

LE « RIRE » : IMITATION ET CONTAGION EMOTIONNELLE

C. BOULANGER - Psychiatre (Marseille)

Résumé :

Certains comportements comme le « rire » se révèlent contagieux. Le rire est alors associé à des dysfonctions des voies de communications réciproques - cortex cingulaire préfrontal antérieur - cervelet. Une émotion exprimée par un congénère nécessite un traitement analytique de l'information afin d'être décryptée. Base de la cognition sociale, l'expression faciale des émotions sous-tend des processus cognitifs élaborés et flexibles. Seuls les primates humains manifestent la capacité de percevoir les autres comme des agents intentionnels, avec capacité d'identification. Cette capacité à penser l'autre, à comprendre le raisonnement d'autrui et ses désirs sont cruciaux pour l'acquisition de compétences à une vie sociale (Théorie de l'esprit). C'est la base de l'empathie réfléchie : comprendre le ressenti de l'autre, ressentir soi-même ce que l'autre ressent. La réplique du rire (ou imitation) s'apparente au décryptage d'une émotion, d'un état de vigilance d'autrui à un niveau automatique non conscient permettant une synchronisation d'état de vigilance entre individus, qu'on pourrait qualifier d'empathie instinctive involontaire. Cette capacité à partager des émotions avec autrui (résonance avec des affects inconscients : contagion émotionnelle) repose sur une communication implicite. Elle est façonnée au cours de l'évolution, sous-tendue entre autres par des mécanismes neurobiologiques dont le système des neurones « miroir ». Par ailleurs, le rire pourrait s'avérer un formidable outil thérapeutique, médiateur des thérapies de groupe basées sur le concept d'empathie.

Mots-clefs : Emotion - Empathie - Contagion émotionnelle - « Rire » - Imitation - Neurones « miroir »

Introduction

*« Le rire est le propre de l'homme. » Rabelais,
1534.*

Le rire est par définition une caractéristique humaine unique. Il exerce un rôle dans la pensée, la communication et l'interaction sociale. Le rire serait la forme la plus ancienne de communication. En effet, on découvre que pour être réceptif à l'humour, il faut des capacités cognitives bien précises, et que l'humour joue un rôle central dans la vie sociale des groupes. Enfin, le rire reposerait sur un processus empathique et constituerait alors une certaine forme d'empathie.

Cette réflexion sur le rire, son imitation et sa contagion émotionnelle a comme intérêt d'apporter un nouvel éclairage à la physiologie du rire mais également à sa pathologie. Pour cela, nous nous référons aux théories en psychologie du développement et aux neurosciences cognitives et en particulier les neurosciences de la cognition sociale. Nous évoquons la notion de concept d'empathie, né de l'intersubjectivité, pour rendre compte d'une résonance émotionnelle dans le rire. Plus généralement, il nous semble nécessaire que les différentes perspectives que nous allons examiner doivent être rapprochées et articulées. Cependant nous ne sommes qu'à l'aube d'un nouveau cadre conceptuel commun développé par les neurosciences cognitives et par les sciences humaines et sociales. Le rire représente désormais de nouveaux enjeux pour les neurosciences de la cognition sociale.

1. L'imitation

L'imitation (ou « éveil empathique ») est un mécanisme naturel, inné, intentionnel qui implique un couplage entre la perception et l'action et qui joue un rôle central dans le développement de l'intersubjectivité.

1.1. L'imitation chez le nouveau-né

Le bébé humain possède dès sa naissance des schèmes de cognition que l'on peut qualifier d'interpersonnels. Il est en effet capable d'imiter certaines mimiques de l'adulte. D'une part, cette coordination sensori-motrice implique que l'enfant utilise une partie de son corps qui lui est invisible (son propre visage) pour imiter les mouvements qu'il perçoit. Il possède donc un schéma corporel qui relie ses propres attitudes et mouvements au geste de l'autre dès sa naissance. D'autre part, le bébé comprend vraisemblablement à un niveau préverbal par la proprioception de son imitation le sens de l'expression faciale qu'il voit. Nous sommes alors ici en présence de l'origine de l'empathie comme mode spontané d'être à l'autre.

Dès la naissance, les bébés ont la capacité à sélectionner dans leur répertoire comportemental et de manière appropriée, c'est-à-dire liée au modèle humain à imiter, des mouvements des lèvres et de la langue, de la main, de la tête mais aussi trois expressions émotionnelles : surprise, peur et joie (Meltzoff et Moore, 1977).

1.2. De l'imitation à la représentation des états mentaux d'autrui

L'imitation servirait de « procédure de découverte » pour développer des concepts à propos des autres individus et des objets. Elle permettrait l'élaboration de la théorie de l'esprit (ToM), fondée sur les équivalences entre soi et l'autre (Fig. 1).

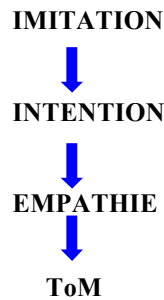


Figure 1 : De l'imitation à la représentation des états mentaux d'autrui.

Gallagher et Meltzoff (1996) ont proposé, à partir du « mécanisme comme-moi » (*like-me mechanism*) impliqué dans l'imitation chez l'enfant et découvert par Meltzoff et Moore (1995) que la compréhension d'autrui est principalement une forme d'exercice « incarné » (*embodied¹ practise*). L'imitation, prémices de la communication intersubjective, préfigure donc la compréhension de l'état émotionnel d'autrui et la compréhension des autres par analogie à soi (analogie du « comme moi »).

2. De l'empathie au rire

Si nous émettons l'hypothèse que le rire pourrait représenter une forme d'empathie émotionnelle, il est donc naturel de préciser la notion d'empathie, tant d'un point de vue historique que neuropsychologique.

2.1. Le concept d'empathie

L'empathie est un phénomène complexe - très humain - au cœur du Soi, en lien avec les émotions et l'expérience. On parlera alors d'*empathie narrative*.

L'empathie est alors définie comme la capacité à se mettre à la place d'une autre personne pour comprendre ses sentiments ou à se représenter la représentation mentale d'une autre personne, i.e. la capacité à s'identifier à autrui et à épouser la perspective subjective d'autrui. Cela implique une réponse affective déclenchée par l'état émotionnel d'autrui et une compréhension minimale des états mentaux de cette personne. L'empathie apparaît ainsi comme une simulation mentale consciente de la subjectivité d'autrui. Cette simulation permet

¹ Le terme *embodied* se traduit ici par « corporel » ou « incarné ».

de comprendre ce qu'une autre personne pense dans une situation présente, passée voire même anticipée (Decety, 2004).

Par ailleurs, l'empathie mérite d'être distinguée de tout ce qui est véhiculé par le terme de sympathie. Il ne s'agit pas de partager un sentiment ou une croyance (par un phénomène de contagion affective) mais de se représenter les sentiments, les désirs et les croyances d'autrui. Elle ne s'adresse pas seulement à la subjectivité consciente. Pour Wispé (1987) « l'empathie consiste à comprendre autrui. Etre en sympathie avec l'autre consiste à se soucier de son bien-être ».

Le concept d'empathie représente un modèle dynamique mettant en relation les différents facteurs biologiques, psychologiques, sociaux et culturels. De ce fait, il peut être applicable au concept de la psychopathie.

Mais l'empathie reste un concept encore nébuleux fragilisé et défini par plusieurs courants de pensée (Eisenberg et Strayer, 1987). Néanmoins, une tentative de modélisation de l'empathie a émergé avec l'avènement des sciences cognitives (Preston et de Waal, 2002).

2.2. L'empathie en tant que phénomène

« C'est par mon corps que je comprends autrui, comme c'est par mon corps que je perçois des "choses" » (p. 216).

Merleau-Ponty, Phénoménologie de la perception, 1945.

L'empathie, pensée de façon relativement extensive, n'échappe pas aux différentes terminologies, même dans une approche phénoménologique. Ainsi, différentes définitions sont apparues autour du projet d'« intentionnalité », telle une capacité intentionnelle élémentaire, un type unique d'acte intentionnel, et un processus général intentionnel.

C'est à travers l'expérience partagée du monde donné par la présence d'autrui, que l'objectivité peut être constituée. Pour Husserl, le corps est l'instrument principal pour la capacité de partager l'expérience avec les autres. Ce que nous faisons du comportement des autres agents implicitement intelligibles est le fait que leur corps soit vécu non comme un corps matériel (*körper*) mais plutôt comme quelque chose de vivant (*leib*), quelque chose d'analogue à notre expérience de corps agi, de corps vécu. Autrui ne m'est donc pas directement présenté ou donné mais indiqué, et en premier lieu par son corps. Le corps vivant, par sa cinématique, nous indique qu'il a en lui une vie, une force vitale. Quand je vois un

autre homme, son corps - qui m'est donné en personne dans la perception tel n'importe quel objet physique - m'indique qu'il est le corps d'une certaine conscience. Par analogie avec cette expérience de mon corps comme *Leib*, je peux percevoir le corps de l'autre comme corps-d'un-autre-homme (« présentation analogisante »). Husserl, réfutant le raisonnement analogique, précise que c'est par une opération spontanée de ma conscience qu'un corps prend son sens d'« autrui » face à moi. Le corps d'autrui « tient son sens d'une transposition aperceptive à partir de mon propre corps » (Husserl, 1929). Pour Merleau-Ponty (1945) c'est par son corps, considéré comme système de prises sur le monde et manifestation dans mon champ perceptif, qu'autrui m'apparaît. Il me devient alors possible de lire les intentions et les gestes d'autrui, car « le geste est devant moi comme une question, il m'indique certains points sensibles du monde, il m'invite à l'y rejoindre... Il y a confirmation d'autrui par moi et de moi par autrui » (p. 216).

L'empathie est profondément ancrée dans l'expérience de notre corps vécu, et c'est cette expérience qui nous permet de reconnaître les autres non pas comme des corps dotés d'esprit mais comme des personnes semblables. Selon Husserl, il ne pourrait pas y avoir de perception sans conscience du corps agi. Husserl fait de l'empathie le phénomène décisif sur la base duquel une intersubjectivité s'établit pour constituer un monde commun. L'empathie est ce qui me fait reconnaître autrui non pas comme un seul objet, mais comme un *alter ego* qui, malgré sa différence persistante, vise le même monde que moi (Husserl, in Depraz, 2001). Il a ainsi pu renouveler la compréhension de l'empathie et anticiper le développement des neurosciences contemporaines parce qu'il n'en a pas fait le fondement de l'intersubjectivité, au contraire, il a fait de l'intersubjectivité le point de départ d'une intelligence de l'empathie.

Stein (1912/1964, cité dans Gallese, 2003) précise que le concept d'empathie n'est pas simplement limité aux sentiments ou émotions des autres. Il existerait une connotation plus élémentaire de l'empathie : l'autre est vécu en tant qu'autre comme en tant que soi-même à travers la reconnaissance de la similarité. Une part importante de celle-ci réside dans l'expérience commune de l'action. Cette expérience commune s'avère alors être l'ossature de l'identité partagée.

Dans une approche néo-husserlienne, Depraz (2001) a récemment distingué quatre niveaux complémentaires d'empathie : (1) le couplage involontaire de son corps « vivant » avec le corps « vivant » de l'autre dans la perception et l'action ; (2) la transposition imaginaire de soi-même dans la situation de l'autre ; (3) l'interprétation d'autrui comme un Autre pour soi et de soi comme un Autre pour autrui et (4) la perception éthique et morale

d'autrui. L'expérience empathique est stratifiée comme le montre la méthode statique : la donation première est perceptive, autrui apparaît dans mon champ perceptif et les autres niveaux d'appréhension d'autrui s'édifient à partir de cette première étape.

□ La première forme d'empathie, le couplage (*paarung*²) dynamique des corps « vivants » de soi et d'autrui, fait référence au niveau pré-réfléxif de la perception et de l'action. C'est un phénomène immédiat, direct, primaire et passif, dans le sens où il n'est pas initié volontairement, et constitue le fondement de toutes les autres formes d'empathie. On retrouve ici l'influence d'Husserl à travers « les synthèses passives » de l'expérience - manifestations automatiques, antéprédicatives et vécues corporellement.

Ce couplage (*coupling* ou *pairing*) représente un lien entre le soi et l'autre sur la base de leur similarité corporelle. Celle-ci n'opère pas tellement à un niveau perceptuel visuel où l'image corporelle apparaît à la conscience tel un objet intentionnel, mais plutôt un niveau de posture, de geste et mouvement, i.e. à un niveau de schéma corporel inconscient. Aussi, l'empathie n'est pas simplement la projection au sens de Lipps ou de Freud, mais bel et bien l'expérience de l'autre comme un sujet vivant corporellement.

□ La transposition imaginaire (*übertragung, imaginary transposition*) dans les vécus psychiques d'autrui représente la seconde forme d'empathie. À l'appréhension immédiate, passive et perceptive s'ajoute spontanément une opération active, consciente et même volontaire par laquelle je m'efforce d'accéder à la conscience d'autrui. Au lieu d'un couplage corporel de soi et de l'autre, involontaire et simple, les processus de prise de perspective cognitive sont employés pour imaginer ou transposer mentalement soi-même en la place de l'Autre. Cette médiation qui s'effectue dans l'impossibilité d'accéder immédiatement à la conscience d'autrui est le fait de l'imagination qui repose sur la perception mais de façon différée : tout se passe « comme si » (*als ob, as if*) je pouvais être à sa place sans y aller. Cette transposition (*Versetzung*³) témoigne de la spatialisation de l'imagination : je suis ici (*hier, hic*) et aussi d'une certaine façon là-bas (*dort, illic*), et de son enracinement dans la spatialité de la relation intercorporelle mise à jour au premier stade. Les deux composantes sont distinctes mais simultanées et articulées comme les deux facettes de la même expérience (il y a, inséparablement, ce qu'autrui manifeste à moi en apparaissant dans le champ perceptif et ce qu'il me permet de saisir de lui à travers un acte d'imagination).

² *Paarung* désigne l'accouplement, l'appariement, le couplage.

³ *Versetzung* signifie déplacement, transposition, transfert.

□ La troisième forme d'empathie repose sur la compréhension et l'interprétation d'autrui dans la communication et le langage. Selon Husserl, ce niveau n'est pas constitutif, l'expérience d'autrui est donnée dans la perception et l'imagination, elle ne présuppose pas la communication gestuelle ou verbale qui vient seulement s'y ajouter. Stein élabore le terme d'empathie « réitérée » pour signifier que je me perçois à partir de la perspective de l'autre et ainsi je me saisis moi-même tel un individu dans un monde intersubjectif.

□ La dernière forme d'empathie est la reconnaissance de l'Autre comme une personne qui mérite attention et respect. Dans une perspective évolutionniste, selon Piaget et Tomasello, la compréhension morale commence à émerger au moment où les enfants perçoivent les autres comme des agents intentionnels. Cela ne provient pas de règles quelconques imposées par le monde adulte mais plutôt de la capacité à expérimenter l'empathie. Aujourd'hui, rejetant une philosophie morale kantienne galvaudée, nous sommes amenés à penser que les sentiments moraux apparaissent en premier, suivis par les principes moraux (De Waal, 1997).

L'éthique ici doit être appréhendée comme une responsabilité à l'égard d'une personne qui ressent des émotions. Pour Husserl, la dimension éthique ou affective n'est pas plus constitutive de l'expérience que la dimension langagière. Sa démarche est alors dominée par le souci de connaître, sa conception de l'intersubjectivité par le souci de connaître autrui. Max Scheler (1928/2003) a critiqué cette vision en insistant sur le caractère fondamentalement éthique et affectif de l'expérience d'autrui.

2.3. Neuropsychologie de l'empathie

Les neurosciences cognitives ont permis, depuis peu, l'émergence de la représentation de l'état émotionnel d'autrui (le cerveau empathique).

En réalité, nous possédons une disposition innée à ressentir que les autres personnes sont « comme nous » et nous développons rapidement au cours de l'ontogenèse la capacité à nous mettre mentalement à la place d'autrui (Meltzoff et Decety, 2003). La distinction entre soi et l'autre fait appel à l'inhibition exécutive qui se développe chez l'enfant en parallèle avec la capacité de s'attribuer à soi-même ou à autrui des états mentaux (désirs, croyances, sentiments). Notre capacité à comprendre les autres se trouve alors enracinée dans les propriétés neurophysiologiques qui nous permettent d'entrer en résonance avec nos semblables. Le cerveau construit des représentations du monde social, fondées sur les

régularités des échanges qui se sont déroulés au cours de l'évolution et sur les interactions que l'individu initie ou auxquelles il réagit dès sa naissance.

2.3.1. Les bases neurales de l'empathie

« When I observe a circus performer on a hanging wire, I feel I am inside him ».

Lipps (cité dans Gallese, 2001).

L'empathie, cette capacité à partager des émotions avec autrui (résonance avec des affects inconscients), est sous-tendue par des mécanismes de traitement de l'information qui ont été façonnés au cours de l'évolution permettant une communication implicite avec autrui qui serait le fondement de l'intersubjectivité. Cette perspective s'articule avec les théories de l'esprit (théorie de la simulation et théorie théorique) qui tendent d'expliquer, chez l'homme, sa capacité à comprendre les autres comme des agents intentionnels. Decety montre, à partir d'arguments théoriques (Decety, 2002) et expérimentaux (Decety et Chaminade, 2003 ; Ruby et Decety, 2003) provenant de la psychologie du développement, de la psychologie sociale et des neurosciences cognitives, que l'empathie n'implique pas seulement une réponse affective déclenchée par l'état émotionnel d'autrui.

Dans ce contexte, l'empathie peut être considérée comme un processus de simulation mentale de la subjectivité d'autrui nécessaire pour comprendre autrui mais pas suffisant pour interpréter son comportement (Decety, 2002).

La résonance motrice

L'empathie (ou sens des autres) émerge des cycles perception-action qui entrent naturellement en interaction ou en résonance avec autrui. C'est un modèle économique dans lequel « on agit, on perçoit et on simule ». La plausibilité empirique de cette théorie peut se vérifier dans le mimétisme et la synchronie, l'imitation du nouveau-né, l'imitation immédiate, le jeu du « faire semblant », l'imagerie motrice, l'expression et la reconnaissance des émotions.

La résonance motrice est le mécanisme de résonance affective entre soi et autrui qui se déclenche quand l'autre voit autrui agir. Il s'agit d'un mécanisme automatique, inné, non

intentionnel, plongeant ses racines dans l'histoire évolutive de nos ancêtres les primates non humains. Sa mobilisation entraîne alors l'activation des aires prémotrices et pariétales (régions actives dans la motricité volontaire) et les aires somatotopiques. Elle est l'assise neurophysiologique objective du phénomène de contagion émotionnelle, de la synchronie posturale et comportementale entre soi et l'autre, et du concept de représentations partagées entre plusieurs personnes. Elle serait ainsi le fondement de la communication sociale et de l'intersubjectivité.

Les études d'imagerie cérébrale (Chaminade et *al.*, 2002 ; Decety et *al.*, 2002), chez l'homme, s'accordent sur l'idée que la perception des mouvements, des actions réalisées par autrui, et l'imagerie mentale de l'action partagent avec la génération de l'action intentionnelle un ensemble de régions cérébrales (Decety et *al.*, 2002 ; Rizzolati et Arbib, 1998). Il semblerait donc que certains groupes neuronaux dans le cortex prémoteur et dans le cortex pariétal inférieur entrent en résonance lorsqu'ils reçoivent une stimulation visuelle appropriée. Cette résonance chez l'observateur ne produit pas nécessairement un mouvement ou une action, mais pourrait servir à d'autres fonctions comme activer, à un niveau infra-conscient, l'expérience subjective (avec sa valence affective et émotionnelle) qui serait associée à la génération de l'action perçue. Ainsi, percevoir les actions réalisées par autrui impliquerait un processus de simulation qui permettrait d'en extraire les intentions. Par ailleurs, l'activation du gyrus frontal inférieur dans l'hémisphère gauche (qui correspondrait à la région F5 chez le singe), au cours de l'observation d'actions, peut s'expliquer par une verbalisation silencieuse des sujets. Cette zone appartient en effet à la région de Broca (probable siège du mécanisme neuronal « miroir ») dont la lésion provoque une aphasie de production (Rizzolati et *al.*, 1996). Enfin, Carr et *al.* (2003) soulignent en IRMf l'implication des aires limbiques (et surtout leur relais, l'insula) dans la représentation de l'action dans deux conditions différentes (imitation et observation d'expressions faciales émotionnelles). L'imitation et l'observation des émotions partagent un réseau cérébral commun. Mais à l'intérieur même de ce réseau l'activité cérébrale est plus élevée durant l'imitation (comparée à l'observation) dans les aires prémotrices comprenant les cortex frontal inférieur, le STS, l'insula et l'amygdale. De plus en accord avec les résultats de Morris (1999), l'activation latéralisée de l'amygdale droite pendant l'imitation des expressions faciales émotionnelles suggère que le type de résonance empathique induit par l'imitation ne requière pas de contenu représentationnel explicite et pourrait être une forme de « mirroring » qui génère l'empathie via un mécanisme expérientiel. La compréhension des sentiments des autres exige donc un processus de représentation de

l'action façonnant le contenu émotionnel ; la résonance empathique émerge alors de l'expérience de notre corps agi et des émotions associées à des mouvements spécifiques.

La prise de perspective

Pour comprendre autrui, on doit prendre sa perspective. L'adoption du point de vue subjectif d'autrui (ou de la perspective d'autrui) exige une certaine flexibilité mentale. C'est une composante plus tardive dans le développement que celle de la simulation (probablement spécifique de l'espèce humaine) contrôlée, intentionnelle.

La distinction soi/autrui

L'empathie, qui nécessite une compréhension minimale des états mentaux d'autrui, est fondée sur notre capacité à reconnaître qu'autrui est semblable à soi, mais sans confusion entre soi-même et l'autre. Par conséquent, une caractéristique essentielle de l'empathie réside dans la distinction entre soi et l'autre, et ce en parallèle avec l'expérience d'un partage affectif. Percevoir les actions réalisées par autrui impliquerait un processus de simulation qui permettrait d'en comprendre les intentions. Cette résonance chez l'observateur ne produit pas nécessairement un mouvement ou une action car un mécanisme inhibiteur, parallèlement activé, que nous pouvons situer au niveau frontal, bloquerait le déclenchement moteur mimétique des actions. En effet, cela semble se vérifier en neuropsychologie humaine dans les dysfonctionnements frontaux dans deux circonstances où l'imitation non inhibée perturbe les comportements (la maladie de Gilles de la Tourette et le syndrome préfrontal). Cette distinction s'avère fondamentale dans la relation thérapeutique comme l'a remarquablement souligné Rogers en insistant sur la qualité du « comme si » (*as if*), auquel cas la détresse (ou contagion) émotionnelle dominerait.

La résonance motrice, l'adoption de la perspective d'autrui et la distinction soi-autrui, que j'appellerai la triangulation empathique (Fig. 2), sont les fonctions permettant l'émergence de l'empathie.

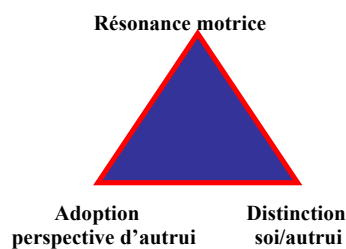


Figure 2 : La triangulation empathique.

Mais la conscience de soi (*self-awareness*) constitue une composante essentielle pour « naviguer » dans le monde des représentations partagées. Même si les autres sont apparemment comme nous, ils ne sont jamais exactement comme nous, et dans des circonstances normales, nous ne confondons pas les autres avec nous-même. L'idée d'un codage mental commun impliqué dans des actions auto-initiées (exécutées ou imaginées) et dans la perception du comportement des autres ne signifie pas pour autant un recouplement entre les deux signaux. Sans un sens de la conscience de soi, nous résonnerions juste avec un autre, deviendrions affectés par la souffrance d'autrui (détresse émotionnelle), et certainement ne serions pas capables de nous représenter consciemment l'autre, ou de ressentir de l'empathie pour lui.

Les travaux de Decety et de son équipe (Decety et *al.*, 2002 ; Nadel et Decety, 2002) ont identifié les structures corticales engagées lorsqu'un sujet imite les actions réalisées par un expérimentateur ou lorsque ses propres actions sont imitées par l'expérimentateur, comparé à une condition de production d'actions sans imitation. Comme attendu, en plus des régions impliquées dans le contrôle moteur, un réseau d'activations commun au sein du cortex pariétal et du lobe frontal (les régions préfrontales dorso-médianes) a été détecté entre ces deux conditions d'imitation. Ce réseau d'activations partagées est cohérent avec l'hypothèse d'un codage commun entre les actions du soi et celles d'autrui. Un résultat essentiel de cette étude provient de la comparaison des deux conditions d'imitations, puisqu'une forte augmentation du débit sanguin cérébral a été détectée dans le lobule pariétal droit lorsque les sujets sont imités par autrui.

En TEP Decety et *al.* (2002) ont exploré les régions cérébrales sollicitées chez des personnes auxquelles il était demandé de simuler mentalement une action dans deux circonstances : d'une part, lorsque l'action est réalisée par soi-même et, d'autre part, lorsque celle-ci est effectuée par une autre personne. Concrètement, des objets usuels (c'est-à-dire des choses neutres de sens) étaient présentés aux sujets qui devaient, soit s'imaginer les utiliser, soit imaginer une autre personne qu'eux les utiliser. A la suite de ces tests, les images obtenues ont fourni deux données capitales. Si le fait de simuler mentalement une action pour soi ou pour autrui recrute en partie les mêmes régions cérébrales du cortex frontal (ensemble des aires prémotrices du cerveau), il existe cependant des caractéristiques propres à l'une ou l'autre de ces simulations. La représentation mentale d'une action à la première personne engage spécifiquement l'aire cérébrale dite somato-sensorielle. Tandis que la représentation mentale d'un mouvement effectué par une personne autre que soi implique de nouvelles régions particulières à cet effort de pensée, situées dans le cortex pariétal et dans le lobe

frontal de l'hémisphère cérébral droit. A partir de ces données, les chercheurs suggèrent que l'être humain, pour comprendre le comportement d'autrui, met en œuvre une représentation mentale de soi. Il se met à la place de l'autre en se projetant lui-même dans l'action imaginée (prise de perspective) pour l'autre mais il ne va pas jusqu'à confondre le soi et l'autre. En effet, la distinction entre soi-même et l'autre s'opère grâce à un mécanisme essentiel de discrimination du soi et du non-soi.

La neuro-imagerie émotionnelle (Jackson et *al.*, 2004 ; Singer et *al.*, 2004) évalue aussi l'empathie par des mesures de la perception de la douleur chez autrui.

Singer et *al.* (2004) ont étudié chez des femmes (n=16) l'activation cérébrale en IRMf lorsqu'elles sont soumises à des chocs électriques sur leurs mains (condition 1 : *pain matrix*) et lorsqu'elles observent leur mari recevoir un stimulus douloureux similaire (condition 2 : *empathy for pain*). Dans cette dernière condition elles étaient averties quelques secondes avant le choc que celui-ci allait être délivré, et elles pouvaient voir dans un miroir la main de leur époux se contracter sous la douleur. Les résultats montraient que les aires cérébrales sous-tendant la représentation subjective de la douleur (insula antérieure et cortex cingulaire antérieur) étaient sollicitées dans les deux conditions. A l'opposé, les zones sensori-motrices (contrôlant la localisation précise de la douleur corporelle et l'intensité objective de la douleur) l'étaient seulement dans la condition 1. La douleur de l'autre était alors devenue leur propre douleur. Leur cerveau se l'était approprié. Par ailleurs, l'activation de l'insula antérieure et du cortex cingulaire antérieur était corrélée aux scores individuels d'empathie. Les résultats suggèrent alors que l'empathie pour la douleur d'autrui implique la composante affective non sensorielle de notre expérience de la douleur. Singer affirme que notre capacité d'empathie a probablement évolué à partir d'un système représentationnel de nos propres états corporels internes. Jackson et *al.* (2004) ont démontré en IRMf que l'évaluation de la douleur provoquée par une situation douloureuse impliquait aussi des réseaux neuronaux recrutés dans la douleur. Pour ce faire, ils ont soumis des photographies de situations douloureuses de la vie quotidienne à des sujets qui devaient en mesurer l'intensité. Les activations retrouvées dans le cortex insulaire antérieur, le thalamus et la partie postérieure du cortex cingulaire antérieur étaient corrélées avec l'intensité de la douleur imaginée. Cependant, l'absence d'activation dans le cortex somato-sensoriel infirme l'implication de la théorie des neurones « miroir » dans l'empathie.

Ces résultats montrent l'implication à la fois de régions cérébrales communes et d'autres distinctes selon que la cible de l'imagination est liée à soi ou qu'elle est liée à l'autre. Cette différence de traitement cérébral entre la perspective de soi et la perspective d'autrui

semble essentielle pour qu'un individu arrive à comprendre les intentions et actions de ses semblables. Les chercheurs ont d'ailleurs pu constater, chez des personnes atteintes de schizophrénie, un dysfonctionnement de ces régions cérébrales impliquées dans la conscience de soi et se manifestant par des troubles dissociatifs (en particulier du schéma corporel).

En réalité, le niveau primaire de compréhension des autres est chez les humains associé à la conscience de soi et de l'autre, pour lesquels les cortex préfrontal et pariétal inférieur jouent un rôle prépondérant. Ces deux régions cérébrales sont essentielles dans les mécanismes qui nous permettent de comprendre que nous avons, comme les autres personnes, des états mentaux qui sont à l'origine de nos comportements, et plus généralement de la compréhension empathique.

2.3.2 Le modèle de perception-action (perception-action model : PAM)

« On ne voyait pas que, pour pouvoir l'exprimer, le corps doit en dernière analyse devenir la pensée ou l'intention qu'il nous signifie. »

Merleau-Ponty, Phénoménologie de la perception, 1945 (p. 230).

Dans la phénoménologie de la perception, Merleau-Ponty affirme que le corps et le psychisme sont une seule et même unité, et de cette façon ils n'existent pas indépendamment l'un de l'autre (Merleau-ponty, 1945). Il décrit l'« arc intentionnel » par lequel les entrées sont directement orientées vers les sorties, sans la nécessité de l'intervention de référents objectifs. Ainsi il écrit : « Dans l'imitation normale, la main gauche du sujet s'identifie à celle de son partenaire, l'action du sujet adhère immédiatement à son modèle, le sujet se projette ou s'irréalise en lui, s'identifie avec lui... » (p. 165). Dreyfus élaborera aussi sur l'arc intentionnel, décrivant comment l'acquisition d'un tel modèle mène à l'automatisme. (Dreyfus, 1996).

L'hypothèse « perception-action » (dénomination employée par les chercheurs du comportement moteur), est basée sur la théorie, adoptée par de nombreux courants au cours du temps, selon laquelle la perception et l'action partagent un code commun de représentations dans le cerveau (Rizzolatti et Arbib, 1998). D'après cette hypothèse, la perception d'un comportement chez autrui active automatiquement nos propres représentations pour ce comportement, l'« output » de cette représentation partagée passe par les aires motrices cérébrales où des réponses sont programmées et exécutées. Rizzolatti et *al.*

(2002, 2001, 1999) ont découvert, en effet, dans le cortex prémoteur ventral du macaque, dans les aires F4 et F5, des groupes de neurones appelés neurones «miroir» dont l'activité est corrélée à l'observation d'une action d'autrui en fonction de son but, catégorisant les actions à un niveau intentionnel. Les neurones «miroir» ne sont pas perceptifs mais «représentationnels» (Jeannerod, 1997), i.e. qu'ils participent à un codage de l'action au-delà de son unique perception. Des études récentes ont montré une activité neuronale «miroir» associée aux gestes communicatifs de bouche chez les singes (claquement de lèvres) (Ferrari et *al.*, 2003). Les neurones «miroir» apparaissent également comme étant multimodaux et capables de répondre aussi bien aux observations visuelles d'une action qu'aux sons associés à des actions spécifiques, par exemple le déchirement d'une feuille de papier (Kohler et *al.*, 2002). Ces neurones semblent exister chez l'homme (neurones miroirs auditivo-visuels). D'ailleurs Damasio (2003) postule que le mécanisme de «boucle quasi corporelle» décrit dans *L'Erreur de Descartes* constitue une variante de ce système. Cela suggère alors le rôle possible de ce système dans la communication et l'intersubjectivité.

Afin de réunir ces différentes perspectives, l'empathie peut être abordée globalement pour intégrer tous les processus en rapport avec le mécanisme perception-action. Le modèle perception-action est décrit comme un module «superordonné» (super-module) qui comprend deux niveaux catégoriels élémentaires (sous-modules) : le comportement moteur et le comportement émotionnel (Fig. 3) Chacun de ces niveaux comprend des catégories de phénomènes. Ainsi, selon ce modèle, les différents phénomènes comme la contagion émotionnelle, l'empathie cognitive, la culpabilité et l'altruisme dépendent tous du même modèle central de perception-action.

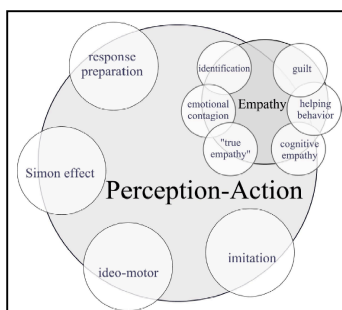


Figure 3 : Le super-module Perception-Action et ses différents sous-modules (D'après Preston et de Waal, 2002).

3. Le rire

D'où provient le rire ? Le rire existait sans doute avant le langage, car les aires du langage sont situées dans le néocortex cérébral, d'apparition plus tardive, tandis que le rire est vraisemblablement produit par une partie ancienne du cerveau appelée cerveau reptilien ou cerveau émotionnel. Nous venons donc au monde programmés pour rire. C'est le comportement le plus universel qui soit.

3.1. Une faculté innée

Le rire est une faculté en partie innée, puisque les nouveau-nés sourient dans leur sommeil, or ce sont des réactions réflexes. Mais pas seulement, car à l'âge de 3 mois, les premiers sourires intentionnels sont suscités par la vue de personnes familières. Les bébés sourds ou aveugles, vers l'âge de trois mois, émettent des sons surgis inopinément et ressemblant à des rires. Ce qui prouve que le rire n'est donc pas mimétique et que l'humour est profondément ancré dans notre cerveau.

Aujourd'hui, on pense dans une perspective évolutionniste que la faculté de rire a conféré, au fil de l'évolution, un avantage aux hommes en termes de survie. La fonction première du rire serait d'assurer la cohésion sociale entre les individus. Voilà pourquoi nous y avons recours une vingtaine de fois par jour. Pour rire, ou du moins pour le faire de quelque chose ou de quelqu'un, il faut d'abord avoir conscience que ce quelque chose ou ce quelqu'un est différent de soi.

La théorie du Walkie Talkie

Robert Provine (2003), chercheur de l'université du Maryland, a quitté son laboratoire pour observer les gens dans les lieux publics. Il a mené une étude comparative des comportements sociaux des hommes et des primates. Il a observé que seul l'homme en position debout a pu développer un contrôle respiratoire suffisamment sophistiqué pour permettre la parole et le rire. En effet, c'est la bipédie qui a créé les conditions pour qu'émerge la parole. Se tenir debout libère le thorax des contraintes mécaniques liées à la marche à quatre pattes et découple respiration et vocalisation.

Ses travaux ont mis en évidence que les personnes qui parlaient riaient plus souvent que les personnes qui les écoutaient. Que les femmes battaient tous les records de rire devant

un public masculin. Mais que c'était plutôt les hommes qui faisaient rire. D'autre part, ce n'est pas parce qu'on rit que c'est drôle. En effet 80% des rires n'ont rien à voir avec l'humour. On rit donc le plus souvent pour ponctuer notre conversation, après avoir dit ou entendu quelque chose de banal.

3.2. Caractéristiques du rire

Le rire naît du hiatus entre une situation escomptée et une situation réelle. On parle alors d'incongruence cognitive. Nous rions 20 fois/jour, les enfants 10 fois plus. Le rire consiste en l'émission d'une série de petits bruits d'1/16e secondes, répétés au rythme de 5/seconde.

Rire et parole empruntent le même canal de vocalisation. Provine (2003) a montré que la parole est hautement prioritaire. Cette discrimination temporelle prouverait que des régions différentes du cerveau sont impliquées. Le rire est involontaire, il est contagieux et ce n'est pas un phénomène lié au langage, puisque le bébé humain rit bien avant de savoir parler.

3.3 Le rire : une forme d'empathie ?

3.3.1. Neuroanatomie du rire

Ici sont représentées les régions cérébrales impliquées dans la génération du rire normal et pathologique (Fig. 4).

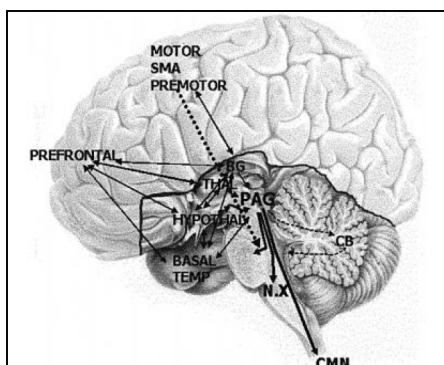


Figure 4 : Régions cérébrales impliqués dans la génération du rire normal et pathologique (Wild et *al.*, 2003).

BASAL TEMP = basal temporal lobe including amygdala; CB = cerebellum; CMN = cervical motor neurons; BG = basal ganglia; HYPOTHAL = hypothalamus; MOTOR = motor area; N.X = vagal nerve nucleus; PREFRONTAL = medial and dorsolateral prefrontal cortex; PREMOTOR = premotor area; THAL = thalamus

Itzhak Fried (1998), neurobiologiste de l'Université de Los Angeles, a localisé un « centre cérébral du rire » lors d'une intervention neurochirurgicale chez une patiente épileptique. En stimulant une zone du cortex frontal gauche, l'aire motrice supplémentaire (impliquée dans la planification des actes et des mouvements), il déclencha chez la patiente des rires intempestifs (Fig. 5). Pour Fried le rire a certes une composante purement musculaire liée à l'activation de l'AMS, mais il repose aussi sur des mécanismes émotionnels et cognitifs.

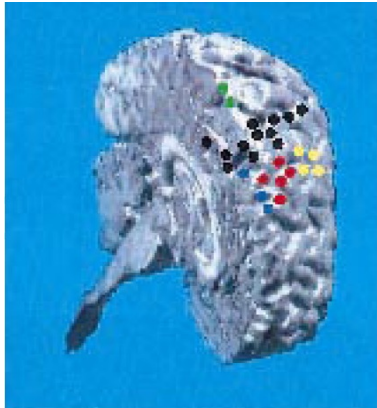


Figure 5 : Cibles de la stimulation électrocorticale en mapping IRMf 3-D (Fried et al., 1998).
AMS = rire

L'humour ne peut donc être réduit à l'activation de cette unique aire cérébrale. L'aire identifiée serait plutôt une partie d'un « circuit neuronal » de l'humour, beaucoup plus complexe.

3.3.2. Neuropsychologie du rire

Le lobe frontal droit participerait préférentiellement au rire.

Prathiba Schammi (1999), de l'Université de Toronto, a étudié le rôle du cortex frontal droit dans l'humour. Elle a présenté à des sujets des calembours comprenant divers dénouements : soit une fin logique dénuée d'humour, soit une fin surprenante et amusante, soit une fin grotesque. Les résultats montrent que :

-les sujets sains et cérébrolésés dont la lésion n'est pas située dans le lobe frontal droit rient de la deuxième version, la drôle ;

-en revanche, les cérébrolésés frontaux droits rient pour la fin grotesque.

Pour Schammi, ils ne saisissent pas les calembours, parce qu'ils n'effectuent pas le changement de perspective, qui suppose à la fois la compréhension d'un sens « présumé » et la découverte d'un sens « en décalage ».

Le lobe frontal droit confère la flexibilité mentale et permet donc le changement de perspective, phénomène crucial quand on doit passer d'une solution logiquement anticipée à un scénario déroutant. Il serait alors nécessaire au sens de l'humour.

Vinod Goel (2001), de l'Université de Toronto, a étudié le versant émotionnel du rire en IRMf (Fig. 6). Il a mis en évidence une activation du cortex préfrontal médioventral. L'activation est d'autant plus intense que les sujets trouvent une plaisanterie drôle. Cette région est liée au système de récompense. Le plaisir que procure une bonne plaisanterie partage ainsi des caractéristiques communes avec d'autres plaisirs de la vie. Cette fonction joue certainement un rôle dans l'évolution et la survie de l'espèce humaine.



Figure 6 : CPFVM = zone du rire visualisée sur une coupe sagittale du cerveau (Goel et Dolan, 2001).

Enfin, Barbara Wild (2003) a observé les réactions de sujets devant un dessin animé humoristique. Les dessins animés sont riches d'informations, car ils font appel à des capacités cognitives particulières : le spectateur doit mentalement se glisser dans la peau du personnage (par un processus empathique cognitif), mais aussi en ressortir pour pouvoir rire de sa situation malheureuse. Cette faculté de représentation des pensées ou états mentaux d'autrui est nommée théorie de l'esprit (ToM), et on la considère comme le fondement de la conscience humaine. L'observation d'un dessin animé active évidemment le cortex préfrontal, mais aussi les aires limbiques telles le complexe amygdalo-hippocampique.

3.4 Le rire contagieux

La contagion du rire est fonction du contexte et non du contenu. Parfois, les gens qui rient expriment simplement le plaisir qu'ils ont à se retrouver et à partager une expérience de groupe avec leurs semblables.

La contagion du rire pourrait être une spécificité humaine en relation avec les capacités d'imitation, particulièrement développées mais partagées avec certains singes anthropoïdes, et surtout d'empathie qui là semble être spécifique de l'espèce humaine. Steven Platek (2003) a mené des expériences sur le profil psychologique des personnes sujettes à la contagion ou résistantes. Il a montré que les individus sont d'autant plus sensibles à la contagion qu'ils sont capables d'empathie.

La contagion du rire s'apparente au décryptage d'une émotion ou de l'état de vigilance d'autrui, mais à un niveau automatique et non conscient. Il existe une analogie avec un autre comportement universel : le bâillement. Le rire ne semble communicatif que chez l'homme. Il assurerait une synchronisation de la vigilance des individus d'un même groupe, par un mécanisme d'empathie, ou émotion partagée. Cette résonance ne produit pas obligatoirement d'action: même si les neurones miroirs sont activés, ils ne déclenchent pas nécessairement d'imitation, car un mécanisme inhibiteur, activé au niveau frontal, bloque le déclenchement moteur mimétique des actions.

3.5. Le rire pathologique

En revanche, dans certaines pathologies, liées à des dysfonctionnements frontaux, l'imitation n'est plus inhibée, et le patient ne peut s'empêcher de reproduire les gestes des autres par imitation. C'est le cas des personnes atteintes de la maladie de Gilles de la Tourette ou de démence fronto-temporale. Dans la manie euphorique, les rires contagieux et intempestifs, l'humour excessif et les calembours pourraient s'expliquer par une dysrégulation émotionnelle. Alors que dans les schizophrénies :

- un trouble de la conscience de soi ou une indifférenciation mimétique avec confusion entre soi et autrui peut entraîner des comportements d'imitation et des rires mimés
- et un état dissociatif peut déclencher des rires ou sourires immotivés i.e. hors du contexte.

Conclusion

« Le rire est d'abord et avant tout un comportement social. » Provine, 2003.

Les neurosciences ont longtemps concentré leurs efforts sur d'autres comportements humains comme la peur par exemple. Actuellement, des recherches en cognition sociale permettent une meilleure compréhension des mécanismes du rire, prémices de l'empathie.

L'empathie n'est pas simplement la projection au sens de Lipps ou de Freud, mais bel et bien l'expérience de l'autre comme un sujet vivant corporellement. Le rire et l'humour sont profondément ancrés dans notre cerveau. Le rire est une forme de partage émotionnel appelée empathie émotionnelle. C'est une condition nécessaire mais non suffisante à l'« émergence empathique » et aussi à la relation thérapeutique. Néanmoins, la découverte des neurones miroirs chez le primate puis chez l'homme pourrait aider à la compréhension de l'empathie et par là-même à la compréhension du rire. Nous retiendrons donc que rire ne suffit donc pas à rendre joyeux.

Références

- Carr L., Iacoboni M., Dubeau M.-C., Mazziotta, J.C., Lenzi G.L., 2003, Neural mechanisms of empathy in humans : a relay from neural systems for imitation to limbic areas, *PNAS*, 2003 ; 100 (9) : 5497-502.
- Chaminade T., Meltzoff A.N., Decety J., Does the end justify the means ? A PET exploration of the mechanisms involved in human imitation, *NeuroImage*, 2002, 15, 318-328.
- Damasio A., *Spinoza avait raison. Joie et tristesse. Le cerveau des émotions*, Coll. Sciences, Odile Jacob, 2003.
- Decety J., *Naturaliser l'empathie*, L'Encéphale, volume 38 : 9-20, numéro 1, 2002.
- Decety J., L'empathie est-elle une simulation mentale de la subjectivité d'autrui ? In : Berthoz A., Jorland G. (Dir.), *L'Empathie*, Paris, Editions Odile Jacob, 2004, p. 53-88.
- Decety J. et Chaminade T., Neural correlates of feeling sympathy, *Neuropsychologia* - Special issue on Social Cognition, 2003, 41 (2) : 127-138.
- Decety J., Jackson P.L., The Functional Architecture of Human Empathy, *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 2004, 3, 2, 71-100.
- Decety, J., Chaminade, T., Grèzes, J., & al., A PET exploration of the mechanisms involved in imitation of the other by the self and of the self by the other, *Neuroimage*, 2002, 15, 265-272.
- Decety J., Nadel J., *Imiter pour découvrir l'humain*, Presses Universitaires de France, 2002.
- Depraz N., "The Husserlian Theory of Intersubjectivity as Alterology : Emergent Theories and Wisdom Traditions in the Light of Genetic Phenomenology", *Journal of Consciousness Studies*, 2001, 8 (5-7) : 169-178.
- De Waal Franz, *Le bon singe : les bases naturelles de la morale*, Coll. Essais, Bayard, 1997.
- Dreyfus H.L., The Current Relevance of Merleau-Ponty's Phenomenology of Embodiment in : *Perspectives on embodiment*, ed. H. Haber et G. Weiss. Routledge, 1996.
- Eisenberg N., Strayer J., Critical issues in the study of empathy. In N. Eisenberg, & J. Strayer (Eds.), *Empathy and its Development* (pp. 3-15). New York: Cambridge University Press, 1987.
- Ferrari P.F., Gallese V., Rizzolatti G., Fogassi L., Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex, *Eur. J. Neurosci.*, 2003, 17, 1703-1714.
- Fried I., Wilson C.L., Macdonald K.A., Behnke E.J., Electric current stimulates laughter, *Nature*, 1998, 391, 650.
- Gallagher S., Meltzoff A.N.Q, The earliest sense of self and others : Merleau-Ponty and recent developmental studies, *Philosophical Psychology*, 1996, 9 : 211-33.
- Gallese V., The 'shared manifold' hypothesis : From mirror neurons to empathy, *J Consc Stud*, 2001, 8 : 33-50.
- Gallese V., The Roots of Empathy : The Shared Manifold Hypothesis and the Neural Basis of Intersubjectivity, *Psychopathology*, 2003, 36, 171-180.
- Gallese, V., Mirror neurons and Intentional Attunement: A commentary on David Olds, *The Journal of the American Psychoanalytic Association*, 2005 (submitted).
- Goel V., Dolan R.J., The functional anatomy of humor : segregating cognitive and affective components, *nature neuroscience*, march 2001 volume 4 no 3 : 237-38.
- Husserl E., *Méditations cartésiennes*, Vrin, 1929.
- Jeannerod M., *The cognitive neuroscience of action*, Oxford, Blackwell, 1997.
- Kohler E., Keyser C., Umiltà M.A., Fogassi L., Gallese V., Rizzolatti G., Hearing sounds, understanding actions : action representation in mirror neurons, *Science*, 2002, 297 (5582), 846-848.
- Meltzoff, A.N., Decety, J., What imitation tells us about social cognition : a rapprochement between Jackson, P.L., Meltzoff, A.N., & Decety, J., How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 2004, xx, xxx-xxx.
- developmental psychology and cognitive neuroscience, *Philosophical Transactions of the Royal Society, London: Biological Sciences*, 2003, 358 : 491-500.
- Meltzoff A.N., Moore M.K., Imitation of facial and manual gestures by human neonates, *Science*, 1977, 198, 75-78.

Meltzoff A.N., Moore M.K., Infants' understanding of people and things : from body imitation to folk psychology in : Bermudez JL, Marcel A, Eilan N, editors. *The body and the self*. Cambridge: MIT Press; 1995, p. 43-69

Merleau-Ponty M., *La phénoménologie de la perception*, coll. Tel, Gallimard, 1945.

Morris J.S, Öhman J.S., Dolan R.J, A subcortical pathway to the right amygdala mediating "unseen" fear, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 1999, 96, 1680-1685.

Nadel J., Decety J., *Imiter pour mieux découvrir l'humain : psychologie, neurobiologie, robotique, et philosophie de l'esprit*, Collection Psychologie et science de la pensée, Paris, PUF, 2002.

Platek S. et al., Contagious yawning : the role of self-awareness and mental state attribution, *Cogn. Brain. Res.*, 2003, vol. 17, p. 223-227.

Preston S.D., de Waal F.B.M., Empathy: Its ultimate and proximate bases, *Behav. Brain Sci.*, 2002, 25 (1), 1-20.

Provine R., *Le rire, sa vie, son oeuvre : Le plus humain des comportements expliqué par la science*, Paris, Editions Robert , 2003.

Rizzolatti G., Arbib M.A., Language within our grasp, *Trends in Neuroscience*, 1998, 21, 188-94.

Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L., Premotor cortex and the recognition of motor actions, *Brain Res., Cogn. Brain Res.* , 1996, 3 (2), 131-141.

Rizzolatti G., Fadiga L, Fogassi L, Gallese V., Resonance behaviors and mirror neurons, *Archives italiennes de Biologie*, 1999 ; 137, 85-100.

Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V., Neurophysiological mechanism underlying the understanding and imitation of action, *Nature Reviews Neuroscience*, 2001, 2, 9, 661-670.

Rizzolatti G., Fogassi L., Gallese V., Motor and cognitive functions of the ventral premotor cortex, *Curr. Opin. Neurobiol.*, 2002, 12 (2), 149-154.

Ruby P., Decety J., What do you believe versus what do you think they believe ? A neuroimaging study of perspective taking at the conceptual level, *European Journal of Neuroscience*, in press, 2003.

Scheler M., *Natures et formes de la sympathie : Contribution à l'étude des lois de la vie affective*, Coll. Petite Bibliothèque Payot, Payot, 1928/2003.

Shammi P., Stuss D.T., Humour appreciation : a role of the right frontal lobe, *Brain*, 1999 Apr ; 122 (Pt 4) : 657-66.

Singer, T., Seymour,B., O'Doherty, J.,Kaube,H., Dolan, R.J., & Frith, C.D., Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 2004, 303, 1157-1161.

Wild B., Rodden F.A., Grodd W., Ruch W., Neural correlates of laughter and humour, *Brain*, 2003, Oct ; 126 (Pt 10) : 2121-38.

Wispé L., History of the concept of empathy in : *Empathy and its development*, ed. N. Eisenberg & J. Strayer. Cambridge University Press, 1987.