

## LES MECANISMES SENSORIELS DE LA DEGUSTATION

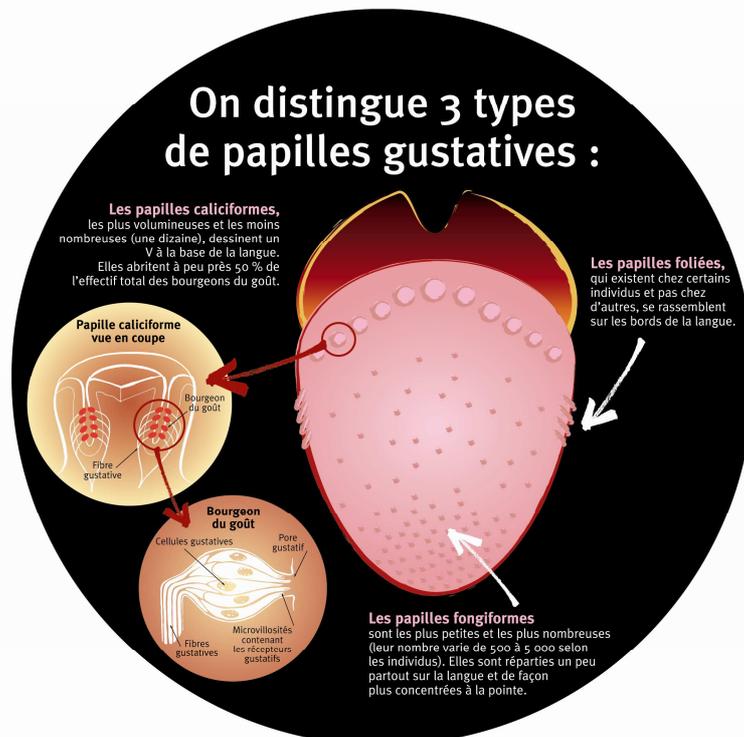
Le « goût » n'est rien d'autre qu'une représentation consciente inscrite dans la tête du mangeur, associée à des représentations hédoniques, sémantiques et culturelles. Cette **image mentale** résulte de l'activation d'une population de récepteurs sensoriels et de l'activité de voies et de centres nerveux. Contrairement à une croyance commune, *un aliment n'a donc pas de goût* ! Un aliment n'est qu'un ensemble de molécules sapides et odorantes et le goût se met à exister quand ces stimuli rencontrent les récepteurs sensoriels du mangeur.

En 2011, grâce aux avancées spectaculaires des sciences du goût, les mécanismes sensoriels de la dégustation sont en grande partie décryptés. Trois techniques ont participé à cette compréhension du fonctionnement des sens : à partir des années 1950, l'électrophysiologie permet de déchiffrer les signaux électriques qui sont les réponses nerveuses des récepteurs sensoriels. Puis, au cours des deux dernières décennies, la biologie moléculaire contribue à l'identification des récepteurs olfactifs et gustatifs et l'imagerie cérébrale fournit une vue d'ensemble sur les aspects spatio-temporels des fonctions cognitives. Le cerveau est ainsi étudié comme un gigantesque réseau de neurones, avec des interactions qui n'en finissent pas de surprendre par la richesse et par la puissance de leurs fonctions.

### LE « GOUT », UNE REPRESENTATION SYNTHETIQUE COMPLEXE

Dans le langage courant, le mot « goût » est porteur d'ambiguïté. En effet, le goût est une représentation complexe qui sollicite simultanément trois sensibilités :

- la gustation permet de ressentir les saveurs des aliments grâce aux bourgeons du goût logés dans les papilles de la langue (Cf. schéma N°1).

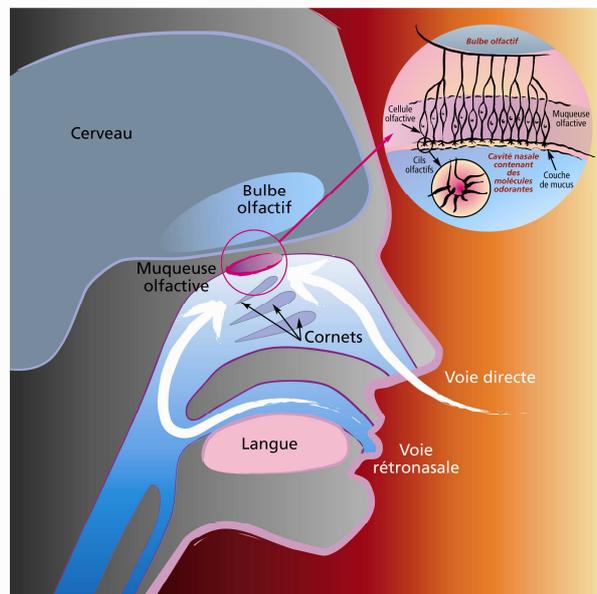


### Schéma N°1 : Les organes de la gustation.

Chaque bourgeon du goût contient une cinquantaine de cellules gustatives. Le pore gustatif des bourgeons, qui s'ouvre sur le milieu extérieur, est très resserré, son diamètre étant de l'ordre de 2  $\mu\text{m}$ . Cette configuration a pour effet de limiter au maximum le contact entre les cellules gustatives et la salive. Celle-ci est un environnement toxique pour les cellules car elle n'est pas un milieu rigoureusement régulé : selon les aliments ingérés, le pH salivaire, la viscosité, la charge microbienne fluctuent considérablement. Ainsi, même en limitant à moins de 1% la surface exposée à la salive, les cellules gustatives ont une espérance de vie d'une dizaine de jours seulement. Leur renouvellement est continu.

Le modèle qui présentait des zones de langue spécifiquement sensibles à certaines saveurs est actuellement invalidé, puisqu'une même papille répond à une multitude de molécules sapides. Cet ancien schéma est d'autant plus faux qu'il n'existe pas une seule et unique carte de sensibilités gustatives : chaque goûteur possède sa propre carte de sensibilités, selon la répartition de ses papilles à la surface de sa langue. La seule donnée valable pour tous est que l'amertume est perçue plus fortement à la base de la langue (mais ce n'est pas la seule saveur perçue dans cette zone linguale).

- **l'olfaction rétronasale est une composante majeure du goût. Elle permet d'appréhender les arômes de l'aliment**, c'est-à-dire les molécules odorantes qui empruntent l'arrière-gorge pour atteindre la muqueuse olfactive et stimuler les protéines réceptrices enchâssées dans la membrane des cils olfactifs (Cf. schéma N°2). Notons que les concentrations de molécules odorantes mesurées dans la cavité buccale et dans les fosses nasales sont parfaitement identiques, grâce à des phénomènes de simple diffusion. **Sans l'olfaction rétronasale, le goût serait spectaculairement appauvri et la reconnaissance des aliments extrêmement malaisée !** C'est un peu ce qui se produit lors d'un rhume : la couche de mucus qui recouvre la muqueuse olfactive s'épaissit considérablement, rendant plus difficile la rencontre entre les molécules odorantes et les récepteurs olfactifs.



### Schéma N°2 : Les organes de l'olfaction.

Les cellules olfactives enchâssées dans la muqueuse olfactive se trouvent directement exposées au milieu qu'elles analysent et risquent des attaques de vapeurs toxiques, de microbes, de virus... Mais ces neurones olfactifs ont la capacité de se renouveler,

leur durée de vie moyenne étant de cent jours. Le système olfactif fournit ainsi un bel exemple de neurogénèse post-natale chez les mammifères.

- **la sensibilité chimique du nerf trijumeau**, nerf crânien très polyvalent qui innerve toutes les muqueuses de la face, correspond au piquant du poivre, au brûlant du piment, du gingembre ou de l'alcool, au pétillant des boissons gazeuses, au rafraîchissant du menthol, à l'astringence des vins rouges tanniques, de l'artichaut cru, du thé trop infusé... (Cf. schéma N°3)

Cette sensibilité trigéminal est une **sensibilité diffuse**, qui n'est associée à aucun organe sensoriel différencié (comme c'est le cas pour l'olfaction et la gustation). En outre, elle répond à une majorité de molécules odorantes et de molécules sapides présentées à forte concentration.

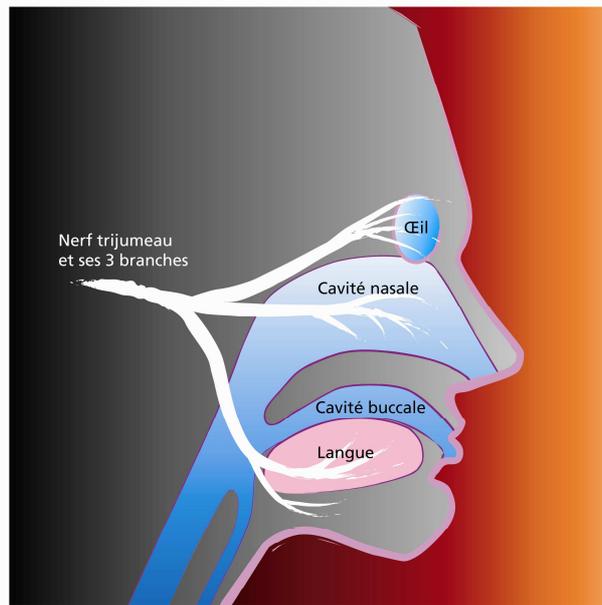
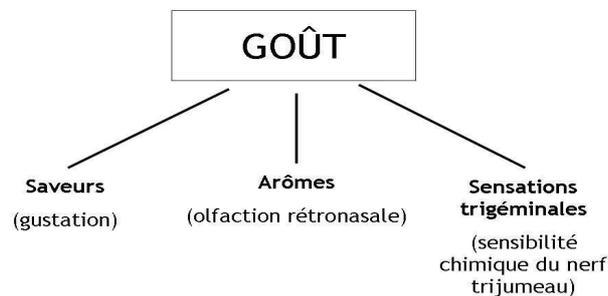


Schéma N°3 : L'innervation de la face par le nerf trijumeau.

La définition du goût peut donc être résumée par la figure ci-dessous :



**Même si ces trois sensibilités sont dotées de récepteurs et de voies nerveuses distinctes, leurs apports respectifs sont absolument indissociables pour le mangeur : les messages olfactif gustatif et trigéminal se rassemblent au niveau du thalamus et, au-delà de ce point de convergence, la représentation mentale du goût est totalement intégrée.**

Tous les autres sens complètent bien sûr cette « image du goût » :

- **la vision apporte des informations sur l'aspect, la couleur et la forme de l'aliment.** Ces informations visuelles créent des **attentes fortes** par rapport au goût qui sera perçu en bouche : en effet, la vue dispose d'une avance suffisante sur les autres sens pour solliciter la mémoire et faire ressurgir dans la conscience des goûts associés à l'aspect, la couleur ou la forme de l'aliment. Ainsi, une boisson rosée servie sans plus d'information évoquera probablement un goût plus ou moins marqué de fruit rouge !
- **l'olfaction directe détecte les odeurs qui émanent de l'aliment.** Celles-ci diffèrent souvent des arômes perçus lors de la dégustation : en bouche, la mastication permet de libérer certaines molécules odorantes qui étaient peu perceptibles au nez et la température à l'intérieur de la bouche, environ 32°C, facilite la diffusion des arômes.
- au niveau des doigts et de la bouche, **les sensibilités mécaniques de la peau et de l'intérieur du corps** (muscles, tendons et articulations) fournissent une évaluation très fine de la **texture**.
- **la sensibilité thermique nous informe sur les variations de température** subies par la peau au contact de l'aliment.
- même **l'audition participe à la dégustation** avec la perception des sons produits lors de la mastication et de la déglutition.

## **DES DIFFERENCES QUI RESIDENT ESSENTIELLEMENT AU NIVEAU DES ENTREES SENSORIELLES...**

Les protéines réceptrices situées dans les organes sensoriels jouent un rôle d'interface entre le monde extérieur et l'intérieur du corps : elles transforment un signal externe, de nature physique ou chimique, en un signal électrique qui se propage vers les centres nerveux supérieurs.

**Pour les sens physiques** (vision, toucher, audition), **ces récepteurs sont codés par un petit nombre de gènes** : quatre gènes seulement dirigent la synthèse des récepteurs visuels pour les couleurs ; le petit nombre de gènes qui codent pour les mécanorécepteurs de la somesthésie ou de l'audition ou pour les thermorécepteurs du chaud ou du froid n'est pas encore exactement connu. En revanche, **les sens chimiques montrent une diversité beaucoup plus grande de récepteurs** :

- une cinquantaine de récepteurs pour la gustation (récepteurs transmembranaires pour la détection des molécules organiques, canaux ioniques pour la détection des ions  $H^+$ , responsables de l'acidité, et des ions  $Na^+$ , responsables de la saveur salée),
- 347 gènes codant à peu près autant de récepteurs olfactifs (l'olfaction mobilise donc à elle seule environ 1% de notre génome).

Une autre différence importante oppose les sens physiques et les sens chimiques : **les récepteurs des sens physiques répondent spécifiquement à certains stimuli**, avec un haut degré de spécialisation. Par exemple, les corpuscules de Paccini répondent à des vibrations cutanées profondes, alors que les corpuscules de Meissner, situés près de la surface de la peau glabre, permettent de sentir des contacts les plus légers ...

En revanche, **les récepteurs des sens chimiques montrent une sélectivité plus faible** : que ce soit pour la gustation ou pour l'olfaction, une molécule quelconque a toutes les chances d'être compatible avec une bonne dizaine de récepteurs distincts et un récepteur donné peut se lier à plusieurs dizaines de molécules différentes. Ainsi, le codage d'une saveur repose sur l'activation d'une **combinaison** de récepteurs gustatifs. De même, une odeur est représentée par une **combinaison** de récepteurs activés. Ceci explique qu'avec un nombre relativement

limité de récepteurs, nous sommes capables de détecter et de discriminer des milliers de saveurs et des milliers d'odeurs (mais si le dégustateur peut percevoir une multitude de saveurs, il manque de vocabulaire pour les décrire : les termes « salé », « sucré », « acide » et « amer » ne doivent pas être considérés comme des modalités isolées et indépendantes mais comme de simples jalons dans un espace gustatif infiniment plus riche). **La faible spécificité des récepteurs gustatifs et olfactifs, loin d'être une imperfection, est source d'un extraordinaire pouvoir discriminatoire !**

### **... ET UNE UNITE DANS LE FONCTIONNEMENT DES SENS.**

Une fois le signal externe traduit en message électrique, **les informations sensorielles sont toutes codées selon le même principe quel que soit le sens considéré, comme si tous les sens « parlaient le même langage » : l'intensité de la sensation est codée dans le temps et sa nature (ou qualité) est codée dans l'espace.**

- **Pour l'intensité de la sensation**, plus la stimulation est forte, plus les impulsions électriques formant le message sensoriel ont une fréquence élevée. Les autres caractéristiques du message sont invariantes : les impulsions électriques cheminent le long de la fibre nerveuse avec une amplitude de 130 millivolts et une vitesse de propagation d'environ 1 mètre par seconde.
- **Quant à la qualité de la sensation**, elle est représentée par une « image sensorielle », véritable motif graphique dessiné par l'ensemble des neurones excités par le stimulus : ce codage de forme, décrypté par le cerveau comme un idéogramme chinois, permet une fabuleuse finesse de discrimination des stimuli.  
Notons aussi que pour un sujet donné, le même stimulus produira à chaque fois quasiment la même image, ce qui permet sa reconnaissance par la mémoire. Mais l'image sensorielle présente quand même une certaine plasticité, puisqu'elle peut être modulée par l'apprentissage ; par exemple, dans le domaine de l'olfaction, l'entraînement permet une discrimination plus précise d'odeurs similaires et améliore le seuil de détection d'une odeur d'un facteur 7 à 9.

**A eux seuls, ces 2 codages rendent compte de l'extraordinaire complexité et de l'immense variété des stimulations qui nous entourent !**

**L'« unité des sens » concerne non seulement le codage mais aussi le traitement subi par l'information sensorielle** : la mise en forme effectuée dans le premier relais nerveux de la chaîne sensorielle produit toujours une amplification considérable des contrastes du message brut ; là où l'intensité de l'excitation est la plus forte, elle est transmise avec une légère atténuation ; là où elle est la plus faible, elle est réduite au silence. Ces transformations, répétées au sein du ou des noyau(x) suivant(s), produisent des images sensorielles bien marquées. **L'ensemble de ces traitements aboutit à une réduction considérable du volume de l'information, initialement diffuse et surabondante, et à une conservation parfaite de tous les traits caractéristiques du message.**

Enfin, **les images sensorielles traitées dans les différentes aires du cortex cérébral fusionnent dans le cortex frontal pour ne former qu'une seule et unique image multisensorielle**. Au total, il aura fallu environ 1 seconde pour traiter ces milliers d'informations issues des diverses entrées sensorielles et faire émerger la représentation de l'aliment dans la conscience (la dernière étape du traitement, appelée intégration, est la plus

lente puisqu'elle nécessite à elle seule plusieurs dixièmes de secondes, alors que le fonctionnement des voies afférentes est quasiment instantané).

Ainsi, l'individu n'a conscience que du résultat final du traitement de l'information sensorielle : c'est à ce moment que les sensations deviennent perceptions. **Celles-ci ne sont en aucun cas la réplique fidèle du monde extérieur, mais une représentation des stimulations construite par notre système sensoriel et notre cerveau.** Associées à l'ensemble du contexte du moment et aux informations hédoniques et sémantiques préalablement mémorisées, ces perceptions sont indissociables de l'action. Elles nous permettent d'être en interaction permanente avec le monde et de déclencher le comportement le plus approprié, en l'occurrence pour une dégustation, avaler l'aliment ou ne pas l'avalier !

## **LE « GOUT-PLAISIR » OU LES PREFERENCES POUR L'ALIMENT**

L'idée prévalente jusqu'au milieu du vingtième siècle était que l'aliment portait en lui-même un « goût » et que celui-ci pouvait être « bon » ou « mauvais ». La neurophysiologie vient bousculer et remettre en cause cette conception : d'une façon générale, la valeur hédonique attribuée à un aliment dépend largement de l'expérience individuelle et de l'apprentissage. En effet, l'image sensorielle acquise par le cerveau permet uniquement de reconnaître la nature et l'intensité de la stimulation et elle ne comporte aucune connotation hédonique. **Si nous aimons un aliment, c'est parce que son image sensorielle est associée dans notre mémoire à une sensation de plaisir, les mécanismes de ce conditionnement restant totalement en-dehors du champ de la conscience :** à chaque consommation, les aliments sont identifiés par leur image sensorielle (aspect, odeur, goût, texture) qui ne reflète que leurs propriétés physico chimiques et ils reçoivent un « label hédonique » qui reflète l'état de plaisir ou de déplaisir du mangeur.

Dans ce modèle, la saveur sucrée et l'amertume font quelque peu figure d'exception. En effet, le système gustatif humain est construit de telle sorte que ces messages sensoriels reçoivent une interprétation affective automatique, largement indépendante de l'expérience : le sucré est apprécié de façon innée par le petit d'Homme, alors que l'amertume est rejetée.

**Les appréciations attachées aux aliments sont extrêmement plastiques :** alors que l'image sensorielle est relativement stable, le jugement affectif est perpétuellement actualisé, en fonction de la signification biologique, psychologique, sociale et culturelle de l'aliment ingéré. Ceci explique que les préférences et aversions alimentaires d'un individu évoluent tout au long de sa vie et que le mangeur puisse se mettre à apprécier des aliments amers, initialement aversifs : l'étiquette hédonique des aliments provient du vécu du mangeur et non des aliments eux-mêmes.

Enfin, notons que **notre réponse affective envers les aliments est immédiate et spontanée** et précisons que, dans le domaine de l'olfaction, les odeurs désagréables font l'objet d'un traitement plus rapide que les odeurs neutres ou agréables (diverses données plaident en faveur de l'existence de deux sous-systèmes neuronaux distincts dans le traitement des odeurs plaisantes et déplaisantes). Cette réponse hédonique intervient bien avant la description des qualités sensorielles de l'aliment, sans doute parce **qu'elle revêt une forte valeur adaptative** : le plaisir, véritable fonction physiologique de l'organisme, ne se limite pas à créer un sentiment positif fugace mais il oriente les choix alimentaires en incitant le mangeur à agir dans un sens qui lui est favorable.

## LES DIFFERENCES ENTRE GOÛTEURS

En matière d'odeurs et de goûts, il nous est absolument impossible d'imaginer ce que perçoit notre voisin de table, qui consomme pourtant le même mets ou la même boisson que nous. En effet, **les perceptions chimiosensorielles** (olfactives et gustatives) **sont éminemment variables d'une personne à une autre**, comme l'attestent toutes les mesures de seuils de détection ou de sensibilité supraliminaire effectuées sur des populations de goûteurs. Dans le domaine de la gustation, pour une substance aussi banale que le saccharose, notre sucre de table, les seuils de détection varient dans un facteur dix, c'est-à-dire que la plus petite concentration détectée varie du simple au décuple selon les goûteurs. Ainsi, le yaourt standard vendu aux consommateurs, sucré à environ 12 %, sera perçu comme très sucré par certains et peu sucré par d'autres. Autre exemple édifiant : une insensibilité au glutamate de sodium, ou agueusie spécifique, a été mise en évidence en 2002 chez 3,5 % de la population française. Cette agueusie a une origine héréditaire ; les sujets qui en sont atteints sont incapables de détecter la saveur singulière apportée par le glutamate de sodium, une saveur qui se rapproche de la note « bouillon de viande ». Les différences de perceptions gustatives peuvent aussi concerner la nature de la saveur perçue. Par exemple, une molécule sapide utilisée en laboratoire, le méthyl- $\alpha$ D-manno-pyranoside (MMP), est perçue comme sucrée par un tiers des individus, amère par un autre tiers, et à la fois sucrée et amère par le dernier tiers des goûteurs.

**Dans le domaine de l'olfaction, les différences de sensibilité sont aussi une règle, et non une exception.** Ainsi, pour déceler la présence d'un composé volatile, les personnes les plus sensibles ont souvent besoin de 1 000 fois moins de molécules que les personnes les moins sensibles ! Ces différences de sensibilité se comprennent facilement quand on sait que parmi les 347 gènes qui codent nos récepteurs olfactifs, la moitié ont subi des mutations, c'est-à-dire des changements dans la séquence du gène. Par conséquent, les récepteurs olfactifs ont une forme différente d'une personne à une autre et ils ne sont pas activables par les mêmes molécules odorantes.

Ainsi, **quand il s'agit de percevoir des odeurs et des goûts, chaque individu est unique.** La raison en est que chacun possède un bagage génétique qui lui est propre et donc un équipement en récepteurs olfactifs et gustatifs qui lui est propre. Et vu l'incroyable diversité des populations de récepteurs chimiosensoriels, l'image mentale d'une odeur ou d'un goût, qui correspond à la carte des récepteurs sensoriels activés, sera bien différente d'une personne à une autre.

**Si les différences perceptives sont spectaculaires dans le domaine de l'olfaction et du goût, elles sont en revanche très faibles dans le domaine des sens physiques** (vue, audition et toucher) : nous voyons tous à peu près les mêmes choses, entendons à peu près les mêmes choses et percevons les textures et les températures à peu près de la même façon car les populations de récepteurs concernées sont beaucoup plus homogènes que dans le cas de l'olfaction et du goût.

Enfin, un autre niveau de différence entre les goûteurs s'ajoute aux différences de sensibilités olfactives et gustatives : **les différences de jugements hédoniques.** Comme nous l'avons vu précédemment, la valeur affective attachée à un produit dépend du vécu, des expériences et de la culture de chacun, et pas directement des caractéristiques sensorielles de l'aliment. C'est ainsi que les expériences individuelles tendent à singulariser les préférences alimentaires des mangeurs, alors que la culture tend plutôt à les harmoniser.

## Bibliographie

- FAURION A., 1996, *Le goût : un défi scientifique et intellectuel*. *Psychol Fr* ; 41 :2177-225.
- HOLLEY A., 2006, *Le Cerveau Gourmand*, Odile Jacob.
- VINCENT JD., AMAT JM., 2000, *Pour une nouvelle physiologie du goût*, Odile Jacob.
- *L'ABCdaire des Cinq Sens*, 1998, Flammarion.
- Numéro spécial de *La Recherche* N°443 « La nouvelle physiologie du goût », juillet-août 2010.