



**HAL**  
open science

## Construction des représentations de l'action chez l'enfant : quelles atteintes dans l'autisme ?

Christine Assaiante, Christina Schmitz

### ► To cite this version:

Christine Assaiante, Christina Schmitz. Construction des représentations de l'action chez l'enfant :  
quelles atteintes dans l'autisme ?. *Enfance*, 2009, 1, pp.111-120. hal-02379058

**HAL Id: hal-02379058**

**<https://hal.science/hal-02379058>**

Submitted on 16 Dec 2019

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

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

# Construction des représentations de l'action chez l'enfant : Quelles atteintes dans l'autisme ?

Christine Assaiante et Christina Schmitz

Groupe DPA, Pôle 3C - UMR 6149, Université de Provence & CNRS, Centre St Charles -  
Case B, 3 Place Victor Hugo, 13331 Marseille Cedex 03 - FRANCE .

*Un aspect majeur de l'autisme réside dans l'altération des capacités de communication. Or, une des fonctions essentielles de la motricité est, précisément, de permettre le dialogue entre l'organisme et son environnement, notamment au travers des entrées sensorielles, et ce dès le plus jeune âge. C'est dans le cadre de l'hypothèse d'une atteinte générale de la construction des représentations de l'action dans l'autisme que nous rapportons un ensemble de résultats visant à étudier chez l'enfant le développement de la fonction d'anticipation qui permet de rendre le monde prédictible et cohérent. Pour anticiper, le cerveau s'appuie sur des représentations des caractéristiques du corps, du monde extérieur et de leurs interactions réciproques. Les représentations de l'action ne sont pas innées et nécessitent un temps de maturation assez long au cours de l'enfance. A partir de tâches de soulèvement alliant paramètres moteurs et corrélats corticaux, on constate chez l'enfant avec autisme un déficit de la fonction d'anticipation, d'origine centrale, qui indiquerait une atteinte de la construction des représentations de l'action. Enfin se pose actuellement la question dans l'autisme de la représentation du mouvement humain, en particulier dans un contexte d'interactions sociales, et de l'identification des structures centrales impliquées. Sachant que le couplage entre la perception et l'action dépend fortement de la construction de multiples représentations (incluant le schéma corporel, la représentation de la faisabilité du mouvement et la représentation de l'action dans sa globalité), nous faisons l'hypothèse qu'une atteinte de la construction des représentations perturbe ce couplage et en conséquent freine le développement sensori-moteur et cognitif dans l'autisme.*

Mots clés : autisme, anticipation, représentation de l'action, développement cérébral

## Abstract

The building of action representation in children: what is affected in autism ?

*Most striking in a child with autism is the absence, or the alteration, of communication. Meanwhile, an essential aspect of motor development is to achieve a fundamental adaptive function: communication. This is enabled by a constant dialog between a child and its environment, in particular through sensory-motor stimulations, and already at a very early age. Our approach relies on the hypothesis of a general deficit in the building up of action representations in autism. We present some studies aimed at studying the development of the function of anticipation that enables the world to be predictable and coherent. To anticipate, the brain needs some representations of the body characteristics, the external world and their reciprocal interactions. Action representations are not innate and they need time to mature during childhood. Exploring some motor parameters and their cortical correlates in lifting tasks, we found that the function of anticipation is altered in autism, which might indicate a deficit in the building of action representations. Finally, the question of human motion representation, in particular within the context of social interaction is also questioned in autism, as well as which structures are involved. The coupling between action and perception strongly depending on the building of multiple representations (including body scheme, the representation of the feasibility of a movement and the representation of the meaning of an action), our hypothesis is that impairments in the building-up of representation perturb this coupling and consequently slow down the sensory-motor and cognitive development in autism.*

Key-words: autism, anticipation, action representation, brain development

## *Développement moteur : construction d'une interface privilégiée entre environnement et cognition*

C'est en exerçant sa motricité que le nouveau-né communique avec ses proches. Ainsi, la posture, le tonus, les ébauches de gestes volontaires et les mimiques faciales sont autant de marqueurs d'un dialogue entre le bébé et son environnement. De plus, la première année de vie de l'enfant est essentiellement jalonnée par les étapes déterminantes de son développement moteur, telles que le maintien de la tête, l'acquisition de la station assise, debout et de la marche autonome, qui vont lui permettre d'agrandir son espace de perception, d'action et d'interaction avec son environnement. Le progrès constant d'un enfant dans la précision du contrôle des fonctions motrices est un pré-requis nécessaire à son développement comportemental, cognitif et social.

La construction du répertoire moteur au cours de l'enfance, nécessaire à l'élaboration et à l'exécution d'actions, prend tout son sens dans la perspective beaucoup plus large de l'étude des comportements exploratoires du monde environnant, incluant la communication entre partenaires sociaux (Assaiante, 2000).

### *Pourquoi étudier la motricité dans l'autisme ?*

Un aspect majeur de l'autisme réside dans l'altération des capacités de communication, Or, une des fonctions essentielles de la motricité est précisément de permettre le dialogue entre l'organisme et son environnement, notamment au travers des entrées sensorielles. A l'inverse des pathologies qui touchent directement le système moteur, l'autisme est caractérisée par une motricité apparemment normale avec néanmoins un dysfonctionnement de l'action finalisée et intégrée dans son environnement. Dès 1943, Kanner avait relevé dans les récits de parents d'enfants autistes des signes de motricité déviante au cours de leurs premiers mois de vie. Chez ces bébés souvent décrits comme « trop calmes », les parents rapportaient également des troubles des attitudes anticipatrices lorsqu'ils ébauchaient le mouvement de prendre le bébé dans leurs bras.

Chez l'enfant sain, il est maintenant établi que l'utilisation de la fonction d'anticipation liée à l'action implique que soient construites les représentations sensori-motrices correspondantes. Or ce sont les relations avec l'environnement extérieur (connaissance des objets, évaluation des formes, des poids...) qui permettent la construction plus ou moins

précoce, au cours de l'enfance, de ces représentations qui rendent les situations prédictibles. Chez l'enfant autiste, qui limite ses relations avec l'environnement, se posent donc les questions d'une part de savoir s'il possède la capacité de s'approprier les informations nécessaires à l'élaboration des représentations de l'action et d'autre part, s'il est capable de se servir de ces représentations. A cet égard, l'autisme nous semble un modèle de choix pour mieux comprendre la construction des représentations de l'action, fruit de l'interaction entre le sujet et son environnement.

### *L'importance d'anticiper pour construire ses représentations*

Dans la vie de tous les jours, il est nécessaire d'anticiper, c'est à dire de prévoir quelles seront les conséquences de notre action sur l'environnement ou sur nous-même. Le développement de la fonction d'anticipation permet de rendre le monde prédictible et cohérent. Pour anticiper, le cerveau s'appuie sur des représentations des caractéristiques du corps, du monde extérieur et de leurs interactions réciproques. Les représentations ne sont pas innées et nécessitent un temps de maturation assez long au cours de l'enfance (Forsberg et al, 1991 ; Assaiante, 2000 ; Schmitz et al, 2002).

Les études développementales montrent qu'à 9 ans, les ajustements anticipés utilisés afin de paramétrer les forces appliquées à un objet pour le soulever ne présentent pas encore les caractéristiques matures de celles de l'adulte, parce que les enfants n'ont toujours pas une représentation fidèle des interactions entre leur corps et l'environnement (Eliasson, Gordon, & Forsberg, 1995 ; Forsberg, Eliasson, Kinoshita, Johansson, & Westling, 1991). Il faut également une dizaine d'années avant que les ajustements anticipés qui permettent de stabiliser l'avant-bras lorsque l'on soulève un objet posé sur celui-ci ne soient comparables à ceux de l'adulte (Schmitz, Martin, & Assaiante, 2002). La capacité à acquérir un nouveau type d'ajustements anticipés est également limitée par des facteurs maturationnels aux mêmes âges (Schmitz et Assaiante, 2002). Ainsi, l'anticipation se développe tardivement au cours de l'enfance, en même temps que se construisent les représentations de l'action.

*Etude du développement de la fonction d'anticipation à partir du protocole dit « du garçon de café »*

Imaginez que vous êtes un garçon de café portant un plateau chargé de verres. Votre tâche quotidienne est de décharger un verre sans mettre en péril l'équilibre du plateau posé sur votre bras, ce que vous réussissez parfaitement. Chaque fois que vous soulevez un verre, le poids exercé par le plateau sur l'avant-bras diminue, et ce changement soudain de la force exercée par le poids peut avoir comme conséquence de déstabiliser le plateau et son contenu. En réalité, votre bras et le plateau restent parfaitement stabilisés en position horizontale parce que, sur la base d'une représentation acquise au cours de votre expérience antérieure, vous anticipez ce changement de poids. A l'inverse, si une autre personne soulève le verre avec l'intention généreuse de vous aider, même si vous guettez le moment où le verre va décoller du support, vous aurez beaucoup plus de difficulté à stabiliser le plateau. La raison en est que dans cette situation, on peut anticiper uniquement sur la base de sa propre action. Cette situation de la vie courante a été astucieusement convertie en un paradigme expérimental, connu sous le nom du « test du garçon de café », ou encore tâche bimanuelle de délestage (Hugon, Massion & Wiesendanger et al, 1982), afin d'étudier les propriétés des ajustements posturaux anticipés utilisés dans cette tâche.

#### *Construction d'une représentation sensori-motrice : limites développementales*

Sur la base du protocole bimanuel de délestage, la construction d'une représentation sensori-motrice peut être étudiée au travers de l'apprentissage d'une nouvelle coordination. Lors de cette coordination « artificielle », le soulèvement volontaire de l'objet posé sur une plate-forme par la main droite du sujet provoque la chute imposée de la charge sous l'avant-bras gauche du sujet. L'adulte apprend à associer un mouvement a priori sans conséquence sur la stabilisation posturale avec une perturbation artificielle expérimentalement provoquée (Paulignan et al, 1989). Il apparaît que les capacités d'apprentissage s'améliorent considérablement au cours du développement (Schmitz et Assaiante, 2002). Nous avons également pu mettre en évidence une évolution des performances conforme aux caractéristiques des processus d'apprentissage, révélés par une courbe exponentielle décroissante chez les adultes et chez les enfants de 7/8 ans. En revanche, la dynamique de l'apprentissage ne suit pas cette évolution pour les enfants les plus jeunes. Il semble que les processus d'apprentissage propres à l'installation d'une nouvelle coordination procèdent d'une dynamique particulière, qui s'établit progressivement au cours de l'enfance (Schmitz et Assaiante, 2002).

### *Déficit de la fonction d'anticipation chez les enfants avec autisme*

Tout comme le garçon de café soulève un verre posé sur le plateau, nous avons demandé aux enfants avec autisme d'utiliser leur main droite pour soulever un objet posé sur un petit réceptacle posé sur leur avant-bras gauche. Des enregistrements cinématiques et électromyographiques ont été réalisés au cours de cette tâche et ont été comparés aux enregistrements réalisés dans une étude précédente (Schmitz et al, 2002). Ils ont permis de montrer que les enfants avec autisme ralentissaient significativement le mouvement de soulèvement de l'objet (Schmitz et al, 2003). Notre interprétation est que ce ralentissement relève d'une adaptation fonctionnelle puisqu'il leur permet de stabiliser l'avant-bras de façon comparable aux enfants contrôles, quoique avec plus de variabilité ; ils ont ainsi le temps d'utiliser les informations de variations du poids de l'objet sur leur avant-bras afin de le stabiliser. Au cours de cette tâche, il semble que les enfants avec autisme n'utilisent pas un mode de contrôle anticipé, mais un mode de contrôle rétroactif. En d'autres termes, au lieu d'anticiper ils réagissent. A partir de ces résultats, il ressort un net déficit de la fonction d'anticipation posturale chez les enfants avec autisme lors de la tâche bimanuelle de délestage.

### *A la recherche d'une anticipation posturale d'origine centrale : association des réponses motrices et des corrélats corticaux*

Des enregistrements électroencéphalographiques (EEG) ont été réalisés dans ce protocole bimanuel de délestage afin d'explorer les origines centrales de l'anticipation posturale. La DLE (désynchronisation liée à l'événement) des rythmes EEG, interprétée comme un corrélat électrophysiologique à l'activation des aires corticales impliquées dans les processus moteurs (Pfurtscheller, 1992), a été utilisée afin de repérer au niveau des variations des rythmes corticaux l'expression d'une anticipation posturale.

Les résultats rapportent chez l'adulte et l'enfant sains, que la DLE constitue un indice électrophysiologique de choix pour caractériser l'origine centrale des APA dans la tâche bimanuelle de délestage. S'agissant des aires motrices, la DLE semble s'exprimer avec les mêmes caractéristiques temporelles chez l'enfant (rythme thêta) et l'adulte (rythme mu). De

plus, de façon cohérente avec les données cinématiques et EMG, on constate chez l'enfant avec autisme une absence de DLE, ce qui souligne l'origine centrale du déficit d'utilisation de la fonction d'anticipation chez ces enfants. Ainsi, cette association de réponses motrices et corticales s'est avérée particulièrement fructueuse pour permettre de mieux comprendre certaines spécificités de la maturation du système nerveux central chez l'enfant sain et l'enfant avec autisme (Martineau et al, 2004).

Par ailleurs se pose également la question de savoir si ce déficit de la fonction d'anticipation consiste en un retard de maturation ou bien en un dysfonctionnement. Lors d'une étude pilote, nous avons réalisé des enregistrements cinématiques, EMG et EEG au cours du paradigme de délestage bimanuel chez deux adolescents autistes, appariés avec deux adolescents sains de même âge exactement. Nos indices électromyographiques indiquent que les événements musculaires des adolescents avec autisme semblent se produire plus précocement que chez les jeunes enfants autistes, suggérant une possible amélioration dans la maîtrise du réglage temporel avec l'âge. Cependant, les enregistrements EEG indiquent, comme chez les enfants autistes, l'absence d'une DLE corrélée à la situation de coordination bimanuelle. Ces premiers résultats seraient plutôt en faveur d'un dysfonctionnement cortical que d'un retard de maturation. Une étude plus complète de l'état de la fonction d'anticipation chez des adolescents autistes lors de la coordination bimanuelle apporterait des éléments pertinents pour répondre à cette question.

#### *Circuits centraux et mécanismes d'anticipation lors de soulèvement d'objets*

En accord avec les résultats précédemment cités, l'hypothèse de l'atteinte de la construction des représentations dans l'autisme a été testée en utilisant le paradigme de soulèvement d'objet adapté à l'enfant. Simultanément à l'enregistrement de l'activité cérébrale, les forces de saisie et de soulèvement de l'objet ont été enregistrées lors de deux situations expérimentales chez des enfants âgés de 8 à 12 ans. Les résultats comportementaux indiquent que lorsque le poids de l'objet à soulever est constant, le comportement des deux groupes d'enfants, contrôles ou avec autisme, est équivalent. Lorsque le poids de l'objet est changé, de façon prédictible et répétée, il est nécessaire que s'effectue rapidement entre deux soulèvements successifs une réactualisation de la représentation du poids de l'objet. Chez les enfants avec autisme, lors de cette dernière situation, la programmation des forces n'est pas

adaptée aux changements du poids de l'objet, ce qui indique des difficultés à réactualiser les représentations internes entre deux soulèvements.

Une comparaison incluant 7 enfants dans chaque groupe indique une activation supérieure des aires sensori-motrices controlatérales et du cervelet antérieur chez les enfants avec autisme par rapport aux enfants contrôles. Une activation anormale du cervelet a également été montrée dans des tâches motrices chez des adultes avec autisme (Müller et al., 2001) et n'apparaît donc pas surprenante. En revanche, de façon très intéressante, on trouve dans le groupe des enfants avec autisme une hypoactivation de l'aire de Brodmann 44. Ce résultat semble indiquer que le déficit d'utilisation des représentations dans l'autisme est sous-tendu par une hypoactivation d'un réseau responsable de l'utilisation de ces représentations, qui inclut l'aire de Brodmann 44 (Schmitz et Forsberg, 2005).

#### *Atteinte de la construction des représentations dans l'autisme ?*

L'atteinte de la fonction d'anticipation indiquerait que la construction des représentations internes est atteinte dans l'autisme. Dès 1974, Ornitz soulignait que les lacunes maturationnelles se traduisent de façon manifeste dans le besoin qu'ont les enfants autistes de recevoir des informations en feedback à partir de réponses auto-générées. Ces informations en feed-back seraient utilisées pour nourrir une représentation qui a du mal à être engrangée (Maurer & Damasio, 1982). L'atteinte du contrôle anticipé pourrait ainsi être expliquée par un dysfonctionnement du processus de mise en mémoire des représentations sensori-motrices.

Par ailleurs, des études chez l'enfant avec autisme ont montré une atteinte de la perception du mouvement lors de tâches posturales (Gepner, Mestre, Masson, & de Schonen, 1995; ce numéro), qui serait associée à une altération des mécanismes centraux responsables du traitement visuo-perceptif (Spencer et al, 2000 ; Milne et al, 2002 ; Bertone et al, 2003). Le système visuel échouerait à extraire de la présentation de stimuli complexes les informations qui permettraient de constituer une représentation interne fiable, ayant un sens, et permettant de comprendre l'environnement externe (Bertone et al, 2003). Un déficit spécifique de la perception visuelle du mouvement humain présenté en vidéo, associé à des anomalies de la désynchronisation des rythmes corticaux, a été récemment montré dans l'autisme (Martineau et al., 2008).

Dans une revue récente sur l'atteinte de la motricité dans l'autisme (Schmitz et Forsberg 2005), les auteurs soulignent que des représentations mentales, difficiles à élaborer ou mal utilisées, pourraient expliquer les déficits dans les interactions avec l'environnement, caractéristiques de l'autisme. Il se pourrait qu'un mécanisme commun limite ou perturbe la construction des représentations de l'action et par la même des représentations sociales.

### *Conclusion*

Le développement de l'action et de la perception, le développement du système nerveux ainsi que la croissance corporelle s'influencent mutuellement dans le but de multiplier les moyens qui permettent d'utiliser et d'optimiser l'action (Von Hofsten, 2004). Par son aspect multidimensionnel, la construction de la sphère sensorimotrice apparaît comme une interface privilégiée entre l'environnement et la cognition (Paillard, 1999). En effet, il convient d'envisager un développement moteur étroitement lié au développement des fonctions cognitives qui permettent à l'enfant de passer de l'action à la représentation de l'action mais aussi aux interactions sociales et ainsi d'agrandir considérablement son champ d'exploration et de connaissance. Une telle perspective souligne l'importance d'un bilan moteur très précis au cours du dépistage de l'autisme.

### *Références bibliographiques :*

- Assaiante C (2000) Construction du répertoire des référentiels posturaux: maturation et adaptation au cours de l'enfance. Université de la Méditerranée, Habilitation à Diriger des Recherches en Neurosciences.
- Bertone A, Mottron L, Jelenic P, Faubert J (2003) Motion perception in autism: a "complex" issue. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15: 218-225.
- Centelles L, Schmitz C, Assaiante C, Bioulac B, Bouvard M (2005) Etude comportementale sur la Représentation du Mouvement Humain dans l'autisme: Résultats préliminaires chez Eliasson AC, Gordon AM, Forssberg H (1995) Tactile control of isometric forces during grasping in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 37: 72-84.
- Forssberg H, Eliasson AC, Kinoshita H, Johansson RS, Westling G (1991) Development of human precision grip I. Basic coordination of force. *Experimental Brain Research* 85: 451-457.
- Gepner B, Mestre D, Masson G and de Schonen S (1995) Postural effects of motion in young autistic children. *NeuroReport* 6: 1211-1214.
- Hugon M, Massion J, Wiesendanger M (1982) Anticipatory postural changes induced by active unloading and comparison with passive unloading in man. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology* 393: 292-296.
- Kanner L (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* 2: 217-250.
- Martineau J, Cochin S, Magne R, Barthelemy C (2008) Impaired cortical activation in autistic children: is the mirror neuron system involved? *International Journal of Psychophysiology* 68: 35-40.
- Martineau J, Schmitz C, Assaiante C, Blanc R, Barthélémy C (2004) Impairment of a cortical event-related desynchronisation during a bimanual load-lifting task in children with autistic disorder. *Neuroscience Letters* 367, 298-303.
- Maurer RG, Damasio AR (1982) Childhood autism from the point of view of behavioral neurology. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 12: 195-205.
- Milne E, Swettenham J, Hansen P, Campbell R, Jeffries H, Plaisted K (2002) High motion coherence thresholds in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 43: 255-263.
- Müller R-A, Pierce K, Ambrose JB, Allen G, Courchesne E (2001) Atypical patterns of cerebral motoractivation in autism: a functional magnetic resonance study. *Biological Psychiatry* 49: 665-676.
- Ornitz EM (1974) The modulation of sensory input and motor output in autistic children. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia* 4: 197-215.
- Paillard J (1999) Motor determinants of a unified world perception. In: Aschersleben G, Bachmann T, Müssler J (Eds) *Cognitive contributions to the perception of spatial and temporal events*. Elsevier Science B.V. Pp 95-111.
- Paulignan Y, Dufossé M, Hugon M, Massion J (1989) Acquisition of co-ordination between posture and movement in a bimanual task. *Experimental Brain Research* 77: 337-348.
- Pfurtscheller G (1992) Event-related synchronization (ERS): an electrophysiological correlate of cortical areas at rest. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 83: 62-69.
- Pelphrey KA, Mitchell TV, McKeown MJ, Goldstein J, Allison T, McCarthy G (2003) Brain activity evoked by the perception of human walking: controlling for meaningful coherent motion. *Journal of Neuroscience* 30: 6819-6825.
- Schmitz C, Assaiante C (2002) Acquisition of a new coordination in a bimanual load-lifting task: developmental aspects. *Neuroscience Letters* 330: 215-218.

- Schmitz C, Forssberg H (2005) Atteinte de la motricité dans l'autisme de l'enfant. In: C. Andres, C. Barthélémy, A. Berthoz, J. Massion, B. Rogé (ed) : L'autisme, De la recherche à la pratique. Odile Jacob, Paris. Pp 227-248.
- Schmitz C, Martin N, Assaiante C (1999) Development of anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task in children. *Experimental Brain Research* 126: 200-204.
- Schmitz C, Martin N, Assaiante C (2002) Building anticipatory postural adjustments during childhood: kinetics and electromyographic data in a bimanual load-lifting task. *Experimental Brain Research* 142: 354-364.
- Schmitz C, Martineau J, Barthélémy C, Assaiante C (2003) Motor control and infantile autism: deficit of anticipatory function ? *Neuroscience Letters* 348: 17-20.
- Schmitz C, Jenmalm P, Ehrsson HH, Forssberg H (2005) Brain activity during predictable and unpredictable weight changes when lifting objects. *Journal of Neurophysiology* 93: 1498-1509.
- 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*. 21: 2765-2767
- Stevens JA, Fonlupt P, Shiffrar M & Decety J (2000) New aspects of motion perception: selective neural encoding of apparent human movements. *Neuroreport* 17: 109-115.
- Von Hofsten C (2004) An action perspective on motor development. *Trends in Cognitive Science* 8: 266-272.