

Roland Salessse

Le

**cerveau**

**cuisinier**

Petites leçons de  
**neurogastronomie**



éditions  
**Quæ**



Roland Salesse

# Le cerveau cuisinier

## Petites leçons de neurogastronomie

Éditions Quæ

Éditions Quæ  
RD 10  
78026 Versailles Cedex  
[www.quae.com](http://www.quae.com)  
[www.quae-open.com](http://www.quae-open.com)

ISBN (papier) : 978-2-7592-3444-8  
ISBN (PDF) : 978-2-7592-3445-5  
ISBN (ePub) : 978-2-7592-3446-2

© Éditions Quæ, 2022

Pour toutes questions, remarques ou suggestions : [quae-numerique@quae.fr](mailto:quae-numerique@quae.fr)

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.

# Table des matières

<b>Introduction</b>	5
0.1. Aliments : du solide, du liquide et... du gazeux	6
0.2. Manger, entre équilibre biologique, gourmandise et déterminants sociaux-économiques	9

---

## CHAPITRE 1

<b>TÊTE</b>	13
1.1. Bouche	13
1.2. Mastication	14
1.3. Langue	21
1.4. Salive	23
1.5. Déglutition	29
1.6. Microbiote buccal	31
1.7. Gustation	31
1.8. Odorat	48
1.9. Respiration	58

---

## CHAPITRE 2

<b>VENTRE</b>	61
2.1. Système nerveux entérique	62
2.2. De l'estomac à l'intestin	67
2.3. Intestin grêle et gros intestin	69
2.4. Foie	70
2.5. Reins	72
2.6. Microbiote intestinal	74
2.7. Axe intestin-cerveau	78

---

## CHAPITRE 3

<b>LE CERVEAU RÉGULATEUR</b>	81
3.1. Réguler la balance énergétique : l'hypothalamus	81
3.2. Réguler la balance énergétique ; oui, mais comment ?	83
3.3. Les trois rôles de l'insula	88
3.4. Soif	89
3.5. Le cerveau horloger... mais le corps aussi	93
3.6. Jeûne	101

## CHAPITRE 4

<b>LE CERVEAU GOURMAND</b>	105
4.1. Le système de la récompense : entre aimer et désirer	106
4.2. Les réseaux du cerveau	110
4.3. Émotionnel contre sensoriel ?	112
4.4. Amorçage	114
4.5. Commensalité	115

## CHAPITRE 5

<b>MANGER... AU DÉBUT DE LA VIE ET AU DÉBUT DE L'HUMANITÉ</b>	119
5.1. Premier âge	119
5.2. Âges premiers	132

## CHAPITRE 6

<b>MANGER EN SOCIÉTÉ</b>	145
6.1. Manger la terre	146
6.2. Le sucre dévastateur	148
6.3. Multinationales et consommateurs	155
6.4. Nostalgie du pays et adaptation	157
<b>Conclusion :</b>	
<b>NEUROESTHÉTIQUE ET ART CULINAIRE</b>	161
C.1. Neuroesthétique et sélection sexuelle	162
C.2. L'esthétique de la vie quotidienne	164
C.3. Se nourrir peut-il être un art ?	165
<b>Annexe : le cerveau en raccourci</b>	167
A.1. Organisation générale du cerveau	167
A.2. Les noyaux centraux	168
A.3. Nerfs crâniens et tronc cérébral	171
<b>Bibliographie</b>	175
<b>Crédits iconographiques</b>	188
<b>Remerciements</b>	191

# Introduction

« La gastronomie est la connaissance raisonnée de tout ce qui a rapport à l'homme, en tant qu'il se nourrit. » Voilà comment Brillat-Savarin (1825) définit la gastronomie dans sa *Physiologie du goût*<sup>1</sup>. Et, il poursuit : « La gastronomie tient à l'histoire naturelle... à la physique... à la chimie... à la cuisine... [mais aussi] au commerce [et à l'industrie]... Enfin, à l'économie politique. »

Je fais miens les propos de Brillat-Savarin. Si l'homme est un « animal qui cuisine » selon James Boswell<sup>2</sup>, c'est aussi un « homme neuronal » d'après Jean-Pierre Changeux<sup>3</sup>, et c'est – surtout – un animal social. Finalement, comme beaucoup d'activités humaines, notre alimentation résulte d'un compromis entre nature et culture, et c'est le cerveau qui décide, consciemment ou non, d'où l'ajout du préfixe « neuro » (figure 01).

Ce que nous mangeons devient nous-mêmes, c'est pourquoi nous nous interrogeons tellement sur notre alimentation : aux inquiétudes concernant la malbouffe et « l'épidémie » d'obésité, est venu s'ajouter l'impact environnemental de la production des denrées, tandis que nous croulons sous les publicités, les conseils, voire les injonctions ou les interdits, diététiques, religieux ou gastronomiques. Ce qui n'était qu'un comportement de survie (« il faut manger pour vivre ») se charge de multiples significations émotionnelles, culturelles, identitaires qui prennent le pas sur les simples besoins biologiques. Pêle-mêle, les médias nous vantent les plaisirs de la bonne chère, mais aussi du manger « authentique », « bio », « local », « paléo », « végan » et même du jeûne !

Dans ce contexte complexe, anxiogène ou tentateur, il est bon de revenir aux fondamentaux.

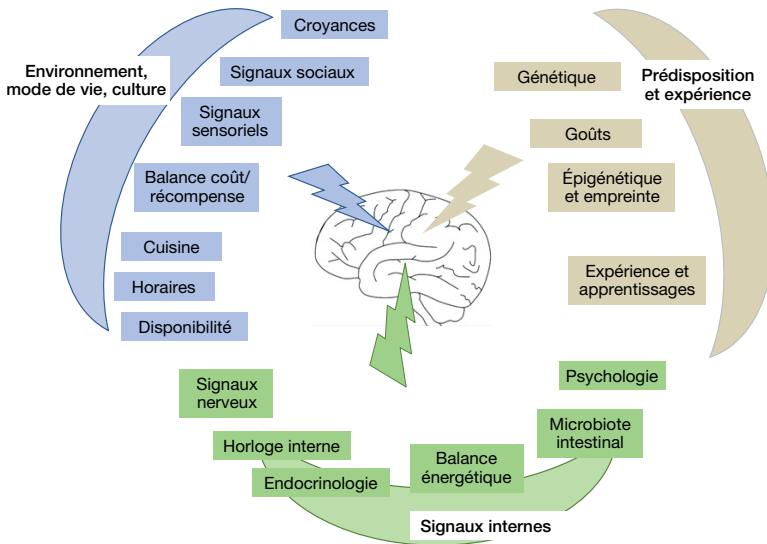
Il n'y a pas d'activité physiologique qui mobilise autant l'organisme que la nutrition. Fonctions motrices pour se procurer les denrées, les amener à la bouche, les mastiquer et les avaler. Fonctions sensorielles pour reconnaître et évaluer la nourriture. Fonctions largement non-conscientes du tube digestif : enzymatiques, motrices, sensorielles, neuroendocrines. Et, en maître de cérémonie, le cerveau qui collecte les informations corporelles et environnementales, et qui en fait la synthèse. Il planifie les approvisionnements, commande l'acte de manger et sa cessation ; c'est le cerveau qui régule les heures des repas, lui qui orchestre les relations entre les différents organes du corps, bien au-delà de ceux de la digestion.

---

1. Jean Anthelme Brillat-Savarin (1755-1826), magistrat et célèbre gastronome français. Extrait de sa *Physiologie du goût*, Première Partie, Méditation III, paragraphe 18 : « Définition de la gastronomie ».

2. James Boswell (1740-1795), biographe, chroniqueur et avocat écossais.

3. Jean-Pierre Changeux (né en 1936) est un grand chercheur français. Ses travaux s'étendent de la structure des protéines à la cognition. Il a publié *L'homme neuronal*, en 1983, aux éditions Fayard. Grand amateur d'art, il s'intéresse à la perception du beau.



**Figure 0.1.** Le cerveau comme intégrateur des signaux internes, environnementaux et empiriques.

C'est lui encore qui forme et engrange les images sensorielles des aliments, et qui apprend la façon de les manger. C'est ainsi que se déterminent nos choix alimentaires, mais aussi leur valeur, et jusqu'au jugement esthétique.

Manger est également un acte social, économique, culturel et artistique... Où commence l'acte de manger ? À la mise en bouche des mets ? À leur préparation ? Quand on fait les courses ? Quand on invite des commensaux ? Quand l'agriculteur décide de semer du blé ? Quand des marchés mondiaux s'organisent autour des denrées alimentaires ? Et où finit-il ? À l'incorporation des nutriments dans le corps ? À l'élimination des déchets, déchets de notre corps, mais aussi emballages, épiluchures, gaspillage ?

Prendre en compte toutes ces dimensions est l'objet de la neurogastronomie. Encore une nouvelle « neuro » – science, me direz-vous ! Mais elle s'est concrétisée par la fondation, fin 2015, de la Société Internationale de Neurogastronomie<sup>4</sup>. *Neurogastronomy*, le livre de Gordon Shepherd, grand neurobiologiste et professeur à l'université Yale (New Haven, Connecticut) a inspiré mes premières réflexions (Shepherd, 2012). En nous attablant, nous ne faisons pas qu'invoquer la « simple » (et déjà bien complexe) régulation physiologique de l'appétit. Au niveau individuel, nous pensons choisir nos mets en fonction de nos « goûts », c'est-à-dire de nos apprentissages et de notre expérience. Mais eux-mêmes sont fortement dépendants du contexte social, culturel et agro-industriel dans lequel nous évoluons. C'est dire qu'en définitive, nous mangeons des symboles et des croyances.

## 0.1. Aliments : du solide, du liquide et... du gazeux

Quand nous pensons « nourriture », nous pensons d'abord aux nourritures solides. Mais il ne faut pas oublier que notre corps contient 60 à 65 % d'eau (75 % pour un bébé ; 76 % d'eau

4. <https://isneurogastronomy.org/>



dans le cerveau). Et, encore plus oublié, l'oxygène (O<sub>2</sub>) de l'air est l'indispensable comburant de notre production énergétique. Si l'on peut survivre plusieurs semaines sans manger, l'absence d'eau est fatale en quelques jours et l'absence d'oxygène en quelques minutes !

Il existe tellement d'informations sur les aliments que je me limiterai au strict essentiel.

On distingue macro- et micro-nutriments : les premiers sont présents en grande quantité dans notre ration (eau, protéines, glucides, lipides, sodium), les seconds en faible ou très faible quantité, comme les vitamines ou certains ions minéraux. Il ne faut pas oublier le microbiote intestinal (qu'on appelait « flore » intestinale) : le métabolisme de ces microbes peut générer des nutriments absents de la ration.

Les sciences de la nutrition s'intéressent largement à la régulation de la prise de macronutriments mais, puisque nous parlons (neuro)gastronomie, certaines molécules odorantes ou sapides (sapide = qui a du goût), même si elles sont peu abondantes (micronutriments), jouent un rôle sensoriel capital pour identifier et apprécier les mets.

Les macronutriments d'origine biologique sont des protéines, des glucides et des lipides, le plus souvent consommés sous forme de macromolécules (ou polymères) que la digestion doit réduire à ses plus simples éléments pour les rendre assimilables ; respectivement : acides aminés, monosaccharides et acides gras.

Ils sont souvent classés en nutriments énergétiques (lipides, glucides) et nutriments de constitution (protéines, lipides, eau, calcium), mais l'organisme utilise aussi les glucides pour ses propres biosynthèses, tandis qu'en cas de disette, il peut consommer ses réserves protéiques d'origine musculaire, rénale et intestinale pour générer du glucose.

Un moyen pratique d'évaluer la ration alimentaire est de mesurer son énergie. On considère qu'un adulte moyen doit recevoir une ration de l'ordre de 2 400 kcal/jour<sup>5</sup>. Au repos (sommeil), on consomme environ la moitié, tandis qu'un travailleur de force pourra en dévorer le double. Comme beaucoup de valeurs biologiques, celles-ci changent avec l'âge et le sexe, mais varient également d'un individu à l'autre. En moyenne, les glucides et les protéines fournissent 400 kcal/100 g et les lipides 900. Pour donner quelques repères, voici des chiffres d'aliments courants, en fraction de la ration moyenne quotidienne :

Aliment	de la ration	Aliment	de la ration
Viande 200g	10%	Soupe, une assiette	2,5%
Poisson blanc 200g	8,3%	Pain 100g	12,5%
Nouilles 200g	10%	Jus d'orange 125 ml	5%
Pommes de terre 200g...	6,2%	Vin rouge 125 ml	3,3%
<i>mais</i> : pommes de terre frites 200g	20%	Coca-Cola (original) 250 ml	4,3%
Carottes 200g	2,5%	Barre chocolatée	10%

Quelquefois, les solides sont en solution dans l'eau. C'est ainsi que le sucre ou le sel échappent à notre attention car nous les consommons « liquides ».

5. Bien que la norme internationale préconise le joule comme unité d'énergie, en nutrition on utilise la calorie, qui vaut 4,18 joules, ou plutôt la kilocalorie (kcal), qui vaut 1000 calories, soit 4 180 joules. La calorie est l'énergie nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 millilitre d'eau. Il fut un temps où on l'appelait « petite calorie » pour la différencier de la « grande calorie », qui est la kcal.

Les réserves énergétiques du corps (lipides et glucides) ne sont pas équivalentes (Yeo, 2018<sup>6</sup>). Les lipides (ou graisses), avec (normalement) 10 à 20 kg stockés dans les adipocytes sous-cutanés et intestinaux, constituent la réserve à long terme qui nous permettrait de supporter un jeûne de 40 jours. Les glucides (ou sucres) sont beaucoup moins abondants et constituent la réserve mobilisable immédiatement. Le sang ne constitue qu'une source modeste de 4 g de glucose, mais constamment renouvelée car la glycémie est régulée à 0,9 g de glucose par litre de sang<sup>7</sup>. Le stock de glucide est constitué d'environ 500 g de glycogène, stocké principalement dans les muscles (400 g), le foie (100 g) et éventuellement les reins.

Mais, alors que les lipides sont les gros fournisseurs d'énergie, les glucides servent aussi aux biosynthèses des molécules biologiques car le glucose est une brique moléculaire de base pour leur fabrication. Si bien que, même pour un jeûne court (par exemple la nuit chez les espèces diurnes comme l'homme), et encore plus pour un jeûne prolongé, l'organisme épargne ses réserves glucidiques et mobilise ses lipides (Mithieux, 2020). À partir des acides gras, le foie libère dans le sang des corps cétoniques (acétoacétate,  $\beta$ -D-hydroxybutyrate, acétone). Ces corps cétoniques représentent une importante source d'énergie pour le cerveau, mais aussi pour les organes très actifs comme les reins, l'intestin et le cœur.

Non seulement le cerveau contrôle notre alimentation, mais il en est lui-même très dépendant. En effet, bien qu'il ne pèse que 2 % du poids du corps, il consomme 20 % de son énergie au repos<sup>8</sup>. Sa nourriture favorite est le glucose (25 % de la consommation au repos; Bordone *et al.*, 2019), mais les neurones ne le consomment pas directement. Ce sont les astrocytes<sup>9</sup> qui prélèvent le glucose du sang, puis le transforment en lactate<sup>10</sup>, avant de le délivrer aux neurones. En période de jeûne, les astrocytes utilisent les corps cétoniques à la place du glucose. Le cerveau ne dispose pas de stocks énergétiques : il est entièrement dépendant de l'alimentation sanguine. En cas d'interruption du flux sanguin (ischémie), dû par exemple à un accident vasculaire cérébral (AVC), les réserves des neurones ne durent pas plus de quelques minutes ; c'est pourquoi il faut intervenir très rapidement. Et, en cas de diabète, c'est au contraire sur le long terme que l'hyperglycémie les détériore lentement.

L'eau a de multiples rôles. Elle sert de solvant, c'est la base de tous les fluides biologiques ; elle participe aux réactions enzymatiques, elle permet la circulation des fluides dans le corps, elle prend part à l'élimination des déchets, elle est indispensable à la régulation thermique (Frenkel-Pinter *et al.*, 2021). Les besoins estimés varient entre 1,5 et 2,5 litres par jour. La consommation augmente avec la température et l'exercice physique ; mais l'organisme ajuste aussi la boisson en fonction de la masse de la ration. Le sait-on ? Parmi les adaptations aux milieux secs et chauds des caméléon (chameaux, dromadaires) figurent les bosses. C'est

6. Je conseille la lecture de son livre *Gene eating. The story of human appetite*.

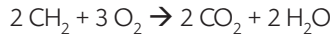
7. Une valeur voisine se retrouve chez d'autres mammifères. Il est intéressant de constater que la glycémie est plus faible chez les ruminants (0,4 à 0,7 g/litre), car les bactéries de leur rumen produisent des acides gras volatils qui fournissent l'énergie que le glucose n'apporte pas.

8. Chez la majorité des vertébrés, le cerveau ne consomme que 2 à 8 % de l'énergie corporelle au repos (Bordone *et al.*, 2019).

9. Les cellules gliales (oligodendrocytes, astrocytes et microglie) sont aussi nombreuses que les neurones et indispensables à leur fonctionnement (Gundersen *et al.*, 2015).

10. Le lactate est l'ion (chargé négativement) de l'acide lactique. Outre sa fonction métabolique, le lactate provoque la mobilisation de l'ion magnésium (Mg<sup>++</sup>), qui est un co-facteur indispensable de l'ATP (Daw *et al.*, 2020).

un stock de graisse. Mais que donnent les lipides lorsqu'ils sont oxydés ? de l'eau ! Les acides gras sont essentiellement des polymères de  $(CH_2)$ ; leur oxydation cellulaire par l'oxygène libère du dioxyde de carbone et de l'eau :



L'atmosphère contient 21% d'oxygène et 78% d'azote. Si l'azote est un gaz inerte (azote signifie « privé de vie » en grec), l'oxygène est un oxydant puissant (en langage chimique : un accepteur d'électrons). Il présente donc des avantages et des inconvénients. Avantage : c'est le comburant abondant et disponible pour oxyder les nutriments dans les cellules, ce qui produit leur énergie. Inconvénient : il génère aussi des radicaux libres, des produits chimiques particulièrement réactifs qui peuvent endommager les cellules, conduisant à des dégâts divers : inflammation chronique, vieillissement, cancers (mais l'organisme a des protections<sup>11</sup>). Cependant, les radicaux libres possèdent un bon côté : ils sont utilisés par nos défenses immunitaires innées pour détruire les microorganismes pathogènes.

Du point de vue évolutionnaire, l'oxygène possède un avantage décisif : il est présent partout dans l'atmosphère (**encadré 0.1**). Avant sa disponibilité, il y a environ 2,5 milliards d'années (2,5Mda), les premières formes de vie, restreintes à l'océan, dépendaient soit de l'énergie solaire, soit de sources ponctuelles de soufre comme accepteur d'électrons. L'oxygène a permis la colonisation de tous les biotopes, marins, aériens et terrestres.

## 0.2. Manger, entre équilibre biologique, gourmandise et déterminants sociaux-économiques

La base même de la vie est le renouvellement, non seulement la reproduction des individus, mais aussi le renouvellement au niveau moléculaire du contenu de nos cellules. La machinerie cellulaire a besoin de deux choses pour opérer ses biosynthèses : de la matière première, sous forme de molécules chimiques, et de l'énergie pour accomplir ces synthèses. Tout cela est fourni par l'alimentation.

Or, on observe que la plupart des animaux, même quand ils sont nourris *ad libitum*, cessent de s'alimenter quand la satiété est atteinte. Comment donc se passe cet ajustement de la prise alimentaire aux besoins ? Le principe général de fonctionnement est que l'organisme possède deux systèmes senseurs et une coordination centrale. Le premier système senseur donne à tout moment un état des stocks internes et le deuxième, au cours du repas et de la digestion, mesure la qualité et la quantité de la ration. Le cerveau assure la coordination pour anticiper et ajuster le repas aux besoins, en s'appuyant largement sur sa mémoire, une base empirique de données alimentaires acquise au cours de la vie.

Les principaux rapporteurs de l'état des stocks s'appellent leptine pour les graisses et glycémie pour les glucides. La leptine est une hormone produite par le tissu adipeux ; l'augmentation de la leptine a un effet anorexigène (qui stoppe la prise alimentaire). La glycémie mesure le taux de glucose dans le sang ; la baisse de la glycémie est orexigène (qui fait manger) et sa montée est anorexigène.

11. Les espèces à vie longue disposent de défenses chimiques et enzymatiques qui neutralisent les radicaux libres, diminuent l'inflammation et entretiennent l'ADN et les protéines (Stenvinkel & Shiels, 2019). Entre la souris et la baleine à bosse, l'homme est une espèce intermédiaire.

### Encadré 0.1. Oxygène et oxydation

On sait que l'oxygène fut découvert simultanément par l'Anglais Priestley et le Français Lavoisier. Mais Joseph Priestley (1733-1804, théologien, pasteur, philosophe et théoricien politique), nourri du vieux mythe des quatre éléments (terre, eau, air et feu) était partisan de la théorie phlogistique (du grec *phlox* = flamme), disant que le feu incorporé dans les matières combustibles était libéré par la combustion. François Antoine Lavoisier (1743-1794) montra au contraire que « l'air vital » ( $O_2$ ) s'incorporait aux métaux — qu'on dirait maintenant « oxydés ». Lavoisier appela ce gaz contenu dans l'atmosphère « oxygène » (du grec *oxys* = acide) parce qu'il pensait que c'était un « générateur d'acide ». Chimiste, financier et expérimentateur, Lavoisier était aussi fermier général de l'Ancien Régime, ce qui lui valut son exécution sous la Terreur.

L'histoire de l'oxygène terrestre est fascinante : on a pu dire que la molécule a fait le monde (Lane, 2002). Concernant la production d'énergie, l'oxydation est plus efficace que la fermentation anaérobie. Utiliser l'oxygène confère donc un avantage sélectif aux espèces qui l'utilisent. Mais il n'a pas toujours existé. La Terre ayant 4,5 milliards d'années (Mda) d'âge, la production d'oxygène par des cyanobactéries semble démarrer vers – 3,5 Mda pour atteindre le taux de 4 % vers – 2,5 Mda. C'est la Grande Oxydation qui a conduit à un bouleversement du vivant, ne préservant que les espèces adaptées et les formes multicellulaires de vie.

Les « rapporteurs » du repas en cours se trouvent tout au long du tube digestif, depuis la bouche jusqu'au côlon. Mais qu'on y réfléchisse : quand les aliments ont atteint l'estomac, il est déjà trop tard ! Si l'on a avalé un poison, si l'on a trop mangé ou trop bu, cela aura pour effet la maladie ou le surpoids. Il est donc nécessaire que les ingrédients soient contrôlés dès l'entrée, non seulement en qualité mais en quantité. Tous les sens sont conviés à l'appréciation du repas : vision, olfaction, gustation, toucher, audition. L'aliment est un objet sensoriel total (Le Breton, 2015). Mais cette évaluation sensorielle consciente ne donne pas que du plaisir « gastronomique » ; elle déclenche, dès le début de la consommation, et à notre insu, des mécanismes nerveux et hormonaux qui vont conduire à la satiété.

Le grand superviseur, c'est le cerveau (Le Magnen<sup>12</sup>, 1983). Son système autonome (en particulier l'hypothalamus) reçoit et interprète les signaux métaboliques, puis déclenche automatiquement faim, soif et satiété, tandis que les sensations conscientes de faim, soif et satiété mettent en jeu le thalamus et les zones corticales. Durant le repas, c'est le système nerveux qui assure la coordination motrice (mastication, déglutition, péristaltisme) et les évaluations sensorielle et métabolique.

Bien qu'un peu compliqués, ces mécanismes semblent garantir l'équilibre alimentaire et la santé. Mais... au moins deux facteurs viennent perturber ce « tableau idéal ». Ils ont pour nom addiction et habitudes :

- addiction : les aliments riches en calories (glucides, graisses) activent le circuit de la récompense, ce qui provoque une prise alimentaire exagérée, voire compulsive, pouvant conduire à la maladie (obésité, diabète). Quand la maladie émerge, une sorte de cercle vicieux s'installe : les capteurs deviennent moins sensibles et les centres cérébraux ne répondent plus – ou mal – aux messages nerveux et hormonaux.

12. Jacques Le Magnen (1916-2002) est, en quelque sorte, le père de la recherche française en olfaction et nutrition. Aveugle depuis l'âge de 13 ans, il a néanmoins contribué – épaulé en cela par son épouse qui lisait pour lui – de façon décisive à nos disciplines en 40 ans de travaux au Collège de France. Voir sa biographie sur : <https://academic.oup.com/chemse/article/28/2/85/318852>

– habitudes : dès avant la naissance, le bébé a goûté et senti les saveurs issues de l'alimentation de sa mère. Après la naissance, à travers l'allaitement, il élargit encore sa palette olfactive-gustative. Ensuite, l'enfant, puis l'adulte, est soumis à un environnement familial, clanique, économique et socio-culturel qui conditionne des comportements préprandiaux (choix/préférences alimentaires, faire les courses, la cuisine) et prandiaux (façons de manger, commensalité, outils). Nous sommes à l'interface biologie/sociologie, mais ces déterminants sont majeurs pour la santé : généralement, les classes sociales les plus aisées s'alimentent mieux que les plus pauvres.

Un dernier mot : beaucoup de résultats expérimentaux ont été obtenus sur les rats et les souris. On en sait beaucoup plus sur leur nutrition que sur la nôtre.



# TÊTE

Normalement, un ouvrage «neuro...» devrait commencer par un chapitre sur le système nerveux. Mais ce système est très compliqué. J'ai préféré présenter en Annexe quelques notions indispensables et distiller les autres informations tout au long du livre. D'autre part, parmi les modalités sensorielles, j'ai choisi de développer surtout la gustation et l'olfaction, bien que la vue, le toucher et l'ouïe soient largement impliqués dans la perception des aliments.

## 1.1. Bouche

La bouche accomplit les premiers stades de la manducation<sup>13</sup> : préhension des aliments, mastication et insalivation. Toutes ces fonctions sont coordonnées par quatre nerfs crâniens (numérotés en chiffres romains, cf. § A.3.1) : nerf trijumeau (V), nerf facial (VII), nerf vague (X) et nerf hypoglosse (XII) qui sont à la fois sensoriels et moteurs.

Comme les aliments ne font que passer en bouche, on a l'impression que son rôle se limite à mâcher la nourriture, à l'hydrater et à la goûter. À partir d'aliments de textures très différentes, la mastication va générer un bol alimentaire avalable, grâce à la réduction des particules et à la lubrification par la salive. Quant au «goût», c'est à la fois une affaire de bouche et de nez : les composés sapides (qui ont du goût) et odorants libérés par la mastication sont perçus respectivement par la bouche (gustation) et le nez (*via* la rétro-olfaction ; cf. § 1.7 et 1.8). À partir de ces informations, complétées par les autres entrées sensorielles (vision, audition, toucher, température), le cerveau génère une image «gustative» complexe que nous pouvons apprécier consciemment.

Mais la fonction importante – et souvent ignorée car non-consciente – de la bouche est aussi d'évaluer la qualité et la quantité de la ration afin d'ajuster la prise alimentaire aux besoins et de préparer l'organisme à son assimilation, car se nourrir est le résultat de mécanismes homéostatiques et anticipatoires (Chen & Knight, 2016). Or, la plupart de nos aliments sont des polymères biologiques complexes, c'est-à-dire des grosses molécules : protéines, lipides (ou graisses), glucides (ou sucres), que la digestion va réduire en leurs éléments de base (ou monomères ; respectivement acides aminés, acides gras, monosaccharides) pour les réincorporer dans ses propres synthèses ou pour sa production d'énergie.

13. La manducation (action de manger) est l'ensemble des opérations préalables à la digestion ; dans la bouche : préhension, mastication, insalivation ; et au niveau pharyngé : ventilation et déglutition.



**Figure 1.1.** Viser la bouche ! Manger nécessite une coordination motrice précise.

Deux phénomènes vont donc avoir lieu en bouche :

- disloquer les aliments (mastication) et en prédigérer une petite partie grâce à des enzymes pour générer des molécules élémentaires ;
- détecter ces molécules simples grâce à des récepteurs spécifiques pour évaluer leurs qualité et quantité, puis (*via* le cerveau) stimuler les organes digestifs, tout en ajustant la prise alimentaire aux besoins.

L'espèce humaine est sans doute la seule à avoir utilisé ces fonctions naturelles pour générer un art culinaire : la gastronomie.

## 1.2. Mastication

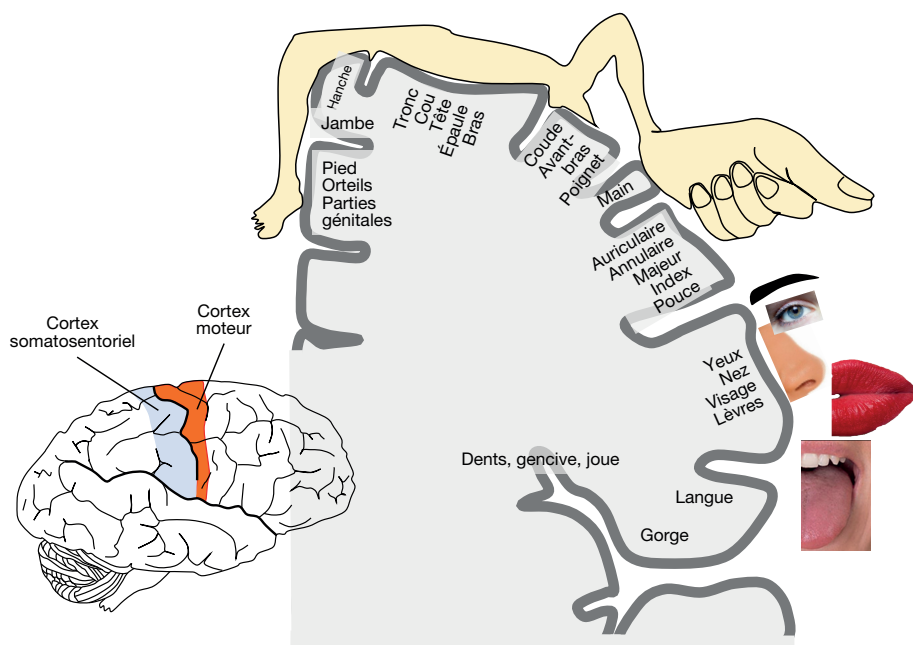
---

La mastication prépare le bol alimentaire pour la déglutition. Elle implique une coordination de nombreux muscles, les uns activateurs de la mâchoire inférieure (ou mandibule), les autres de la langue, sans oublier ceux qui accompagnent leurs mouvements.

On mange de façon tellement automatique qu'on ne prête pas attention à certains phénomènes. Vous avez pourtant sûrement observé qu'on mâche plus longtemps un aliment dur ou sec, et que plus un produit est dur, plus on développe de force. Mais lorsqu'il cède sous la dent, cette force se relâche avant de faire claquer les mâchoires. Et, bien que ceci arrive quelquefois, on se mord rarement les lèvres ou la langue. Tout cela résulte d'un contrôle neuromusculaire très précis.



Tout le monde connaît cette sensation agaçante du cheveu sur la langue. Or, un cheveu mesure environ 100 micromètres de diamètre. Cela signifie que le sens du toucher en bouche est très développé; c'est sans doute vital pour ne pas avaler des objets potentiellement dangereux, mais nécessaire aussi pour goûter pleinement la texture d'un mets ou d'une boisson<sup>14</sup>. Cette sensibilité exquise, alliée à la précision musculaire, permet d'évacuer une particule minuscule, comme une arête de poisson, alors même que la bouche est pleine. On constate que la surface du cortex somatosensoriel dédié au contrôle de la bouche est disproportionnée, bien plus grande que sa taille relativement au reste du corps. On observe la même chose pour le cortex moteur. Avec les doigts et la main, la bouche est la partie de l'organisme possédant la sensibilité la plus élevée et la motricité la plus fine<sup>15</sup>. C'est ce que représente l'homonculus de Penfield<sup>16</sup> (figure 1.2). On remarquera que le corps est figuré à tête en bas (et, n'oublions pas, l'hémisphère droit ici représenté ressent et commande le côté gauche).



**Figure 1.2.** Homonculus de Penfield

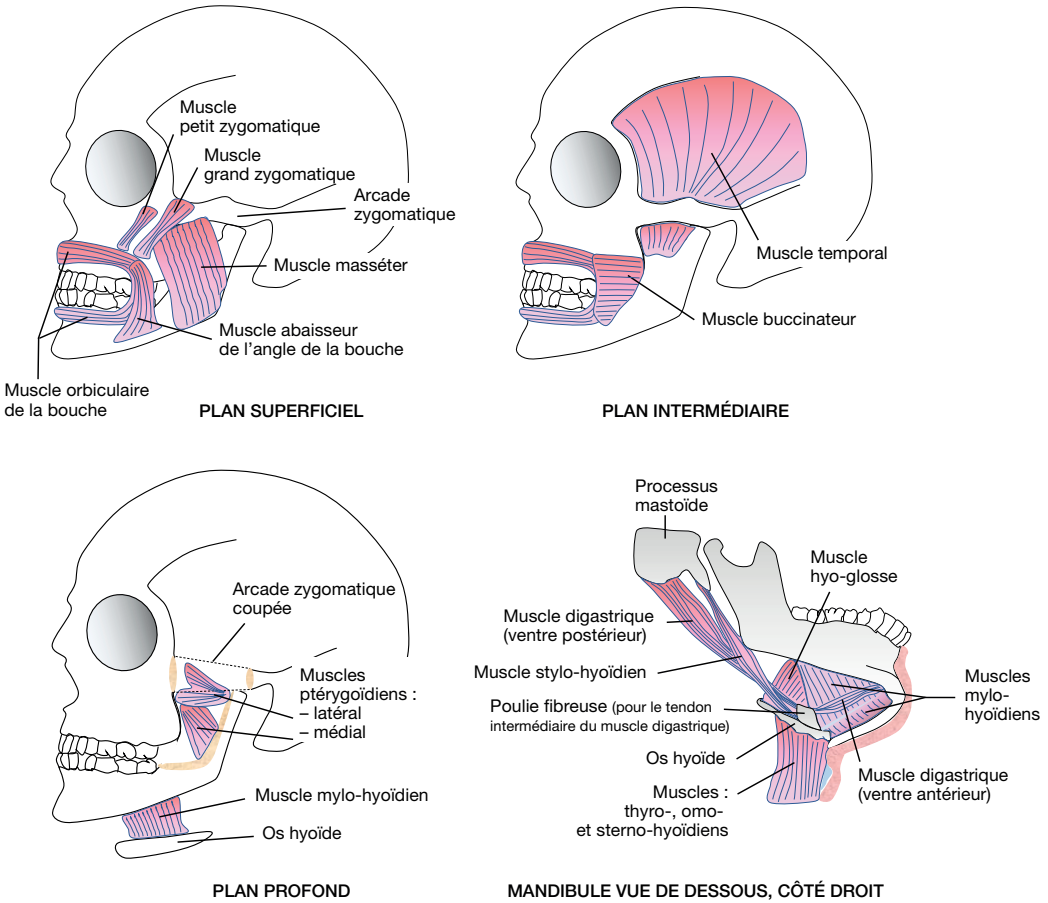
Représentation cérébrale des différents organes du corps dans le cortex moteur (en orange) et le cortex somatosensoriel (en bleuté) de l'hémisphère droit. **Partie droite** : dans ces cortex, les surfaces consacrées au visage, et en particulier à la bouche et aux lèvres, sont beaucoup plus importantes que le reste de l'organisme, exception faite de la main (l'hémisphère droit contrôle le côté gauche du corps). D'après Purves et al., 2019.

Comme d'autres fonctions rythmiques (respiration, marche), la mastication est contrôlée à deux niveaux : un niveau conscient par les zones corticales motrices du cerveau et un niveau non-conscient, automatique, par un « générateur central de patron moteur » situé dans la formation réticulaire du tronc cérébral (cf. § A.3.2), qui coordonne localement les nerfs et les muscles.

14. L'association *L'étoffe des terroirs* propose une formation sur le « toucher du vin » : <http://letoffedesterroirs.com>

15. Chez beaucoup d'animaux, la bouche, avec les dents et la langue (ou le bec), est également le seul instrument de préhension, doté d'une grande sensibilité tactile et motrice.

16. Wilder Penfield (1891-1976), neurologue canadien.



**Figure 1.3.** Schéma des muscles impliqués dans la motricité de la mandibule.

Au plan superficiel, on trouve le muscle masséter (= manger, en grec), un muscle puissant qui ferme la mâchoire en rapprochant la mandibule de l’arcade zygomatique. Les autres muscles figurés ne sont pas à proprement parler masticatoires, mais accompagnent les mouvements. Parmi la dizaine de paires de muscles qui actionnent les lèvres, je n’ai figuré que l’orbiculaire de la bouche (seul muscle impair), les zygomatiques (petit et grand) et l’abaisseur de l’angle de la bouche.

Au plan intermédiaire, se trouve le muscle temporal qui tire la mandibule vers le haut. C’est un muscle qui reflète le régime alimentaire des vertébrés. Il est moins puissant chez l’homme moderne que chez ses ancêtres ou chez les autres mammifères (**voir encadré 1.1**). Le muscle buccinateur aide à comprimer la nourriture vers les molaires. Son nom vient du buccin, car il sert à contrôler l’air pour souffler dans un instrument.

Au plan profond, les muscles ptérygoïdiens\*, latéral et médial, permettent d’avancer la mandibule ou de la tirer d’un seul côté. Le médial aide aussi à fermer la mâchoire, et le latéral à l’abaisser. Le muscle mylo-hyoïdien permet de l’ouvrir. Son nom vient de ce qu’il relie la mandibule au niveau des molaires (mylo en grec) à l’os hyoïde, situé entre le menton et le cartilage thyroïdien du larynx.

La vue légèrement de dessous par la droite de la mandibule permet de retrouver les deux muscles mylo-hyoïdiens unis par un raphé (ligne de jonction) médian; ils forment le plancher de la cavité buccale. Le muscle digastrique est impliqué dans l’ouverture de la bouche. On l’appelle digastrique à cause de ses deux ventres (gaster en latin) reliés par un tendon intermédiaire qui coulisse sur une poulie (ou glissière) accrochée à l’os hyoïde. (D’après Netter, 2011).

\* L’os sphénoïde est un os de la base du crâne. Il possède deux excroissances vers le bas, les processus ptérygoïdes (du grec : en forme d’aile) où s’attachent les muscles ptérygoïdiens.

### 1.2.1. Les muscles de la mastication

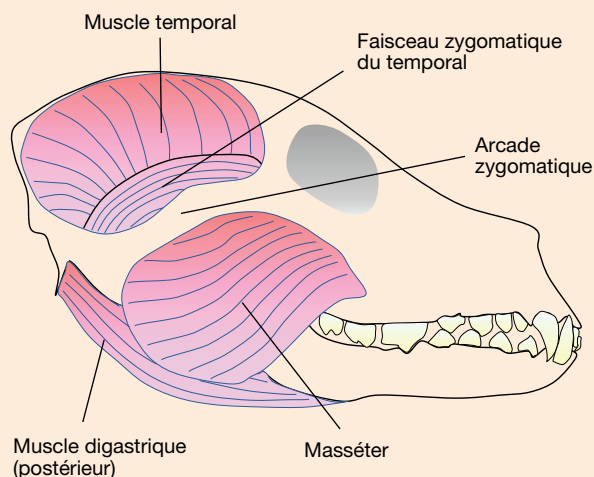
Pour simplifier, on distingue les muscles adducteurs (ou élévateurs, qui ferment la mâchoire) : masséter, temporal et ptérygoïdien médial et les muscles abducteurs (ou abaisseurs, qui l'ouvrent) : digastrique, mylo-hyoïde et ptérygoïdien latéral (figure 1.3). Ce dernier est plus particulièrement impliqué dans la stabilisation de l'articulation temporo-mandibulaire. Quand on « bâille à s'en décrocher la mâchoire », c'est cette articulation qui est luxée ; les femmes en sont atteintes trois fois plus souvent que les hommes. Une simple manipulation permet de remettre l'articulation en place. Celle-ci peut également être soumise à un décalage chronique en cas de dents absentes ou mal ajustées, ce qui conduit souvent à des maux de tête dont le nerf trijumeau est le principal vecteur.

On retrouvera les muscles hyo-glosse et stylo-hyoïdien<sup>17</sup> dans la motricité de la langue. Les muscles omo-, thyro- et sterno-hyoïdiens sont commandés, non par un nerf crânien, mais par des nerfs spinaux (ils sortent de la moelle épinière au niveau du cou). Le muscle omo-hyoïdien relie l'omoplate à l'os hyoïde, qu'il stabilise ; il est impliqué dans l'émission des notes graves de la voix. Nous retrouverons le muscle thyro-hyoïdien dans la déglutition. Le muscle sterno-hyoïdien tire l'os hyoïde vers le bas.

#### Encadré 1.1. Muscle temporal et évolution

On observe une relation étroite entre la taille des muscles de la mastication (notamment le masséter et le muscle temporal) et le contenu de la ration. Plus les aliments sont durs ou compacts, plus ces muscles sont développés.

Chez les carnivores, les deux muscles, masséter et temporal, présentent une taille importante (figure 1.4). Chez les ruminants, c'est le masséter qui forme l'essentiel de la joue.



**Figure 1.4.** Tête de chien montrant 3 muscles bien développés chez les carnivores (d'après Vet 4 Care, 2021).

Le muscle temporal possède une grande surface d'insertion qui laisse une trace sur le crâne. Plus l'empreinte est large, plus la force est grande. Chez de nombreux vertébrés,

17. « Stylo » pour l'apophyse styloïde de l'os temporal.

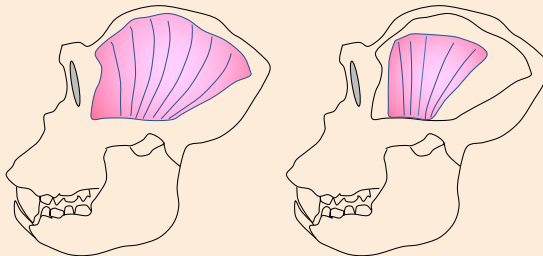
**Encadré 1.1. Muscle temporal et évolution (suite)**

cette insertion s'effectue en partie, et le plus souvent chez les mâles, sur une crête sagittale particulièrement spectaculaire (**figure 1.5**), qu'on trouve chez les gorilles et les orangs-outans, mais pas chez les chimpanzés (Balolia et al., 2017).



**Figure 1.5.** Tête de *Paranthropus aethiopicus*, – 2,5 millions d'années, au Natural History Museum, London.

Avec ou sans crête sagittale, le muscle temporal se présente en deux parties : un vaste muscle superficiel et un muscle profond, de taille plus limitée, comme chez le chimpanzé (**figure 1.6**).



**Figure 1.6.** Chez le chimpanzé : à gauche, muscle temporal superficiel et à droite, muscle temporal profond (le muscle superficiel est enlevé) (d'après Ciurana et al., 2017).

Mais chez l'homme moderne, le muscle superficiel a disparu ou est vestigial. Le muscle restant correspond au muscle profond des autres hominidés (Taylor & Vinyard, 2013). Cette disparition remonterait à 5,3 millions d'années (–5,3 Ma), donc après la séparation des branches *Homo* et *Pan* (chimpanzés) qui date de –7 Ma environ (McCollum et al., 2006). En effet, la réduction du muscle temporal semble n'arriver que plus tard, chez les formes graciles du genre *Homo* : *Homo erectus* (de –1,8 à –0,3 Ma), Néandertal (–430 000 à –32 000 ans) et *Homo sapiens* (de –300 000 à nos jours), alors que les formes robustes : australopithèques (–4,2 à –2 Ma) et les paranthropes (–2,7 à –1,2 Ma) conservent un large muscle pariétal.

On a voulu relier la réduction des muscles manducatoires à l'augmentation de la taille du cerveau ; la disparition du muscle laisserait la place pour plus de cerveau. Mais les gènes contrôlant la taille du cerveau semblent avoir évolué indépendamment. Actuellement, on s'accorde plutôt à y voir le résultat d'une sélection par la qualité de la nourriture, devenue plus « molle » à mesure que nos ancêtres amélioraient leurs pratiques culinaires, même rudimentaires.