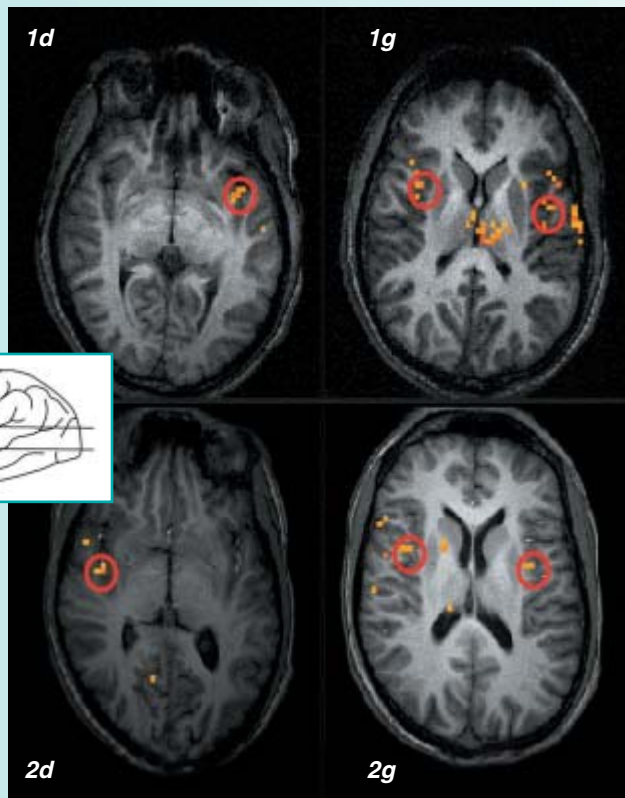


La diversité des perceptions gustatives

Soutenue par des résultats d'études psychologiques, physiques et électrophysiologiques incompatibles avec l'hypothèse de quatre (ou cinq) «nerfs» gustatifs, l'idée d'une multitude de saveurs codées par des ensembles de neurones peu spécifiques s'impose aujourd'hui. L'hypothèse du codage de l'information par un ensemble de neurones peu spécifiques est solidement étayée. Ainsi, à chaque composé sapide correspond un ensemble particulier de récepteurs, et donc de neurones activés. Un ensemble différent de neurones signale la présence de composés distincts.

Par ailleurs, tous les êtres humains n'ont pas à la surface des cellules gustatives les mêmes protéines réceptrices : nous avons chacun un monde gustatif propre, de la même façon que nous avons des mondes olfactifs différents. Que ce soit pour le seuil de détection, l'intensité perçue ou la nature du goût, les différences entre les individus sont notables.

Bien que le vocabulaire adapté à leur description manque, les perceptions sont nuancées et nombreuses. Certes, on détecte des analogies entre deux substances sapes, par exemple les saveurs sucrées du glucose et du saccharose (le sucre de table), mais, expérimentalement, on vérifie bien que notre sens gustatif distingue ces composés.



Les zones d'activation des insula corticales (cerclées de rouge) diffèrent selon que le sujet est droitier (*en haut*) ou gaucher (*en bas*). Dans la partie supérieure de l'insula (*coupes 2d et 2g*), les zones activées sont identiques, mais, dans la partie inférieure (*à gauche*), seule l'insula d'un des deux hémisphères est activée : la droite pour le gaucher (*coupe 1g*) et la gauche pour le droitier (*coupe 1d*).

Hélas, nous n'avons que quatre (ou cinq) qualificatifs disponibles : acide, sucré, amer et salé (et umami?). Aussi, le discours est-il limité face à la richesse et à la diversité des perceptions.

Quelles sont les zones corticales sollicitées par le goût? Grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, nous avons découvert, en collaboration avec Denis Le Bihan et Pierre-François van de Moortele, du CEA, les régions corticales activées lors de la stimulation gustative. Nous avons mesuré en continu la perception gustative de sujets : ces derniers, placés dans l'aimant de l'appareil, recevaient les substances sapes dissoutes par un tuyau placé dans leur bouche. Ainsi, nous avons observé les zones corticales activées lors de la perception gustative : il s'agit notamment du lobe de l'insula, cette région qui constitue les invaginations symétriques du cortex visibles sur une coupe transversale du cerveau.

L'identification de ces zones corrobore, d'une part, les données électrophysiologiques recueillies chez le singe, et d'autre part, les observations cliniques chez l'homme, tel le cerveau de soldats qui, après avoir reçu une balle dans la tête, avaient des déficits gustatifs.

L'activation touche les deux côtés de la partie haute de l'insula, alors qu'elle ne se manifeste que d'un seul côté dans la partie basse de l'insula de l'hémisphère dominant à gauche, chez les droitiers et, à droite, chez les gauchers (*voir la figure*). Les mêmes zones sont activées par les stimulus sapes et les stimulus tels le piquant, le chaud ou le froid... Cette observation confirme la convergence de toutes ces informations dans le cortex. Toutefois, ces deux types d'information, qui correspondent à deux voies neuronales différentes, sont distinctes : grâce à l'enregistrement des champs magnétiques engendrés par l'activation de diverses zones cérébrales, nous avons montré, en collaboration avec Tatsu Kobayakawa et Sachiko Saito au Japon, dans quel ordre temporel ces zones sont activées par la stimulation gustative. Après les zones de traitement des informations élémentaires, sont sollicitées, dans l'ordre, le gyrus cingulaire (siège des émotions), l'hippocampe (siège de la mémoire), puis le gyrus angulaire (une des aires du langage) et enfin l'insula inférieure de l'hémisphère dominant (les gyrus sont des «crêtes» corticales). En collaboration avec Claire Murphy et Barbara Cerf-Ducastel, de l'Université de San Diego, nous étudions aussi l'association des informations relatives au goût et à l'olfaction.

Par ailleurs, nous avons montré que l'on se familiarise à des stimulus gustatifs. Une exposition à un stimulus gustatif, répétée de nombreuses fois pendant quatre jours (consécutifs ou non), augmente la sensibilité à ce stimulus, c'est-à-dire que l'activation corticale est modifiée pendant que la sensibilité des nerfs gustatifs est augmentée. Nos travaux en cours visent à comprendre les mécanismes de cette sensibilité accrue.

Annick FAURION, Laboratoire de neurobiologie sensorielle de l'École pratique des hautes études

n'étaient plutôt que des éléments d'un réseau qui code l'information sous forme de profils d'activité. Ainsi, tous les neurones participent à l'élaboration du goût. De surcroît, la discrimination neuronale entre des stimulus différents dépend de l'activité simultanée de plusieurs types cellulaires, de la même façon que la vision des couleurs dépend de la comparaison de l'activité des récepteurs de l'œil. Nous en avons déduit que l'information gustative résulte de profils d'activité neuronale.

Les substances qui ont le même goût déclenchent des profils d'activité des neurones similaires. En comparant ces profils chez le hamster et chez le rat, et en utilisant des méthodes statistiques, on a identifié des similitudes entre des profils activés par différents agents sapides : les résultats sont en accord avec d'autres résultats obtenus lors d'expériences comportementales, où l'on détermine les stimulus qui ont des saveurs identiques ou ceux dont les saveurs diffèrent. Ces travaux montrent que les profils d'activation suffisent pour distinguer tous les goûts.

Quand on bloque l'activité de certains groupes de neurones, on perturbe la reconnaissance des goûts. Par exemple, chez le rat, un traitement de la langue par l'amiloride, une molécule antidiurétique, inhibe les canaux à sodium des récepteurs gustatifs qui réagissent surtout au chlorure de sodium. Ce traitement supprime les différences entre les profils d'activité dus au chlorure de sodium et à son substitut, le chlorure de potassium. La réduction de l'activité d'autres types cellulaires abolit également les différences entre les profils d'activité. Ces études montrent qu'un type cellulaire donné n'est pas responsable de la discrimination gustative, mais que celle-ci résulte de la comparaison de l'activité de groupes de cellules. Aussi la saveur dépend-elle de l'activité relative de différents types

de neurones, dont chacun contribue au profil global de l'activité gustative.

Puisque les neurones gustatifs sont sensibles à une grande variété de saveurs, les neurobiologistes comparent les niveaux d'activité de groupes de neurones pour identifier la sensation enregistrée. Aucun type de neurone isolé ne différencie seul des stimulus variés, car une cellule donnée réagit parfois de la même façon à divers stimulus, selon leurs concentrations relatives. Ainsi, le goût ressemble à la vision : grâce à seulement trois types de récepteurs sensibles à une large gamme de longueurs d'onde, nous voyons les multiples couleurs de l'arc-en-ciel. L'absence de l'un de ces récepteurs perturbe la discrimination des couleurs bien au-delà des longueurs d'ondes auxquelles le type de récepteur manquant est sensible.

Toutefois, malgré l'analogie vraisemblable du goût et de la vision des couleurs, certains neurobiologistes se demandent encore si certains types de neurones jouent un rôle privilégié dans le codage des saveurs. Le goût serait-il un sens analytique, où chaque qualité gustative serait distincte, ou bien un sens synthétique, où une combinaison de stimulus constituerait une saveur unique ? Si l'on parvient à identifier la relation entre l'activité des neurones gustatifs peu spécifiques et les sensations suscitées par des mélanges de saveurs, on aura percé les secrets du codage neuronal dans le système gustatif.

Les différents travaux, de l'isolement des protéines réceptrices des cellules gustatives à l'étude de la perception neuronale des saveurs chez l'homme, précisent petit à petit le fonctionnement du goût. Les découvertes à venir constitueront des pistes pour la mise au point de nouveaux édulcorants et pour l'amélioration des substituts du sel et des graisses, c'est-à-dire pour la conception de nourritures et de boissons plus saines et néanmoins goûteuses.

David SMITH est professeur à l'École de médecine de l'Université du Maryland. Robert MARGOLSKEE est professeur de physiologie, de biophysique et de pharmacologie à l'École de médecine du Mont-Sinaï.

Bernd LINDEMANN, *Taste Reception*, in *Physiological Reviews*, vol. 76, n° 3, pp. 718-766, juillet 1996.

Ralph NORGREN, *The Gustatory System*, in *The Human Nervous System*, sous la

direction de George Paxinos, Academic Press, 1990.

David SMITH et Stephen ST. JOHN, *Neural Coding of Gustatory Information*, in *Opinion in Neurobiology*, vol. 9, n° 4, pp. 427-435, août 1999.

T. GILBERTSON, S. DAMAK et R. MARGOLSKEE, *The Molecular Physiology of Taste Transduction*, in *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 10, n° 4, pp. 519-527, août 2000.