

# Cerveau en fiches

## CHAPITRE 3 : SENSATION ET PERCEPTION

### DANS CE CHAPITRE

- Vision
- Audition
- Gustation et olfaction
- Toucher et douleur

### Vision

La vision est un sens extraordinaire qui nous permet de vivre le monde intensément depuis le plafond de la chapelle Sixtine peint par le génial Michel-Ange jusqu'à la vue de la brume sur une chaîne de montagnes. La vision est un de nos sens les plus complexe. Beaucoup de processus doivent survenir simultanément pour nous permettre de voir ce qui se produit autour de nous : les informations sur la taille d'image et la forme, la couleur, le mouvement, et l'emplacement dans l'espace doivent toutes être recueillies, codées, intégrées et traitées simultanément. L'exécution de ces activités implique environ 30% du cerveau l'humain, plus que pour tout autre sens.

La vision a été étudiée de manière extensive. En conséquence, les neurobiologistes en savent peut-être bien plus que sur les autres systèmes sensoriels. La plupart des informations sur les étapes initiales de la transduction visuelle, c'est-à-dire la façon dont la lumière est convertie en signaux électriques, proviennent d'études chez la drosophile (mouche des fruits) et la souris, alors que les traitements visuels centraux ont été principalement étudiés chez des singes et des chats.

### Tout commence avec la lumière

La vision commence avec la lumière passant à travers la cornée, qui fait environ les trois quarts de la mise au point, puis le cristallin, qui permet de régler la mise au point. Les deux se combinent pour produire une image claire de l'univers visuel sur une couche de photorécepteurs appelés la rétine, qui fait partie du système nerveux central mais est situé à l'arrière de l'œil. Les photorécepteurs recueillent l'information visuelle en absorbant la lumière, puis génèrent des signaux électriques qui sont envoyés vers d'autres neurones de la rétine pour une première phase de traitement et d'intégration. Les signaux sont ensuite envoyés par l'intermédiaire du nerf optique à des parties du cerveau qui traitent finalement l'image et nous permettent de voir.

Comme dans une caméra, l'image sur la rétine est inversée : des objets sur la droite projettent des images sur la partie gauche de la rétine et vice versa ; des objets au-dessus de l'horizontale projettent sur la partie inférieure de la rétine et vice versa. La taille de la pupille, qui régit la façon dont la quantité de lumière entre dans l'œil, est contrôlée par l'iris. La forme du cristallin est modifiée par les muscles, juste derrière le diaphragme de telle sorte que des objets de près ou de loin peuvent être mis au point sur la rétine.

Les primates, y compris les humains, ont une vision bien développée en utilisant les deux yeux, ce qu'on appelle la vision binoculaire. Les signaux visuels venant de chaque œil sont véhiculés par environ un million de fibres dans le nerf optique jusqu'au chiasma optique où certaines fibres se croisent et passent dans l'autre hémisphère. Ce croisement des fibres permet aux deux hémisphères du cerveau de recevoir des signaux provenant des deux yeux.

Quand vous regardez une scène avec les deux yeux, les objets à votre gauche active le côté droit de la rétine. Cette information visuelle forme ensuite des cartes dans le cortex visuel droit. Il en résulte que la moitié gauche de la scène que vous regardez est traitée dans l'hémisphère droit du cerveau. À l'inverse, la moitié droite de la scène visuelle s'enregistre dans l'hémisphère gauche du cerveau. Une semblable disposition s'applique aussi aux mouvements et au toucher : chaque moitié du cerveau est responsable du traitement des informations reçues à partir de la moitié opposée du corps.

Les scientifiques savent énormément de choses sur la façon dont les cellules codent l'information visuelle dans la rétine, mais relativement moins sur le noyau cérébral appelé « noyau genouillé latéral » (une station intermédiaire entre la rétine et le cortex visuel) et sur le cortex visuel. Les études sur le fonctionnement interne de la rétine nous donnent à ce jour la meilleure connaissance sur la façon dont le cerveau analyse et traite les informations sensorielles.

Les photorécepteurs (environ 125 millions dans chaque œil humain) sont des neurones spécialisés pour transformer la lumière en signal électrique. Les deux types majeurs de photorécepteurs sont les cônes et les bâtonnets. Les bâtonnets sont extrêmement sensibles à la lumière et nous permettent de voir dans la pénombre mais ils ne portent pas d'information sur la couleur. Les bâtonnets constituent 95% de tous les photorécepteurs chez le sujet humain. Cependant, la majorité de notre vision vient des cônes qui fonctionnent dans la plupart des conditions d'éclairage et sont responsables de notre vision des détails et de la couleur.

L'œil humain contient 3 types de cônes (rouge, vert et bleu), chacun sensible à une gamme de couleur diffé-

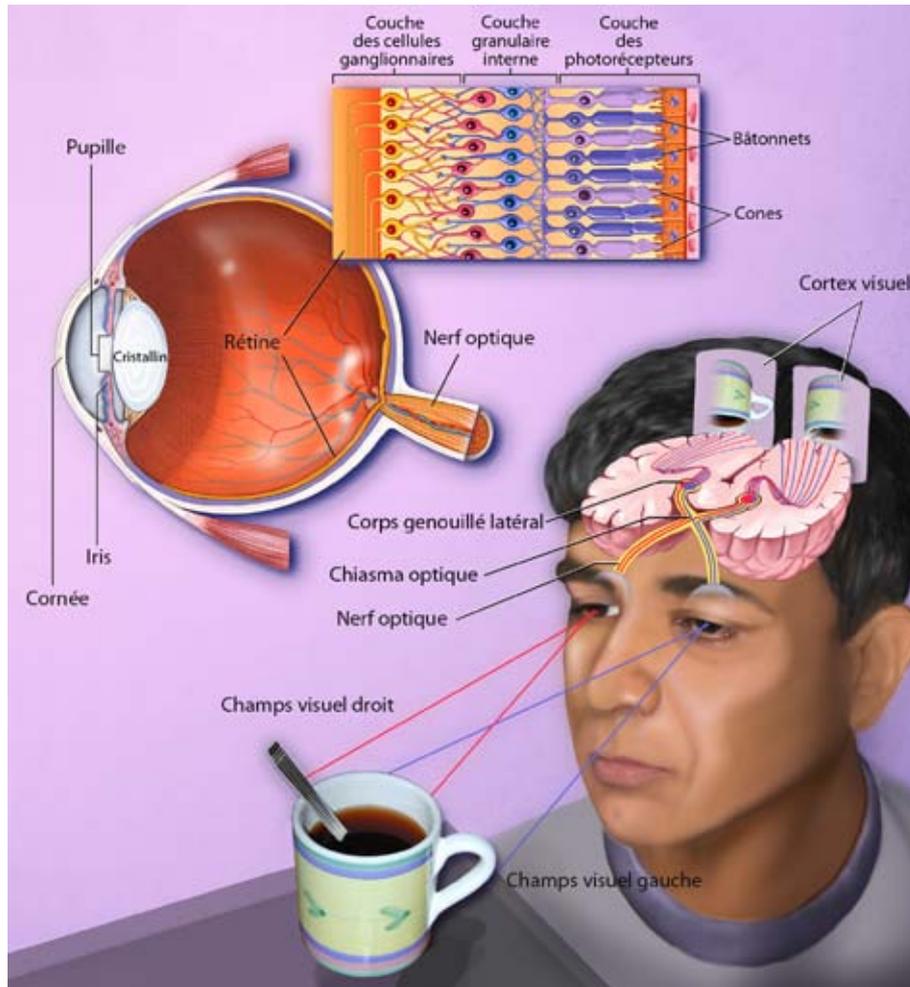
rente. Comme leurs sensibilités se chevauchent, les cônes travaillent ensemble pour transmettre des informations sur l'ensemble de toutes les couleurs visibles. Vous pourriez être surpris d'apprendre que nous pouvons voir des milliers de couleurs en utilisant seulement trois types de cônes, mais les écrans d'ordinateurs utilisent un procédé similaire pour générer tout un spectre de couleurs.

La partie centrale de la rétine humaine, où la lumière est concentrée, est appelée la fovéa, et elle ne contient que des cônes rouges et verts. La zone autour de la fovéa, appelée la macula, est essentielle pour la lecture et la conduite. La mort des photorécepteurs dans la macula, appelée la dégénérescence maculaire, est une des principales causes de cécité chez les personnes âgées dans la population des pays développés, y compris la France.

La rétine contient trois couches de neurones bien organisées. Les photorécepteurs (bâtonnets et cônes) de la première couche envoient des signaux à la couche intermédiaire (faite d'interneurones), qui transmet ensuite les

signaux à la troisième couche, laquelle est faite de différents types de cellules ganglionnaires, qui sont des neurones spécialisés proches de la surface intérieure de la rétine. Les axones des cellules ganglionnaires forment le nerf optique.

Chaque neurone de la deuxième et troisième couche reçoit généralement des entrées de nombreuses cellules de la couche précédente, et le nombre d'entrées varie largement à travers la rétine. Proche du centre du regard, où l'acuité visuelle est la plus élevée, chaque cellule ganglionnaire reçoit des entrées - via la couche intermédiaire - d'un cône ou, tout au plus, de quelques-uns, ce qui nous permet de voir des détails très fins. Près des bords de la rétine, chaque cellule ganglionnaire reçoit des signaux provenant de nombreux cônes et bâtonnets, ce qui explique pourquoi nous ne pouvons pas voir les détails fins de chaque côté. Qu'elle soit grande ou petite, la région de l'espace visuel qui fournit une entrée à un neurone visuel est appelée son champ récepteur.



*La vision commence avec la lumière passant à travers la cornée et le cristallin qui à eux deux produisent une image claire du monde visuel sur une couche de photorécepteurs appelée la rétine. Comme une caméra, l'image sur la rétine est inversée : les objets au-dessus de l'horizontale se projettent dans le bas et inversement. Les informations de la rétine sont envoyées via le nerf optique à d'autres parties du cerveau qui finalement traitent l'image et nous permettent de voir.*

### Comment l'information visuelle est-elle traitée ?

Il y a environ 60 ans, les scientifiques ont découvert que le champ récepteur de chaque cellule visuelle est activé quand la lumière arrive sur une petite partie central de ce champ et est inhibée quand la lumière atteint ses pourtours. Si la lumière couvre l'ensemble du champ récepteur, la cellule ne répond que faiblement. Ainsi, le traitement visuel commence en comparant la quantité de lumière atteignant une petite portion de la rétine avec la quantité de lumière qui atteint la périphérie de cette portion.

L'information visuelle venant de la rétine est transmise au noyau géniculé latéral du thalamus avant d'atteindre le cortex visuel primaire, une mince couche de tissu (environ 2 mm d'épaisseur), de la taille d'un demi billet de 10 Euros localisé dans le lobe occipital, à l'arrière du cerveau. Comme dans la rétine, la densité cellulaire est importante dans le cortex visuel primaire, ce dans toutes les couches. Dans sa couche médiane, qui reçoit des messages du genouillé latéral, les scientifiques ont trouvé des réponses similaires à celles observées dans la rétine et dans les cellules du genouillé latéral. Par contre, les cellules localisées au-dessus et au-dessous de cette couche réagissent différemment. Elles prêtent des stimulations lumineuses en

forme de barres ou des bords présentant des orientations particulières. D'autres études ont montré que certaines cellules préfèrent des bords avec des différents angles, ou des bords se déplaçant dans une direction particulière.

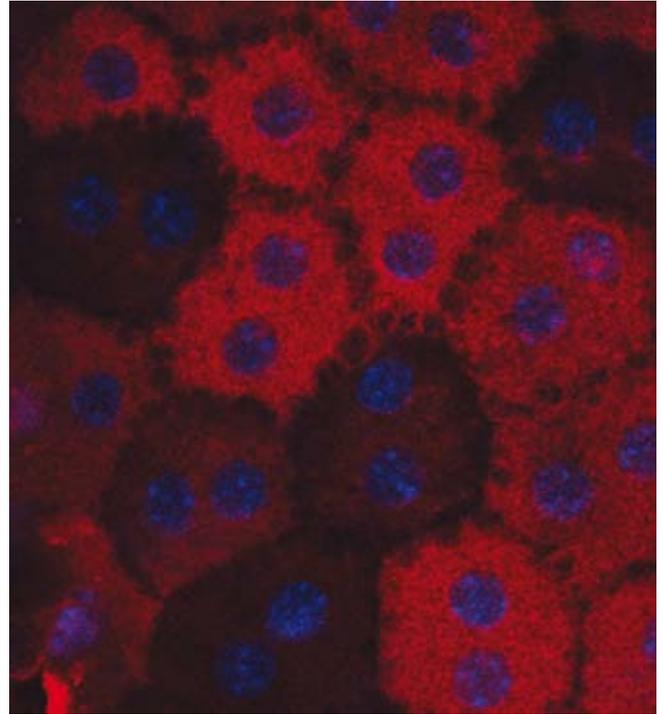
Bien que les mécanismes du traitement visuel ne soient pas encore complètement élucidés, les résultats anatomiques récents et des études physiologiques chez les singes suggèrent que les signaux visuels sont envoyés dans trois systèmes de traitements séparés. Un système semble traiter principalement des informations sur la forme, un second, principalement sur la couleur, et un troisième sur le mouvement, l'emplacement et l'organisation spatiale. Les études psychologiques chez l'humain corroborent les résultats obtenus par les recherches chez l'animal. Ces études montrent que la perception du mouvement, de la profondeur, de la perspective, de la taille relative des objets ainsi que le mouvement relatif des objets, les ombres et dégradés textures, dépendent principalement des contrastes de l'intensité lumineuse plutôt que de la couleur. La perception nécessite que les traitements soient organisés de telle sorte que ceux concernant des éléments en rapport les uns avec les autres soient regroupés. Cela découle de la capacité du cerveau à regrouper ensemble les différentes parties d'une même image mais également à séparer les différentes images les unes des autres sur la base de leur textures et leur propriétés individuelles.

### La recherche fondamentale conduit à des traitements plus efficaces

Les études sur la vision ont également conduit à un meilleur traitement des troubles visuels. Les informations obtenues à partir de la recherche chez les chats et les singes ont amélioré les thérapies pour le strabisme, une condition dans laquelle les yeux ne sont pas correctement alignés les uns avec les autres et pointent dans des directions différentes. Cela s'appelle aussi loucher ou avoir les yeux qui se croisent. Les enfants atteints de strabisme ont d'abord une bonne vision dans chaque œil. Mais parce qu'ils ne peuvent pas fusionner les images, ils ont tendance à favoriser un œil et perdent souvent une vision utile dans l'autre. La vision peut être restaurée dans ces cas, mais uniquement pendant l'enfance ou la petite enfance. Au-delà de l'âge de 8 ans, la cécité d'un œil devient permanente. Il y a quelques décennies, les ophtalmologistes attendaient que les enfants atteignent l'âge de 4 ans pour aligner les yeux, en prescrivant des exercices, ou l'aide d'un bandeau sur l'œil. Maintenant le strabisme est corrigé très tôt dans vie - avant l'âge de 4 ans - lorsque la vision normale peut encore être restaurée.

Des études génétiques approfondies, et l'utilisation de modèles animaux, nous ont permis d'identifier les déficiences sous-tendant des maladies oculaires héréditaires, ce qui rend possible la conception de thérapies géniques ou de thérapies à base de cellules souches, mais également de découvrir de nouveaux médicaments pour ces maladies. La perte de fonction ou la mort de photorécepteurs

semble être une cause majeure de cécité dans de nombreuses maladies aujourd'hui incurables. Récemment, la thérapie génique mise en œuvre pour un petit groupe de patients atteints de cécité sévère leur a permis de voir. Des travaux sont également en cours afin de contourner la perte en photorécepteurs en envoyant directement des signaux électriques au cerveau par l'intermédiaire de cellules ganglionnaires.



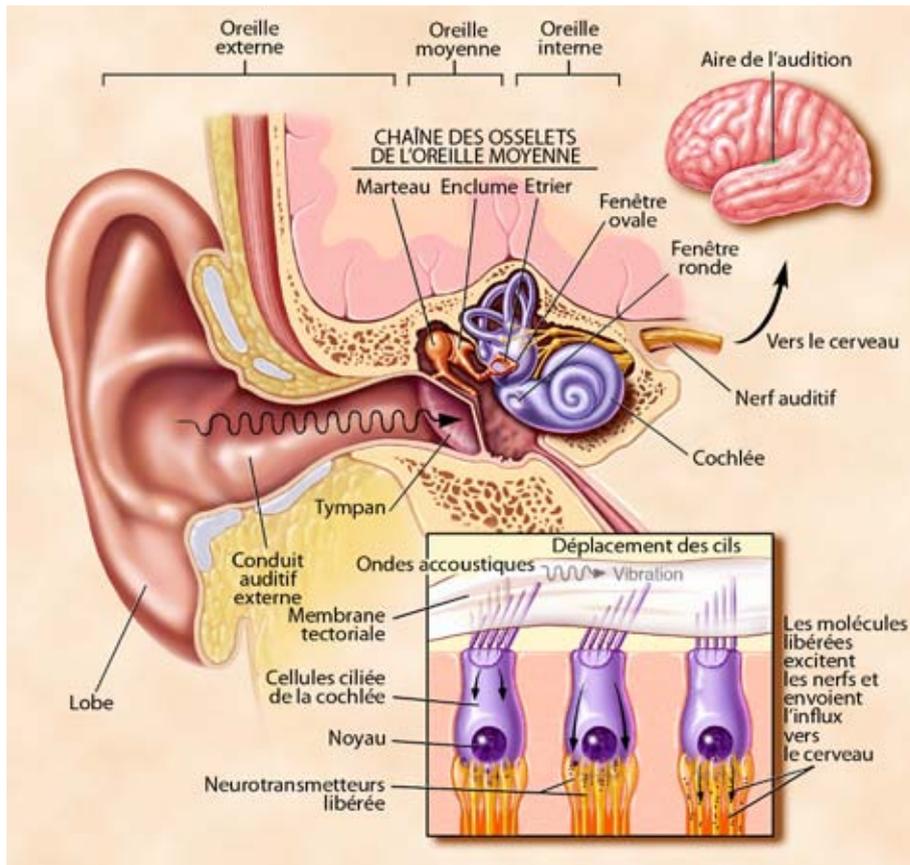
*Des mutations de la protéine RPe65 (marquée en rouge dans les cellules de la rétine) causent une forme héréditaire de cécité qui peut être corrigée par thérapie génique (Crédit photo : National Eye Institute, National Institutes of Health).*

### Audition

Souvent considéré comme le sens le plus important pour l'être humain, l'audition nous permet de communiquer avec les autres en percevant les sons et interprétant le langage. L'audition amène aussi des informations fondamentales pour la survie, par exemple, en nous alertant sur l'approche d'une voiture, il nous permet de nous mettre hors de danger.

Comme le système visuel, notre système auditif analyse plusieurs paramètres dans les signaux qu'il détecte (par exemple, la localisation d'un son, son intensité et sa hauteur). Notre système auditif ne mélange pas les fréquences des différents sons, comme le système visuel fait quand différentes longueurs d'onde de la lumière sont mélangées pour produire de la couleur. Au lieu de cela, il sépare des sons complexes en composantes tonales ou fréquentielles, de sorte que nous pouvons suivre différentes voix ou instruments lorsque nous écoutons des conversations ou de la musique.

Que ce soit le chant des grillons ou le rugissement d'un moteur de fusée, les ondes sonores sont recueillies par



*Les ondes sonores sont collectées par l'oreille externe – le pavillon de l'oreille et le canal auditif externe – et sont acheminées jusqu'à la membrane tympanique pour la faire entrer en vibration. Attaché à la membrane tympanique, le marteau transmet les vibrations à l'enclume puis à l'étrier. Des cellules ciliées convertissent les vibrations mécaniques en signaux électriques qui en retour excitent les 30 000 fibres du nerf auditif. Le nerf auditif envoie ces informations au tronc cérébral. De là, les informations sont envoyées au thalamus puis au cortex auditif, la zone corticale impliquée dans la perception des sons.*

l'oreille externe (le pavillon et le conduit auditif externe) et canalisées jusqu'à la membrane tympanique (le tympan) pour la faire vibrer. Attaché à la membrane tympanique, le malleus (encore appelé le marteau) transmet les vibrations à l'incus (encore appelé l'enclume), qui passe la vibration au stapes (encore appelé l'étrier). L'étrier pousse sur la fenêtre ovale, qui sépare l'oreille moyenne remplie d'air de l'oreille interne remplie de liquide afin de produire des variations de pression dans la cochlée qui a une forme d'escargot. La séparation des fréquences a lieu dans la cochlée, qui est accordée dans le sens de la longueur à des fréquences différentes : ainsi une note élevée provoque une vibration de la membrane basilaire de la cochlée en un endroit particulier, et une note inférieure a le même effet sur une autre région de la membrane basilaire.

Coiffant la membrane basilaire qui vibre, les cellules ciliées sont garnies à leur extrémité de faisceaux microscopiques appelés stéréocils (fins comme des cheveux), qui sont pliés par la membrane de Corti située au-dessus d'eux. Les cellules ciliées convertissent la vibration mécanique en signaux électriques, qui, à leur tour, excitent les 30 000 fibres du nerf auditif. Le nerf auditif porte alors les signaux au niveau de la partie auditive du tronc cérébral. Comme chacune des cellules ciliées est placée sur une partie différente de la membrane basilaire, elles vont toutes répondre à des fréquences sonores différentes. En conséquence, chaque fibre nerveuse du nerf auditif porte dans le cerveau

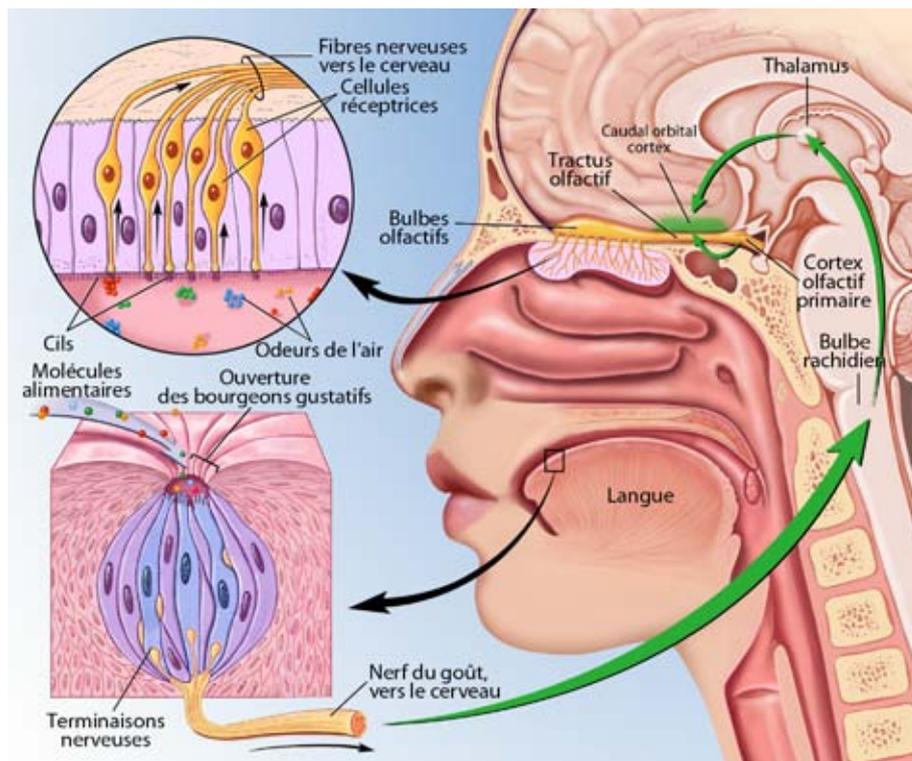
des informations sur une fréquence différente. L'information auditive est analysée dans de multiples centres du cerveau et arrive au niveau du gyrus temporal supérieur, où est localisé le cortex auditif, la partie du cerveau impliquée dans la perception sonore.

Dans le cortex auditif, les neurones adjacents ont tendance à répondre à des sons de mêmes fréquences. Cependant, ils se spécialisent dans différentes combinaisons de sons. Certains répondent à des sons purs, tels que ceux produits par une flûte, et d'autres à des sons complexes comme ceux générés par un violon. Certains répondent aux sons longs et d'autres aux sons courts, certains répondent à des sons qui augmentent ou diminuent en fréquence au cours du temps. D'autres neurones pourraient combiner des informations de ces neurones spécialisés pour reconnaître un mot ou un instrument.

Le son est traité dans différentes régions du cortex auditif dans les deux hémisphères du cerveau. Cependant, pour la plupart des individus, le côté gauche est spécialisé pour percevoir et produire le langage. Des dommages au cortex auditif gauche, comme lors d'une commotion cérébrale, peut laisser une personne capable d'entendre, mais incapable de comprendre le langage.

### Goût et odorat

Bien que la plupart d'entre nous n'y pensent pas, les sens intriqués de la gustation et de l'olfaction nous aide à interpréter le monde chimique. Tout comme un son résulte



*Le goût et l'odorat sont des sens séparés qui ont leurs propres organes récepteurs mais qui sont étroitement liés. Les agents sapides, c'est-à-dire les molécules chimiques contenues dans les aliments, sont détectées par les bourgeons du goût qui consistent en des cellules sensorielles spécialisées. Quand elles sont stimulées, ces cellules envoient des signaux à des aires spécifiques du cerveau qui nous rendent conscients de la perception gustative. De la même façon, des cellules spécialisées localisées dans le nez collectent les odeurs, des molécules odorantes contenues dans l'air. Les odeurs activent des protéines réceptrices qu'on trouve sur les cils à l'extrémité des cellules sensorielles, un processus qui initie la réponse neuronale. Au bout du compte, les informations sur les goûts et les odeurs convergent, nous permettant ainsi de détecter la saveur des aliments.*

de la perception de changements dans la pression de l'air, et la vue de la perception de la lumière, les goûts et les odeurs résultent de la perception des produits chimiques contenus dans l'air ou dans notre alimentation. Modalités séparées disposant de leurs propres organes récepteurs, le goût et l'odorat sont néanmoins intimement entremêlés.

Cette relation étroite est plus évidente dans la façon dont nous percevons les saveurs des aliments. Comme toute personne ayant un rhume peut en témoigner, la nourriture «a un goût» différent lorsque le sens de l'odorat est altéré. En fait, ce qui est vraiment affecté, c'est la saveur de la nourriture, c'est à dire la combinaison du goût et de l'odorat. Dans ce cas c'est seulement le goût, pas les odeurs de nourriture, qui est détecté. Le goût lui-même est axé sur la distinction des produits chimiques qui sont soit sucrés, salés, aigres ou amers. Cependant, les interactions entre les sens du goût et de l'odorat améliorent la perception des aliments que nous mangeons.

Les agents sapides, les produits chimiques contenus dans les aliments, sont détectés par les papilles gustatives, des structures spéciales incorporées au sein de petites protubérances placées sur la langue et appelées papilles. D'autres bourgeons du goût se trouvent à l'arrière de la bouche et sur le palais. Toute personne a entre 5000 et 10 000 papilles gustatives. Chaque bourgeon gustatif est constitué de 50 à 100 cellules sensorielles spécialisées, qui sont stimulés par les agents sapides comme des sucres, des sels ou des acides. Lorsque les cellules sensorielles sont stimulées, elles déclenchent des signaux transférés sur les extrémités des fibres nerveuses qui envoient des impulsions

le long des nerfs crâniens jusqu'à des régions spécialisées dans le tronc cérébral. À partir de là, les signaux sont envoyés vers le thalamus puis sur une zone déterminée du cortex cérébral, qui nous fait prendre conscience de la perception du goût.

Les molécules odorantes en suspension, appelées substances odorantes, sont détectées par des neurones sensoriels spécialisés situés dans de petits amas de la muqueuse qui tapisse le haut de la cavité nasale. Les axones de ces cellules sensorielles passent par des perforations dans l'os sous-jacent et entrent dans les deux bulbes olfactifs situés contre la face inférieure du lobe frontal du cerveau.

Les substances odorantes stimulent des protéines réceptrices situées sur des cils à l'extrémité de la cellule sensorielle, un processus qui initie une réponse neurale. Une substance odorante agit sur plus d'un récepteur, mais le fait à des degrés divers. De même, un seul récepteur interagit avec plus d'une molécule odorante, également à des degrés divers. Par conséquent, chaque substance odorante a son propre motif d'activité, qui est mis en place dans le neurone sensoriel. Ce motif d'activité est alors envoyé vers le bulbe olfactif, où d'autres neurones sont activés pour former une carte spatiale de l'odeur. L'activité neuronale créée par cette stimulation arrive au cortex olfactif primaire à l'arrière de la face inférieure, ou orbital, d'une partie du lobe frontal. L'information olfactive passe ensuite à des parties adjacentes du cortex orbital, où la combinaison des informations sur l'odeur et le goût d'aide à créer la perception de la saveur.

## Toucher et douleur

Le toucher est le sens par lequel nous déterminons les caractéristiques d'un objet : taille, forme, texture. Nous faisons cela à travers des récepteurs situés dans la peau. Dans les zones poilues de la peau, certains récepteurs sont constitués de grappes de terminaisons venant des cellules nerveuses sensorielles arrivant autour de la base de poils. Les terminaisons nerveuses sont remarquablement sensibles. Elles peuvent être mises en jeu par le moindre mouvement des poils.

Les signaux provenant de récepteurs du toucher passent par les nerfs sensoriels de la moelle épinière, où ils font synapse, c'est-à-dire qu'ils rentrent en contact avec d'autres cellules nerveuses, qui à leur tour envoient l'information au thalamus et au cortex sensoriel. La transmission de cette information est hautement topographique, ce qui signifie que le corps est représenté d'une manière ordonnée aux différents étages du système nerveux. De grandes zones du cortex sont consacrées aux sensations issues des mains et des lèvres ; des régions corticales beaucoup plus petites représentent les parties les moins sensibles du corps.

Les différentes parties du corps varient dans leur sensibilité aux stimuli tactiles et douloureux. Ces différences reposent en grande partie sur le nombre et la distribution des récepteurs. Par exemple, la cornée est plusieurs centaines de fois plus sensible à des stimuli douloureux que ne l'est la plante des pieds. Les doigts sont très bons pour la discrimination tactile contrairement au torse.

Des neurologues ont mesuré la sensibilité en déterminant le seuil de détection d'une stimulation de deux points de la peau, c'est-à-dire la distance minimum entre deux points de la peau nécessaire pour que l'individu puisse distinguer deux stimuli distincts au lieu d'un seul. Cette méthode consiste à toucher la peau avec un compas à deux pointes. Sans surprise, l'acuité est plus grande dans les zones les plus densément innervées du corps. Le seuil est le plus bas sur les doigts et les lèvres.

Les fibres sensorielles qui répondent aux stimuli qui endommagent les tissus et peuvent causer de la douleur sont appelées nocicepteurs. D'autres sous-ensembles de nocicepteurs produisent des molécules qui sont responsables des réponses nociceptives (c'est-à-dire douloureuses) thermiques, mécaniques ou chimiques. Fait intéressant, ces mêmes molécules répondent à des substances chimiques d'origine végétales, tels que la capsaïcine, l'ail et le wasabi, qui peuvent produire de la douleur. Certains nocicepteurs dans la peau réagissent à des stimuli chimiques qui causent des démangeaisons. L'histamine est un exemple d'un tel nocicepteur, et il peut être libéré en réponse à certaines piqûres d'insectes ou à des allergies.

Les lésions dans les tissus provoquent également la libération de nombreux produits chimiques au site de la lésion et de l'inflammation. Les prostaglandines améliorent la sensibilité des récepteurs à des lésions tissulaires et, finalement, peuvent induire des sensations de douleur plus intenses. Les prostaglandines contribuent aussi à l'état

clinique d'allodynie, dans lequel des stimuli anodins peuvent produire la douleur, comme quand on touche de la peau brûlée par le soleil. Une blessure persistante peut conduire à des changements dans le système nerveux qui amplifient et prolongent le signal «douleur». Il en résulte un état d'hypersensibilité à la douleur qui persiste et peut même être évoquée par des stimuli normalement inoffensifs. La douleur persistante est, à de nombreux égards, une maladie du système nerveux, non pas simplement un symptôme résultant d'une autre maladie.

## Envoyer et recevoir des messages de douleurs et des démangeaisons

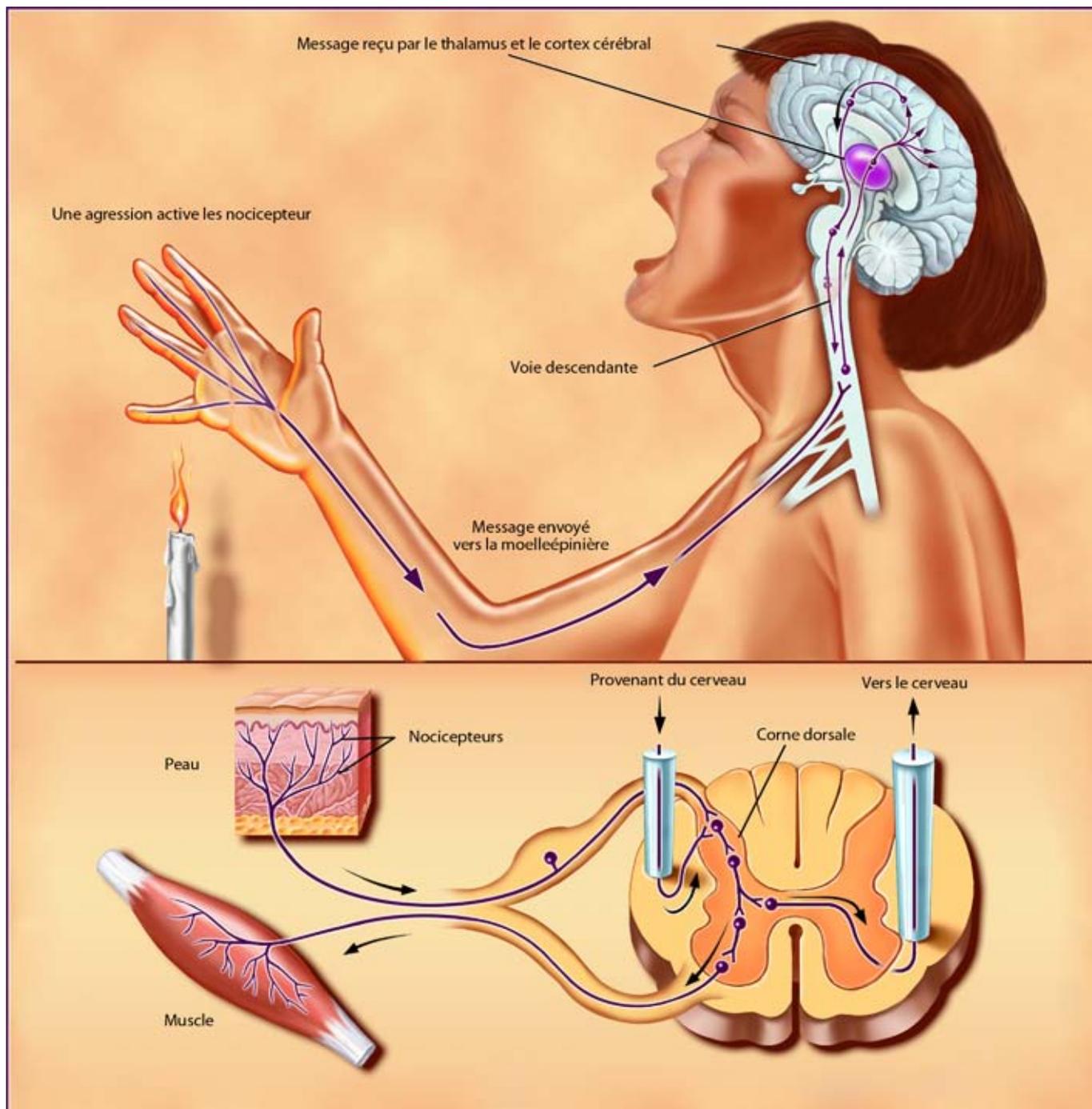
Les messages douloureux et les démangeaisons sont transmis à la moelle épinière via des petites fibres myélinisées et des fibres amyéliniques très petites appelées fibres C. Les fibres nerveuses myélinisées sont très sensibles à la douleur, elles évoquent sans doute la douleur aiguë, rapide, qui est par exemple générée par une piqûre d'épingle. En revanche, la douleur induite par les fibres C, est généralement plus lente et plus diffuse.

Dans les voies ascendantes de la douleur, les informations sont transmises à partir de la moelle épinière à plusieurs structures du cerveau, notamment le thalamus et le cortex cérébral. Ces structures sont impliquées dans le processus par lequel les messages douloureux et les démangeaisons deviennent une expérience consciente.

L'expérience de la douleur (ou des démangeaisons) n'est pas seulement fonction de l'ampleur de la lésion ni même de l'intensité de l'activité neuronale générée. D'autres facteurs, tels que l'environnement dans lequel la blessure se produit (par exemple, lors d'un accouchement ou d'un accident de voiture), ainsi que l'impact émotionnel, déterminent aussi notre réponse globale à l'expérience douloureuse.

Les messages douloureux peuvent être supprimés par les systèmes de neurones qui proviennent de structures localisées dans le tronc cérébral. Ces systèmes descendants suppriment, au niveau des cornes dorsales de la moelle épinière, la transmission des signaux de douleur vers les centres supérieurs du cerveau.

Certains de ces systèmes descendants utilisent des composés chimiques naturels, les opioïdes endogènes, appelés aussi endorphines, qui sont fonctionnellement semblables à la morphine. Les résultats récents, indiquant que les endorphines agissent sur de nombreux récepteurs opioïdes du cerveau et de la moelle épinière, ont eu des répercussions importantes pour la thérapie des douleurs. Par exemple, les scientifiques ont commencé à étudier la façon d'injecter des opioïdes dans la colonne vertébrale après avoir découvert une distribution importante de récepteurs opioïdes dans les cornes dorsales de la moelle épinière. Après qu'une technique pour délivrer les opioïdes dans la colonne vertébrale ait été utilisée avec succès chez l'animal, ces traitements ont été entrepris chez l'homme, et cette technique est désormais courante dans le traitement



Les messages douloureux sont détectés par des récepteurs et transmis à la moelle épinière via de petites fibres nerveuses myélinisées et de très fines fibres non-myélinisées. Depuis la moelle épinière, les signaux sont envoyés au tronc cérébral, au thalamus et au cortex et finalement perçus comme douloureux. Ces messages peuvent être supprimés par des groupes de neurones originaires du mésencéphale. Cette voie descendante envoie des messages à la moelle épinière où elle supprime la transmission des signaux de lésions tissulaires vers les centres supérieurs du cerveau.

des douleurs post-chirurgicales.

Les outils modernes d'imagerie sont maintenant utilisés pour aider les scientifiques à mieux comprendre ce qui se passe dans le cerveau lorsqu'on fait l'expérience de la douleur. Une découverte est qu'il n'y a pas une seule région dans le cerveau qui génère la douleur, mais que des structures impliquées dans les composantes émotionnelles et sensorielles constituent ensemble une mosaïque

d'activité conduisant à la douleur.

De façon intéressante, lorsque les gens sont hypnotisés de telle sorte qu'un stimulus douloureux n'est pas perçu comme désagréable, l'activité dans une partie seulement des zones du cerveau est supprimée, ce qui montre que le stimulus est toujours reconnu. Il n'est tout simplement plus perçu comme douloureux. Les techniques pour étudier le cerveau s'améliorant sans cesse, il devrait être possible de

surveiller les changements dans le cerveau qui se produisent chez les personnes souffrant de douleurs chroniques plus efficacement et de mieux évaluer l'efficacité des différents médicaments analgésiques en train d'être mis au point.

Le traitement de l'information dans les systèmes sensoriels n'est qu'une des nombreuses fonctions du cerveau. Ces informations sont souvent la première étape des autres activités du cerveau, comme l'apprentissage et l'acquisition des connaissances. Le chapitre suivant traite de ce que nous connaissons de ces fonctions clés ainsi que les lacunes qui subsistent encore dans notre compréhension.

Traduction : Jean-Marc Edeline, CNRS & Université Paris Sud,  
Orsay