

Cerveau social et réseau neuronal des émotions vus par la neuroimagerie fonctionnelle chez l'humain

MARIE-HELENE GROSBAS

Laboratoire de Neurosciences Cognitives, CNRS – Aix-Marseille Université.

La façon dont nous interagissons avec autrui et dont nous nous représentons le monde social repose sur un ensemble de régions cérébrales relativement bien défini. Ce cerveau social est intimement intriqué avec le circuit neuronal des émotions.

Les neurosciences sociales et affectives, un champ en pleine expansion depuis les années 2000

Le terme « cerveau social » a été popularisé par des chercheurs et chercheuses en anthropologie évolutive au début des années 1990. En observant, au travers des espèces de primates une forte corrélation entre la taille du néocortex et la complexité des groupes sociaux, ils ont fait l'hypothèse que certaines parties du cerveau humain ont évolué pour faciliter les comportements sociaux (1). Cette notion est appuyée par des données en psychologie et neurosciences, conduisant à définir le "cerveau social" comme un ensemble de régions cérébrales impliquées dans la cognition sociale et les comportements sociaux. Les neurosciences sociales sont nées comme champ de recherche visant à préciser l'organisation dynamique du cerveau social en conditions normales et pathologiques (2). Ce champ connaît un large essor au début des années 2000, ce qui aboutit à la création d'une société savante (Society for Social Neuroscience), d'un journal et de plusieurs monographies (3).

En parallèle, la neuroimagerie a enrichi notre connaissance des bases neurales des émotions. Les neurosciences

affectives ont émergé aussi au début des années 1990 (4). Ce champ de recherche interdisciplinaire combine les approches des neurosciences cognitives avec l'étude psychologique des émotions pour caractériser les réponses à des stimuli affectifs, la régulation des états affectifs et la reconnaissance de ces états chez autrui.

La figure 1 montre une trajectoire identique, entre 2000 et 2015, dans le nombre de publications de neuroimagerie, dominées par l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), portant sur les processus sociaux, d'une part, et les processus affectifs, d'autre part. Aussi, de nombreux travaux de cette période traitent simultanément des deux types de processus. On voit donc d'emblée que neurosciences sociales et neurosciences affectives, ne sont pas disjointes. Nous allons esquisser les points de recouvrement principaux, en mettant en avant les contributions de la neuroimagerie pour caractériser le cerveau social chez l'humain, puis en

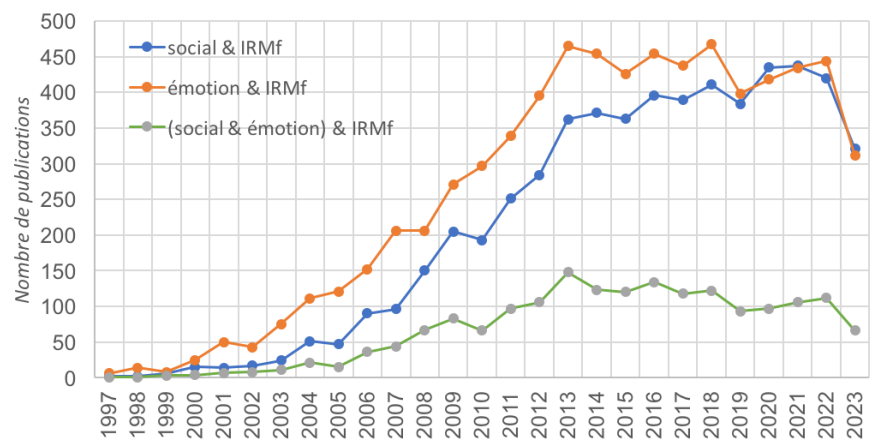


Figure 1 : Nombres de publications dans la base Scopus, au 20/09/2023 avec les mots clés fMRI & Social (n=5537 dont 490 revues) , fMRI & Emotion (n= 7030 dont 535 revues) ou les deux (n=1809 dont 164 revues).

discutant du rôle des émotions dans la cognition sociale et des interactions entre cerveau social et réseau neuronal des émotions.

Le cerveau social vu par l'imagerie par résonance fonctionnelle

Un consensus définit le cerveau social comme l'ensemble des aires cérébrales impliquées dans la cognition sociale. La cognition sociale englobe les formes de cognition à propos des autres individus de la même espèce et des interactions avec eux et entre eux. Elle implique des processus cognitifs généraux, comme par exemple le changement de point de vue, et d'autres qui sont spécifiques au domaine social, par exemple la reconnaissance des visages. Certains de ces processus sont uniques à l'humain, comme l'attribution d'états mentaux complexes, quand d'autres sont communs à d'autres espèces animales, comme par exemple la reconnaissance de la voix.

On peut diviser la cognition sociale en trois niveaux : 1- détecter et percevoir les stimuli sociaux, c'est-à-dire les stimuli qui proviennent d'autres personnes, tels que les expressions faciales, le langage corporel, l'intonation, le toucher et les odeurs ; 2-interpréter ces stimuli et 3-

réguler les comportements au regard de ces stimuli. Cette grille d'analyse permet d'opérationnaliser les concepts en jeu à travers les contextes variés des interactions sociales et de structurer la description des représentations cérébrales associées. Confirmant et étendant les études qui avaient identifié des régions dont les lésions impactaient spécifiquement chacun de ces aspects, l'IRMf met en évidence un ensemble de régions qui constituent le cerveau social. Ces études imagent le cerveau lorsque les participants effectuent une tâche avec des stimuli ou un contexte social, par exemple regarder des visages, et la même tâche avec un contexte non social, par exemple regarder des voitures. Par soustraction on identifie l'activité cérébrale qui reflète une spécialisation pour les processus sociaux. Ceci se fait au niveau d'études individuelles ou bien de méta-analyses quantitatives. Celles-ci tirent avantage du fait que la localisation des régions identifiées en IRMf est rapportée dans un espace cartésien standard du cerveau humain. En reprenant les coordonnées reportées dans les études individuelles on peut calculer des cartes cérébrales qui localisent les régions de convergence où il y a une forte probabilité qu'une expérience d'IRMf comparant une condition sociale à une condition non sociale rapporte un lieu d'activation. La figure 2 résume les principales

Le cerveau social

Quelles régions de notre cerveau sont importantes pour interagir avec les autres?

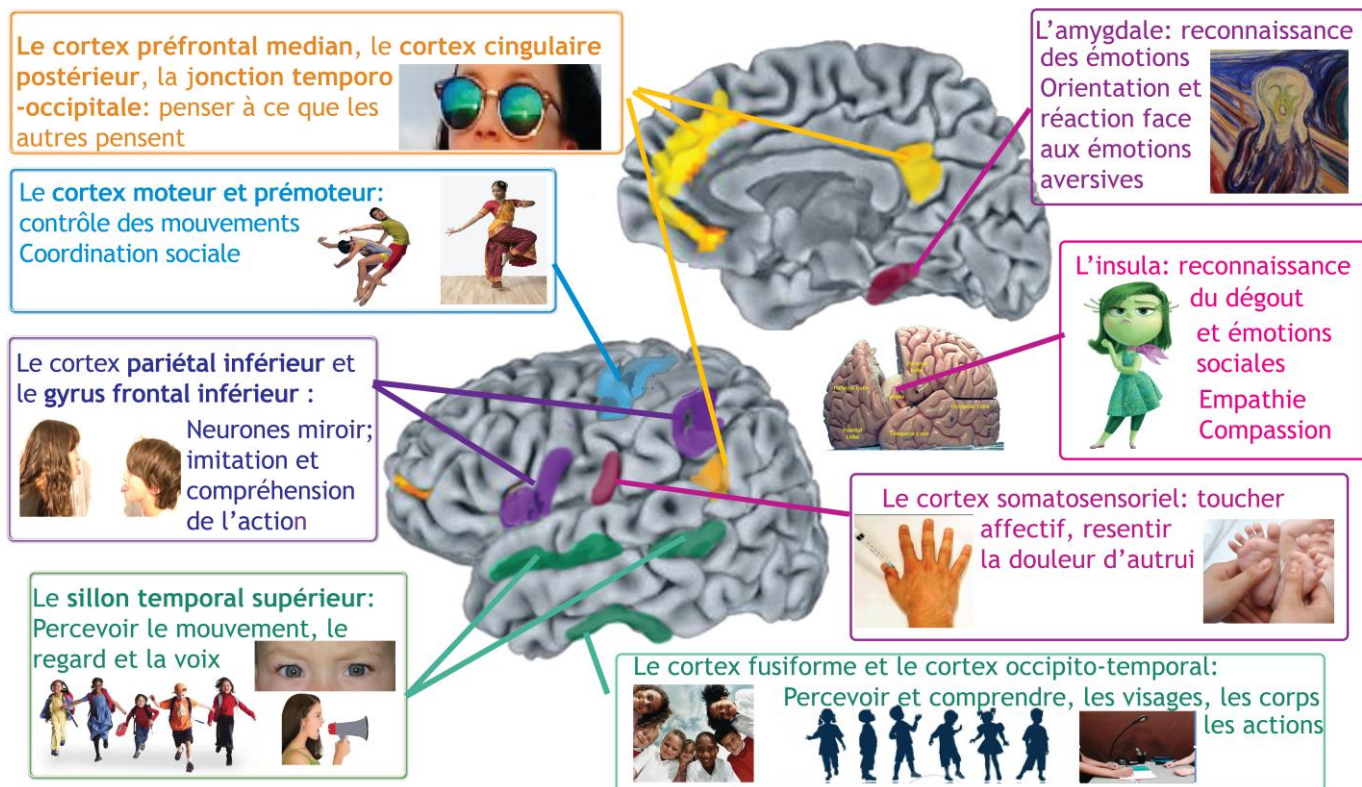


Figure 2 : Localisation des régions du cerveau social humain et leurs principaux attributs fonctionnels

composantes du cerveau social ainsi que leurs attributions fonctionnelles dominantes.

Le cortex prémoteur, incluant les parties dorsale et ventrale du cortex précentral, le gyrus frontal inférieur et le cortex pariétal sont impliqués dans la perception et la reconnaissance des actions d'autrui ainsi que dans la synchronisation des comportements avec ces actions. C'est dans ces régions que l'on trouve les fameux neurones miroirs qui sont actifs lorsque l'on exécute une action motrice mais aussi lorsque, sans bouger, on voit quelqu'un d'autre effectuer la même action. Les aires corticales temporales supérieures, occipito-temporales et fusiformes sont spécialisées dans la perception et la reconnaissance des attributs des stimuli sociaux. Le cortex somato-sensoriel, l'insula et l'amygdale sont impliqués dans la perception et la réaction à la douleur ou aux émotions d'autrui. Le cortex préfrontal ventro-médial, le cortex cingulaire postérieur et la jonction temporo-pariétal sont associés à la faculté d'inférer les intentions et les états mentaux et affectifs d'autrui.

Il est à noter que si nous donnons ici une description modulaire pour simplifier, cette modularité n'est en rien stricte. Tout d'abord, même si la plupart des études d'IRMf s'efforcent de découvrir les bases neurales d'un aspect spécifique de la cognition sociale, les processus élémentaires peuvent être communs à plusieurs aspects. Ensuite, bien qu'une lésion locale puisse impacter un aspect spécifique de la cognition sociale, aucune de ces régions isolées ne peut contribuer à elle seule à une fonction. De plus, des régions sous-corticales telles que le cervelet, les ganglions de la base ou l'hypothalamus jouent aussi un rôle fondamental de concert avec les régions corticales. Depuis plusieurs années l'effort de recherche vise à caractériser la spécialisation de réseaux fonctionnels et leur dynamique comme base de la cognition sociale. De façon intéressante, on observe une forte similitude entre les réseaux d'activation pour la cognition sociale et des réseaux identifiés au repos, c'est à dire des régions montrant une activité synchronisée entre elles en dehors de toute tâche ou stimulation imposée de façon exogène. Notamment il existe de fortes similitudes entre les régions du cerveau social impliquées dans l'attribution d'états mentaux et les régions du « réseau par défaut », que l'on identifie aussi par contraste entre repos et tâche active. Ceci appuie les théories qui voient dans le fonctionnement de base du cerveau un mode introspectif, tourné vers le soi, dont le fonctionnement est forgé par les interactions sociales et utilisé en retour pour faire sens du monde social. De même on note une similitude entre les régions fronto-pariétales du cerveau social et les réseaux associés aux processus attentionnels. Enfin et c'est l'objet du reste de cet article, il existe un recouvrement avec les circuits cérébraux impliqués dans le traitement des émotions.

Importance des émotions dans les interactions sociales

Le lien entre cognition sociale et émotion se décline à différents niveaux. Tout d'abord les expressions émotionnelles, véhiculées par les visages, les postures et mouvements corporels, les gestes, l'intonation de la voix, sont des signaux sociaux perçus chez autrui, au même titre que l'identité ou l'intention. Elles jouent un rôle clef dans la communication et les interactions sociales, comme l'a décrit Darwin. Non seulement nous sommes experts à les reconnaître chez autrui, mais aussi nous imitons automatiquement leur manifestation, de façon ouverte ou sous-liminaire, ce qui sous-tend l'empathie émotionnelle. Deuxièmement, les émotions agissent comme moteur pour motiver la cognition sociale : notre état émotionnel conditionne notre recherche ou non d'information et d'interaction sociale. Troisièmement, nos émotions comme celles des autres colorent tous les aspects de la cognition sociale, comme elles colorent l'ensemble de nos activités cognitives. En retour les interactions sociales peuvent évoquer des réactions émotionnelles. Enfin il existe une classe spéciale d'émotions, qualifiées d'émotions sociales qui se situent entièrement à l'intersection entre domaine social et affectif. Elles sont induites spécifiquement par le contexte social. Il s'agit par exemple de la jalousie, la culpabilité, la honte ou encore la compassion. Ces relations bidirectionnelles soulignent le chevauchement des deux systèmes.

Des réseaux qui se chevauchent : où le cerveau social rencontre l'émotion

L'activité des régions traitant les stimuli ou les contextes sociaux est augmentée lorsque ces stimuli ont une connotation émotionnelle. Par exemple nous avons montré que les régions spécialisées dans la perception des visages, des gestes ou des mouvements étaient plus importantes lorsque ces stimuli exprimaient une émotion (5, 6). Ceci était aussi observé chez des enfants montrant que cette interaction entre cerveau social et émotion est présente tôt.

Par ailleurs, plusieurs régions du cerveau social font aussi partie du réseau neuronal qui sous-tend la perception, la reconnaissance et la régulation des émotions. Il s'agit principalement de l'amygdale, du cortex préfrontal ventro-médian, du cortex cingulaire et de l'insula. Ces régions jouent un rôle dans le décryptage des états mentaux et affectifs d'autrui, alors qu'elles sont aussi impliquées dans la régulation de nos propres réponses émotionnelles.

En résumé, le cerveau social et le réseau neuronal des émotions interagissent de manière complexe pour faciliter les interactions sociales.

Implications et directions de recherche

Les neurosciences sociales comme les neurosciences affectives en tant que champs interdisciplinaires et multi-approches ont des impacts sur de nombreux domaines. L'aspect distribué et imbriqué des réseaux cérébraux qui sous-tendent la cognition sociale et les émotions, rend ces processus vulnérables ; et de fait la plupart des conditions psychiatriques et neurologiques sont associées à des symptômes au niveau du fonctionnement social et affectif (7). D'un autre côté ceci laisse aussi la possibilité de compensation et de remédiation sur la base des composantes intactes des réseaux. Mieux comprendre l'organisation du cerveau social et ses liens avec les émotions est crucial pour avancer dans ce sens. Le point de vue neuroscientifique invite à considérer la cognition sociale en termes de processus intégrés qui transcendent les tâches spécifiques. Ceci est en accord avec la démarche de recherche par domaines en psychologie et psychiatrie qui visent à associer des construits reliés à différents domaines, incluant les affects positifs, négatifs et les habilités sociales, associés à des circuits neuronaux dont on peut étudier la variabilité de fonctionnement, du normal à l'anormal (8). Le lien entre cerveau social et émotion nourrit par ailleurs des théories en sciences sociales, comme mis en avant par exemple dans les travaux de G. Marcus sur le rôle déterminant des émotions dans les choix politiques (9).

Malgré les avancées, notre connaissance du cerveau social reste à compléter. En particulier, une large part des études se concentrent sur les visages comme stimulus social ; les gestes, les postures, la voix, le toucher et les

odeurs sont comparativement moins représentés. Ceci induit une image potentiellement biaisée des réseaux fonctionnels du cerveau social et de leur recouvrement avec le réseau des émotions. Une autre voie de recherche qui reste encore à préciser pour éclairer ces interactions est le couplage entre les réseaux cérébraux que nous avons esquissés et les systèmes de neurotransmetteurs impliqués dans la cognition sociale et affective, notamment les catécholamines, la sérotonine et l'ocytocine et donc les noyaux sous-corticaux qui les gouvernent (rev dans 9).

Marie-helene.grosbras@univ-amu.fr

Références

- (1) Dunbar, R. I. (1998). *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews*, 6(5), 178-190.
- (2) Cacioppo, J.T., & Berntson, G.G. (1992). *American Psychology* 47, 1019-1028.
- (3) Decety, J., & Cacioppo, J.T. (2011). *Handbook of Social Neuroscience*. New York: Oxford University Press
- (4) Panksepp, J., 1991. Affective neuroscience: a conceptual framework for the neurological study of emotions, *International Reviews of Emotion Research*. Wiley, Chichester pp. 59-99.
- (5) Grosbras, M. H., & Paus, T. (2006). *Cerebral cortex*, 16(8), 1087-1096.
- (6) Ross, P., et al. (2019). *Developmental Cognitive Neuroscience*, 38, 100660.
- (7) Kennedy, D. P., & Adolphs, R. (2012). *Trends in cognitive sciences*, 16(11), 559-572.
- (8) Insel, T. R. (2014). *American journal of psychiatry*, 171(4), 395-397.
- (9) Marcus, G. E. (2010). *Sentimental citizen: Emotion in democratic politics*. Penn State Press.
- (10) Porcelli, S., et al. (2019). *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 97, 10-33.