



HAL
open science

Traitement de l'information faciale des enfants avec troubles du spectre autistique et enfants au développement typique : un traitement particulier des faces animales ?

Marine Grandgeorge, Céline Degrez, Zarrin Alavi, Eric Lemonnier

► To cite this version:

Marine Grandgeorge, Céline Degrez, Zarrin Alavi, Eric Lemonnier. Traitement de l'information faciale des enfants avec troubles du spectre autistique et enfants au développement typique : un traitement particulier des faces animales ?. 13e Université d'automne de l'arapi, Oct 2015, Le Croisic, France. 37, pp.43-50, 2016, Bulletin Scientifique de l'ARAPI. hal-01931392

HAL Id: hal-01931392

<https://univ-rennes.hal.science/hal-01931392>

Submitted on 5 Sep 2019

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.

Traitement de l'information faciale par des enfants avec TSA et des enfants au développement typique : un traitement particulier des visages d'animaux ?

Article

Marine Grandgeorge^{1 2 3}, Céline Degrez³, Zarrin Alavi⁴, Eric Lemonnier⁵

Résumé. Les altérations dans le traitement de l'information faciale peuvent être associées aux difficultés d'interactions sociales observées dans les Troubles du Spectre de l'Autisme (TSA). Les enfants avec TSA (ETSA) accordent peu d'importance à la région des yeux à la différence des enfants au développement typique (EDT). Dans une situation de communication, chaque partenaire utilise les indices émis par l'autre (e.g. posture, geste, direction du regard) pour recueillir des informations afin d'ajuster leurs comportements, aussi bien dans des interactions entre humains qu'entre l'humain et l'animal. En effet, les animaux font partie de l'environnement des êtres humains et présentent de nombreux bénéfices. Ainsi, compte tenu du lien fort pouvant exister entre les ETSA et les animaux, nous posons l'hypothèse que le traitement de l'information faciale des animaux pourrait être typique dans les TSA. Nous avons mis en place une tâche d'exploration visuelle par eye tracking incluant des photographies en noir et blanc représentant des faces d'humains et d'animaux (chat, chien, cheval) qui ont été présentées à 18 EDT et 12 ETSA. Les résultats montrent que sur les photographies de faces d'animaux, la zone des yeux a été la zone la plus regardée tant par les EDT que les ETSA, quel que soit l'espèce animale ; et que sur les photographies de faces d'humains, seuls les EDT ont significativement plus regardé la zone des yeux. Les implications pour la compréhension des altérations des interactions sociales dans les TSA sont discutées.

Abstract. Face processing impairment is associated with social interaction disorders observed in autism spectrum disorders (ASD), such as children with ASD explore human eyes less than do neurotypical (NT) children. In a communicative situation, each partner uses signals emitted by the other (e.g. postures, gestures or gaze directions) to collect information to adjust their behaviour, in both human-human or human-animal interactions. Indeed, animals are part of humans' environment and present numerous benefits. Thus, given the strong bonding between ASD children and animals, we hypothesized that animal face processing by people with ASD would be typical. Our study compared the patterns of fixation of ASD (n=12) and NT (n=18) children recorded while exploring human and animal (horse, dog, and cat) faces in a passive viewing task using an eye tracking technique. Our results, using animal pictures, confirmed that the eyes were the part of the face explored the longest by NT children and, to a lesser extent, by ASD children, but only NT children looked at the eyes of human pictures longer than other parts. Implications for understanding social interaction impairment related to ASD are discussed.

1. marine.grandgeorge@univ-rennes1.fr

2. Laboratoire Ethologie Animale et Humaine, UMR 6552, Université Rennes 1, Station biologique de Paimpont, France

3. Service de pédopsychiatrie, Centre de Ressources Autisme, CHRU de Brest, Brest, France

4. INSERM, CIC 1412, CHRU de Brest, France

5. Centre expert autisme, CHU de Limoges, France

Introduction

LES altérations dans le traitement de l'information faciale peuvent être associées aux difficultés d'interactions sociales observées dans les troubles du spectre de l'autisme ou TSA [1]. Les personnes avec TSA éprouvent des difficultés à établir et maintenir un contact visuel ainsi qu'à traiter les informations et les intentions exprimées sur le visage d'autrui et qui sont utiles pour réguler les interactions sociales [2]. Ces altérations ont été mises en évidence en utilisant différentes techniques d'investigation. Les observations directes in situ sont principalement basées sur des analyses de vidéos. Par exemple, dans une situation dyadique de jeu, l'adulte présent reste une cible non négligeable de l'attention visuelle des enfants avec TSA [3]. Une étude récente menée à domicile a montré que l'attention visuelle vers un animal est plus importante pour les enfants au développement typique (DT) que pour les enfants avec TSA [4]. Mais ce type d'approche ne permet pas de mesures précises du traitement visuel des visages, [5] contrairement à des expériences de laboratoire qui restent toutefois plus éloignées d'une validité écologique [6]. Aujourd'hui, la technologie de l'eye-tracking constitue une bonne alternative, largement utilisée, car elle offre une mesure directe de l'attention visuo-spatiale, soit en milieu naturaliste soit en contexte de laboratoire [7, 8].

Dans leur revue de littérature récente, Guillon et ses collaborateurs [6] ont tout d'abord souligné que la diminution d'attention dédiée aux visages humains dans les TSA n'était pas généralisée à tous les contextes (e.g. photos avec une ou plusieurs personnes). Par exemple, face à un stimulus "un seul humain", les équipes de Fletcher-Watson [9] et de Freeth [10] ont constaté que les personnes avec TSA et les personnes au DT passaient la même proportion de temps à regarder le visage humain présenté. Mais ces résultats ne concernent pas la majorité de ces études qui montre plutôt une exploration moindre de la zone des yeux par les personnes avec TSA que par les personnes avec DT. Par exemple, les personnes avec TSA semblent regarder préférentiellement la partie inférieure du visage humain dans des contextes de vie quotidienne (e.g. [11, 12, 13]). De façon intéressante, ces résultats concernent les études utilisant des images statiques de visages isolés plutôt que des images avec des stimuli dynamiques et complexes [6].

A ce jour, les recherches sur le traitement visuo-

spatial chez les personnes avec TSA ont principalement porté sur des stimuli humains et environnementaux (e.g. visages); seules quelques-unes ont exploré les stimuli animaux (e.g. [14, 15, 16, 17]). Par exemple, Guillon et ses collaborateurs [18] ont montré chez les enfants avec TSA que l'absence de biais hémisphérique droit pour les visages humains s'étend aux faces de chiens, ce qui suggère qu'il n'est pas spécifique aux visages humains. Du côté des personnes au DT, Guo et son équipe [19] se sont intéressés aux stratégies visuo-spatiales utilisées par des adultes explorant des photographies d'humains, de singes, de chiens et de chats. Ils ont montré que les faces de différentes espèces induisent les mêmes patterns de fixation sur les yeux, qui ont attiré le plus de regards en termes de temps et d'occurrences. Par contre, dans cette étude, l'exploration de la zone de la bouche varie en fonction de l'espèce observée. Plus récemment, Borgi et ses collaborateurs [20] se sont intéressés à des enfants au DT et à leurs patterns de regards vers des visages d'humains et des faces de chiens et de chats. Ils montrent eux aussi que les yeux sont la partie la plus observée des stimuli humains et animaux.

Le fait qu'il y ait très peu d'études sur ce sujet est étonnant. L'animal fait partie de notre environnement quotidien, e.g. en France, un foyer sur deux en possède au moins un [21]. Ainsi, les êtres humains ont de nombreuses opportunités d'interagir avec les animaux et parfois d'apprendre des choses grâce à eux. En effet, les relations Homme-Animal à la maison sont associées à l'amélioration de comportements prosociaux d'enfants avec TSA [22]. Les interventions assistées par l'animal peuvent elles aussi apporter différents bénéfices, tels que des améliorations sociales pour les enfants et adolescents avec TSA [23]. Des études récentes montrent que certaines personnes avec TSA sont spontanément attirées par les animaux [24, 25]. Certains auteurs expliquent ces résultats par l'existence possible de mécanismes différents dans la compréhension des comportements humains et animaux. Les comportements animaux incluent des stimuli multisensoriels avec des comportements simples et non verbaux qui seraient plus faciles à comprendre [26, 27]. Cette hypothèse est appuyée par (1) Prothmann et son équipe [25] qui ont mis en évidence que des enfants avec TSA interagissaient préférentiellement avec un chien médiateur qu'avec un humain ou des objets présents simultanément, mais aussi par (2) des témoignages

apportés par des personnes avec TSA. Par exemple, Temple Grandin rapporte son aisance à lire les animaux, i.e. à comprendre les signaux non verbaux de communication utilisés par les animaux, tandis que la compréhension des humains reste un mystère pour elle [28]. Ceci pourrait être sous-tendu par un traitement différencié des informations faciales sur les visages d'animaux et sur les visages humains dans les TSA.

Pour cela, nous avons mené une étude pilote comparant les patterns de fixation de visages humains et de faces d'animaux, mesurés en utilisant la technique d'eye tracking, chez des enfants avec TSA et des enfants au DT dans une tâche d'observation passive. Nous émettons l'hypothèse que (1) les enfants avec TSA regarderaient préférentiellement la zone basse des visages humains, tandis que la zone des yeux serait préférée par les enfants avec DT, et (2) aussi bien les enfants avec TSA que les enfants au DT regarderaient préférentiellement la zone des yeux sur les faces d'animaux.

Méthodologie

Le recueil de données s'est déroulé en 2012.

Participants. Dix-huit enfants au développement typique (EDT ; 11 garçons / 7 filles, âge moyen : 12,3 ans ET : 1,4 ans) et 12 enfants avec TSA (ETSA ; 10 garçons / 2 filles, âge moyen : 11,4 ans ET : 1,3 ans) ont participé à l'étude. Un appariement s'est fait sur l'âge chronologique (test de Mann-Whitney, $U=26$ $p=0,129$). Tous les enfants présentaient une vision normale selon l'échelle de Monoyer. Le diagnostic de TSA a été confirmé par l'ADI-R [29] et l'ADOS [30]. L'utilisation de tests psychologiques a permis d'établir qu'aucun enfant n'avait de retard mental.

Stimuli. Huit photographies en noir et blanc montrant un visage ou une face (i.e. 2 photos d'humain, de chien, de chat et de cheval) dans des contextes naturels ont été utilisées. Elles ont été sélectionnées à partir de la base de données personnelle de l'auteur principal selon les critères d'inclusion suivants : visage sans valence émotionnelle marquée, yeux ouverts et pour les animaux, oreilles visibles. L'intensité lumineuse a été contrôlée grâce au logiciel Adobe Photoshop.

Design expérimental. Après la description de l'étude aux enfants et leurs parents, un consentement

parental éclairé et écrit a été obtenu conformément à la Déclaration d'Helsinki (6ème révision).

Les photographies utilisées avaient une résolution de 500 x 800 pixels. L'ordre de présentation des photographies était aléatoire. Tous les enfants ont été testés individuellement dans la même pièce dédiée à cette expérience (e.g. pas d'autre stimulation visuelle ou auditive, pas de lumière du jour). Avant de commencer, les enfants ont simplement reçu la consigne de regarder les photographies qui allaient leur être présentées. Puis les photographies ont été diffusées successivement, chacune pendant 5 secondes, entrecoupées par un écran gris pendant 1,2 seconde Cette séquence a été répétée pour chaque participant. Un Tobii T60 Eye Tracker a été utilisé pour mesurer la durée moyenne de fixation. La résolution maximale de l'écran était de 1280 x 1024 pixels.

Analyses de données. Trois zones d'intérêt (AOI) sur les photos ont été définies : yeux, bouche et oreilles pour les animaux. Comme la taille de ces zones peut varier d'une espèce à l'autre, un ajustement de cette variabilité a été appliqué [20, 19]. En utilisant une règle de trois classique, le temps consacré à l'exploration visuelle de chaque AOI a été rapporté au temps passé d'exploration de l'ensemble de l'image. Ainsi, pour chaque participant et chaque image, le temps passé à regarder chaque AOI (en secondes) était standardisé.

Pour analyser les données, les tests suivants ont été utilisés : analyse de la variance (MANOVA), test de Mann-Whitney, test de Friedmann et tests post hoc ¹. Pour chaque type de stimulus (humain, chien, chat et cheval ainsi que la catégorie des animaux dans leur ensemble), nous avons comparé le temps passé à regarder chaque AOI dans les deux groupes d'enfants (EDT et ETSA). Les analyses intergroupes comparent le temps passé à regarder chaque AOI selon (1) les groupes d'enfants et les types de stimulus (humain versus animaux dans leur ensemble, puis humain versus chaque espèce animale) et (2) les groupes d'enfants et leur familiarité avec les animaux (animaux dans leur ensemble puis chaque espèce séparément). Les analyses intragroupes comparent - pour chaque groupe d'enfants et chaque type de stimulus - le temps passé à regarder chaque AOI. Les données ont été analysées avec le logiciel *IBM SPSS Statistics 19*. Le seuil de significativité a été fixé à $p=0,05$.

1. Pour identifier les sous-groupes de données qui ont contribué à l'effet, c'est-à-dire, connaître ceux qui sont particulièrement différents les uns des autres.

Résultats

Les comparaisons intergroupes du temps passé à regarder chaque AOI ont révélé peu de différences significatives. Quand on considère toutes les données pour les animaux, les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que ne l'ont fait les ETSA ($U=171$ $p=0,008$). Aucune différence n'a été observée pour la bouche et les oreilles (tous les tests Mann-Whitney $p>0,05$). Pour les faces de chat, les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que ne l'ont fait les ETSA ($U=172$ $p=0,007$). Aucune différence n'a été observée pour la bouche et les oreilles (tous les tests de Mann-Whitney $p>0,05$). Enfin, aucune différence entre les ETSA et les EDT n'a été observée dans le temps à regarder les différentes AOI des visages d'humain, ou les faces de chien et de cheval (tous les tests de Mann-Whitney $p>0,05$).

Les comparaisons du temps passé à regarder les yeux et la bouche selon les groupes d'enfants et les types de stimulus (humain, chien, chat et cheval ainsi que les animaux dans leur ensemble) a révélé peu de différences significatives. Lorsque nous avons comparé l'exploration des photographies d'humains versus d'animaux, nous avons constaté que les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que ne l'ont fait les ETSA ($M=2,4s$, $ET=1,8s$ vs $M=0,3s$, $ET=0,4s$; $F=3,98$, $p=0,05$). Aucune autre différence n'a été observée, ni pour les autres types de comparaison entre stimuli (i.e. humain versus chien, chat ou cheval), ni pour l'interaction entre les groupes d'enfants et les types de stimulus (tous les tests, $p>0,5$). Les enfants ont passé plus de temps à regarder la bouche de l'humain que celles des animaux ($M=1,2s$, $ET=0,4s$ vs $M=0,7s$, $ET=0,1s$; $F=6,30$, $p=0,015$), mais aucune autre différence n'a été observée ni pour les groupes d'enfants ni pour l'interaction entre les groupes d'enfants et les autres types de stimulus (tous les tests, $p>0,5$). Des différences similaires ont été observées lorsque nous avons comparé les données des visages humains par rapport aux visages de chat. Les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que ne l'ont fait les ETSA ($M=1,2s$, $ET=0,9s$ vs $M=0,2s$, $ET=0,2s$; $F=5,71$, $p=0,02$). Les enfants ont passé plus de temps à regarder la bouche de l'humain que la bouche du chat ($M=1,2s$, $ET=0,4s$ vs $M=0,9s$, $ET=0,1s$; $F=21,34$, $p<0,001$). Enfin, aucune différence n'a été observée pour les temps à regarder les yeux et la bouche pour les visages de chien et de cheval versus les visages d'humain (toutes les MANOVAS, $p>0,05$).

Les comparaisons intragroupes du temps passé à regarder à chaque AOI selon les groupes d'enfants et les types de stimulus ont révélé de nombreuses différences significatives. Les données des EDT sont présentées sur les figures n°1 et 2. Des différences significatives dans les AOI ont été observés pour les visages d'humain et d'animaux dans leur ensemble (tous les tests de Friedman, $p<0,05$). Concernant les visages d'humains, les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche ($T=2,20$ $p=0,05$). Concernant l'ensemble des faces d'animaux, les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche ($T=3,62$ $p<0,001$) et que les oreilles ($T=3,72$ $p<0,001$). Concernant les faces de chien et de cheval, les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche et les oreilles, et plus la bouche que les oreilles (tous les tests de Wilcoxon $p<0,001$). Concernant les visages de chat, les EDT ont passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche et les oreilles, et plus les oreilles que la bouche (tous les tests de Wilcoxon $p<0,001$).

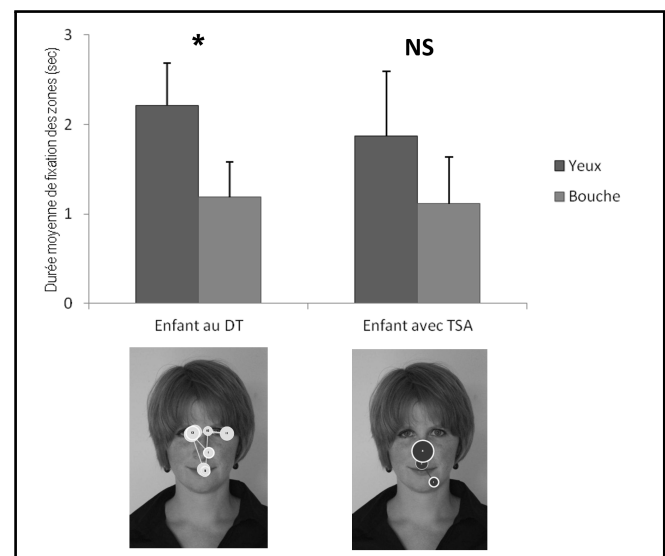


Figure 1 – Exploration des visages d'humain. En haut, la durée moyenne de fixation des zones « yeux » et « bouche » (secondes) par les enfants au développement typique (DT) et les enfants avec Troubles du Spectre de l'Autisme (TSA) avec un seuil de significativité $*p<0,05$. En bas, un exemple de tracé individuel sur un visage de femme (à gauche, enfant DT, à droite, enfant TSA).

Les données des ETSA sont présentées sur les Figures 1 et 2. Aucune différence n'a été observée pour les visages d'humain : les ETSA n'ont pas passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche ($T=2,01$ $p=0,083$). Toutefois, des différences significatives ont été observées pour les faces d'animaux

(tous les tests de Friedmann $p < 0,01$). Concernant les faces de chien, les ETSA ont passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche ($T = 2,35$ $p = 0,019$) et les oreilles ($T = -3,07$ $p = 0,002$). En outre, les ETSA ont passé plus de temps à regarder la bouche que les oreilles ($T = 2,90$ $p = 0,004$). Concernant les faces de chat, les ETSA ont passé plus de temps à regarder les yeux que la bouche et les oreilles (tous les tests de Wilcoxon, $p = 0,002$). Concernant les faces de cheval, les ETSA ont passé plus de temps à regarder les yeux que les oreilles ($T = -2,20$ $p = 0,03$) et la bouche plus que les oreilles ($T = 2,75$ $p = 0,006$).

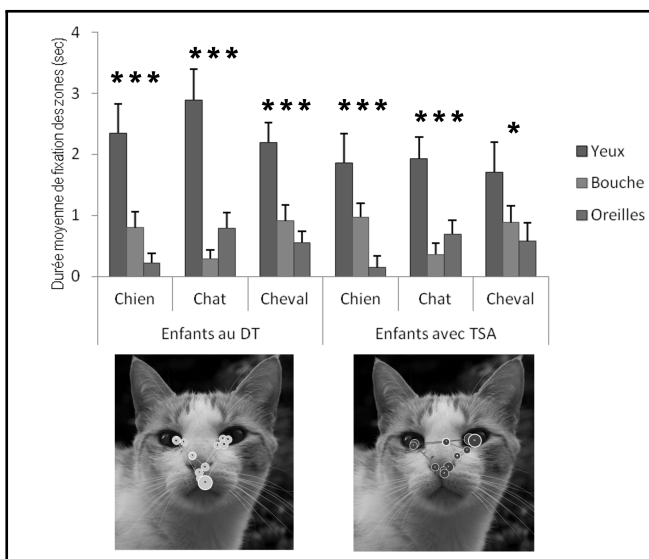


Figure 2 – Exploration des visages d'animaux. En haut, la durée moyenne de fixation des zones « yeux », « bouche » et « oreilles » (secondes) par les enfants au développement typique (DT) et les enfants avec TSA avec un seuil de significativité * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. En bas, un exemple de tracé individuel sur une face de chat (à gauche, enfant DT, à droite, enfant TSA).

Discussion

Notre étude a mis en évidence que l'exploration visuelle par les enfants avec TSA varie selon que le stimulus présenté soit celui d'un visage humain ou d'une face animale. Sur les faces d'animaux, les yeux étaient la zone la plus longuement regardée par les enfants au développement typique (DT) et, dans une moindre mesure, par les enfants avec TSA. En ce qui concerne les visages humains, des résultats similaires ont été mis en évidence pour les enfants au DT, alors que les enfants avec TSA n'ont pas regardé plus longtemps les yeux que la bouche. Nos résultats sont cohérents avec les études précédentes ayant

montré que les yeux étaient la zone la plus explorée d'un visage [19, 31], ainsi qu'avec celles ayant rapporté que la zone des yeux était moins explorée par les personnes avec TSA (études sur la base de visages isolés et statiques ; pour une revue [18]).

Pour expliquer ces résultats, on pourrait faire valoir qu'il est plus facile pour les personnes avec TSA de regarder dans les yeux les animaux que les humains. Cela pourrait expliquer les nombreuses anecdotes qui rapportent leur facilité dans la communication avec les animaux. Ici, les photos d'animaux utilisées avaient une apparence néoténique (e.g. grands yeux) suscitant une attraction naturelle [32]. En outre, les animaux pourraient être d'importants stimuli multisensoriels avec des comportements simples et non verbaux faciles à décoder [26, 27]. Plus récemment, Prothmann et ses collaborateurs [25] ont proposé une explication supplémentaire. Alors que les animaux seraient des agents actionnels, c'est-à-dire qu'ils communiquent leurs intentions en utilisant leurs postures et d'autres signaux non verbaux, les humains seraient plus des agents d'attitude, c'est-à-dire qu'ils communiquent préférentiellement à travers de la méta-représentation. Compte tenu des études expérimentales précédentes, les personnes avec TSA semblent avoir une facilité à créer des liens avec des animaux, ainsi les TSA pourraient donc plus spécifiquement affecter la communication avec les êtres humains et non les compétences de communication plus générales.

Certains de nos résultats diffèrent de ceux rapportés dans la littérature. Un des résultats non attendus est le peu d'intérêt que les enfants avec TSA ont montré pour les oreilles de l'animal, à savoir un détail de leur face. En effet, les personnes avec TSA présentent une grande attention aux détails [33] et cet intérêt particulier aurait pu expliquer pourquoi il semble plus facile pour eux de lire les animaux. En effet, les oreilles sont l'un des éléments les plus informatifs des faces d'animaux (e.g. chien [34] ; chat [35] ; cheval [36]). Gross [14, 15, 16] a proposé à différents groupes d'enfants - y compris les enfants avec TSA - de reconnaître l'âge et l'émotion exprimée sur des visages humains et des faces non humaines (chien, chat, orang-outan). Il a constaté que, en général, les enfants avec TSA avaient des performances similaires dans la reconnaissance des émotions aussi bien sur les visages humains que les faces non humaines. De plus, par rap-

port aux autres enfants de l'étude, les enfants avec TSA avaient plus de difficulté à percevoir la jeunesse sur les faces non humaines que sur les visages humains. Même si ces études impliquent une complexité dans le traitement des informations, elles remettent en question l'hypothèse selon laquelle il serait plus facile de comprendre les animaux pour les personnes avec TSA. Ces études ont distingué le traitement des informations provenant des êtres humains de celles issues des animaux. En effet, d'un point de vue éthologique, le comportement animal n'est pas aussi prévisible ou aussi simple que cela a été proposé [27]. Les mécanismes sous-jacents à la communication animale sont multimodaux, c'est-à-dire qu'elle implique plusieurs types d'indices (e.g. visuels, acoustiques, chimiques, tactiles, vibratoires et électriques), et ceux-ci restent dépendants de l'espèce. Bien que notre étude ait montré des résultats prometteurs, certaines limites sont à noter. Notre cohorte recrutée est constituée d'enfants et d'adolescents avec TSA sans retard mental. D'autres études expérimentales sont nécessaires pour évaluer nos résultats dans une population plus large de personnes avec TSA (e.g. avec retard mental), étant donné l'importance de l'impact du niveau cognitif sur les compétences attentionnelles et le traitement des visages (e.g. [37, 2]).

Même si notre étude a porté sur les visages - probablement l'un des stimuli visuels les plus importants dans la communication sociale humaine - d'autres parties du corps donnent des indices sociaux, à la fois chez les humains [38] et les animaux (e.g. posture générale, queue ; [36, 34]). Il peut être intéressant aussi de proposer des scènes sociales réelles incluant des animaux et des humains afin de mieux comprendre le traitement visuel des enfants avec TSA, en particulier en utilisant des photos de corps dans leur entier et / ou un enregistrement vidéo et / ou avec une composante émotionnelle.

Conclusion

Pour conclure, notre étude distingue le traitement des faces animales du traitement des visages d'humains comme cela a été très récemment confirmé avec des visages de chiens [18, 39]. Un tel traitement des visages d'animaux pourrait avoir un rôle dans la capacité des personnes avec TSA à communiquer et interagir avec eux. En effet, on pourrait avancer qu'être capable de lire les informations dans les yeux faciliterait les interactions entre les personnes avec TSA et les animaux [28], et ces séries d'interactions

peuvent mener à une relation positive, à la fois à la maison et pendant les interventions assistées par l'animal [22, 23]. En effet, la qualité de la relation entre les humains et leurs animaux de compagnie semble être un facteur déterminant dans les bénéfices associés [40]. Ainsi, cette étude pilote s'ajoute à la littérature croissante (e.g. [4, 41, 42, 43, 44]) portant sur l'attention visuo-spatiale, la qualité de la relation homme-animal et ses conséquences, qui peut s'élargir aux populations ayant des difficultés socio-émotionnelles et de communication.

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les familles et leurs enfants pour leur participation, le CHRU de Brest pour son soutien et l'ensemble du personnel du Centre de Ressources Autisme Bretagne dans leur participation au processus de diagnostic.

Références

- [1] American Psychiatric Association [APA]. (2000). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition - revised. Washington DC : American Psychiatric Press.
- [2] Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705-2739.
- [3] Tardif, C., Plumet, M. H., Beaudichon, J., Waller, D., Bouvard, M., & Leboyer, M. (1995). Micro-analysis of social interactions between autistic children and normal adults in semi-structured play situations. *International Journal of Behavioral Development*, 18(4), 727-747.
- [4] Grandgeorge, M., Bourreau, Y., Alavi, Z., Lemonnier, E., Tordjman, S., Deleau, M., & Hausberger, M. (2014). Interest towards human, animal and object in children with autism spectrum disorders : an ethological approach at home. *European Child & Adolescent Psychiatry*, in press.
- [5] Zwaigenbaum, L., Thurm, A., Stone, W., Baranek, G. T., Bryson, S., Iverson, J., & Sigman, M. (2007). Studying the emergence of autism spectrum disorders in high-risk infants : methodological and practical issues. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 37(3), 466-480.
- [6] Guillon, Q., Hadjikhani, N., Baduel, S., & Rogé, B. (2014). Visual social attention in autism spectrum disorder : Insights from eye tracking studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 42, 279-297.
- [7] Ames, C., & Fletcher-Watson, S. (2010). A review of methods in the study of attention in autism. *Developmental Review*, 30(1), 52-73.
- [8] Frank, M. C., Vul, E., & Saxe, R. (2012). Measuring the development of social attention using free-viewing. *Infancy*, 17(4), 355-375.
- [9] Fletcher-Watson, S., Leekam, S. R., Benson, V., Frank, M. C., & Findlay, J. M. (2009). Eye-movements reveal atten-

- tion to social information in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 47(1), 248–257.
- [10] Freeth, M., Chapman, P., Ropar, D., & Mitchell, P. (2010). Do gaze cues in complex scenes capture and direct the attention of high functioning adolescents with ASD? Evidence from eye-tracking. *Journal of Autism Spectrum Disorders*, 40(5), 534–547.
- [11] Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Defining and quantifying the social phenotype in autism. *American Journal of Psychiatry*, 159(6), 895-908.
- [12] Pelphrey, K. A., Sasson, N., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32, 249–261.
- [13] Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism - Effects of stimulus contents and type. *Autism*, 11(3), 265-277.
- [14] Gross, T. F. (2002). Perception of human and non human facial age by developmentally disabled children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(3), 169-179.
- [15] Gross, T. F. (2004). The Perception of Four Basic Emotions in Human and Nonhuman Faces by Children With Autism and Other Developmental Disabilities. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 32(5), 469-480.
- [16] Gross, T. F. (2005). Global-Local Precedence in the Perception of Facial Age and Emotional Expression by Children with Autism and other Developmental Disabilities. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35(6), 773-785.
- [17] New, J. J., Schultz, R. T., Wolf, J., Niehaus, J. L., Klin, A., German, T. C., & Scholl, B. J. (2010). The scope of social attention deficits in autism : Prioritized orienting to people and animals in static natural scenes. *Neuropsychologia*, 48(1), 51-59.
- [18] Guillon, Q., Hadjikhani, N., Baduel, S., Kruck, J., Arnaud, M., & Rogé, B. (2014). Both dog and human faces are explored abnormally by young children with autism spectrum disorders. *Neuroreport*.
- [19] Guo, K., Tunnicliffe, D., & Roebuck, H. (2010). Human spontaneous gaze patterns in viewing of faces of different species. *Perception*, 39(4), 533-542.
- [20] Borgi, M., Cogliati-Dezza, I., Brelsford, V., Meints, K., & Cirulli, F. (2014). Baby schema in human and animal faces induces cuteness perception and gaze allocation in children. *Frontiers in psychology*, 5, 411.
- [21] Sofres, TNS (2014). Parc des Animaux Familiers en France
- [22] Grandgeorge, M., Tordjman, S., Lazartigues, A., Lemonnier, E., Deleau, M., & Hausberger, M. (2012a). Does pet arrival trigger prosocial behaviors in individuals with autism? *Plos One*, 7(8), e41739.
- [23] O'Haire, M. E. (2012). Animal-assisted intervention for autism spectrum disorder : A systematic literature review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(7), 1606-1622.
- [24] Grandgeorge, M., Hausberger, M., Tordjman, S., Lemonnier, E., & Deleau, M. (2012b). Children with autism encounter an unfamiliar pet : application of the Strange Animal Situation test. *Interaction Studies*, 13(2), 165-188.
- [25] Prothmann, A., Etrich, C., & Prothmann, S. (2009). Preference for, and responsiveness to, people, dogs and objects in children with autism. *Anthrozoos*, 22(2), 161-171.
- [26] Martin, F., & Farnum, J. (2002). Animal-assisted therapy for children with pervasive developmental disorders. *Western Journal of Nursing Research*, 24(6), 657-670.
- [27] Redeker, L. A., & Goodman, J. F. (1989). Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19(3), 461-467.
- [28] Grandin, T., & Johnson, C. (2005). *Animals in Translation : Using the Mysteries of Autism to Decode Animal Behavior*. Bloomsbury : Scribner.
- [29] Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised : a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24(5), 659-685.
- [30] Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. J., Leventhal, B., DiLavore, P., Rutter, M. (2000). The autism diagnostic observation schedule-generic : a standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *J Autism Dev Disord*, 30(3), 205-223.
- [31] Kovic, V., Plunkett, K., & Westermann, G. (2009). Eye-tracking study of animate objects. *Psihologija*, 42(3), 307-327.
- [32] Archer, J., & Monton, S. (2011). Preferences for Infant Facial Features in Pet Dogs and Cats. *Ethology*, 117, 217-226.
- [33] Happe, F. (1999). Autism : Cognitive deficit or cognitive style? *Trends in cognitive science*, 3(6), 216-222.
- [34] Serpell, J. (1995). *The domestic dog : its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge : Cambridge University Press.
- [35] Turner, D. C., & Bateson, P. (2000). *The domestic cat : the biology of its behaviour (Second ed.)*. Cambridge : Cambridge University Press.
- [36] Mills, D. S., & McDonnell, S. M. (2005). *The Domestic Horse : The Origins, Development and Management of its Behaviour* : Cambridge University Press.
- [37] Baron-Cohen, S. (2000). Theory of mind and autism : A fifteen year review. *Understanding Other Minds*, 3-20.
- [38] Aviezer, H., Trope, Y., & Torodov, A. (2012). Body Cues, Not Facial Expressions, Discriminate Between Intense Positive and Negative Emotions. *Science*, 338(6111), 1225-1229.
- [39] Muszkat, M., Berlim de Mello, C., de Oliveira Lima Munoz, P., Kiehl Lucci, T., David, V. F., de Oliveira Siqueira, J., & Otta, E. (2015). Face scanning in autism spectrum disorder and attention deficit/hyperactivity disorder : human versus dog face scanning. *Frontiers in Psychiatry*, 6(150).
- [40] Melson, G. F. (1991). Children's attachment to their pets : Links to socio-emotional development. *Children's Environments Quarterly*, 82, 55-65.

- [41] Range, F., Horn, L., Bugnyar, T., Gajdon, G. K., & Huber, L. (2009). Social attention in keas, dogs, and human children. *Animal cognition*, 12, 181–192.
- [42] Rochais, C., Henry, S., Sankey, C., Nassur, F., Góracka-Bruzda, A., & Hausberger, M. (2014). Visual attention, an indicator of human-animal relationships? A study of domestic horses (*Equus caballus*). *Frontiers in psychology*, 5(108), 1-10.
- [43] Topál, J., Miklósi, A., & Csányi, V. (1997). Dog-human relationship affects problem-solving behavior in the dog *Anthrozoos*, 10, 214-224.
- [44] Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M. V., J., A., Visser, K., & Jones, R. B. (2006). Assessing the human–animal relationship in farm species : a critical review. *Applied Animal Behaviour Science*, 101, 185-242.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du contrat de Marine Grandgeorge au Centre de Ressources sur l'Autisme Bretagne sous la direction d'Eric Lemonnier et Michel Botbol.

