



École supérieure
du professorat
et de l'éducation
Bretagne

Les fonctions de relation

**Auteur : Yves Kuster
Formateur SVT
ESPE de Bretagne**

Objectifs

Ce cours en ligne vous apportera une information de base, richement illustrée, concernant les fonctions de relation.

Ce cours est divisé en deux chapitres :

- Chapitre 1 : les fonctions sensorielles
- Chapitre 2 : Modes de déplacement et mouvement

Un ensemble d'exercices accompagne chaque chapitre.

 Pour en savoir plus sur le sujet :

Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Relation>

Site « La main à la pâte » :

http://www.lamap.fr/?Page_Id=10&Action=1&Element_Id=405&DomainScienceType_Id=4

Introduction

Pour assurer ses fonctions de reproduction et de nutrition, il y a nécessité chez les animaux que l'organisme soit en relation avec le milieu extérieur (recherche de nourriture, recherche d'un partenaire sexuel). Les animaux mettent alors en jeu des comportements spécifiques.



Un comportement est une activité observable chez un animal et pouvant être décrite de manière objective. Certains comportements peuvent déclencher des réactions particulières chez un autre animal de la même espèce ou pas. Dans ce cas on parlera de **communication animale**.

Les fonctions de relation ont pour effet de mettre l'organisme animal en relation avec le milieu extérieur. **Les fonctions de relation constituent les moyens de connaître le monde qui nous entoure**

Chapitre 1 – Les fonctions sensorielles

1 – Les moyens de connaître le monde

La connaissance du monde dans lequel nous vivons s'effectue grâce à **cinq sens** que sont la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher.

A ces 5 sens correspondent 5 organes des sens ou organes sensoriels : les yeux, les oreilles, les fosses nasales, la langue, la peau.

Les organes sensoriels sont des organes spécialisés, adaptés à recevoir certains types de **stimulus externes** tels que la lumière, les vibrations sonores, certaines molécules chimiques...

Un stimulus est un **facteur de l'environnement** auquel l'animal se montre sensible et qui le plus souvent déclenche un comportement.

Il existe une grande diversité de stimulus (ou stimuli) dans le monde animal :

- Stimuli visuels
- Stimuli sonores
- Stimuli mécaniques
- Stimuli thermiques
- Stimulus chimiques etc..



Remarque

Le « toucher » comprend plusieurs types de sensibilité : sensibilité au contact (en palpant un objet avec la main on peut savoir s'il est lisse ou rugueux), sensibilité à la pression, sensibilité à la température, sensibilité à la douleur. La peau est donc sensible à différents types de stimulus.

2 – Du stimulus au message nerveux

2.1 – La notion de récepteurs sensoriels

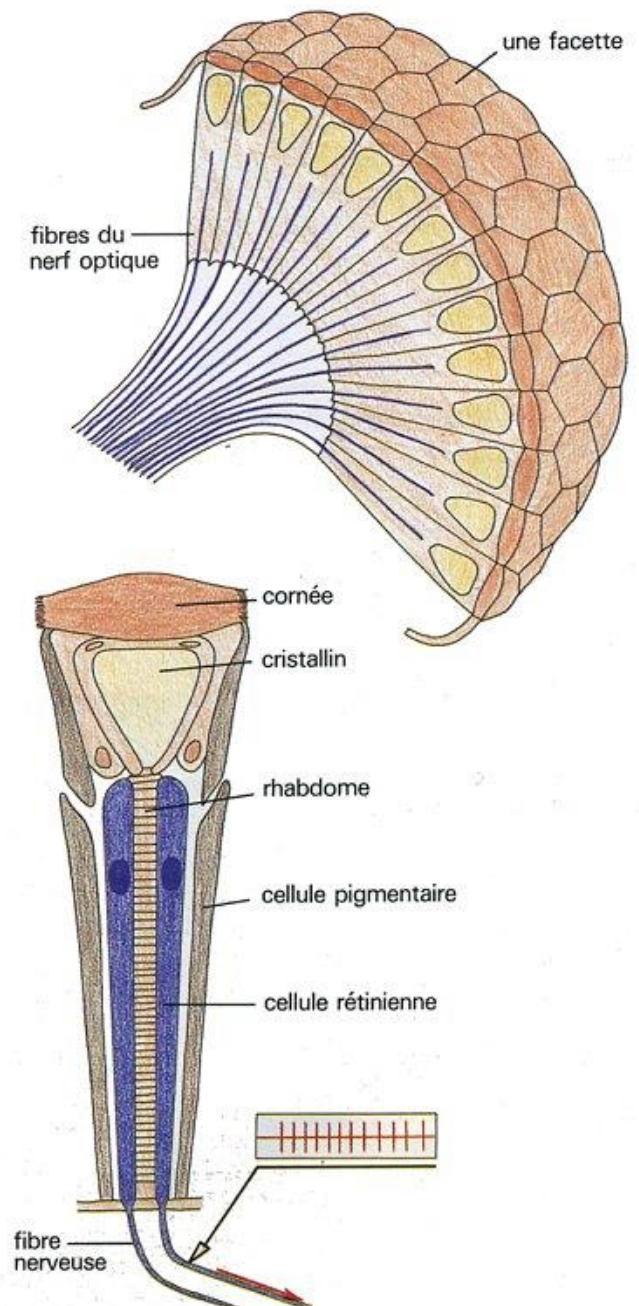
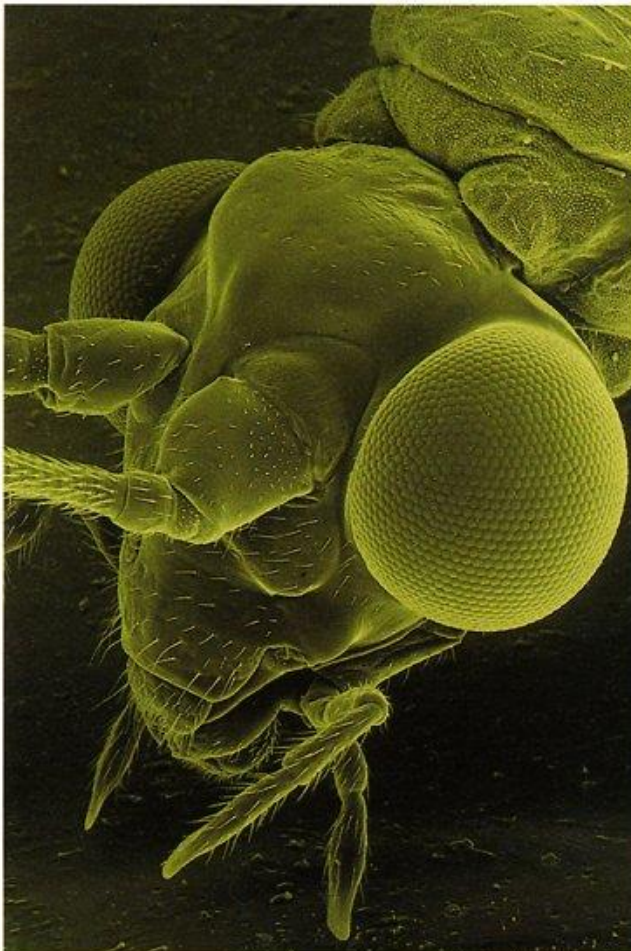
Chacun de nos organes des sens recèle en son sein de nombreuses cellules sensibles à un type particulier de stimulus. Ces cellules spécialisées portent le nom de **récepteur sensoriel**.

Selon le type de stimulus perçu par ces cellules, toute une terminologie a été créée dont voici quelques exemples :

Les photorécepteurs

Certains animaux pouvant réagir à un stimulus lumineux ne possèdent pas d'organe spécialisé dans la photoréception : on parle de photosensibilité diffuse.

D'autres possèdent des « yeux » mais ce terme recouvre des organes très différents. Les plus simples sont des cavités remplies d'une goutte de liquide et tapissées de terminaisons nerveuses photosensibles. Les plus complexes sont les yeux à facettes des insectes (comme celui dessiné ici) et les yeux des mammifères. Mais quel que soit l'œil, la lumière frappe toujours des terminaisons nerveuses photosensibles après avoir traversé un ou plusieurs milieux transparents.

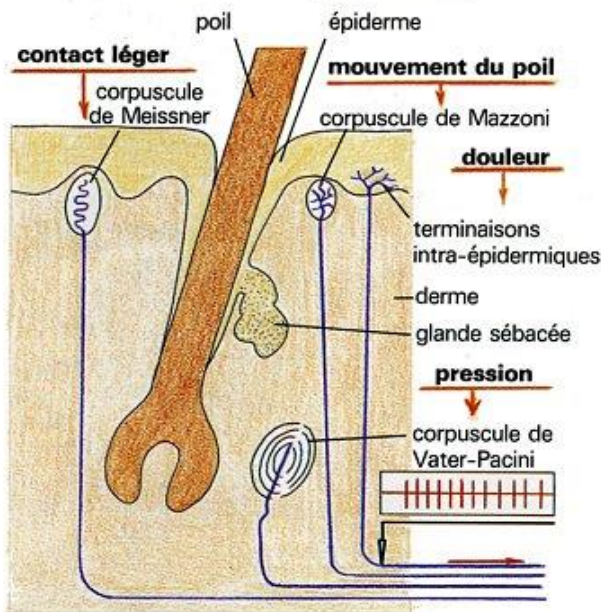


Chez l'Homme, la **rétine de l'œil** contient des milliers de récepteurs sensoriels différents appelés **cellules en cône** et **cellules en bâtonnet**. Les cônes sont sensibles à certaines radiations du spectre visible et nous permettent la vision des couleurs. Les bâtonnets sont sensibles au déplacement des objets dans le champ visuel ainsi qu'à l'énergie lumineuse émise ou réfléchiée par les objets (leur luminance).

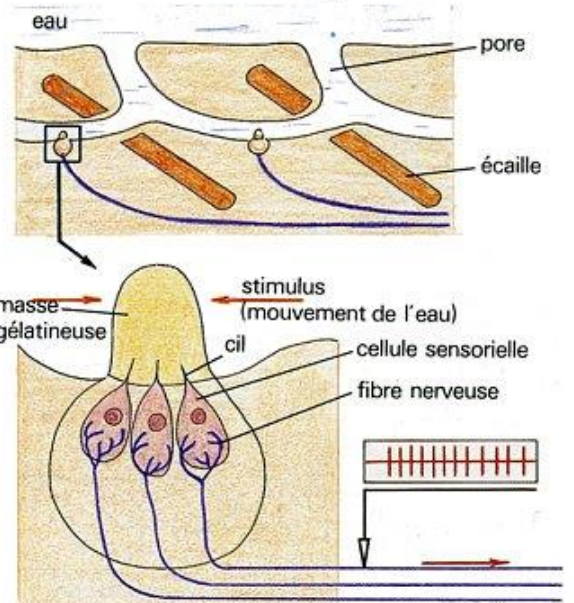
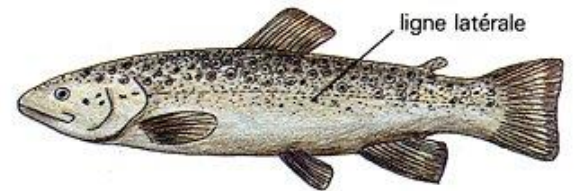
Les mécanorécepteurs

Des corpuscules sensoriels tactiles situés dans le derme rendent la peau humaine sensible aux variations de pression. L'oreille humaine enregistre des vibrations sonores. Certains poils (sensilles) des insectes sont, comme les récepteurs déjà mentionnés, sensibles à des stimulus mécaniques tels que variations de pression, contact, étirement ou vibrations sonores.

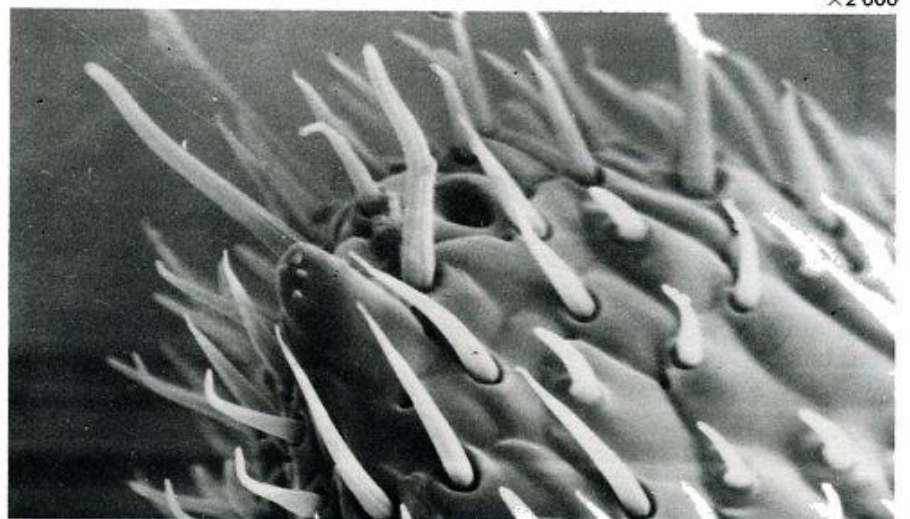
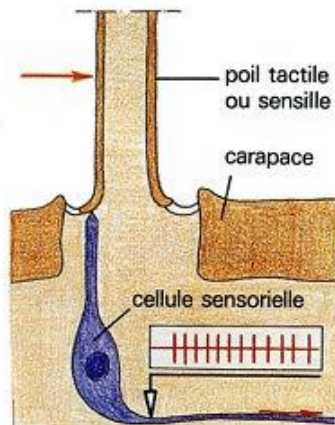
Exemple 1 : les corpuscules sensoriels de la peau humaine



Exemple 2 : la ligne latérale des poissons

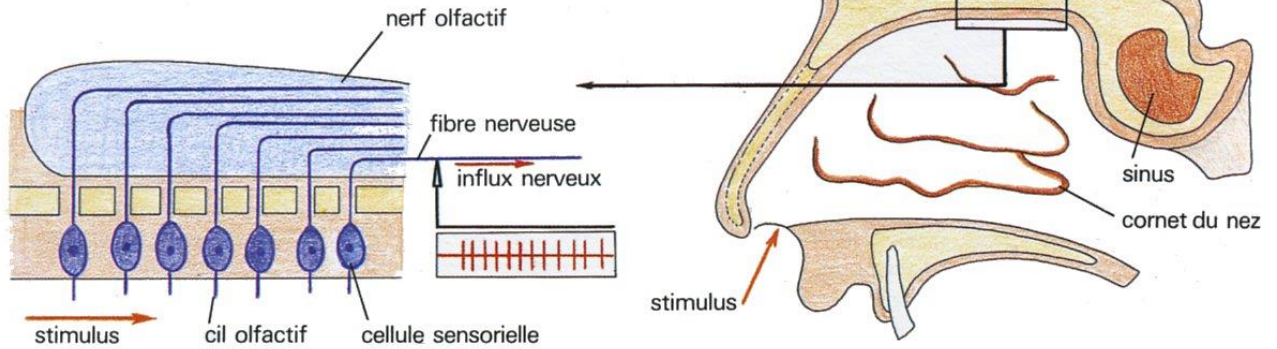


Exemple 3 : les poils tactils des insectes



Les chimiorécepteurs

Dans la soie chimiosensible des insectes (étudiée dans le document 2), ou bien encore au niveau du nez ou de la langue chez les mammifères et chez l'homme, les molécules arrivent directement au contact des terminaisons nerveuses sensibles (terminaisons olfactives dans les fosses nasales ou « bourgeons du goût » sur la langue).



Exercice 1 : les thermorécepteurs du Crotale

REPÉRAGE DES PROIES CHEZ LE CROTALE

Un crotale qui chasse est capable de suivre sa proie à distance et de la repérer pour s'en approcher. Il frappe ensuite cette proie de ses crochets venimeux avec une étonnante précision, aussi bien lorsqu'il s'agit d'un petit mammifère qui s'est réfugié dans son terrier totalement obscur, que d'une grenouille qui tente de s'échapper en pleine lumière. Des expériences ont été réalisées pour déterminer la nature des stimulus qui déclenchent l'attaque du crotale.



Proie ou leurre présentés au crotale	Stimulus émis par la proie ou le leurre	Attaque du crotale
Souris naturalisée à la lumière	Rayons lumineux	+
Souris naturalisée à l'obscurité	0	-
Souris vivante à l'obscurité	Rayons infrarouges	+
Souris morte à l'obscurité	0	-
Lampe allumée recouverte d'un tissu opaque (le tout à la lumière)	Rayons infrarouges + rayons lumineux	+
Lampe éteinte recouverte d'un tissu opaque (le tout à la lumière)	Rayons lumineux	-

Analysez les expériences proposées et montrez que le Crotale dispose de récepteurs à la chaleur utiles pour repérer ses proies.

(1) La langue fourchue du crotale jaillit continuellement de la bouche. Elle recueille sur le sol et dans l'air des particules odorantes et les rapporte à l'organe de Jacobson situé dans la bouche. Ce dernier, constitué par une paire de cavités, est un organe olfactif et gustatif très sensible.

(2) Entre les yeux et les narines, les fossettes loréales détectent des variations de température de 0,003 °C. Ces détecteurs de radiations infrarouges très sensibles donnent sur les proies à sang chaud des informations précises (direction, distance) et permettent au crotale de frapper avec précision dans l'obscurité totale.

Expériences	Nature de la proie	Approche de la proie		Repérage précis	
		Jour	Nuit	Jour	Nuit
Cautérisation ou amputation de la langue (1)	Rongeur	-	-	+*	+*
	Grenouille	-	-	+*	+*
Mise hors service des fossettes loréales (2)	Rongeur	+	+	+	-
	Grenouille	+	+	+	-
Masquage des yeux	Rongeur	+	+	+	+
	Grenouille	+	+	-	-

* Le repérage précis ne peut se faire que si l'expérimentateur place la proie au voisinage immédiat du crotale, celui-ci n'ayant pu effectuer l'approche.

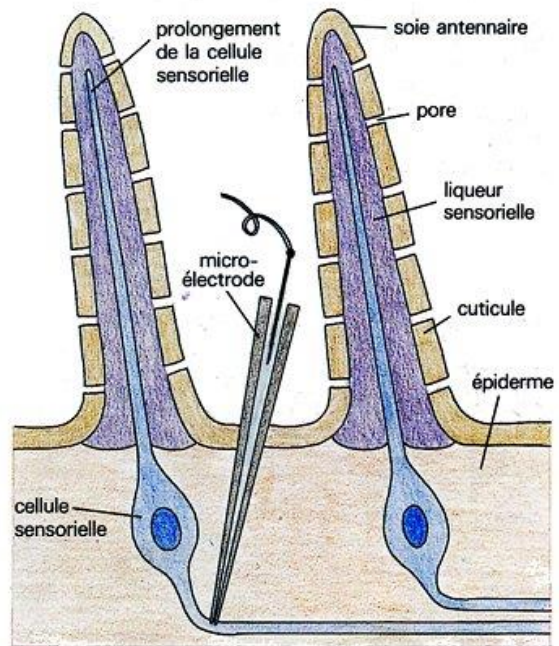
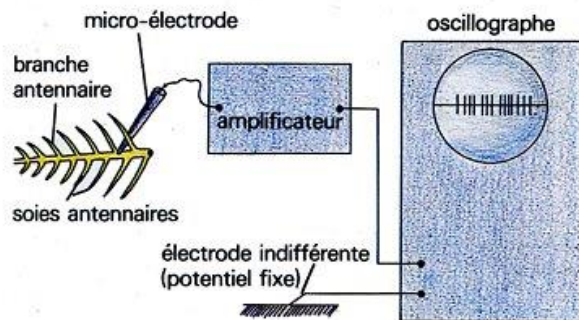
Utilisez les expériences proposées ci-dessus pour situer les thermorécepteurs du Crotale.

2.2 – La notion de message nerveux

Quel que soit le récepteur sensoriel, son excitation par un stimulus approprié fait naître des **messages nerveux** qui vont se propager dans l'organisme vers un centre nerveux.

- Enregistrement de messages nerveux au niveau des **soies antennaires** du Bombyx (ver à soie). Il s'agit de chimiorécepteurs d'une grande sensibilité qui permettent au mâle de repérer des phéromones (baptisées bombycol) émises en très faible quantité (ordre du nanogramme) par une femelle à plusieurs dizaines de Km de distance)





Dispositif d'enregistrement utilisant une microélectrode implantée dans les cellules sensorielles de la soie antennaire

Quand un message circule le long d'une fibre nerveuse, on observe le passage d'une salve de signaux élémentaires de nature électrique, tous de même amplitude. Les différents enregistrements ci-contre ont été obtenus en faisant agir sur l'antenne des concentrations croissantes de bombycol.



D'après D. Schneider

Enregistrement de messages nerveux

Un message nerveux est **un ensemble de signaux électriques de même amplitude appelés potentiels d'action**. Un message nerveux ne peut être composé d'un seul potentiel d'action, mais d'un train de potentiels d'action émis à une certaine **fréquence**. Les potentiels d'action qui composent un message nerveux ne prennent naissance que si la stimulation est d'une intensité suffisante.

Exercice 2 : codage de l'information

A partir des expériences proposées ci-dessus sur le Bombyx, montrez qu'un message nerveux contient une information codée. Définissez la nature du codage.

3 – La communication dans l'organisme par le système nerveux

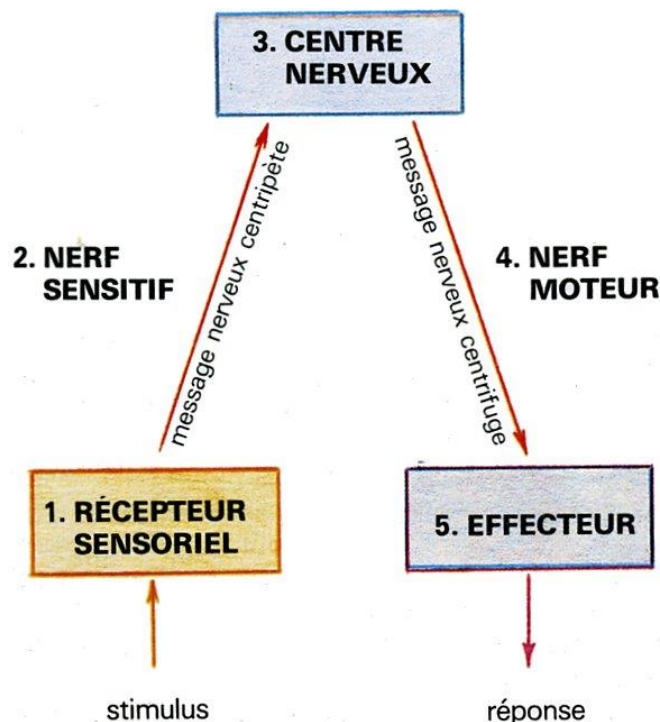
3.1 – Le circuit de l'information dans l'organisme

Le système nerveux chez les animaux réalise une **liaison anatomique** entre les **organes récepteurs** des stimuli et les organes responsables de la réponse comportementale appelés **effecteurs** des comportements.

Le système nerveux comprend toujours des **centres nerveux** et des **nerfs** unissant ces centres d'une part aux récepteurs (nerfs sensoriels) et d'autre part aux effecteurs (nerfs moteurs).

On distingue deux types de messages nerveux :

- les messages nerveux qui circulent sur les nerfs sensoriels ou sensitifs sont appelés **messages nerveux sensoriels ou afférents ou centripètes** (3 expressions synonymes ; centripètes, étymologiquement : « qui vont vers le centre ») ;
- les messages nerveux qui circulent sur les nerfs moteurs sont appelés **messages nerveux moteurs ou efférents ou centrifuges** (centrifuges : « qui fuient le centre »).



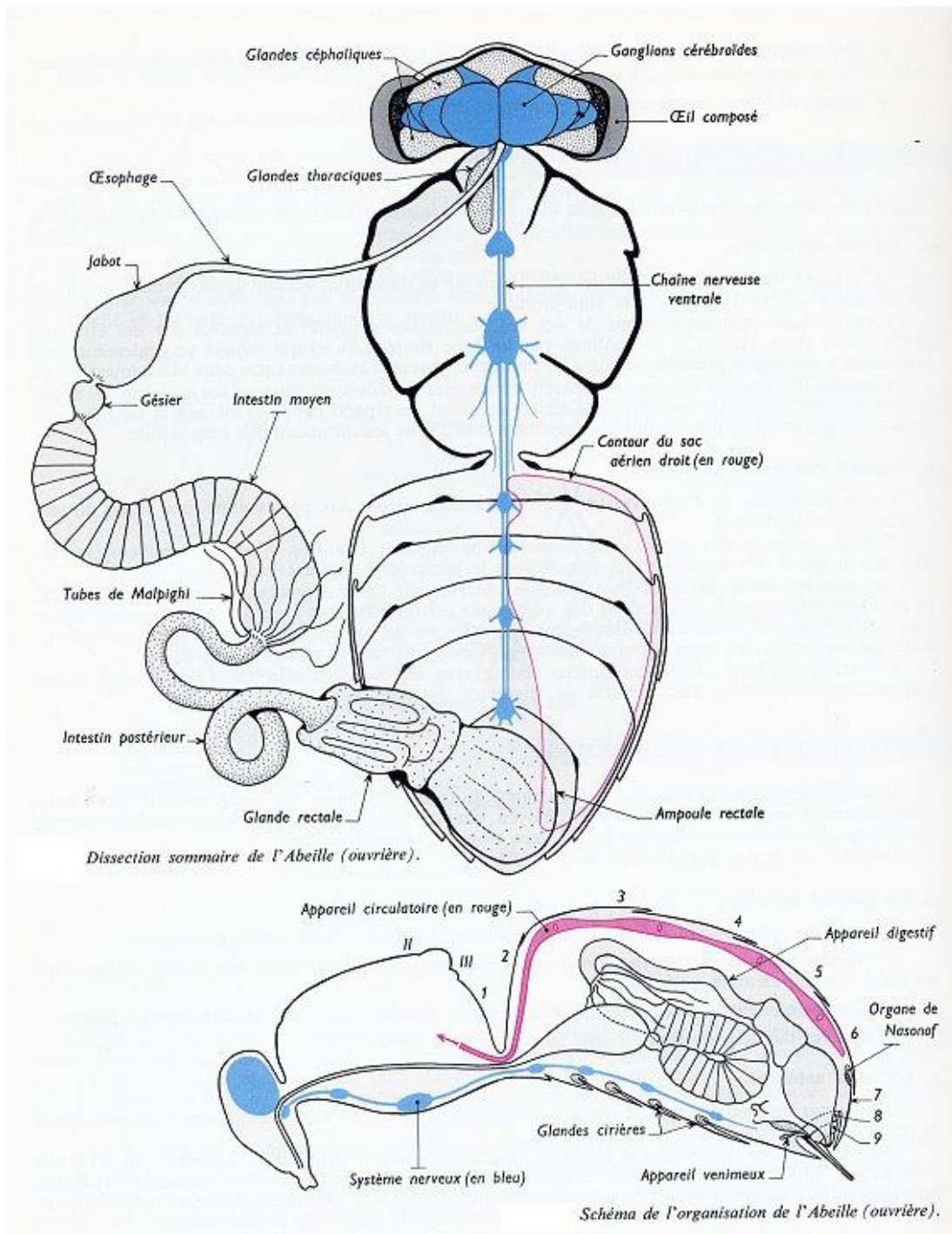
3.2 – L'organisation du système nerveux

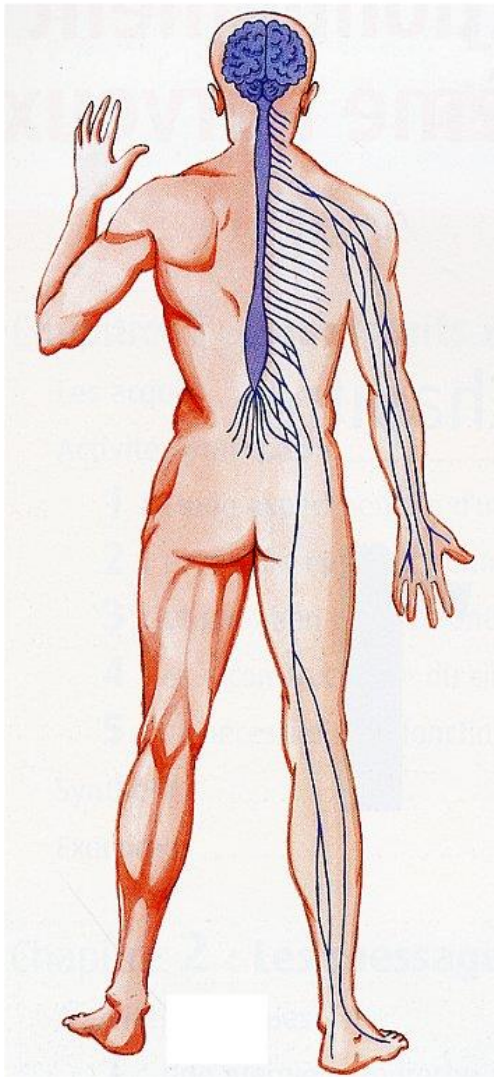
On distingue deux plans d'organisation du système nerveux selon que l'animal soit invertébré ou vertébré.



Abeille

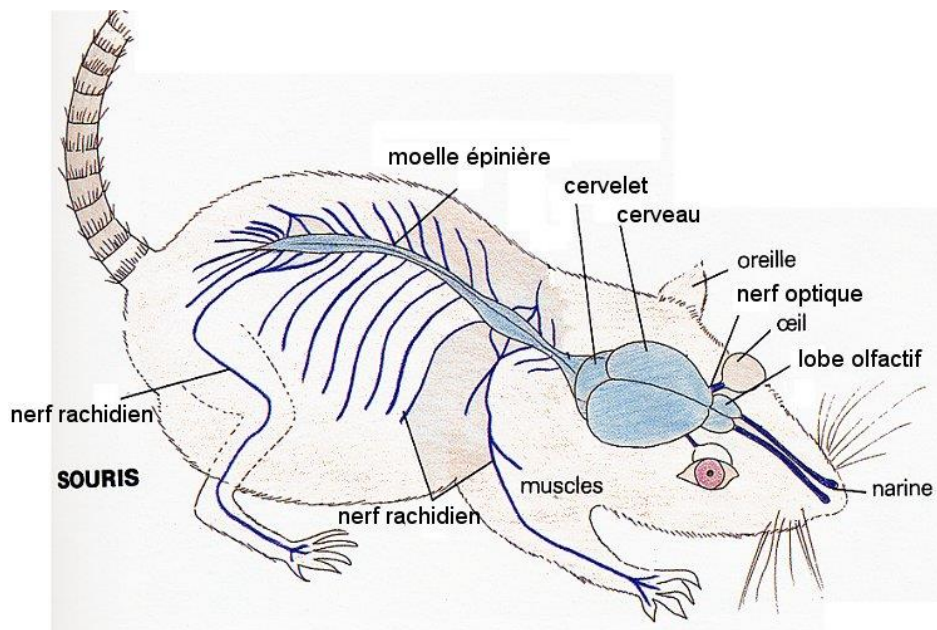
Chez les invertébrés, comme ici chez l'abeille, le système nerveux comprend le plus souvent une **chaîne nerveuse** en position **ventrale**, des **nerfs** et des **ganglions nerveux** (notamment au niveau de la tête) qui sont des **agrégats de neurones**.





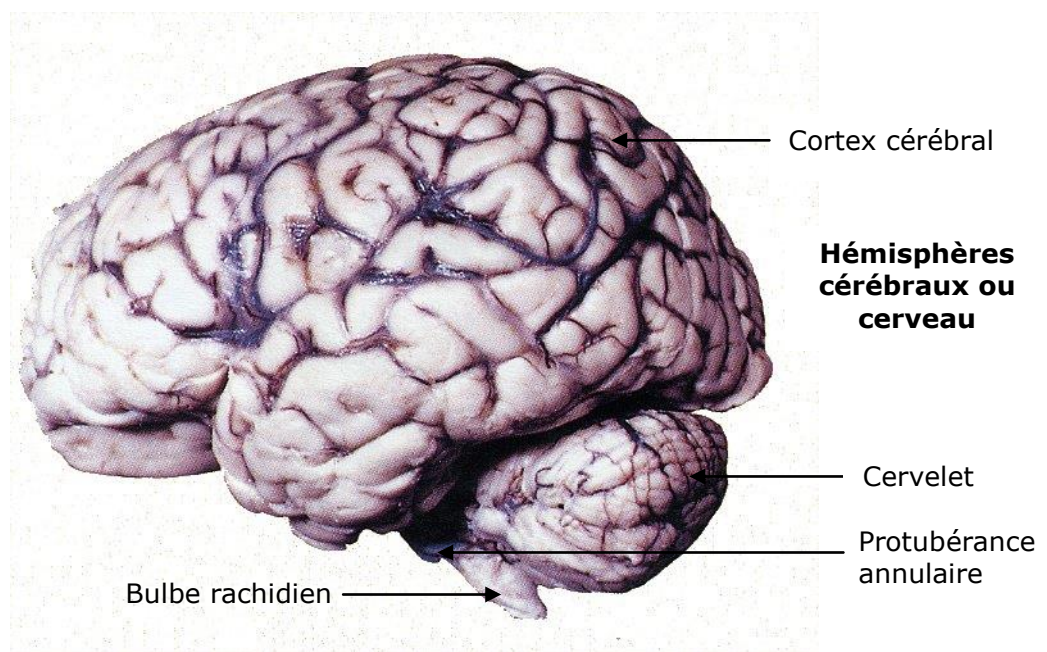
Chez les vertébrés, le système nerveux comprend **l'encéphale et la moelle épinière** qui forment le **système nerveux central**. A celui-ci est associé **le système nerveux périphérique**, ensemble des nerfs qui partent de l'encéphale (**nerfs crâniens**) et de la moelle épinière (**nerfs rachidiens**) et qui innervent l'ensemble des muscles rattachés au squelette.

Muscles et squelette sont les **effecteurs** des réponses comportementales de l'organisme.



3.3 – L'organisation de l'encéphale humain

L'encéphale, chez l'ensemble des vertébrés, est le centre de coordination du système nerveux. L'encéphale de l'Homme est une masse formée par plus de 1000 milliards de cellules dont 100 milliards de neurones interconnectés, entourés par des tissus protecteurs, les **méninges** ; l'ensemble étant protégé par la **boîte crânienne**. L'encéphale est situé à l'extrémité antérieure de la moelle épinière. Il comprend cinq parties : le télencéphale, le diencephale, le mésencéphale, le métencéphale et le myélocéphale. Le télencéphale ou **cerveau** au sens strict du terme comprend deux **hémisphères cérébraux** (« cerveau gauche et cerveau droit »). Sa surface extérieure, **le cortex cérébral** est constitué de la substance grise, plissée en de nombreuses circonvolutions cérébrales.

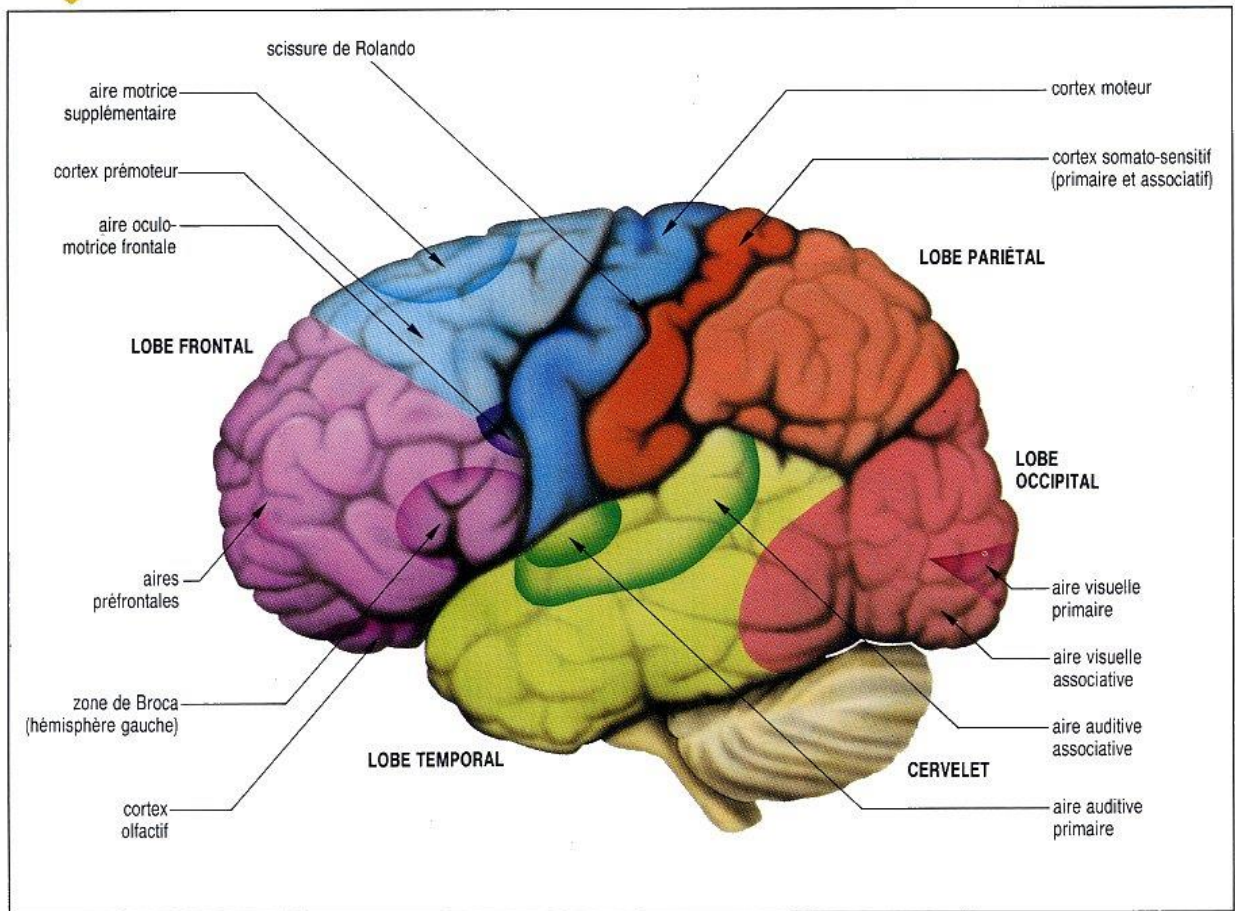


Encéphale humain

Sous le cerveau, le diencephale qui comprend deux zones importantes appelés thalamus et l'hypothalamus (centre des fonctions de régulation du milieu intérieur). Le mésencéphale constitue la partie intermédiaire de l'encéphale où se trouve entre autres le siège de l'alternance veille-sommeil. Le métencéphale est formé par la protubérance annulaire et le **cervelet**. Enfin le myélocéphale, à la base de l'encéphale est connecté à la moelle épinière. On nomme également cette partie **le bulbe rachidien**.

Les hémisphères cérébraux comprennent **les lobes frontaux, les lobes pariétaux, les lobes temporaux et les lobes occipitaux**. La scissure de Rolando (sillon profond) sépare **les aires sensorielles** (en arrière de la scissure) et **les aires motrices** (en avant de la scissure). Les aires sensorielles forment le point d'arrivée dans le cerveau des informations sensorielles en provenance des organes des sens. Les aires motrices sont le point de départ des circuits nerveux responsables de la commande des muscles.

Organisation générale de l'encéphale humain. Principales localisations corticales.



3.4 – Des sensations à la perception

La **perception** est une activité mentale qui permet **d'identifier, de reconnaître, de donner du sens** à tout ce qui nous entoure du style « je vois un crayon » ou « j'entends un air de musique classique ». Cette activité a lieu dans le cerveau ; elle fait intervenir la mémoire.

Au niveau de nos organes des sens, les stimuli externes (exemples, signaux lumineux émis par le crayon, vibrations sonores d'un air de musique) donnent naissance au niveau des cellules réceptrices spécialisées à des messages nerveux sensoriels qui sont conduits au cerveau par les fibres nerveuses contenues dans les nerfs sensoriels.

Ces messages nerveux sensoriels arrivent dans le cerveau au niveau des **aires primaires** (aire visuelle primaire, aire auditive primaire, voir schéma ci-dessus). Au niveau de ces aires primaires naissent des **sensations** de type visuel, auditif, tactile.. qui n'ont pas de signification précise pour l'individu.

Au voisinage des aires primaires se trouvent des aires nommées **aires d'association** (aire d'association visuelle, aire d'association auditive..) qui contiennent des éléments mémorisés qui, par association aux sensations, produisent une **perception de notre environnement**.



Remarque

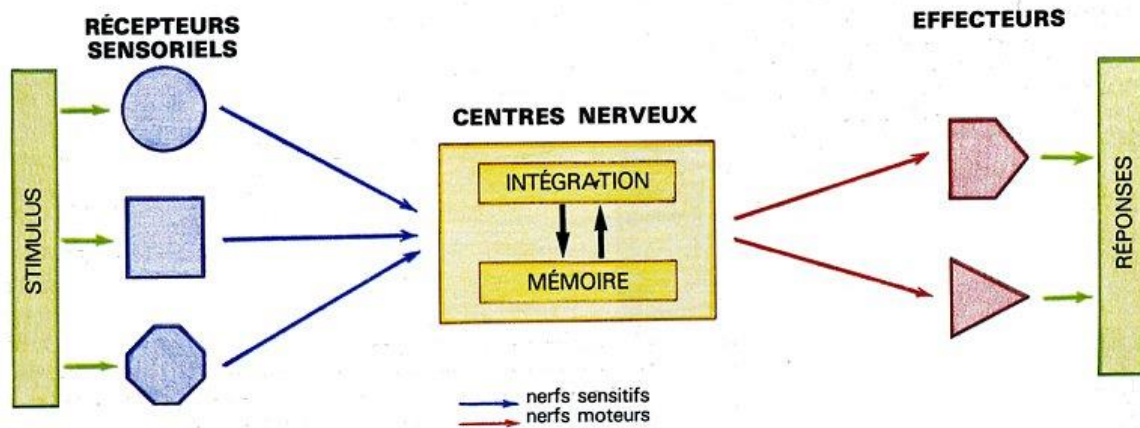
Une lésion d'une aire primaire supprime totalement les sensations correspondantes, l'individu devient alors aveugle (pour une lésion de l'aire visuelle primaire), sourd (pour l'aire auditive) etc..

Par contre, des lésions d'une aire d'association ne suppriment pas les sensations. Par exemple, en cas de lésion de l'aire d'association visuelle, le malade n'est pas aveugle mais ne peut plus reconnaître un objet par la vue mais peut le reconnaître par le toucher.

CONCLUSION : La notion d'intégration nerveuse

Les neurones de l'encéphale, du cerveau plus particulièrement ou de la moelle épinière **analysent et traitent** les différentes informations sensorielles qui proviennent des nombreux récepteurs sensoriels périphériques de l'organisme et génèrent différents messages moteurs qu'ils envoient aux muscles.

Le traitement de l'information sensorielle par les centres nerveux s'apparente à une **sommation** (addition) des informations qui lui parviennent, informations souvent contradictoires (addition algébrique) en provenance de récepteurs sensoriels disséminés et de nature diverse. Cette sommation algébrique des informations porte le nom **d'intégration nerveuse** (« intégrer » en mathématiques, c'est faire une « somme de.. »).



Remarque

Les connexions entre neurones sont appelées des **synapses**. Il existe deux types de synapses : des **synapses excitatrices** (appelons les synapses +) et des **synapses inhibitrices** (appelons les synapses -).

Un neurone est en moyenne connecté avec plusieurs dizaines d'autres neurones. Un même neurone peut donc recevoir des informations contradictoires provenant de synapses excitatrices et de synapses inhibitrices. L'intégration nerveuse consiste alors pour le neurone à faire la somme des informations provenant de synapses + et de synapses -.

Si la somme des informations provenant de synapses + est supérieure à la somme des informations provenant de synapses -, le neurone peut à son tour envoyer un message, sinon, dans le cas contraire, il n'envoie pas de message. Un neurone a donc un fonctionnement **binaire** en fonction des informations qu'il reçoit et qu'il traite : il répond par « oui » ou par « non ».

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice 1 : les thermorécepteurs du Crotale

🌍 1^{ère} série d'expériences

L'expérience 1 montre que l'on peut leurrer un crotale si on lui présente en pleine lumière une souris naturalisée. Le Crotale est donc sensible à **certains stimuli lumineux** mais encore faut-il que l'objet soit « crédible » pour le Crotale. Il ne réagira pas à une lampe éteinte recouverte d'un tissu opaque, le tout à la lumière (expérience 6).

Les autres expériences montrent que le Crotale est sensible aux rayonnements infra-rouges (chaleur) émis soit par une souris vivante (expérience 3, animal homéotherme, c'est à dire à sang chaud), soit par une lampe allumée recouverte d'un tissu opaque (expérience 5), lampe émettant seulement de la chaleur. Cette réaction à la chaleur peut se faire à l'obscurité (expérience 3) comme à la lumière (expérience 5). Par contre un leurre ou une proie n'émettant pas de chaleur n'est pas détecté dans l'obscurité (expériences 2 et 4).

Le Crotale dispose donc de thermo-récepteurs

🌍 2^{nde} série d'expériences

Il s'agit de localiser dans ses expériences les thermorécepteurs du Crotale et d'en préciser le rôle précis dans son comportement de chasse. Trois organes sensoriels sont testés : la langue, les yeux et les fossettes loréales. Deux types de proies sont utilisés : des rongeurs (souris probablement), et des grenouilles.

Les rongeurs sont des animaux homéothermes, émettant de la chaleur de jour comme de nuit. Par contre les grenouilles sont des animaux hétérothermes (« à sang froid ») ce qui signifie que leur température est celle de l'environnement ou légèrement supérieure à l'environnement notamment en période estivale.

Une cautérisation ou une amputation de la langue ne permet pas l'approche de la proie mais permet son repérage si elle est placée à proximité du Crotale, de jour comme de nuit, rongeur et grenouille.

Le masquage des yeux du Crotale permet l'approche et le repérage des rongeurs jour et nuit et des grenouilles seulement le jour.

La mise hors service des fossettes loréales permet l'approche de la proie par le Crotale (rongeur et grenouille) mais le repérage précis n'est plus possible à

l'obscurité.

La comparaison des expériences permet de dire que la langue est un organe sensoriel qui permet l'approche de la proie. Il s'agit d'un organe olfactif comprenant des chimiorécepteurs.

Les yeux servent à repérer des proies à proximité le jour (photorécepteurs au niveau de la rétine).

Les fossettes loréales contiennent des thermorécepteurs extrêmement sensibles (détectent des variations de température de 0,003°C) qui assurent un repérage précis de proies vivantes homéothermes ou hétérothermes jour et nuit.

Exercice 2 : codage de l'information

Les différents enregistrements proposés ont été obtenus en faisant agir sur les soies antennaires du Bombyx des concentrations croissantes de bombycol allant de 10^{-5} à 10^{-1} microgrammes.

Aucun signal électrique (potentiel d'action) n'est enregistré avec la concentration la plus faible. A partir de 10^{-4} µg de bombycol, on voit apparaître un potentiel d'action, il s'agit du **seuil d'excitabilité** des soies antennaires. En dessous de cette concentration, la soie est insensible.

Au dessus de 10^{-4} µg, le nombre de potentiels d'action émis augmente progressivement. La **fréquence d'émission des potentiels d'action** (nombre de potentiels d'action émis par unité de temps) augmente avec **l'intensité de la stimulation** (ici la concentration en bombycol).

Les messages nerveux ainsi créés codent l'intensité de la stimulation, dans notre exemple il s'agit du codage de la concentration en bombycol dans l'air ambiant.

Le type de codage réalisé est un codage en modulation de fréquence.



Remarque

La perception de la concentration en bombycol de l'air ambiant permet au Bombyx mâle de localiser et de mesurer la distance qui le sépare de la femelle émettrice de ces phéromones et par voie de conséquence permet le rapprochement des individus de sexe opposé.