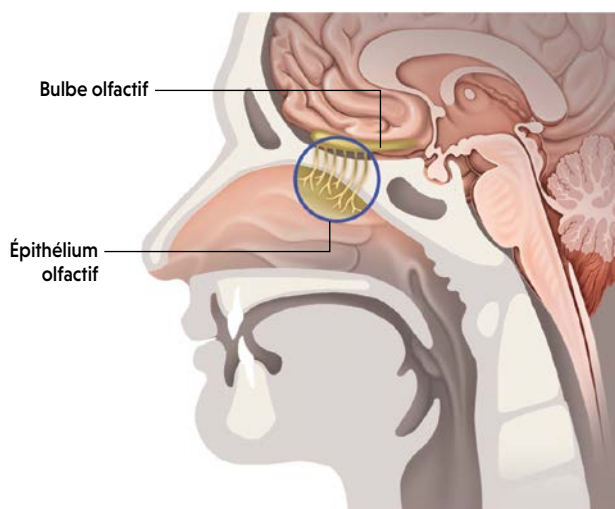




Chez l'humain, la zone sensorielle de la cavité nasale est plus petite et non enroulée. Son bulbe olfactif n'occupe que 0,01 % du cerveau, contre 0,31 % chez le chien. L'animal est capable de discriminer 500 000 odeurs, alors que l'homme est limité à 10 000. Néanmoins ce dernier est plus sensible à certaines molécules odorantes comme l'acide valérique, utilisé dans la synthèse d'arômes et d'adoucissants, sans doute en partie grâce à ses capacités cognitives.

➤ odorantes en très petite quantité et non décelables par le nez humain.

La détection et la discrimination des odeurs sont un processus indispensable à la survie (identification de source de nourriture, de la présence de la mère, de prédateurs) et à la reproduction (identification d'un partenaire sexuel et de sa disponibilité reproductive) de nombreuses espèces animales et l'on comprend aisément pourquoi ce système, parfois très complexe, spécialisé dans la détection et l'identification des molécules odorantes en suspension dans l'air, a été préservé au cours de l'évolution, notamment chez les mammifères.

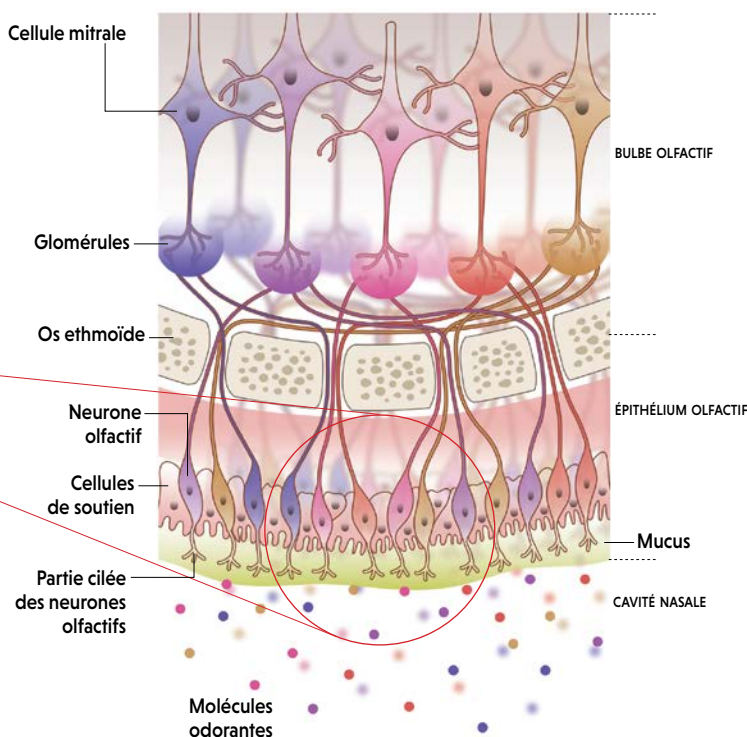
Si l'étude du sens de l'olfaction a longtemps été négligée par rapport à celle de la vue et de l'ouïe, elle connaît un regain d'intérêt depuis un peu plus d'une quinzaine d'années. Bénéficiant de nouvelles technologies développées en recherche fondamentale, l'étude de l'olfaction a permis de comprendre les mécanismes par lesquels les odeurs sont transmises au cerveau après avoir été captées et transduites par le système sensoriel périphérique – le nez. Ainsi, dès 2007, en étudiant la dynamique des fluides à l'intérieur de la cavité nasale du chien, l'équipe de Gary Settles, de l'université de Pennsylvanie, aux États-Unis, a montré que sa structure anatomique particulière est organisée de telle manière qu'elle optimise l'efficacité du transport des odeurs et que le nez du chien fonctionne totalement différemment du nôtre (voir l'encadré ci-contre).

UN MUSEAU OPTIMISÉ

Lorsque nous inspirons, l'air que nous sentons et que nous respirons fait partie d'un seul et même flux. Alors que chez le chien, la présence d'une membrane à l'intérieur du museau permet de séparer le flux d'air entrant en deux : l'un est envoyé dans les poumons et permet la respiration, tandis que l'autre sert à sentir. Et cela d'autant mieux que les muscles de sa truffe se contractent de manière à orienter le flux d'air vers le haut et à l'envoyer ainsi préférentiellement dans la zone sensorielle olfactive. Ensuite, au cours de l'expiration, le flux d'air ressort sur les côtés des narines comme l'ont montré les travaux d'imagerie en résonance magnétique menés par l'équipe de Gary Settles en 2009. Cette dynamique particulière de l'air inspiré et expiré potentialise le traitement des odeurs.

Afin de maximiser la détection de celles-ci, le chien « flaire » : par une série d'inhalations et d'expirations rapides (environ six fois par seconde), il crée une turbulence interne qui accroît le transport des molécules odorantes jusqu'aux récepteurs situés dans la zone sensorielle olfactive. Les chiens de chasse en particulier maintiennent ainsi sur leur muqueuse olfactive un flux interne constant chargé de ➤

Illustrations : Delphine Bailly - Vue 3D : Brent Craven



À la surface de l'épithélium olfactif, des neurones sensoriels captent les molécules odorantes qui pénètrent dans le mucus à l'aide de récepteurs situés sur les cils qu'ils présentent à leur extrémité. Chaque neurone exprime un seul type de récepteur. À leur autre extrémité, les axones de chaque cellule réceptrice forment un faisceau de 10 à 100 axones, lequel traverse l'os ethmoïde, situé à la base du crâne. Les faisceaux convergent dans le bulbe olfactif vers d'autres neurones, les cellules mitrales, formant des sortes de bourgeons, les glomérules. Chaque glomérule reçoit les terminaisons de plusieurs milliers de neurones sensoriels qui portent tous le même type de récepteur olfactif. Les axones des cellules mitrales assurent les connexions entre le bulbe olfactif et les régions du cerveau qui traitent l'information sensorielle – dont le système limbique.

molécules odorantes, même en phase d'expiration ou en pleine course. De plus, et contrairement à nous, chaque narine fonctionne de manière indépendante, ce qui fournit au chien une meilleure précision sur la provenance de certaines odeurs.

Comme les fanons d'une baleine trient le krill, l'organisation de la muqueuse olfactive, enroulée sur elle-même, offre une grande surface d'échange où les molécules odorantes inspirées sont triées selon leur composition chimique grâce à des récepteurs olfactifs. Ces derniers sont des protéines membranaires situées sur la surface des cils prolongeant les neurones sensoriels de la muqueuse qui baignent dans du mucus. Comme chez tous les mammifères, ces récepteurs captent et fixent les molécules en fonction d'un certain nombre de propriétés (poids moléculaire, densité électronique, polarisabilité, organisation tridimensionnelle...). Chaque neurone sensoriel exprime un seul type de récepteur.

DES COMBINAISONS D'ACTIVATION DES NEURONES

À leur autre extrémité, les neurones sensoriels assemblent leurs axones en faisceaux qui convergent dans le bulbe olfactif, où d'autres neurones prennent le relais et transmettent l'information sensorielle reçue aux centres primaires et secondaires (dont le système limbique) du cerveau qui vont les traiter (voir l'encadré pages 42 et 43).

En 1999, l'équipe de Linda Buck (qui a reçu le prix Nobel de médecine en 2004 pour ses travaux sur les récepteurs olfactifs des mammifères) a montré, grâce à l'imagerie calcique – une technique qui permet de suivre l'activation de larges populations de neurones en temps réel –, qu'un récepteur olfactif de la muqueuse répond à plusieurs molécules odorantes de structures chimiques différentes et que, à l'inverse, plusieurs récepteurs olfactifs

répondent à la même molécule olfactive. Le codage de l'odeur résulte donc d'une activation combinatoire d'un ensemble de récepteurs. Chaque odeur est ainsi représentée, à l'entrée du bulbe olfactif, par une carte d'activité fonctionnelle qui lui est propre. Ce système combinatoire permet, malgré un nombre limité de récepteurs (environ 1 200 chez le chien, 400 chez l'humain) de discriminer des milliers de molécules odorantes naturelles ou non (plus de 500 000 chez le chien, environ 10 000 chez l'humain).

APPRENDRE À « MARQUER » UNE ODEUR

Ce flair exceptionnel fait du chien un merveilleux « outil de détection », extrêmement performant dans de nombreux domaines allant de la sécurité publique aux besoins de santé, à condition d'avoir suivi un dressage approprié.

Au début de sa formation, quelle que soit sa spécialité, le chien doit apprendre à mémoriser l'odeur cible qu'il devra détecter par la suite. Son dresseur le motive en utilisant son instinct de chasse et son goût pour les récompenses : il donne au chien un jouet ou une friandise à chaque fois qu'il détecte l'odeur cible. Rapidement, le chien montre un réel plaisir à effectuer la tâche. Mais, surtout, il intègre très vite les règles du jeu : pour obtenir la récompense, il doit « marquer » l'odeur cible, c'est-à-dire montrer une réponse comportementale conditionnée qu'on lui a apprise : s'asseoir devant la prise, aboyer, retourner chercher son maître...

La finesse du dressage est capitale pour que l'animal ne commette pas d'erreur de reconnaissance, ou très peu, au cours de son travail

LE GOÛT D'UNE CUILLERÉE DE SUCRE

L'odorat et le goût vont de pair. Un chien distingue le goût laissé par une cuillerée de sucre dans 4 millions de litres d'eau, soit le volume de deux piscines olympiques, aussi clairement que nous distinguons le goût laissé par cette même cuillerée dans notre café...

Dans le bulbe olfactif de souris (ci-dessous), des régions différentes (glomérules) s'activent selon la molécule sentie (ici des aldéhydes différents comportant de 4 à 8 atomes de carbone, de gauche à droite). Chaque carte d'activation bulbaire est propre à une molécule olfactive.

