

[1] [1]

[2]

A la une

Reconnaissance des visages, le code cérébral décrypté

24.07.2017, par Lucie Bard, chercheuse post-doctorante à l'University College London

Une récente étude révèle le code de reconnaissance faciale mis en place par le cerveau pour reconnaître, à partir d'une très faible quantité de neurones, n'importe quel visage. Cette découverte offre de nouvelles perspectives de recherche et pourrait trouver des applications aussi bien dans le domaine thérapeutique qu'en médecine légale. Les explications de Lucie Bard dans ce nouveau billet du blog « Aux frontières du cerveau ».

Lorsque nous nous trouvons au milieu d'une foule, nous parvenons à repérer automatiquement, et souvent sans même y réfléchir, les personnes qui nous sont familières. Contrairement à la facilité avec laquelle nous reconnaissons les visages, les mécanismes cérébraux sous-jacents sont extrêmement complexes et peu connus. En juin dernier, le laboratoire du Dr Doris Tsao, à l'Institut de technologie de Californie, a réalisé une percée majeure dans la compréhension de ces mécanismes. Les résultats de cette étude, publiés dans la revue *Cell* [3], montrent que quelques centaines de neurones seulement, chacun codant pour une caractéristique physique spécifique, seraient suffisants pour nous permettre de reconnaître un visage.

Le cortex temporal inférieur, centre de la reconnaissance faciale

Mais commençons par le commencement... Quels sont les neurones activés quand on regarde un visage ? Pour le savoir, Doris Tsao a utilisé dans une étude précédente ([Tsao *et al.*, 2008](#) [4]) la technique d'IRM fonctionnelle (imagerie par résonance magnétique), qui permet de détecter des changements de flux sanguin dans le cerveau liés à une augmentation de l'activité neuronale. Les auteurs ont mesuré chez des singes l'activité cérébrale associée à la présentation d'images de visages, mais également d'objets ou de formes aléatoires. Ils ont ainsi démontré que l'identification des visages est effectuée spécifiquement au niveau de six petites régions du cortex temporal inférieur, appelées zones faciales (figure 1). Au sein de ces zones, certains neurones, également appelés cellules faciales, s'activent très fortement quand on présente un visage plutôt que n'importe quel autre objet.

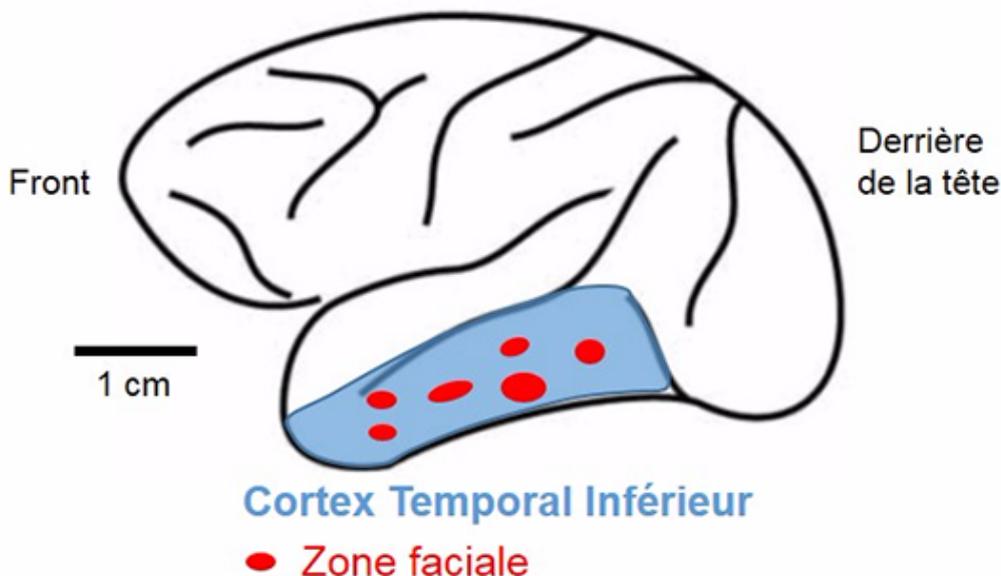


Figure 1 : Schéma de cerveau de singe vu de côté. La région bleue indique la localisation du cortex temporal inférieur. Dans ce cortex, six zones faciales ont été identifiées et contiennent des neurones – les cellules faciales –,

qui s'activent spécifiquement lorsque l'on regarde un visage.

Comment les cellules faciales répondent-elles quand on leur présente un visage ?

Jusqu'à présent, dans le domaine de la reconnaissance des visages, le modèle prédominant accepté par la communauté scientifique était la théorie du « neurone de grand-mère ». Cette théorie propose que chaque visage (celui de votre grand-mère, par exemple) est représenté par une cellule faciale spécifique. Néanmoins, ce modèle présente une faille majeure ! En effet, il y a actuellement plus de 7 milliards d'habitants dans le monde, mais le cortex temporal inférieur ne possède pas autant de cellules faciales ! L'étude de Le Chang et Doris Tsao propose plutôt que chaque cellule faciale code pour une caractéristique particulière du visage, décrivant sa forme ou son aspect.

En analysant une base de données comportant 200 visages, les chercheurs ont commencé par définir les 50 caractéristiques qui varient le plus d'un visage à un autre, 25 représentant la forme (distance entre les yeux, largeur du visage) et 25 représentant l'aspect (couleur et texture de la peau et des cheveux). En combinant ces 50 paramètres, on peut reproduire n'importe quel visage, un peu comme les tons rouge, bleu et vert sont associés en différentes proportions pour créer n'importe quelle couleur (figure 2).

1- la forme (distance entre les yeux, largeur du visage, cheveux...)



2- l'aspect (couleur et texture de la peau et des cheveux)



Figure 2 : Changements de l'apparence du visage en modifiant :

1- **la forme** (distance entre les yeux, largeur du visage, cheveux...)

2- **l'aspect** (couleur et texture de la peau et des cheveux)

Parmi toutes les possibilités créées à partir de ces 50 paramètres, 2 000 visages ont été sélectionnés au hasard puis ont été présentés à deux singes (macaques rhésus). Les chercheurs ont en même temps enregistré l'activité des cellules faciales situées dans trois zones grâce à de très fines électrodes implantées dans le cortex temporal inférieur. Au total, 205 neurones ont été enregistrés. En analysant l'activité de ces neurones, les auteurs ont alors montré que chaque cellule faciale répond à une caractéristique spécifique. Par exemple, si une cellule répond lorsque les yeux sont très espacés l'un de l'autre, elle s'active à chaque fois que cette caractéristique est détectée, même si l'apparence générale des visages est très différente. Par ailleurs, certaines zones faciales sont plus particulièrement sensibles à l'aspect du visage alors que d'autres sont plus facilement activées par les paramètres de forme.

Un peu plus de 200 neurones seraient suffisants pour détecter n'importe quel visage

Pour tester la solidité de ce code, Le Chang et Doris Tsao ont cherché à effectuer le processus inverse, c'est-à-dire à prédire le visage visualisé par le singe à partir de l'activité des cellules faciales. Ils ont pour cela alimenté un algorithme avec l'activité des 205 cellules faciales enregistrées suite à la présentation des visages de la base de données. Ils ont ensuite montré aux singes des visages qui leur étaient totalement étrangers. De façon extrêmement surprenante, la ressemblance entre le visage et la prédiction faite par l'algorithme est quasi parfaite (figure 3).



Figure 3 : En partant de l'activité des neurones enregistrés suite à la présentation des visages aux singes, les images reconstruites par l'algorithme sont hautement fidèles aux images réelles.

Il semblerait donc que 205 neurones sont suffisants pour coder n'importe quel visage, un nombre très limité en comparaison de la complexité de la tâche à accomplir ! Bien entendu, il est très probable que d'autres neurones soient impliqués pour représenter des caractéristiques plus fines mais la plus grosse partie du travail semblerait être effectuée par ces 205 cellules. Ce travail révèle que le cerveau a mis en place un code de reconnaissance faciale extrêmement efficace, à la fois simple et sophistiqué puisqu'il impliquerait un nombre extrêmement limité de neurones tout en permettant de reconnaître n'importe quel visage.

Pourquoi est-il si important d'avoir déchiffré ce code ?

Cette découverte ouvre de nouvelles perspectives pour explorer le fonctionnement d'autres aires cérébrales impliquées dans la reconnaissance des objets mais aussi dans d'autres systèmes sensoriels, tels que le goût ou le toucher par exemple. D'un point de vue clinique, ces résultats pourraient aider à mieux comprendre l'origine de la prosopagnosie, une pathologie rendant difficile voire impossible l'identification ou la mémorisation des visages humains.

Par ailleurs, ce code pourrait avoir des applications potentielles en médecine légale, pour réaliser des portraits-robots par exemple. Décrire précisément les moindres détails d'un visage avec des mots est extrêmement difficile, encore plus lorsqu'on est en état de choc. On pourrait donc imaginer reconstruire le visage en analysant l'activité des cellules faciales chez un témoin en train de penser au visage du criminel. Cependant, bien que les scientifiques pensent que la perception des visages est similaire chez le singe et l'homme, une telle étude est pour le moment impossible à mener chez l'humain de par son approche très invasive. Pas sûr que le témoin accepte de se faire implanter 205 électrodes dans le cerveau...

Références :

« The Code for Facial Identity in the Primate Brain », L. Chang et D. Y. Tsao, *Cell*, 1^{er} juin 2017, vol. 169 (6) : 1013-1028. e14. doi: 10.1016/j.cell.2017.05.011

« Comparing face patch systems in macaques and humans », D. Y. Tsao, S. Moeller et W. A. Freiwald, *PNAS USA*, 9 décembre 2008, vol. 105 (49) :19514-9. doi: 10.1073/pnas.0809662105

Lucie Bard est docteure en Neurosciences. Elle cherche à comprendre comment l'information est transmise dans les réseaux de neurones par des approches de microscopie optique et d'électrophysiologie. Elle a effectué sa thèse sous la direction de Laurent Groc à l'université de Bordeaux, au cours de laquelle elle s'est intéressée aux mécanismes moléculaires qui contrôlent l'ancrage des récepteurs du glutamate de type NMDA dans les synapses. Depuis 2011, elle est en post-doctorat dans le laboratoire de Dmitri Rusavov à l'University College London au Royaume-Uni et s'intéresse au dialogue entre neurones et astrocytes et son rôle dans la physiologie synaptique. Sur Twitter [@LucieBard](https://twitter.com/LucieBard) [5].

URL source: [https://lejournal.cnrs.fr/nos-blogs/aux-frontieres-du-cerveau/reconnaissance-des-visages-le-code-cerebral-decrypte?
utm_content=buffer7f168&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer](https://lejournal.cnrs.fr/nos-blogs/aux-frontieres-du-cerveau/reconnaissance-des-visages-le-code-cerebral-decrypte?utm_content=buffer7f168&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer)