme ne semblent pas se distinguer d'enfants au développement typique sur le plan des interactions sociales. Une étude de Yirmiya et al. (2006) qui a employé le paradigme du *still-face* auprès d'enfants à risque d'autisme âgé de 4 mois suggère cependant que des différences précoces puissent être visibles. Ces auteurs ont mis en évidence que 2 des 18 enfants à risque élevé d'autisme ont présenté des signes de détresse durant l'interruption des interactions avec la mère, en comparaison à 8 des 19 enfants du groupe d'enfants à faible risque d'autisme. Merin, Young, Ozonoff, et Rogers (2007) ont réalisé une étude utilisant le paradigme du *still-face* et ont enregistré les mouvements oculaires des participants afin d'étudier plus précisément la façon dont ils regardent le visage de leur mère afin de voir s'ils se distinguent d'enfants du même âge présentant un faible risque d'autisme. Concernant les comportements classiquement observés lors d'un épisode de *still-face,* et contrairement aux résultats obtenus par Yirmiya et al., les résultats de l'étude montrent que les 2 groupes d'enfants se comportent de la même façon. Globalement, les 2 groupes ne se distinguent pas dans la façon dont ils regardent les visages (yeux et bouche). Cependant, un tiers des participants du groupe d'enfants à risque d'autisme se distingue par le fait qu'ils regardent significativement moins les yeux de leur mère que la bouche, en comparaison à un seul des enfants du groupe à faible risque d'autisme. Young, Merin, Ozonoff, et Rogers (2009) ont ensuite réalisé différentes évaluations auprès de ces mêmes enfants à 12, 18 et 24 mois, afin de diagnostiquer les cas d'autisme, et voir s'il existe une corrélation entre les patterns de fixations visuelles observées et le diagnostic d'autisme. Deux enfants du groupe à risque d'autisme et un enfant du groupe à faible risque d'autisme ont ainsi reçu un diagnostic d'autisme. Contrairement aux prédictions faites par les auteurs, aucun de ces 3 enfants ne faisait partie du sous-groupe d'enfants à risque qui présentaient un pattern d'observation atypique (i.e. moins de regards vers la région des yeux) à 6 mois. Cependant, le faible effectif inhérent à ce type de recherche,

qui se base sur une population à risque, rend les conclusions de cette étude encore temporaires. D'autres recherches sont nécessaires pour repérer les différences précoces qui puissent exister.

L'hypothèse d'un déficit d'orientation sociale précoce a été développée récemment afin de rendre compte des différences précoces qui sont observées (Dawson, et al., 2004). Cette hypothèse est basée sur les observations faites chez les jeunes enfants qui ont été décrites dans le chapitre 1. Toutefois, nous avons vu que ces recherches ne permettent pas de préciser quels éléments du visage sont discriminatifs chez les jeunes enfants. Développer des méthodologies qui permettent de préciser ces éléments permettrait peut-être de repérer plus systématiquement les différences précoces qui conduisent à un diagnostic d'autisme. Il est possible que les éléments du visage ne soient pas les mêmes pour les enfants au développement typique et les enfants à suspicion d'autisme. Nous avons vu que les personnes avec autisme présentent des patterns d'observation du visage qui diffèrent de sujets adultes au fonctionnement normal, avec un particulier, moins de regard vers les yeux. Si tel est le cas, alors il est possible que ces différences soient à l'origine du fait que les expressions faciales contrôlent moins les réponses des personnes avec autisme.

V. Conclusion

De nombreuses hypothèses ont été émises concernant l'origine des différences comportementales observées chez les individus avec autisme. Cependant, à ce jour, aucune théorie ne semble pouvoir rendre compte du spectre autistique. Les interventions basées sur l'analyse du comportement permettent de produire des améliorations significatives pour une partie des individus avec autisme. Des recherches plus poussées permettraient peut-être de

mieux comprendre les écarts observés dans la façon dont les individus bénéficient du traitement.

La plupart des études sur la discrimination des expressions faciales chez les personnes avec autisme sont basées sur des études effectuées sur des sujets avec autisme de haut niveau. Elles ne prennent pas en compte le spectre d'autisme dans sa globalité. Il semble donc nécessaire de développer des outils qui permettent d'évaluer les personnes avec autisme chez qui le langage n'est pas présent et de développer des méthodes qui permettent de mettre en place ces comportements. Cela nous permettrait de mieux comprendre l'ontogénie des comportements impliqués dans la référence sociale.

Si les premiers signes aboutissant à un diagnostic d'autisme apparaissent lors de la première année de vie pour un grand nombre d'enfants, peu sont visibles avant 6 mois, voire 12 ou 18 mois pour certains enfants. Les recherches visant à repérer précocement ces signes sont encore récentes et ne permettent pas de conclure pour le moment à la façon dont les troubles émergent ni sur leur moment d'apparition. L'utilisation récente de moyens techniques de plus en plus raffinés (système d'enregistrement des mouvements oculaires, par exemple) semble toutefois permettre d'observer des différences plus subtiles quant à la façon dont les personnes avec autisme répondent aux stimuli sociaux. D'autres recherches sont encore nécessaires pour approfondir cette question.

Nous l'avons vu dans le chapitre 1, la première année de vie semble constituer une période sensible pendant laquelle ces comportements se mettent en place, et les enfants avec autisme présentent un intérêt diminué marqué pour les stimuli sociaux dès la première année. Il semble nécessaire d'obtenir plus d'informations sur la manière dont les jeunes enfants discriminent les visages afin de repérer plus systématiquement des différences dans la façon les éléments du visage contrôlent les réponses. Cela permettrait peut-être de repérer des

différences précoces chez les personnes à suspicion d'autisme qui n'ont pas été décelées jusqu'ici.

Des perturbations durant cette période peuvent être responsables des différences observées plus tard et participer à la trajectoire développementale atypique présentée par ces enfants. Plus nous disposons d'informations sur les éléments du visage permettant une discrimination des stimuli sociaux, et plus ceux-ci seront pris en charge précocement, meilleures seront les chances que les enfants ayant un profil autistique se rapproche de la trajectoire développementale typique (Howard, 2005 ; Ramey et Ramey, 1998).

L'emploi d'outils permettant de mesurer précisément la façon dont les individus avec ou sans autisme discriminent les expressions du visage et permettent de mettre en évidence le rôle de l'environnement dans le développement de la discrimination de stimuli sociaux semble donc importante.

Chapitre 3

Méthodologies permettant d'évaluer la discrimination de stimuli visuels

I. Limites des procédures d'habituation et de préférence visuelle

Comme nous avons pu le voir, la plupart des études qui ont été réalisées chez le jeune enfant (moins de 1 an) utilisent les procédures d'habituation ou de préférence visuelle. Avec la procédure de préférence visuelle, différents stimuli visuels sont présentés à l'enfant, et le temps de regard pour chaque stimulus est enregistré. Si les temps de regard varient selon les stimuli présentés, il en est déduit que le bébé les discrimine. La procédure d'habituation visuelle un stimulus est présenté de manière répétée à l'enfant jusqu'à ce que le temps de fixation de l'enfant soit inférieur à un certain seuil. Si la présentation d'un stimulus différent engendre une augmentation du temps de regard, il en est alors conclu que l'enfant discrimine les 2 stimuli. Cette procédure repose sur le fait qu'après la présentation répétée d'un stimulus, un organisme cesse d'y répondre si celui-ci ne recouvre pas de signification particulière (i.e. les réponses ne sont pas renforcées). Ce processus a d'abord été étudié pour lui-même, avant de devenir un moyen d'étudier d'autres compétences chez l'enfant. Plusieurs explications de ce processus ont été suggérées, mais celle qui est la plus souvent retenue par les chercheurs développementaux reposent sur le modèle de Sokolov (1963). Dans ce cadre, la présentation répétée d'un même stimulus, qui au départ engendre une réponse d'orientation, laisse une trace mnémonique. Avec les présentations répétées de ce stimulus, les réponses de l'organisme diminuent. Si un stimulus présenté est différent du schéma conservé en mémoire, alors les réponses augmentent à nouveau. Toutefois, il semblerait que ces procédures, bien

qu'elles se basent à l'origine sur ce processus, mettent en jeu autre chose qu'un réel phénomène d'habituation tel qu'il est décrit par Sokolov.

Selon Malcuit, Pomerleau, et Lamarre (1988), une variété de facteurs peuvent expliquer le déclin constaté, tels que le caractère renforçant du stimulus, ainsi que l'état de l'enfant. Très tôt, le bébé émet des réponses opérantes, et il est alors possible que les différences observées reflètent l'histoire d'apprentissage du sujet plutôt qu'un processus d'habituation au cours de la situation expérimentale. Toujours selon ces auteurs, il est surprenant que deux types de procédures d'habituation se soient distingués dans l'usage qui en est fait lors de passations expérimentales avec les enfants. La première, la procédure à essais fixe, suppose que le nombre d'essais pendant lesquels l'habituation se fera est déterminé a priori par l'expérimentateur. Face à certaines lacunes constatées avec cette procédure, une seconde version, contrôlée par l'enfant, est apparue. Ici, la durée des essais n'est pas fixée a priori par l'expérimentateur mais dépend du comportement de l'enfant. Ainsi, un essai commence lorsque l'enfant regarde le stimulus et se termine lorsqu'il cesse de le regarder. Dans ce cas, les auteurs notent une incohérence complète entre la théorie sur laquelle repose la procédure, et ce que la procédure est devenue. Les modifications engendrées impliquent autre chose que la réponse d'orientation. Ici, lorsque le stimulus perd sa propriété renforçante, les regards vers le stimulus diminuent. Un nouveau stimulus est alors présenté à l'enfant.

Schöner et Thelen (2006) font également remarquer que de faibles changements dans les stimuli, les procédures (temps de présentation des stimuli, nombre d'essais pour atteindre le critère d'habituation, etc.) pouvaient être responsables des résultats observés dans les études basées sur les tâches d'habituation. Ils ont développé un modèle intégrant ces différents paramètres qui a permis de rendre compte des résultats observés dans diverses

études portant sur l'événement impossible de Baillargeon (1986, 1987a, 1987b). Les auteurs suggèrent donc d'être prudents quant aux conclusions proposées dans ce type d'expérience pour lesquels une compréhension conceptuelle est attribuée à l'enfant alors que les résultats peuvent être expliqués par la dynamique de la tâche. Farroni et al. (1997) affirment par exemple que des nouveau-nés sont capables de discriminer la joie de la peur. Ils en concluent que les enfants présentent des capacités précoces à discriminer les expressions. Pourtant, aucune discrimination n'est observée si les enfants sont habitués à une expression de peur et qu'on leur présente une expression neutre en phase de test. Il semble donc prématuré de conclure à une discrimination des expressions du visage.

Ces deux procédures ont cependant été extensivement utilisées auprès des très jeunes enfants dans la mesure où elles ont permis de tester un ensemble de « capacités » jusqu'alors peu explorées. Les conclusions semblent cependant incertaines, et comme nous l'avons vu dans le chapitre 1, ces méthodes ne nous fournissent pas de données précisent sur ce que les enfants regardent et sur les régions des visages qui contrôlent les réponses. Cela permettrait de mieux comprendre le développement de la discrimination des expressions du visage et s'assurer que la procédure permet de mesurer ce que les expérimentateurs souhaitent mesurer plutôt que l'effet de variables non contrôlées telles que la différence perceptive entre les stimuli par exemple. Qui plus est, elles tendent à masquer le rôle de l'environnement dans l'acquisition des discriminations chez l'enfant. En effet, beaucoup des études citées basées sur ces méthodes cherchent à voir quand les enfants sont capables de discriminer un visage d'un autre stimulus, ou un visage exprimant la joie d'un visage la peur. Bien que le rôle de l'expérience commence à être souligné dans le développement de la discrimination des éléments du visage par une partie de la communauté scientifique (pascalis, Nelson, …), cette conception ne s'inscrit pas dans un cadre plus large de compréhension du développement des

comportements. Les conceptions prédominantes dans ce domaine attachent peu d'importance à l'apport que peut avoir l'analyse du comportement pour rendre compte du développement de la discrimination des stimuli sociaux.

L'ensemble des conceptions actuelles concernant le développement ont généré beaucoup de recherches et de prédictions, mais également de nombreuses théories, chacune traitant d'un ensemble limité de comportements classifiés structurellement (Schlinger). La plupart des études portant sur la discrimination des expressions faciales, ou d'autres aspects du visage, se basent sur l'idée que les visages sont perçus, encodés et récupérés en mémoire dans un espace de visages (de Haan, Johnson, Maurer, et Perrett, 2001 ; Lewis, 2004 ; Valentine, 1991). Le développement de la discrimination de stimuli visuels fait l'objet de conceptions différentes de celles invoquées pour la perception des sons de la parole par exemple. Qui plus est, concernant une même capacité, les modèles invoqués peuvent différer selon l'âge ciblé. C'est ainsi que le modèle de Johnson et Morton rend compte du développement précoce de la discrimination des visages, tandis que d'autres modèles vont rendre compte des performances et des adaptations constatées à l'âge adulte. Toutes ces conceptions coexistent au sein de la littérature mais se rencontrent rarement.

II. L'apport de l'analyse comportementale dans la compréhension du développement des comportements

Notre comportement est en permanence affecté par une variété de stimuli provenant de l'environnement social ou non. Lorsqu'un événement précède un comportement opérant et affecte son occurrence, on parle de *stimulus control.* Un stimulus qui contrôle une réponse modifie la probabilité d'apparition d'une réponse opérante, dans le sens où la probabilité d'occurrence de celle-ci dépend de la présence de ce stimulus (Pierce et Cheney, 1998). Dans

l'exemple de la référence sociale, la réponse de l'enfant est sous contrôle de l'expression de la mère puisque le nombre de réponses d'atteinte de l'objet est modulé par celle-ci. L'expression de la mère devient donc un stimulus discriminatif puisqu'elle modifie la probabilité d'occurrence du comportement d'atteinte de l'enfant.

Lorsqu'un organisme émet une réponse dans une situation (ou contexte) mais pas dans un autre, on parle alors de discrimination. Chaque discrimination est le résultat de l'histoire de l'organisme. Si elle est apprise, elle résulte d'une histoire de renforcement, c'est-à-dire que les réponses ont été renforcées en présence d'un stimulus (S+ ou stimulus discriminatif) et non renforcée en présence d'un autre stimulus (S- ou stimulus delta). Si elle n'est pas apprise, elle résulte de l'histoire phylogénétique du sujet (Baum, 2005). Aucune inférence quant aux processus mentaux qui recouvrent ce phénomène n'est nécessaire.

Dans son exemple le plus simple, une démonstration expérimentale de ce type de discrimination est faite lorsqu'un organisme, par exemple un rat, appuie sur un levier lorsque la lumière de la cage est allumée mais n'appuie pas lorsque la lumière est éteinte, suite au renforcement différentiel des réponses en présence des 2 stimuli. Habituellement, notre comportement est soumis à un contrôle plus complexe. Lorsque le contrôle exercé par un stimulus donné passe lui-même sous le contrôle d'un autre stimulus, on parle alors de discrimination conditionnelle (Sidman, 2008). Typiquement, cette contingence est opérationnalisée par la procédure de Matching-to-sample. Un pigeon peut être entraîné à appuyer sur une clé verte seulement en présence d'une deuxième clé verte et d'une clé rouge, et à appuyer sur une clé rouge en présence d'une clé rouge et d'une clé verte. Le renforcement est délivré uniquement si la condition « clé verte + clé verte » par exemple est remplie. Ces différentes procédures ont été ainsi employées afin d'étudier la façon dont les stimuli prennent le contrôle les réponses des organismes. Herrnstein, Loveland, Cable (1969) ont par

exemple montré que des pigeons étaient capables de répondre de manière différentielle à des classes de stimuli tels des arbres ou des personnes.

Bien que le paradigme de conditionnement opérant ait été employé chez le jeune enfant (Rivière, Darcheville et Clément, 2000, Rovee-Collier, Sullivan, Enright, Lucas, Fagen, 1980), il reste généralement peu employé dans la littérature concernant le développement. Ce phénomène est dommageable pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ces procédures reposent sur la conception que l'unité fondamentale d'analyse est la relation qu'entretient un comportement avec l'environnement (stimuli antécédents et conséquences), et permettent ainsi de mettre en évidence l'ontogénèse des comportements tout en se référant à des lois connues du comportement. Par ailleurs ces procédures ont été grandement employées auprès d'animaux non-humains. Elles ne requièrent pas de réponses verbales des sujets, et permettent d'étudier les comportements qui font plus traditionnellement l'objet d'expérimentations auprès de sujets verbaux. Dans le cadre de ce qui nous intéresse ici, la discrimination visuelle chez les jeunes enfants avec ou sans troubles du développement, nous pouvons voir l'intérêt particulier qu'elles présentent. D'autre part, ces procédures permettent de mettre en d'analyser précisément la façon dont les stimuli contrôlent les réponses des sujets, et par exemple de repérer un contrôle par les stimuli inadéquat (partiel) et de développer des solutions pour y remédier.

Gibson, Wasserman, Gosselin, et Schyns (2005) ont par exemple employé la technique des bulles dans une tâche de matching-to-sample, qui ne consiste à révéler qu'une partie des éléments d'un stimulus à chaque essai, auprès de pigeons afin de voir les éléments du visage impliqués dans la discrimination du genre et d'émotions. Ils ont montré que les caractéristiques du visage sur lesquelles les discriminations faites par les pigeons étaient comparables à celles des humains.

Dickson, Deutsch, Wang, et Dube (2006) ont utilisé une procédure de matching-to-sample pour évaluer la sur-sélectivité chez 70 participants présentant des troubles du développement (enfants jusqu'à jeunes adultes). 4 tâches ont été présentées au sujet. La première consiste à présenter le stimulus échantillon au centre de l'écran puis, après que le sujet ait appuyé dessus, présenter 3 stimuli comparaisons et le stimulus échantillon au centre de façon simultanée. La tâche du sujet consistant à sélectionner le stimulus comparaison identique au stimulus échantillon. Lorsque les sujets atteignent le critère, une deuxième tâche est présentée, où ici le stimulus échantillon n'est plus présenté au sujet simultanément aux comparaisons. La troisième tâche est identique à la première, mais le stimulus échantillon est un stimulus composé de 2 éléments, et les sujets doivent sélectionner parmi les comparaisons celui qui est identique à l'un des éléments du stimulus échantillon. Enfin, la quatrième tâche, qui correspond au test de sur-sélectivité, est la même que la troisième tâche mais le stimulus échantillon disparaît avant l'apparition des comparaisons. Des 70 participants à cette expérience, 21 n'ont pas atteint le critère d'apprentissage pour les 3 premières tâches. Pour les 49 participants qui passé le test de sur-sélectivité, 14 ont passé la tâche avec succès, les autres présentant une performance indiquant une sur-sélectivité. Par ailleurs, comme dans cette étude, il est fréquemment constaté la nécessité d'adapter les protocoles pour apprendre le matching-to-sample aux individus avec des troubles du développement ou des jeunes enfants.

Classiquement, les procédures de matching-to-sample sont administrées par essais-erreurs, c'est-à-dire que les réponses correctes en fonction du stimulus échantillon sont renforcées et les réponses incorrectes éteintes. Cependant, lorsque la discrimination n'est pas acquise de cette façon, il convient de trouver des stratégies afin d'améliorer les performances. Selon Saunders et Spradlin (1989), il est possible que les faibles performances constatées pour certains individus dans les tâches de matching arbitraire soient dues au fait que ceux-ci ne

disposent pas des compétences pré-requises. Ces compétences correspondent à la discrimination successive des stimuli échantillons et la discrimination simultanée des stimuli comparaisons. Ils ont ainsi entraîné 2 sujets avec retard mental à acquérir ces compétences afin de voir l'effet sur l'apprentissage de MTS arbitraire. Les 2 sujets ont atteint les critères d'apprentissage après l'établissement de la discrimination des stimuli échantillons grâce à une réponse différentielle pour chacun d'entre eux, et la discrimination des stimuli comparaison en ne présentant au début des sessions pendant lesquelles un seul appariement était présenté, puis en introduisant progressivement le deuxième appariement jusqu'à ce que les 2 appariements soient présentés de manière aléatoire. Une seconde étude réalisée par ces auteurs (Saunders et Spradlin, 1990) a par ailleurs mis en évidence que cet apprentissage s'est généralisé à de nouveaux appariements présentés dans un format essais et erreurs.

Zygmont, Lazar, Dube, et Mcilvane (1992) ont proposé de tirer avantage du fait que bien que certaines populations n'apprennent pas facilement le matching arbitraire, elles peuvent montrer de bonnes performances dans les tâches de matching identité. Ils ont donc développé une tâche qui commence par une phase de matching identité et termine par une phase de matching arbitraire en modifiant graduellement les caractéristiques physiques du stimulus échantillon.

Devany, Hayes, et Nelson (1986) ont mis en place un apprentissage de matching arbitraire auprès d'enfants au développement typique âgés de 2 ans, et des enfants avec retard mental avec et sans compétences langagières. Ils ont d'abord entraîné les sujets à effectuer un premier appariement, puis un second. Une fois le critère atteint, les 2 appariements étaient présentés de manière aléatoire au cours d'une même session jusqu'à atteinte du critère. Pour chacune de ces phases, l'expérimentateur et l'enfant étaient assis à une table. A chaque essai, un stimulus échantillon et 2 stimuli comparaisons sont disposés face à l'enfant.

L'expérimentateur montrait ensuite le stimulus échantillon en disant au sujet « Touche celui qui va avec celui-ci ». L'ensemble des participants a atteint les différents critères d'apprentissage, avec une variabilité dans le nombre de sessions nécessaires selon les enfants. Augustson et Dougher (1991) ont cherché à répliquer l'étude de Devany et al. (1986) auprès d'enfants au développement typique âgés de 2 ans. La procédure employée était la même, à ceci près que dans leur expérience les stimuli étaient présentés par l'ordinateur pour éviter une guidance involontaire de l'expérimentateur, 3 comparaisons étaient présentés à chaque essai au lieu de 2, et les stimuli présentés étaient tous en noir et blanc. Aucun des enfants n'a atteint le critère d'apprentissage dans la phase où les 2 appariements sont présentés aléatoirement au cours d'une même session.

Il est à noté que dans certaines de ces études, l'apprentissage est médiatisé par l'expérimentateur, qui oriente les participants sur la tâche à effectuer (« montre-moi celui qui va avec celui-ci ») ou sur la contingence en cours (« si tu réponds correctement tu obtiendras un jeton »), capitalisant ainsi sur l'histoire pré-expérimentale des sujets. Afin d'évaluer l'effet des interactions verbales avec l'expérimentateur, Pilgrim, Jackson, et Galizio (2000), ont mis en place une tâche de matching arbitraire auprès d'enfants âgés de 3 à 6 ans, en minimisant d'abord les interactions avec l'expérimentateur. Ainsi, dans leur première expérience, seul un renforcement différentiel est employé et aucune information concernant les contingences ne sont données aux enfants. Aucun des sujets exposés à ces conditions n'a atteint les critères d'apprentissage. En revanche, la plupart des sujets (7/8) ont appris le matching après que l'expérimentateur leur ait donné une consigne (« choisis celui qui va avec celui-ci », en montrant le stimulus échantillon puis les comparaisons), ou une consigne et un nom différent pour chaque stimulus échantillon.

Lorsque l'entraînement à la discrimination simple est réalisé auprès de jeunes enfants ou d'enfants avec troubles du développement, la procédure par essais et erreurs peut également ne pas suffire. Sidman et Stoddard (1967) ont montré qu'un plus grand nombre d'enfants avec retard mental apprenaient à discriminer un cercle d'ellipses présentés simultanément lorsque les S- étaient introduits progressivement, par rapport à une procédure d'apprentissage par essais et erreurs. Ils se sont basés sur une étude de Terrace qui avait pour but de mettre en évidence l'apprentissage d'une discrimination sans erreurs. Terrace (1963) a en effet remis en cause le fait que l'extinction des réponses sur le S- est une condition nécessaire pour la formation d'une discrimination. Afin de mettre en place un apprentissage sans erreur, cet auteur a proposé d'introduire progressivement le S- dans une tâche de discrimination successive de longueur d'ondes chez 2 groupes de pigeons. Pour le premier groupe le S- apparaissant de manière progressive, rapidement après le début de l'entraînement, alors que pour le second groupe, le S- apparaît de manière progressive, après un grand nombre d'essais d'entraînement avec le S+ seulement. Deux autres groupes ont été soumis à des procédures traditionnelles où le S- apparaît rapidement pour le premier groupe et après un grand nombre d'essais pour le second groupe, sans introduction progressive. Les sujets dans le groupe où le S- est introduit rapidement et de manière progressive ont appris à discriminer les longueurs d'onde sans faire d'erreurs. Ainsi, selon Terrace, 2 conditions sont nécessaires pour le développement du contrôle par un stimulus sans erreur : le S- doit être introduit immédiatement après l'apprentissage de la réponse pour le S+, et les caractéristiques (durée ou intensité) du S- doivent être modifiées de façon à être graduellement augmentées de façon à ce que le S+ et le S- ne diffèrent plus que par la caractéristique discriminative.

Les procédures de matching-to-sample et de discrimination simple présentent ainsi plusieurs avantages par rapport aux procédures traditionnellement employées en psychologie

du développement. Elles sont plus longues et coûteuses à mettre en place mais permettent également de mieux mettre en évidence la façon dont les stimuli contrôlent les réponses des sujets. Elles s'inscrivent dans un cadre théorique unifié. La plupart des théories développementales conçoivent le développement des comportements selon leur forme (ou structure, comme par exemple le développement moteur ou cognitif). Cela aboutit à l'élaboration de nombreuses théories qui ont vocation à rendre compte de chacune de ces catégories.

III. Conclusion

Les procédures d'habituation et de préférence visuelle ont été extensivement utilisées auprès des jeunes enfants afin de démontrer les capacités visuelles précoces des jeunes enfants. Toutefois, ces procédures ne tiennent pas compte non plus de l'apprentissage qui peut se produire aux cours de la session et introduire un biais dans les résultats obtenus. Par ailleurs, elles ont tendance à produire des données normatives, puisqu'elles sont utilisées à différents moments de la vie du sujet sans tenir compte de son histoire de renforcement. Elles poussent alors à placer les déterminants du comportement au sein de l'enfant plutôt que dans l'environnement. Cette perspective offre alors peu de possibilités de modification.

Bien que les études basées sur ce type de méthode et les stimuli employés ont pour objectif de mieux contrôler la façon dont les éléments du stimulus impactent les réponses des sujets, elles empêchent encore d'effectuer une analyse précise, puisqu'elles ne permettent pas de maintenir les réponses de l'enfant pour une durée suffisamment importante.

Les procédures employées classiquement en analyse du comportement semblent permettent au contraire de rendre compte du développement dans un cadre théorique unifié, puisque leur objectif est de rendre compte de la façon dont les comportements sont acquis et

maintenus, indépendamment de leur forme, et d'évaluer plus précisément la façon dont les stimuli contrôlent les réponses. Par ailleurs, cette perspective permet également de fournir des méthodes de modification des réponses dont les effets peuvent être directement mesurés.

Présentation des études

Au cours de cette introduction, nous avons pu voir comment l'approche opérante pouvait rendre compte du rôle de l'environnement dans la mise en place de la discrimination des stimuli sociaux (Pelaez et al., 2012). Lors de la première année de vie, l'enfant est de plus en plus sensible à son environnement social (Legerstee et al., 1997). Au fur et à mesure du développement des interactions de l'enfant avec son environnement social, le contrôle discriminatif exercé par les stimuli sociaux tels que les visages semble devenir de plus en plus et précis et en relation avec ce qui lui est familier. Pourtant, nous manquons encore d'informations sur le rôle de l'environnement concernant la façon dont les éléments du visage contrôlent la discrimination.

Le trouble autistique est défini par un ensemble de critères concernant en particulier l'altération des interactions sociales. Les individus porteurs d'autisme semblent répondre de manière différente aux stimuli sociaux en comparaison à des individus au fonctionnement typique. Ces différences sont visibles de manière précoce. La perspective de l'analyse du comportement se propose de considérer ces déficits comme le résultat d'un contrôle par les stimuli inadéquat. Bien que nous ignorions l'origine de ces différences, cela permet de mettre en place des stratégies qui permettent de mettre en évidence le rôle de l'environnement dans la mise en place de la discrimination des stimuli sociaux.

La première étude décrite dans cette thèse a pour objectif d'étudier la façon dont les régions du visage contrôlent la discrimination de l'expression de joie par rapport à une expression neutre chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique, en utilisant une tâche de matching-to-sample. La seconde étude se propose de répliquer cette expérience avec l'expression de joie en comparaison à l'expression de peur, cette dernière

expression semblant être l'objet de déficits plus importants chez les individus avec autisme en raison du rôle de la région des yeux. La troisième étude a se propose d'employer une tâche de discrimination simple auprès d'enfants au développement typique où sont manipulées la présence de la région des yeux et de la bouche auprès d'enfants au développement typique. Cette étude a pour objectif d'élaborer une tâche permettant d'évaluer la modification des patterns d'observation des visages sur les performances de discrimination des expressions faciales en fonction des régions du visage (les yeux ou la bouche) qui sont expressives, chez des enfants avec autisme (Etude 4).

PARTIE 2

APPROCHE EXPERIMENTALE

Chapitre 4

Analyse des éléments du visage impliqués dans la discrimination de l'expression neutre et de la joie chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique

Plusieurs études ont montré des différences dans la façon dont les personnes avec autisme regardent les visages. Peu d'études ont été réalisées chez des enfants avec autisme, or nous savons que les premiers signes d'autisme sont visibles de manière générale lors des deux premières années de vie. La méthode des bulles (Gosselin et Schyns, 2001) permet de déterminer quels éléments sont impliqués dans la discrimination de stimuli visuels. Elle consiste à ne révéler qu'une partie du stimulus au sujet en fonction des essais, et de dériver l'information diagnostique, c'est-à-dire significativement corrélée aux réponses correctes.

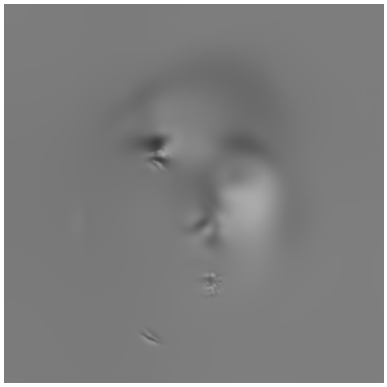


Figure 1 : Exemple de visage avec les bulles

Cette méthode a été utilisée auprès de diverses populations telles que des adultes au développement typique (Gosselin et Schyns, 2001 ; Schyns, 2005), des adultes avec autisme de haut niveau (Spezio et al., 2006), des pigeons (Gibson et al., 2005), ou des bébés (Humphreys et al., 2007), afin de mettre en évidence les éléments impliqués dans la

discrimination d'expressions, du genre, ou le visage de la mère par rapport à un visage inconnu. L'objectif de cette étude est de voir plus précisément quels éléments des visages participent à la discrimination de l'expression de joie et de l'expression neutre chez de jeunes enfants avec autisme en comparaison avec des enfants au développement typique. Dans la mesure où nous souhaitons pouvoir tester des enfants non verbaux, la méthode des bulles est mise en place avec une tâche de Matching-to-sample.

Participants :

Les participants de cette étude sont 7 enfants au développement typique scolarisés en école maternelle et primaire de 4 à 10 ans. Un deuxième groupe de participants est composé de 2 enfants autistes verbaux âgés de 4 ans au début de l'étude. Le détail des participants est présenté dans l'Annexe 1.

Cadre expérimental :

Les passations ont lieu dans une pièce calme au sein de l'école ou de la structure dans laquelle les enfants sont accueillis.

Les enfants sont assis sur une chaise face à une table sur laquelle est disposé un ordinateur portable qui diffuse les stimuli expérimentaux et enregistre les réponses des sujets. Une souris reliée à l'ordinateur est utilisée pour recueillir les réponses des participants, ceux-ci ayant à cliquer sur les différents stimuli présentés pour répondre. Lors des passations, l'expérimentateur est situé à proximité de la table afin de contrôler l'expérience. La

programmation de l'expérience ainsi que sa présentation sont réalisées dans l'environnement Matlab avec la Psychtoolbox.

Stimuli expérimentaux :

Les stimuli expérimentaux sont 32 images de visage (Schyns et Oliva, 1999), c'est-à-dire 8 hommes et 8 femmes, chacun exprimant la joie ou une expression neutre. Pour chacun de ces stimuli, la coupe de cheveux, l'orientation et la source de lumière ont été normalisées.

Deux pictogrammes (visages schématiques) sont également employés pour les réponses des sujets.

Procédure :

Cette expérience est composée de deux parties : une phase d'apprentissage et une phase de test.

1. Phase d'apprentissage :

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le pictogramme représentant l'émotion exprimée par un visage. Lors de cette étape, un visage exprimant la joie ou une expression neutre apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus échantillon entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, 2 pictogrammes représentant chacune des expressions. La position des stimuli comparaisons alterne de manière aléatoire d'un essai à l'autre, de façon à éviter un biais de réponse lié à la localisation. L'appui sur le stimulus comparaison correct a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 20 secondes). Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 32 essais consécutifs est

atteint, le taux de renforcement diminue. Ainsi, il passe d'un ratio fixe 1 à 2, puis à chaque atteinte du critère d'acquisition, il passe d'un RF2 à RF5 puis RF10. Lorsque les performances des participants sont stables, la phase de test est introduite.

2. Phase de test :

Le test est constitué de 16 blocs de 64 essais, soit 1024 essais par enfant. Tous les 10 essais, l'enfant a accès à un extrait de dessin animé de 20 secondes. Les mêmes appariements que la phase d'apprentissage sont présentés, mais ici les images de visage sont modifiées par les bulles. Les images des visages sont ainsi décomposées selon 5 échelles de fréquences spatiales (A). La fréquence la plus basse aboutit à un stimulus grossier (informations globales), et la plus haute à un stimulus qui révèle les informations les plus fines (informations locales). Ensuite, les visages sont masqués par différents types de Bulles (B), en fonction de la fréquence de l'image. (C) représente l'information révélée pour chaque échelle, par la multiplication de (A) par (B). L'addition des stimuli obtenus pour chaque échelle aboutit à l'image présentée au sujet.

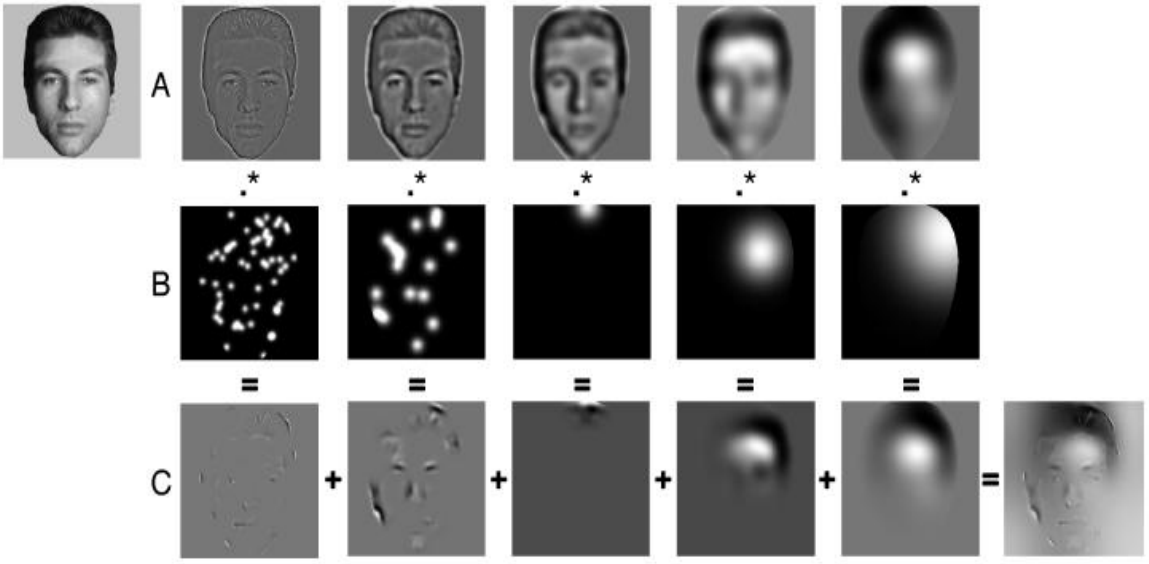


Figure 2 : Application des bulles selon les 5 échelles de fréquences spatiales pour un stimulus pour un essai

Les 16 visages sont présentés de manière aléatoire. Le nombre de bulles est ajusté afin de maintenir le taux de réponses correctes à 75%. Un extrait de dessin animé de 20 secondes est diffusé toutes les 10 réponses.

Résultats :

1. Phase d'apprentissage :

Seul le sujet 8 du groupe des enfants avec autisme, dont les résultats sont représentés ci-dessous, a eu besoin d'apprendre à apparier les visages avec les visages schématiques.

	Pourcentage de réponses correctes à la fin de l'étape
Sujet 8	**90**

Figure 3 : Pourcentage de réponses correctes du sujet 8 pour la phase d'apprentissage de matching-to-sample

2. Phase de test :

Pour chaque fréquence spatiale, 2 sommes indépendantes sont effectuées :

- une addition des échantillons d'information provenant des zones qui ont aboutit aux réponses correctes,

- et une addition des échantillons d'information menant aux réponses incorrectes.

La deuxième somme est ensuite soustraite de la première, afin de fournir une image qui représente l'information menant aux réponses correctes, l'image diagnostique.

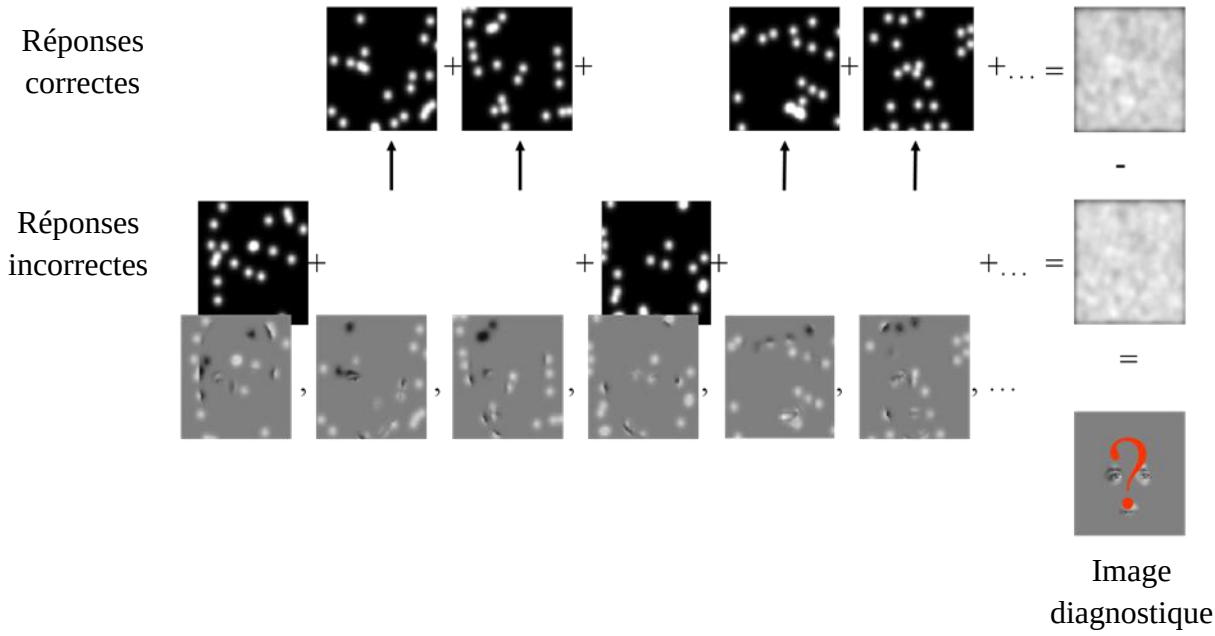


Figure 4 : Décomposition des stimuli en fonction des réponses afin d'obtenir l'image diagnostique

Nous avons utilisé cette procédure pour déterminer les régions significativement corrélées avec les réponses correctes. Les données des différents participants sont regroupées pour chaque groupe. Les images de classification et les notes-Z révélant l'information diagnostique ont été obtenues grâce à la Stat4Ci Matlab Toolbox (Chauvin, Worsley, Schyns, Arguin, et

Gosselin, 2005). Les données sont transformées en notes z puis un test de significativité est réalisé pour chaque pixel (pixel test) et pour chaque région (cluster test). Le test des régions, qui teste la significativité de regroupements de pixels, présente l'avantage d'améliorer la détection des régions significatives lorsque celles-ci sont étendues (par exemple pour la région des yeux).

Pour le groupe d'enfants au développement typique :

Les données de 4 enfants au développement typique (3 sujets n'ont pas terminé l'expérience) et des 2 enfants avec autisme sont employées ici.

Test des régions :

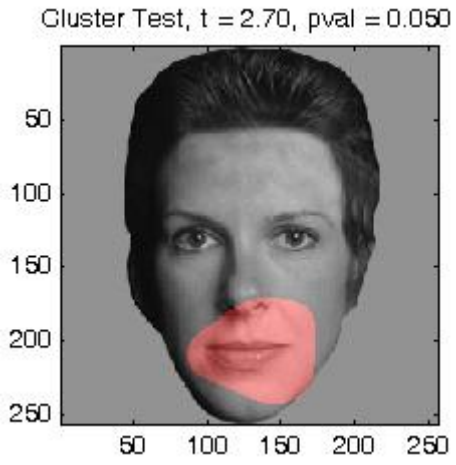


Figure 5 : Image de classification révélant l'information diagnostique pour le groupe d'enfants au développement typique

Test des pixels et notes-Z :

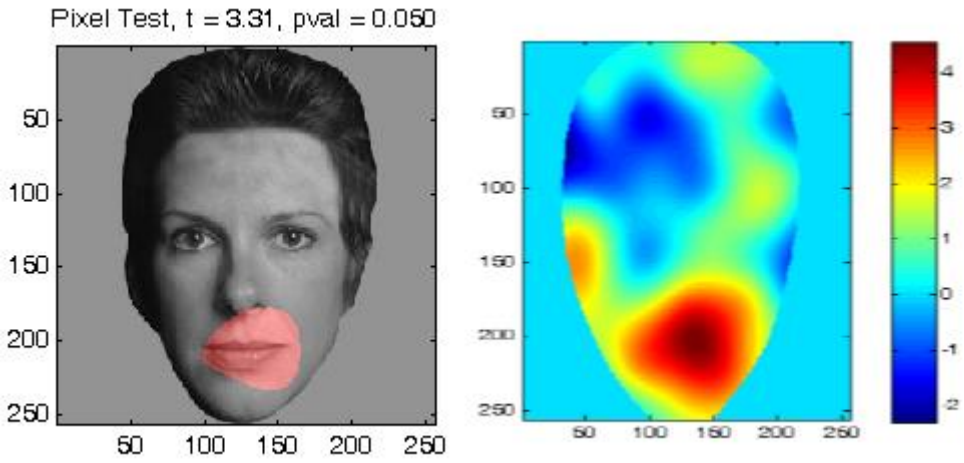


Figure 6 : Image de classification obtenue pour les sujets du groupe d'enfants au développement typique par le test des pixels et notes Z. Les zones en rouges foncées sont les régions les plus corrélées avec les réponses correctes, les régions en bleu foncé sont les régions les plus corrélées avec les réponses incorrectes

La région de la bouche est significativement corrélée avec les réponses correctes chez les enfants au développement typique, tandis que la partie haute du visage est la région corrélée avec les réponses incorrectes, comme le montre la répartition des notes-Z.

Pour le groupe d'enfants avec autisme :

Test des régions :

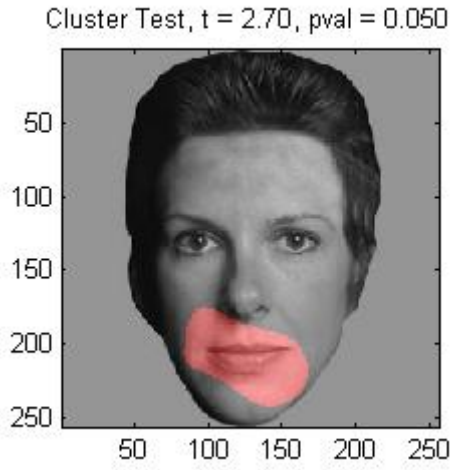


Figure 7 : Image de classification révélant l'information diagnostique pour les enfants avec autisme

Test des pixels et notes-Z :

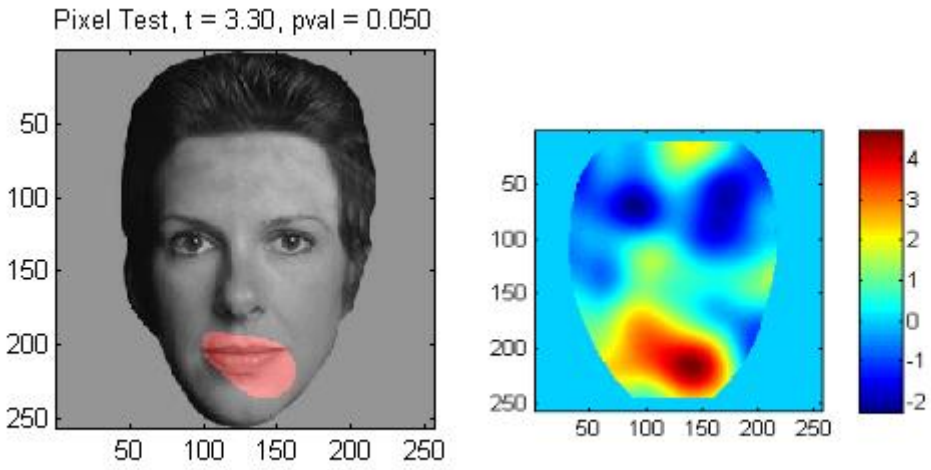


Figure 8 : Image de classification obtenue pour les enfants avec autisme par le test des pixels et notes Z. Les zones en rouges foncées sont les régions les plus corrélées avec les réponses correctes, les régions en bleu foncé sont les régions les plus corrélées avec les réponses incorrectes

Comme pour les enfants au développement typique, la bouche est la région la plus fortement corrélée avec les réponses correctes, et la partie haute du visage est corrélée avec les réponses incorrectes.

Conclusion :

Cette étude réalisée auprès d'enfants avec autisme et d'enfants au développement typique a mis en évidence que la bouche était la région du visage significativement corrélée avec les réponses correctes des sujets lorsqu'ils discriminent l'expression de joie de l'expression neutre. Ainsi, aucune différence n'est observée entre les 2 groupes de sujets. Les résultats sont par ailleurs similaires à ceux obtenus par Gosselin et Schyns auprès de participants adultes au fonctionnement normal (2001).

Cette expérience comporte peu de participants, d'âge et de niveau variables, les conclusions restent donc préliminaires. Il est possible que le fait que les 2 sujets avec autisme bénéficiaient d'une prise en charge basée sur l'analyse appliquée du comportement ait une influence sur les résultats obtenus. A l'heure actuelle, une partie des enfants avec autisme bénéficiant d'une prise en charge comportementale précoce et intensive récupère un fonctionnement dit « normal » (Helt, 2008). Cependant, nous ne disposons pas de données précises sur l'effet du traitement concernant les éléments du visage qui contrôlent la discrimination des expressions. Il pourrait donc être intéressant d'évaluer ce point chez les enfants avant traitement puis après traitement, afin de voir si des différences sont constatées.

Il est à noté cependant que les deux pictogrammes (stimuli comparaison) ne se distinguent que par la forme de la bouche, ce qui correspond aux régions diagnostiques obtenues dans les résultats. Il est possible que ceci ait induit un biais dans l'expérience.

L'information pertinente pour les 2 pictogrammes étant la bouche (les yeux étant les mêmes), cela a pu favoriser les réponses correctes lorsque la région de la bouche est présente dans les stimuli échantillon. Il serait préférable d'utiliser des stimuli arbitraires afin d'éviter ce potentiel biais.

Nous avons vu au cours de l'introduction que les personnes avec autisme présentent des patterns d'observation des visages différents des sujets contrôles. Plusieurs études ont ainsi montré que les participants avec autisme regardaient moins la région des yeux par rapport à des participants au fonctionnement normal. Smith, Cottrell, Gosselin, et Schyns (2005) ont mis en évidence, en employant la méthode des bulles, que les régions du visage les plus diagnostiques diffèrent selon les expressions. Pour l'expression de joie, la bouche semble être la région la plus diagnostique, tandis que l'expression de peur et de colère impliquent plus particulièrement la région des yeux. La prochaine étude consistera donc à répliquer cette étude avec l'expression de peur, pour laquelle différentes études ont révélées des différences dans la façon dont les personnes avec autisme discriminent ces expressions.

Concernant l'apprentissage de la tâche de Matching-to-sample, seul un sujet, du groupe d'enfants avec autisme, a eu besoin d'un entraînement spécifique pour l'appariement des pictogrammes avec les visages. Le stimulus échantillon étant un pictogramme représentant l'expression de joie et l'expression neutre schématiquement, de manière similaire à ce qui est fréquemment rencontré dans l'environnement naturel des participants, l'entraînement n'a pas été nécessaire pour la plupart d'entre eux.

Chapitre 5

Analyse des éléments du visage impliqués dans la discrimination de la joie et de la peur chez des enfants avec autisme et des enfants au développement typique

Il semblerait que les éléments du visage qui sont diagnostiques lors de la discrimination d'expressions du visage varient selon les expressions (Smith et al., 2005). Pour l'expression de joie ou de surprise, la bouche est par exemple la région la plus corrélée avec la discrimination, tandis que pour la peur, c'est la région des yeux.

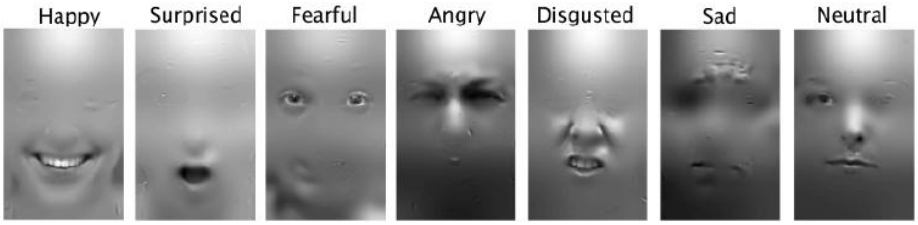


Figure 9 : Images diagnostiques pour les différentes expressions de base (issues de Smith et al., 2005)

Les personnes avec autisme semblent montrent un pattern d'observation différent des visages par rapport à des personnes au fonctionnement normal. En particulier, la région des yeux est moins regardée. Ce pattern semble se retrouver tôt chez l'enfant avec autisme (Jones et al., 2008). L'objectif de cette étude consiste donc à voir si des différences apparaissent dans les éléments du visage sur lesquels sont basés la discrimination des expressions faciales de joie et de peur chez des enfants avec autisme en comparaison à des enfants au développement typique en utilisant le paradigme des bulles. Nous nous attendons en particulier à ce que les 2 groupes se distinguent pour l'expression de peur. Pour cette expression, la région des yeux serait plus impliquée dans les discriminations correctes pour les enfants au développement

typique que pour les enfants avec autisme. Pour la joie, et conformément aux résultats obtenus lors de la première expérience, nous nous attendons à ce que les 2 groupes ne diffèrent pas.

Une tâche de matching-to-sample arbitraire est employée ici. Dans l'expérience 1, il n'a pas été nécessaire d'entraîner directement la plupart des participants à apparier les visages expressifs à des pictogrammes représentant ces expressions. Cependant, ces pictogrammes pouvant constituer un biais dans la façon dont les expressions testées sont représentées, nous avons donc choisis des stimuli a priori neutres par rapport aux expressions testées. Nous l'avons vu, la mise en place du matching-to-sample peut se révéler difficile auprès de jeunes enfants avec ou sans troubles du développement. Plusieurs procédures d'apprentissage du matching-to-sample ont été employées ici (le détail des différentes procédures figurent en annexe).

Participants :

Les participants de cette expérience sont 8 enfants au développement typique âgés de 3 à 4 ans, 5 enfants avec autisme et 1 enfant autiste Asperger âgés de 4 à 7 ans. Le détail des participants est proposé en Annexe 2.

Cadre expérimental :

Les passations ont lieu dans une pièce calme. Les enfants sont assis sur une chaise face à une table sur laquelle est disposé un écran tactile. Un ordinateur portable relié à cet écran et situé à proximité de l'écran diffuse les stimuli expérimentaux et enregistre les réponses des sujets. Lors des passations, l'expérimentateur est situé face à l'ordinateur afin de contrôler

l'expérience. La programmation de l'expérience ainsi que sa présentation sont réalisées dans l'environnement Matlab et Psychtoolbox.

Stimuli expérimentaux :

Les stimuli expérimentaux sont 16 photographies de visage (256 x 256) en noir et blanc : 4 visages d'hommes et 4 visages de femmes, exprimant la joie et la peur (issues du Pictures of Facial Affect, Ekman et Friesen, 1976). Lors de l'expérience, seul l'intérieur du visage est présenté, le contour étant masqué. Deux images de ronds (jaune et bleu) sont également employées au cours de l'expérience.

Procédure :

1. Apprentissage du Matching-to-sample :

Seule la phase finale d'apprentissage, qui conditionne l'accès au test, est présentée ici. Le détail des procédures est présenté en annexe. L'objectif de cette phase est d'apprendre aux participants à apparier différents visages expressifs à des boutons de couleur.

A chaque essai, un visage expressif (peur ou joie) apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus échantillon entraîne l'apparition des 2 stimuli comparaisons, 2 boutons de couleurs. L'appui sur le stimulus comparaison correspondant au stimulus échantillon entraîne la diffusion d'une séquence de dessin animé de 5 secondes, tandis que l'appui sur le stimulus comparaison incorrect a pour conséquence la présentation d'un écran blanc pendant 5 secondes. Afin de mettre en place cet apprentissage, différentes procédures ont été employées auprès des participants, dont le détail figure en annexe. Le critère d'acquisition final est fixé à 85% de

réponses correctes sur 20 essais consécutifs pour les 8 identités de visage présentées pour participer à la phase de test.

2. Phase de test :

Les mêmes appariements sont présentés au sujet de façon aléatoire, mais ici les images de visage sont modifiées par les bulles (la construction des stimuli est là même que dans l'expérience I). 1024 essais sont effectués, répartis en sessions dont le nombre d'essais diffèrent selon la disponibilité et participation des sujets. Le nombre de bulles est ajusté afin de maintenir le taux de réponses correctes à 80%. La distribution des agents renforçateurs est graduellement estompée pour atteindre un programme de renforcement RV5. Les réponses incorrectes ne sont suivies d'aucune conséquence.

Résultats :

Résultats pour la phase d'apprentissage du Matching-to-sample :

Pour les enfants au développement typique :

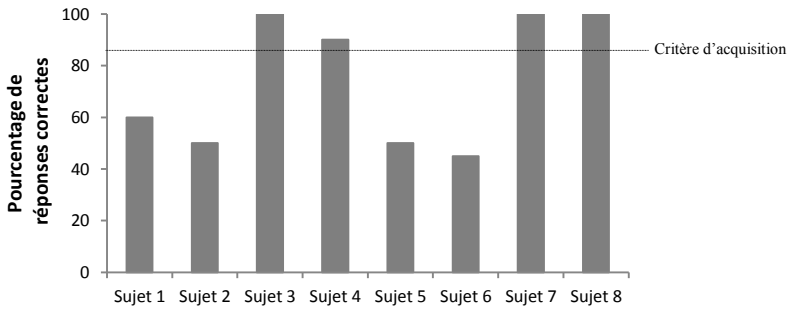


Figure 10 : Pourcentages de réponses correctes à la fin de la tâche de Matching-to-sample pour les enfants au développement typique

4 des 8 enfants au développement typique ont atteint le critère d'acquisition final pour la phase d'apprentissage du matching-to-sample. Parmi ces 4 enfants, le critère d'acquisition a été atteint après avoir reçu une consigne (n° 3 et n° 7), dans la mesure où l'apprentissage par essais-et-erreurs n'a pas permis l'apprentissage.

Pour les enfants avec autisme :

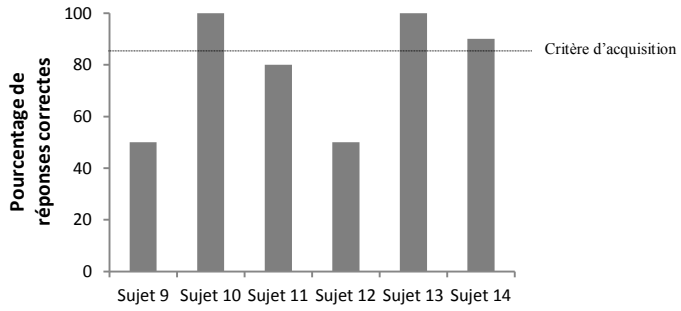


Figure 11 : Pourcentages de réponses correctes à la fin de la tâche de Matching-to-sample pour les enfants avec autisme

4 des 6 enfants avec autisme ont atteint le critère d'acquisition dans la phase finale d'apprentissage du matching-to-sample.

Résultat pour le test des bulles :

Le traitement des résultats s'effectue de la même façon que décrit dans l'expérience 1.

Les données des 4 sujets au développement typique ayant atteint le critère d'acquisition lors de la phase d'apprentissage du matching-to-sample ont été regroupées et employées pour l'analyse.

Pour le groupe d'enfants au développement typique :

Pour la joie :

Test des régions :

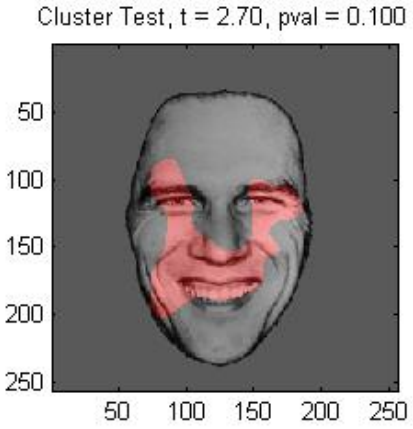


Figure 12 : Image de classification révélant l'information diagnostique pour les enfants au développement typique

Test des pixels et notes-Z :

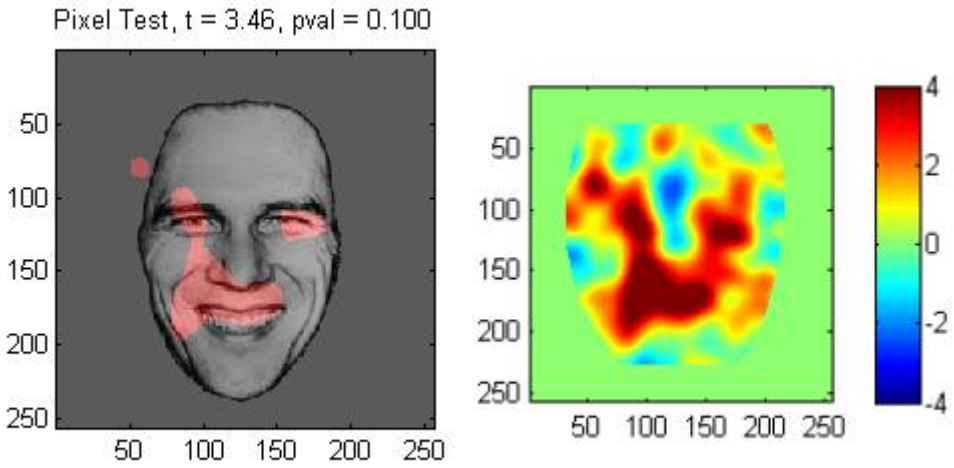


Figure 13 : Image de classification obtenue pour les 4 enfants avec au développement typique par le test des pixels et notes Z pour l'expression de joie. Les zones en rouges foncées sont les régions les plus corrélées avec les réponses correctes, les régions en bleu foncé sont les régions les plus corrélées avec les réponses incorrectes

Concernant l'expression de joie, il apparaît que la région des yeux et celle de la bouche sont les plus corrélées avec les réponses correctes pour les enfants au développement typique.

Pour la peur :

Test des Régions :

Aucune région n'a atteint le seuil de significativité.

notes-Z :

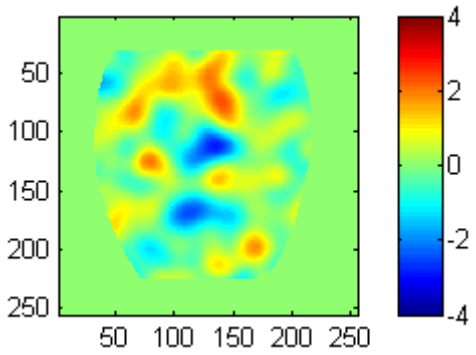


Figure 14 : Notes Z obtenue pour les 4 enfants au développement typique pour l'expression de peur. Les zones en rouges foncées sont les régions les plus corrélées avec les réponses correctes, les régions en bleu foncé sont les régions les plus corrélées avec les réponses incorrectes

Concernant la peur, aucune région n'est statistiquement significative pour les enfants au développement typique. Les notes z révèlent cependant que la partie haute du visage (une partie du front et de la région des yeux), ainsi que des régions localisées dans la partie basse du visage, serait le plus associées aux réponses correctes.

Résultats pour le groupe d'enfants avec autisme :

Les résultats de 2 enfants avec autisme et 1 enfant autiste Asperger sont employés pour l'analyse. 2 enfants avec autisme n'ont pas participé au test car ils n'ont pas atteint le critère d'acquisition lors de la phase d'apprentissage du matching et un enfant n'a pas réalisé l'ensemble des essais du test.

Pour la joie :

Test des régions :

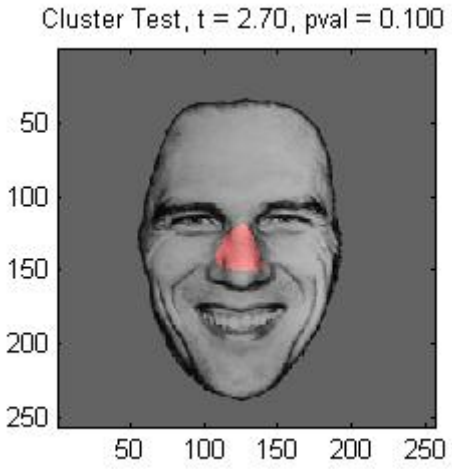


Figure 15 : Image de classification révélant l'information diagnostique pour les 2 enfants avec autisme et 1 enfant avec syndrome Asperger

Test des pixels et notes-Z :

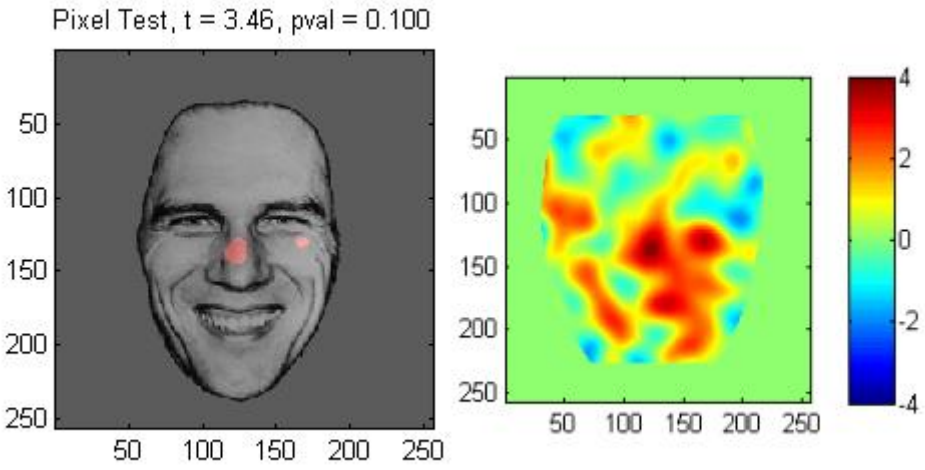


Figure 16 : Image de classification obtenue pour les 2 enfants avec autisme et 1 enfant avec un syndrome d'Asperger par le test des pixels et notes Z. Les zones en rouges foncées sont les régions les plus corrélées avec les réponses correctes, les régions en bleu foncé sont les régions les plus corrélées avec les réponses incorrectes

Le masque diagnostique fait apparaître la région du nez comme la plus significativement corrélée avec les réponses correctes. Le contour du nez est en effet expressif, et l'on s'aperçoit en analysant les notes z que la partie basse du visage est la plus corrélée avec les réponses correctes. Par ailleurs, des éléments de la région des yeux semblent également positivement corrélés aux réponses correctes.

Pour la peur :

Test des Régions :

Aucune région n'a atteint le seuil de significativité.

Notes Z :

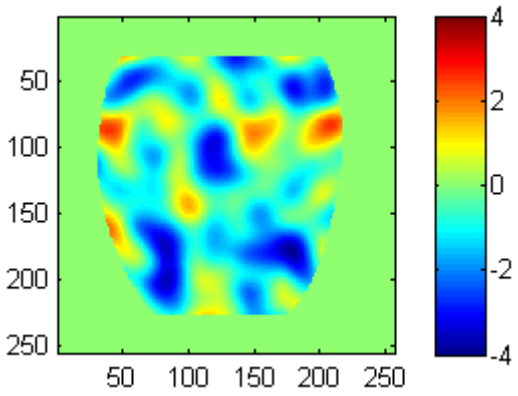


Figure 17 : Notes Z obtenue pour les enfants avec autisme pour l'expression de peur. Les zones en rouges foncées sont les régions les plus corrélées avec les réponses correctes, les régions en bleu foncé sont les régions les plus corrélées avec les réponses incorrectes

Comme pour les enfants au développement typique, aucune région n'atteint le seuil de significativité. On peut cependant remarquer en analysant la répartition des notes z que certaines régions de la partie haute du visage, qui correspondent aux contours des yeux, sont les plus associées aux réponses correctes. La partie basse du visage en revanche est fortement corrélée aux réponses incorrectes.

Conclusion :

Les résultats de cette étude nous montrent que pour l'expression de joie, la région la plus corrélée avec les réponses correctes pour les enfants au développement typique correspond

aux yeux et à la bouche. Pour les enfants avec autisme, le test statistique ne fait ressortir que la région du nez. Cependant une analyse de la distribution des notes z nous montre que la partie basse du visage est associée aux réponses correctes, ainsi qu'une partie de l'œil gauche.

Pour l'expression de peur, aucune région n'est significativement corrélée avec les réponses correctes, que ce soit pour les sujets au développement typique ou les enfants avec autisme. L'analyse des notes Z révèlent que ce sont majoritairement des éléments provenant de la partie haute du visage (contours des yeux) qui seraient les plus corrélés aux réponses correctes, pour les 2 groupes de sujets.

Le fait qu'aucune région significative ne ressorte pour la peur pour les 2 groupes de participants pourrait s'expliquer par le faible nombre de participants, mais également les pourcentages moyen de réponses correctes obtenus pour chaque expression. La méthode des bulles nécessite de maintenir un taux de performance aux alentours de 80%. Ce pourcentage est calculé tout au long de l'expérience pour les deux expressions ensemble. Or, une analyse des pourcentages de réponses correctes en fonction de l'expression faite a posteriori révèlent que les 2 groupes de sujets présentent en moyenne environ 75% de réponses correctes pour la joie, et environ 85 % de réponses correctes pour la peur. Il est donc possible que le taux de réponses correctes trop élevé pour la peur empêche d'obtenir des données statistiquement significatives.

Dans l'expérience de Smith et al. (2005), c'est principalement la région de la bouche qui est significativement corrélée avec les réponses correctes pour la joie, tandis qu'ici pour les enfants au développement typique, il s'agit des régions des yeux et de la bouche. Il est possible que le faible nombre de sujets ou le niveau de développement (??) des sujets expliquent les différences obtenues. Il est à noter cependant que la région des yeux est également importante dans la discrimination de l'expression de joie. Lorsque les muscles du

contour des yeux sont sollicités en plus de ceux de la bouche lorsqu'un individu exprime la joie, ce dernier est jugé plus sincère qu'un individu dont l'expression de joie n'implique pas les muscles orbitaux (Frank, Ekman, et Friesen, 1993). Il a été montré que les jeunes enfants seraient sensibles à cet aspect (Thibault, Gosselin, Brunel et Hess, 2009). Par ailleurs, les personnes avec autisme semblent présenter des difficultés pour discriminer les expressions de joie impliquant la région des yeux et de la bouche de celles impliquant la région de la bouche seulement (Boraston, Corden, Miles, Skuse, et Blakemore, 2007).

6 des 14 enfants n'ont pas atteint le critère d'acquisition dans la phase d'apprentissage de matching-to-sample par renforcement différentiel et n'ont donc pas participé à la phase de test avec les bulles. Parmi les 8 enfants qui ont atteint le critère, 3 ont reçu une consigne verbale. Les difficultés à apprendre le matching-to-sample aux jeunes enfants sont fréquemment rencontrées dans la littérature (Pilgrim et al., 2000). Les procédures sont longues et coûteuses. Chez les animaux non humains, les acquisitions nécessitent un grand nombre de sessions et les conditions de privation de nourriture mises en place permettent d'augmenter la puissance des agents renforçateurs.

Saunders et Spradlin (1989) ont proposé que la situation de discrimination conditionnelle implique d'une part la discrimination séquentielle des stimuli échantillons, et d'autre part la discrimination simultanées des stimuli comparaison, ce que nous n'avons pas vérifié dans la phase d'apprentissage du matching-to-sample. L'apprentissage du matching-to-sample ne constitue que le pré-requis pour évaluer plus précisément les éléments du visage qui contrôlent les réponses des sujets face à des visages exprimant la joie et la peur. La méthode des bulles requière, pour obtenir des résultats significatifs, un grand nombre d'essais (1024), qu'il faut échelonner en plusieurs sessions compte tenu des populations testées. Ici, certains sujets ont bénéficié d'une consigne, mais l'objectif de nos études est de pouvoir tester des

enfants très jeunes et des enfants avec troubles du développement chez qui le répertoire d'auditeur n'est pas développé.

Chapitre 6

Le rôle des yeux et de la bouche dans la discrimination d'expressions faciales chez des enfants au développement typique

Il est nécessaire d'employer des méthodologies qui permettent d'obtenir d'évaluer la façon dont les stimuli contrôlent les réponses des sujets, tout en tenant compte des contraintes inhérentes aux études auprès de ce type de population. Les procédures de matching-to-sample restent longues et coûteuses à mettre en place, et nécessitent un certain nombre de pré-requis à mettre en place afin d'obtenir que les stimuli échantillons contrôlent la sélection des comparaisons corrects (Saunders et Spradlin, 1989). Une procédure de discrimination simple simultanée est donc mise en place afin de minimiser le nombre d'essais à effectuer. La méthode des bulles employée dans l'expérience précédente un nombre important d'essais pour obtenir des résultats significatifs. Par ailleurs, il apparaît que même si une région spécifique est significativement corrélée avec les réponses correctes (par exemple les yeux), cela n'empêche pas que d'autres régions puissent être également corrélées avec les réponses correctes. La région des yeux et de la bouche semblent être les 2 régions les plus importantes dans la discrimination d'expressions du visage. Dans cette expérience, nous avons donc modifié les stimuli pour ne présenter que soit la région des yeux ou la région de la bouche, afin de voir si des différences dans l'exactitude des réponses apparaissent en fonction des éléments du visage présentés.

Participants :

Les participants de cette étude sont 3 enfants de 4 ans, 5 enfants de 5 ans. Ces enfants sont scolarisés en moyenne section de maternelle. Ils ont été évalués avec le test PM47 de Raven.

Ils sont tous classés dans les catégories d'enfants présentant des « capacités intellectuelles nettement au dessus de la moyenne » ou « supérieures ». Le détail est présenté en Annexe 3.

Cadre expérimental :

Les passations ont lieu dans une pièce calme au sein de l'école dans laquelle ils sont accueillis. Les enfants sont assis sur une chaise face à une table sur laquelle est disposé un écran tactile. Un ordinateur portable relié à cet écran et situé à proximité de l'écran diffuse les stimuli expérimentaux et enregistre les réponses des sujets. Lors des passations, l'expérimentateur est situé face à l'ordinateur afin de contrôler l'expérience. La programmation de l'expérience ainsi que sa présentation sont réalisées dans l'environnement Matlab© avec la Psychtoolbox.

Stimuli expérimentaux :

Les stimuli expérimentaux sont 6 photographies de visages (256 x256) en noir et blanc : 1 visage d'homme et 1 visage de femme, exprimant la joie, la peur et une expression neutre (issues du Pictures of Facial Affect, Ekman et Friesen, 1976). Lors de l'expérience, seul l'intérieur du visage est présenté, le contour étant masqué.

Procédure :

Cette expérience est composée de deux parties : une phase d'apprentissage et une phase de test.

1. Phase d'apprentissage : Entraînement à la discrimination simple avec visages entiers.

Ici n'est décrite que la phase finale de l'apprentissage, le reste est présenté en Annexe 3. L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner un visage expressif (peur ou joie, en fonction des essais) lorsqu'il est présenté simultanément avec un visage neutre.

A chaque un essai, un visage exprimant la peur ou la joie (S+) et un visage neutre (S-) apparaissent simultanément à l'écran. L'appui sur le S+ entraîne la diffusion d'une séquence de dessin animé de 5 secondes, tandis que l'appui sur le S- a pour conséquence la présentation d'un écran blanc pendant 5 secondes. Afin de mettre en place cet apprentissage, différentes étapes ont été nécessaires, dont le détail figure en annexe. Le critère d'acquisition final est fixé à 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs pour les 2 identités de visage présentées pour participer à la phase de test. Dès que le critère est atteint, la distribution des agents renforçateurs est estompée pour passer progressivement d'un RF1 à RV10.

2. Phase de test : Tâche de discrimination avec les visages partiellement révélés

Pour les enfants qui ont atteint le critère fixé à la première étape et après estompage des agents renforçateurs, la même tâche de discrimination de visages expressifs est présentée mais seule une partie du visage est révélée (les yeux ou la bouche). A chaque essai, 2 visages partiellement révélés sont présentés (les mêmes régions sont dévoilées pour les 2 visages présentés simultanément). 40 essais sont réalisés.

Résultats :

1. Phase d'apprentissage :

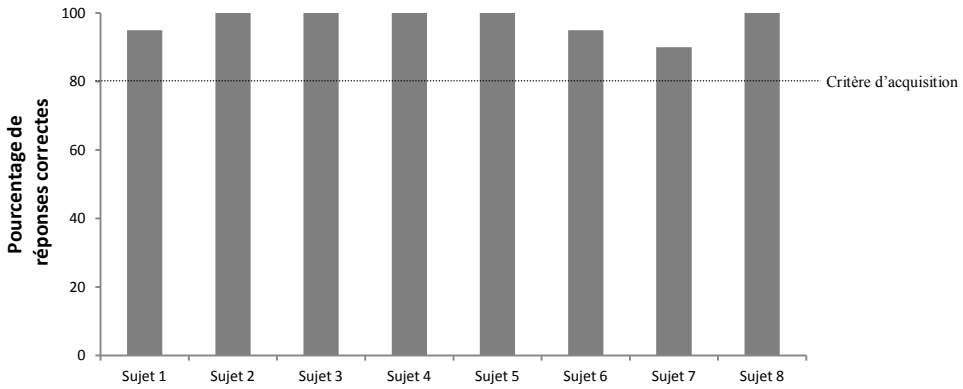


Figure 18 : Pourcentage de réponses correctes lors de la dernière étape d'apprentissage pour chaque sujet

6 des 8 enfants ont atteint l'ensemble des critères d'acquisition par essais et erreurs seulement. 2 des enfants (les participants 1 et 2) qui n'ont pas atteint le critère d'acquisition par renforcement différentiel l'ont atteint après avoir reçu une consigne. Consécutivement, tous les sujets ont passé le test avec les visages partiellement révélés dont les résultats sont présentés ci-dessous.

II. Phase de test :

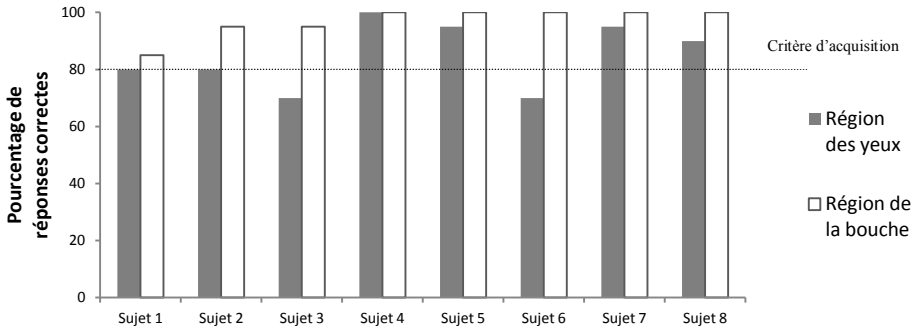


Figure 19 : Pourcentage de réponses correctes en fonction des régions du visage visibles pour chaque sujet en phase de test

Le pourcentage de réussite moyen au test, indépendamment de l'expression, est de 91% (minimum 82,5%, maximum 100%). Le pourcentage de réussite moyen est de 92% pour l'expression de joie est présentée et de 91% lorsque la peur est présentée.

En moyenne, le pourcentage de réponses correctes lorsque seule la région des yeux est présentée est de 86%, tandis qu'il est de 97% lorsque la région de la bouche est présentée. Nous pouvons observer une performance plus faible pour la plupart des sujets lorsque seule la région des yeux est présentée en comparaison aux essais où seule la bouche est présentée. Pour 2 participants, ces valeurs sont inférieures au critère d'acquisition fixé lorsque les régions des yeux et de la bouche sont présentées ensemble.

Conclusion :

Les résultats de cette expérience mettent en évidence que des enfants au développement typique âgés de 4 et 5 ans discriminent la peur ou la joie d'une expression neutre lorsque seule la bouche est présentée, et dans une moindre mesure, lorsque la région des yeux est présentée. Ces résultats confirment donc les résultats obtenus dans l'expérience précédente avec la méthode des bulles.

Deux participants (les plus jeunes âgés de 4 ans) ont reçu une consigne lors de la phase d'apprentissage de la tâche de discrimination simple car le critère d'acquisition n'a pas été atteint par renforcement différentiel seul. Il serait utile d'employer la procédure de Terrace, qui consiste à introduire progressivement le S- afin de ne pas avoir à donner de consignes aux participants pour effectuer la tâche.

L'emploi d'une tâche de discrimination simple où l'on fait varier la présence de la région des yeux et de la bouche seulement nous permet de simplifier le protocole et de nous passer des contraintes statistiques inhérentes à l'utilisation de la méthode des bulles. Par ailleurs, elle permet de mettre en œuvre directement des stratégies permettant de modifier la façon dont les régions du visage exercent un contrôle discriminatif sur les réponses des sujets.

Chapitre 7

Evaluation de la modification des patterns d'observation des visages sur les performances de discrimination des expressions faciales chez des enfants avec autisme

Nous avons vu que les patterns d'observation des visages sont perturbés chez les personnes avec autisme. En particulier, ceux-ci semblent moins regarder la région des yeux en comparaison à des adultes au fonctionnement normal. Les différences observées concernant les patterns d'observation des visages sont associées à une moindre performance dans la discrimination d'expressions faciales. Toutefois, la plupart des études sont menées chez des adultes avec autisme de niveau. Il semblerait cependant que des différences précoces soient visibles dans la façon dont les enfants qui reçoivent plus tard un diagnostic d'autisme s'orientent vers les stimuli sociaux.

L'expérience précédente a mis en évidence que les enfants au développement typique âgés de 4 et 5 ans que les sujets discriminaient une expression de peur ou de joie d'une expression neutre lorsque seule la région de la bouche ou la région des yeux est expressive. Le premier objectif de l'expérience décrite ici est de voir si des enfants ayant reçu un diagnostic d'autisme présentent le même pattern de résultats que les enfants au développement typique dans une tâche de discrimination de l'expression de peur et de joie. Nous souhaitons voir également si les patterns d'observation des visages diffèrent chez ces enfants par rapport à des enfants au développement typique. Nous voulons voir si les réponses des enfants avec autisme se maintiennent lorsque seule la région des yeux est expressive. Si les zones du visage qui contrôlent les réponses des enfants avec autisme diffèrent de celles des enfants au développement typique, et que les patterns d'observation des visages diffèrent

également, alors nous voulons voir si le fait de modifier les patterns d'observation des visages induit une modification des performances en tâche de discrimination.

Cette expérience se compose de 2 parties. Dans la première partie, nous mesurons le temps passé par des enfants au développement typique à regarder les régions des yeux et de la bouche lorsque leur sont présentés des visages exprimant différentes émotions. Une tâche de discrimination simple des expressions de peur et de joie leur est également présentée. Dans la seconde partie de l'expérience, les mêmes tâches sont présentées à des enfants avec autisme. Puis, une tâche de discrimination simple où les visages sont partiellement expressifs est présentée aux enfants. Si le critère d'acquisition n'est pas atteint pour l'une des tâches de discrimination simple, une procédure de renforcement contingent des mouvements oculaires vers les régions du visage pour lesquelles le critère d'acquisition n'est pas atteint est mise en place.

I. Chez les enfants au développement typique :

L'objectif de cette étude est tout d'abord de mesurer le temps moyen passé par des enfants au développement typique à regarder les régions des yeux et de la bouche lorsque des visages expressifs leur sont présentés. Une tâche de discrimination simple simultanée d'expressions de peur et de joie est également mise en place.

Participants :

Les participants sont onze enfants au développement typique âgés de 6 mois à 2 ans et 6 mois au moment du test. Le détail des participants est disponible en Annexe 4.

Cadre expérimental :

Les participants et leur parent sont accueillis dans une pièce expérimentale au sein du laboratoire de l'université. Le matériel expérimental est disposé sur deux tables juxtaposées. Sur une première table, sont placés deux écrans de 17 pouces, dont l'un est tactile. Un système d'enregistrement des mouvements oculaires composés de 2 caméras et d'un réflecteur infrarouge est placé sous l'écran. Il présente une fréquence d'échantillonnage de 60 hz, associée à une précision typique d'environ 1 degré d'angle visuel. Ce système est relié à un premier ordinateur portable qui récupère le signal envoyé par les caméras. Un deuxième ordinateur relié au premier par une connexion Ethernet est chargé de présenter les stimuli par le biais des environnements Matlab© et Psychtoolbox. Un troisième ordinateur, relié à l'écran tactile, permet de présenter la tâche de discrimination aux participants. Lors de la tâche d'enregistrement des mouvements oculaires, la mère est assise avec son enfant sur ses genoux sur une chaise à roulettes réglable en hauteur, à une distance d'environ 60 cm de l'écran. Après une brève pause, elle se déplace avec l'enfant face au second écran pour la tâche de discrimination, à une distance de vingt centimètres environ. L'ensemble des passations a lieu dans l'obscurité.

I. A. Tâche d'enregistrement des mouvements oculaires

L'objectif de cette tâche est de mesurer le regard des participants lorsque leur sont présentés des visages exprimant différentes émotions en utilisant un système d'enregistrement des mouvements oculaires.

Stimuli expérimentaux :

6 photographies de visage (3 hommes, 3 femmes) exprimant la joie, la peur, ou présentant une expression neutre sont présentés au participant. Ces photographies issues de l'ensemble NimStim (Réf) présentent une résolution de 690*900 pixels. Les participants étant situés à 60 cm de distance par rapport à l'écran, cela sous-tend un angle visuel d'environ 17°x 20°. Des images animées d'une résolution de 150*150 pixels sont présentés simultanément à des sons audio avant chaque présentation d'une photographie de visage. Des extraits vidéo de la série *Baby Einstein* sont également présentés aux participants afin de maintenir leur participation à la tâche.

Procédure :

a. Calibration du système d'enregistrement des mouvements oculaires

Avant la présentation des stimuli, une calibration en 5 points est effectuée. Des stimuli animés (animaux, lettres de l'alphabet, …) apparaissent de manière séquentielle aux 4 coins de l'écran ainsi qu'au centre. Des sons sont diffusés simultanément à l'apparition des stimuli, afin de favoriser l'orientation du regard de l'enfant vers la cible. Si la calibration n'était pas satisfaisante ou incomplète, elle était répétée à nouveau. Une fois cette calibration réalisée, une courte séquence vidéo dans laquelle une étoile se déplace à différents endroits de l'écran est présentée au sujet. Une image représentant la position du regard par rapport à l'étoile permettait à l'expérimentateur de s'assurer de la qualité de la calibration avant de procéder à la présentation des stimuli expérimentaux.

b. Enregistrement des mouvements oculaires

Chaque visage est présenté 2 fois pour une durée de 5 secondes (12 présentations au total). Tous les 4 essais, une vidéo est présentée à l'enfant afin de maintenir sa participation à la tâche. Avant chaque photographie de visage est présentée une image animée (un animal par exemple), positionnée de manière aléatoire à l'écran, accompagnée d'un son. Dès que le participant est orienté vers l'écran, l'expérimentateur démarre un essai. La position du regard par rapport à l'écran est relevée toutes les 16 ms.

I. B. Tâche de discrimination simple de visages expressifs :

L'objectif de cette tâche est d'apprendre aux enfants à sélectionner un visage exprimant la peur quand il est présenté simultanément avec un visage exprimant la joie.

Stimuli expérimentaux :

4 photographies de visage (1 homme, 1 femme) exprimant la joie et la peur sont utilisées. Ces photographies sont issues de l'ensemble NimStim (Réf) et présentent une résolution de 253*325 pixels.

Procédure :

Dans cette tâche, l'appui sur le S+ (visage exprimant la peur) est suivi d'une séquence vidéo de 5 secondes, tandis que l'appui sur le S- est suivi d'un écran blanc de 5 secondes. Afin de faciliter l'apprentissage, une procédure de façonnement où le S- est introduit de manière progressive est mise en place. Le participant doit alors atteindre le critère de 85% de réponses correctes sur 28 essais consécutifs avec les 2 identités de visages présentées aléatoirement.

Résultats :

I. A. Enregistrement des mouvements oculaires :

Les participants passent environ 40% du temps (2 secondes) à regarder la région des yeux, et 15% du temps (0,7 secondes) à regarder la région de la bouche des visages présentés.

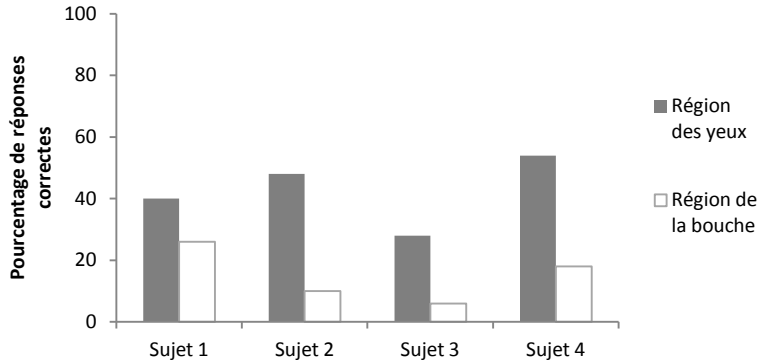


Figure 20 : Pourcentage de temps de regard en fonction des régions pour chaque sujet

	Temps de regard moyen en secondes	
	Région des yeux	**Région de la bouche**
Sujet 1	2,0	1,3
Sujet 2	2,4	0,5
Sujet 3	1,4	0,3
Sujet 4	2,7	0,9

Tableau 1 : Temps de regard moyen en secondes en fonction des régions du visage pour chaque sujet

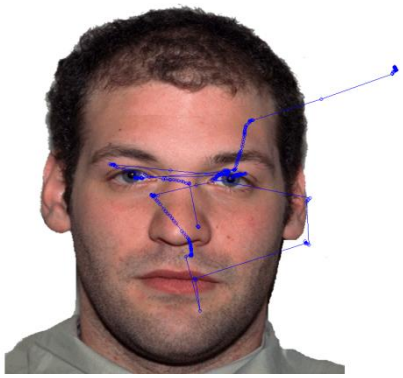


Figure 21 : Exemple de trajectoire oculaire pour un essai pour un enfant âgé de 11 mois

La trajectoire montre un pattern d'observation observé typiquement chez les individus au fonctionnement normal. Le regard se distribue majoritairement sur la région des yeux et, dans une moindre mesure sur la région de la bouche.

I. B. Tâche de discrimination des expressions de joie et de peur :

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6
Pourcentage de réponses correctes	50	64	22	43	50	57
Nombre d'essais Réalisés	46	32	47	35	28	23

Tableau 2 : Pourcentage de réponses correctes et nombre d'essais effectués pour la tâche de discrimination pour chaque sujet

Les résultats de la tâche d'apprentissage montrent qu'aucun des sujets n'a atteint le critère d'apprentissage fixé. Pour 2 des sujets (n°1 et n°3), la performance se situe au niveau du hasard. Pour les 4 autres, il existe un biais de réponse envers le S-, l'expression de joie (aux environ de 30 %). Pour environ 70% des essais, les sujets ont sélectionné le S-, l'expression de joie, au lieu du S+, l'expression de peur.

II. Chez les enfants avec autisme :

Partie 1 :

Cette première partie a pour objectif de mesurer les performances de discrimination d'enfants avec autisme dans une tâche de discrimination simple d'expressions faciales.

Participants :

Les participants sont 3 enfants avec autisme âgés de 3 ans au moment du test. Ces 3 enfants bénéficient d'une prise en charge intensive précoce basée sur l'Analyse Appliquée du comportement.

Cadre expérimental :

Les passations ont lieu dans une pièce calme dans le centre où ils sont accueillis. Le matériel expérimental est disposé sur deux tables juxtaposées. Sur une première table, sont placés deux écrans de 17 pouces, dont l'un est tactile. Un système d'enregistrement des mouvements oculaires composés de 2 caméras et d'un réflecteur infrarouge est placé sous l'écran. Il présente une fréquence d'échantillonnage de 60 hz, associée à une précision typique d'environ 1 degré d'angle visuel. Ce système est relié à un premier ordinateur portable qui récupère le signal envoyé par les caméras. Un deuxième ordinateur relié au premier par une connexion Ethernet est chargé de présenter les stimuli par le biais des environnements Matlab© et Psychtoolbox. Pour les tâches de discrimination, les enfants sont assis sur une chaise face à une table sur laquelle est disposé un écran tactile. Un ordinateur portable relié à cet écran et situé à proximité de l'écran diffuse les stimuli expérimentaux et enregistre les réponses des sujets. Lors des passations, l'expérimentateur est situé face à l'ordinateur afin de contrôler l'expérience.

II. A. Tâche d'enregistrement des mouvements oculaires :

L'objectif de cette tâche est de mesurer le regard des participants lorsqu'on leur présente des visages exprimant différentes émotions.

Stimuli expérimentaux :

6 photographies de visage (3 hommes, 3 femmes) exprimant la joie, la peur, ou présentant une expression neutre sont présentés au participant. Ces photographies issues de l'ensemble NimStim (Réf) présentent une résolution de 690*900 pixels. Les participants étant situés à 60 cm de distance par rapport à l'écran, cela sous-tend un angle visuel d'environ 17°x20°. Des images animées d'une résolution de 150*150 pixels sont présentés simultanément à des sons audio avant chaque présentation d'une photographie de visage. Des extraits vidéo de la série *Baby Einstein* sont également présentées sont aux participant afin de maintenir leur participation à la tâche.

Procédure :

a. Calibration du système d'enregistrement des mouvements oculaires

Avant la présentation des stimuli, une calibration en 5 points est effectuée. Des stimuli animés (animaux, lettres de l'alphabet, …) apparaissent de manière séquentielle aux 4 coins de l'écran ainsi qu'au centre. Des sons sont diffusés simultanément à l'apparition des stimuli, afin de favoriser l'orientation du regard de l'enfant vers la cible. Si la calibration n'était pas satisfaisante ou incomplète, elle était recommencée. Une fois cette calibration réalisée, une courte séquence vidéo dans laquelle une étoile se déplace à différents endroits de l'écran était

présentée au sujet. Une image représentant la position du regard par rapport à l'étoile permettait à l'expérimentateur de s'assurer de la qualité de la calibration avant de procéder à la présentation des stimuli expérimentaux.

b. Enregistrement des mouvements oculaires

Chaque visage est présenté 2 fois pour une durée de 5 secondes (12 présentations au total). Tous les 4 essais, une vidéo est présentée à l'enfant afin de maintenir sa participation à la tâche. Avant chaque photographie de visage est présentée une image animée (un animal par exemple), positionnée de manière aléatoire à l'écran, accompagnée d'un son. Dès que le participant est orienté vers l'écran, l'expérimentateur démarre un essai. La position du regard par rapport à l'écran est relevée toutes les 16 ms.

II. B. Tâche de discrimination simple de visages expressifs :

L'objectif de cette tâche est d'apprendre aux enfants à sélectionner un visage exprimant la peur quand il est présenté simultanément avec un visage exprimant la joie. Si le critère est atteint pour cette tâche, une deuxième tâche est présentée pour laquelle le sujet doit sélectionner un visage exprimant la surprise lorsqu'il est présenté simultanément avec un visage exprimant la tristesse.

Stimuli expérimentaux :

4 photographies de visage (1 homme, 1 femme) exprimant la joie et la peur sont utilisées. Ces photographies sont issues de l'ensemble NimStim (Réf) et présentent une résolution de 253*325 pixels.

Procédure :

Dans cette tâche, l'appui sur le S+ (visage exprimant la peur) est suivi d'une séquence vidéo de 5 secondes, tandis que l'appui sur le S- est suivi d'un écran blanc de 5 secondes. Afin de faciliter l'apprentissage, une procédure de façonnement où le S- est introduit de manière progressive est mise en place. Le participant doit alors atteindre le critère de 85% de réponses correctes sur 28 essais consécutifs avec les 2 identités de visages présentées aléatoirement.

Si le critère d'apprentissage est atteint pour les 2 paires de visages, une deuxième tâche de discrimination est mise en place pour laquelle les S+ sont les visages exprimant la surprise et les S- les visages exprimant la tristesse.

Si le critère n'est pas atteint, une phase de façonnage consistant à renforcer les mouvements oculaires vers les régions intérieures du visage est alors mise en place.

Résultats :

II. A. Tâche d'enregistrement des mouvements oculaires :

	Sujet 1		Sujet 2		Sujet 3	
Session	1	2	1	2	1	2
Région des yeux	2,0	1,9	0,6	0,5	0,2	0,1
Région de la bouche	0,4	0,4	2,0	1,9	0,1	0,0

Tableau 3 : Temps de regard moyen en fonction des régions du visage pour les 3 sujets

Les temps de regard moyens obtenus auprès des 3 sujets montrent des résultats très disparates. Le sujet 1 présente un temps de regard moyen vers la région des yeux et de la bouche

semblable à ceux observés chez les enfants typiques dans notre étude. Le sujet 2 présente un pattern « inversé », il regarde très peu la région des yeux, mais passe près de 2 secondes à regarder la région de la bouche. Lors des passations, le troisième sujet tournait la tête rapidement lors de la présentation d'un visage (mais pas lorsqu'une animation ou un extrait de dessin animé était présenté). Il en résulte des temps de regard moyens très faible pour la région des yeux et celle de la bouche.

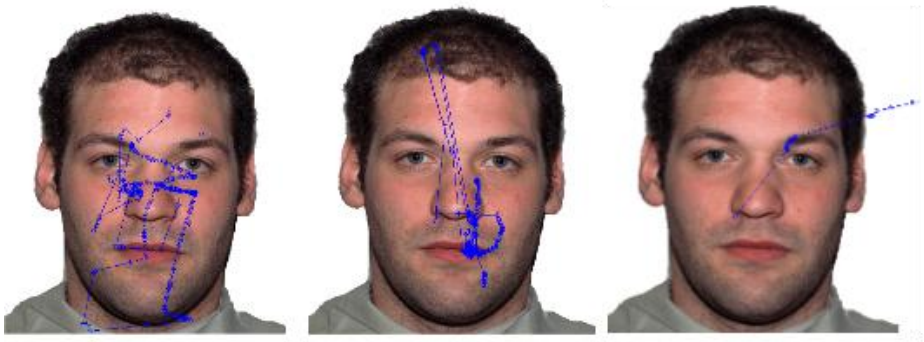


Figure 22 : Exemple de trajectoire pour un essai pour les 3 sujets

Les images ci-dessous représentent les mouvements oculaires des différents sujets lors d'un essai. Nous pouvons voir pour le sujet 1 une distribution des regards vers les yeux et la bouche. Pour le sujet 2, la plupart des fixations se situent sur la bouche, tandis que pour le troisième sujet, il y a peu de fixations vers le visage.

II. B. Tâche de discrimination simple de visages expressifs :

	Expressions	Pourcentage de réponses correctes à la fin de l'étape
Sujet 1	Joie/Peur	86
	Surprise/Tristesse	96
Sujet 2	Joie/Peur	100
	Surprise/Tristesse	100
Sujet 3	Joie/Peur	64
	Surprise/Tristesse	/

Tableau 4 : Pourcentage de réponses correctes pour la tâche de discrimination en fonction des expressions pour chaque sujet

Les sujets 1 et 2 ont rapidement atteint le critère d'acquisition pour la tâche de discrimination des expressions de joie et de peur. Le sujet 3 n'a pas atteint le critère d'acquisition après 40 essais. Les sujets ayant atteint le critère d'apprentissage pour la tâche de discrimination de l'expression de peur et de joie ont également rapidement atteint le critère d'acquisition pour la tâche de discrimination des expressions de surprise et de tristesse.

Renforcement des mouvements oculaires pour le sujet 3 :

Le sujet 3, n'ayant pas atteint le critère lors de la tâche de discrimination des expressions faciales de joie et de peur a été placé dans une tâche où le regard vers l'intérieur des visages est renforcé. Concrètement, cela a consisté à ce que les caméras repèrent la position du regard, afin qu'un extrait musical soit diffusé de manière contingente au regard dans les zones du stimulus définies par l'expérimentateur. Puisque le sujet tournait la tête lors des essais où étaient présentés les visages, le renforcement des mouvements oculaires s'est d'abord fait lors

de la présentation de personnages de dessins animés préférés de l'enfant en même temps qu'un visage familier, puis d'un visage familier avec les stimuli expérimentaux et enfin les stimuli expérimentaux seuls. Le détail des étapes et des résultats concernant les temps de regards obtenus lors différentes étapes du façonnement sont présentés en Annexe 4.

Ci-dessous sont présentés les temps de regards moyens après renforcement et avant renforcement des mouvements oculaires (la moyenne des 2 premiers tests, à titre de comparaison) vers l'intérieur des visages. Le temps de regard pour la région des yeux et pour la région de la bouche séparément. Les résultats montrent une nette augmentation des temps de regard vers les yeux.

	Sujet 3	
	Avant renforcement	Après renforcement
Région des yeux	0,2	2
Région de la bouche	0,1	0,3

Tableau 5 : Temps de regard moyen en secondes avant et après renforcement des mouvements oculaires en fonction des régions du visage pour le sujet 3

Pourcentage de réponses correctes pour la tâche de discrimination après renforcement des mouvements oculaires pour le sujet 3 :

	Expressions	**Pourcentage de réponses correctes à la fin de l'étape**
Sujet 3	Joie/Peur	**96**
	Surprise/Tristesse	**96**

Tableau 6 : Pourcentages de réponses correctes pour la tâche de discrimination en fonction des expressions pour le sujet 3 après renforcement du regard

Après renforcement des mouvements oculaires, le sujet 3 a rapidement atteint le critère d'acquisition pour la tâche de discrimination des expressions de joie et de peur, ainsi que pour la tâche de discrimination des expressions de tristesse et de surprise.

Partie 2 :

Cette partie a pour objectif de voir si les performances des sujets obtenues lors de la tâche de discrimination simple des visages exprimant la joie et la peur se maintiennent lorsque seule une partie du visage (la région des yeux ou de la bouche) est expressive.

Stimuli expérimentaux :

4 photographies de visage (1 homme, 1 femme) exprimant la joie et la peur sont utilisées. Ces photographies sont issues de l'ensemble NimStim (Réf) et présentent une résolution de 253*325 pixels. Ils ont été modifiés afin de rendre seule la région des yeux expressive (en remplaçant la bouche expressive par une bouche neutre pour les 2 visages) ou seule la région de la bouche expressive (en remplaçant la région des yeux par une région des yeux neutre pour les 2 visages).

Procédure :

Deux tests sont effectués. Le premier consiste à présenter la tâche de discrimination simple avec la région des yeux expressives et la bouche neutre, le second à présenter la tâche avec la région de la bouche expressive et la région des yeux neutre pour les 2 visages.

Pour chacun des 2 tests, la paire de visages masculine alterne de manière aléatoire avec la paire de visage féminine. Les réponses correctes sont suivies de l'émission d'un extrait vidéo d'une durée de 5 secondes, tandis que les réponses correctes sont suivies d'un écran blanc de 5 secondes.

Résultats :

Les pourcentages de réponses correctes obtenus par les différents participants en fonction de la région du visage qui est expressive figurent dans le tableau ci-dessous.

	Région du visage expressive	Pourcentage de réponses correctes à la fin de l'étape
Sujet 1	Yeux	93
	Bouche	86
Sujet 2	Yeux	36
	Bouche	89
Sujet 3	Yeux	57
	Bouche	100

Figure 23 : Pourcentage de réponses correctes pour la tâche de discrimination de l'expression de peur et de joie lorsque seule la région des yeux ou de la bouche est expressive

Les résultats montrent que seul le sujet 1 a atteint le critère d'acquisition lorsque seule la région des yeux est expressive. Les 3 sujets ont atteint le critère d'acquisition dans la tâche de discrimination où seule la région de la bouche est expressive.

Puisque les sujets 2 et 3 n'ont pas atteint le critère d'acquisition dans la tâche de discrimination des expressions de peur et de joie lorsque seule la région des yeux des visages

présentés est expressive, une étape de renforcement des mouvements oculaires vers cette région a été mise en place. Concrètement, cela a consisté à ce que les caméras repèrent la position du regard, afin qu'un extrait musical soit diffusé de manière contingente au regard dans les zones du stimulus définies par l'expérimentateur.

Temps de regard moyens pour le renforcement des mouvements oculaires vers la région des yeux pour les sujets 2 et 3 :

Dans le tableau ci-dessous sont présentés les temps de regard moyens obtenus avant renforcement et après renforcement du regard vers la région des yeux pour les sujets 2 et 3. Les résultats obtenus mettent en évidence une augmentation de 0,3 secondes pour le sujet 2 en moyenne et 0,4 secondes pour le sujet 3 en moyenne.

	Sujet 2		**Sujet 3**	
	Avant renforcement	Après renforcement	Avant renforcement	Après renforcement
Région des yeux	0,6	0,9	2	2,4

Tableau 7 : Temps de regard moyens en secondes avant et après renforcement des mouvements oculaires vers la région des yeux pour les sujets 2 et 3

Après le renforcement des mouvements oculaires vers la région des yeux, la tâche de discrimination des expressions de joie et de peur où seule la région des yeux est expressive a été de nouveau présentée aux participants. Le critère d'acquisition fixé a été atteint par les 2 enfants (voir tableau page suivante).

	Région du visage expressive	Pourcentage de réponses correctes à la fin de l'étape
Sujet 2	Yeux	88
Sujet 3	Yeux	96

Tableau 8 : Pourcentages de réponses correctes pour la tâche de discrimination lorsque seule la région des yeux est expressive pour les sujets 2 et 3 après renforcement du regard vers la région des yeux

Après renforcement des mouvements oculaires vers la région des yeux, les 2 sujets ont atteint le critère d'acquisition pour la tâche de discrimination de la joie et de la peur.

Conclusion :

Les résultats de l'étude menée auprès d'enfants au développement typiques montrent que ceux-ci regardent en moyenne 40 % du temps la région des yeux et 15% du temps la région de la bouche des visages présentés. Ils présentent tous sensiblement le même pattern, à savoir une plus grande observation de la région des yeux par rapport à la bouche. Il n'a pas été possible d'effectuer un enregistrement des mouvements oculaires auprès de tous les participants de l'expérience, puisque la calibration n'a pas pu être faite de manière satisfaisante pour tous les sujets.

Aucun des participants n'a atteint le critère d'acquisition fixé pour la tâche de discrimination des expressions de joie et de peur. La procédure d'apprentissage qui consiste a introduire progressivement le S-, basée sur les travaux de Terrace, n'a pas permis que le critère d'acquisition soit atteint pour ces participants. Pour 2 sujets, les performances se situent au niveau hasard. Pour les autres, nous pouvons voir que leur performance se situe aux alentours de 30%. Ceci suggère un biais de réponse envers le S-. Cette distribution des réponses

pourrait s'expliquer par le fait qu'a priori, dans l'environnement naturel des sujets, l'expression de joie soit un S+ et l'expression de peur un S-.

Les patterns d'observation des enfants autistes montrent, quant à eux, une plus grande variabilité dans les temps de regard pour chacune des régions du visage en comparaison aux enfants au développement typique. Un sujet présente un pattern d'observation similaire à celui des enfants au développement typique. Un sujet présente un pattern souvent rencontré dans la littérature portant sur les personnes avec autisme, à savoir une durée plus importante de regard pour la région de la bouche que pour la région des yeux. Ces 2 sujets ont atteint le critère d'acquisition pour la tâche de discrimination des expressions de joie et de peur, ainsi que des expressions de peur et de tristesse. Le troisième sujet quant à lui ne regarde que très peu les visages présentés, et le critère n'a pas été atteint pour la tâche de discrimination de la peur et de la joie. Ce sujet a atteint le critère d'acquisition fixé après le renforcement des mouvements oculaires dirigés vers l'intérieur des visages (dont les yeux et la bouche).

Afin d'évaluer plus précisément les éléments du visage qui contrôlent les réponses du sujet dans une tâche de discrimination, les visages ont été modifiés pour que seule une partie soit expressive. Lorsque seule la bouche est expressive, les 3 enfants ont atteint le critère fixé. Par contre, lorsque seule la région des yeux est expressive, seul un des enfants a atteint le critère d'apprentissage. Une procédure de renforcement des mouvements oculaires a été mise en place. Consécutivement, les 2 sujets ont atteint le critère fixé lorsque la tâche de discrimination où seule la région des yeux des visages est expressive a de nouveau été présentée.

Il semblerait donc que la procédure de renforcement des mouvements oculaires ait participé à une amélioration des performances dans la tâche de discrimination lorsque seule la région des yeux est expressive chez les 2 sujets. Par ailleurs, le sujet n°3 qui, au démarrage de

l'expérience, ne regardait que très peu les visages présentés, n'a pas atteint le critère fixé dans la tâche de discrimination de l'expression de joie et de peur lorsque la région des yeux et de la bouche sont toutes les 2 expressives. La procédure de renforcement des regards vers l'intérieur des visages a permis d'atteindre un temps de regard de 2 secondes en moyenne vers la région des yeux, de 0,3 secondes pour la région de la bouche. Malgré cela, le critère d'acquisition n'a pas été atteint lorsque seule la région des yeux est expressive pour laquelle le temps de regard du participant est élevé, alors qu'il a été atteint lorsque la bouche est expressive, pour laquelle le temps de regard, même s'il a augmenté, reste plus faible. La relation entre le temps de regard vers une région du visage et le contrôle qu'opère cette région dans la tâche de discrimination reste à préciser.

Il est possible qu'un plus grand nombre d'essais pour la tâche de discrimination avec la région des yeux expressives aurait permis que le critère d'acquisition soit atteint. Répliquer cette expérience avec un plan à ligne de base multiple permettrait de mettre ce fait en évidence. Toutefois, pour les 2 participants qui ont échoué à la tâche de discrimination lorsque seule la région des yeux est expressive, le critère a été atteint tout de suite lorsque seule la région de la bouche est expressive. Même si une amélioration des performances aurait eu lieu avec un plus grand nombre d'essais, cela met en évidence une différence dans la façon dont les régions du visage contrôlent les réponses chez certains enfants avec autisme.

Le premier participant a atteint le critère d'acquisition rapidement pour toutes les tâches de discrimination et présente un pattern d'observation des visages comparable à celui observé chez les enfants au développement typique. Bénéficiant d'une prise en charge basée sur l'Analyse Appliquée du Comportement au moment de l'expérience, nous ne savons pas si cet enfant a toujours présenté un pattern d'observation similaire à celui des enfants au développement typique ou si la prise en charge a permis d'établir les réponses cibles. De

manière générale, il serait intéressant d'évaluer les enfants avant et après une prise en charge intensive afin de voir si des modifications dans leur pattern d'observation des visages sont présentes.

Dans cette expérience, l'enregistrement des patterns d'observation des visages et le renforcement du regard vers les régions du visage pertinentes pour la discrimination n'ont pas eu lieu lors des tâches de discrimination en raison de contraintes techniques. Les réponses des participants se font par appui sur l'écran tactile, ce qui implique que les mouvements des participants puissent entraver la capture du regard par les caméras, situées en dessous de l'écran. Par ailleurs, la taille des stimuli pendant la tâche de discrimination exige une précision lors de l'enregistrement des mouvements oculaires plus importante que celle obtenue dans cette expérience. Afin de s'assurer que le renforcement des mouvements oculaires ne soit distribué que lorsque le participant regarde effectivement les régions définies par l'expérimentateur, nous avons choisis de renforcer les mouvements oculaires lors de la présentation d'un seul visage présenté en plein écran. La possibilité d'enregistrer et de renforcer le regard des participants au cours de la tâche de discrimination aurait permis un meilleur contrôle des réponses des sujets. A l'avenir, il semble nécessaire d'adapter les tâches de discrimination présentées et le mode de réponse des participants (par exemple, employer une réponse visuelle plutôt qu'un appui sur l'écran tactile) afin de pouvoir contrôler le regard des participants pendant la tâche de discrimination.

PARTIE 3

DISCUSSION – CONCLUSION GENERALE

Chapitre 8

Discussion

1. Rappel des principaux résultats

Les recherches effectuées dans cette thèse avaient tout d'abord pour objectif de voir s'il était possible d'évaluer la façon dont des stimuli sociaux, en particulier ici différentes expressions faciales, exercent un contrôle discriminatif sur les réponses d'enfants avec autisme et d'enfants au développement typique. Une première étude mettant en jeu l'expression de joie et l'expression neutre ne mettent pas en évidence de différence : pour les enfants avec autisme comme pour les enfants au développement typique, c'est la région de la bouche qui est la région la plus associée aux réponses correctes. Ces résultats sont par ailleurs semblables à ce qui est obtenu chez les pigeons (Gibson et al., 2005) et chez des adultes au fonctionnement typique (Gosselin et Schyns, 2001). Cette première étude a permis de mettre en évidence que l'adaptation de la méthode des Bulles dans une tâche de matching-to-sample fournit un protocole adapté pour évaluer les régions des visages qui exercent un contrôle discriminatif sur les réponses des sujets. La littérature dans ce domaine portant de manière privilégiée sur les personnes avec autisme de haut niveau, nous ne disposons que de peu d'informations chez les enfants avec autisme.

Dans la plupart des études effectuées chez les personnes avec autisme de haut niveau, il apparait que les performances diffèrent de participants contrôles pour certaines expressions en particulier, par exemple la peur. A cela s'ajoutent le fait que les individus avec autisme présentent très tôt des patterns d'observation des visages atypiques. Les personnes avec autisme regardent moins la région des yeux que des personnes au développement typique. Ces différences ont été retrouvées pour une partie des sujets au sein de l'expérience 4 seulement.

Le protocole employé dans l'expérience 4 nous a également permis de modifier les patterns d'observation des enfants avec autisme, ce qui a permis de modifier le contrôle discriminatif exercé par les différentes régions du visage. Cela permet de mettre en évidence qu'en modifiant les contingences de renforcement, il est possible d'établir un contrôle discriminatif par la région des yeux.

2. Le rôle des différentes régions du visage dans l'apprentissage de la discrimination des expressions faciales

Les recherches effectuées ici ont été basées sur le fait que la région des yeux du visage serait une région importante pour discriminer certaines expressions, par exemple la peur ou la surprise (Smith et al., 2005). Par ailleurs, des participants adultes autistes qui regardent moins la région des yeux ont plus de difficultés à discriminer les expressions du visage telles que la peur ou la surprise par exemple (Pelhrey, 2002).

Récemment, une explosion des recherches concernant la discrimination des expressions faciales menées chez des adultes au fonctionnement typique basées sur l'emploi d'outils de plus en plus sophistiqués a produit un grand nombre de résultats et selon les méthodologies et stimuli employés, les résultats divergent. Les études menées avec l'enregistrement des mouvements oculaires montrent en général que la région des yeux est la région principalement regardée, puis dans une moindre mesure celle de la bouche (Pelphrey, 2002). Certaines études suggèrent cependant que la localisation des fixations diffère en fonction des expressions (Eisenbarth et Alpers, 2011, Scheller, Büchel, Gamer, 2012), tandis que dans d'autres études, les patterns d'observation sont similaires quelle que soit l'expression (Pelphrey, 2002).

Il existerait par ailleurs des différences culturelles quant aux patterns d'observation des visages (Miellet, et Caldara, 2010). Les individus issus d'une culture occidentale présenteraient des fixations en direction des yeux et de la bouche, tandis que des personnes asiatiques présenteraient des fixations plus centrales, c'est-à-dire vers le nez, suggérant une discrimination basée sur les éléments disponibles de manière extra-fovéale sans que cela n'engendre d'écart entre les 2 groupes dans la capacité à discriminer des visages. Les limites inhérentes à l'emploi de cette mesure peuvent donc être suppléées par des méthodologies qui permettent d'évaluer plus précisément la façon dont les régions du visage contrôlent les réponses. Modifier les stimuli (par exemple, pour n'en révéler qu'une partie, tel qu'avec les Bulles), permet d'identifier plus précisément quelles régions contrôlent la discrimination. Cependant, selon le type de méthodologie employé, les expressions testées et les stimuli utilisés, la région des yeux (Nusseck, Cunningham, Wallraven, et Bülthoff, 2008) ou de la bouche (Blais, Fiset, Roy, Arguin, et Gosselin, 2012a) sera considérée comme la plus importante. Les mêmes divergences dans les résultats sont ainsi retrouvées que pour l'étude des mouvements oculaires. Qui plus est, les résultats obtenus sont décrits en se basant sur les moyennes obtenues pour plusieurs sujets. Or, il existe une variabilité chez les sujets adultes au fonctionnement typique que ce soit dans la façon de regarder les visages ou dans les régions impliquées dans la discrimination de visages (Blais, Fiset, Roy, Arguin, Gosselin, 2012b).

L'emploi de stimuli statiques pour lesquels les sujets disposent d'un temps d'observation donnée peut par ailleurs ne pas refléter le pattern d'observation des visages dans l'environnement naturel dans lequel les expressions du visage ne sont pas statiques. La dimension temporelle, la parole, peut également jouer un rôle.

Une autre limite de ce type d'étude est liée directement au type de stimuli employé. La plupart des études sont réalisées en employant des stimuli statiques, représentant des visages

exprimant différentes expressions faciales. Les expressions du visage basiques (Joie, peur, dégout, surprise, tristesse, colère) ont été décrites comme étant universelles (Ekman, 1999). Elles solliciteraient toutes un ensemble de muscles spécifiques résultant en une configuration propre à chaque émotion. Les photographies de visages employées sont réalisées en demandant à des acteurs de poser en réalisant les expressions définies comme correspondant typiquement aux 6 expressions basiques. Les conditions artificielles dans lesquelles sont réalisées les stimuli expérimentaux permettant d'étudier la discrimination des expressions faciales pourraient cependant biaiser les résultats obtenus. Plusieurs auteurs ont ainsi remis en cause la validité de la définition des différentes expressions faciales en tant que patterns d'actions faciales spécifiques telles que décrites par Ekman et Friesen en (Carroll et Russell, 1997, 1996 ; Russell, 1994 ; Barrett, 2007). Peu d'études existent sur la façon dont les expressions faciales sont émises dans l'environnement naturel. Une analyse des expressions émises par des acteurs de cinéma révèle que la plupart des expressions qu'ils émettent « naturellement » ne reprennent pas l'ensemble des mouvements faciaux décrits par Ekman et al. pour définir et classifier chacune des expressions basiques (Carroll et Russel, 1997).

Il est possible que dans nos tâches l'information fournie par la région de la bouche et des yeux soit redondante, ce qui permettrait aux individus de répondre de manière appropriée à partir d'une partie de l'expression seulement. Pour poursuivre ces recherches, il faudrait donc veiller à employer de nombreux stimuli dont la configuration présente une certaine variabilité afin de s'assurer de la généralisation des réponses à l'expression complète et non à une partie des stimuli seulement.

Les résultats obtenus au cours des différentes études réalisées au cours de cette thèse montrent cependant des différences entre les enfants avec autisme et des enfants au développement typique lorsque seule la région des yeux est expressive. Si les réponses des

enfants typiques sont contrôlées par la région des yeux, celles d'une partie des enfants avec autisme testées ne le sont pas. Par ailleurs, seul l'enfant avec autisme pour qui les réponses sont maintenues lorsque seule la région des yeux est expressive présente un pattern d'observation similaire à ceux constatés chez les enfants au développement typique. Les 2 enfants pour qui seule la région de la bouche semble exercer un contrôle discriminatif sur leurs réponses présentent des patterns d'observation atypiques. Si des différences apparaissent chez les personnes avec autisme quant à la façon dont les régions du visage contrôlent leurs réponses, mais qu'ils présentent des performances similaires, il n'est peut-être pas nécessaire de modifier leur pattern de réponse. Cependant, l'utilisation du regard comme réponse opérante a permis, pour ces sujets, de modifier la façon dont les stimuli contrôlent les réponses. Bien qu'au vu des études sur la discrimination des faciales, il ne soit pas nécessairement utile de modifier le contrôle discriminatif par la région des yeux, puisque ces sujets sont déjà capables de répondre dans la tâche où l'expression du visage est entièrement expressif, cette expérience a permis de mettre en évidence que la modification du pattern d'observation par renforcement a une influence sur les performances de discrimination. Dube et al. (2010) avaient également montré que la modification des patterns d'observation de sujets avec retard mental qui présentaient des performances témoignant d'une sur-sélectivité dans une tâche de matching-to-sample différé de stimuli composés permettaient d'améliorer la performance. Toutefois, tous les sujets n'ont pas bénéficié de manière égale de cette procédure. Dans notre étude, la procédure de renforcement des mouvements oculaires a permis d'améliorer les performances des 2 sujets, mais il faudrait tester un plus grand nombre de sujets afin de voir si celle-ci serait efficace, ainsi que vérifier le maintien du comportement dans le temps. Dans tous les cas, ces recherches permettent de mettre en évidence l'utilité de la notion de sur-sélectivité dans l'étude du développement du stimulus control chez les personnes avec autisme, dans la mesure où elle permet de mettre en place des stratégies

permettant de cibler les déficits repérés. Cela confirme le rôle des contingences de renforcement dans le développement de la discrimination des stimuli de l'environnement. Notre recherche permet d'étendre ces conclusions aux stimuli sociaux, tels que les expressions du visage. Ainsi, les patterns d'observation des visages émergent et sont sélectionnés par les contingences de renforcement.

Bien que cela n'ait pas été étudié au cours de cette thèse, nous pouvons de ce fait concevoir que c'est de cette façon que se développe la discrimination des stimuli sociaux chez le nourrisson. Si de nombreuses recherches cherchent à démontrer qu'il existe une préférence innée pour les visages, d'autres recherches tendent à montrer l'influence de l'environnement sur ce développement. L'analyse des patterns d'observation chez les très jeunes enfants met en évidence de nombreux changements dans la façon dont les enfants regardent les visages. Il semble donc que les interactions avec l'environnement jouent un rôle dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux. Afin de préciser ce rôle, il pourrait être intéressant de modifier le pattern d'observation de jeunes enfants afin de mesurer l'impact de ces modifications sur la discrimination de stimuli sociaux. Il pourrait également être intéressant d'entraîner de jeunes enfants à la discrimination de stimuli sociaux et de voir si une modification des patterns d'observation émergent après cet entraînement. Cela permettrait d'appuyer le rôle de l'environnement dans le développement de la discrimination de stimuli sociaux.

Nous avons vu comment l'approche opérante pouvait rendre compte de la mise en place des comportements impliqués dans la situation de référence sociale. En introduction, nous avons vu qu'un épisode de référence sociale implique typiquement la séquence d'évènements suivants : 1., la présentation d'un objet ou événement ambigu, 2., le regard de l'enfant qui se déplace de l'objet vers l'adulte, 3., l'adulte qui exprime une émotion, 4., un

comportement de l'enfant en lien avec l'objet ou événement. Lors de l'étude menée par Pelaez et al. (2012), tous les enfants, âgés de 4 mois, ont regardé le visage de leur mère pour au moins une partie des essais en ligne de base, même si l'expression de la mère n'exerce pas de contrôle discriminatif sur les réponses d'atteinte de l'objet. Les stimuli sociaux tels que les visages seraient des agents renforçateurs conditionnés. Dans le cadre de la référence sociale, l'enfant doit également discriminer que l'adulte est orienté (regard, posture) vers l'objet. Ce stimulus deviendra un renforçateur conditionné si dans l'histoire du sujet, 1., les comportements de l'adulte témoignant de son orientation vers l'objet ou l'événement sont prédictifs d'un changement de comportement de sa part suite à l'événement ou à l'apparition de l'objet, 2., cette réaction est prédictive d'une augmentation de la possibilité de renforcement (Dube, MacDonald, Mansfield, Holcomb, et Ahearn, 2004). Il est ainsi possible que la région des yeux, bien qu'elle ne soit pas indispensable pour discriminer les expressions, contrôlent également les réponses des individus au fonctionnement normal dans la mesure où la direction du regard est également importante. Plusieurs études font état des déficits au niveau de l'attention conjointe, qui implique que le regard d'autrui exerce un contrôle discriminatif sur les réponses d'un individu, chez les enfants avec autisme. Ceux-ci répondraient moins aux opportunités d'attention conjointe fournies par l'environnement social et initieraient mois d'épisodes également moins fréquemment que leurs pairs au développement typique. Une étude réalisée auprès d'enfants autistes a par exemple montré que ceux-ci suivaient moins le regard d'une autre personne en direction d'un objet en comparaison à des enfants au développement typique (Falck-Ytter Fernell, Hedvall, Hofsten, Gillberg, 2012). Les comportements impliqués dans l'attention conjointe commenceraient à être visibles aux alentours de l'âge de 6 mois, et continueraient de se développer jusqu'au milieu de la seconde année. Chez les enfants avec autisme, des différences concernant l'attention conjointe ont été mises en évidence dès l'âge de 8 mois (Ibanez, Grantz, et

Messinger, 2012). Une grande partie de la littérature porte sur les déficits d'attention conjointe chez les enfants avec autisme, notamment en raison du fait que le développement du langage serait influencé par l'attention conjointe. Par ailleurs elle est décrite comme un marqueur du développement social de l'enfant puisque la fonction des comportements impliqués dans l'attention conjointe serait d'obtenir l'attention de l'environnement social (Jones et Carr, 2005). Ainsi, de futures recherches visant à mettre en place l'acquisition de la discrimination des expressions du visage pourraient porter sur le fait que la région des yeux est une région pertinente si la direction du regard est discriminative. Puisque la situation de référence sociale implique une chaîne comportementale où le déplacement du regard de l'objet vers la mère et de la mère vers l'objet est également important, il faudrait employer une tâche où l'on s'assure que la direction du regard contrôle également les réponses du sujet.

D'autre part, nous avons vu dans le chapitre 1, que le bébé serait sensible à certains patterns. De nombreuses études s'intéressent à l'orientation précoce des nouveau-nés vers des visages schématiques, tentant de montrer qu'il existerait une préférence innée pour les visages. Certaines études ont mis en évidence que cette préférence pourrait s'expliquer non pas par le fait que les stimuli soient des visages, mais par des propriétés plus générales des stimuli, telles que les variations de contraste (Dannemiller, 1988 ; Kleiner, 1987). Les bébés semblent sensibles aux fréquentes spatiales hautes (Turati, 2004). Plutôt que d'utiliser des visages, il pourrait être intéressant d'employer des stimuli qui ne représentent pas des visages mais dont on fait varier la composition des éléments et les fréquences spatiales afin de voir quelles propriétés du stimulus sont pertinentes. Par ailleurs, il est possible que ces mesures soient plus sensibles que lorsque les stimuli employés sont des visages, plus particulièrement avant l'âge de 6 mois.

Il serait par ailleurs nécessaire d'adapter les tâches aux jeunes enfants et de se rapprocher des contingences naturelles. Une solution pourrait être d'utiliser par exemple directement le regard de l'enfant comme réponse plutôt que l'appui sur l'écran tactile lors des tâches de discrimination. Les tâches de matching-to-sample et de discrimination simple telles qu'employées ici ne nous ont pas permis de mettre en évidence la discrimination des expressions faciales chez tous les enfants, en particulier chez les très enfants (moins de 3 ans).

3. Matching to sample et discrimination simple

L'emploi des tâches de discrimination simple et de matching-to-sample arbitraire ont induit quelques difficultés lors de la phase d'apprentissage. Plusieurs procédures ont été utilisées mais il a été nécessaire d'utiliser une consigne verbale pour une partie des sujets. Dans la phase d'apprentissage du matching-to-sample, les sujets auxquels les appariements ont été présentés séparément avant d'être présentés aléatoirement au cours des sessions d'apprentissage ont atteint le critère d'acquisition pour les 2 premières phases. Lors de ces 2 premières phases un seul appariement est renforcé au cours des blocs d'essais. Par exemple le stimulus échantillon jaune est présenté avec un visage exprimant la peur et un visage exprimant la joie en comparaison. Cette situation peut être réduite à une situation de discrimination simple puisque le stimulus échantillon n'a pas de fonction discriminative. Dans la mesure où les sujets ont atteint le critère pour ces 2 phases, nous avons souhaité mettre en place une tâche de discrimination simple dans les expériences suivantes afin de faciliter l'atteinte du critère d'acquisition par les sujets. Or, tous les enfants de l'expérience 3 n'ont pas atteint le critère d'apprentissage lorsque les visages (le S+ et le S-) sont présentés simultanément. Il est possible que la présence du stimulus échantillon sur lesquels les participants devaient appuyer pour faire apparaître les stimuli comparaison dans l'expérience

2 ait favorisé le contrôle discriminatif de la réponse de choix par l'expression présentée. Plusieurs recherches font état de l'apport de procédures exigeant une réponse d'observation différentielle (verbale ou non verbale) pour faciliter l'apprentissage de discrimination simple et du matching-to-sample. Il aurait pu être intéressant d'exiger une réponse différentielle non verbale dans les phases d'apprentissage du matching-to-sample afin de voir si cela aurait amélioré les performances.

La tâche de discrimination simple simultanée utilisée dans l'expérience 4 a permis de mettre en évidence que pour certains sujets, la région des yeux du visage n'exerce pas de contrôle discriminatif sur la réponse. Lors de l'expérience 3, nous avons vu que pour les enfants au développement typique, la région des yeux est une région pertinente. La tâche employée a donc permis de mettre en évidence des différences dans la façon dont les régions du visage contrôlent les réponses des différents groupes de participants. Ici, les enfants de l'étude sont âgés de 3 ans. Or, comme nous l'avons dans le chapitre 2, des différences dans la façon dont les enfants qui plus tard reçoivent un diagnostic d'autisme apparaissent plus tôt. Il pourrait être intéressant d'employer ce type de tâche avec des enfants plus jeunes, par exemple à risque d'autisme, et avant le début du traitement comportemental, afin de voir si des différences sont mises en évidence de manière plus précoce avec ce type de tâche.

4. Implications pour le traitement comportemental de l'autisme

Pour une partie des enfants avec autisme bénéficiant d'une intervention comportementale précoce, il est dit que ceux-ci récupèrent un fonctionnement normal (Helt et al., 2008). Toutefois, nous ignorons les effets du traitement comportemental sur la façon dont les stimuli exercent un contrôle discriminatif sur les réponses des enfants ayant bénéficié d'un

traitement. Voos et al. (2012) ont par exemple cherché à évaluer l'effet d'une intervention précoce ciblant particulièrement le développement des interactions sociales chez 2 enfants avec autisme. Les mesures des patterns d'observation des visages avant et après traitement suggèrent que pour l'enfant qui a bénéficié le plus du traitement, un rapprochement du pattern d'observation des visages observé chez les enfants au développement typique est observé, en ce sens que la supériorité du temps de regard pour la bouche constatée avant traitement n'est pas retrouvée après traitement. Il serait ainsi intéressant d'évaluer les enfants avant et après traitement afin de voir si des changements dans la façon dont les éléments du visage contrôlent les réponses des enfants du fait du traitement comportemental. Actuellement, le traitement est mené sans avoir accès de façon précise à la façon dont les stimuli contrôlent les réponses des sujets. Il pourrait également être intéressant de voir si des différences systématiques, c'est-à-dire chez tous les enfants, sont trouvées avant l'accès au traitement. En effet, les résultats obtenus concernant l'efficacité des traitements comportementaux révèlent que tous les enfants ne bénéficient pas de la même façon du traitement. Certains auteurs ont dégagés 2 profils d'enfants, ceux qui présentent un profil d'apprentissage rapide et ceux qui présentent un profil d'apprentissage modéré (Sallows et Graupner, 2005). Le niveau d'imitation, de langage et les réponses aux stimulations sociales au démarrage du traitement constituent les meilleurs prédicteurs de l'issue du traitement. Il serait donc intéressant de comparer la façon dont les enfants répondent aux stimuli sociaux dans les tâches proposées ici avant traitement afin de voir s'il existe un lien avec la rapidité d'apprentissage de l'enfant. Enfin, modifier les patterns d'observation d'enfants qui présentent des différences dans la façon dont les stimuli sociaux contrôlent leur comportement permettrait peut-être d'accélérer le traitement, ou de permettre aux enfants qui présentent un profil d'apprentissage modéré d'obtenir des gains plus substantiels du traitement. Bien que la durée du traitement requise soit de 3-4 ans, il apparaît que les gains réalisés par les enfants ayant un profil d'apprentissage

rapide sont majoritairement réalisés lors de la première année de traitement. Evaluer la façon dont les jeunes enfants avec autisme répondent aux stimuli, sociaux ou non, en début du traitement, et modifier leur pattern de réponse pourrait permettre d'accélérer l'apprentissage, en particulier pour les enfants ayant un profil d'apprentissage modéré.

Alternativement, il est possible que l'hétérogénéité de l'autisme induise des différences critiques pour seulement une partie des personnes atteinte d'autisme. Miles (2005) a par exemple réalisé une étude épidémiologique qui révèle 2 sous-types d'autisme. Le premier, qu'il nomme autisme complexe (complex autism, en anglais) est marqué par une légère dysmorphie, un QI plus faible, de plus fréquentes crises d'épilepsie, des EEG et MRI anormaux plus fréquents que les personnes avec autisme essentiel. Pour les personnes avec autisme essentiel, il y aurait par ailleurs plus de personnes atteintes au sein d'une même famille, et une probabilité accrue qu'un autre membre de la fratrie soit atteint, un ratio garçon/fille plus important et un début plus tardif. Les personnes avec autisme complexe représenteraient 20% de la population d'autistes évaluée. Thompson (2009) a proposé qu'un parallèle puisse être fait entre le rythme d'apprentissage qui distingue 2 sous-groupes d'enfants dans la façon dont ils répondent au traitement intensif précoce dans l'étude de Sallow et Graupner et la classification opérée par Miles. Il est ainsi possible que les personnes présentant les caractéristiques d'autisme essentiel répondraient ainsi mieux au traitement intensif que ceux avec autisme complexe. Si tel est le cas, alors utiliser des méthodes précises d'évaluation de la discrimination des stimuli sociaux pourrait participer à la définition de marqueurs comportementaux permettant de prédire la réponse au traitement et d'individualiser celui-ci. Le fait que les études réalisées chez les très jeunes enfants citées dans le chapitre 2 montrent des résultats variables selon les enfants pourrait être ainsi du au fait que différents sous-types d'autisme soient présents dans le groupe testé.

L'efficacité du traitement comportemental semble également être sous-tendue par la précocité du traitement (Howard, 2005). Développer des outils diagnostiques précoces pourrait permettre d'obtenir des résultats plus favorables et également permettre de diminuer la durée du traitement.

5. Diagnostic précoce

De nombreux marqueurs génétiques ont été impliqués dans le syndrome autistique mais à l'heure actuelle ils ne permettent pas de rendre compte de l'ensemble des cas diagnostiqués (Yirmiya, 2010). Parallèlement, la découverte de marqueurs comportementaux précoces permettrait d'agir plus tôt pour modifier la trajectoire comportementale des enfants à suspicion d'autisme. Plus l'autisme est détecté tôt, meilleures sont les chances que l'enfant se rapproche d'une trajectoire développementale typique (Howard, Sparkman, Cohen, Green, et Stanislaw, 2005; McEachin, Smith, & Lovaas, 1993; Sallows et Graupner,2005). En effet, la façon dont les enfants avec autisme répondent aux stimuli de leur environnement social pourrait aboutir au fait que les comportements des parents par exemple, ne soient pas suffisamment renforcés. En conséquence, le développement de l'enfant ne suivrait pas la trajectoire de développement typiquement observée, et cela expliquerait peut-être le phénomène de régression. Il est possible que certains déficits, présents de façon simultanée mais pas forcément détectés, modifient les conduites de l'entourage. L'enfant aurait alors moins d'opportunités d'interactions avec l'environnement social. Ceci pourrait par exemple aboutir, à terme, à la disparition des vocalisations observées chez certains enfants.

Il apparaît qu'à partir de l'âge de 12 mois, plusieurs marqueurs comportementaux sont prédicteurs d'un diagnostic d'autisme. A l'âge de 6 mois, les résultats sont plus contrastés.

Les études citées dans le chapitre 2 montrent qu'à cet âge, les enfants qui plus tard recevront un diagnostic d'autisme répondent comme les enfants au développement typique aux stimulations sociales provenant de l'adulte. Les 2 groupes d'enfants ne se distinguent pas par rapport au contact oculaire ou aux sourires sociaux par exemple. Dans l'étude de Young et al, les enfants qui recevront un diagnostic d'autisme à 24 mois présentent à 6 mois un pattern d'observation des visages similaire à celui des enfants typiques. Young et al ont observé que certains enfants de leur étude regardaient plus souvent la bouche que la région des yeux du visage de leur mère. Ce pattern d'observation des visages à 6 mois est corrélé avec le développement du langage à 24 mois. Les enfants qui regardent la bouche à 6 mois présentent ainsi un meilleur langage à 24 mois. Lewkowicz et Hansen-Tift (2012) ont enregistré les mouvements oculaires d'enfants âgés de 4, 6, 8, 10 et 12 mois auxquels a été présenté la vidéo d'une femme récitant un monologue. Ils ont observé qu'entre 4 et 8 mois, le pattern d'observation des enfants change. Alors qu'ils regardent principalement la bouche à 4 mois, cette préférence décline graduellement et s'inverse au profit de la bouche à 8 mois. A 12 mois, il n'y a plus de préférence, les enfants regardant en moyenne autant la région des yeux que la bouche. Entre 5 et 10 mois, le babillage canonique (répétition de syllabes) se développe (Oller, Eilers, Neal, Cobo-Lewis, 1998). Il pourrait donc y avoir un lien entre le fait de regarder la bouche durant cette période et le développement du langage. Les interactions parent-enfants évoluent de manière importante lors de la première année de vie. Le contact oculaire se met en place très tôt, puis les interactions vont impliquer des objets, et servir de base au développement de l'attention conjointe. Parallèlement le langage commence à se développer. Si tel est le cas, alors il est possible que l'absence de différence observée soit due au fait que les mesures employées ne soient pas assez sensibles. Il est possible que les patterns d'observation des visages ne permettent pas de dépister précocement de possibles différences dans la façon dont ces enfants répondent aux stimuli sociaux. Employer une tâche qui évalue

précisément la façon dont les stimuli sociaux exercent un contrôle discriminatif sur les réponses des enfants fournirait peut-être des éléments de dépistage plus précoces à cet âge, en combinaison avec d'autres éléments.

6. Conclusion générale

Nous avons vu que bien que la discrimination des stimuli sociaux chez les jeunes enfants a fait l'objet de nombreuses études, la plupart des recherches entreprises ont pour objectif de révéler à partir de quand l'enfant est sensible aux stimuli sociaux et restent corrélationnelles. L'environnement joue un rôle important dans la mise en place de ces comportements. Cependant, nous manquons encore d'informations sur la façon dont cette discrimination se met en place. Au regard de la littérature, il semblerait que des différences apparaissent dans la façon dont les régions du visage exercent un contrôle discriminatif sur les réponses des personnes avec autisme en comparaison à des individus au fonctionnement normal. Les travaux de cette thèse avaient tout d'abord pour objectif de mieux comprendre la façon dont de jeunes enfants avec autisme discriminent les stimuli sociaux, en particulier ici les expressions faciales. Un autre objectif a consisté à mettre en évidence l'influence de l'environnement sur ce développement. Cela nous a permis de montrer que la modification des patterns d'observation a permis de modifier la façon dont les éléments du visage contrôlent les réponses des enfants avec autisme. Ces recherches pourraient être poursuivies auprès de jeunes enfants afin de confirmer le rôle de l'environnement dans le développement de la discrimination des stimuli sociaux.

Bibliographie

Adamson, L. B., & Frick, J. E. (2003). The Still Face: A History of a Shared Experimental Paradigm. *Infancy*, *4*(4), 451-473. doi:10.1207/S15327078IN0404_01

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. doi:10.1080/17470910601040772

Augustson, K. G., & Dougher, M. J. (1991). Teaching conditional discrimination to young children: Some methodological successes and failures. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin, 9,* 21–24.

Baillargeon, Renee. (1986). Representing the existence and the location of hidden objects: Object permanence in 6- and 8-month-old infants. *Cognition*, *23*(1), 21-41. doi:10.1016/0010-0277(86)90052-1

Baillargeon, Renée. (1987a). Object permanence in 3½- and 4½-month-old infants. *Developmental Psychology*, *23*(5), 655-664. doi:10.1037/0012-1649.23.5.655

Baillargeon, Renée. (1987b). Young infants' reasoning about the physical and spatial properties of a hidden object. *Cognitive Development*, *2*(3), 179-200. doi:10.1016/S0885-2014(87)90043-8

Baron-Cohen, S. (1989). The autistic child's theory of mind: A case of specific developmental delay. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *30*(2), 285-297. doi:10.1111/j.1469-7610.1989.tb00241.x

Barrera, M. E., & Maurer, D. (1981). The Perception of Facial Expressions by the Three-Month-Old. *Child Development*, *52*(1), 203. doi:10.2307/1129231

Barrett, L. F. (2006). Are Emotions Natural Kinds? *Perspectives on Psychological Science, 1*(1), 28-58. doi:10.1111/j.1745-6916.2006.00003.x

Baum, W. M. (1994). *Understanding Behaviorism: Science, Behavior, and Culture*. HarperCollins College Publishers.

Bijou, S. W., & Baer, D. M. (1965). *Child development*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Blais, C., Fiset, D., Roy, C., Arguin, M., & Gosselin, F. (2012). Individual differences in the visual strategies underlying facial expression categorization. *Journal of Vision*, *12*(9), 1283-1283. doi:10.1167/12.9.1283

Blais, Caroline, Roy, C., Fiset, D., Arguin, M., & Gosselin, F. (2012). The eyes are not the window to basic emotions. *Neuropsychologia*, *50*(12), 2830-2838. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.08.010

Blampied, M., Johnston, L., Miles, L., & Liberty, K. (2010). Sensitivity to differences between enjoyment and non-enjoyment smiles in children with autism spectrum disorder. *The British journal of developmental psychology*, *28*(Pt 2), 483-489.

Boraston, Z. L., Corden, B., Miles, L. K., Skuse, D. H., & Blakemore, S.-J. (2008). Brief Report: Perception of Genuine and Posed Smiles by Individuals with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *38*(3), 574-580. doi:10.1007/s10803-007-0421-1

Bryson, S. E., Zwaigenbaum, L., Brian, J., Roberts, W., Szatmari, P., Rombough, V., & McDermott, C. (2007). A Prospective Case Series of High-risk Infants who Developed Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(1), 12-24. doi:10.1007/s10803-006-0328-2

Bushnell, I. W. R., Sai, F., & Mullin, J. T. (s. d.). Neonatal recognition of the mother's face. *British journal of developmental psychology*, *7*(1), 3-15.

Caron, R. F., Caron, A. J., & Myers, R. S. (1982). Abstraction of Invariant Face Expressions in Infancy. *Child Development*, *53*(4), 1008. doi:10.2307/1129141

Caron, R. F., Caron, A. J., & Myers, R. S. (1985). Do Infants See Emotional Expressions in Static Faces? *Child Development*, *56*(6), 1552. doi:10.2307/1130474

Carroll, J. M., & Russell, J. A. (1996). Do facial expressions signal specific emotions? Judging emotion from the face in context. *Journal of Personality and Social Psychology*, *70*(2), 205-218. doi:10.1037/0022-3514.70.2.205

Carroll, J. M., & Russell, J. A. (1997). Facial expressions in Hollywood's protrayal of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *72*(1), 164-176. doi:10.1037/0022-3514.72.1.164

Castelli, F. (2005). Understanding emotions from standardized facial expressions in autism and normal development. *Autism*, *9*(4), 428-449. doi:10.1177/1362361305056082

Celani, G., Battacchi, M. W., & Arcidiacono, L. (1999a). The Understanding of the Emotional Meaning of Facial Expressions in People with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *29*(1), 57-66. doi:10.1023/A:1025970600181

Celani, G., Battacchi, M. W., & Arcidiacono, L. (1999b). The Understanding of the Emotional Meaning of Facial Expressions in People with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *29*(1), 57-66. doi:10.1023/A:1025970600181

Chauvin, A., Worsley, K. J., Schyns, P. G., Arguin, M., & Gosselin, F. (2005). Accurate statistical tests for smooth classification images. *Journal of Vision*, *5*(9), 659-667. doi:10.1167/5.9.1

Cohn, J. F., & Tronick, E. Z. (1987). Mother–infant face-to-face interaction: The sequence of dyadic states at 3, 6, and 9 months. *Developmental Psychology*, *23*(1), 68-77. doi:10.1037/0012-1649.23.1.68

Cornew, L., Dobkins, K. R., Akshoomoff, N., McCleery, J. P., & Carver, L. J. (2012). Atypical social referencing in infant siblings of children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, *42*(12), 2611-2621. doi:10.1007/s10803-012-1518-8

Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., … Davidson, R. J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature neuroscience*, *8*(4), 519-526. doi:10.1038/nn1421

Dannemiller, J. L., & Stephens, B. R. (1988). A Critical Test of Infant Pattern Preference Models. *Child Development*, *59*(1), 210. doi:10.2307/1130403

Dawson, G. (2008). Early behavioral intervention, brain plasticity, and the prevention of autism spectrum disorder. *Development and psychopathology*, *20*(3), 775-803. doi:10.1017/S0954579408000370

Dawson, G., Toth, K., Abbott, R., Osterling, J., Munson, J., Estes, A., & Liaw, J. (2004). Early Social Attention Impairments in Autism: Social Orienting, Joint Attention, and Attention to Distress. *Developmental Psychology*, *40*(2), 271-283. doi:10.1037/0012-1649.40.2.271

De Haan, M., Johnson, M. H., Maurer, D., & Perrett, D. I. (2001). Recognition of individual faces and average face prototypes by 1- and 3-month-old infants. *Cognitive Development*, *16*(2), 659-678. doi:10.1016/S0885-2014(01)00051-X

Devany, J. M., Hayes, S. C., & Nelson, R. O. (1986). Equivalence class formation in language-able and language-disabled children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *46*(3), 243-257. doi:10.1901/jeab.1986.46-243

Dickson, C. A., Deutsch, C. K., Wang, S. S., & Dube, W. V. (2006). Matching-to-sample assessment of stimulus overselectivity in students with intellectual disabilities. *American journal of mental retardation: AJMR*, *111*(6), 447-453. doi:10.1352/0895-8017(2006)111[447:MAOSOI]2.0.CO;2

Drash, P. W., & Tudor, R. M. (2004). An analysis of autism as a contingency-shaped disorder of verbal behavior. *The Analysis of verbal behavior*, *20*, 5-23.

Dube, W V, & McIlvane, W. J. (1999). Reduction of stimulus overselectivity with nonverbal differential observing responses. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *32*(1), 25-33. doi:10.1901/jaba.1999.32-25

Dube, William V., Dickson, C. A., Balsamo, L. M., O'Donnell, K. L., Tomanari, G. Y., Farren, K. M., … McIlvane, W. J. (2010). Observing Behavior and Atypically Restricted Stimulus Control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *94*(3), 297-313.

Eisenbarth, H., & Alpers, G. W. (2011). Happy mouth and sad eyes: scanning emotional facial expressions. *Emotion (Washington, D.C.)*, *11*(4), 860-865. doi:10.1037/a0022758

Ekman, P. & Friesen, W. V. (1976). *Pictures of Facial Affect.* Palo Alto. CA: Consulting Psychologists Press.

Ekman, P. (1999). Facial Expressions. Dans . Dalgleish, T., & Power, M. *Handbook of Cognition and Emotion*. New York : John Wiley & Sons Ltd.

Falck-Ytter, T., Fernell, E., Hedvall, Å. L., Hofsten, C. von, & Gillberg, C. (2012). Gaze Performance in Children with Autism Spectrum Disorder when Observing Communicative Actions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*(10), 2236-2245. doi:10.1007/s10803-012-1471-6

Fantz, R. L. (1963). Pattern vision in newborn infants. *Science*, *140*(Whole No. 3564), 296-297. doi:10.1126/science.140.3564.296

Farroni, T., Menon, E., Rigato, S., & Johnson, M. H. (2007). The perception of facial expressions in newborns. *The European journal of developmental psychology*, *4*(1), 2-13. doi:10.1080/17405620601046832

Fombonne, E. (2005). The Changing Epidemiology of Autism. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, *18*(4), 281–294. doi:10.1111/j.1468-3148.2005.00266.x

Frank, M. C., Vul, E., & Johnson, S. P. (2009). Development of infants' attention to faces during the first year. *Cognition*, *110*(2), 160-170. doi:10.1016/j.cognition.2008.11.010

Frank, M. G., Ekman, P., & Friesen, W. V. (1993). Behavioral markers and recognizability of the smile of enjoyment. *Journal of Personality and Social Psychology*, *64*(1), 83-93. doi:10.1037/0022-3514.64.1.83

Gauthier, I., & Nelson, C. (2001). The development of face expertise. *Curr Opin Neurobiol*, *11*(2), 219-224.

Geldart, S., Mondloch, C. J., Maurer, D., De Schonen, S., & Brent, H. P. (2002). The effect of early visual deprivation on the development of face processing. *Developmental Science*, *5*(4), 490–501. doi:10.1111/1467-7687.00242

Gibson, B. M., Wasserman, E. A., Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Applying Bubbles to Localize Features That Control Pigeons' Visual Discrimination Behavior. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *31*(3), 376-382. doi:10.1037/0097-7403.31.3.376

Goren, C. C., Sarty, M., & Wu, P. Y. K. (1975). Visual Following and Pattern Discrimination of Face-like Stimuli by Newborn Infants. *Pediatrics*, *56*(4), 544-549.

Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2001). Bubbles: a technique to reveal the use of information in recognition tasks. *Vision Research*, *41*(17), 2261-2271. doi:10.1016/S0042-6989(01)00097-9

Gusella, J. L., Muir, D., & Tronick, E. Z. (1988). The Effect of Manipulating Maternal Behavior during an Interaction on Three- and Six-Month-Olds' Affect and Attention. *Child Development*, *59*(4), 1111. doi:10.2307/1130278

Happé, F., & Frith, U. (2006). The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive Style in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(1), 5-25. doi:10.1007/s10803-005-0039-0

Happé, F., Ronald, A., & Plomin, R. (2006). Time to give up on a single explanation for autism. *Nature neuroscience*, *9*(10), 1218-1220. doi:10.1038/nn1770

Helt, M., Kelley, E., Kinsbourne, M., Pandey, J., Boorstein, H., Herbert, M., & Fein, D. (2008). Can Children with Autism Recover? If So, How? *Neuropsychology Review*, *18*(4), 339-366. doi:10.1007/s11065-008-9075-9

Hernstein, R. J., Loveland, D. H., & Cable, C. (1976). Natural concepts in pigeons. *Journal of experimental psychology. Animal behavior processes*, *2*(4), 285-302.

Heron-Delaney, M., Anzures, G., Herbert, J. S., Quinn, P. C., Slater, A. M., Tanaka, J. W., … Pascalis, O. (2011). Perceptual Training Prevents the Emergence of the Other Race Effect during Infancy. (A. Sirigu, éd.)*PLoS ONE*, *6*(5), e19858. doi:10.1371/journal.pone.0019858

Hill, E. L. (2004a). Evaluating the theory of executive dysfunction in autism. *Developmental Review*, *24*(2), 189-233. doi:10.1016/j.dr.2004.01.001

Hill, E. L. (2004b). Executive dysfunction in autism☆. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(1), 26-32. doi:10.1016/j.tics.2003.11.003

Hughes, C., Russell, J., & Robbins, T. W. (1994). Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*, *32*(4), 477-492. doi:10.1016/0028-3932(94)90092-2

Huguenin, N.H. (2008). Assessing visual attention to letters and words in young children using multiple testing procedures. *Behavior Analysis and Technology Monograph* 080415, 1-23.

Humphreys, K., Gosselin, F., Schyns, P. G., & Johnson, M. H. (2006). Using « Bubbles » with babies: a new technique for investigating the informational basis of infant perception. *Infant behavior & development*, *29*(3), 471-475. doi:10.1016/j.infbeh.2006.02.002

Hunnius, S., & Geuze, R. H. (2004). Developmental Changes in Visual Scanning of Dynamic Faces and Abstract Stimuli in Infants: A Longitudinal Study. *Infancy*, *6*(2), 231–255. doi:10.1207/s15327078in0602_5

Hutman, T., Rozga, A., DeLaurentis, A. D., Barnwell, J. M., Sugar, C. A., & Sigman, M. (2010). Response to distress in infants at risk for autism: a prospective longitudinal study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *51*(9), 1010-1020. doi:10.1111/j.1469-7610.2010.02270.x

Ibañez, L. V., Grantz, C. J., & Messinger, D. S. (2012). The Development of Referential Communication and Autism Symptomatology in High-Risk Infants. *Infancy*, n/a–n/a. doi:10.1111/j.1532-7078.2012.00142.x

Ibanez, L. V., Messinger, D. S., Newell, L., Lambert, B., & Sheskin, M. (2008). Visual disengagement in the infant siblings of children with an autism spectrum disorder (ASD). *Autism*, *12*(5), 473-485. doi:10.1177/1362361308094504

Ivar, O., Smith, T., & McEachin, J. J. (1989). Clarifying comments on the young autism study: Reply to Schopler, Short, and Mesibov. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *57*(1), 165-167. doi:10.1037/0022-006X.57.1.165

Jones, E. A., & Carr, E. G. (2004). Joint Attention in Children With Autism Theory and Intervention. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *19*(1), 13-26. doi:10.1177/10883576040190010301

Jones, W., Carr, K., & Klin, A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Archives of general psychiatry*, *65*(8), 946-954. doi:10.1001/archpsyc.65.8.946

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. doi:10.1111/1469-7610.00142

Kelly, D. J., Quinn, P. C., Slater, A. M., Lee, K., Ge, L., & Pascalis, O. (2007). The Other-Race Effect Develops During Infancy Evidence of Perceptual Narrowing. *Psychological Science*, *18*(12), 1084-1089. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.02029.x

Kleiner, K. A., & Banks, M. S. (1987). Stimulus energy does not account for 2-month-olds' face preferences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *13*(4), 594-600. doi:10.1037/0096-1523.13.4.594

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.

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*(11), 831-843. doi:10.1038/nrn1533

Legerstee, M., Pomerleau, A., Malcuit, G., & Feider, H. (1987). The development of infants' responses to people and a doll: Implications for research in communication. *Infant Behavior and Development*, *10*(1), 81-95. doi:10.1016/0163-6383(87)90008-7

Lewis, M. (2004). Face-space-R: Towards a unified account of face recognition. *Visual Cognition*, *11*(1), 29-69. doi:10.1080/13506280344000194

Lewkowicz, D. J., & Hansen-Tift, A. M. (2012). Infants deploy selective attention to the mouth of a talking face when learning speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(5), 1431-1436. doi:10.1073/pnas.1114783109

Lovaas, O. I. (1987). Behavioral Treatment and Normal Educational and Intellectual Functioning in Young Autistic Children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *55*(1), 3-9.

Lovaas, O. I., & Schreibman, L. (1971). Stimulus overselectiv1ty of autistic children in a two stimulus situation. *Behaviour Research and Therapy*, *9*(4), 305-310. doi:10.1016/0005-7967(71)90042-8

Malcuit, G., Pomerleau, A., & Lamarre, G. (1988). Habituation, visual fixation and cognitive activity in infants: A critical analysis and attempt at a new formulation. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, *8*(5), 415-440.

Maurer, D., & Barrera, M. (1981). Infants' Perception of Natural and Distorted Arrangements of a Schematic Face. *Child Development*, *52*(1), 196. doi:10.2307/1129230

Maurer, D., & Salapatek, P. (1976). Developmental Changes in the Scanning of Faces by Young Infants. *Child Development*, *47*(2), 523. doi:10.2307/1128813

McEachin, J. J., Smith, T., & Lovaas, O. I. (1993). Long-term outcome for children with autism who received early intensive behavioral treatment. *American journal of mental retardation: AJMR*, *97*(4), 359-372; discussion 373-391.

McHugh, L., & Reed, P. (2007). Age Trends in Stimulus Overselectivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *88*(3), 369-380. doi:10.1901/jeab.2007.88-369

Merin, N., Young, G. S., Ozonoff, S., & Rogers, S. J. (2007). Visual Fixation Patterns during Reciprocal Social Interaction Distinguish a Subgroup of 6-Month-Old Infants At-Risk for Autism from Comparison Infants. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(1), 108-121. doi:10.1007/s10803-006-0342-4

Miellet, S., & Caldara, R. (2010). When East meets West: gaze-contingent Blindspots abolish cultural diversity in eye movements for faces. *Journal of Vision*, *10*(7), 703-703. doi:10.1167/10.7.703

Miles, J. h., Takahashi, T. n., Bagby, S., Sahota, P. k., Vaslow, D. f., Wang, C. h., … Farmer, J. e. (2005). Essential versus complex autism: Definition of fundamental prognostic subtypes. *American Journal of Medical Genetics Part A*, *135A*(2), 171–180. doi:10.1002/ajmg.a.30590

Montague, D. P. F., & Walker-Andrews, A. S. (2001). Peekaboo: A New Look on Infants' Perception of Emotion Expressions. *Developmental Psychology*, *37*(6), 826-38.

Morton, J., & Johnson, M. H. (1991). CONSPEC and CONLERN: a two-process theory of infant face recognition. *Psychological review*, *98*(2), 164-181.

Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced Perceptual Functioning in Autism: An Update, and Eight Principles of Autistic Perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*(1), 27-43. doi:10.1007/s10803-005-0040-7

Nelson, C. A. (1987). The Recognition of Facial Expressions in the First Two Years of Life: Mechanisms of Development. *Child Development*, *58*(4), 889. doi:10.2307/1130530

Nelson, C. A., & Dolgin, K. G. (1985). The Generalized Discrimination of Facial Expressions by Seven-Month-Old Infants. *Child Development*, *56*(1), 58. doi:10.2307/1130173

Nusseck, M., Cunningham, D. W., Wallraven, C., & Bülthoff, H. H. (2008). The contribution of different facial regions to the recognition of conversational expressions. *Journal of Vision*, *8*(8). doi:10.1167/8.8.1

Oller, D. K., Eilers, R. E., Neal, A. R., & Cobo-Lewis, A. B. (1998). Late Onset Canonical Babbling: A Possible Early Marker of Abnormal Development. *American Journal on Mental Retardation*, *103*(3), 249-63.

Osterling, J. A., Dawson, G., & Munson, J. A. (2002). Early recognition of 1-year-old infants with autism spectrum disorder versus mental retardation. *Development and Psychopathology*, *14*(02), 239-251. doi:10.1017/S0954579402002031

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*(3), 247-257. doi:10.1007/BF02172225

Pascalis, O., Scott, L. S., Kelly, D. J., Shannon, R. W., Nicholson, E., Coleman, M., & Nelson, C. A. (2005). Plasticity of face processing in infancy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(14), 5297-5300. doi:10.1073/pnas.0406627102

Pascalis, Olivier, De Schonen, S., Morton, J., Deruelle, C., & Fabre-Grenet, M. (1995). Mother's face recognition by neonates: A replication and an extension. *Infant Behavior and Development*, *18*(1), 79-85. doi:10.1016/0163-6383(95)90009-8

Pascalis, Olivier, Haan, M. de, & Nelson, C. A. (2002). Is Face Processing Species-Specific During the First Year of Life? *Science*, *296*(5571), 1321-1323. doi:10.1126/science.1070223

Pelaez, M., Virues-Ortega, J., & Gewirtz, J. L. (2012). Acquisition of social referencing via discrimination training in infants. *Journal of applied behavior analysis*, *45*(1), 23-36. doi:10.1901/jaba.2012.45-23

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. doi:10.1023/A:1016374617369

Pierce, W. D., & Cheney, W. D. P. C. D. (2004). *Behavior Analysis and Learning 3rd*. Routledge.

Pilgrim, C., Jackson, J., & Galizio, M. (2000). Acquisition of arbitrary conditional discriminations by young normally developing children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *73*(2), 177-193. doi:10.1901/jeab.2000.73-177

Quinn, P. C., Yahr, J., Kuhn, A., Slater, A. M., & Pascalis, O. (2002). Representation of the gender of human faces by infants: A preference for female. *Perception*, *31*(9), 1109 – 1121. doi:10.1068/p3331

Riby, D. M., & Hancock, P. J. B. (2009). Do Faces Capture the Attention of Individuals with Williams Syndrome or Autism? Evidence from Tracking Eye Movements. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *39*(3), 421-431. doi:10.1007/s10803-008-0641-z

Rivière, V., Darcheville, J. ., & Clément, C. (2000). Rapid timing of transitions in inter-reinforcement interval duration in infants. *Behavioural Processes*, *52*(2–3), 109-115. doi:10.1016/S0376-6357(00)00130-3

Roth, W. E., & Gewirtz, J. L. (1998). What functional analysis can offer to the study of emotions and their development. *Revista mexicana de análisis de la conducta = Mexican journal of behavior analysis*, *24*(2), 225-238.

Rovee-Collier, C., Sullivan, M., Enright, M., Lucas, D., & Fagen, J. (1980). Reactivation of infant memory. *Science*, *208*(4448), 1159-1161. doi:10.1126/science.7375924

Russell, J. A. (1994). Is there universal recognition of emotion from facial expressions? A review of the cross-cultural studies. *Psychological Bulletin*, *115*(1), 102-141. doi:10.1037/0033-2909.115.1.102

Sai, F. Z. (2005). The role of the mother's voice in developing mother's face preference: Evidence for intermodal perception at birth. *Infant and Child Development*, *14*(1), 29–50. doi:10.1002/icd.376

Sallows, G. O., & Graupner, T. D. (s. d.). Intensive behavioral treatment for children with autism : Four-year outcome and predictors. *American journal on mental retardation*, *110*(6), 417-438.

Saunders, K. J., & Spradlin, J. E. (1989). Conditional discrimination in mentally retarded adults: the effect of training the component simple discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *52*(1), 1-12. doi:10.1901/jeab.1989.52-1

Saunders, K. J., & Spradlin, J. E. (1990). Conditional discrimination in mentally retarded adults: the development of generalized skills. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *54*(3), 239-250. doi:10.1901/jeab.1990.54-239

Scheller, E., Büchel, C., & Gamer, M. (2012). Diagnostic Features of Emotional Expressions Are Processed Preferentially. *PLoS ONE*, *7*(7), e41792. doi:10.1371/journal.pone.0041792

Schlinger, H. D. (c1995.). *A Behavior analytic view of child development*. New York :: Plenum Press,.

Schöner, G., & Thelen, E. (2006). Using dynamic field theory to rethink infant habituation. *Psychological Review*, *113*(2), 273-299. doi:10.1037/0033-295X.113.2.273

Schroeder, S. R., & Holland, J. G. (1968). Operant control of eye movements. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *1*(2), 161-166. doi:10.1901/jaba.1968.1-161

Scott, L. S., Pascalis, O., & Nelson, C. A. (2007). A Domain-General Theory of the Development of Perceptual Discrimination. *Current Directions in Psychological Science*, *16*(4), 197-201. doi:10.1111/j.1467-8721.2007.00503.x

Sidman, M. (2008). Reflections on Stimulus Control. *The Behavior Analyst*, *31*(2), 127.

Sidman, M., & Stoddard, L. T. (1967). The effectiveness of fading in programming a simultaneous form discrimination for retarded children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *10*(1), 3-15. doi:10.1901/jeab.1967.10-3

Sigman, M. D., Kasari, C., Kwon, J.-H., & Yirmiya, N. (1992). Responses to the Negative Emotions of Others by Autistic, Mentally Retarded, and Normal Children. *Child Development*, *63*(4), 796–807. doi:10.1111/j.1467-8624.1992.tb01662.x

Slater, A. (s. d.). Visual perception in the newborn infant: issues and debates. *Intellectica*, (34), 57-76.

Smith, M. L., Cottrell, G. W., Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Transmitting and Decoding Facial Expressions. *Psychological Science*, *16*(3), 184-189. doi:10.1111/j.0956-7976.2005.00801.x

Soken, N. H., & Pick, A. D. (1999). Infants' Perception of Dynamic Affective Expressions: Do Infants Distinguish Specific Expressions? *Child Development*, *70*(6), 1275–1282. doi:10.1111/1467-8624.00093

Sorce, J. F., Emde, R. N., Campos, J. J., & Klinnert, M. D. (1985). Maternal emotional signaling: Its effect on the visual cliff behavior of 1-year-olds. *Developmental Psychology*, *21*(1), 195-200. doi:10.1037/0012-1649.21.1.195

Spezio, M. L., Adolphs, R., Hurley, R. S. E., & Piven, J. (2007). Abnormal Use of Facial Information in High-Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(5), 929-939. doi:10.1007/s10803-006-0232-9

Striano, T., & Rochat, P. (2000). Emergence of Selective Social Referencing in Infancy. *Infancy*, *1*(2), 253–264. doi:10.1207/S15327078IN0102_7

Terrace, H. S. (1963). Errorless transfer of a discrimination across two continua. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*(2), 223-232. doi:10.1901/jeab.1963.6-223

Thibault, P., Gosselin, P., Brunel, M.-L., & Hess, U. (2009). Children's and adolescents' perception of the authenticity of smiles. *Journal of experimental child psychology*, *102*(3), 360-367. doi:10.1016/j.jecp.2008.08.005

Thompson, T: (2009, January). Autism : Early intervention and brain development. Communication présentée à l'ABAI Autism Conference, Chicago, Illinois.

Trepagnier, C., Sebrechts, M. M., & Peterson, R. (2002). Atypical Face Gaze in Autism. *CyberPsychology & Behavior*, *5*(3), 213-217. doi:10.1089/109493102760147204

Turati, C. (2004). Why Faces Are Not Special to Newborns An Alternative Account of the Face Preference. *Current Directions in Psychological Science*, *13*(1), 5-8. doi:10.1111/j.0963-7214.2004.01301002.x

Valentine, T. (1991). A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *43*(2), 161-204. doi:10.1080/14640749108400966

Valenza, E., Simion, F., Cassia, V. M., & Umiltà, C. (1996). Face preference at birth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22*(4), 892-903. doi:10.1037/0096-1523.22.4.892

Volkmar, F. R. (2007). *Autism and Pervasive Developmental Disorders*. Cambridge University Press.

Voos, A. C., Pelphrey, K. A., Tirrell, J., Bolling, D. Z., Wyk, B. V., Kaiser, M. D., … Ventola, P. (s. d.). Neural Mechanisms of Improvements in Social Motivation After Pivotal Response Treatment: Two Case Studies. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-10. doi:10.1007/s10803-012-1683-9

Werker, J. F., & Lalonde, C. E. (1988). Cross-language speech perception: Initial capabilities and developmental change. *Developmental Psychology*, *24*(5), 672-683. doi:10.1037/0012-1649.24.5.672

Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development, 7*(1), 49-63. doi:10.1016/S0163-6383(84)80022-3

Werner E, D. G. (2005). VAlidation of the phenomenon of autistic regression using home videotapes. *Archives of General Psychiatry*, *62*(8), 889-895. doi:10.1001/archpsyc.62.8.889

Yirmiya, N., & Charman, T. (2010). The prodrome of autism: early behavioral and biological signs, regression, peri- and post-natal development and genetics. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 51*(4), 432–458. doi:10.1111/j.1469-7610.2010.02214.x

Yirmiya, N., Gamliel, I., Pilowsky, T., Feldman, R., Baron-Cohen, S., & Sigman, M. (2006). The development of siblings of children with autism at 4 and 14 months: social engagement, communication, and cognition. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, *47*(5), 511-523. doi:10.1111/j.1469-7610.2005.01528.x

Young, G. S., Merin, N., Rogers, S. J., & Ozonoff, S. (2009). Gaze behavior and affect at 6 months: predicting clinical outcomes and language development in typically developing infants and infants at risk for autism. *Developmental Science, 12*(5), 798–814. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00833.x

Young-Browne, G., Rosenfeld, H. M., & Horowitz, F. D. (1977). Infant Discrimination of Facial Expressions. *Child Development, 48*(2), 555. doi:10.2307/1128653

Zygmont, D. M., Lazar, R. M., Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (1992). Teaching arbitrary matching via sample stimulus-control shaping to young children and mentally retarded individuals: a methodological note. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *57*(1), 109-117. doi:10.1901/jeab.1992.57-109

Annexes

Annexe 1, *Détail des participants pour l'Expérience 1:* ***p128***

Annexe 2*, Détails des participants et procédures pour l'expérience 2 :* ***p129***

Annexe 3*, Détail des participants, procédures et résultats pour l'expérience 3 :* ***p 137***

Annexe 4*, Détail des participants, procédures et résultats pour l'expérience 4 :* ***p 139***

Annexe 1

Détail des participants pour l'Expérience 1

Au moment de l'expérience, ils sont intégrés dans une structure dans laquelle ils bénéficient d'une prise en charge intensive, basée sur l'Analyse Appliquée du Comportement. Ils sont également intégrés en milieu scolaire 2 demi-journées par semaine au moment du test, accompagnés en classe par une auxiliaire de vie scolaire formée à l'Analyse Appliquée du Comportement.

Enfants au développement typique :

Numéro	Age
Sujet 1	5 ; 2 ans
Sujet 2	5 ; 11 ans
Sujet 3	9 ; 11 ans
Sujet 4	10 ans
Sujet 5	4 ; 6 ans
Sujet 6	4 ; 5 ans
Sujet 7	5 ;11 ans

Les données des 4 premiers participants ont été retenues pour l'analyse des résultats en phase de test.

Enfants avec autisme :

Numéro	Age
Sujet 1	4 ; 3 ans
Sujet 2	4 ; 11 ans

Annexe 2

Détail des participants et procédures pour l'Expérience 2

3 procédures différentes ont été employées, elles sont présentées ci-dessous avec le détail des participants pour chacune.

Procédure 1 :

Participants au développement typique :

Numéro	Age
Sujet 1	3 ans
Sujet 2	3 ans
Sujet 5	3 ans
Sujet 6	3 ans

Les participants ayant été soumis à la procédure 1 sont 4 enfants au développement typique âgés de 3 ans scolarisés en petite section de maternelle

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner un visage exprimant la peur en présence d'un stimulus échantillon bleu et un visage exprimant la joie en présence du stimulus échantillon jaune. A chaque essai, un stimulus échantillon de couleur (jaune ou bleu) apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraîne l'apparition de 2 stimuli comparaisons, un visage exprimant la peur et un visage exprimant la joie, ayant tous les 2 la même identité L'appui sur le stimulus comparaison correspondant au stimulus échantillon a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le stimulus comparaison incorrect entraîne l'apparition d'un écran blanc

pendant 5 secondes. Les 2 appariements sont présentés de manière aléatoire et la position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, une nouvelle paire de visages est introduite et ce jusqu'à 8 paires au total après atteinte du critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs à chaque fois qu'une nouvelle paire est introduite. Une fois que le critère est atteint pour les 8 paires de visages, le participant passe à la phase de test.

Procédure 2 :

Participants :

Enfants au développement typique :

Numéro	Age
Sujet 3	3 ans
Sujet 7	3 ans

Les 2 enfants au développement typique sont scolarisés en petite section de maternelle au moment de l'expérience.

Enfants avec autisme :

Numéro	Age	Diagnostic
Sujet 10	7 ans	Autisme
Sujet 12	4 ans	Autisme
Sujet 13	5 ans	Autisme
Sujet 14	5 ans	Syndrome d'Asperger

Les sujets 10 et 12 sont pris en charge dans un centre proposant un traitement intensif en analyse Appliquée du comportement au moment de l'expérience. Le sujet 13 est scolarisé en CP et est accompagné en classe par une auxiliaire de vie scolaire formée à l'Analyse Appliquée du Comportement. Il bénéficie également d'un suivi à domicile en dehors des jours d'école. Le sujet 14 est scolarisé en moyenne section de maternelle. Il a bénéficié d'une prise en charge intensive précoce qui a été terminée avant sa participation à l'expérience.

Procédure :

Etape 1 : Appariement du stimulus jaune avec l'expression de joie.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le stimulus jaune en présence de visages exprimant la joie. Lors de cette étape, le visage exprimant la joie apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, un stimulus jaune et un stimulus bleu. La position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. L'appui sur le stimulus jaune a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le stimulus bleu entraîne l'apparition d'un écran blanc pendant 5 secondes. L'apprentissage débute avec l'identité d'un seul modèle. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, une nouvelle identité est introduite et ce jusqu'à 4 au total après atteinte du critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs à chaque fois qu'une nouvelle identité est introduite. Une fois que le critère est atteint pour les 4 identités, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 2: Appariement du stimulus bleu avec l'expression de peur.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le stimulus échantillon bleu en présence de visages exprimant la peur. Lors de cette étape, le visage exprimant la peur apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, un stimulus jaune et un stimulus bleu. La position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. L'appui sur le stimulus bleu a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le stimulus jaune entraîne l'apparition d'un écran blanc pendant 5 secondes. L'apprentissage débute avec l'identité d'un seul modèle. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, une nouvelle identité est introduite et ce jusqu'à 4 identités au total après atteinte du critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs à chaque fois qu'une nouvelle identité est introduite. Une fois que le critère est atteint pour les 4 identités, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 3 : Appariements joie - jaune et bleu - peur

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le stimulus jaune en présence du visage exprimant la joie et le stimulus bleu en présence du visage exprimant la peur lors d'une même session. Les appariements des étapes 1 et 2 sont présentés au participant de manière pseudo-aléatoire en fonction des essais, avec pas plus de 3 essais consécutifs pour le même appariement. Comme pour les 2 étapes précédentes, l'apprentissage commence avec une seule identité de visage. Après que chacune des identités employées dans

les étapes précédentes sont introduite en fonction du critère d'acquisition, 4 nouvelles identités sont introduites.

.

Procédure 3 :

Participants :

Enfants au développement typique :

Numéro	Age
Sujet 4	3 ans
Sujet 8	4 ans

Les 2 enfants au développement typique sont scolarisés en petite section et moyenne section de maternelle au moment de l'expérience

Enfants avec autisme :

Numéro	Age
Sujet 9	6 ans
Sujet 11	7 ans

Les 2 enfants avec autisme sont scolarisés en grande section de maternelle et sont chacun accompagnés en classe par une auxiliaire de vie scolaire formée aux principes de l'Analyse Appliquée du Comportement. Ils bénéficient par ailleurs d'un suivi à domicile en dehors des temps scolaires.

Procédure :

Etape 1 : Appariement de l'expression de joie avec le stimulus jaune.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner un visage exprimant la joie en présence du stimulus échantillon jaune. Lors de cette étape, le stimulus jaune apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, un visage exprimant la peur ainsi qu'un visage exprimant la joie. A chaque essai, l'identité du modèle est la même pour les 2 expressions. La position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. L'appui sur le visage exprimant la joie a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le visage exprimant la peur entraîne l'apparition d'un écran blanc pendant 5 secondes. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 2 : Appariement du stimulus jaune avec l'expression de joie.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le stimulus jaune en présence d'un visage exprimant la joie. Lors de cette étape, le visage exprimant la joie apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, un stimulus jaune et un stimulus bleu. La position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. L'appui sur le stimulus jaune a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le stimulus bleu entraîne l'apparition d'un écran blanc pendant 5 secondes. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 3: Appariement de l'expression de peur avec le stimulus bleu.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner les visages exprimant la peur en présence du stimulus échantillon bleu. Lors de cette étape, le stimulus échantillon bleu apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, un visage exprimant la peur ainsi qu'un visage exprimant la joie. La position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. L'appui sur le visage exprimant la peur a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le visage exprimant la joie entraîne l'apparition d'un écran blanc pendant 5 secondes. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 4 : Appariement du stimulus bleu avec l'expression de peur.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le stimulus échantillon bleu en présence de visages exprimant la peur. Lors de cette étape, le visage exprimant la peur apparaît à l'écran. L'appui sur ce stimulus entraine l'apparition des 2 stimuli comparaison, un stimulus jaune et un stimulus bleu. La position des différents stimuli varie d'un essai à l'autre de manière pseudo-aléatoire, chaque stimulus devant se trouver à équidistance des 2 autres. L'appui sur le stimulus bleu a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 5 secondes), tandis que l'appui sur le stimulus jaune entraîne l'apparition d'un écran blanc pendant 5 secondes. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 5 : Appariements jaune - joie et bleu - peur

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner les visages exprimant la peur en présence du stimulus bleu et la joie en présence du stimulus jaune lors d'une même

session. Les appariements des étapes 1 et 2 sont présentés au participant de manière pseudo-aléatoire en fonction des essais, avec pas plus de 3 essais consécutifs pour le même appariement. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs est atteint, le participant passe à l'étape suivante.

Etape 6 : Appariements joie - jaune et bleu - peur

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner le stimulus jaune en présence du visage exprimant la joie et le stimulus bleu en présence du visage exprimant la peur lors d'une même session. Les appariements des étapes 1 et 2 sont présentés au participant de manière pseudo-aléatoire en fonction des essais, avec pas plus de 3 essais consécutifs pour le même appariement. Une fois que le critère de 80% de réponses correctes sur 15 essais consécutifs est atteint, une nouvelle paire de visages est introduite et ce jusqu'à 8 paires au total après atteinte du critère de 80% de réponses correctes sur 20 essais consécutifs à chaque fois qu'une nouvelle paire est introduite.

Annexe 3

Détail des participants, procédures et résultats pour l'Expérience 3

Procédure :

Numéro	Age
Sujet 1	4;5 ans
Sujet 2	4;6 ans
Sujet 3	4;8 ans
Sujet 4	5 ans
Sujet 5	5;6 ans
Sujet 6	5;6 ans
Sujet 7	5;7 ans
Sujet 8	5;8 ans

Phase d'apprentissage : Entraînement à la discrimination simple avec visages entiers.

L'objectif de cette étape est que le participant apprenne à sélectionner un visage expressif (peur ou joie, en fonction des essais) lorsqu'il est présenté simultanément avec un visage neutre.

L'entraînement commence d'abord avec l'expression de peur en S+ et l'expression neutre en S- (Etape 1). A chaque essai, les 2 stimuli (un même visage masculin pour les 2 expressions) apparaissent à l'écran. La position des stimuli varient en fonction des essais. Elle est ainsi déterminée en fonction d'un quadrillage invisible divisant l'écran en 6 sections (3 positions différentes en hauteur et 2 en largeur). L'appui sur le visage expressif a pour conséquence la diffusion d'une séquence de dessin animé (d'une durée de 10 secondes). L'appui sur l'expression neutre est suivi d'un écran blanc d'une durée de 5 secondes. Si le taux de réponses correctes est supérieur à 85% pour au moins 20 essais consécutifs, les présentations du visage de peur alternent avec celles d'un visage de joie (étape 2). Si le taux de réponses

correctes atteint le critère fixé à 85% pour au moins 10 essais consécutifs, le visage masculin alterne de manière aléatoire avec un visage féminin (étape 3). Dès que le critère est atteint, la distribution des agents renforçateurs est estompée pour passer progressivement d'un RF1 à RV10 (étape 4).

Si, pour l'apprentissage initial (expression de peur en S+ et expression neutre en S-), le taux de réponses correctes est inférieur au critère d'apprentissage fixé, une consigne verbale est donnée (« Montre-moi lequel a peur », puis « choisis celui qui a peur »).

Résultats en phase de test :

	Pourcentage de réponses correctes				
	Total	**Peur**	**Joie**	**Région des yeux**	**Région de la bouche**
Sujet 1	82,5	75	90	80	85
Sujet 2	87,5	85	90	80	95
Sujet 3	82,5	85	80	70	95
Sujet 4	100	100	100	100	100
Sujet 5	97,5	95	100	95	100
Sujet 6	85	90	80	70	100
Sujet 7	97,5	100	95	95	100
Sujet 8	95	90	100	90	100
Pourcentage moyen d'essais réussis	**91**	**91**	**92**	**86**	**97**

Annexe 4

Détail des participants, procédures et résultats pour l'expérience 4.

Partie A : enfants au développement typique

Numéro	Age
Sujet 1	24 mois
Sujet 2	11 mois
Sujet 3	30 mois
Sujet 4	18 mois
Sujet 5	24 mois
Sujet 6	22 mois
Sujet 7	6 mois
Sujet 8	13 mois
Sujet 9	13 mois
Sujet 10	17 mois
Sujet 11	24 mois

Ils ont été recrutés pour l'expérience aux abords de la crèche dans laquelle ils sont accueillis. Une brève description des objectifs de l'expérience était ainsi faite auprès des parents, et leur consentement écrit était obtenu avant la passation. Les données des 4 premiers participants ont été retenues pour l'analyse des patterns d'observation des visages, et des 7 premiers participants pour l'analyse des résultats en tâche de discrimination des expressions faciales.

Partie B : enfants avec autisme

Numéro	Age
Sujet 1	3 ; 8 ans
Sujet 2	3 ; 7 ans
Sujet 3	3 ; 11 ans

Procédure de façonnement des mouvements oculaires pour le sujet 3 :

Le sujet 3, n'ayant pas atteint le critère lors de la tâche de discrimination des expressions faciales de joie et de peur, a été placé dans une tâche où le regard vers l'intérieur des visages est renforcé. Puisque le sujet tournait la tête lors des essais où étaient présentés les visages, le renforcement des mouvements oculaires s'est d'abord fait lors de la présentation conjointe de personnages de dessins animés préférés de l'enfant avec un visage familier, avant d'introduire les stimuli expérimentaux. Le détail des étapes et des résultats concernant les temps de regards obtenus lors différentes étapes du façonnement sont présentés dans le tableau page suivante.

Etape	**Stimulus**	**Zones cibles**
Etape 1	Personnage de dessin animé en grande taille et visage familier en petit avec saillance diminuée	Renforcement des mouvements oculaires vers le personnage et le visage
Etape 2	Personnage de dessin animé en grande taille et visage familier en petit	Renforcement des mouvements oculaires vers le personnage et le visage
Etape 3	Réduction de la taille du personnage de dessin animé et agrandissement du visage familier	Renforcement des mouvements oculaires vers le personnage et le visage
Etape 4	Réduction de la taille du personnage de dessin animé et agrandissement du visage familier	Renforcement des mouvements oculaires vers le visage
Etape 5	Taille du visage familier > Taille personnage de dessin animé	Renforcement des mouvements oculaires vers le visage
Etape 6	Réduction de la taille du personnage de dessin animé et agrandissement du visage familier	Renforcement des mouvements oculaires vers le visage
Etape 7	Alternance des stimuli expérimentaux avec le visage familier Réduction de la taille du personnage de dessin animé et agrandissement des visages	Renforcement des mouvements oculaires vers le visage
Etape 8	Alternance des stimuli expérimentaux avec le visage familier Réduction de la taille du personnage de dessin animé et agrandissement des visages	Renforcement des mouvements oculaires vers l'intérieur du visage (trapèze yeux-nez-bouche)
Etape 9	Stimuli expérimentaux en grand et personnages de dessin animé en petit avec saillance réduite	Renforcement des mouvements oculaires vers l'intérieur du visage (trapèze yeux-nez-bouche)
Etape 10	Stimuli expérimentaux présentés seuls	Renforcement des mouvements oculaires vers l'intérieur du visage (trapèze yeux-nez-bouche)

Les résultats pour les différentes étapes du façonnement sont représentés sous forme de graphique page suivante.

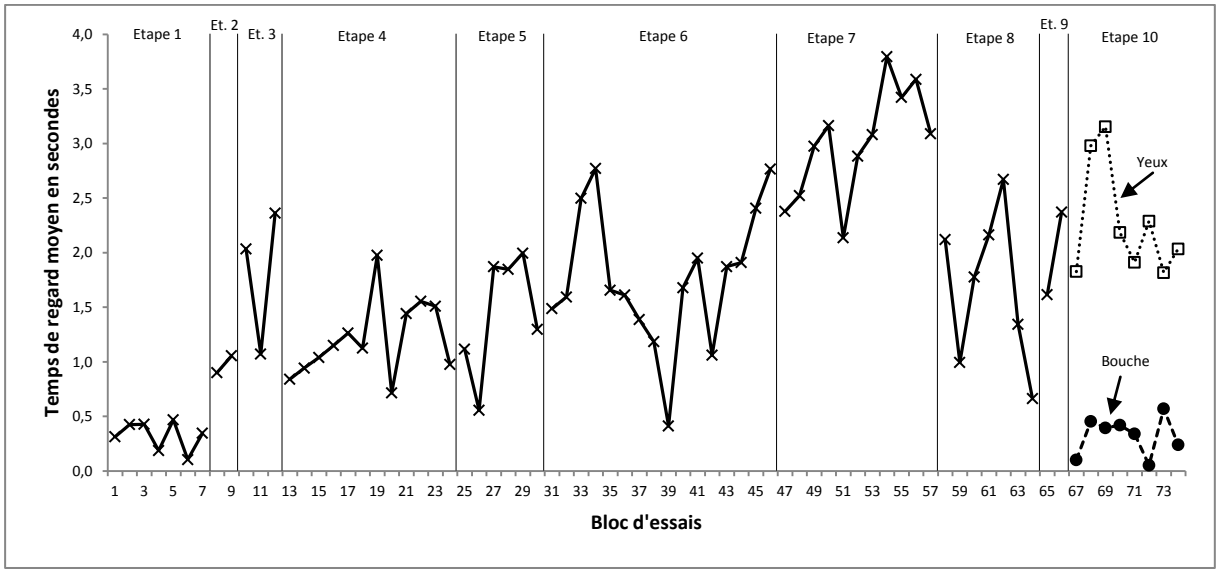


Figure 24 : Graphique représentant le temps de regard moyen par blocs de 10 essais obtenus pendant le façonnement pour le sujet 3. La dernière étape montre les temps de regard obtenus pour la région des yeux et de la bouche avec les stimuli expérimentaux.

Les résultats du façonnement montrent une augmentation progressive du temps de regard vers les visages. A partir de l'étape 8, le temps de regard diminue légèrement suite à l'introduction des stimuli expérimentaux. Les résultats de l'étape 10 montrent des temps de regard comparables à ceux aux enfants avec développement typique.