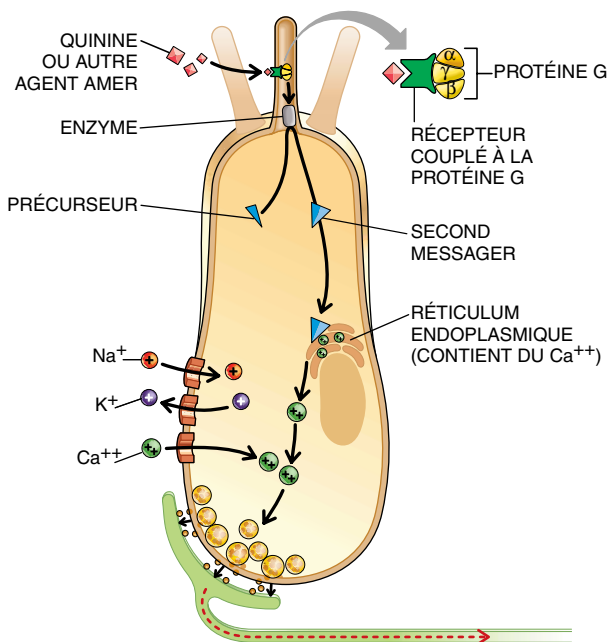
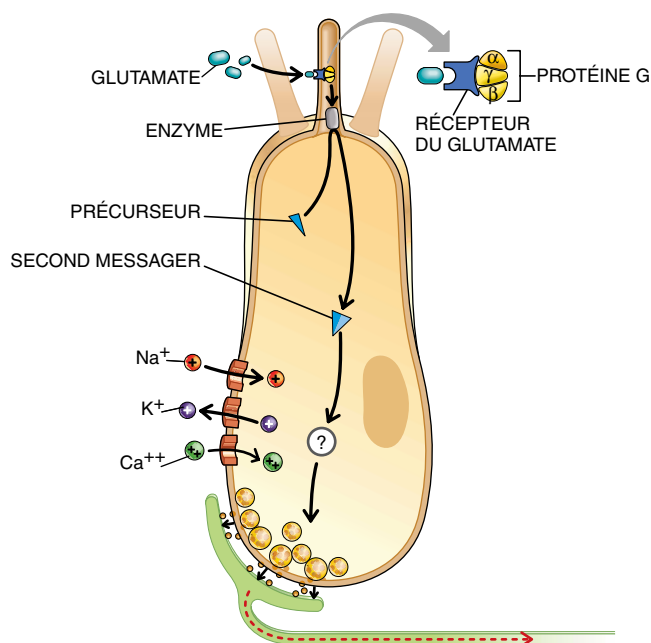




Les stimulus amers, telle la quinine, agissent aussi par l'intermédiaire des récepteurs couplés aux protéines G et des seconds messagers. Ici, sous l'action des seconds messagers, le réticulum endoplasmique libère des ions calcium. L'accumulation de ces ions provoque une dépolarisation des neurones et une libération de neuromédiateur.



Les acides aminés, tel le glutamate, à l'origine de la saveur umami, se lient à des récepteurs couplés à des protéines G et activent des seconds messagers. On n'a pas encore identifié toutes les étapes intermédiaires entre les seconds messagers et la libération du neurotransmetteur.

du gène *mt2r5* est liée à la sensation d'amertume conférée par l'antibiotique cycloheximide.

On n'a pas encore identifié les récepteurs du goût sucré. En 1998, Nirupa Chaudhari et Stephen Roper, de l'Université de Miami, ont identifié, chez le rat, un récepteur qui se lierait au glutamate. Ce récepteur serait responsable de la saveur umami. Cependant, la saveur umami n'est pas encore reconnue comme le cinquième goût fondamental. Le glutamate correspond peut-être à une sensation gustative particulière, mais, jusqu'à présent, seuls les Japonais ont un mot pour la désigner.

Une palette de saveurs

La saveur ne se résume pas à la simple juxtaposition de sensations perçues par quatre (ou cinq) types de récepteurs indépendants, chacun dévolu à un agent sapide primaire. Pour traduire l'information relative au goût, on parle en termes de sucré, salé, acide et amer, mais le goût relève de bien d'autres stimulus. Par exemple, nous ressentons l'intensité d'un goût, son caractère agréable, désagréable ou indifférent, la température et la texture des aliments. Les neurones gustatifs enregistrent simultanément toutes ces caractéristiques, de la même façon que le système visuel représente la forme, l'éclat, la couleur et le mouvement.

Les neurones gustatifs réagissent-ils spécifiquement à un agent sapide unique, tel le sel ou le sucre ? Ou bien participent-ils à l'élaboration de plusieurs saveurs ? Les neurones gustatifs centraux et périphériques réagissent à plusieurs classes de stimulus gustatifs. Bien que les neurones réagissent plus intensément à un agent sapide particulier, il sont souvent sensibles à divers stimulus gustatifs (voir la figure 2). Ainsi, le cerveau identifie des qualités gustatives variées à l'aide de combinaisons spécifiques de neurones activés.

Cette hypothèse avait déjà été émise, en 1940, par Carl Pfaffmann, de l'Université Brown. À l'aide d'études électrophysiologiques, il avait démontré que les neurones périphériques enregistrent tout un spectre de saveurs, et que la perception des saveurs résulte de l'activité de plusieurs neurones, puisque l'information de chaque neurone est ambiguë.

Cependant, dans les années 1970 et 1980, d'autres études avaient semblé montrer que des neurones spécifiques réagissaient de façon maximale à une saveur, c'est-à-dire qu'un type de cellules représente une qualité gustative donnée. Selon cette nouvelle hypothèse, des neurones sensibles au sucre signalent au cerveau le sucré, ceux qui sont sensibles au sel signalent le salé, etc.

Cette idée allait de pair avec le « découpage » de la langue humaine en régions spécifiques de la détection des goûts. Sur cette « carte du goût », le sucré est détecté par les bourgeons gustatifs du bout de la langue, l'acide par des bourgeons localisés sur les côtés, l'amer par des bourgeons du fond et le salé par des bourgeons latéraux.

Ces cartes du goût résultent d'une interprétation erronée de résultats acquis à la fin du XIX^e siècle ; elles sont fausses, mais, depuis leur apparition au début du XX^e siècle, elles persistent dans la littérature scientifique. En fait, toutes les qualités sapes sont perçues par toutes les régions de la langue, à condition que des bourgeons gustatifs y soient présents.

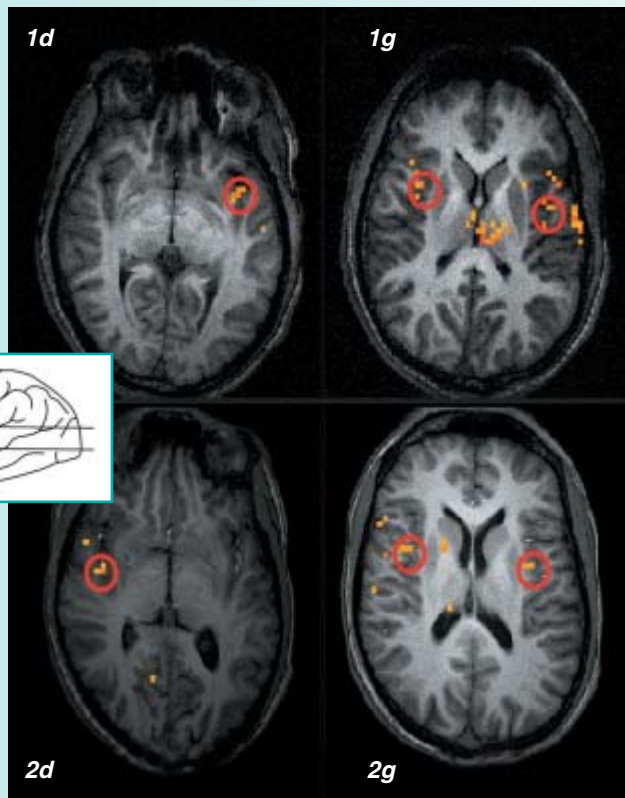
En 1983, nous avons montré que les neurones que l'on pensait dédiés à la détection spécifique du salé ou du sucré

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 (cercleées 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