



**HAL**  
open science

## Quelle compréhension du langage corporel dans l'autisme ?

Christina Schmitz

► **To cite this version:**

Christina Schmitz. Quelle compréhension du langage corporel dans l'autisme ?. Troubles du Spectre de l'Autisme: recherche et orthophonie., 2019, 978-2-36235-119-8. hal-03095211

**HAL Id: hal-03095211**

**<https://hal.science/hal-03095211>**

Submitted on 4 Jan 2021

**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.

## **Quelle compréhension du langage corporel dans l'autisme ? How do individuals with autism understand body language ?**

Christina Schmitz  
Chercheuse, Docteur en neurosciences,  
Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon – Equipe DYCOG  
Correspondance :  
Christina Schmitz. CRNL  
CH Le Vinatier – 95 Bd Pinel 69500 Bron  
Christina.schmitz@inserm.fr

### **Résumé :**

Le corps n'est pas qu'une sortie motrice efficace pour explorer l'espace et l'utiliser, c'est également un moyen d'expression précieux et un outil de communication avec autrui. Ainsi, beaucoup de mouvements que nous réalisons sont porteurs d'informations essentielles pour la communication non-verbale, et qui facilitent nos échanges sociaux. Les travaux présentés ici ont eu pour objectif de mieux comprendre la façon dont nous nous appuyons sur la cinématique des actions réalisées par deux personnes pour en inférer la présence d'une interaction sociale entre eux. Nous nous sommes intéressés aux caractéristiques développementales, typiques et atypiques dans les Troubles du Spectre de l'Autisme (TSA), de cette aptitude. A cette fin, nous avons créé des stimuli qui reposent sur la modélisation des mouvements humains au moyen de points lumineux. Cette présentation dynamique présente le double avantage d'être très minimaliste et au plus près de l'information cinématique donnée par le seul corps. Je présenterai ici les résultats issus d'études comportementales et en Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle, qui nous ont permis de mieux comprendre les limites développementales et les singularités de la perception du langage corporel dans l'autisme. Nos résultats soulignent l'importance du développement des représentations de l'action, réalisées dans un cadre d'interaction sociale en particulier, qui alimentent un système de résonance en miroir, support à notre compréhension des actions réalisées par les autres. Dans l'autisme, la pauvreté du répertoire construit à partir de ces représentations serait un frein à la compréhension du langage corporel, notamment dans le cadre éminemment complexe des interactions sociales.

### **Abstract :**

The body is not just an effective motor output that enables to explore our environment and use it, it is also a valuable means of expression and a tool for communicating with others. Many movements that we perform carry essential information for non-verbal communication, and facilitate our social exchanges. The work presented here was intended to provide information on how we rely on the kinematics of actions performed by two people to infer the presence of social interaction between them. We investigated the typical developmental features of this ability, and its peculiarities in Autism Spectrum Disorders (ASD). To this end, we created stimuli based on the modeling of human motion by means of point-light. This dynamic visual display has the double advantage of being very minimalist and close to the kinematic information provided by the body alone. I will present here some results coming from behavioral studies and functional Magnetic Resonance Imaging, which allowed us to better understand the developmental limits and singularities of body language perception in autism. Our results underline the importance of the development of the representations of actions, performed in the context of social interactions, which feed a system of resonance in mirror, support to our understanding of the actions realized by the others. In autism, the poverty of the repertoire constructed from these representations would be an obstacle to the

comprehension of body language, especially in the highly complex framework of social interactions.

**Mots-clés** : Langage corporel, Autisme, Mouvement Humain, Points lumineux, Interaction sociale

**Key-words** : Body language, Autism, Human Motion, Point-light, Social Interaction

### *Introduction*

*La compréhension des indices non-verbaux joue un rôle essentiel dans l'identification des états émotionnels et des intentions de l'autre. A fortiori, lorsqu'il s'agit d'interactions sociales, de l'acuité de notre perception et des inférences que l'on produit dépend la qualité de notre interprétation. Si la lecture des expressions faciales constitue une source d'information largement utilisée, les mouvements du corps, parfois plus subtils, sont également porteurs de multiples messages sociaux. Dans certaines circonstances, en particulier lorsqu'on observe deux personnes au loin, ils constituent le seul support qui nous permet de comprendre le sens de l'interaction sociale en cours.*

*En 1975, Johansson a développé un modèle qui permet d'étudier les caractéristiques inhérentes à la perception des mouvements du corps (i.e. Mouvement Humain). En plaçant des marqueurs réfléchissants sur les principales articulations d'un marcheur, on peut restituer le mouvement sous forme de points lumineux animés (Johansson, 1975). La visualisation de l'animation dynamique des points lumineux permet à l'observateur de détecter et d'identifier avec précision les caractéristiques d'une action. Ce modèle pourtant minimaliste est suffisamment robuste pour permettre d'identifier des états émotionnels tout comme des caractéristiques subtiles (Pollick et al., 2001) des actions effectuées.*

*L'originalité de l'approche proposée ici réside dans le fait de s'être intéressés à la perception du Mouvement Humain dans le cadre particulier des interactions sociales. Nous nous sommes posés la question du développement typique de la reconnaissance des interactions sociales à partir des indices cinématiques de deux acteurs en mouvement, ainsi que dans les Troubles du Spectre de l'Autisme (TSA). Nous avons également cherché à identifier les réseaux centraux impliqués dans le traitement du mouvement humain dans le cadre des interactions sociales, exploré leur développement, et interrogé leur intégrité dans les TSA. Pour ce faire, nous avons créé et utilisé des stimuli qui reposent sur la modélisation des mouvements humains au moyen de points lumineux, tels que proposés par Johansson en 1975. Cette modélisation présente le double avantage d'être très minimaliste et au plus près de l'information cinématique donnée par le seul corps. Ainsi, aucune information supplémentaire, telle que l'orientation du regard, l'expression du visage ou encore l'apparence extérieure, n'est fournie dans ce type de stimuli visuels en dehors de l'information qui se dégage du corps humain en mouvement.*

# I – Reconnaissance d’une interaction sociale par l’analyse du Mouvement Humain

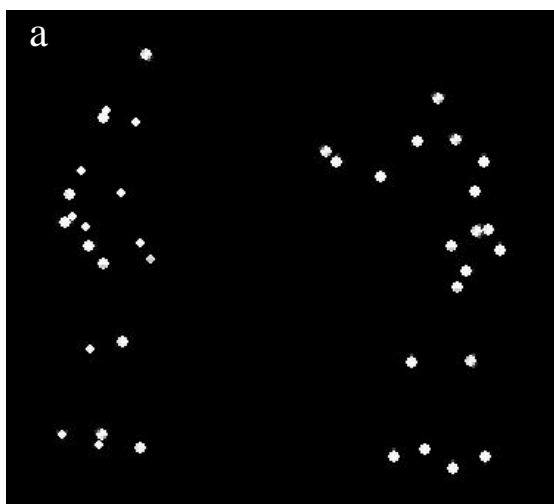
## A – Le paradigme en point lumineux avec deux acteurs

*Nous nous sommes donc intéressés à la composante motrice d’une interaction sociale, exprimée par la perception du corps humain en mouvement. Nous avons pour ce faire construit des animations silencieuses en points lumineux d’une durée de 3 s, qui présentaient deux acteurs en action, soit dans le cadre d’une interaction sociale (scène dynamique au cours de laquelle l’action initiée par un acteur induisait la réaction du second acteur dans un contexte social cohérent), soit dans le cadre d’actions indépendantes sans lien entre les deux acteurs.*

*Les interactions sociales (figure 1a) représentaient une scène dynamique dans laquelle l’action initiée par un acteur induisait la réaction du second acteur dans un contexte social cohérent. Une gamme élargie d’interactions sociales extraites de situations écologiques allant des conventions sociales (une personne propose à une autre de s’asseoir) aux situations émotionnelles de valences positive (deux amis qui manifestent leur joie de se retrouver) et négative (une personne en pleurs consolée par un ami), en passant par les jeux / sports collectifs (deux co-équipiers jouant au football) était proposée aux sujets. Des objets ont parfois été nécessaires à la mise en place d’une interaction sociale (ballon, épée ou chaise) mais ils étaient invisibles dans l’animation. Au total, 20 scènes sociales ont été scénarisées puis dupliquées en fonction de l’acteur initiant l’action ou en fonction de différents angles de vue.*

*Les « non interaction sociale » (figure 1b) illustraient deux acteurs qui réalisaient des actions indépendamment l’un de l’autre, sans intention de communication. Afin d’annuler tout effet de synchronie dans les mouvements réalisés par les personnages, et ainsi éviter que les participants ne perçoivent une interaction entre les deux personnages, chaque acteur a été enregistré séparément de l’autre acteur. Puis, les animations individuelles ont été juxtaposées « artificiellement » lors du montage vidéo.*

*De façon générale, la tâche expérimentale consistait en une épreuve de catégorisation au cours de laquelle il était demandé au sujet de répondre à la question : « Les deux acteurs réalisent une action ensemble ou chacun de son côté ? ». La consigne a été adaptée en fonction de l’âge des participants.*



**Figure 1 : Images extraites des animations illustrant une scène avec interaction sociale (a) et sans interaction sociale (b).** L'exemple d'une interaction sociale illustre un acteur montrant quelque chose au sol au second acteur qui s'approche. L'exemple de mouvements sans interaction sociale illustre un acteur cherchant quelque chose posé au sol alors que le second acteur est en train d'accrocher un objet en hauteur.

## B – Aspects développementaux chez l'enfant typique

La capacité à distinguer un mouvement biologique d'un mouvement non-biologique semble être innée, et a été démontrée chez des nouveau-nés âgés d'à peine 2 jours (Simion et al., 2008). La distinction perceptive du mouvement humain a pu être mise en évidence chez des nourrissons âgés de quatre mois (Fox & McDaniel, 1982), qui fixent davantage des animations présentant du mouvement humain que celles présentant des mouvements aléatoires. A cinq mois, ils sont capables de discriminer un mouvement humain qui présente une perturbation dans la symétrie du corps (Bertenthal et al., 1987; Booth et al., 2002). A partir de l'âge de trois ans, les enfants engagés dans une épreuve verbale de catégorisation identifient des mouvements biologiques, qu'ils soient réalisés par un animal ou un être humain, le plafond des performances étant atteint autour de l'âge de cinq ans (Pavlova et al., 2001). En revanche, peu de données expérimentales informent sur la manière dont les enfants utilisent la cinématique du corps pour extraire spécifiquement une information sociale. Des enfants de développement typique âgés de 7 ans (Moore et al., 1997) et de 12 ans (Parron et al., 2008) reconnaissent plus facilement des mouvements humains illustrant des états émotionnels que des mouvements d'objets.

Nous avons exploré au moyen de notre test comportemental simple la sensibilité aux interactions sociales présentées sous forme de points lumineux à 36 enfants typiquement développés âgés de 4 à 10 ans, divisés en quatre groupes d'âge (Centelles et al., 2011c; Centelles et al., 2013). L'objectif était de déterminer le décours développemental traduisant l'évolution des compétences au cours de l'enfance pour dégager le contenu social à partir de la perception des corps en action, par comparaison avec un groupe d'adultes. Les deux catégories d'items visuels ont été présentées aux enfants: avec interactions sociales où deux acteurs reproduisent des situations durant lesquelles ils interagissent ensemble (ex: se serrer la main, montrer/ regarder quelque chose, pleurer/ consoler) et sans interaction sociale où les acteurs réalisent des actions indépendamment l'un de l'autre (ex: s'accroupir/lever les bras, sauter/ rotation du tronc, faire un pas en avant/ lever une jambe). Nous avons comparé, au sein de chaque groupe d'enfants, le temps de réaction et la qualité de la réponse enregistrés dans la tâche de catégorisation. Ainsi, chaque enfant, face à écran d'ordinateur, devait observer les vidéos et répondre à l'aide des touches du clavier à la question « Les deux personnes communiquent-elles ou pas ? ». Deux pictogrammes étaient matérialisés sur le clavier, l'un symbolisant la communication et l'autre barré pour l'absence de communication.

Nos résultats indiquent que dès l'âge de 4 ans, le corps en action se révèle un indice clef dans la compréhension des interactions sociales, avec une amélioration notable aux alentours de 7/8 ans (figure 2). On note également que les enfants de 4 à 8 ans catégorisent mieux une scène sans interaction sociale qu'une scène avec interaction sociale. Ils sous-estiment par conséquent le contenu social issu du corps en action. Aucun effet n'est observé pour les groupes des enfants 9-10 ans ainsi que le groupe d'adultes qui reconnaissent aussi bien une scène sociale qu'une scène non sociale (Centelles et al., 2011c; Centelles et al., 2013).

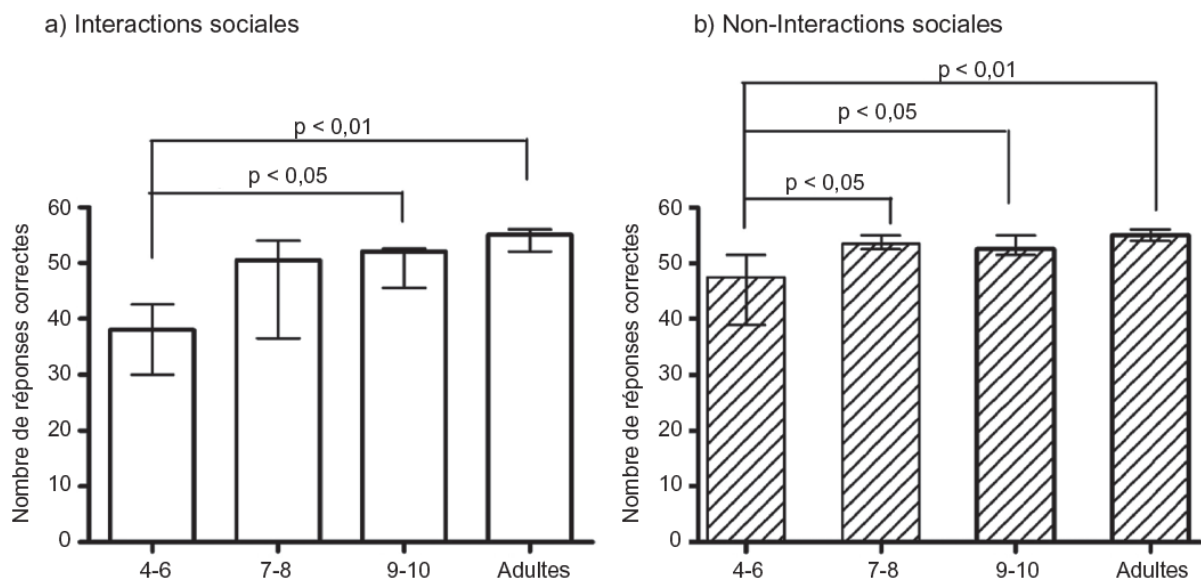


Figure 2 : Effet développemental lors de l'observation des deux catégories de scènes en points lumineux.

Effet développemental dans chaque catégorie : interaction sociale (a) et non-interaction sociale (b). Sur les graphiques, les indicateurs de tendance centrale et de dispersion sont respectivement, la médiane et l'intervalle interquartile (Q1 et Q3). (d'après Centelles et al., 2011c).

L'aptitude précoce à extraire un contenu social à partir du langage corporel ainsi que son perfectionnement au cours de l'enfance, est probablement intimement liée à l'élaboration des représentations sociales de l'action, elles-mêmes dépendantes du développement du mécanisme miroir. En effet, c'est en reproduisant le comportement d'autrui que le jeune enfant s'exerce et développe son répertoire moteur et social. Par cette expérience « en miroir » avec un pair, le jeune enfant apprend à associer les actions observées à des intentions, des états mentaux, voire un échange social. Il dispose alors de représentations qui lui permettent de réaliser des inférences à partir de l'observation d'actions. En particulier, durant l'observation d'une interaction sociale, il est essentiel que l'enfant comprenne l'intention de l'individu qui initie l'interaction afin d'évaluer la réaction du second individu comme étant la conséquence de l'action du premier. Si ce mécanisme miroir joue un rôle prépondérant dans la compréhension d'une action intentionnelle, sa contribution dans la compréhension d'une interaction sociale n'est pas encore tout à fait démontrée.

## C – Une atteinte de cette reconnaissance dans l'autisme ?

### 1 – Les Troubles du Spectre de l'Autisme

Les Troubles du Spectre de l'Autisme (TSA) sont définis par le DSM-V (American Psychiatric Association, 2013) comme étant des troubles neurodéveloppementaux, qui se caractérisent d'une part, par des atteintes qualitatives de la communication (verbale et non-verbale) et des interactions sociales, et d'autre part par des comportements, des activités et des intérêts restreints. De nombreuses études ont investiguées les troubles des interactions sociales, du langage, des émotions chez les personnes autistes, par contre la motricité a fait l'objet de moins d'études et l'intérêt porté par la recherche aux particularités motrices chez la

*personne avec TSA est beaucoup plus récent, notamment avec l'étude du mécanisme miroir. Notamment, s'il apparaît de plus en plus évident que la motricité est une composante fondatrice de la compréhension des actions réalisées dans le cadre d'interactions sociales, il paraît essentiel de s'interroger sur les liens qui unissent le développement de la motricité et le développement des aptitudes permettant l'identification et la compréhension des actions à visées sociales dans l'autisme.*

*Parfois subtiles, les atypies motrices chez la personne avec TSA peuvent paraître moins importantes dans la prise en charge rééducative par rapport aux troubles des interactions sociales ou de la communication. Alors que les petits enfants avec TSA présentent une apparence physique normale et semblent avoir un développement moteur typique, l'étrangeté de leur motricité les distingue pourtant souvent des autres enfants. Ces comportements bizarres peuvent être très apparents ou plus subtils. Certains enfants passent une grande partie de leur temps à frapper dans leurs mains de façon répétée, ou bien marchent sur la pointe des pieds (signe neurologique d'immaturation motrice). D'autres se figent soudain dans une position. Certains ont une posture rigide par moment, effondrée à d'autres. Beaucoup sont décrits comme gauches, maladroits, mal à l'aise avec leur corps. Bien souvent les particularités motrices sont présentes dès le plus jeune âge (eg. : tonicité corporelle soit hyper soit hypo, mauvaise coordination motrice, marche sur la pointe des pieds, etc) et pourraient être un marqueur de diagnostic précoce. La nature persistante de ces anomalies motrices met en danger la qualité de vie de ces enfants et peut avoir des conséquences graves sur la scolarisation, la socialisation ainsi que contribuer aux déficits de communication. Enfin, les résultats des études visant à explorer la motricité dans l'autisme alimentent de plus en plus le débat sur le fait que ces atypies motrices puissent en réalité être considérées comme des marqueurs, et a fortiori un symptôme à part entière de l'autisme (Rinehart and McGinley, 2010 ; Papadopoulos et al., 2011).*

*Un certain nombre d'études ont utilisé le modèle de Johansson pour sonder la perception du mouvement humain dans l'autisme. Il a ainsi été montré que les personnes avec autisme reconnaissent le mouvement humain illustrant des actions quotidiennes (Moore et al., 1997; Hubert et al., 2007; Murphy et al., 2009) bien que les résultats d'autres études indiquent que leurs performances diffèrent de celles de personnes typiques (Atkinson, 2009; Freitag et al., 2008). Pour expliquer cette altération de la perception du mouvement humain, l'hypothèse d'une faible cohérence centrale a été proposée (Atkinson, 2009; Blake et al., 2003). La théorie de la cohérence centrale fait référence à un type de traitement de l'information qui utilise les informations locales pour constituer un ensemble cohérent (Happé & Frith, 2006). Une faible cohérence centrale a été mise en évidence chez des personnes avec autisme (Happé & Booth, 2008). Elle limiterait ainsi l'analyse configurale à l'origine de la reconstruction d'une forme globale humaine à partir des points lumineux. Pourtant, s'il a été montré que les personnes avec autisme réussissent à détecter des informations locales avec des performances équivalentes voire supérieures à des personnes typiques, il a été également mis en évidence qu'elles étaient tout à fait capables de traiter l'information globale (Wang et al., 2007). Une autre hypothèse consiste plutôt à dire que les personnes avec autisme présentent une difficulté, non pas à reconnaître le mouvement humain, mais plutôt à identifier le contenu émotionnel porté par le mouvement humain (Atkinson, 2009; Hubert et al., 2007 ; Parron et al., 2008).*

## **2 – Qu'en est-il de leur reconnaissance des interactions sociales exprimées par le corps en action ?**

L'objectif de l'étude qui suit a donc été de comparer, chez des enfants avec TSA comparés à des enfants de développement typique appariés en âge mental non verbal et en âge chronologique, les performances et la vitesse de traitement dans une épreuve de catégorisation de mouvements humains présentés soit dans un contexte d'interaction sociale entre deux personnes, soit lors de mouvements sans connotation sociale. De plus, afin de tester l'hypothèse d'un déficit du traitement configural, nous avons proposé des mouvements humains présentés sous forme de points lumineux mais également sous forme de bâtonnets où les points sont reliés par des traits. La forme humaine est alors restituée de façon plus explicite, ce qui permet de s'affranchir de l'étape de reconstitution d'une forme globale nécessitant un traitement configural. Nous avons émis l'hypothèse qu'une telle présentation pourrait faciliter la reconnaissance du mouvement humain chez les enfants avec autisme, et donc de faciliter son interprétation dans le cadre des interactions sociales.

Nos résultats soulignent les compétences des enfants avec autisme à discriminer une scène sociale d'une scène non-sociale à partir de mouvements corporels bien qu'ils soient en général moins performants (sans distinction entre les deux catégories) que des enfants de développement typiques appariés (figure 3 a). Ces difficultés n'ont pu être expliquées ni par un déficit du traitement configural, ni par leur niveau intellectuel, ni encore par les aspects émotionnels des scènes observées (Centelles et al., 2011a; Centelles et al., 2013).

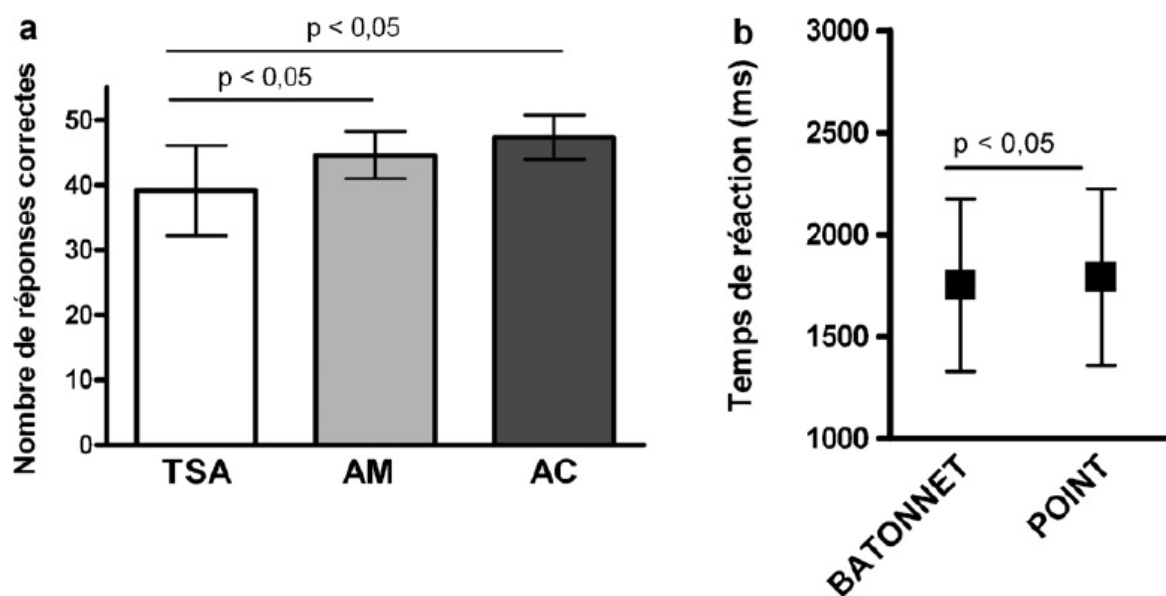


Figure 3 : Catégorisation des scènes chez les enfants avec autisme.

Graphiques représentant l'effet groupe obtenu pour le nombre de réponses correctes (deux modes de présentation confondus) (a) et les différences obtenues en fonction d'une présentation en mode bâtonnet et en mode point lumineux, indépendamment du groupe d'enfants. TSA : enfants atteints des troubles du spectre de l'autisme ; AM : enfants de développement typique appariés en âge mental non verbal ; AC : enfants de développement typique appariés en âge chronologique. (d'après Centelles et al., 2011a)

La comparaison des performances obtenues lorsque le mouvement humain est présenté sous la forme de points ou de bâtonnets indique que les enfants avec autisme ne présentent aucune difficulté pour reconstruire la forme humaine à partir de points isolés. Il est cependant intéressant de noter que la présentation en bâtonnets permet un traitement plus rapide, quel que soit le groupe d'enfants (figure 3 b). Enfin, il est apparu que la vitesse de traitement pour catégoriser une interaction sociale est allongée chez les enfants avec autisme, alors qu'elle ne



diffère pas entre les deux catégories chez les enfants typiques. Ce résultat indique donc que la difficulté rencontrée par les enfants avec autisme repose sur le contenu social per se et non sur l'analyse de l'information cinématique portée par le corps en mouvement comme cela a été suggéré (Atkinson, 2009).

## II – Fonctionnement cérébral typique et atypique

### A – Chez l'adulte

Cette première étude en IRMf avait pour objectif de cibler les réseaux permettant d'avoir accès la compréhension d'une interaction sociale afin d'étudier leur maturation au cours de l'enfance et leur dysfonctionnement dans l'autisme. Chez l'adulte typique, nous avons donc pu mettre en évidence, en plus d'un recrutement supérieur du Sillon Temporal Supérieur (pSTS) impliqué dans la reconnaissance du mouvement humain, l'activation concomitante du réseau de la théorie de l'esprit (partie dorsale du Cortex Préfrontal Médian et Jonction Temporo-Pariétale) et du mécanisme miroir (Gyrus Frontal Inférieur et partie antérieure du Sillon Intra Pariétal) lors de l'observation de scènes d'interactions sociales (figure 4). Ainsi, lorsque seul le mouvement réalisé par deux acteurs est perceptible, le cerveau utilise le mécanisme miroir pour accéder à la compréhension de la scène sociale (Centelles et al., 2011b). C'est donc bien en simulant les actions réalisées par les acteurs de la scène sociale qu'il observe, que le sujet accède à sa compréhension. Pour résumer, nous avons mis en évidence que la perception d'une interaction sociale exprimée par des corps en mouvement recrute de façon concomitante le système des neurones miroirs - à l'origine de la simulation motrice - et le réseau de la mentalisation - à l'origine de la compréhension de l'état mental et de l'intention de l'autre (Centelles et al., 2011b).

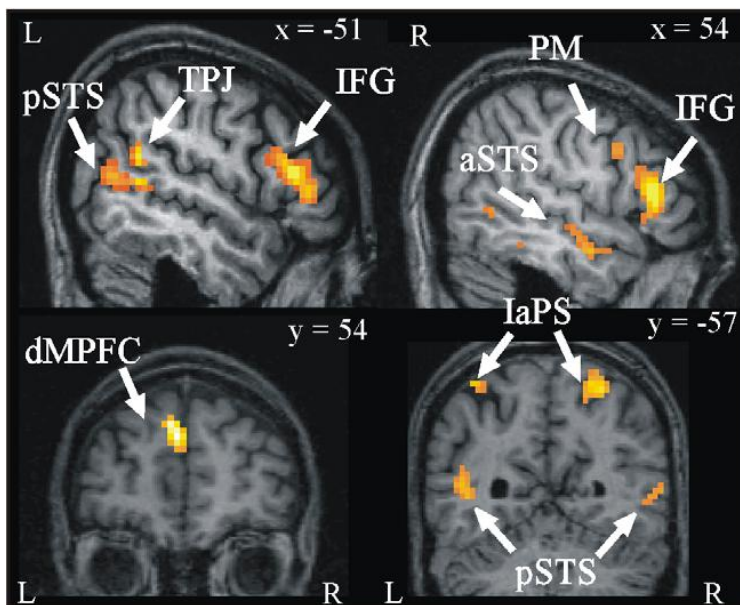
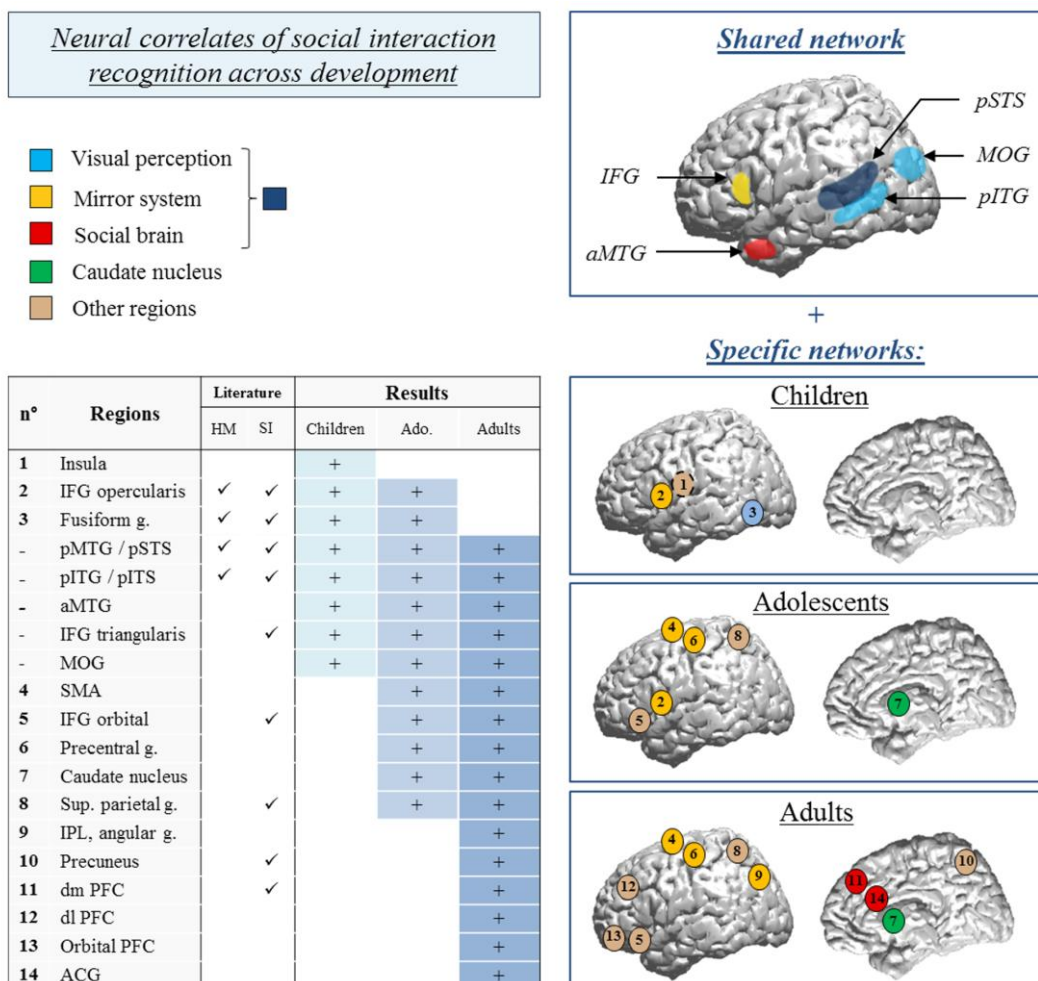


Figure 4 : Activations plus importantes lors de la situation interactions sociales par rapport à la situation présentation de mouvements neutres.

Les circuits impliqués dans la théorie de l'esprit, le mécanisme des neurones miroirs et la perception du corps en mouvement sont plus sollicités dans la scène sociale que dans la scène non sociale (Centelles et al., 2011b).

## B – Trajectoire développementale des réseaux impliqués

Nous avons dans un second temps posé la question de la maturation des réseaux du mécanisme miroir au service du développement du cerveau social chez l'enfant et l'adolescent. Quatorze enfants âgés de 8 à 12 ans et quatorze adolescents âgés de 13 à 15 ans ont été enregistrés et comparés à notre groupe de 16 adultes contrôles. Dans un premier temps, l'analyse simple de la comparaison des deux types de vidéo a permis d'établir les régions qui étaient recrutées de façon similaires chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte (« réseau partagé ») et les régions dont le recrutement était variable selon le niveau de développement (« réseau spécifique ») (figure 5). A un âge où les performances comportementales sont identiques à celles obtenues chez l'adulte, la comparaison de l'activité cérébrale entre les deux conditions (interactions sociales versus pas d'interaction) met en évidence les trois circuits révélés chez l'adulte, c'est à dire celui spécialisé dans le traitement du mouvement humain, celui impliqué dans la théorie de l'esprit, et celui mobilisé par le mécanisme miroir, qui sont complètement fonctionnels. Lorsqu'on effectue une comparaison directe entre le groupe des adultes et celui des enfants, ces derniers montrent dans la situation sociale une augmentation d'activité supérieure dans des régions du cortex occipital fortement impliquées dans la création d'un contour implicite à partir de points lumineux en mouvement (Klaver et al., 2008). Il est intéressant de constater que des régions considérées comme plus primaires dans leur fonction sont en réalité encore sous la dépendance maturationnelle à la fin de l'enfance. Nos résultats mettent donc en évidence un recrutement progressif des régions du système des neurones miroirs ainsi que du cerveau social (Sapey-Triomphe et al., 2017).



**Figure 5 :** Lors de la visualisation de scènes d'interactions sociales par contraste à des scènes d'actions individuelles, nous avons isolé les régions faisant partie d'un « réseau partagé » des régions du « réseau spécifique » qui montre une maturation au cours du développement. Ce réseau inclus des régions du système des neurones miroirs et du cerveau social, ainsi que le noyau caudé. (Sapey-Triomphe & al, 2017). Tout comme chez l'adulte, ce réseau comprend des structures spécialisées dans le traitement du mouvement humain (STSp bilatéral: Sillon Temporal Supérieur postérieur), dans la mentalisation (TPJ : Jonction Temporo-Pariétale et DMPFC : Cortex Préfrontal Médian Dorsal) et dans la résonance motrice (IFG : Gyrus Frontal Inférieur).

Cette étude développementale réalisée en IRMf a révélé la richesse du fonctionnement du cerveau social en plein développement. En particulier, il est intéressant de noter que le mécanisme miroir est utilisé de façon importante lors du traitement de l'information sociale, lorsque c'est le corps qui « parle ». Les enfants sont des êtres dont la gestuelle participe pleinement au discours social, et ce de façon souvent exagérée. Cette étude conforte ainsi l'importance du rôle du mécanisme miroir dans le développement social d'un enfant.

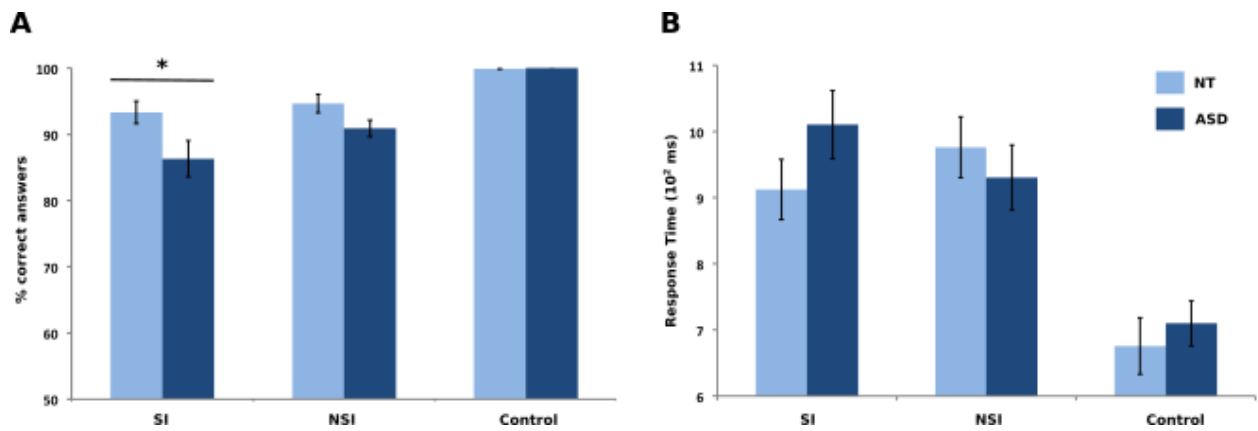
## C – Atypies de la connectivité fonctionnelle chez des adultes avec TSA

Les travaux présentés ici ont eu pour objectif de lier, dans l'autisme, le déficit de compréhension des interactions sociales à une anomalie du fonctionnement des circuits centraux impliqués dans le traitement des interactions sociales sur la base de la simulation motrice. Également incluses dans les TSA, les personnes avec un syndrome d'Asperger souhaitent en général avoir des relations sociales mais le font de manière inappropriée et non adaptée ce qui entraîne souvent de l'exclusion et du rejet de la part des autres. Ces personnes présentent des difficultés de compréhension de leur propre état d'esprit, de leurs émotions et des difficultés à comprendre l'état d'esprit d'autrui. Ce déficit de la compréhension des relations sociales peut avoir des conséquences dramatiques chez ces personnes qui, d'autre part, présentent des capacités intellectuelles parfois au-dessus de la moyenne et une très bonne connaissance de leurs difficultés. Au delà du simple malaise, cette difficulté à comprendre les interactions sociales peut se manifester par une grande tristesse allant jusqu'à un état dépressif.

Au cours de cette étude nous avons enregistré grâce à l'IRMf l'activité cérébrale de 15 participants avec un syndrome d'Asperger (âgés de 18 à 44 ans) et de 15 participants témoins, lors de la présentation des scènes d'acteurs engagés dans une interaction sociale ou pas, toujours selon le modèle en points lumineux de Johansson. Les participants des deux groupes étaient appariés en âge et QI.

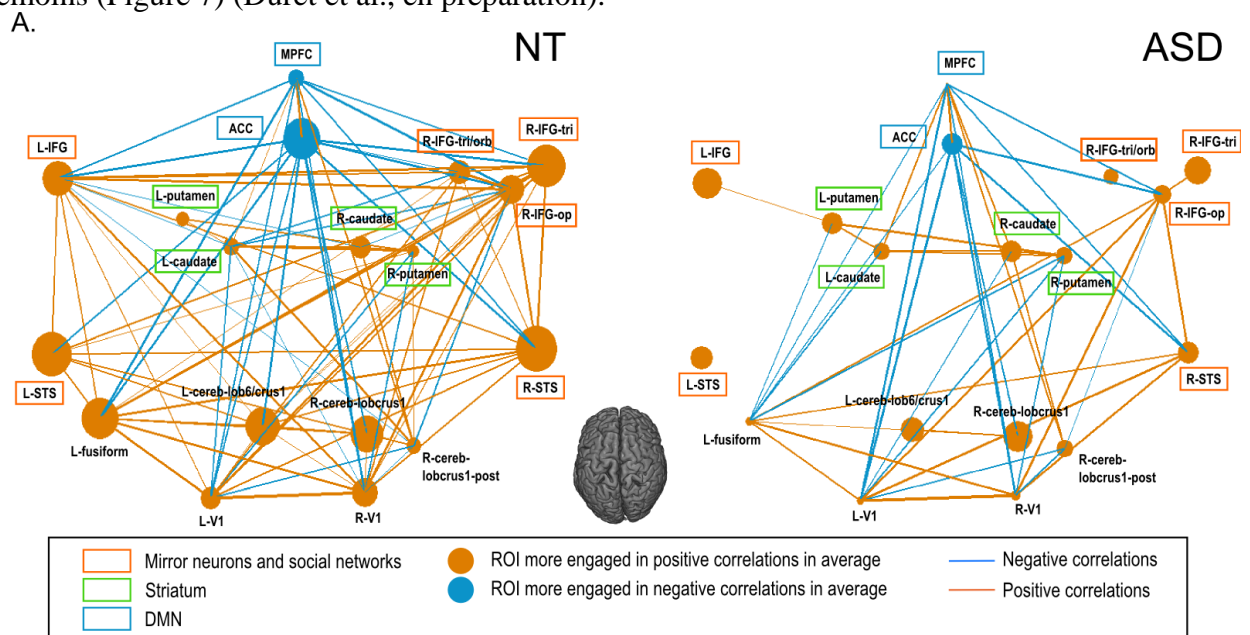
De façon générale, malgré des performances élevées qui révèlent à nouveau une bonne compréhension de la tâche et de bonnes capacités de discrimination des deux types de scènes, les participants avec un syndrome d'Asperger ont plus de difficultés à reconnaître la composante sociale dans les actions humaines complexes présentées sous forme de points lumineux. En effet, même si leurs performances restent élevées et notablement identiques à celles des témoins lors de la visualisation d'actions sans composante sociale, ils montrent des difficultés à catégoriser une scène lorsqu'elle présente une interaction sociale (figure 6A).

Cette difficulté est également retrouvée par une tendance à un ralentissement de leur temps de réponse pour cette catégorie, alors qu'à l'inverse les sujets témoins tendent à mettre moins de temps pour reconnaître une interaction sociale qu'une scène sans interaction sociale (figure 6B) (Duret et al., en préparation).



**Figure 6 :** Les interactions sociales sont reconnues plus difficilement chez les personnes avec un syndrome d'Asperger. Performances (A) et temps de réaction (B) lors de la présentation des situations d'interactions sociales (SI), d'action sans interactions (NSI), ou une tâche contrôle (Control) chez les participants neurotypiques (NT) et les participants avec un TSA (ASD).

De plus, les moins bonnes performances pour reconnaître une interaction sociale sont accompagnées chez les adultes avec TSA d'une hypoactivation dans les régions impliquées dans le réseau de la mentalisation en particulier le pSTS et le cortex préfrontal médian, ce qui est cohérent avec les données actuelles de la littérature. Enfin, les analyses en connectivité effective ont mis en évidence que lors de la présentation de ces deux types de stimuli, les régions du réseau par défaut, incluant le cortex préfrontal médian, sont inversement corrélées aux autres régions du cerveau social chez les adultes avec un TSA comparés à des adultes témoins (Figure 7) (Duret et al., en préparation).



**Figure 7 :** Réseau de régions dont la connectivité est augmentée ou diminuée lors de la tâche de reconnaissance du mouvement humain, chez des adultes neurotypiques (gauche) et des adultes avec un TSA (droite).

## Conclusion

En conclusion, si le développement sensori-moteur permet l'enrichissement des activités motrices de l'enfant et constitue le support à des interactions de plus en plus élaborées avec l'environnement, nous faisons l'hypothèse que ces interactions à leur tour, influencent la mise en place des représentations sociales quand l'intention est d'interagir avec les autres. Ces représentations enrichissent ainsi d'une part le répertoire moteur d'un enfant, de même que son répertoire social, lui permettant à la fois de comprendre une interaction sociale observée, ou bien d'y participer de façon adaptée. Il est très probable que la pauvreté des actions réalisées dans un cadre social ou non, contribue, chez l'enfant avec un TSA, aux difficultés de reconnaissance et de compréhension des interactions sociales observées au cours de leur développement jusqu'à l'âge adulte. Le monde social est par essence fortement incertain, dans la mesure où les informations peuvent varier rapidement et de façon imprévisible, et il est essentiel de pouvoir s'y adapter. Améliorer la capacité à comprendre les outils de l'expression non-verbale, tel que le langage corporel, bénéficierait certainement aux individus porteurs d'un TSA. Dans ce contexte, il est nécessaire de prendre en compte que cette compréhension s'appuie sur l'action, imitée, répétée, maîtrisée, expérimentée, variée, modulée... afin de nourrir un cerveau social en manque d'action.

### Bibliographie

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association.  
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Atkinson, A. P. (2009). Impaired recognition of emotions from body movements is associated with elevated motion coherence thresholds in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, 47(13), 3023–3029.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.05.019>
- Bertenthal, B. I., Proffitt, D. R., & Kramer, S. J. (1987). Perception of biomechanical motions by infants: implementation of various processing constraints. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 13(4), 577–585.
- Blake, R., Turner, L. M., Smoski, M. J., Pozdol, S. L., & Stone, W. L. (2003). Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychological Science*, 14(2), 151–157.
- Booth, A. E., Bertenthal, B. I., & Pinto, J. (2002). Perception of the symmetrical patterning of human gait by infants. *Developmental Psychology*, 38(4), 554–563.
- Centelles, L., Assaiante, C., Etchegoyhen, K., Bouvard, M., & Schmitz, C. (2011a). Compréhension des interactions sociales chez des enfants atteints de troubles du spectre de l'autisme : le langage du corps leur « parle »-t-il ? *L'Encéphale*, 232–240.  
<https://doi.org/10.1016/j.encep.2011.08.005>
- Centelles, L., Assaiante, C., Etchegoyhen, K., Bouvard, M., & Schmitz, C. (2013). From action to interaction: exploring the contribution of body motion cues to social understanding in typical development and in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(5), 1140–1150.

- <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1655-0>
- Centelles, L., Assaiante, C., Nazarian, B., Anton, J.-L., & Schmitz, C. (2011b). Recruitment of both the mirror and the mentalizing networks when observing social interactions depicted by point-lights: a neuroimaging study. *PloS One*, *6*(1), e15749. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015749>
- Centelles, L., Assaiante, C., & Schmitz, C. (2011c). Le corps en action : un indice clef pour comprendre le développement des interactions sociales. *Enfance*, 407–420.
- Fox, R., & McDaniel, C. (1982). The perception of biological motion by human infants. *Science (New York, N.Y.)*, *218*(4571), 486–487.
- Freitag, C. M., Konrad, C., Häberlen, M., Kleser, C., von Gontard, A., Reith, W., ... Krick, C. (2008). Perception of biological motion in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, *46*(5), 1480–1494. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.025>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0>
- Happé, F. G. E., & Booth, R. D. L. (2008). The power of the positive: revisiting weak coherence in autism spectrum disorders. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, *61*(1), 50–63. <https://doi.org/10.1080/17470210701508731>
- Hubert, B., Wicker, B., Moore, D. G., Monfardini, E., Duverger, H., Da Fonseca, D., & Deruelle, C. (2007). Brief report: recognition of emotional and non-emotional biological motion in individuals with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *37*(7), 1386–1392. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0275-y>
- Johansson, G. (1975). Visual motion perception. *Scientific American*, *232*(6), 76–88.
- Klaver, P., Lichtensteiger, J., Bucher, K., Dietrich, T., Loenneker, T., & Martin, E. (2008). Dorsal stream development in motion and structure-from-motion perception. *NeuroImage*, *39*(4), 1815–1823. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.11.009>
- Moore, D. G., Hobson, R. P., & Lee, A. (1997). Components of person perception: An investigation with autistic, non-autistic retarded and typically developing children and adolescents. *British Journal of Developmental Psychology*, *15*(4), 401–423. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1997.tb00738.x>
- Murphy, P., Brady, N., Fitzgerald, M., & Troje, N. F. (2009). No evidence for impaired perception of biological motion in adults with autistic spectrum disorders. *Neuropsychologia*, *47*(14), 3225–3235. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.07.026>
- Papadopoulos, N., McGinley, J., Tonge, B., Bradshaw, J., Saunders, K., Murphy, A., & Rinehart, N. (2011). Motor Proficiency and Emotional/Behavioural Disturbance in Autism and Asperger's Disorder: Another Piece of the Neurological Puzzle? *Autism : The International Journal of Research and Practice*. <https://doi.org/10.1177/1362361311418692>
- Parron, C., Da Fonseca, D., Santos, A., Moore, D. G., Monfardini, E., & Deruelle, C. (2008). Recognition of biological motion in children with autistic spectrum disorders. *Autism : The International Journal of Research and Practice*, *12*(3), 261–274. <https://doi.org/10.1177/1362361307089520>
- Pavlova, M., Krägeloh-Mann, I., Sokolov, A., & Birbaumer, N. (2001). Recognition of point-light biological motion displays by young children. *Perception*, *30*(8), 925–933. <https://doi.org/10.1068/p3157>
- Pollick, F. E., Paterson, H. M., Bruderlin, a, & Sanford, a J. (2001). Perceiving affect from arm movement. *Cognition*, *82*(2), B51–61.
- Rinehart, N., & McGinley, J. (2010). Is motor dysfunction core to autism spectrum disorder?

*Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(8), 697.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03631.x>

Sapey-Triomphe, L.-A., Centelles, L., Roth, M., Fonlupt, P., Hénaff, M.-A., Schmitz, C., & Assaiante, C. (2017). Deciphering human motion to discriminate social interactions: A developmental neuroimaging study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(2). <https://doi.org/10.1093/scan/nsw117>

Simion, F., Regolin, L., & Bulf, H. (2008). A predisposition for biological motion in the newborn baby. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(2), 809–813. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707021105>

Wang, L., Mottron, L., Peng, D., Berthiaume, C., & Dawson, M. (2007). Local bias and local-to-global interference without global deficit: a robust finding in autism under various conditions of attention, exposure time, and visual angle. *Cognitive Neuropsychology*, 24(5), 550–574. <https://doi.org/10.1080/13546800701417096>