

## Impact du ralentissement des informations faciales dynamiques dans l'autisme : une étude en oculométrie

---

Aurore Charrier<sup>1</sup>, Carole Tardif<sup>2</sup> et Bruno Gepner<sup>3</sup>

Les troubles du spectre de l'autisme (TSA) sont des désordres neuro-développementaux essentiellement caractérisés par des altérations de la communication sociale (APA, 2013). Cette communication, pour être effective entre deux ou plusieurs personnes, nécessite que chacun des partenaires traite correctement les informations échangées lors de l'interaction, notamment la dynamique faciale (par ex., mouvements des yeux et des lèvres, mimiques faciales émotionnelles) qui contribue à l'engagement social avec autrui (Johnson, 2006 ; Annaz et al., 2012) et à la compréhension de la communication sociale grâce à la détection des états psychologiques, motivations et intentions d'autrui (Frith & Frith, 1999 ; Farroni et al., 2002). Or, les personnes avec autisme présentent une attention atypique au mouvement biologique-humain (voir Simmons et al., 2009 et Kaiser & Pelphrey, 2012, pour des revues), et des études en oculométrie (technique permettant d'enregistrer les mouvements oculaires) ont identifié plusieurs particularités dans leurs comportements d'exploration visuelle, par rapport aux individus au développement typique : elles regardent moins autrui (Chawarska & al., 2009, 2013), les visages (Hosozawa et al., 2012 ; Swettenham & al., 1998) et ses caractéristiques centrales (de Wit, Falck-Ytter & von Hofsten, 2008 ; Klin et al., 2002 ; Shic, Macari & Chawarska, 2013) au profit de zones sans importance sociale, et leur balayage visuel est plus erratique, imprécis, et désorganisé (Pelphrey et al., 2002).

En outre, dans la vie quotidienne, la communication requiert des compétences pour discriminer les paroles des interlocuteurs des autres sons environnementaux, surtout lors des interactions sociales à plusieurs ou lorsque des bruits parasitent la réception des paroles du partenaire de communication. Des difficultés pour percevoir la voix (Gervais et al., 2004) et l'utiliser, par exemple, pour réaliser des jugements socio-affectifs (Paul et al., 2005) ou attribuer des états mentaux à autrui (Golan, Baron-Cohen, Hill, & Rutherford, 2007 ; Kleinman, Marciano, & Ault,

2001 ; Rutherford, Baron-Cohen, & Wheelwright, 2002) sont observées chez les personnes avec TSA.

De surcroît, elles peuvent avoir du mal à analyser en même temps des informations issues de plusieurs modalités sensorielles (par ex., Iarocci & McDonald, 2006 ; Waterhouse, Fein & Modahl, 1996) ayant tendance à se centrer sur un seul sens à la fois (traitement unimodal). De ce fait, regarder quelqu'un tout en l'écoutant peut être trop compliqué pour les personnes avec autisme (Bogdashina, 2003).

Au total, entre 30 % et 100 % des personnes avec TSA rencontreraient précocement (Baranek, 1999) des anomalies sensorielles (Ben-Sasson et al., 2009 ; Costa Caminha & Lampreia, 2012 ; Dawson & Waitling, 2000 ; Harrison & Hare, 2004 ; Iarocci & McDonald, 2006) et ce, indépendamment de la sévérité de leurs troubles (Dunn, Myles, & Orr, 2002). Pour expliquer ces particularités sensorielles, plusieurs interprétations ont vu le jour, en particulier une faiblesse de la cohérence centrale (Frith, 1996 ; Happé & Frith, 2006) ou un sur-fonctionnement perceptif avec biais local (Mottron et al., 2001 ; 2006). Une autre propose l'existence de désordres de la perception des flux multi-sensoriels de fréquence temporelle élevée : les signaux auditifs, visuels, mais également, tactilo-kinesthésiques, présents dans l'environnement, seraient trop rapides et/ou complexes pour être traités en temps réel (Gepner et al., 2001 ; 2002 ; 2005 ; 2009). En conséquence, les personnes avec TSA présenteraient dès leur plus jeune âge une moindre attention pour les visages, en particulier la zone des yeux et, plus généralement, des difficultés à communiquer ou à s'engager dans des interactions sociales. Une possible solution à certaines de ces difficultés a alors émergé : ralentir, au moyen d'un logiciel (LOGIRAL), les informations dynamiques véhiculées dans les échanges (mouvements du corps et du visage, parole et sons) afin de laisser une durée suffisante aux personnes TSA pour les traiter. Ainsi, une série de recherches a montré l'effet bénéfique d'une présentation ralentie qui se traduit

---

<sup>1</sup> Doctorante sous la direction du Pr Carole Tardif, Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Émotion (PsyCLÉ), E.A. 3273, Aix-Marseille Université, financée par la Région PACA, aurore.charrier@univ-amu.fr

<sup>2</sup> Professeur de Psychologie et Psychopathologie du Développement, UFR de Psychologie, Centre de Recherche PsyCLE, Aix-Marseille Université, carole.tardif@univ-amu.fr

<sup>3</sup> Pédiopsychiatre et chercheur associé, Laboratoire de Neurobiologie des Interactions Cellulaires et Neuropathologie (NICN), UMR CNRS 7259, Aix-Marseille Université, bruno.gepner@univ-amu.fr

notamment par des performances accrues en reconnaissance d'expressions faciales émotionnelles et non-émotionnelles (Gepner et al., 2001 ; Tardif et al., 2007), en imitation faciale et corporelle (Lainé et al., 2008, 2011), et par une normalisation de la catégorisation de phonèmes ambigus (Tardif et al., 2002). Une étude récente a également montré que le ralentissement des mouvements faciaux et de la parole améliorerait significativement la compréhension et la cognition verbale chez un enfant avec autisme (Tardif et al., 2011).

Dans la lignée de ces travaux axés sur des mesures comportementales, la présente étude vise à mesurer en oculométrie l'effet du ralentissement des mouvements du visage et de la parole d'une personne racontant une histoire sur un écran d'ordinateur sur les comportements d'exploration visuelle d'enfants avec TSA. Plus spécifiquement, on s'attend à ce que les enfants avec TSA regardent plus le visage et ses caractéristiques centrales (zones des yeux et de la bouche) lorsque la vitesse de présentation des scènes est ralentie.

## Méthodologie

### Population

Le groupe expérimental est composé de 23 enfants, âgés de 3 à 8 ans (âge moyen : 5 ans 8 mois ; E.T. : 18.79), présentant un autisme infantile diagnostiqué selon les critères de la CIM-10 (OMS, 1993). L'évaluation de la sévérité du trouble autistique est effectuée à l'aide de la CARS (Schopler et al., 1980). En fonction de leur degré de sévérité, les enfants sont répartis en 3 sous-groupes (voir tableau 1) : un groupe avec autisme léger, comprenant les enfants ayant un score à la CARS < à 33 (n=3) ; un groupe avec autisme modéré, incluant les enfants ayant un score à la CARS compris entre 33 et 38 (n=8) ; un groupe avec autisme sévère, pour les enfants ayant un score à la CARS > à 38 (n=12). La présence d'importants troubles du comportement empêchant la participation des enfants aux mesures oculométriques, ou encore l'existence de troubles de l'humeur associés, de même que la prise de médicaments affectant leur système oculomoteur, ou encore des pathologies oculaires ou auditives, des antécédents de troubles neurologiques (épilepsie, encéphalopathie) sont des critères d'exclusion de l'étude. Les enfants avec autisme ont été recrutés auprès de services hospitaliers (hôpital de jour pour enfants), de SESSAD et de professionnels (pédopsychiatres, orthophonistes) en libéral dans les Bouches-du-Rhône.

Le groupe de 23 enfants avec autisme est comparé à un groupe témoin constitué de 29 enfants ayant un dévelop-

pement typique, âgés de 3 à 8 ans (voir tableau 1), dépourvus de troubles psychiatriques, neurologiques ou de retards dans les apprentissages, et recrutés auprès d'établissements scolaires des Bouches-du-Rhône.

### Matériel

Un oculomètre Tobii T120 Eye Tracker (Tobii Technology, Stockholm, Suède) est utilisé pour enregistrer les mouvements oculaires des enfants. Cinq diodes envoient de la lumière infrarouge (IR) au centre de la pupille, le reflet réfléchi par la cornée du sujet est enregistré à l'aide d'une caméra haute résolution. L'emplacement et la taille de la pupille sont échantillonnés à une fréquence de 120 Hz et la précision du suivi de la position des yeux est de 0,5° pour une résolution spatiale de 0,2°. Cet oculomètre, non invasif et disposant d'une grande tolérance aux mouvements de la tête, est particulièrement adapté pour les enfants qui se trouvent ainsi placés face à un écran comme celui d'un ordinateur ou d'une télévision.

L'oculomètre est relié à un ordinateur portable sur lequel est installé le logiciel Studio 3.0, ainsi que deux enceintes pour amplifier le son.

### Stimuli

Les stimuli consistent en des films vidéo (de format avi) en couleur, présentant une narratrice qui raconte une version abrégée et simplifiée de l'histoire « Les Trois Petits Cochons » de façon animée, avec des variations de la tonalité des phrases et des expressions faciales. L'histoire est décomposée en 6 scènes (S1, S2, S3, S4, S5, S6), de 16.7 s chacune. Chaque scène est présentée selon 3 vitesses différentes :

- Vitesse de référence (VR) = la durée d'une scène est de 16.7 s ;
- Vitesse ralentie à 30 % (R30) = la durée d'une scène est de 24.3 s ;
- Vitesse ralentie à 50 % (R50) = la durée d'une scène est de 34.3 s.

Les vitesses R30 et R50 sont obtenues en utilisant un logiciel spécifique, Logiral (Gepner et Tardif, 2009), permettant de ralentir l'image et le son des films de manière parfaitement synchronisée, sans perte de qualité de la fréquence acoustique de la voix :

L'histoire des Trois petits cochons telle qu'elle est présentée aux participants est donc constituée, dans un ordre aléatoire, de 2 séquences en vitesse normale, de 2 séquences en vitesse R30 (ralentie à 30 %), et de 2 séquences en vitesse R50 (ralentie à 50 %).

**Tableau 1 :** Présentation de la population

	Groupe d'enfants avec autisme			Groupe témoin
	Sévère	Modéré	Léger	
	M - (SD) - n	M - (SD) - n	M - (SD) - n	
Age chronologique (en mois)	63.92 (18.64) 12	67.63 (15.43) 8	87.33 (21.94) 3	71.03 (17.73) 29
Sévérité autisme (CARS)	40.25 (1.64) 12	35.63 (1.23) 8	30.33 (0.58) 3	

A la suite de l'histoire, une image extraite d'un dessin animé puis une photographie du visage de la personne ayant raconté l'histoire des Trois Petits Cochons et affichant une émotion de base (par ex. : colère ou joie) ou arborant une expression neutre, apparaissent au centre de l'écran pendant 4 secondes chacune. Elles permettent, si nécessaire, de ré-attirer l'attention de l'enfant sur l'écran de visualisation.

## Procédure expérimentale

Les enfants avec autisme ont été testés individuellement dans un box expérimental<sup>4</sup> et les enfants typiques ont été testés dans une salle spécialement aménagée à cet effet dans leur école.

L'enfant est placé devant l'écran de l'oculomètre. Après une phase de calibration, on lui présente au minimum 3 fois l'histoire des Trois petits cochons (soit 18 scènes), de façon à ce qu'il ait vu chaque scène dans les 3 conditions de vitesse différentes, et 6 stimuli statiques (3 images et 3 photographies) pour une durée totale de 476 secondes. Le passage d'une scène à une autre scène ou à un stimulus statique se fait à l'aide d'un clic de souris réalisé par l'expérimentateur. Ceci permet d'aménager des pauses selon les besoins et l'attention de l'enfant.

## Mesures

Nous enregistrons le nombre, le temps, et la durée moyenne des fixations visuelles de l'enfant sur chacune des scènes de l'histoire, présentée dans les trois vitesses. Nous mesurons ces paramètres sur chacune des quatre zones d'intérêts préalablement déterminées : les yeux, la bouche, le visage de la personne, et la zone « hors du visage » (voir figure 1).

## Résultats

Les données ont été analysées à l'aide de modèles GEE (Generalised Estimated Equation, Liang & Zeger, 1986). Le modèle GEE est une extension de l'approche du modèle linéaire généralisé, il permet l'analyse de mesures répétées à l'aide d'une estimation par quasi-vraisemblance. Ce modèle est particulièrement approprié pour comparer les moyennes de groupes tout en tenant compte des éventuelles sources de variations pour un participant donné.

### 1) Enfants autistes vs typiques

- Comparativement aux enfants typiques, les enfants avec autisme fixent moins longtemps les scènes ( $b=16.77$ ,  $SD=2.89$ ,  $W=33.77$ ,  $p<.001$ ), font moins de fixations ( $b=14$ ,  $SD=3$ ,  $W=21.93$ ,  $p<.001$ ), et celles-ci sont d'une durée moyenne plus courte ( $b=.22$ ,  $SD=.05$ ,  $W=21.57$ ,  $p<.001$ ).
- Ils fixent moins longtemps la bouche ( $b=18.38$ ,  $SD=2.53$ ,  $W=52.8$ ,  $p<.001$ ) et le visage ( $b=50.47$ ,  $SD=2.83$ ,  $W=319.09$ ,  $p<.001$ ) et plus longtemps la zone « autre » que les enfants typiques ( $b=1.64$ ,  $SD=.62$ ,  $W=7.02$ ,  $p<.01$ ).

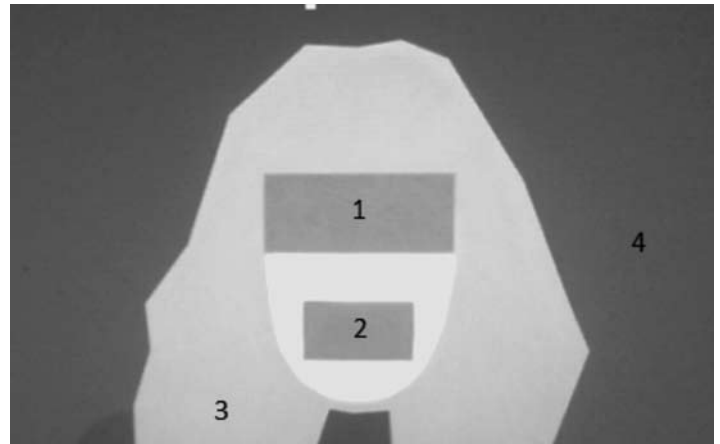


Figure 1 : Zones d'intérêts : 1= zone des yeux, 2= zone de la bouche, 3= zone du visage (comprenant les zones 1 et 2), 4= zone autre (excluant la zone du visage).

- Il n'y a pas de différence entre les groupes pour la zone des yeux que ce soit au niveau du nombre, du temps ou de la durée moyenne des fixations.

### 2) Au sein du groupe d'enfants avec autisme

- Toutes zones confondues, les enfants font un nombre de fixations plus important sur les scènes présentées en vitesse de référence comparativement aux scènes présentées en vitesse ralentie R50 ( $b=2.73$ ,  $SD=.96$ ,  $W=8.13$ ,  $p<.01$ ).
- Toutes zones confondues, leurs fixations ont une durée moyenne plus longue sur les scènes au ralenti R50 que sur les scènes en vitesse de référence ( $b=.04$ ,  $SD=.01$ ,  $W=7.06$ ,  $p<.01$ ) (voir figure 2).
- Toutes zones confondues, leurs fixations ont une durée moyenne plus longue sur la zone de la bouche pour les scènes présentées au ralenti R50 comparées à la vitesse de référence ( $b=.08$ ,  $SD=.03$ ,  $W=6.80$ ,  $p<.01$ ) (voir figure 2).
- La comparaison des 3 sous-groupes avec autisme montre que le groupe avec autisme léger, comparé aux groupes avec autisme modéré et sévère, regarde

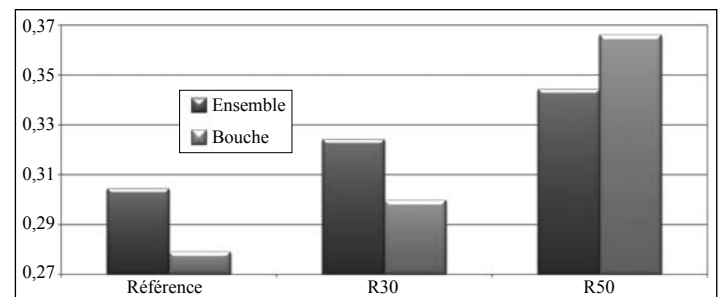


Figure 2 : Durée moyenne des fixations (en secondes) en fonction de la vitesse des films (VR, R30, R50) sur la bouche et l'ensemble des zones

(ensemble = ensemble des 4 zones d'intérêt la fig.2 ; NB : les résultats n'étant pas statistiquement significatifs pour les zones des yeux et « hors du visage », ils n'apparaissent pas sur le graphique).

<sup>4</sup> Au Laboratoire Parole Langage, UMR CNRS 7309, Aix-Marseille Université.

plus longtemps les scènes visuelles (léger vs. modéré :  $b=8.29$ ,  $SD=4.11$ ,  $W=4.06$ ,  $p<.05$  ; léger vs. sévère :  $b=9.42$ ,  $SD=3.38$ ,  $W=7.76$ ,  $p<.01$ ), et fait des fixations d'une durée moyenne plus longue (léger vs. modéré :  $b=.25$ ,  $SD=.12$ ,  $W=4.43$ ,  $p<.05$  ; léger vs sévère :  $b=.27$ ,  $SD=.12$ ,  $W=5.65$ ,  $p<.05$ ) sur l'ensemble des scènes, toutes zones confondues.

### 3) Comparaison au sein des différents sous-groupes d'enfants avec autisme

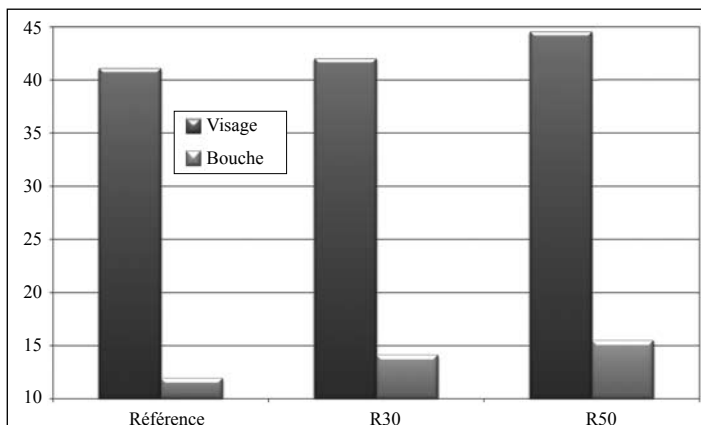
Nous avons ensuite réalisé des analyses spécifiques pour chaque sous-groupe (léger-modéré-sévère). Des effets significatifs sont observés seulement pour les enfants avec un autisme léger, c'est pourquoi nous nous centrons sur ce sous-groupe dans la suite de présentation des résultats.

- Les enfants de ce sous-groupe fixent plus longtemps les scènes ralenties (R50) que celles en vitesse de référence (R50 vs VR :  $b=1.68$ ,  $SD=.65$ ,  $W=6.58$ ,  $p<.01$ ) et font des fixations d'une durée moyenne plus longue sur les scènes ralenties (R50 et R30) comparativement à la vitesse de référence (VR vs. R50 :  $b=.11$ ,  $SD=.03$ ,  $W=14.62$ ,  $p<.001$  ; VR vs. R30 :  $b=.08$ ,

$SD=.02$ ,  $W=13.34$ ,  $p<.001$ ). Une différence significative apparaît également entre les deux vitesses de ralentissement : les enfants avec un autisme léger font des fixations d'une durée moyenne plus longue sur les scènes très lentes (R50) que celles lentes (R30) ( $b=.04$ ,  $SD=.01$ ,  $W=15.09$ ,  $p<.001$ ).

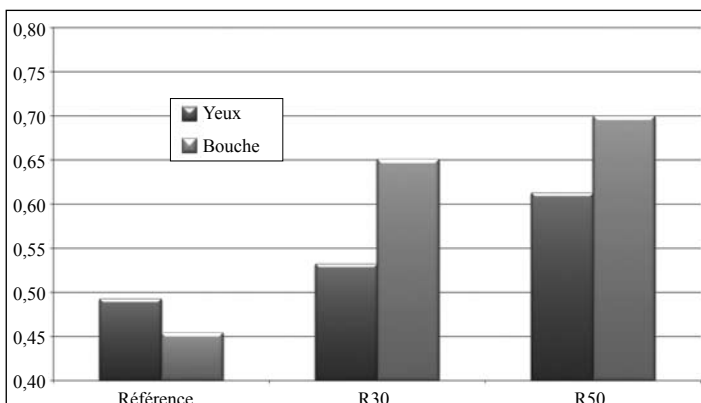
- En vitesse très lente (R50) comparativement à la vitesse de référence et à la vitesse lente (R30), ils fixent plus longtemps la zone de la bouche (R50 vs. R30 :  $b=1.37$ ,  $SD=.36$ ,  $W=14.19$ ,  $p<.001$  ; R50 vs. VR :  $b=3.55$ ,  $SD=1.05$ ,  $W=11.41$ ,  $p<.001$ ) ainsi que la zone du visage (R50 vs. R30 :  $b=2.53$ ,  $SD=1.19$ ,  $W=4.52$ ,  $p<.05$  ; R50 vs. VR :  $b=3.46$ ,  $SD=0.78$ ,  $W=19.61$ ,  $p<.001$ ) (voir figure 3).

- Ils font des fixations d'une durée moyenne plus grande sur la bouche en vitesses ralenties (R50 et R30) par rapport à la vitesse de référence (R50 vs. VN :  $b=.25$ ,  $SD=.08$ ,  $W=10.65$ ,  $p<.001$  ; R30 vs. VN :  $b=.20$ ,  $SD=.07$ ,  $W=6.92$ ,  $p<.01$ ). Ils font des fixations d'une durée moyenne plus grande sur les yeux en vitesse très lente (R50) comparativement à la vitesse lente (R30) ( $b=.08$ ,  $SD=.03$ ,  $W=9.82$ ,  $p<.01$ ) et à la vitesse de référence ( $b=.12$ ,  $SD=.02$ ,  $W=26.72$ ,  $p<.001$ ) (voir figure 4).



**Figure 3 :** Temps de fixation (en seconde) en fonction de la zone regardée (visage et bouche) par le groupe avec autisme léger.

(NB : les résultats pour les zones yeux et « hors du visage » n'étant pas significatifs, ils n'apparaissent pas sur le graphique).



**Figure 4 :** Durée moyenne (en seconde) des fixations en fonction de la zone regardée par le groupe avec autisme léger

(NB : les résultats pour les zones visage et « hors du visage » n'étant pas significatifs, ils n'apparaissent pas sur le graphique)

## Discussion

Cette étude en oculométrie avait pour objectif de mesurer l'impact du ralentissement des informations dynamiques (visuelles et auditives) sur les comportements d'exploration visuelle d'enfants avec TSA regardant un visage dynamique. Nos résultats montrent que :

- 1) comparativement aux enfants ayant un développement typique, les enfants autistes fixent moins les scènes visuelles de façon générale, et quand ils le font, ils regardent moins le visage et la bouche, et davantage la zone en dehors du visage (zone « hors du visage »). Ces résultats sont en accord avec les recherches rapportant que, par rapport aux enfants ayant un développement typique, ceux avec TSA ont tendance à ne pas être aussi attentifs aux personnes (Chawarska et al., 2009, 2013 ; Swettenham et al. 1998) et aux caractéristiques centrales du visage, en particulier la zone des yeux (de Wit et al., 2008 ; Hosozawa et al., 2012 ; Klin et al., 2002 ; Shic et al., 2013), préférant observer des zones sans importance sociale telle que l'arrière-plan (de Wit et al. 2008 ; Hosozawa et al., 2012 ; Klin et al., 2002b ; Shic et al., 2013).
- 2) plus la vitesse de la vidéo est ralentie, moins les enfants autistes font de saccades et plus la durée moyenne de leur fixation sur la scène visuelle s'accroît, en particulier sur la bouche. Le ralenti améliore ainsi l'exploration visuelle du visage chez les enfants avec autisme en diminuant leur tendance à disperser leur attention et en stabilisant davantage leur regard sur un endroit précis, notamment la zone de la bouche. Ce résultat est particulièrement intéressant puisque si les enfants autistes font des fixations plus longues sur la bouche lorsque les scènes sont ralenties, il est

possible qu'ils perçoivent mieux les informations issues des mouvements des lèvres, et décodent mieux les aspects visuels de la parole et du langage.

- 3) les analyses réalisées entre les 3 sous-groupes (autisme léger, moyen, sévère) montrent que le ralentissement est essentiellement favorable aux enfants ayant des troubles autistiques légers. Les enfants de ce sous-groupe regardent plus longtemps la bouche et le visage, et font des fixations plus longues sur la bouche et les yeux. Le ralenti leur permet donc d'être plus attentifs aux informations centrales du visage présentées à l'écran de l'ordinateur. Ils stabilisent leur regard sur la zone du visage, de la bouche et des yeux. Avec le ralentissement, ils ont ainsi accès aux informations essentielles pour le décodage des expressions faciales, la lecture labiale et la compréhension du langage. Ce résultat se distingue de ceux des recherches antérieures montrant des effets bénéfiques du ralenti sur la reconnaissance des mimiques faciales et l'imitation corporelle et faciale en particulier pour les enfants ayant les troubles les plus sévères (Lainé & al., 2008, 2011 ; Tardif, Lainé, Rodriguez & Gepner, 2007). Nous pouvons supposer que l'histoire présentée à l'écran est potentiellement trop compliquée et/ou peu intéressante, attractive ou stimulante pour les enfants avec autisme modéré et sévère (qui n'ont probablement pas compris l'histoire et/ou ont eu du mal à rester attentifs pendant toute la passation).

Dans l'ensemble, nos résultats apportent de nouveaux indices psychophysiques en faveur d'un dysfonctionnement du traitement des informations de la dynamique faciale dans l'autisme, et de l'utilité de ralentir ces informations, notamment non verbales (gestes, mouvements faciaux et corporels), mais aussi verbales (paroles, sons) auprès des enfants avec autisme.

Ces données obtenues en oculométrie soutiennent l'importance d'étudier l'impact de l'utilisation régulière du ralentissement des informations dynamiques sur les compétences en communication et en cognition sociale d'enfants avec TSA. Une recherche longitudinale, écologique, utilisant Logiral lors des séances d'orthophonie, est actuellement terminée et en cours de publication.

## Bibliographie

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Fifth ed.)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing. ISBN 978-0-89042-555-8.
- Annaz, D., Campbell, R., Coleman, M., Milne, E., & Swettenham, J. (2012). Young Children with Autism Spectrum Disorder Do Not Preferentially Attend to Biological Motion. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 401-408.
- Baranek, G.T. (1999). Autism During Infancy: A Retrospective Video Analysis of Sensory-Motor and Social Behaviors at 9-12 Months of Age. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 3, 213-224.
- Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R., Cermak, S. A., Engel-Yeger, B., & Gal, E. (2009). A Meta-Analysis of Sensory Modulation Symptoms in Individuals with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39, 1-11.
- Bogdashina, O. (2003). *Sensory Perceptual Issues in Autism and Asperger Syndrome : Different Sensory Experiences-Different Perceptual Worlds*. London and Philadelphia : JKP.
- Chawarska, K., & Shic, F. (2009). Looking but not seeing: atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39, 1663-1672.
- Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2013). Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry*, 74, 195-203.
- Costa Caminha, R. & Lampreia, C. (2012). Findings on sensory deficits in autism: implications for understanding the disorder. *Psychology & Neuroscience*, 5, 2, 231-237.
- Dawson, G., & Watling, R. (2000). Interventions to Facilitate Auditory, Visual, and Motor Integration in Autism: A Review of the Evidence. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30, 5, 415-421.
- de Wit, T., Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2008). Young children with autism spectrum disorder look differently at positive versus negative emotional faces. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2, 651-659.
- Dunn, W., Myles, B. S., & Orr, S. (2002). Sensory processing issues associated with Asperger syndrome: A preliminary investigation. *American Journal of Occupational Therapy*, 56, 97-102.
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 9602-9605.
- Frith, C., & Frith, U. (1999). Interacting minds - A biological basis. *Science*, 286, 1692-1695.
- Frith, U. (1996). *L'énigme de l'autisme*. Paris : Odile Jacob.
- Gepner, B., Deruelle, C., & Grynfeldt, S. (2001). Motion and emotion: a novel approach to the study of face processing by autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31, 37-45.
- Gepner, B., & Massion, J. (dir by) (2002). L'autisme : une pathologie du codage temporel ? *Travaux Interdisciplinaires sur la Parole et le Langage*, 21, 177-218.
- Gepner, B. & Féron, F. (2009). Autism: a world changing too fast for a mis-wired brain? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1227-1242.

- Gepner, B. (2005). Malvoyance du mouvement dans l'autisme: de la clinique à la recherche et à la rééducation. In C., Andress, C., Barthélémy, A., Berthoz, J., Massion, & B., Rogé (eds.) *L'autisme : de la recherche à la pratique* (pp. 205-226). Paris: Odile Jacob.
- Gervais, H., Blein, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., & al. (2004). Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience*, 7, 8, 801-802.
- Golan, O., Baron-Cohen, S., Hill, J. J., & Rutherford, M. D. (2007). The 'Reading the Mind in the Voice' Test-Revised: A Study of Complex Emotion Recognition in Adults with and Without Autism Spectrum Conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 1096-1106.
- 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.
- Harrison, J., & Hare, D. J. (2004). Brief report: Assessment of sensory abnormalities in people with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 6, 727-730.
- Hosozawa, M., Tanaka, K., Shimizu, T., Nakano, T., & Kitazawa, S. (2012). How children with specific language impairment view social situations: an eye tracking study. *Pediatrics*, 12, 1453-1460.
- Iarocci, G., & McDonald, J. (2006). Sensory integration and the perceptual experience of persons with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 77-90.
- Johnson, M. H. (2006). Biological Motion: A Perceptual Life Detector? *Current Biology*, 16, 10, 376-377.
- Kaiser, M. D., & Pelphrey, K. A. (2012). Disrupted action perception in autism: Behavioral evidence, neuroendophenotypes, and diagnostic utility. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, 25-35.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- Kleinman, J., Marciano, P. L., & Ault, R. L. (2001). Advanced theory of mind in high-functioning adults with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31, 29-36.
- 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, 809-816.
- Lainé, F., Tardif, C., & Gepner, B. (2008). Ralentir les signaux visuels et auditifs de l'environnement social pour aider les enfants autistes à mieux le percevoir ? *Bulletin scientifique de l'arapi*, 21, 79-82.
- Lainé, F., Rauzy, S., Tardif, C., & Gepner, B. (2011). Slowing down the presentation of facial and body movements enhances imitation performance by children with severe autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 983-996.
- Liang, K-Y., & Zeger, S. L. (1986). Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models. *Biometrika*, 73, 1, 13-22.
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., & al. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: an update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 1, 27-43.
- Mottron, L., & Burack, J. A. (2001). Enhanced perceptual functioning in the development of autism. In J., Burack, T., Charman, N. Yirmiya, & al. (eds.) *The Development of Autism: Perspectives from Theory and Research* (pp. 131-148). Mahwah, N.J., Erlbaum.
- Paul, R., Augustyn, A., Klin, A., & Volkmar, F. R. (2005). Perception and production of prosody by speakers with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35, 2, 205-220.
- Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, 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.
- Rutherford, M. D., Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2002). Reading the mind in the voice: a study with normal adults and adults with Asperger syndrome and high functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32, 189-194.
- Schopler, E., Reichler, R. J., DeVellis, R. F., & Daly, K. (1980). Toward objective classification of childhood autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 10, 1, 91-103.
- Simmons, D.R., Robertson, A.E, McRay, L.S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F.E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49, 2705-2739.
- Shic, F., Macari, S., & Chawarska, K. (2013). Speech disturbs face scanning in 6-month-old infants who develop autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry*, doi: 10.1016.
- Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Charman, T., Cox, A., Baird, G., Drew, A., Rees, L, & Wheelwright, S. (1998). The frequency and distribution of spontaneous attention shifts between social and non-social stimuli in autistic, typically developing and non-autistic developmentally delayed infants. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 747-753.
- Tardif, C., Thomas, K., Rey, V., & Gepner, B. (2002). Contribution à l'évaluation du système phonologique explicite chez des enfants avec autisme. *Parole*, 21, 35-72.
- Tardif, C., Lainé, F., Rodriguez, M., & Gepner, B. (2007). Slowing down facial movements and vocal sounds enhances facial expression recognition and facial-vocal imitation in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 1469-1484.
- Waterhouse, L., Fein, D., & Modahl, C. (1996). Neurofunctional mechanisms in autism. *Psychological Review*, 103, 3, 457-489.