

Particularités de traitement des informations sensorielles dynamiques chez les personnes présentant des désordres du spectre autistique

Carole Tardif¹, Bruno Gepner²

Importance du mouvement au cours du développement

Partant de ce que l'on connaît du développement normal et de l'importance du mouvement dès le plus jeune âge, notamment dans l'établissement des interactions sociales, on peut comprendre qu'un dérèglement précoce dans le traitement des informations sensorielles puisse affecter le développement des relations sociales. Aussi, chez les personnes autistes qui présentent spécifiquement des anomalies d'interactions sociales, une explication possible de ces anomalies résiderait dans leur difficulté à traiter de manière adéquate les informations visuelles et auditives dynamiques qui participent fortement aux échanges interindividuels.

Chez l'enfant typique, nous savons que la présentation « statique » versus « dynamique » d'un stimulus ou d'une information est déterminante dans le traitement perceptif. Dès l'âge de 2 mois, les bébés préfèrent et recherchent des objets (dont les visages) en mouvement plutôt que statiques. Et tout au long de leur développement, les enfants s'orientent préférentiellement vers des stimuli dynamiques (Vauclair, 2004 pour une revue) et notamment les mouvements biologiques (les expériences mettant en jeu la procédure des points lumineux placés sur les articulations d'une personne, ou sur une forme, révèlent chez les bébés une préférence pour les points en mouvement par rapport aux points statiques, et une préférence pour les points indiquant des mouvements biologiques, c'est-à-dire ici le déplacement d'un humain). Nous pouvons en déduire que, d'une part, le mouvement permet d'identifier la nature de l'objet observé (humain versus non humain), et d'autre part que la cohérence figurale des caractéristiques biomécaniques des mouvements humains est reconnue précocement au cours du développement. Ces

mouvements biologiques permettent également de repérer des informations sociales comme l'état émotionnel d'une personne. Les mouvements sont donc d'une part utiles pour identifier et différencier des objets entre eux, et d'autre part les mouvements biologiques sont particulièrement pertinents pour véhiculer des informations à caractère social.

Nous savons aussi que les mouvements des yeux attirent très tôt l'attention des bébés. La détection de la direction du regard et son attrait chez l'enfant de 4 mois seraient dus à sa capacité à percevoir les mouvements des yeux de l'autre. D'abord attiré par ce mouvement, il l'est ensuite par la signification de la direction du regard. Cette sensibilité aux mouvements permet à l'enfant d'une part de porter son attention aux stimuli de l'environnement (notamment le partenaire, son visage, ses yeux), puis aux éléments regardés par ce partenaire, pour en comprendre plus tard la pertinence sociale (Farroni, Johnson, Brockbank, et Simion, 2000). Les mouvements du visage sont ainsi porteurs de sens et jouent un rôle crucial dans la compréhension d'une expression (Ekman et Friesen, 1982). D'ailleurs, si face à un visage statique l'enfant exprime de la peur ou de la colère, c'est qu'il a intégré que le visage est naturellement une forme mobile, dynamique. Le traitement des émotions est lui aussi facilité lorsque les expressions faciales sont présentées de manière dynamique plutôt que statique (Sato, Kochiyama, Yoshikawa, Naito, et Matsumura, 2004).

Enfin, on sait que la perception du mouvement sert à attribuer de l'agentivité à une personne, à la reconnaître en tant que telle, et à lui attribuer des états mentaux, des intentions, des désirs, des buts, et des émotions. De fait, une large panoplie de formes en mouvement sont perçues par l'individu et quasi-automatiquement interprétées (Dasser, Ulbaek, et Premack, 1989).

¹ Maître de Conférences en Psychologie, Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Emotion (PsyClé), Université Aix-Marseille I. carole.tardif@univ-provence.fr

² Professeur de Pédiopsychiatrie, CHU de Liège, Belgique. bruno.gepner@wanadoo.fr

Impact d'un traitement perturbé des informations sensorielles sur les interactions sociales

Lorsque le traitement des informations sensorielles ne peut plus se réaliser correctement, on constate alors de nombreux dysfonctionnements. Ainsi, par exemple, une étude neuropsychologique de Zihl, von Cramon et Mai (1983) montre les conséquences sociales, relationnelles et comportementales extrêmement invalidantes chez une personne adulte jusque-là indemne de difficultés, après qu'elle ait subi une altération brutale et spécifique de la vision du mouvement. En effet, suite à une hémorragie cérébrale, cette femme présenta des altérations de la perception de la gestualité faciale (dont les mouvements des lèvres), une maladresse visuo-motrice, une appréhension des lieux animés (rues, pièces où il y a plus de deux personnes) et de grandes difficultés dans les interactions sociales qu'elle s'était alors mise à redouter (témoignage : « les personnes se trouvaient soudain ici ou là, mais je ne les voyais pas se déplacer »). Ce cas atteste de l'importance extrême de la perception du mouvement pour la communication sociale. Aussi, nous pouvons imaginer les conséquences d'un trouble analogue de la vision du mouvement, chez un tout jeune enfant, sur le développement de ses comportements perceptifs, visuo-moteurs, communicatifs et sociaux.

Si la mise en place des contacts entre l'enfant et l'autre, via la perception des mouvements humains notamment, commence très tôt et se fait naturellement au cours du développement de l'enfant typique, il n'en serait pas de même chez l'enfant autiste. En effet, des troubles précoces de la vision des mouvements dans l'autisme pourraient expliquer les difficultés des enfants atteints d'autisme à extraire les informations dynamiques utiles à l'identification et la reconnaissance de l'autre à travers ses mouvements biologiques et à l'attribution d'une agentivité. Ces défauts mettraient ainsi en échec la compréhension par la personne autiste du monde environnant, notamment le monde des humains, ces derniers étant particulièrement changeants, mobiles, mouvants. C'est ce que nous allons développer maintenant.

Traitement atypique du mouvement : témoignages, observations cliniques

Plusieurs témoignages de personnes autistes adultes apportent des arguments essentiels montrant qu'elles souffrent de désordres perceptifs dans plusieurs modalités sensorielles. Dans le traitement des informations visuelles, le mouvement pourrait tenir une place particulière. A titre d'illustrations, nous en rapportons ici quelques exemples :

« Il se pourrait que les problèmes de contact oculaire rencontrés par les autistes résultent en partie d'une incapacité à supporter le mouvement des yeux d'un interlocuteur. Un autiste a raconté qu'il lui était difficile de regarder les yeux de quelqu'un parce qu'ils n'étaient jamais

immobiles (...) La formation d'images altérées explique peut-être la préférence de certains autistes pour la vision périphérique. Il est possible que ceux-ci reçoivent des informations plus fiables quand ils regardent du coin de l'œil (...) Une personne autiste a raconté qu'elle voyait mieux en regardant de côté et qu'elle ne voyait pas les choses en les regardant directement (...) Les déficiences mineures du traitement des informations visuelles renforçaient mon attirance pour certains stimuli (j'adorais regarder les portes coulissantes des supermarchés ou des aéroports), qui auraient effrayé ou fait fuir un autre enfant atteint d'anomalies plus sévères » (Temple Grandin, 1995). Temple Grandin suggère une stratégie de compensation de problèmes visuels possiblement liés à l'hypersensibilité au flux visuel rapide : utiliser la vision périphérique seule permettrait de minimiser l'excitation fovéale, de débarrasser les informations sur le mouvement des autres informations visuelles, du bruit visuel. Elle souligne également les comportements visuels particuliers d'autres personnes autistes, allant de l'aversion à l'attraction pour le mouvement, selon le degré du désordre de traitement sensoriel (cf. la description de Temple Grandin par Sacks, 1996).

« Le changement perpétuel qu'il fallait affronter partout ne me donnait jamais le temps de me préparer. C'est pourquoi j'éprouvais tant de plaisir à faire et refaire toujours les mêmes choses. (...) J'ai toujours aimé l'aphorisme 'Arrêtez le monde, je veux descendre !' Est-ce pour avoir été absorbée dans les taches et les 'étoiles' au moment précis où

les autres enfants s'ouvrent au monde extérieur que je suis restée sur le bord de la route ? Toujours est-il que la tension qu'exigeait la nécessité d'attraper les choses au vol pour les assimiler fut le plus souvent trop forte pour moi. Il me fallut trouver un biais pour ralentir les choses afin de m'accorder le temps de négocier avec elles. (...) L'un des procédés qui me permettait de ralentir le monde consistait soit à cligner des yeux, soit encore à éteindre et allumer alternativement la lumière rapidement. Si vous cligniez des yeux vraiment vite, vous pouviez voir les gens sautiller comme dans les vieux films ; vous obteniez le même effet qu'avec un stroboscope, mais sans avoir besoin de manipuler quoi que ce soit... » (Donna Williams, 1992). Donna Williams ajoute que les comportements stéréotypés donnent un sentiment de continuité. Les rituels, les gestes stéréotypés donnent l'assurance que les choses peuvent rester les mêmes assez longtemps pour avoir leur place incontestée au sein d'une situation complexe et mouvante autour de soi. Cligner des yeux

...des troubles précoces de la vision des mouvements dans l'autisme pourraient expliquer les difficultés des enfants atteints d'autisme à extraire les informations dynamiques utiles à l'identification et la reconnaissance de l'autre à travers ses mouvements biologiques et à l'attribution d'une agentivité.

Les particularités sensorielles

compulsivement permet de ralentir les choses et de les rendre plus fractionnées, donc moins effrayantes, comme dans un film qui passe au ralenti. Eteindre et rallumer la lumière très vite a la même fonction. Eteindre et allumer la lumière est un signal impersonnel en relation avec le monde extérieur, comme les clochettes ou la musique. Cela donne le plaisir d'une sensation physique doublé d'un sentiment de sécurité, qu'il n'est pas possible d'atteindre par le contact physique direct. Cela rend les choses plus fixes, donc plus prévisibles et plus rassurantes.

Les observations princeps de Kanner (1943) sur onze enfants relevèrent déjà plusieurs particularités comportementales en lien direct ou indirect avec le mouvement, qu'il s'agisse de la perception ou de la production de mouvements, ou encore du couplage sensorimoteur : un évitement du regard ou du visage (signe quasi pathognomonique de l'autisme), une aversion pour les objets animés avec une attraction pour le monde statique et une absorption dans les détails, les formes, les puzzles, ou bien au contraire une attraction inhabituelle pour certains objets en mouvement, tournoyants ou roulants. Au plan moteur, certains enfants décrits par Kanner présentaient une maladresse motrice ou gestuelle, des déambulations sans but, des désordres sensorimoteurs comme un défaut de coordination

...le bébé à risque autistique peut présenter très tôt des anomalies du regard, du contact oculaire, et de la poursuite oculaire des objets ou des personnes en mouvement. Ses anomalies initiales du regard entraînent en cascade des déficits attentionnels, puis des problèmes de développement d'une attention partagée avec autrui, attention conjointe qui est le précurseur du développement de la communication sociale...

oculomotrice, des défauts d'imitation, des mouvements inhabituels stéréotypés des mains, des bras ou du corps. Ces symptômes, aversion et/ou attraction pour le mouvement, désordres sensorimoteurs et production de mouvements atypiques, plaident en faveur de particularités dans le traitement attentionnel, perceptif et intégratif du mouvement environnant physique et humain.

Ces anomalies exposées par Kanner sont retrouvées dans la clinique quotidienne. De nombreux parents témoignent fréquemment des difficultés de leur enfant dans la gestion des événements dynamiques rapides (films, dessins animés, voitures dans la rue), des mouvements environnementaux (impossibilité d'attraper une balle ou un ballon, problème pour voir les déplacements des personnes), des séquences motrices rapides (course, vélo), du traitement synchrone et simultané des stimuli visuels et auditifs (la personne TED regarde les images du film mais sans écouter la bande sonore, ou écoute sans regarder).

Les nombreuses observations cliniques et notamment celles qui portent sur les signes précoces d'autisme re-

levés lors de l'analyse de films familiaux (Receveur et al., 2005 ; Sauvage, 1988 ; Teitelbaum et al., 1998) pointent également des anomalies concernant les domaines perceptif, sensorimoteur, et interactif ; et certains signes précoces relèvent d'un possible désordre de la perception visuelle ou de l'intégration visuo-motrice du mouvement. Par exemple, le bébé à risque autistique peut présenter très tôt des anomalies du regard, du contact oculaire, et de la poursuite oculaire des objets ou des personnes en mouvement. Ses anomalies initiales du regard entraînent en cascade des déficits attentionnels, puis des problèmes de développement d'une attention partagée avec autrui, attention conjointe qui est le précurseur du développement de la communication sociale, s'accompagnant aussi de sourires et d'expressions faciales mal coordonnés ou atypiques, et de faibles conduites imitatives. Ces différentes fonctions perturbées dès le plus jeune âge aboutissent à des anomalies majeures des communications et des interactions sociales. Dans le domaine moteur, ce bébé peut présenter des troubles d'ajustement postural (hypo- ou hyper-tonie), montrer un intérêt inhabituel pour ses mains, les détails, les formes statiques. Le bébé à risque autistique se retrouve ainsi isolé, en retrait de l'échange social et émotionnel. Parallèlement, il continue à développer des comportements inhabituels d'auto-stimulation sensorielle (visuelle ou proprioceptive), de type balancements, jeux de doigts ou de mains devant les yeux (stéréotypies motrices). Ainsi, à partir des observations cliniques et des films familiaux, nous pouvons dire que les premiers signes apparaissant chez un bébé à risque autistique concernent son développement visuel, avec probable dissociation entre sa vision du mouvement déficitaire, atypique, souvent aversive, et sa vision des formes statiques, normale voire surdéveloppée (avec attraction pour les détails, retrouvée plus tard chez des enfants et adultes, y compris ceux ayant un haut niveau de fonctionnement). Ces premiers signes affectent aussi son développement visuo-posturo-moteur (défaut d'ajustement postural et d'anticipation motrice), dont on sait qu'il est fortement lié à un bon fonctionnement de la proprioception visuelle, c'est-à-dire intégrant les événements visuels dynamiques environnementaux dans le corps propre.

Pour expliquer les troubles sensoriels et sensori-moteurs des personnes TED, des travaux de recherche menés il y a une quarantaine d'années par Ornitz et Ritvo (1968) avaient proposé des explications neurophysiologiques : inconstance perceptive, désordres d'intégration sensorimotrice, par défaut de modulation réciproque entre inputs sensoriels et outputs moteurs (Ornitz, 1974). Ces travaux ont été poursuivis en France par Lelord (1990) et ses collaborateurs.

Depuis, certains auteurs se sont intéressés aux problèmes sensoriels des enfants autistes pour tenter d'expliquer leurs troubles de la relation sociale et de la communication. Or, même si ces problèmes sensoriels ne figurent pas dans la triade de signes de la définition du syndrome autistique des classifications internationales, ils font actuellement l'objet d'un nombre croissant de recherches

car ils se manifestent à des degrés divers chez toutes les personnes atteintes de TED indépendamment de leur âge, de leur niveau développemental, de leur degré d'atteinte ou de la présence ou non d'un retard mental associé. Ainsi, ces désordres sensoriels trouvent maintenant véritablement leur place au sein des hypothèses explicatives.

Autres processus perceptifs atypiques : traitement local, traitement statique

Frith (1989) a émis l'hypothèse selon laquelle, dans l'autisme, la faiblesse de la cohérence centrale pourrait rendre compte des problèmes d'intégration fonctionnelle de l'information. Cette hypothèse repose sur des données obtenues auprès de personnes autistes qui mettent en évidence leur approche fragmentée de l'information au détriment d'une intégration globale de cette information qui en fournit le sens. Ainsi la perception de la signification pose problème aux personnes autistes même si leur fonctionnement perceptif global est préservé. Cette notion de « cohérence centrale » est basée sur la capacité de l'homme à élaborer une conception globale des informations reçues de l'environnement pour décoder et traiter correctement ces informations perceptives. Or, dans l'autisme, on assiste à une exploitation préférentielle du détail qui prime sur le traitement de la configuration globale, ce qui prive la personne de cette tendance naturelle qu'ont les individus à former spontanément une image globale à partir des éléments qui la constituent. Par exemple, face à un tableau d'artiste, on a généralement tendance à voir ce que représente ce tableau dans son ensemble et à lui donner une signification globale sans s'arrêter aux détails qui le composent, tels les tracés ou les nuances de couleurs que l'on pourra observer dans un second temps. De même, un individu qui doit parler d'un livre qu'il a lu, va exposer le thème général du livre plutôt que de le restituer mot à mot. Cette cohérence centrale atteste donc de la capacité à constituer une signification d'ordre plus élevé (par exemple le thème du livre ou du tableau) à partir des informations dites de surface (le texte mot à mot du livre ou les tracés du tableau).

Or, cette tendance naturelle chez l'humain à traiter les informations perceptives comme « un tout » pour en extraire la signification d'ensemble et seulement ensuite se focaliser sur des détails pour une analyse plus fine, n'est pas observée de la même façon chez les personnes autistes. Ces résultats ont donné lieu à ce modèle de faiblesse de cohérence centrale (weak central coherence) chez les personnes autistes. En effet, en utilisant par exemple des épreuves telles que les figures emmêlées qui reposent sur des images d'objets complexes à l'intérieur desquelles sont cachées des formes géométriques, il apparaît que les personnes autistes seraient plus rapides à trouver le détail caché qu'à percevoir l'image globale (Shah et Frith, 1993 ; Jolliffe et Baron-Cohen, 1997). Ces tâches qui font appel à la capacité de désenclaver visuellement une figure de son contexte général sont réussies (parfois même avec des performances supra-normales) par les personnes autistes. De même, un visage qui sourit est tout de

suite perçu par un individu tout-venant comme exprimant la joie ou le plaisir ; pour lui, le visage est traité dans sa configuration globale, en intégrant spontanément tous les éléments qui le composent (sans s'arrêter au niveau local des détails du visage), ce qui permet à l'individu de dire rapidement qu'il s'agit ici d'un visage souriant et ensuite d'en inférer l'état sous-jacent, la joie, le plaisir, le contentement, la satisfaction. Pour une personne autiste, ce sont surtout les détails du visage qui seront identifiés et elle observera préférentiellement les coins de la bouche qui se relèvent et laissent voir les dents, ou les yeux qui se plissent pour former le sourire, qui ne sera pas traité comme un indice pertinent pour décoder l'expression faciale à valeur émotionnelle. La personne autiste reste alors fixée à un niveau de traitement local, n'accédant pas à l'étape nécessitant l'intégration de tous ces éléments isolés pour former un tout cohérent.

...dans l'autisme, on assiste à une exploitation préférentielle du détail qui prime sur le traitement de la configuration globale, ce qui prive la personne de cette tendance naturelle qu'ont les individus à former spontanément une image globale à partir des éléments qui la constituent.

Cette faiblesse de cohérence centrale peut expliquer les performances remarquables de certains enfants autistes dans des tâches de puzzles, dans la détection de figures cachées, dans des assemblages d'objets qui ne nécessitent pas de représentation finalisée faisant appel à un concept, ou encore aux cubes de Kohs (figures géométriques à constituer à partir de l'agencement de cubes), toutes ces épreuves reposant sur la capacité de détecter des détails en les isolant du contexte global (Shah et Frith, 1993). Ce phénomène laisse suggérer que la perception de bas niveau permettant de détecter les détails d'un objet serait accrue chez les enfants autistes, alors que la perception de haut niveau permettant de percevoir les aspects globaux serait déficitaire. Ce manque de « force unifiante » empêcherait l'organisation des informations en une structure globale et cohérente. En situation sociale, ce défaut de cohérence centrale est encore plus invalidant pour la personne autiste qui ne peut alors pas effectuer le processus complet de « décodage et recodage » des indices sociaux pertinents et signifiants dans la situation donnée pour parvenir à la traiter et la comprendre correctement. De ce fait, elle est alors très limitée dans sa capacité à interpréter les situations sociales et à s'adapter au contexte, puisque son mode de saisie de l'information, en quelque sorte littéral et sans recodage, appauvrit la perception des stimuli sociaux. Ces derniers ont en effet un caractère hautement implicite qui demandent des compétences à inférer qui s'avèrent être peu efficaces dans l'autisme. De plus les stimuli sociaux sont mouvants, variables d'un individu à l'autre, d'un contexte à l'autre, et ce manque de stabilité est un facteur aggravant pour le repérage et le traitement adéquat des signaux sociaux qui entrent en jeu dans les relations interpersonnelles.

Les particularités sensorielles

D'autres travaux menés par Mottron et collaborateurs dans les domaines visuels et auditifs (Mottron, Peretz, et Ménard, 2000) nuancent quelque peu cette hypothèse d'un défaut de cohérence centrale, en insistant plutôt sur la supériorité du traitement des propriétés élémentaires par les personnes autistes ; ce fait pourrait rendre compte de « biais locaux », c'est-à-dire d'une orientation spontanée ou d'une performance supérieure pour le traitement des aspects locaux comme les détails ou la texture. Ils montrent aussi qu'au niveau auditif (et plus seulement visuel comme avec les « figures cachées ») le traitement local est prééminent chez les personnes autistes avec une supériorité de la détection d'éléments locaux (exemple : repérage du changement d'une note de musique isolée, qui cependant ne change rien au contour mélodique). D'autres résultats obtenus en modalité auditive confirment ce traitement local supérieur (Foxton, Stewart, Barnard, Rodgers, Young, O'Brien, et Griffiths, 2003). Des personnes autistes sont capables de distinguer des fréquences auditives bien mieux que des sujets typiques, et de percevoir très finement des distinctions à peine perceptibles pour nous (Bonnell, Mottron, Peretz, Trudel, Galloway, et Bonnell, 2003). Mottron (2004) propose alors

...certains enfants autistes présenteraient au cours de leur développement des limitations et anomalies plus ou moins importantes de la vision du mouvement, dans ses aspects perceptifs et/ou d'intégration visuo-motrice.

d'expliquer les troubles autistiques en terme de « surfonctionnement ». En effet, pour lui, c'est le surfonctionnement du traitement perceptif de bas niveau qui rendrait compte de la supériorité du traitement des propriétés élémentaires (en visuel comme en auditif) par les personnes autistes et qui attesterait alors aussi de leurs compétences dans certaines tâches visuo-spatiales ou musicales.

Dans cette même ligne de travaux et d'hypothèses sur le traitement perceptif dans l'autisme, plusieurs études ont mis en évidence des anomalies de l'intégration « partie-tout » des stimuli visuels (Deruelle, Rondan, Gepner, et Fagot, 2006). Sachant (1) que les enfants autistes, contrairement aux enfants normaux, semblent présenter un avantage dans le traitement local (c'est-à-dire dans le traitement des détails composant un tout), au détriment d'un traitement holistique, global ou configural (c'est-à-dire un traitement de la forme globale ou des relations spatiales entre les éléments composant le tout), et présentent donc un déficit de « cohérence centrale » (Frith, 1989 ; Happé, 1999), et (2) que le traitement des indices locaux emprunte les mêmes voies neurophysiologiques que le traitement des fréquences visuelles spatiales hautes, et que le traitement holistique emprunte les mêmes voies neurophysiologiques que le traitement des fréquences visuelles spatiales basses (Hughes, Fendrich, et Reuter-Lorenz, 1996), Deruelle, Rondan, Gepner et Tardif (2004) ont analysé finement la manière dont les enfants autistes traitent les informations visuelles en termes de

fréquences spatiales hautes et basses. Les résultats montrent que les enfants autistes utilisent préférentiellement les fréquences spatiales hautes pour identifier les visages, contrairement aux enfants témoins qui s'appuient davantage sur les fréquences spatiales basses. Cette particularité dans la stratégie de traitement des visages chez les enfants autistes est cohérente avec leur préférence pour le traitement local au détriment du traitement holistique des visages et rejoint le modèle de Frith.

Au total, ces particularités sensorielles pourraient être en partie responsables des anomalies de relation sociale puisque les différents systèmes affectés ont pour fonction de réguler l'adaptation de l'individu à son environnement, régulation qui permet la sélection des informations et l'engagement dans des activités. Les perturbations sensorielles contribuent ainsi à expliquer les problèmes relationnels et comportementaux des personnes autistes et plus largement leur trouble social (Tardif et Gepner, 2003).

Désordres du traitement temporel des événements multisensoriels dans l'autisme

Tenant aussi d'éclairer les troubles sociaux et communicatifs dans l'autisme, une autre série de travaux (pour une revue, Gepner et Tardif, 2006) s'est basée sur l'hypothèse de déficits du traitement temporel de l'information sensorielle, c'est-à-dire de difficultés à traiter l'information sensorielle en temps réel.

Cette hypothèse s'est trouvée confortée pour la première fois par une étude de Gepner et al. (1995) qui avait montré que des enfants autistes tenaient très peu compte du mouvement environnemental pour réguler leur posture. Cette anomalie de perception et/ou d'intégration du mouvement visuel, s'est trouvée ensuite confirmée par différents travaux sur la discrimination de la direction de mouvements (Bertone, Mottron, Jelenic et Faubert, 2002), sur la perception d'un mouvement cohérent de points (Spencer, O'Brien, Riggs, Braddick, Atkinson et Wattam-Bell, 2000 ; Milne, Swettenham, Hansen, Campbell, Jeffries et Plaisted, 2002 ; Takarae, Minshew, Luna, Krisky et Sweeney, 2004), sur la reconnaissance d'actions humaines à partir de mouvements de points lumineux (Blake, Turner, Smoski, Pozdol et Stone, 2003), ou encore de l'utilisation du mouvement dans l'attribution d'états mentaux (Castelli, Frith, Happé et Frith, 2002).

Nos travaux ultérieurs (Gepner, 1997 ; Mestre et al., 2002 ; Gepner et Mestre, 2002a, b) apportent des arguments étayant la thèse selon laquelle certains enfants autistes présenteraient au cours de leur développement des limitations et anomalies plus ou moins importantes de la vision du mouvement, dans ses aspects perceptifs et/ou d'intégration visuo-motrice. Ces limitations concerneraient le traitement du mouvement en vision périphérique/globale mais aussi centrale, et seraient d'autant plus

manifestes que le mouvement est rapide. De telles anomalies survenant précocement au cours du développement pourraient entraîner, en cascade, des troubles dans le développement des compétences nécessitant l'utilisation adéquate d'informations visuelles sur le mouvement biologique ou physique, au premier rang desquelles se trouve la communication langagière et émotionnelle. Aussi, à travers d'une part la notion de « cascades maldéveloppementales » (Gepner, 2001), et d'autre part l'existence de désordres dans l'association et l'intégration sensorielle pluri-modale chez les enfants autistes (Waterhouse, Fein, et Modahl, 1996), ce modèle permet de comprendre comment une anomalie précoce de la vision du mouvement, notamment du mouvement rapide, pourrait engendrer des désynchronisations et des dissociations visuo-auditives, visuo-motrices, visuo-posturales, visuo-émotionnelles, voire des synesthésies ou confusions sensorielles telles que décrites dans la littérature autobiographique d'adultes autistes (Grandin, 1995 ; Williams, 1992), mais aussi des compensations ou sur-compensations au sein d'une modalité sensorielle ou entre deux modalités sensorielles.

Ce modèle permet également d'expliquer le fait que les sujets autistes réussissent relativement bien les tâches d'identification de photos de visages familiers ou non familiers sans limite de temps, mais qu'ils semblent particulièrement gênés dans tous les domaines impliquant ou supposant un traitement de la dynamique faciale : lecture du mouvement des lèvres pendant la parole, détection de la direction du regard, catégorisation des mimiques faciales émotionnelles (Gepner, de Gelder et de Schonen, 1996). Ceci renvoie aux observations cliniques également nombreuses relevant les anomalies des personnes autistes pour traiter les visages et s'ajuster correctement à ce qu'ils véhiculent lors d'une interaction. A titre d'illustration, retenons ce témoignage (Grandin, 1995) : « *les gens ne réalisent pas à quel point cela m'est difficile de les regarder dans les yeux ; ça me dérange. Je dois regarder un visage assez longtemps pour en faire une vidéo dans ma tête...* ».

Toujours dans la poursuite de l'exploration de l'hypothèse d'une anomalie du traitement temporel des événements sensoriels dans l'autisme, d'autres travaux ont montré, au niveau auditif (Tardif, Thomas, Gepner et Rey, 2002), et proprioceptif (Schmitz, Assaiante et Gepner, 2002), que l'enfant autiste se trouverait dans un monde où les événements vont trop vite pour lui et face auquel il réagit trop lentement. Par exemple, l'étude de Tardif et al. (2002) montre qu'il y aurait un défaut dans le traitement temporel de l'information auditive, qui pourrait ressortir d'un mécanisme voisin de celui observé pour la vision du mouvement. En effet, les enfants autistes testés sur l'accès aux sons de la parole et au lexique présentaient des difficultés à percevoir et à catégoriser certains phonèmes complexes en parole normale, mais leur perception catégorielle se normalisait par le ralentissement des mêmes phonèmes. L'hypothèse d'une anomalie de traitement temporel dans l'autisme semble donc se vérifier dans la

sphère auditive au sens où les enfants autistes présentent des difficultés à percevoir la dynamique, l'enchaînement, le flux rapide de certains phonèmes alors que leur accès au lexique est intact (Tardif et al., 2002). Ceci pourrait expliquer au moins en partie leurs troubles de compréhension du langage. Toujours au niveau auditif, de nombreux témoignages rapportent l'étonnante façon de réagir des enfants autistes face aux sons de l'environnement (Grandin, 1995). Ils peuvent ne pas réagir à un son fort alors qu'un frémissement peut les faire sursauter. Ce trouble de l'intégration auditive des sons est retrouvé par des études montrant que des enfants autistes, comparativement à des enfants tout-venants et à des enfants manifestant des difficultés d'apprentissage, ne présentent pas de préférence à l'écoute de la voix de la mère par rapport à d'autres stimuli langagiers (Klin, 1991, 1992). Ou encore, des adultes autistes avec langage ne perçoivent pas de la même manière que des adultes sains l'information vocale et montrent, en IRMf, des difficultés à traiter la voix humaine par rapport à d'autres sons ou bruits (Gervais, Belin, Boddaert, Leboyer, Coez, Sfaello, et al., 2004), les régions corticales impliquées dans le traitement de la voix humaine ne s'activant pas. On peut donc noter des anomalies du traitement de l'information concernant plusieurs modalités sensorielles.

Au total, nos travaux montrent que les enfants autistes présentent des anomalies du traitement temporo-spatial d'événements multisensoriels qui concernent la perception du mouvement, du flux verbal, du flux proprioceptif. En cascades, ces désordres altèrent de nombreuses

fonctions, essentielles dans les interactions sociales. Le monde qui entoure les personnes autistes va trop vite, ou change trop rapidement pour certaines d'entre elles, notamment au cours des relations avec leurs partenaires d'interaction.

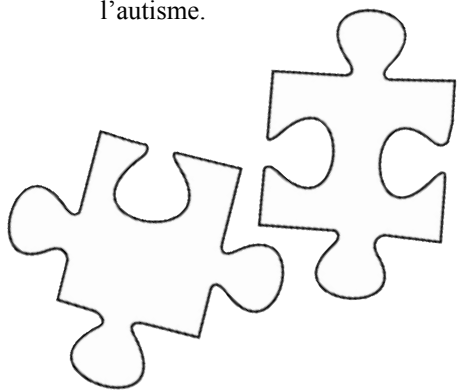
A la suite de nos premières études qui montraient, d'une part, des problèmes de traitement des mouvements et plus spécifiquement des mouvements rapides, et de relativement bonnes capacités à traiter des mimiques faciales présentées lentement sur vidéo (Gepner et al., 2001), des travaux récents ont été menés pour ralentir la présentation des mouvements et des sons pour pouvoir aider l'enfant autiste à mieux traiter ces informations (Tardif, Lainé, Rodriguez, et Gepner, 2007 ; Lainé, Tardif, et Gepner, 2008a ; Lainé et al., 2008b ; Lainé et al., 2009). Cette procédure nous permet de tester l'impact du ralentissement simultané des mouvements d'une personne et de

...une anomalie précoce de la vision du mouvement, notamment du mouvement rapide, pourrait engendrer des désynchronisations et des dissociations visuo-auditives, visuo-motrices, visuo-posturales, visuo-émotionnelles, voire des synesthésies ou confusions sensorielles telles que décrites dans la littérature autobiographique d'adultes autistes...

sa parole (opéré par un logiciel spécifiquement élaboré à cet effet) sur les capacités de compréhension du langage, d'imitation et de reconnaissance des mimiques faciales émotionnelles chez les enfants autistes. Dans toutes ces études, nous avons confirmé que le ralentissement des stimuli visuels et auditifs améliore les performances des enfants autistes, principalement ceux qui sont les plus sévèrement atteints.

En conclusion...

Plusieurs arguments nous ont conduit à suggérer que certains enfants autistes pourraient souffrir de désordres de la perception visuelle du mouvement. Nous avons appelé ce désordre de l'intégration du mouvement la Malvoyance du mouvement (Gepner, 2001, 2005) et plus récemment la Malvoyance de l'E-Motion (Gepner, Lainé et Tardif, 2005 ; Gepner et Tardif, 2006, Tardif et al., 2007), pour rendre compte du fait que les anomalies peuvent porter sur tout type de mouvement, qu'il s'agisse de mouvements physiques (les flux visuels environnementaux) ou de mouvements biologiques (ceux des êtres vivants animés), tels que les mouvements du visage, et notamment les mimiques faciales émotionnelles. Plus généralement, les enfants autistes souffrent d'anomalies du traitement temporel des événements visuels et auditifs dynamiques, plus particulièrement lorsque ces événements sont rapides. Nos derniers résultats expérimentaux montrent que le ralentissement de ces informations sensorielles améliore les performances imitatives, cognitives et de compréhension verbale des enfants autistes, ce qui pourrait à l'avenir ouvrir de nouvelles perspectives pour la rééducation des difficultés perceptives et communicatives dans l'autisme.



Références bibliographiques

- Bertone, A., Mottron, L., Jelenic, P. et Faubert, J. (2003). Motion perception in autism: a 'complex' issue. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 218-225.
- Blake, R., Turner, L.M., Smoski, M.J., Pozdol, S.L. et Stone, W.L. (2003). Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychological Science*, 14, 151-157.
- Bonnel, A.C., Mottron, L., Peretz, I., Trudel, M., Gallum, E. et Bonnel, A.M. (2003). Enhanced sensitivity for pitch in individuals with autism: a signal detection analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 226-235.
- Castelli, F., Frith, C., Happé, F., Frith, U. (2002). Autism, Asperger syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain*, 125, 1839-1849.
- Dasser, V., Ulbaek, I. et Premack, D. (1989). The perception of intention. *Science*, 243, 365-367.
- Deruelle, C., Rondan, C., Gepner, B. et Fagot, J. (2006). Processing of compound visual stimuli by children with autism and Asperger syndrome. *International Journal of Psychology*, 41, 97-106.
- Deruelle, C., Rondan, C., Gepner, B. et Tardif, C. (2004). Spatial frequency and face processing in children with autism and Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 199-210.
- Ekman, P. et Friesen, W.V., (1982). Measuring facial movement with the facial action coding system. In P. Ekman (Ed.), *Emotion in the Human Face* (Second Edition) (pp. 178-211). Cambridge: Cambridge University Press.
- Farroni, T., Johnson, M.H., Brockbank, M. et Simion, F. (2000). Infants use of gaze direction to cue attention: The importance of perceived motion. *Visual Cognition*, 7, 705-718.
- Foxton, J., Stewart, M., Barnard, L., Rodgers, J., Young, A., O'Brien, G. et Griffiths T. (2003). Absence of auditory 'global interference' in autism. *Brain*, 126, 2703-2709.
- Frith, U. (1989). *Autism : explaining the enigma*. Oxford, UK: Basic Blackwell.
- Gepner, B., Mestre, D., Masson, G., de Schonen, S. (1995). Postural effects of motion vision in young autistic children. *NeuroReport*, 6, 1211-1214.
- Gepner, B., de Gelder, B. et de Schonen, S. (1996). Face processing in autistics: Evidence for a generalized deficit ? *Child Neuropsychology*, 2, 123-139.
- Gepner, B. (1997). Reconnaissance du visage et perception visuelle du mouvement chez l'enfant autiste, Doctorat de neurosciences, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille 2.
- Gepner, B. (2001). « Malvoyance » du mouvement dans l'autisme infantile ? Une nouvelle approche neuropsychopathologique développementale. *La Psychiatrie de l'Enfant*, 1, 77-126.
- Gepner, B., Deruelle, C. et Grynfeldt, S. (2001). Motion and emotion: a novel approach to the study of face processing by young autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31, 37-45.
- Gepner, B. et Mestre, D. (2002 a). Postural reactivity to fast visual motion differentiates autistic from children with Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32, 231-238.
- Gepner, B. et Mestre, D. (2002 b). Rapid visual-motion integration deficit in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 11, 455.

- Gepner, B., Lainé, F. et Tardif, C. (2005). E-Motion mis-sight and other temporal processing disorders in autism. *Current Psychology of Cognition/ Cahiers de Psychologie Cognitive*, 23, 104-121.
- Gepner, B. et Tardif, C. (2006). Autism, movement, time and thought. E-motion mis-sight and other temporo-spatial processing disorders in autism. In M. Vanchevsky (Ed.), *Frontiers in Cognitive Psychology* (pp.71-101). New York : Nova Sciences Publishers.
- Gepner, B. (2006). Constellation autistique, mouvement, temps et pensée. Malvoyance de l'É-Motion, autres désordres du traitement temporo-spatial des flux sensoriels et dyssynchronie dans l'autisme. *Devenir*, 18, 4, 333-379.
- Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., Sfaello, I., Barthélémy, C., Brunelle, F., Samson, Y. et Zilbovicius, M. (2004). Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience*, 7, 801-802.
- Grandin, T. (1995). *Thinking in pictures and other reports from my life with autism*, Doubleday.
- Happé, F. (1999). Autism: Cognitive deficit or cognitive style? *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 216-222.
- Hughes, H.C., Fendrich, R. et Reuter-Lorenz, P.A. (1996). Global versus local processing in the absence of low spatial frequencies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2, 272-282.
- Jolliffe, T. et Baron-Cohen, S. (1997). Are people with autism and asperger syndrome faster than normal on the embedded figures test? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 38, 527-534.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- Klin, A. (1991). Young autistic children's listening preferences in regard to speech : A possible characterization of the symptom of social withdrawal. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 21, 29-42.
- Klin, A. (1992). Listening preferences in regard to speech in four children with developmental disabilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 736-770.
- Lainé, F., Tardif, C., Gepner, B. (2008a). Amélioration de la reconnaissance et de l'imitation d'expressions faciales chez des enfants autistes grâce à une présentation visuelle et sonore ralentie. *Annales Médico-Psychologiques*, 166, 533-538.
- Lainé, F., Tardif, C., Rauzy, S., Gepner, B. (2008b). Perception et imitation du mouvement dans l'autisme : une question de temps. *Enfance*, 2, 140-157.
- Lainé, F., Rauzy, S., Gepner, B., Tardif, C. (2009, sous presse). Prise en compte des difficultés de traitement des informations visuelles et auditives rapides dans le cadre de l'évaluation diagnostique de l'autisme. *Enfance*.
- Lelord, G. (1990). Physiopathologie de l'autisme. les insuffisances modulatrices cérébrales. Neuropsychiatrie de l'enfant et de l'adolescent, 38, 43-49 (repris dans ce Bulletin pages 42-49).
- Mestre, D., Rondan, C., Masson, G., Castet, E., Deruelle, C., Gepner, B. (2002). Evaluation de la vision du mouvement chez des enfants autistes au moyen du nystagmus opto-cinétique. *Revue TIPA*, 21, 192-198.
- Milne, E., Swettenham, J., Hansen, P., Campbell, R., Jeffries, H. et Plaisted, K. (2002). High motion coherence thresholds in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43, 255-263.
- Milne, E., Swettenham, J. et Campbell, R. (2005). Motion perception and autistic spectrum disorder : a review. *Current Psychology of Cognition*, 23, 3-33.
- Mottron, L. (2004). *L'autisme: une autre intelligence*. Sprimont: Mardaga.
- Mottron, L., Peretz, I. et Ménard, E. (2000). Local and global processing of music in high-functioning persons with autism: beyond central coherence? *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41 (8), 1057-1065.
- Ornitz, E.M. et Ritvo, E.R. (1968). Perceptual inconstancy in early infantile autism. *Archives of General Psychiatry*, 18, 76-98.
- Ornitz, E.M. (1974). The modulation of sensory input and motor output in autistic children. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, 4, 197-215 .
- Receveur, C., Lenoir, P., Desombre, H., Roux, S., Barthélémy, C. et Malvy, J. (2005). Interaction and imitation deficits from infancy to 4 years of age in children with autism : a pilot study based on videotapes. *Autism*, 9, 69-82.
- Sacks, O. (1996). *Un anthropologue sur Mars*. Paris: Seuil.
- Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S., Naito, E. et Matsumura, M., (2004). Enhanced neural activity in response to dynamic facial expressions of emotion: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20, 81-91.
- Sauvage, D. (1988). *Autisme du nourrisson et du jeune enfant*. Paris: Masson.
- Schmitz, C., Assaiante, C. et Gepner, B. (2002). Modulation de la réponse anticipée en fonction du poids à déléster : étude chez l'enfant sain et l'enfant autiste. *Revue TIPA*, 21, 207-211.
- Shah, A. et Frith, U. (1993). Why do autistic individuals show superior performance on the block design task ? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34, 1351-1364.
- Spencer, J., O'Brien, J., Riggs, K., Braddick, O., Atkinson, J., Wattam-Bell, J. (2000). Motion processing in autism: evidence for a dorsal stream deficiency. *Neuroreport*, 11, 2765-2767.
- Takarae, Y., Minshew, N.J., Luna, B., Krisky, C.M., Sweeney, J.A. (2004). Pursuit eye movement deficits in autism. *Brain*, 127, 2584-94.
- Tardif, C. et Gepner, B. (2003). *L'Autisme*. Collection 128, Nathan, Paris (2007, 2nde éd., Armand Colin).
- Tardif, C., Thomas, K., Gepner, B. et Rey, V. (2002). Contribution à l'évaluation du système phonologique explicite chez des enfants autistes. *Revue Parole*, 21, 35-72.
- Tardif, C., Lainé, F., Rodriguez, M. et Gepner, B. (2007). Slowing down presentation of facial movements and vocal sounds enhances facial expression recognition and induces facial-vocal imitation in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 1469-1484.
- Teitelbaum, P., Teitelbaum, O., Nye, J., Fryman, J. et Maurer, R. (1998). Movement analysis in infancy may be useful for early diagnosis of autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 13982-87.
- Vauclair, J. (2004). *Développement du jeune enfant. Motricité, Perception, Cognition*. Paris : Belin
- Waterhouse, L., Fein, D. et Modahl, C. (1996). Neurofunctional mechanisms in autism. *Psychological Review*, 103, 3, 457-89.
- Williams, D. (1992). *Nobody nowhere : the remarkable autobiography of an autistic girl*. London: Doubleday.
- Zihl, J., Von Cramon, D. et Mai, N. (1983). Selective disturbance of movement vision after bilateral brain damage. *Brain*, 106, 313-340.