

# Communication émotionnelle : mécanismes cognitifs et cérébraux

**Julie Grèzes & Guillaume Dezeache.** Laboratoire de Neurosciences Cognitives - INSERM U960 - Ecole Normale Supérieure, Paris.

## Résumé

La complexité sociale dans laquelle les membres de notre espèce évoluent suppose l'existence de mécanismes spécialisés dans la compréhension des états mentaux et émotionnels de nos congénères. Dans cet article, nous nous intéresserons plus précisément à la compréhension des états émotionnels et des sensations d'autrui. A ce sujet, de nombreux travaux en psychologie cognitive et en neurosciences ont fait valoir l'idée que la compréhension des sensations et émotions d'autrui repose essentiellement sur les ressources cognitives et neurales utilisées pour produire ces mêmes émotions et sensations. Ici, nous nous proposons de discuter ces données en défendant l'idée que ce principe général est difficilement applicable à l'ensemble des émotions et ne permet pas de faire complètement sens de certains de nos comportements sociaux, dont l'empathie. Nous essaierons ensuite de défendre une position alternative sur la nature des signaux émotionnels et sur le rôle respectif de l'émetteur et de l'observateur dans l'échange émotionnel. Cette position, inspirée par certains travaux en éthologie et en pragmatique, défend l'idée que les signaux émotionnels sont des moyens d'affecter d'autrui: ainsi, ils seraient produits de telle manière à pré-conditionner l'observateur à l'action, et ceci, en fonction du contexte social et des capacités motrices et socio-affectives des agents engagés dans l'interaction.

## Introduction

Interpréter les messages émotionnels véhiculés par les gestes d'autrui et y répondre de façon adaptée constitue l'un des facteurs déterminants de la qualité de notre vie sociale. De fait, si les psychologues des émotions se sont souvent concentrés sur le niveau personnel ou *infra-individuel* (en montrant, par exemple, que les émotions ont pour fonction de préparer l'organisme à réagir aux événements extérieurs (Levenson, Ekman, & Friesen, 1990)), force est de constater que les émotions sont souvent causées par des événements sociaux (Parkinson, 1996), et constituent de fait des événements sociaux auxquels nos congénères vont réagir émotionnellement. En somme, les émotions sont le fruit d'interactions sociales, qu'elles soient dyadiques, groupales ou culturelles (Keltner & Haidt, 1999).

Au cours de ces interactions sociales, nous observons nos congénères, nous sommes attentifs à leurs mouvements, nous analysons automatiquement les changements subtils qui animent leurs muscles faciaux et nous pouvons aisément reconnaître un vaste répertoire de gestes et de postures. Cette capacité est essentielle pour organiser et coordonner nos interactions: les expressions d'autrui représentent son état émotionnel et motivationnel, les décoder correctement nous permet de prédire ses intentions d'agir, sur le monde, sur nous-mêmes ou sur autrui. Les émotions jouent également un rôle fondamental dans l'apprentissage, en permettant à nos congénères de faire sens de certains états du monde : la peur ou le dégoût permettent à l'observateur d'apprendre que tel objet est à éviter car il est soit dangereux, soit contaminant ; une expression de joie permet d'inférer que tel autre objet est agréable. Enfin, des signaux de colère peuvent interpeller l'individu sur sa conduite sociale ou morale. D'autre part, le fait que les signaux émotionnels peuvent affecter l'observateur émotionnellement (e.g. Mineka & Cook, 1993) rend l'apprentissage plus performant en connotant affectivement un événement. Pour toutes ces raisons, les expressions faciales, gestes, postures et vocalisations de nos congénères sont autant de signaux qu'il convient de traiter rapidement et efficacement. La bonne tenue de la vie sociale, et plus largement, la survie et la reproduction, en dépendent.

## **1. Les représentations partagées.**

La perception des signaux émotionnels peut induire chez l'observateur un état émotionnel congruent. Ainsi, de nombreux travaux en psychologie cognitive et en neurosciences indiquent que la compréhension des actions, des émotions ou des sensations d'autrui repose en partie sur la mobilisation des ressources cognitives et neurales utilisées pour produire nos propres actions, émotions ou sensations. En effet, l'observation des actions d'autrui implique des mécanismes impliqués dans l'exécution de ces mêmes actions. De la même manière, l'observation de certaines sensations et émotions chez autrui engage des processus qui sont également mis en jeu lorsque nous ressentons nous mêmes ces émotions ou sensations. Autrement dit, il semble que nous utilisions spontanément notre propre perspective pour comprendre celle d'autrui. Voyons comment ce phénomène a été mis en évidence dans le domaine de l'observation de l'action et dans celui de la compréhension des émotions et sensations.

### ***1.1 Reconnaître les actions d'autrui***

La capacité à reconnaître les actions d'autrui semble reposer sur l'existence d'un lien entre le système de représentations de nos propres actions et celles d'autrui. Plus précisément, la perception d'une action active dans le cerveau de l'observateur une représentation similaire à celle qu'il aurait formée s'il avait lui-même exécuté cette action (Berthoz, 1997; Jeannerod, 1994). Cette idée, ancienne, a trouvé un fondement physiologique important, avec la découverte de neurones dits 'miroirs' au sein du cortex prémoteur et du cortex pariétal du macaque. Ces neurones s'activent lorsque le singe exécute une action dirigée vers un but (attraper, casser, par exemple) et lorsqu'il observe cette même action réalisée par un autre agent (Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996). Cette étonnante correspondance entre percevoir et agir est décrite sous le terme de représentations partagées (Jeannerod, 1994) et/ou de résonance motrice (Rizzolatti, Fogassi, & Gallese, 2001). Nous utiliserions donc notre propre perspective pour comprendre celle de l'autre, i.e. nos ressources motrices pour comprendre les actions d'autrui.

Chez l'homme, de nombreuses expériences comportementales et de neuroimagerie ont également montré que l'observation et l'exécution de l'action engagent des processus communs. Plusieurs études en psychologie expérimentale ont ainsi mis en évidence que la perception d'actions réalisées par autrui facilite l'exécution de nos propres actions, ou bien au contraire, interfère avec ces dernières (e.g. Brass, Bekkering, Wohlschläger, & Prinz, 2000; Kilner, Paulignan, & Blakemore, 2003). Par ailleurs, l'observation passive d'une action provoque chez l'observateur une diminution du seuil de déclenchement des potentiels évoqués musculaires des muscles impliqués dans la réalisation de cette même action (Fadiga, Fogassi, Pavesi, & Rizzolatti, 1995). Enfin, la neuroimagerie a confirmé qu'il existait un réseau cérébral commun pour l'observation et l'exécution de l'action, réseau homologue du 'système-miroir' du singe (Buccino et al., 2001; Buccino et al., 2004; Decety et al., 1997; Grafton, Arbib, Fadiga, & Rizzolatti, 1996; Grèzes, Costes, & Decety, 1999; Grèzes, Armony, Rowe, & Passingham, 2003; Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996). Plus précisément, le cortex prémoteur et le gyrus frontal inférieur (les aires de Brodmann 6 et 44) et les cortex pariétal inférieur et somatosensoriel (SII) sont actifs à la fois lorsque le sujet observe une action et lorsqu'il l'exécute (Grèzes & Decety, 2001; Gazzola & Keysers, 2009).

L'idée que notre propre perspective nous permet de comprendre celle de l'autre se trouve renforcée par le fait que l'activation de ces réseaux est d'autant plus forte que l'action de l'autre fait partie de notre propre répertoire moteur. Ainsi, le niveau d'activation du système de résonance est modulé par le niveau d'expertise de l'observateur pour réaliser l'action perçue : nous serions ainsi plus en mesure de prédire et de comprendre les actions d'autrui si elles font partie de notre propre répertoire moteur (Buccino et al., 2004; Hasegawa et al., 2004; Calvo-Merino, Glaser, Grèzes, Passingham, & Haggard, 2005; Calvo-Merino, Grèzes, Glaser, Passingham, & Haggard, 2006; Umiltà et al., 2009).

Enfin, notons qu'il existe d'autres arguments en faveur de cette idée que nous utiliserions notre propre perspective pour comprendre celle d'autrui : l'un d'entre eux consiste en ce que le niveau d'activation au sein du 'système-miroir' dépend de qui l'on est : ainsi, il diffère en fonction de notre sexe (Cheng, Tzeng, Decety, Imada, & Hsieh, 2006), de nos capacités propres à adopter un point de vue différent du notre (Gazzola, Ziz-Zadeh, & Keysers, 2006), et du degré d'interaction potentielle perçue avec l'autre

(Kilner, Marchant, & Frith, 2006; Oberman, Pineda, & Ramachandran, 2007; Wang, Newport, & Hamilton, 2011). L'ensemble de ces données suggèrent que l'activation du système moteur pendant l'observation des actions d'autrui n'est pas automatique mais dépend du contexte social et de l'individu, de ses capacités socio-affectives, cognitives et motrices.

Pour conclure cette première partie, nous pouvons dire que le cerveau humain semble posséder un système spécialisé dans la prédiction des actions (le système moteur), basé sur une émulation en première perspective des commandes motrices nécessaires à la réalisation de l'action perçue (Flanagan & Johansson, 2003; Knoblich & Prinz, 2001; Kilner, Vargas, Duval, Blakemore, & Sirigu, 2004; Csibra, 2005). Cette particularité lui permettrait de remplir une fonction cognitive cruciale à la bonne tenue de la vie sociale: la prédiction des actions d'autrui (Barresi & Moore, 1996; Jeannerod, 1997; Prinz, 1997).

Pourtant, si ce système permet effectivement de comprendre des actions simples, des actions qui sont déjà stockées dans notre répertoire moteur et qui nous sont donc familières (les actions pour lesquelles le but n'a pas à être inféré depuis le contexte - le *Quoi et Comment*, définis par (2008)), il devient clairement insuffisant lorsqu'il s'agit de comprendre des actions nouvelles, non-familières et non attendues, et pour lesquelles il est nécessaire de rechercher le but dans le contexte (Gangitano, Mottaghy, & Pascual-Leone, 2004; Grèzes, Frith, & Passingham, 2004; Brass, Schmitt, Spengler, & Gergely, 2007)(le *'Pourquoi'*, défini par (2008)). Dans ces dernières situations, le cerveau pourrait comprendre les actions d'autrui en utilisant des systèmes d'inférences (inférence directe - intuitive ou indirecte - réflexive - Mercier & Sperber, pers. comm.) sous-tendus par des régions qui appartiennent au cerveau dit « social », le sillon temporal supérieur (STS), les pôles temporaux et le cortex médial préfrontal.

## ***1.2. Comprendre les sensations et les émotions d'autrui***

Au delà du domaine moteur, il semblerait que nous utilisions nos propres ressources, notre perspective propre, pour comprendre les sensations et les émotions d'autrui. La psychologie expérimentale nous apprend en effet que la perception des expressions faciales d'autrui donne lieu, chez l'observateur, à l'activation de muscles sous-tendant la production de la dite émotion, y compris lorsque le sujet ne perçoit pas consciemment le

visage (Dimberg, 1982; Dimberg, Thunberg, & Elmehed, 2000; Hess & Blairy, 2001). Ce mimétisme chez l'observateur est tel que des participants, filmés à leur insu pendant une tâche de reconnaissance d'émotions, sont capables de retrouver l'émotion qu'ils étaient en train de juger à partir d'une vidéo montrant leurs propres expressions faciales pendant la tâche (Wallbott, 1991). Enfin, une perturbation temporaire des mécanismes de production des expressions faciales (en demandant par exemple aux sujets de mordre un crayon) donne lieu à une diminution des performances de reconnaissance des émotions (Niedenthal, 2007).

En neuroimagerie, un ensemble d'études a également mis en évidence que les processus propres à la production des émotions sont activés par l'observation passive des émotions d'autrui. Là encore, il semble donc que nous utilisions nos propres représentations, notre propre perspective, pour mieux appréhender le point de vue d'autrui. En 2003, Bruno Wicker et ses collègues ont montré que la même région (l'insula) était impliquée lorsque les sujets ressentaient du dégoût et percevaient une autre personne exprimant du dégoût (Wicker et al., 2003). En parallèle, il a été montré que des patients porteurs de lésions des cortex somatosensoriels, cortex impliqués dans l'expérience sensorielle, présentent des difficultés pour reconnaître les expressions émotionnelles faciales (Adolphs, 2001; Adolphs, Tranel, & Denburg, 2000). L'étude de Pitcher et collaborateurs, plus récente, montre en outre que l'inhibition transitoire par stimulation magnétique transcranienne (TMS) de ce même cortex somatosensoriel diminue les performances de reconnaissance des expressions émotionnelles faciales, suggérant que la reconnaissance des émotions d'autrui nécessite en partie d'accéder à l'éprouvé de l'autre en simulant l'expérience sensori-motrice perçue (Pitcher, Garrido, Walsh, & Duchaine, 2008). Plus récemment, Banissy et al. (2011) ont cherché à tester l'influence d'une simulation somatosensorielle facilitée présente chez des synesthètes dont le sens du touché et le visuel sont associés (Banissy et al., 2011). Ainsi, lorsque ces synesthètes voient une personne se toucher par exemple le visage, ils ressentent ce touché sur leur propre corps. Or, plusieurs études ont montré que l'observation et l'expérience passive du touché engagent des activations au sein des cortex somatosensoriel primaire et secondaire (Keysers et al., 2004; Blakemore & Frith, 2005; Ebisch et al., 2008). L'hypothèse de Banissy et collègues était que cette simulation somatosensorielle est augmentée, facilitée chez les synesthètes, et qu'en conséquence, ces sujets devraient être meilleurs pour reconnaître les émotions d'autrui. Cette étude

montre en effet que les synesthètes, par rapport aux non-synesthètes, ont de meilleures performances pour reconnaître des expressions émotionnelles d'autrui, mais pas pour reconnaître l'identité des autres personnes. Nos ressources somatosensorielles jouent donc un rôle crucial dans la reconnaissance de l'émotion d'autrui.

A partir de l'ensemble de ces résultats, il a été proposé qu'une forme implicite et directe de la compréhension des émotions d'autrui est accomplie par des processus de simulations incarnées (Gallese, 2006; Niedenthal, 2007). Plus précisément, la théorie modale de la cognition (Barsalou, 1999) postule que l'incarnation correspond à l'expérience renouvelée – ou réactivation – partielle des états corporels d'origine qui fournit des informations utiles pour comprendre les émotions d'autrui, grâce à la génération de feedbacks périphériques (e.g. muscles faciaux), et / ou à une simulation partielle de cette expérience au sein des aires sensori-motrices correspondantes. Ainsi, la simulation de la tristesse serait un composant essentiel du traitement de la tristesse, qu'elle soit perçue chez autrui, ou simplement évoquée par le sujet. Les mécanismes de représentations partagées ou simulations incarnées semblent donc jouer un rôle important dans la compréhension des émotions d'autrui.

### ***1.3. L'empathie***

Si la notion d'empathie suscite depuis plusieurs années un intérêt renouvelé, sa définition reste pourtant un sujet de débat. Les nombreuses investigations récentes s'accordent cependant pour distinguer l'empathie émotionnelle, qui désigne la capacité les sentiments et émotions d'autrui, de l'empathie cognitive, qui caractérise la capacité de comprendre les états mentaux d'autrui, sans qu'une composante affective ne vienne contribuer à la formation de ces représentations. D'autre part, selon Jean Decety, cette capacité d'empathie, de partage des émotions d'autrui sans confusion entre soi et autrui repose sur trois composantes principales que sont la résonance - contagion affective, la capacité de changer de perspective et la régulation émotionnelle. L'ensemble des travaux neurophysiologiques de Jean Decety et de son équipe a permis de montrer que ces trois composantes étaient sous-tendues par différents systèmes neuro-cognitifs (Decety, 2011). Pour étudier l'empathie, la plupart des études de neuroimagerie ont montré des photos ou des films d'une personne éprouvant de la douleur ou des situations suggérant qu'une autre personne ressent de la douleur. L'observation de ces

stimuli induit chez l'observateur des activations au sein du cortex somato-sensoriel, de l'insula, du cortex cingulaire antérieur, et parfois de la substance grise périaqueducale (PAG), régions qui sont impliquées dans l'expression de la douleur (Singer et al., 2004; Jackson, Meltzoff, & Decety, 2005; Lamm, Batson, & Decety, 2007). De nouveau, ces représentations partagées au sein du système de la douleur pourraient être une source de connaissance de l'état émotionnel de l'autre, et jouerait donc un rôle crucial dans l'intersubjectivité.

L'empathie est parfois définie comme une attitude qui conduit à des comportements pro-sociaux et altruistes<sup>1</sup>. Deux études récentes de neuroimagerie ont cherché à déterminer s'il existait une relation entre le niveau d'activation au sein du système de la douleur et les comportements pro-sociaux. Par exemple, Hein et al. (2010) ont scannés deux groupes de participants, l'appartenance à un groupe expérimental étant déterminé par l'équipe de football supportée par les participants. L'expérience se déroule de la façon suivante : un participant (même groupe de supporters que vous ou groupe adverse) va recevoir une stimulation douloureuse. Vous avez le choix entre 1) l'aider en partageant sa douleur (vous recevrez la moitié de la simulation prévue), 2) regarder une vidéo de football d'autres équipes (condition neutre), 3) regarder le participant souffrir. Les résultats montrent que les sujets ont tendances à aider plus les participants du même groupe que du groupe adverse, et inversement à regarder plus l'équipe adverse souffrir que sa propre équipe. Il n'y a pas de différence de groupes dans le choix de regarder une vidéo de football. D'autre part, le niveau d'activation au sein du système de douleur est corrélé au score d'empathie des sujets, et surtout permet de prédire les comportements d'aide de l'observateur vers la personne en détresse (Hein, Silani, Preuschoff, Batson, & Singer, 2010; Masten, Morelli, & Eisenberger, 2011).

De même que dans le domaine de la perception d'une action, l'idée que notre propre perspective nous permet de comprendre celle de l'autre est renforcée par le fait le niveau d'activation au sein de ce système de la douleur dépend de qui l'on est, un enfant ou un adulte (Decety & Michalska, 2010), un homme ou une femme (Singer et al., 2006; Yang, Decety, Lee, Chen, & Cheng, 2009), de son expérience personnelle, par exemple en tant que médecin face à la douleur d'autrui (Decety, Yang, & Cheng, 2010), et du degré

---

<sup>1</sup> Attention cependant, car pour certain auteurs, il s'agit de sympathie, et non d'empathie : « L'objet de l'empathie est la compréhension. L'objet de la sympathie est le bien-être de l'autre. [...] En somme, l'empathie est un mode de connaissance ; la sympathie est un mode de rencontre avec autrui. » (Wispé, 2008).

d'intimité (Cheng, Chen, Lin, Chou, & Decety, 2010) et / ou de similarité/dissimilarité avec l'autre en terme d'appartenance à un groupe social, par exemple (Avenanti, Sirigu, & Aglioti, 2010; Lamm, Decety, & Singer, 2011; Decety, Echols, & Correll, 2011; Perry, Bentin, Bartal, Lamm, & Decety, 2011; Hein et al., 2010). Ces modulations d'activation au sein du système dit de « douleur » suggèrent fortement que le phénomène de résonance avec autrui n'est pas automatique. D'autre part, les mêmes régions sont retrouvées chez des patients ayant une insensibilité congénitale à la douleur, et n'ayant donc aucune expérience de la douleur physique (Danziger, Faillenot, & Peyron, 2009) (mais pouvant éprouver de la douleur psychologique et sociale). Ces résultats semblent remettre en question la théorie de la simulation qui postule que la perception d'une émotion induit chez l'autre une émotion similaire. Notamment, Decety et collègues suggèrent plus récemment que l'activation au sein du système de la douleur pourrait refléter non pas un processus de simulation de l'éprouvé d'autrui, mais des processus d'attention et d'évaluation de stimuli négatifs et aversifs, et de sélection de mouvements défensifs squeletto-musculaires appropriés (Yamada & Decety, 2009) ; i.e. mécanismes généraux de survie d'évitement face à la menace et au danger (Decety, 2011). Dans ce cas, le partage émotionnel serait 'accidentel' et n'aurait rien à voir avec un quelconque processus de *matching* ou de *mirroring*.

## **2. L'action évoquée chez l'observateur est-elle la même que l'action perçue?**

Il nous semble donc nécessaire d'envisager, dans certains cas, une étape supplémentaire et/ou parallèle à ce modèle de simulation incarnée, qui consiste en l'action évoquée chez l'observateur en réaction à une émotion perçue (Frijda, 1986; Bagozzi, Baumgartner, & Pieters, 1998). Cette étape permettrait d'expliquer les résultats obtenus dans notre équipe lors de la perception d'une expression corporelle de la peur ou de colère (Pichon, de Gelder, & Grèzes, 2008; Pichon, de Gelder, & Grèzes, 2009). Une augmentation d'activité plus importante dans les régions cérébrales sous-tendant la préparation d'actions est observée lors de la perception d'une expression de peur ou de colère par rapport à la perception d'une expression neutre. Ces trois expressions corporelles sont associées à des activations de régions du système dit miroir. Cependant, la perception de peur et de colère engage un processus supplémentaire, celui de se préparer à agir en réaction à l'émotion perçue.

Les émotions pourraient différer entre elles sur au moins deux dimensions, l'une d'entre elles caractérise notamment le lien de l'émotion à l'action/réaction. L'autre dimension est le degré de socialisation de l'expression émotionnelle. Or il existe une forte tendance dans la littérature à traiter l'ensemble des émotions de la même façon, du moins les émotions dites « de base » que sont, entre autres, la peur, la joie, la colère, le dégoût, la tristesse (Ekman, 1999; Ekman, 2003; Russell & Feldman Barrett, 1999; Swain, 2010). Cette tendance à regrouper les émotions dites « de base » autour d'un même modèle pourrait trouver son origine dans le fait que la distinction entre les émotions de base et les autres repose sur un critère de comparaisons interculturelles, les émotions de base étant définies comme celles qui sont reconnues spontanément par l'ensemble des cultures. Cependant, ce principe de reconnaissance interculturelle généralisée n'est peut-être pas le seul important, ni même le plus fondamental pour la compréhension des émotions.

Nous aimerions développer l'idée selon laquelle les émotions sont très différentes lorsqu'on les considère du point de vue de l'action et de leur contexte social (y compris leurs fonctions interpersonnelles). Les degrés de relation à l'action permettraient non seulement de caractériser différents types d'émotions et états émotionnels mais également de déterminer dans quelle mesure les émotions et les actions qui leur sont associées sont pénétrables par d'autres capacités mentales (i.e. cognition, raisonnement, mémoire et croyances) et sont socialisées, au sens où elles sont contextualisées et interprétées dans un environnement social. Prenons le cas de la peur, qui est peut-être l'exemple le plus évident dans le cadre de cette discussion. L'action ou réaction associée à la peur est le plus souvent la fuite face au danger. Il existe un certain nombre de situations connues pour déclencher les réactions de peur (par exemple, un bruit fort, un mouvement soudain etc.). La détection de ces stimuli et la préparation à l'action de fuite font partie de ces mécanismes très élémentaires qui sont sans doute implémentés dans des structures anciennes du cerveau. Par exemple, un mouvement d'orientation rapide vers la source d'un bruit est assuré par des structures sous-corticales tel que le colliculus, et ce de façon relativement indépendante de la vision et de l'audition traitées au niveau du cortex. Ces réactions ou réflexes émotionnels se seraient adaptés à l'environnement sans passer par des processus d'élaboration cognitive et sociale.

Enfin et surtout, la vision de ces réactions ou réflexes émotionnels par des congénères engendre une réaction similaire chez les primates (Preston & de Waal, 2002) et chez l'homme (de Gelder, Snyder, Greve, Gerard, & Hadjikhani, 2004; Grèzes, Pichon, & de Gelder, 2007; Pichon et al., 2008). Ce point de vue permettrait d'expliquer le fait que, dans le cadre des recherches sur la perception non consciente des expressions faciales, la peur se révèle être l'émotion la mieux perçue en l'absence de conscience ou d'attention. En effet, cela indiquerait que l'action évoquée chez l'observateur en réaction à sa propre peur ou à celle d'autrui n'a rien à gagner à être filtrée, interprétée et enrichie, ou même le cas échéant bloquée par des traitements cognitifs et des informations contextuelles qui accompagnent souvent la contagion motrice. Le dégoût pourrait être similaire à la peur quant à son rapport à l'action. La réaction de rejet immédiat provoqué lors de l'ingestion d'une mauvaise chose semble être également un réflexe automatique qui, pour être optimal, n'a pas non plus besoin d'interprétation ni de contexte social.

Si la colère représente, de même que la peur, un danger potentiel dans l'environnement, elle semble être cependant intrinsèquement plus sociale. Tandis qu'un visage exprimant la peur reflète le plus souvent un danger potentiel perçu par celui ou celle qui l'exprime dans son environnement immédiat, un visage en colère signale une agression possible de la part de celui ou celle qui l'exprime, dirigée le plus souvent vers une personne. La colère est donc le plus souvent associée à un contexte d'interaction sociale. De fait, Adams et ses collègues (2003) ont montré que leurs sujets répondent plus rapidement lorsqu'ils perçoivent un visage exprimant la colère avec le regard de face plutôt qu'avec le regard vers le côté, et le résultat inverse pour l'expression de la peur. Ainsi, indépendamment de son degré de relation à l'action, une émotion pourrait être également définie selon son degré de contextualisation sociale. La prise en compte de la relation d'une émotion à l'action et à son contexte social semble être un premier pas explicatif possible de la variabilité observée dans le traitement des émotions. Ces dimensions ont été pourtant peu explorées jusqu'à présent.

La variabilité observée entre les différentes émotions étudiées paraît difficilement conjugable avec l'idée que le mécanisme de contagion possède à lui seul les clefs pour comprendre les émotions. En partant du postulat que ce phénomène joue un rôle dans les cognitions sociales, il est probable que ce phénomène ne soit pourtant qu'une étape

dans l'ensemble des composantes nécessaires à un comportement adapté à son environnement physique et social. Aussi, afin que ce mécanisme de contagion puisse avoir une valeur explicative, ses relations avec les autres composantes doivent être déterminées, notamment avec le système de réaction émotionnelle.

### **3. Les expressions émotionnelles sont des affordances sociales.**

Réconcilier les composantes de contagion et de réaction émotionnelle pour obtenir un modèle satisfaisant de la compréhension des émotions d'autrui suppose vraisemblablement de clarifier le rôle respectif de l'émetteur et du récepteur (qui est un observateur engagé dans l'interaction sociale) dans l'échange émotionnel. Il convient également de préciser la nature de l'information transmise entre les individus. La possibilité théorique classique consiste à traiter l'échange émotionnel comme une transmission d'un signal dont la signification devrait être à découvrir par le récepteur. Ce dernier serait ainsi commis à un travail cognitif d'interprétation du signal émotionnel : en le décodant, l'observateur s'informe de l'état émotionnel du récepteur, en infère les conséquences en terme d'interactions futures, et prépare ensuite une réaction adaptée. C'est cette dernière étape, la préparation à réagir, qui engage le système émotionnel. Une autre possibilité théorique - celle que nous souhaitons exploiter - consiste à dire que les expressions émotionnelles sont des affordances sociales : produites par l'émetteur pour agir sur le récepteur, elles pré-conditionnent l'observateur pour l'action, en fonction de la nature de l'émotion exprimée, du contexte social, des aptitudes socio-affectives et du répertoire moteur des agents. Pour ce faire, elles impactent *directement* sur l'état émotionnel de l'observateur, car c'est précisément pour cette capacité à impacter et à influencer autrui que les émotions auraient été sélectionnées au cours de l'évolution et qu'elles seraient aujourd'hui utilisées. Selon cette position théorique, les signaux émotionnels basiques (principalement, la joie, la peur, la surprise, la colère, la tristesse et le dégoût; cette liste des émotions basiques s'est étendue à 15 émotions dans les travaux plus tardifs de Paul Ekman (Ekman, 1999; Swain, 2010)) ont été sélectionnés au cours de l'évolution pour leurs fonctions. En les produisant, un émetteur réalise différentes intentions (comme nous l'avons souligné plus haut, ces intentions d'agir pas nécessairement conscientes ont des conséquences sociales différentes et donc des degrés de socialisation variés) en agissant sur le

récepteur. En conséquence, ces signaux ne possèdent pas une forme arbitraire. Dans le domaine animal, il a été montré que les cris d'alerte des vervets ont des propriétés acoustiques (un *design*) bien particulières, propriétés telles qu'elles peuvent produire chez les congénères un état de préparation à la fuite (Rendall, Owren, & Ryan, 2009a; Scott-Phillips, 2010). Notons que cette hypothèse diffère de l'hypothèse classique en ce qu'elle ne présuppose pas de médiation cognitive *a priori* entre la réception du signal et son interprétation. Cette hypothèse est, pour le moment, extrêmement spéculative. Pour la valider, il faudrait montrer que, chez les humains, les propriétés physiques des signaux émotionnelles ont pour effet de préparer le récepteur à l'action. Différents travaux dans le domaine des relations mère-enfant (Purhonen, Pääkkönen, Yppäriä, Lehtonen, & Karhu, 2001; Swain, 2010; Kim et al., 2011) mettent en évidence les propriétés aversives des cris des bébés humains. Ces travaux sont à rapprocher de travaux en éthologie, en particulier chez le babouin (Rendall, Notman, & Owren, 2009) qui montrent que lorsque les jeunes babouins ressentent le besoin d'être nourris par leur mère, ils produisent des cris aux propriétés acoustiques très aversives, très aigus, de forte amplitude et fréquence, qui ont un effet direct sur le système nerveux de la mère. Sauf exagération anthropomorphique, l'on est enclin à analyser le comportement d'allaitement subséquent de la mère comme une tentative obligée de faire cesser les cris de l'enfant (Rendall, Owren, & Ryan, 2009b). L'on voit ainsi comment, par la production d'un signal sélectionné pour ses propriétés aversives, l'enfant peut influencer sa mère pour la pousser à le nourrir.

Même si elle est prématurée et risquée, la transposition de ces propriétés de la communication animale à la communication émotionnelle humaine est une hypothèse théorique stimulante. Elle permet de faire sens de la continuité phylogénétique entre les différents représentants de l'ordre des primates et d'ouvrir une véritable réflexion sur l'évolution de la communication non-ostensive. Comme le souligne l'éthologue Franz de Waal dans un article très récent (Kim et al., 2011; de Waal, 2011), le concept d'émotion devient indispensable pour analyser le comportement des primates non-humains. En effet, comment comprendre les comportements de formation et d'entretien du lien social (comme l'épouillage) sans supposer que les individus en question sont animés par des états motivationnels qui les poussent et les guident dans la réalisation d'actes pro-sociaux, autrement dit, par des états émotionnels?

En plus d'établir une continuité phylogénétique, cette approche a un avantage important, par rapport à une approche purement mimétique – contagion, car elle rend bien compte de la divergence d'intérêts qui peut exister entre l'émetteur et le récepteur dans la communication émotionnelle. Lorsqu'il produit une vocalisation, l'enfant n'entend pas faire partager une représentation (son état de faim) à sa mère ; il entend atteindre un état de satiété: produire ces signaux est une façon particulièrement efficace de réaliser ce but. Pareillement, quand nous nous mettons en colère, nous ne souhaitons pas qu'autrui partage une représentation qui porterait sur notre état de colère. Nous souhaitons plutôt obtenir un changement dans l'interaction, en provoquant chez lui un état de peur ou d'appréhension. Cette divergence d'intérêts dans la communication a des implications importantes pour la compréhension des relations entre contagion et réaction émotionnelle. Alors que pour certaines émotions, le signal a pour fonction de faire *réagir* le récepteur (la colère), pour d'autres émotions, le signal a pour fonction de *contaminer* le récepteur (la peur) en le préparant à agir d'une manière congruente. Encore une fois, il n'est pas nécessaire que l'émetteur se représente consciemment ses intentions d'agir sur autrui ou sur l'environnement. Il suffit que le signal ait été sélectionné parce qu'il permet à l'émetteur d'agir efficacement sur le récepteur, et au récepteur de réagir adéquatement aux événements sociaux.

Bien entendu, ces propositions doivent être testées empiriquement. Elles ouvrent cependant une possibilité théorique à la question du fonctionnement de la communication émotionnelle et à celle du traitement des signaux émotionnels produits par autrui. Selon ces hypothèses, la communication émotionnelle ne consisterait pas en un échange d'informations portant sur un état émotionnel et/ou sur un état de l'environnement. Elle consisterait plutôt à chercher à influencer autrui. L'observateur serait ainsi pré-conditionné à l'action, comme contraint de réagir au signal émotionnel en fonction de différents paramètres (entre autres, en prenant en compte la relation avec l'émetteur et la nature du signal émotionnel). La compréhension de l'émotion d'autrui ne consisterait donc pas en un travail cognitif d'évaluation de la portée informationnelle du signal reçu. Elle consisterait plutôt en une évaluation de la réaction à adopter, en fonction de plusieurs paramètres, dont la nature du signal émotionnel. En d'autres termes, les expressions émotionnelles d'autrui seraient des *affordances sociales* car elles suggèrent, à l'observateur, différentes réactions à adopter.

## References

- Adams, R. B., Jr., Gordon, H. L., Baird, A. A., Ambady, N., & Kleck, R. E. (2003). Effects of gaze on amygdala sensitivity to anger and fear faces. *Science, 300*, 1536.
- Adolphs, R. (2001). The neurobiology of social cognition. *Current Opinion in Neurobiology, 11*, 231-239.
- Adolphs, R., Tranel, D., & Denburg, N. (2000). Impaired emotional declarative memory following unilateral amygdala damage. *Learning and Memory, 7*, 180-186.
- Avenanti, A., Sirigu, A., & Aglioti, S. M. (2010). Racial Bias Reduces Empathic Sensorimotor Resonance with Other-Race Pain. *Current Biology, 20*, 1018-1022.
- Bagozzi, R. P., Baumgartner, H., & Pieters, R. (1998). Goal-directed emotions. *Cognition and Emotion, 12*, 1-26.
- Banissy, M. J., Garrido, L. +., Kusnir, F., Duchaine, B., Walsh, V., & Ward, J. (2011). Superior Facial Expression, But Not Identity Recognition, in Mirror-Touch Synesthesia. *The Journal of Neuroscience, 31*, 1820-1824.
- Barresi, J. & Moore, C. (1996). Intentional relations and social understanding. *Behavioral and Brain Sciences, 19*, 107-154.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioural Brain Science, 22*, 577-609.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. (Odile Jacob ed.).
- Blakemore, S. J. & Frith, C. D. (2005). The role of motor contagion in the prediction of action. *Neuropsychologia, 43*, 260-267.
- Brass, M., Bekkering, H., Wohlschlager, A., & Prinz, W. (2000). Compatibility between Observed and Executed Finger Movements: Comparing Symbolic, Spatial, and Imitative Cues. *Brain and Cognition, 44*, 124-143.
- Brass, M., Schmitt, R. M., Spengler, S., & Gergely, G. (2007). Investigating Action Understanding: Inferential Processes versus Action Simulation. *Current Biology, 17*, 2117-2121.
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. et al. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience, 13*, 400-404.
- Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F. et al. (2004). Neural Circuits Involved in the Recognition of Actions Performed by Nonconspecifics: An fMRI Study. *Journal of cognitive neuroscience, 16*, 114-126.

- Calvo-Merino, B., Glaser, D. E., Grèzes, J., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2005). Action Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers. *Cerebral Cortex, 15*, 1243-1249.
- Calvo-Merino, B., Grèzes, J., Glaser, D. E., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology, 16*, 1910.
- Cheng, Y. W., Tzeng, O. J. L., Decety, J., Imada, T., & Hsieh, J. C. (2006). Gender differences in the human mirror system: a magnetoencephalography study. *Neuroreport, 17*, 1115-1119.
- Cheng, Y., Chen, C., Lin, C. P., Chou, K. H., & Decety, J. (2010). Love hurts: An fMRI study. *NeuroImage, 51*, 923-929.
- Csibra, G. (2005). Mirror neurons and action understanding. Is simulation involved? <http://www.interdisciplines.org/mirror>. [On-line].
- Danziger, N., Faillenot, I., & Peyron, R. (2009). Can We Share a Pain We Never Felt? Neural Correlates of Empathy in Patients with Congenital Insensitivity to Pain. *Neuron, 61*, 203-212.
- de Gelder, B., Snyder, J., Greve, D., Gerard, G., & Hadjikhani, N. (2004). Fear fosters flight: a mechanism for fear contagion when perceiving emotion expressed by a whole body. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 101*, 16701-16706.
- de Waal, F. B. M. (2011). What is an animal emotion? *Annals of the New York Academy of Sciences, 1224*, 191-206.
- Decety, J., Grèzes, J., Costes, N., Perani, D., Jeannerod, M., Procyk, E. et al. (1997). Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy. *Brain, 120 (Pt 10)*, 1763-1777.
- Decety, J. (2011). The neuroevolution of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1231*, 35-45.
- Decety, J., Echols, S., & Correll, J. (2011). The Blame Game: The Effect of Responsibility and Social Stigma on Empathy for Pain. *Journal of cognitive neuroscience, 22*, 985-997.
- Decety, J. & Michalska, K. J. (2010). Neurodevelopmental changes in the circuits underlying empathy and sympathy from childhood to adulthood. *Developmental Science, 13*, 886-899.
- Decety, J., Yang, C. Y., & Cheng, Y. (2010). Physicians down-regulate their pain empathy response: An event-related brain potential study. *NeuroImage, 50*, 1676-1682.

- Dimberg, U. (1982). Facial reactions to facial expressions. *Psychophysiology*, *19*, 643-647.
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, *11*, 86-89.
- Ebisch, S. J. H., Perrucci, M. G., Ferretti, A., Del Gratta, C., Romani, G. L., & Gallese, V. (2008). The Sense of Touch: Embodied Simulation in a Visuotactile Mirroring Mechanism for Observed Animate or Inanimate Touch. *Journal of cognitive neuroscience*, *20*, 1611-1623.
- Ekman, P. (1999). Basic emotions. In T. Dalgleish & M. Power (Eds.), *Handbook of cognition and emotion* (pp. 45-60). Sussex, U.K.: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ekman, P. (2003). Darwin, Deception, and Facial Expression. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1000*, 205-221.
- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., & Rizzolatti, G. (1995). Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, *73*, 2608-2611.
- Flanagan, J. R. & Johansson, R. S. (2003). Action plans used in action observation. *Nature*, *424*, 769-771.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gallese, V. (2006). Intentional attunement: a neurophysiological perspective on social cognition and its disruption in autism. *Brain Research*, *1079*, 15-24.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, *119* ( Pt 2), 593-609.
- Gangitano, M., Mottaghy, F. M., & Pascual-Leone, A. (2004). Modulation of premotor mirror neuron activity during observation of unpredictable grasping movements. *European Journal of Neuroscience*, *20*, 2193-2202.
- Gazzola, V. & Keysers, C. (2009). The Observation and Execution of Actions Share Motor and Somatosensory Voxels in all Tested Subjects: Single-Subject Analyses of Unsmoothed fMRI Data. *Cerebral Cortex*, *19*, 1239-1255.
- Gazzola, V., Ziz-Zadeh, L., & Keysers, C. (2006). Empathy and the Somatotopic Auditory Mirror System in Humans. *Current Biology*, *16*, 1824-1829.
- Grafton, S. T., Arbib, M. A., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (1996). Localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. 2. Observation compared with imagination. *Experimental Brain Research*, *112*, 103-111.

- Grèzes, J., Armony, J. L., Rowe, J., & Passingham, R. E. (2003). Activations related to "mirror" and "canonical" neurones in the human brain: an fMRI study. *Neuroimage*, 18, 928-937.
- Grèzes, J., Costes, N., & Decety, J. (1999). The effects of learning and intention on the neural network involved in the perception of meaningless actions. *Brain*, 122 ( Pt 10), 1875-1887.
- Grèzes, J. & Decety, J. (2001). Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 12, 1-19.
- Grèzes, J., Pichon, S., & de Gelder, B. (2007). Perceiving fear in dynamic body expressions. *NeuroImage*, 35, 959-967.
- Grèzes, J., Frith, C., & Passingham, R. E. (2004). Brain mechanisms for inferring deceit in the actions of others. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 24, 5500-5505.
- Hasegawa, T., Matsuki, K., Ueno, T., Maeda, Y., Matsue, Y., Konishi, Y. et al. (2004). Learned audio-visual cross-modal associations in observed piano playing activate the left planum temporale. An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20, 510-518.
- Hein, G., Silani, G., Preuschoff, K., Batson, C. D., & Singer, T. (2010). Neural Responses to Ingroup and Outgroup Members' Suffering Predict Individual Differences in Costly Helping. *Neuron*, 68, 149-160.
- Hess, U. & Blairy, S. (2001). Facial mimicry and emotional contagion to dynamic emotional facial expressions and their influence on decoding accuracy. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 129-141.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 24, 771-779.
- Jeannerod, M. (1997). *The Cognitive Neuroscience of Action*. Oxford, Blackwell.
- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 187.
- Keltner, D. & Haidt, J. (1999). Social Functions of Emotions at Four Levels of Analysis. *Cognition & Emotion*, 13, 505-521.
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J. L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2004). A Touching Sight: SII/PV Activation during the Observation and Experience of Touch. *Neuron*, 42, 335-346.

- Kilner, J. M., Marchant, J. L., & Frith, C. D. (2006). Modulation of the mirror system by social relevance. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 1*, 143-148.
- Kilner, J. M., Paulignan, Y., & Blakemore, S. J. (2003). An Interference Effect of Observed Biological Movement on Action. *Current Biology, 13*, 522-525.
- Kilner, J. M., Vargas, C., Duval, S., Blakemore, S. J., & Sirigu, A. (2004). Motor activation prior to observation of a predicted movement. *Nature Neuroscience, 7*, 1299-1301.
- Kim, P., Feldman, R., Mayes, L. C., Eicher, V., Thompson, N., Leckman, J. F. et al. (2011). Breastfeeding, brain activation to own infant cry, and maternal sensitivity. *Journal of child psychology and psychiatry*, [Epub ahead of print].
- Knoblich, G. & Prinz, W. (2001). Recognition of self-generated actions from kinematic displays of drawing. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance, 27*, 456-465.
- Lamm, C., Batson, CD., & Decety, J. (2007). The neural substrate of human empathy: effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *Journal of cognitive neuroscience, 19*, 42-58.
- Lamm, C., Decety, J., & Singer, T. (2011). Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *NeuroImage, 54*, 2492-2502.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology, 27*, 363-384.
- Masten, C. L., Morelli, S. A., & Eisenberger, N. I. (2011). An fMRI investigation of empathy for [ ]social pain' and subsequent prosocial behavior. *NeuroImage, 55*, 381-388.
- Mineka, S. & Cook, M. (1993). Mechanisms involved in the observational conditioning of fear. *Journal of Experimental Psychology, 122*, 23-38.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science (New York, N.Y.), 316*, 1002-1005.
- Oberman, L. M., Pineda, J. A., & Ramachandran, V. S. (2007). The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2*, 62-66.
- Parkinson, B. (1996). Emotions are social. *British Journal of Psychology, 87*, 663-683.
- Perry, A., Bentin, S., Bartal, I. B., Lamm, C., & Decety, J. (2011). "Feeling" the pain of those who are different from us: Modulation of EEG in the mu/alpha range. *Cognitive Affective Behavioral Neuroscience, 10*, 493-504.

- Pichon, S., de Gelder, B., & Grèzes, J. (2008). Emotional modulation of visual and motor areas by dynamic body expressions of anger. *Social Neuroscience*, 3, 199-212.
- Pichon, S., de Gelder, B., & Grèzes, J. (2009). Two different faces of threat. Comparing the neural systems for recognizing fear and anger in dynamic body expressions. *NeuroImage*, 47, 1873-1883.
- Pitcher, D., Garrido, L., Walsh, V., & Duchaine, B. C. (2008). Transcranial Magnetic Stimulation Disrupts the Perception and Embodiment of Facial Expressions. *The Journal of Neuroscience*, 28, 8929-8933.
- Preston, S. D. & de Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 1-20.
- Prinz, W. (1997). perception and action planning. *European Journal Of Cognitive Psychology*, 9, 129-154.
- Purhonen, M., Pääkkönen, A., Yppärilä, H., Lehtonen, J., & Karhu, J. (2001). Dynamic behavior of the auditory N100 elicited by a baby's cry. *International Journal of Psychophysiology*, 41, 271-278.
- Rendall, D., Notman, H., & Owren, M. J. (2009). Asymmetries in the individual distinctiveness and maternal recognition of infant contact calls and distress screams in baboons. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125, 1792-1805.
- Rendall, D., Owren, M. J., & Ryan, M. J. (2009a). What do animal signals mean? *Animal Behaviour*, 78, 233-240.
- Rendall, D., Owren, M. J., & Ryan, M. J. (2009b). What do animal signals mean? *Animal Behaviour*, 78, 233-240.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Research.Cognitive Brain Research*, 3, 131-141.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 661-670.
- Russell, J. A. & Feldman Barrett, L. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 805-819.
- Scott-Phillips, T. C. (2010). Animal communication: insights from linguistic pragmatics. *Animal Behaviour*, 79, e1-e4.

- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain. *Science*, *303*, 1157-1162.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J. P., Stephan, K. E., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, *439*, 466-469.
- Swain, J. E. (2010). The human parental brain: In vivo neuroimaging. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, *35*, 1242-1254.
- Thioux, M., Gazzola, V., & Keysers, C. (2008). Action Understanding: How, What and Why. *Current Biology*, *18*, R431-R434.
- Umiltà, M. A., Escola, L., Intskirveli, I., Grammond, F., Rochat, M., Caruana, F. et al. (2009). When pliers become fingers in the monkey motor system. *PNAS*, *105*, 2209-2213.
- Wallbott, H. G. (1991). Recognition of emotion from facial expression via imitation? Some indirect evidence for an old theory. *The British journal of social psychology*, *30*, 207-19.
- Wang, Y., Newport, R., & Hamilton, A. F. (2011). Eye contact enhances mimicry of intransitive hand movements. *Biology Letters*, *7*, 7-10.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J. P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, *40*, 655-664.
- Wispé, L. (2008). The distinction between sympathy and empathy: To call forth a concept, a word is needed. *Journal of Personality and Social Psychology*, *50*, 314-321.
- Yamada, M. & Decety, J. (2009). Unconscious affective processing and empathy: An investigation of subliminal priming on the detection of painful facial expressions. *Pain*, *143*, 71-75.
- Yang, C. Y., Decety, J., Lee, S., Chen, C., & Cheng, Y. (2009). Gender differences in the mu rhythm during empathy for pain: An electroencephalographic study. *Brain Research*, *1251*, 176-184.