

Licence 3 STAPS Psychophysiology Partie 1

Régis Thouvarecq
regis.thouvarecq@univ-rouen.fr



EA 3832
Membre permanent



EA 1780
Membre associé



Introduction :

Neurophysiologie = physiologie du neurone (par extension du SNC)
Psychophysiology
Psycho : science du comportement
Physiologie : science du fonctionnement du vivant
Psychophysiology : support physiologique du comportement

Objet du cours : la perception
- généralités
- la sensibilité du corps
- quelques éléments sur la vision (D. Leroy)

1. Quelques rappels (?) de neurophysiologie

1.1. Généralités

SN Central = encéphale + ME
SN Périphérique = éléments qui vont de la ME
vers effecteurs (et l'inverse)



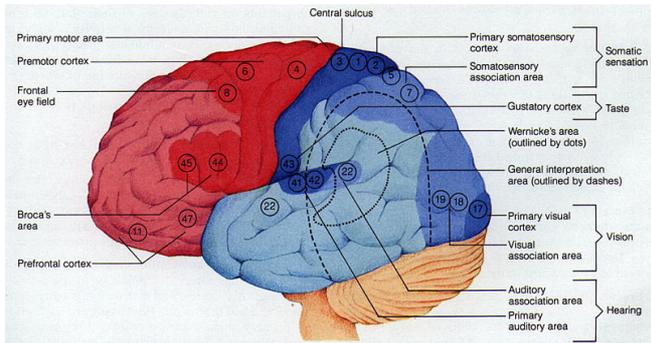
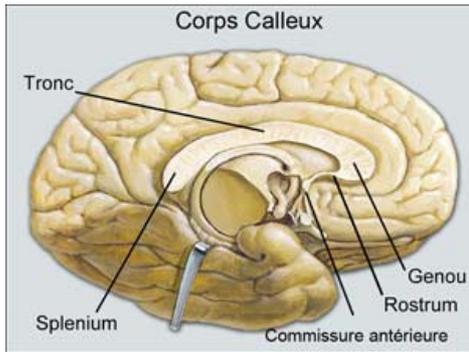
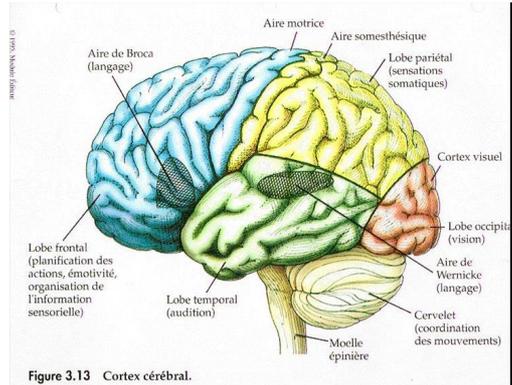
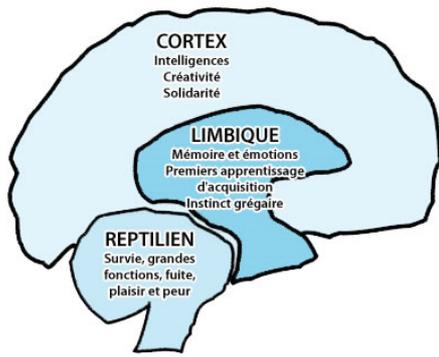
Ce dont on va parler

SN autonome

SN composé de Cellules gliales (alimentation et support) et de neurones

Plusieurs milliards de neurones (5, 10 ?) certains pouvant être connectés à 10000 autres
Impossible de compter les connexions (qui plus est labiles)

1.2. Niveaux et structures



3

Cortex en grande partie symétrique mais pas totalement (aire de Broca par exemple)

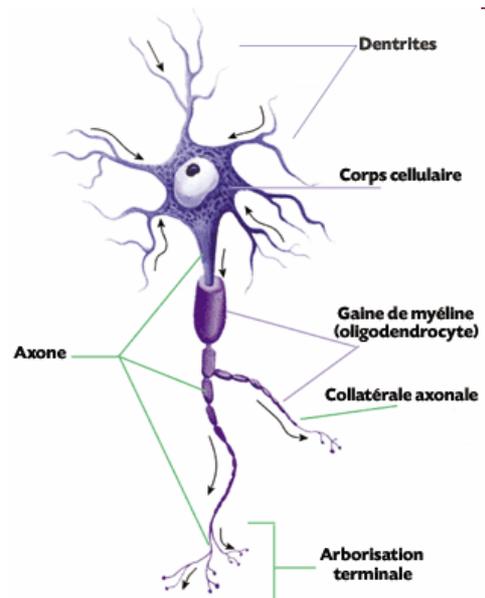
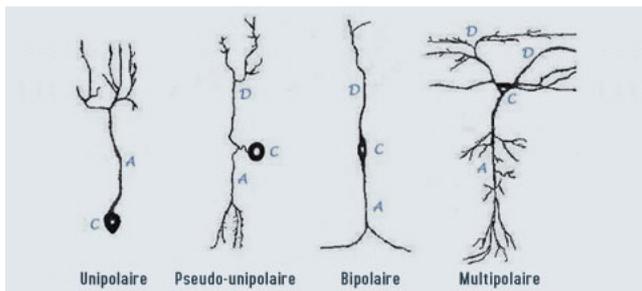
Des aires spécialisées et des aires associatives
Humain : 20% spécialisées / 80% associatives ; Lapin : l'inverse

Certaines fonctions non localisées : ex : la mémoire

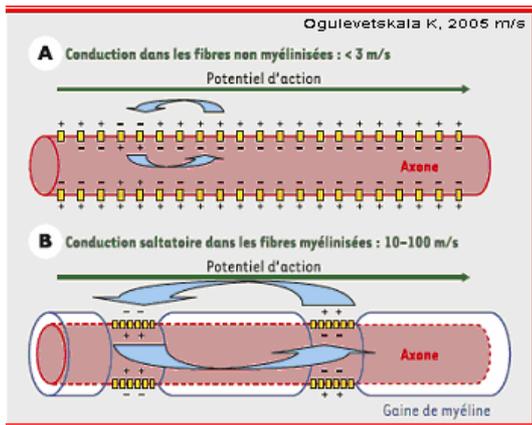
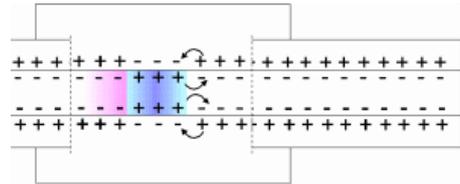
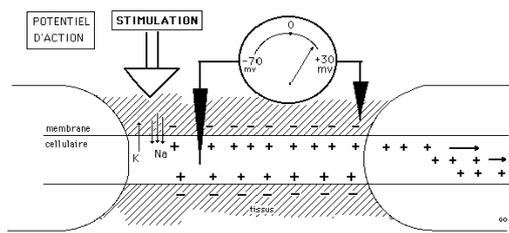
Rien ne fonctionne seul : exemple de la motricité : prise d'information, décision, planification, organisation du mouvement contrôlé

Liens entre structures corticales et sous corticales

1.2. Fonctionnement du neurone

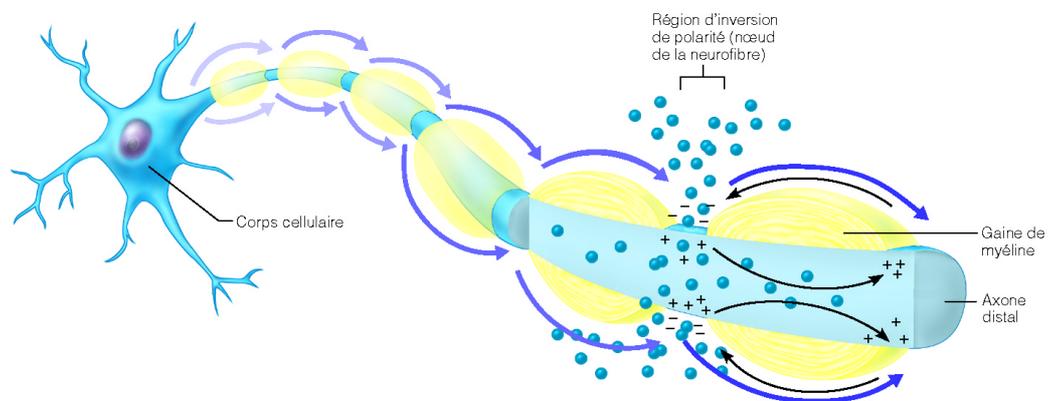


4



5

FIGURE 11.16 Conduction saltatoire dans un neurone myélinisé



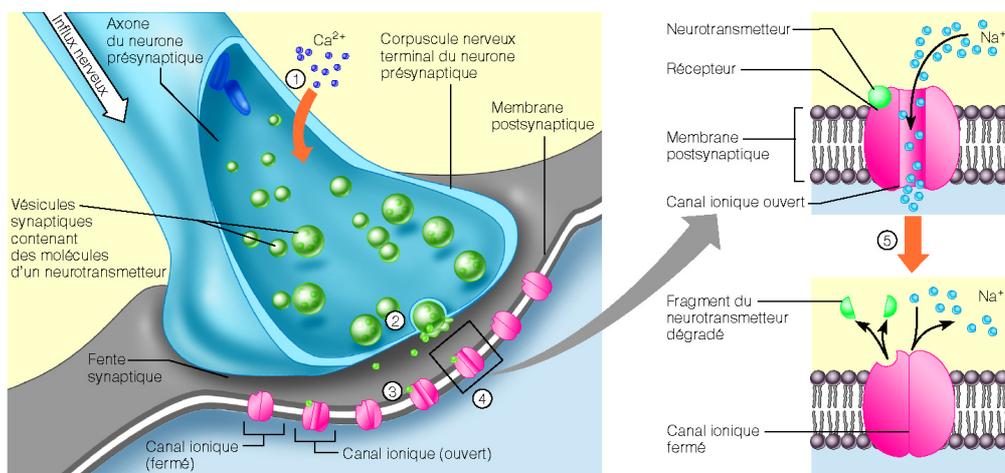
6

La synapse (on laisse de côté les synapses électro-toniques)

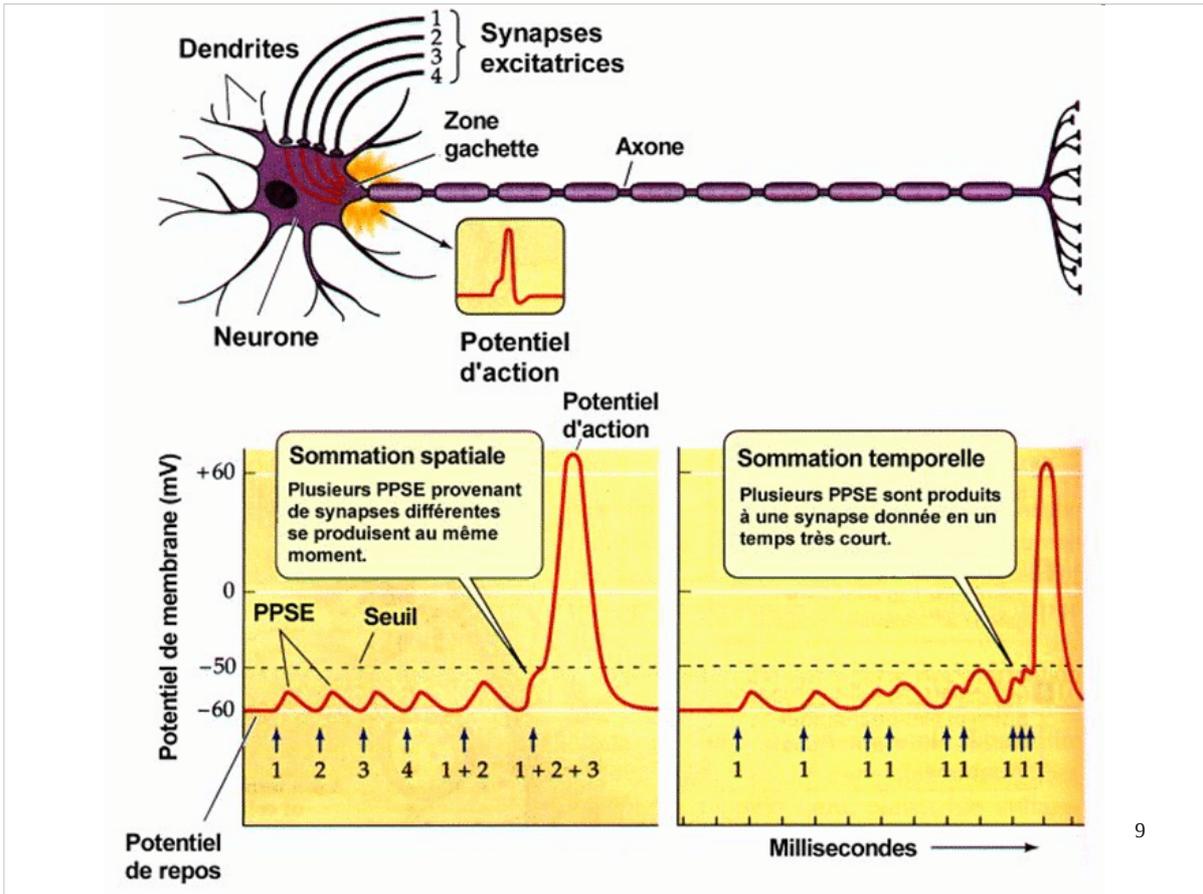


7

FIGURE 11.19 Synapse chimique : phénomènes déclenchés par la dépolarisation



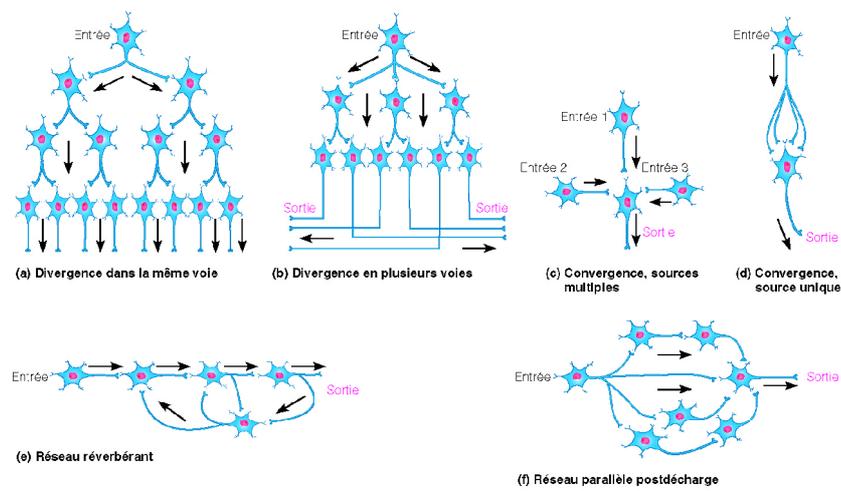
8



9

Sommation spatiale et temporelle

FIGURE 11.25 Types de réseaux dans les groupes de neurones



10

Quelques rappels

L'amplitude du PA est FIXE (la fréquence des PA varie)
Loi du tout ou rien

C'est la fréquence du PA qui code l'information

Efférences / afférences
une fibre ne peut être les deux à la fois !!!

2. Le traitement de l'information dans les systèmes sensoriels

Sensibilité : ensemble des mécanismes par lequel un organisme réagit à des stimulations provenant de l'environnement et de lui même.

Nécessite l'existence d'appareils sensoriels ; Fruit d'une phylogenèse

L'Etre Humain n'est PAS caractérisé par sa finesse dans la perception des stimulations
Abeille 250 images / s ; homme 16
Chien : sons jusque 60 000 Hz ; Homme pas plus de 20 000

**Ce qui caractérise l'Homme c'est le traitement de ces informations
en particulier dans les zones associatives**

11

Le message nerveux issu des récepteurs sensoriels :

- Fait des relais dans des centres nerveux phylogénétiquement anciens,,,,
- ,,,, avant d'atteindre des aires corticales spécialisées (aires visuelles auditives etc...

Tout au long de ce trajet, le message subit des remaniements

L'application d'une stimulation va donner (en particulier chez l'Homme) des comportements complexes dus en partie à l'histoire du sujet (et au traitement par les aires associatives)

2.1. Eléments de base en physiologie sensorielle

Sensation : ensembles des processus par lesquels un message nerveux né d'une stimulation est acheminé et traité dans les différents étages du SNC : processus physiologique

Perception : donne une signification à cette stimulation : processus psychologique
Les deux sont nécessairement liés

Exemple d'un son identifié
Subjectivité de la perception



12

Chaîne d'événements qui mènent à la sensation et à la perception d'une part, aux réflexes, d'autre part.

Physiologie sensorielle objective

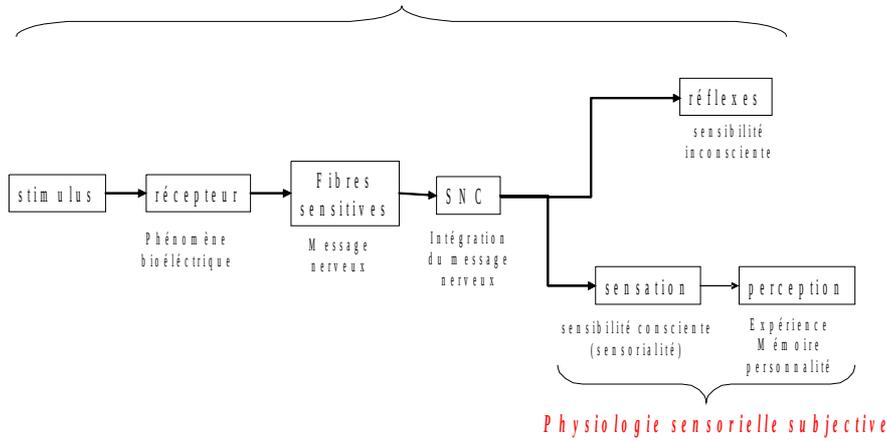


Fig. 1 D'après R. F. Schmidt: *Fundamentals of sensory physiology*, Springer, 1978 (modifié).

- Ce qui distingue sensibilité consciente et inconsciente
- n'est pas la nature du récepteur stimulé
 - c'est le NIVEAU D'INTEGRATION DU MESSAGE
 - les deux sont concomitants

2.1. classification des récepteurs sensoriels

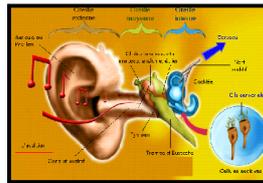
Classiquement : 5 sens

Les 5 sens
5 organes différenciés

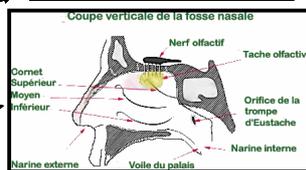
La vision



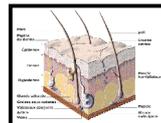
L'audition



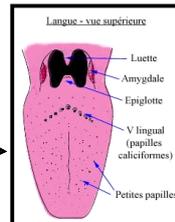
L'olfaction



Le toucher somesthésie



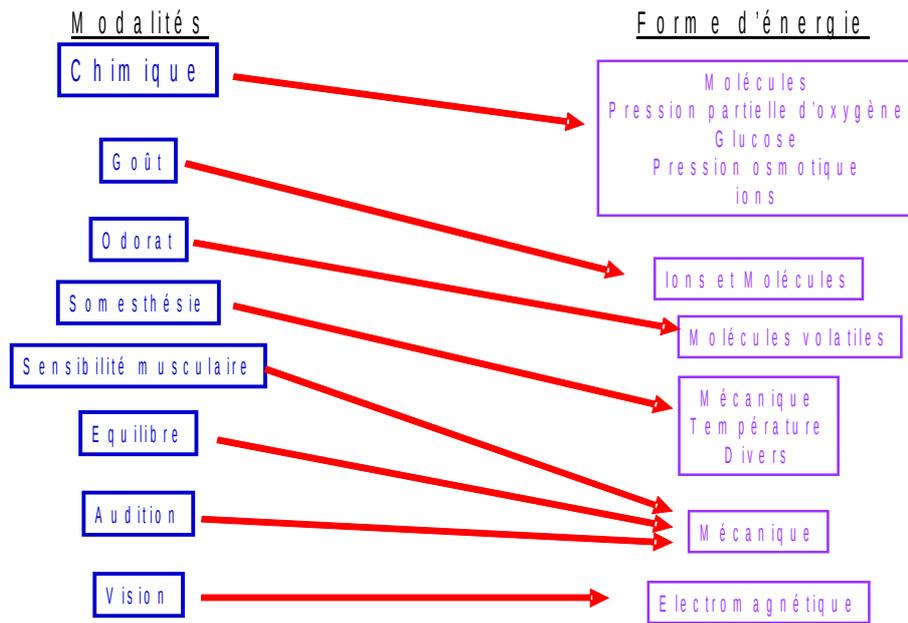
Le goût



- Mal au ventre ?
- Identification de la position de mon bras les yeux fermés ?
- Sensation de tomber (ou de l'accélération du train) les yeux fermés ?

NECESSITE D'UNE CLASSIFICATION OBJECTIVE (il en existe différentes)
qui envisage toutes les stimulations

En fonction de la stimulation



Et en fonction de l'orientation : intérieur / extérieur / propriocepteur

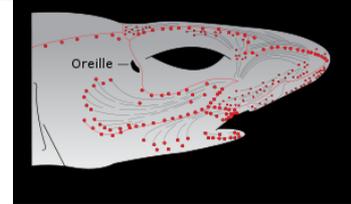
	EXTEROCEPTEURS	PROPRIOCEPTEURS	INTEROCEPTEURS
MECANORECEPTEURS	- corpuscule tactiles - organe de corti	- fuseaux neuromusculaires - organe neuro-tendineux - corpuscules articulaires	- barorécepteurs (crosse aortique et glomus carotidien) - tensio-récepteurs pulmonaires
CHIMIORECEPTEURS OU CHEMORECEPTEURS	- cellules olfactives - bourgeons du goût		- chémo-récepteurs (glomus carotidien) - gluco-récepteurs hypothalamiques
PHOTORECEPTEURS	- cônes et bâtonnets de la rétine		
THERMORECEPTEURS	- terminaisons nerveuses libres		- thermorécepteurs hypothalamiques
NOCICEPTEURS	- terminaisons nerveuses libres		- terminaisons nerveuses libres

2.2. Caractéristiques des stimuli efficaces

Nous ne percevons qu'une infime partie des stimuli qui nous entourent

Pour qu'un stimulus soit perçu par un organisme, il faut :

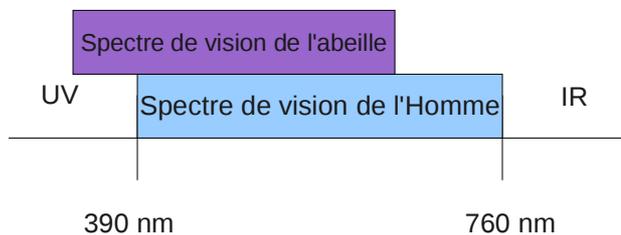
1. que l'organisme **possède des récepteurs** spécialisés
- 2, que les **stimulus aient des caractéristiques** qualitatives, quantitatives, spatiales et temporelles,



(Ampoules de Lorenzini chez le requin sensibles au champs électriques)

2.2.1. Caractéristiques qualitatives

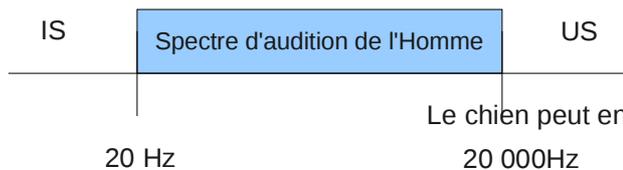
Exemple dans la vision : longueurs d'ondes perçues



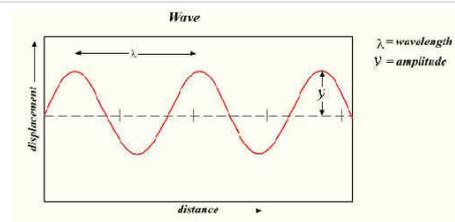
Longueur d'onde = vitesse de propagation (C) X période (T)

17

Exemple dans l'audition : hauteurs des sons perçus (ondes mécaniques définies par leur fréquence (en Hz) et amplitude), 1Hz = 1 période / seconde



Le chien peut entendre jusque 50 000 hz



2.2. Caractéristiques quantitatives

Quelle intensité minimum doit avoir un stimulus pour être perçu ?

Seuil absolu : intensité minimum d'un stimulus pour qu'il soit perçu dans 50% des cas

Plus le seuil est bas meilleure est la sensibilité (et inversement !)

Sensibilité = 1 / seuil

Exemple dans le domaine visuel :

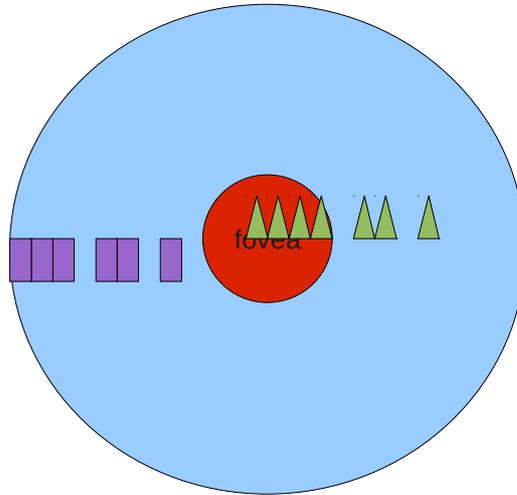
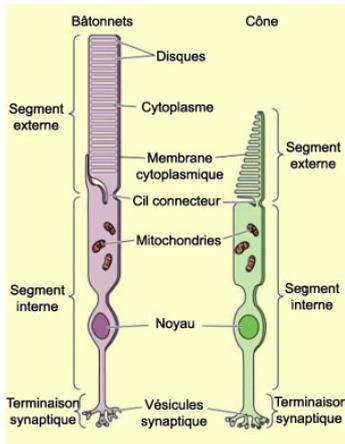
Quelques photons suffisent à déclencher une sensation lumineuse

Mais ce seuil dépend de différents facteurs :

18

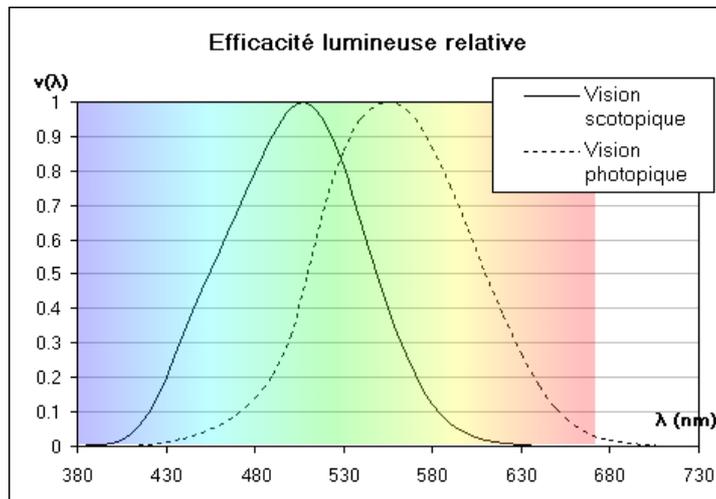
a) Etat de l'oeil : adaptation à l'obscurité ou à la lumière (rapport de 1 à 10000 après une heure dans l'obscurité)

b) Région rétinienne stimulée



Sensibilité meilleure dans les régions extra fovéales (riches en bâtonnets)

c) nature de la lumière



Facteur limitant vers le haut (intensité très forte) : **la douleur** (et éventuellement la destruction du récepteur) => voir chapitres suivants

Seuil différentiel : variation minimum qu'il faut appliquer à une stimulation pour que soit détectée une variation

Exemple du son

- le « la » du diapason = 435 hz
- voix humaine entre 80 et 1150Hz

105 - 100 Hz => pas de différence perçue
110 - 100 Hz
125 - 100 Hz => différence perçue
Donc seuil différentiel = 25Hz

$$\Delta n = n_2 - n_1$$

Avec n_2 son le plus haut

Sauf que ça ne marche pas !!!

425 - 400 Hz => différence imperceptible !
450 - 400 Hz

500 - 400 Hz => différence perçue

$$\frac{500 - 400}{400} = \frac{1}{4} \quad \frac{125 - 100}{100} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\Delta n}{n_1}$$

C'est LE SEUIL DIFFERENTIEL RELATIF

2.3. Caractéristiques spatiales

Un stimulus doit être localisé dans l'espace et distingué des autres stimuli (de même) nature proches

Localisation : exemple de l'image rétinienne

21

Exemple de localisation dans l'audition :

- Ecoute monaurale => faible efficacité de la localisation
- Ecoute binaurale => bien meilleure

Différence d'intensité : peu efficace

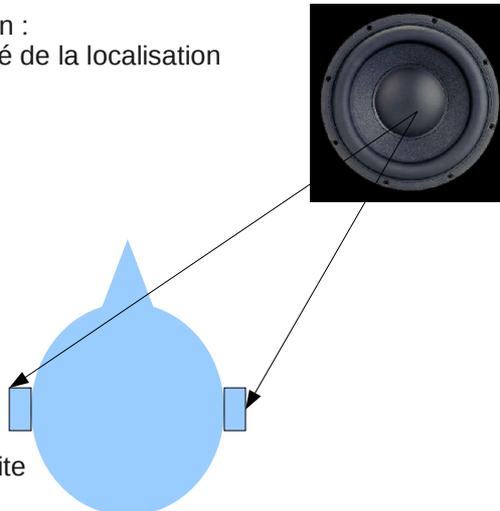
Différence de phase :

Si décalage > 0,65 ms => 2 sons perçus

Si décalage = 0,63 ms => localisée à droite

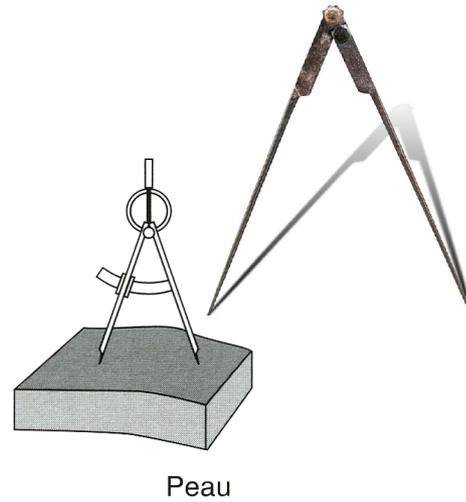
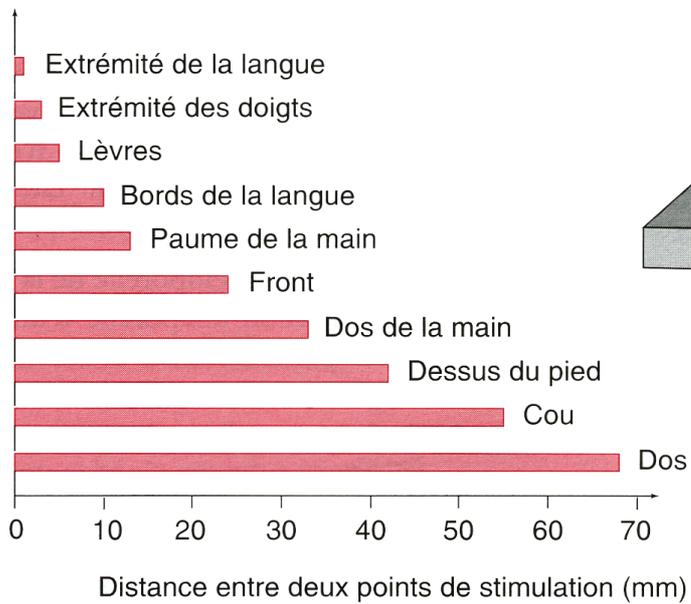
Si décalage < 0,05 ms : localisé en face

Dans l'exemple le décalage doit être d'environ 0,40

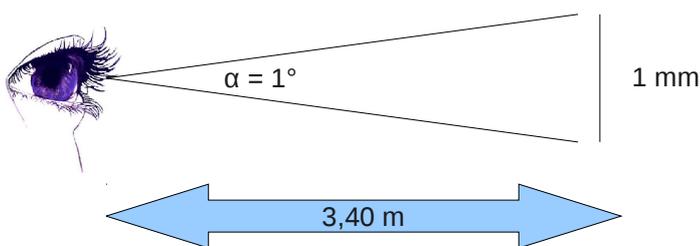


22

Capacité à distinguer deux stimuli : l'acuité



Acuité visuelle



$$\frac{1}{1\text{mm}} = \frac{10}{10}$$

$$\frac{1}{2\text{mm}} = \frac{5}{10}$$

2.4. Caractéristiques temporelles

Continuité et discontinuité

Discontinuité mieux perçue

MAIS

Fréquence critique de fusion chez l'homme : 16 Hz



2.5. Spécificités des récepteurs sensoriels

Eclairer très fort une oreille ne donne pas grand chose
Appliquer un son sur la rétine non plus

Un récepteur n'est sensible qu'à une forme d'énergie pour laquelle ils sont morphologiquement faits

Mais il existe des stimuli généraux (qui marchent pour tous les récepteurs) : l'énergie électrique

De + des exceptions :

- appuyer (mécaniquement) sur un point froids donne naissance à une sensation de froid
- appuyer sur le globe oculaire provoque des phosphènes

Mais ce ne sont jamais des perceptions très fines ,,,

25

3. Transduction et codage dans les systèmes sensoriels

La transduction est le processus par lequel un stimulus provoque une réponse Bio-électrique dans une cellule sensorielle

3.1. Anatomie

Une cellule sensorielle est toujours constituée d'un **site transducteur (ST)** qui reçoit le stimulus et d'un site générateur (SG) où prennent naissance les PA

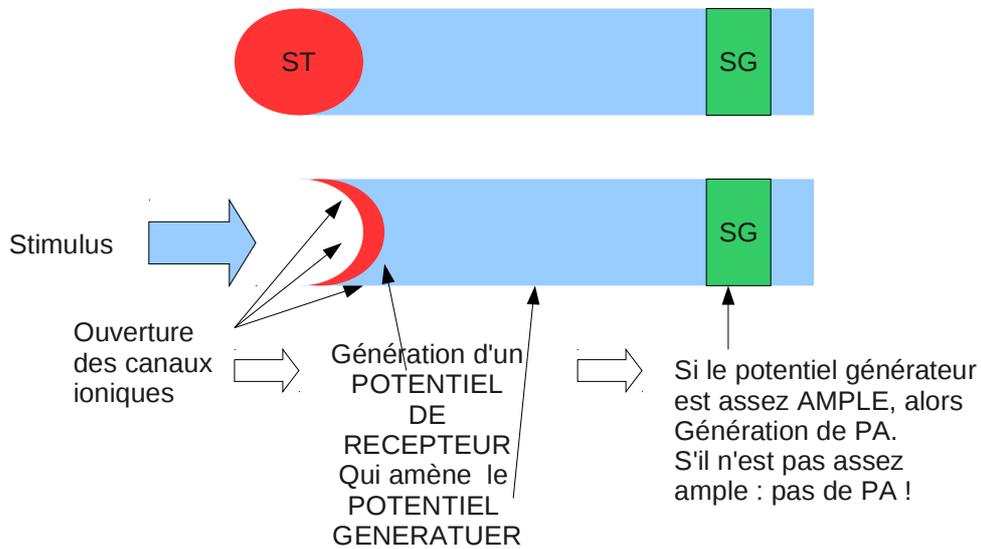
Il existe trois types de transducteurs - codeurs



26

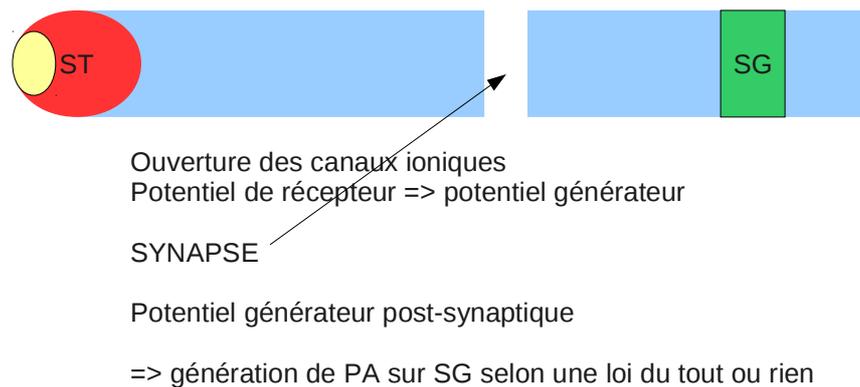
3.2. Mécanismes

Exemple type I (dans ce cas un mécano récepteur, môle principe avec les autres énergies)



27

Type 2 (gustatif par exemple) : dépôt d'une molécule chimique



3.3. Codage des caractéristiques du stimulus

Comment les caractéristiques (qualité / quantités, spatial / temporel) sont elles codées ?

Codage débute dès le récepteur et s'affine tout au long du traitement du message dans le SNC

28

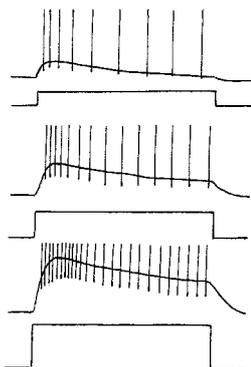
Codage quantitatif

Augmentation de l'intensité du stimulus =>

- Augmentation de l'amplitude des potentiel de récepteur et potentiel générateurs
- Augmentation de la FREQUENCE des potentiels d'action

FIGURE 2.13

Enregistrement simultané, au niveau du site générateur, du potentiel générateur et des potentiels d'action. Une augmentation de l'intensité de la stimulation provoque un accroissement de l'amplitude du potentiel générateur et une augmentation de la fréquence des potentiels d'action.



La fréquence des PA est proportionnelle à l'amplitude des potentiels générateurs

D'après Y. Galifret, *Encyclopaedia Universalis*; article « Sensibilité » (modifié).

29

Codage qualitatif

Au niveau du récepteur : codage rudimentaire (le plus souvent)

Les récepteurs peuvent ou non détecter (sont sensibles ou non) à certaines stimulations

Exemples :

Vision : les cônes (5M environ) sont sensibles soit au bleu soit au vert soit au rouge
Pourquoi « voit » on plus de couleurs : traitement consécutif...

Olfaction : certaines cellules neuro-sensorielles ne fixent que certaines molécules chimiques. Idem pour le goût (les 4 classiques + glutamate, calcium (chou), piquant (poivre)
Là aussi traitement consécutif.

Fonction de filtrage

Codage spatial

La localisation

N'est pas lié aux propriétés des récepteurs en eux mêmes

MAIS A LEUR REPARTITION

Comment je sais que telle partie de mon corps est stimulée (une piqûre par exemple)

30

Selon le(s) récepteur(s) stimulé(s) la zone corticale activée n'est pas la même

La localisation est donc liée à

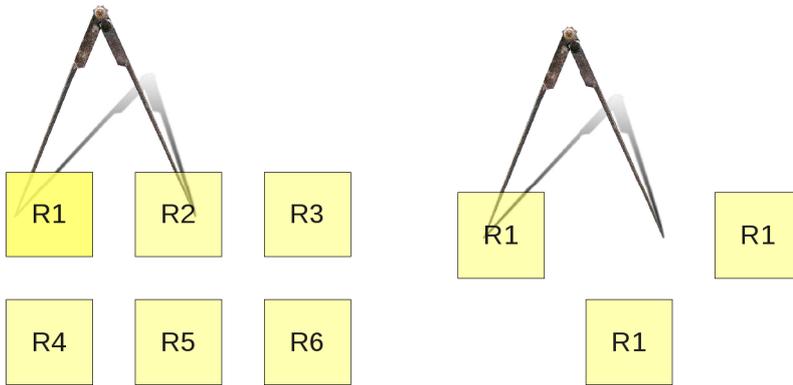
- LA DISTRIBUTION SPATIALE DES RECEPTEURS
- AU TRAITEMENT CONSECUTIF

Exemple de la vision

Acuité :

Dépend de la densité de récepteurs

Densité dépend (pour le contact par exemple) de la zone corporelle stimulée

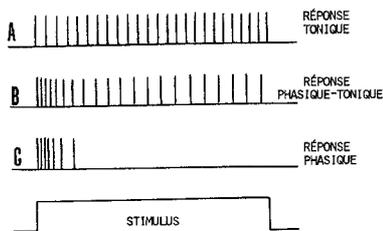


31

Codage temporel

FIGURE 2.15

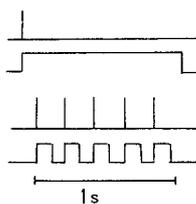
Différents types de réponses d'un récepteur sensoriel.



Les récepteurs **toniques** codent la durée
Mais alors, que codent les récepteurs
phasiques ?

FIGURE 2.18

Fibre ne répondant que par un seul potentiel d'action à l'établissement du stimulus.
Une telle structure code la fréquence du stimulus (5 potentiels d'action
par seconde pour un stimulus dont la fréquence est de 5 par seconde).

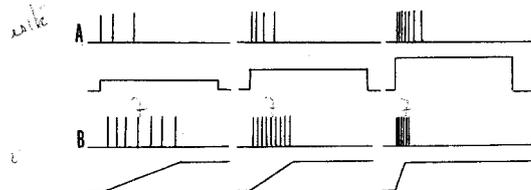


Que codent ces récepteurs éminemment phasiques ?
La fréquence du stimulus

+ récepteurs Off et On-Off

FIGURE 2.17

Réponses d'une fibre phasique à des stimulus d'amplitude croissante qui s'établissent
instantanément (A) et à des stimulus de même amplitude dont la vitesse
d'établissement augmente (B).
En B, la pente de la droite représentant le stimulus est d'autant plus grande que la
vitesse d'établissement du stimulus est elle-même grande.



Les récepteurs **phasiques**
codent **l'intensité** du stimulus

Les récepteurs **phasiques**
codent **surtout la vitesse**
d'établissement du stimulus

32