

Roland Salessé

Faut-il **sentir** bon pour séduire

?

120
clés pour
comprendre
les odeurs

éditions
Quæ

Faut-il sentir bon pour séduire ?

120 clés pour comprendre les odeurs

Dans la même collection

L'énergie, moteur du progrès ?

120 clés pour comprendre les énergies

Paul Mathis, 2014, 176 p.

Où se cache la biodiversité en ville ?

90 clés pour comprendre la nature en ville

Philippe Clergeau, Nathalie Machon, 2014, 168 p.

Les serpents ont-ils peur des crocodiles ?

120 clés pour comprendre les reptiles

Luc et Muriel Chazel, 2014, 184 p.

Les eaux souterraines sont-elles éternelles ?

90 clés pour comprendre les eaux souterraines

Jean Margat et Thierry Ruf, 2014, 152 p.

Où le monde minéral choisit-il ses couleurs ?

100 clés pour comprendre les roches et les minéraux

Martial Caroff, 2014, 184 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2015

ISBN : 978-2-7592-2276-6

ISSN : 2261-3188

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^e.

Roland Salessse

Faut-il
sentir
bon pour
séduire

?

120
clés pour
comprendre
les odeurs

Éditions Quæ

Remerciements

À ma femme Michèle, artiste photographe et relectrice attentive. À Valérie Mary, des Éditions Quæ, qui m'a convaincu qu'il fallait écrire ce livre. À Joël Gallé et Marc Weber, dessinateurs talentueux. À Didier Trotier (CNRS), Corinne Eloit et Jean-Louis Bensimon (Hôpital Lariboisière), Sylviane Fleur (*Le Canard enchaîné*), Erik Tartrais (caricaturiste du Net), Educagri Éditions, Stephan Borensztajn (CNRS), Heather Withney (université de Bristol), Pascal Tournayre (Inra), Alain Salesse, Carole Sester (Isipca), Firmenich, Xavier Fernandez (université de Nice), Peter Keller (photographe) et Paolo Basso (meilleur sommelier du monde en 2013), Pierre-Yves Colombel (Nippon Kodo France), Stefano Colazza (université de Palerme), Sylvie Salamitou (CNRS) et Sylvain Morel (Alpha-MOS) qui m'ont donné plusieurs images.

Table des matières

Remerciements	4
Introduction	7
L'odorat, un sens bien mystérieux	9
Petite alchimie des odeurs	35
Le bouquet humain	49
L'influence de l'odorat sur les comportements	61
Le nez du désir	83
Des mots pour sentir	95
Comment vous sentez-vous ?	107
Fantaisies olfactives dans la nature	125
L'odorat à travers l'espace et le temps	141
Le nez économique et artistique	161
Petite promenade parfumée	176
Sites internet consultés	190
Références bibliographiques	192
120 clés pour comprendre les odeurs	194
Crédits iconographiques	199







Introduction

À quoi sert notre nez ? À respirer. Mais aussi à sentir, mais quoi ? Si vous aimez les fleurs, vous prendrez plaisir à les sentir. Si vous avez faim, le fumet de la cuisine vous guidera vers la table. Mais si ça sent mauvais, vous vous boucherez les narines ou même vous fuirez. Pire, si ça sent le gaz, c'est la panique !

Cela correspond, pour nous, humains, à quelques cas où nous faisons fonctionner notre odorat. Mais, chez les animaux, la communication chimique¹ est omniprésente parce qu'elle est essentielle à la survie des individus et des espèces. Les sens chimiques (odorat, goût) ne renseignent pas uniquement sur la nourriture et sa qualité. Ils perçoivent aussi les odeurs corporelles qui trahissent un congénère ou une proie, ou encore un prédateur. Quand c'est un congénère, celles-ci peuvent également indiquer son statut social, son statut sexuel et son état de santé ; elles contribuent souvent à la reconnaissance entre mère et petit. L'environnement lui-même distille des effluves odorants qui permettent aux animaux de se repérer, même à très longue distance. En fait, l'odorat intervient à chaque instant de la vie : en fonction des indices olfactifs et de ses apprentissages préalables, l'animal adapte son comportement à ses besoins du moment : alimentaires, sociaux, sexuels, territoriaux. Le nez sert à tout !

Pourtant, bien que le nez se voie... comme « le nez au milieu de la figure », l'odorat est considéré comme un sens mineur,

1. Les effluves odorants qui atteignent le nez sont le plus souvent constitués de mélanges de molécules chimiques volatiles. Comme on parle de communication visuelle ou auditive, on parle de communication chimique pour les odeurs et les goûts.

au moins en Occident. On peut y trouver plusieurs raisons : prépondérance de la vision et de l'audition, manque d'éducation (difficulté de trouver les mots), dépréciation par la philosophie, la morale, voire la psychanalyse.

Contrepartie sans doute de notre manque de culture en ce domaine, on attribue souvent à l'odorat un côté mystérieux parce qu'il est capable de (re)susciter des émotions et des souvenirs enfouis : tout le monde connaît la madeleine de Proust. Les parfumeurs et les œnologues sont quelquefois considérés comme les mages d'un savoir inaccessible au commun des mortels.

Car l'odorat possède cette aura de mystère d'un sens « archaïque » par lequel on pourrait manipuler nos comportements, en somme nous « mener par le bout du nez ». À travers ce petit ouvrage, je vous convie à une visite guidée de notre sens olfactif.

L'odorat,



*un sens bien
mystérieux*

Ce qui se passe dans le nez

1 **Le goût est-il affaire de nez ?**

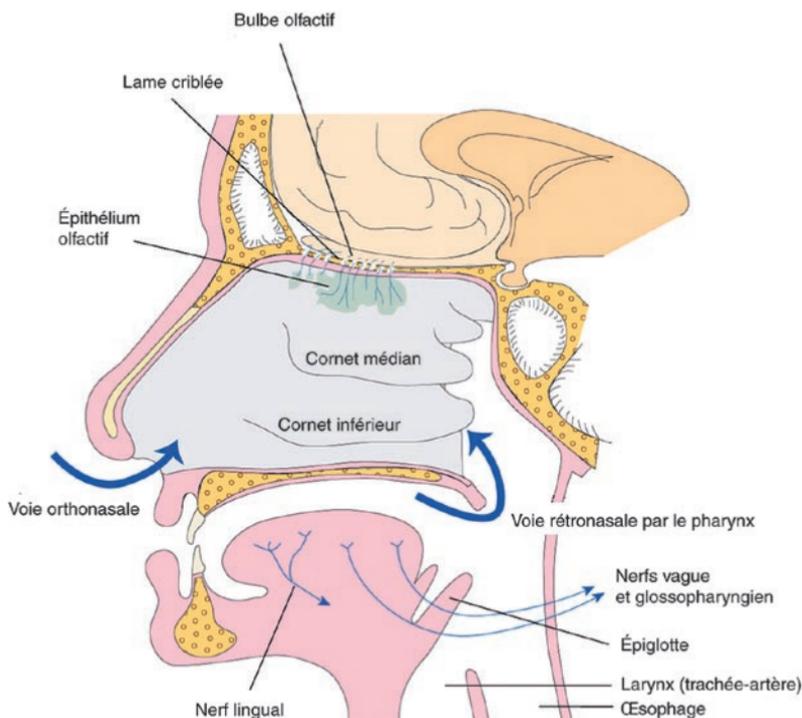
Il peut paraître curieux de commencer un livre sur l'odorat par une question sur le goût. Mais cela va me permettre d'expliquer l'anatomie des voies olfactives.

« Sans la participation de l'odorat, il n'y a point de dégustation complète », écrivait déjà Anthelme Brillat-Savarin, gastronome et magistrat français (1755-1826), dans sa *Physiologie du goût*. Il ajoutait : « L'un [le goût] sert à la dégustation des corps tactiles, et l'autre [l'odorat] à la dégustation des gaz. »

Bien sûr, les deux sont intimement liés : en effet, quand nous mastiquons un aliment, nous libérons les produits sapides (sapide : qui a du goût) et odorants qu'il contient. Les produits sapides sont généralement solubles dans l'eau et peu volatils (ex. : sucre, sel). Ils possèdent des récepteurs gustatifs dans les bourgeons du goût des papilles gustatives de la langue. Leurs messages nerveux partent vers le cerveau par trois nerfs,

distincts des voies olfactives : le nerf lingual, le nerf glosso-pharyngien et le nerf vague.

Les produits odorants, eux, sont volatils et passent par l'arrière-gorge (le pharynx). Ils empruntent la voie « arrière » ou « rétro-nasale » pour remonter dans la cavité nasale et atteindre l'épithélium olfactif. Celui-ci contient des neurones olfactifs qui, à travers la lame criblée, envoient leurs axones directement dans les bulbes olfactifs situés à la base du cerveau chez l'homme.



Les deux voies de l'olfaction

La voie orthonasale (par les narines, la voie des parfumeurs) et la voie rétronasale (par l'arrière-gorge ou pharynx, la voie des gastronomes) amènent toutes deux les produits odorants sur l'épithélium olfactif situé tout en haut de la cavité nasale, entre les deux yeux. Le pharynx est le carrefour des voies respiratoires et digestives. Lorsqu'on respire, l'épiglotte est relevée et permet le passage de l'air vers la trachée-artère. Lorsqu'on déglutit, l'épiglotte se rabat sur l'entrée du larynx. Après avoir avalé, l'épiglotte s'ouvre à nouveau, ce qui permet à l'air remontant des poumons de pousser les molécules odorantes volatiles vers le nez.

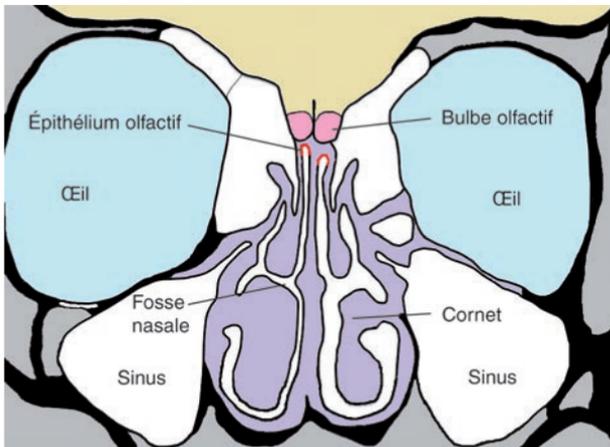
Quand nous pensons « odeurs », nous pensons souvent à celles que l'on respire par les narines, c'est la voie directe ou « orthonasale » vers l'épithélium olfactif. Comme cet ouvrage traite de l'odorat, à cause de l'ambiguïté usuelle du mot « goût », j'utiliserai de préférence « gustation » pour la sensation en bouche seule et « odorat » ou « olfaction » pour la sensation dans le nez.

L'emploi du singulier pour les organes pairs est quelquefois trompeur : on dit souvent « le » bulbe olfactif alors qu'il y a un bulbe droit et un bulbe gauche, *idem* pour l'épithélium olfactif. En pratique, on utilise le singulier s'il n'y a pas lieu de distinguer les deux côtés.

Question de vocabulaire

2 Que se passe-t-il dans la cavité nasale ?

Comme on peut le voir sur le dessin ci-dessous, la cavité nasale n'est pas un « trou ». C'est rempli de chair (en mauve) : ce sont les cornets. L'air passe dans les parties blanches qui sont de faible épaisseur (1 à 3 millimètres), ce qui explique qu'on ne sente plus rien lors d'un rhume : la voie est bouchée et l'on « perd le goût » (en fait, l'odorat). Elle s'obstrue aussi en cas d'inflammation, de polypes ou de déviation de la cloison nasale. Cette faible épaisseur permet de réchauffer l'air, de le filtrer et de l'humidifier. Vous avez peut-être remarqué qu'à certains moments l'air passe mieux par une de vos narines



Coupe de la cavité nasale humaine

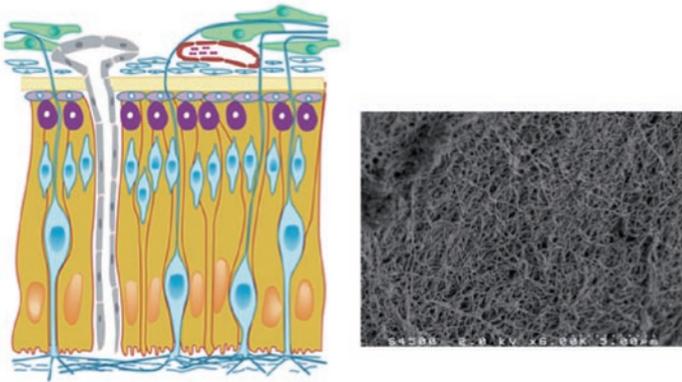
que par l'autre : c'est le cycle nasal. En effet, environ toutes les quatre heures, l'un des conduits s'élargit tandis que l'autre se rétrécit. On ne connaît pas la fonction de ce cycle mais on peut le modifier en se couchant sur (ou en frottant) le côté opposé à la narine bouchée. En quelques minutes, cette narine s'ouvre tandis que l'autre se rétrécit.

Les produits odorants restent dans la cavité nasale : ils n'entrent en aucun cas dans le cerveau. Ce sont les neurones de l'épithélium olfactif qui captent les molécules odorantes et, en réponse, génèrent un influx nerveux (courant électrique) : c'est lui qui entre dans le cerveau, d'abord vers le bulbe olfactif, ensuite vers le cortex olfactif.

3 Qu'est-ce que l'épithélium olfactif ?

Un épithélium est comme la peau, un organe qui se situe « à la surface » (du grec *epi* : sur). Parce qu'il est situé dans une cavité de l'organisme, on l'appelle aussi muqueuse olfactive car il est recouvert d'un mucus.

Le mucus est une sorte de gel visqueux qui recouvre les muqueuses. Si l'on passe un doigt dans la bouche sur la face interne de la joue, on sent que ça glisse et que c'est humide : c'est du mucus. Les mucus protègent les muqueuses des



La muqueuse olfactive

À gauche : coupe schématisée de la muqueuse olfactive (cerveau en haut et cavité nasale en bas) : les neurones (en bleu) envoient leurs axones vers le cerveau ; du côté de la cavité nasale, ils projettent des cils qui baignent dans le mucus. Les cellules de soutien sont en jaune et les cellules souches en violet.
À droite : en microscopie électronique à balayage, on voit que la surface de l'épithélium est couverte par un feutrage de cils des neurones olfactifs.

agressions des particules qui passent sur elles (comme les aliments dans la bouche), mais aussi des microorganismes et des produits chimiques. L'épithélium olfactif et ses neurones sont donc bien défendus par le mucus, ce qui protège le cerveau lui-même, puisqu'il se trouve juste au-dessus. D'ailleurs, la muqueuse olfactive est le tissu le plus actif du corps pour la neutralisation des produits chimiques : relativement à sa masse, elle possède un pouvoir de détoxification plus important que le foie, organe majeur de la détoxification. Chez l'homme, la surface totale des deux muqueuses olfactives est de l'ordre de 5 cm². C'est assez difficile d'accès et, pour un examen clinique, il faut pratiquer une anesthésie locale. C'est là que siège notre « nez » olfactif. Cet épithélium repose sur un os qui sépare la cavité nasale du cerveau : la lame criblée. On l'appelle ainsi car elle est percée de multiples petits trous par où passent les axones (les prolongements) des neurones olfactifs. Ces neurones (ou cellules nerveuses) vont beaucoup nous intéresser car ils portent les récepteurs olfactifs.

L'épithélium olfactif présente deux caractéristiques remarquables : c'est le seul tissu nerveux en contact direct avec l'extérieur et c'est un des très rares tissus nerveux chez les mammifères à se renouveler tout au long de la vie, avec une période de trois à douze semaines. Outre les neurones, la muqueuse olfactive abrite deux autres types de cellules : des cellules de soutien et des cellules souches ; ces dernières se multiplient et renouvellent la muqueuse.

4 **Quelle est la fonction des fameuses cellules souches dans la muqueuse olfactive ?**

Vous avez sans doute entendu parler de cellules souches dans les médias. Elles constituent un espoir pour les thérapies cellulaires. En effet, injectées dans un organe lésé, elles peuvent se multiplier et reconstituer, au moins partiellement, l'organe défaillant. Du coup, de nombreux laboratoires dans le monde participent à la course aux cellules souches. On a d'abord recherché ces cellules dans l'embryon, puis dans d'autres tissus du corps, dont — le croirez-vous ? — la racine des cheveux !

Dans l'épithélium olfactif, les cellules souches donnent soit des neurones soit des cellules de soutien. Elles remplacent

L'odorat au secours de la mémoire !

De façon spectaculaire, en 2011, une équipe marseillaise a réussi à restaurer la mémoire de souris amnésiques, « tout simplement » en transplantant dans leur hippocampe des cellules souches de l'épithélium olfactif non pas de souris, mais d'humain ! Ces résultats autorisent de grands espoirs pour la réparation de lésions cérébrales. Les applications restent cependant encore éloignées, car les cellules extrinsèques ont parfois tendance à proliférer de façon anarchique, générant un risque de tumeurs.

ainsi les cellules qui meurent naturellement au bout de quelques semaines, mais elles renouvellent aussi celles qui meurent en cas d'agression chimique ou biologique. C'est très important pour un tissu qui se trouve à l'interface entre l'extérieur et le cerveau : la muqueuse peut « se saborder » et former un bouchon cicatriciel plutôt que de laisser passer des produits ou des particules nocifs. Il arrive que ce « suicide » soit définitif, on peut perdre l'odorat : on devient anosmique (voir question 79). Lors d'un traitement anticancéreux par chimiothérapie, on peut subir une anosmie transitoire car, comme pour d'autres épithéliums, la muqueuse olfactive n'est plus renouvelée ; mais elle se régénère à la fin du traitement et on retrouve l'odorat, quelquefois pas tout à fait comme avant.

5 Comment fonctionnent les neurones olfactifs ?

La muqueuse olfactive humaine compte de l'ordre de cinq millions de neurones olfactifs. Ceux-ci transforment le message chimique des odorants en un message nerveux compréhensible par le cerveau. On les appelle neurones bipolaires parce qu'ils émettent d'un côté un axone qui part vers le bulbe olfactif et de l'autre une dendrite qui se termine par des cils. Les cils forment un feutrage (comme les poils d'une moquette) dont la surface totale de membrane représente cent fois celle de l'épithélium olfactif, soit environ la surface d'une main.

Pour qu'une molécule odorante atteigne les neurones olfactifs, elle doit d'abord traverser le mucus. Remarquez une chose au passage : le mucus étant essentiellement constitué d'eau, on « sent » dans l'eau, comme les poissons ou comme le fœtus dans le ventre de sa mère.

La molécule est ensuite livrée aux récepteurs olfactifs, portés par la membrane des cils (dont la grande surface développée

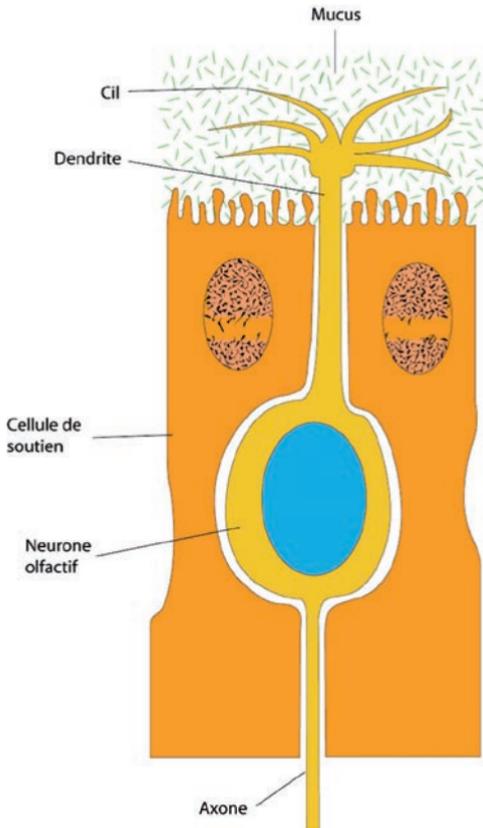


Schéma d'un neurone olfactif (au centre) entouré de deux cellules de soutien. Les cils baignent dans le mucus. Ils portent les récepteurs olfactifs qui captent les molécules odorantes auxquelles ils réagissent en générant un influx nerveux qui part vers le bulbe olfactif par l'axone.

permet d'héberger bon nombre de récepteurs). Si un odorant possède une structure convenable, il est reconnu par un récepteur et se lie à lui pour l'activer. L'activation du récepteur entraîne toute une cascade de réactions biochimiques à l'intérieur du neurone, pour aboutir à la génération de l'influx nerveux.

Un dernier point très important : chacun des neurones olfactifs exprime un et un seul récepteur olfactif parmi un répertoire de plusieurs centaines de gènes. Il semble que ce soit vrai aussi bien chez les vertébrés que chez les insectes, quel que soit le nombre de gènes de récepteurs. C'est une condition *sine qua non* pour que le message olfactif soit spécifique de l'odorant ; si chaque neurone exprimait tous les récepteurs olfactifs, il capterait tous les signaux chimiques : comment pourrait-on distinguer les odeurs dans ce cas ? Tout aurait la même odeur.

6 Les récepteurs olfactifs, qu'est-ce que c'est ?

Comme son nom l'indique, un récepteur reçoit une molécule, odorante pour les récepteurs olfactifs. On compare souvent un récepteur à une serrure qui n'est ouverte que par une seule clé : son ligand (ligand : qui se lie).

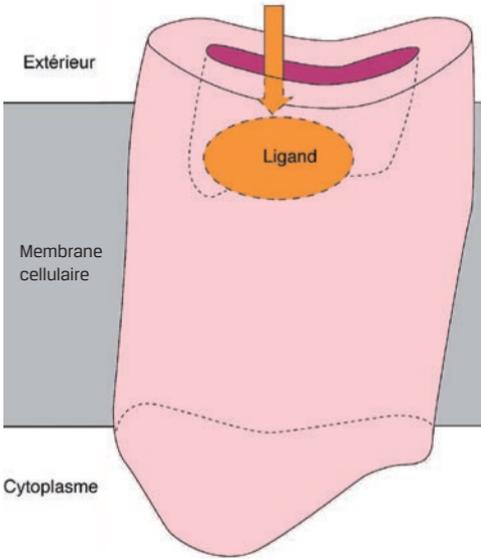


Schéma d'un récepteur olfactif inclus dans la membrane du cil d'un neurone olfactif. Son ligand est une petite molécule volatile odorante.

La molécule odorante n'est pas en elle-même une « odeur ». Lors de la liaison d'une de ces molécules à un récepteur, le neurone excité déclenche un message nerveux compréhensible par le cerveau, lequel génère alors la perception de l'odeur.

Richard Axel
et Linda Buck, prix
Nobel de physiologie et
de médecine en 2004



Les récepteurs olfactifs sont des protéines. Comme toutes les protéines, ils sont codés par des gènes. Ils ont été découverts chez le rat en 1991 par deux États-Uniens, Richard Axel et Linda Buck : cela leur a valu, en 2004, le prix Nobel de physiologie et médecine. Le prix Nobel consacre non seulement la découverte elle-même, mais aussi tous les résultats scientifiques qui en ont découlé. Vers 1990, on ne disposait pas de la séquence

Pour la petite histoire, en même temps qu'Axel et Buck, une équipe de Bruxelles avait elle aussi trouvé des morceaux d'ADN pouvant coder des récepteurs olfactifs. Mais ces chercheurs n'arrivaient pas à démontrer leur présence dans l'épithélium olfactif et ont du coup été devancés par Axel et Buck. Bizarrement, ils en trouvaient dans le testicule, et la suite leur a donné raison : une équipe allemande a découvert des récepteurs olfactifs pouvant servir au guidage des spermatozoïdes vers l'ovule. Ces récepteurs sont sensibles au bourgeonal, l'odeur de muguet (qui a l'avantage, par rapport à d'autres produits « muguet » comme le lilial, de ne pas « tourner » sur la peau), et ils sont inhibés par l'undécanal, qui est utilisé pour odoriser les produits de toilette, avec une odeur florale et verte, un peu grasse. Le savon parfumé pourrait être un bon contraceptif !

Des récepteurs olfactifs dans les spermatozoïdes : une histoire belge

de l'ADN (acide désoxyribonucléique) des génomes, et cloner² le gène d'une protéine était un petit exploit. Il s'agissait de « pêcher », parmi les trois milliards de paires de bases de l'ADN du rat, les quelques milliers codant les récepteurs olfactifs. Pour donner une idée de l'ampleur de la tâche, à la même époque dans mon laboratoire, nous cherchions à cloner le gène d'un autre récepteur : cela nous a pris six ans, grâce à une collaboration impliquant une dizaine de chercheurs. C'est dire l'ampleur de la percée opérée par Axel et Buck.

7 Pourquoi l'homme ne possède-t-il que quatre cents gènes de récepteurs olfactifs ?

Les gènes des récepteurs olfactifs sont très nombreux : 1 200 chez les rongeurs, 800 chez le chien, 400 chez les primates et chez l'homme, 280 chez le poulet, une centaine chez les poissons. D'où viennent ces différences ?

L'évolution des vertébrés nous montre plusieurs choses :

- les vertébrés les plus anciens, les poissons (dont l'origine remonte à 550 millions d'années), possèdent une centaine de gènes de récepteurs, qu'on retrouve chez tous les vertébrés, y compris chez l'homme ; on peut les qualifier de « gènes ancestraux » ;
- le répertoire des récepteurs olfactifs a augmenté fortement lorsque les premiers vertébrés terrestres sont apparus (il y a

2. Le clonage moléculaire consiste à isoler l'ADN codant une protéine. On l'appelle clonage parce qu'on « clone », c'est-à-dire qu'on reproduit à l'identique, en millions d'exemplaires, une seule portion de l'ADN d'intérêt.

Les accidents du génome

L'ADN est loin d'être une molécule immuable. Certaines parties de sa séquence codent des protéines, dont les récepteurs olfactifs. L'ADN est constitué d'un enchaînement de 4 bases, adénine, cytidine, guanidine et thymidine.

Le changement d'une base dans un gène s'appelle une **mutation**. Une **mutation** est susceptible d'entraîner plusieurs conséquences : elle peut rendre l'ADN intraduisible en protéine. Si cette protéine est un récepteur olfactif, une anosmie partielle en résultera. Mais les gènes non utilisables ne disparaissent pas instantanément du génome d'une espèce ; leurs séquences d'ADN dégèrent progressivement : on les appelle des **pseudo-gènes**.

Une mutation peut engendrer une nouvelle protéine, avec une fonction plus ou moins différente de la protéine de départ. Dans ce cas, on génère un **variant** génétique. Pour les récepteurs olfactifs, on changera légèrement la sensibilité à certains odorants. Lorsque plusieurs variants d'un même gène coexistent au sein d'une population, on appelle cela un **polymorphisme**. Ce polymorphisme représente un avantage sélectif pour s'adapter à des conditions d'environnement changeantes au cours des générations. Les gènes des récepteurs olfactifs sont très polymorphes.

Enfin, lors de la gamétogenèse (la fabrication des spermatozoïdes et des ovules), l'ADN peut subir des remaniements importants, dont des **duplications** de séquences. Dans ce dernier cas, le gène original génère deux exemplaires. Les gènes des récepteurs olfactifs sont très sujets aux duplications. Ensuite, au fil des générations, ces gènes, identiques au départ, vont muter de façon différente et donner des récepteurs olfactifs avec des sensibilités diverses. À l'inverse, on peut perdre des bouts de séquence : ces **délétions** entraînent la perte de la fonction correspondante.

350 à 400 millions d'années). C'est ainsi que les batraciens comptent environ 500 gènes de récepteurs olfactifs ;

– enfin, chez les mammifères, ils peuvent dépasser les 1 000 gènes.

Ceci suggère que les gènes se multiplient en corrélation avec la plus grande richesse olfactive du milieu aérien par rapport au milieu aquatique. Si ces gènes prolifèrent, c'est qu'ils présentent un avantage sélectif pour les espèces animales. En raison des implications multiples de l'odorat dans tous les comportements, posséder de nombreux récepteurs permet non seulement de sentir les odorants habituels, mais aussi d'être prêt à s'adapter à un nouvel environnement olfactif.

Par exemple, la cuisson génère de nouveaux parfums à partir d'aliments crus peu ou pas odorants (voir question 26). L'invention du feu, très récente dans l'histoire du genre *Homo*,