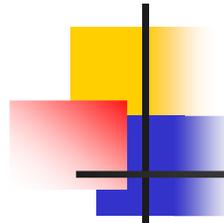


*LCOM102 : Semestre 2 / Unité 5 / 10h CM - 8h TD / 2 ECTS*

---

# Perception pour le mouvement

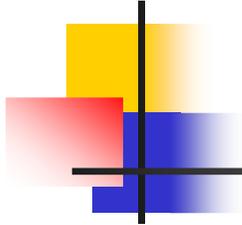
A. Guillaume / L. Bringoux  
Année universitaire  
2012-2013



## Plan

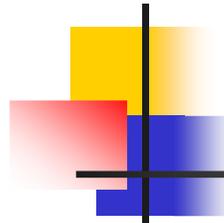
---

- A. Introduction : la perception en tant que concept
- B. Rappels anatomo-fonctionnels sur les différentes modalités sensorielles
- C. Bases neurales de l'intégration multisensorielle : de l'unimodalité à la plurimodalité
- D. De l'intégration à la perception
- E. Conclusion



# A/ INTRODUCTION

## La perception en tant que concept



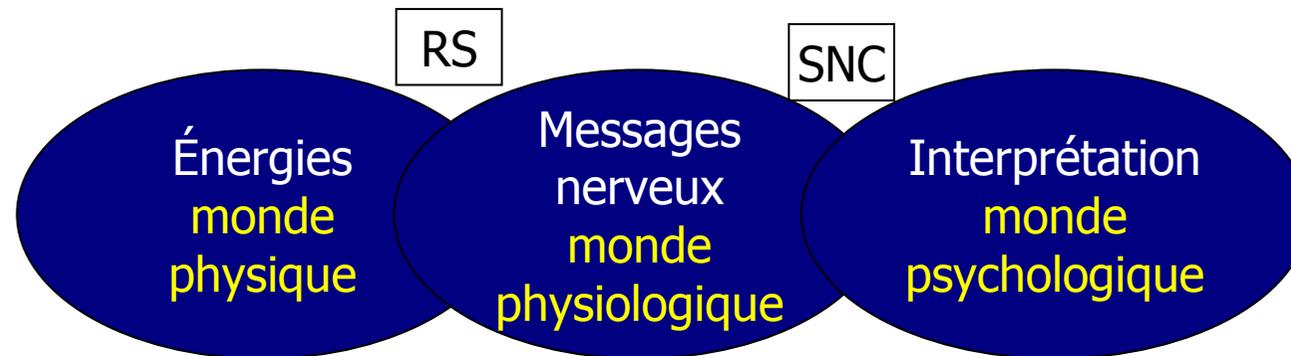
## 1/ Définition

---

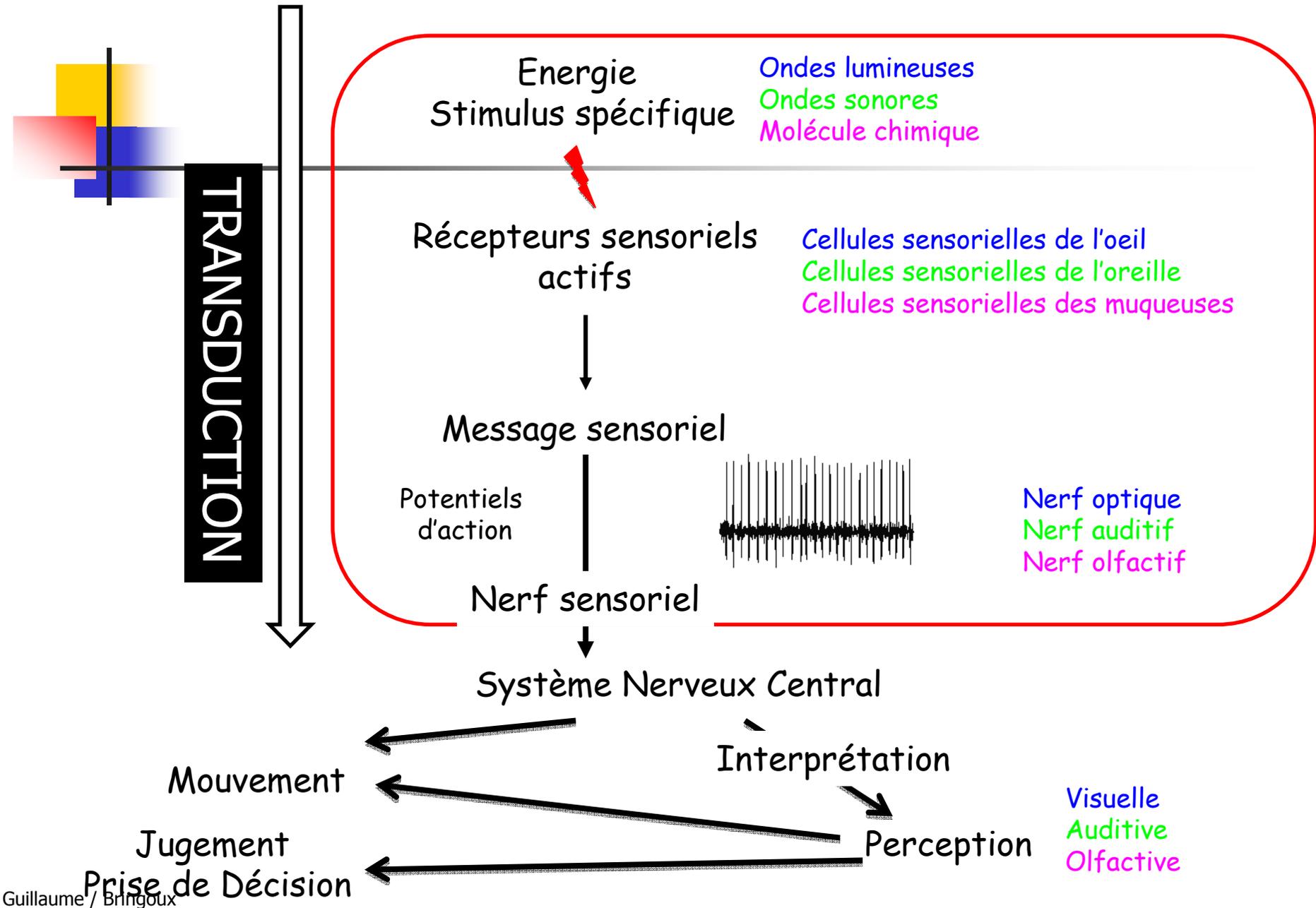
- C'est l'expérience qui nous relie au monde sensible par l'intermédiaire des sens
- Prise de connaissance consciente du monde (vision cognitive)
- Fonction cognitive indispensable aux autres fonctions

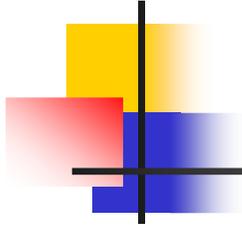
## 2-Ingédients de la perception

- Distinction stimulus / sensation / perception

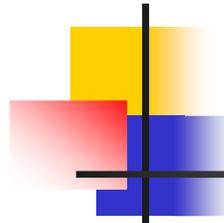


- Informations sensorielles multiples / percept unique





# B/ LES MODALITES SENSORIELLES



## La classification des sens

---

(selon Sherrington)

- Basée sur la position anatomique des récepteurs sensoriels
  - L'extéroception :
    - La vision
    - L'audition
    - Le tact (sensibilité cutanée)
    - Les sens chimiques: L'olfaction et la gustation
  - La proprioception :
    - La proprioception musculo-tendineuse
    - La proprioception vestibulaire
  - L'intéroception formée par les récepteurs viscéraux

# La notion de seuil



Vision

Lueur d'une flamme de bougie à 30m par une nuit claire

Audition

Tic tac d'une montre située à 6m

Gustation

1 cuillère à café de sucre dans 7.6 l d'eau

Odorat

1 goutte de parfum diffusée dans un T2

Tact

Le battement de l'aile d'une abeille distante de 1 cm

# La vision : rôle comportemental

- Sens le plus utilisé
- Détection des couleurs, des formes, des textures
- Perception du déplacement



### La vision



# La lumière

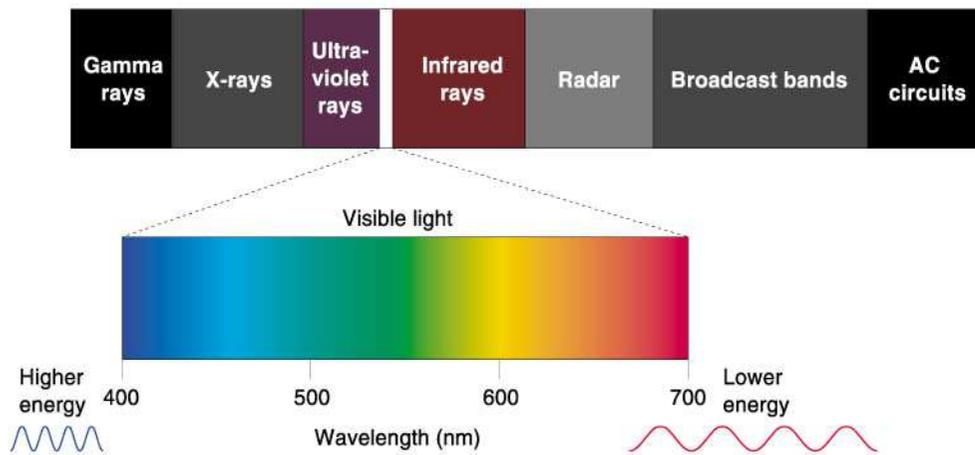
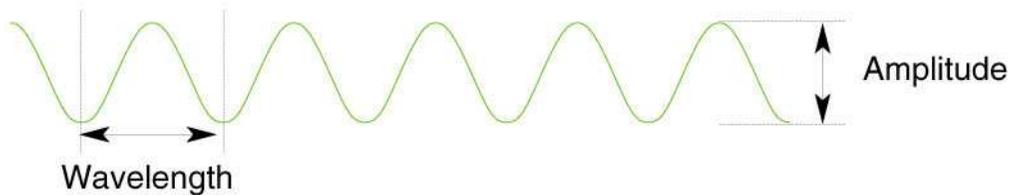


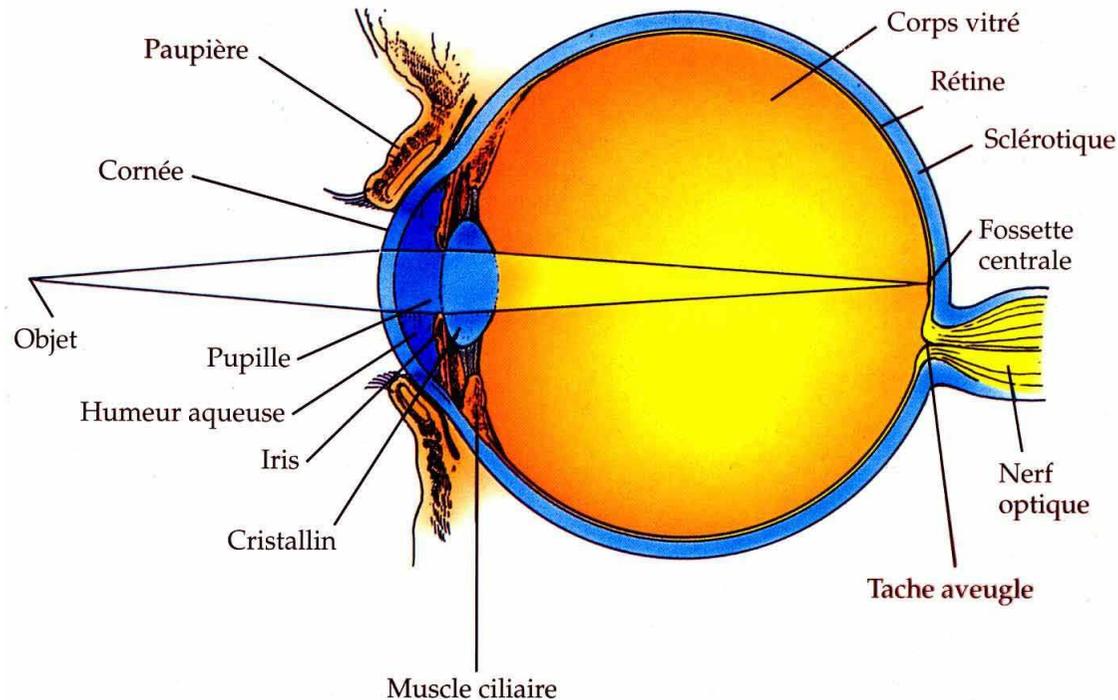
Figure 9.1  
Characteristics of electromagnetic radiation.



- Énergie sous forme de radiations électromagnétiques
- Spectre du visible  $\geq 400$  et  $\leq 780$  nm
- Notre « vision » est dictée par les propriétés de nos récepteurs visuels

### La vision

# L'appareil visuel

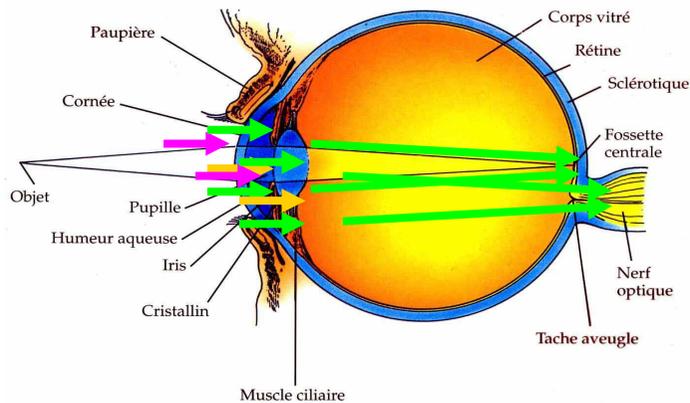
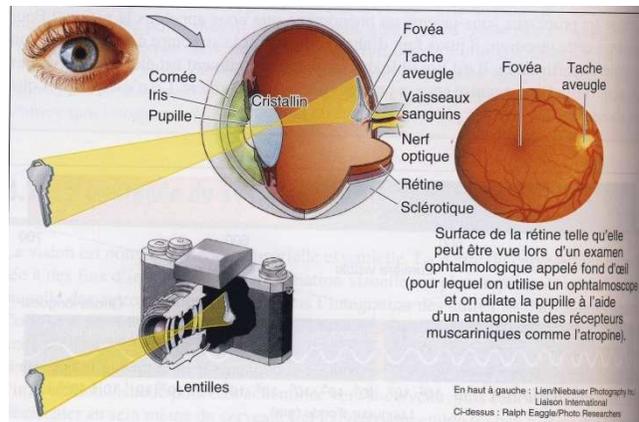


## ■ l'œil

- **Organe optique :**  
Conçu pour capter la lumière et la focaliser sur la rétine
- **Organe sensoriel :**  
Rétine qui contient les cellules sensorielles de la vision : photorécepteurs

### La vision

## L'oeil Organe optique



### ■ Lentilles

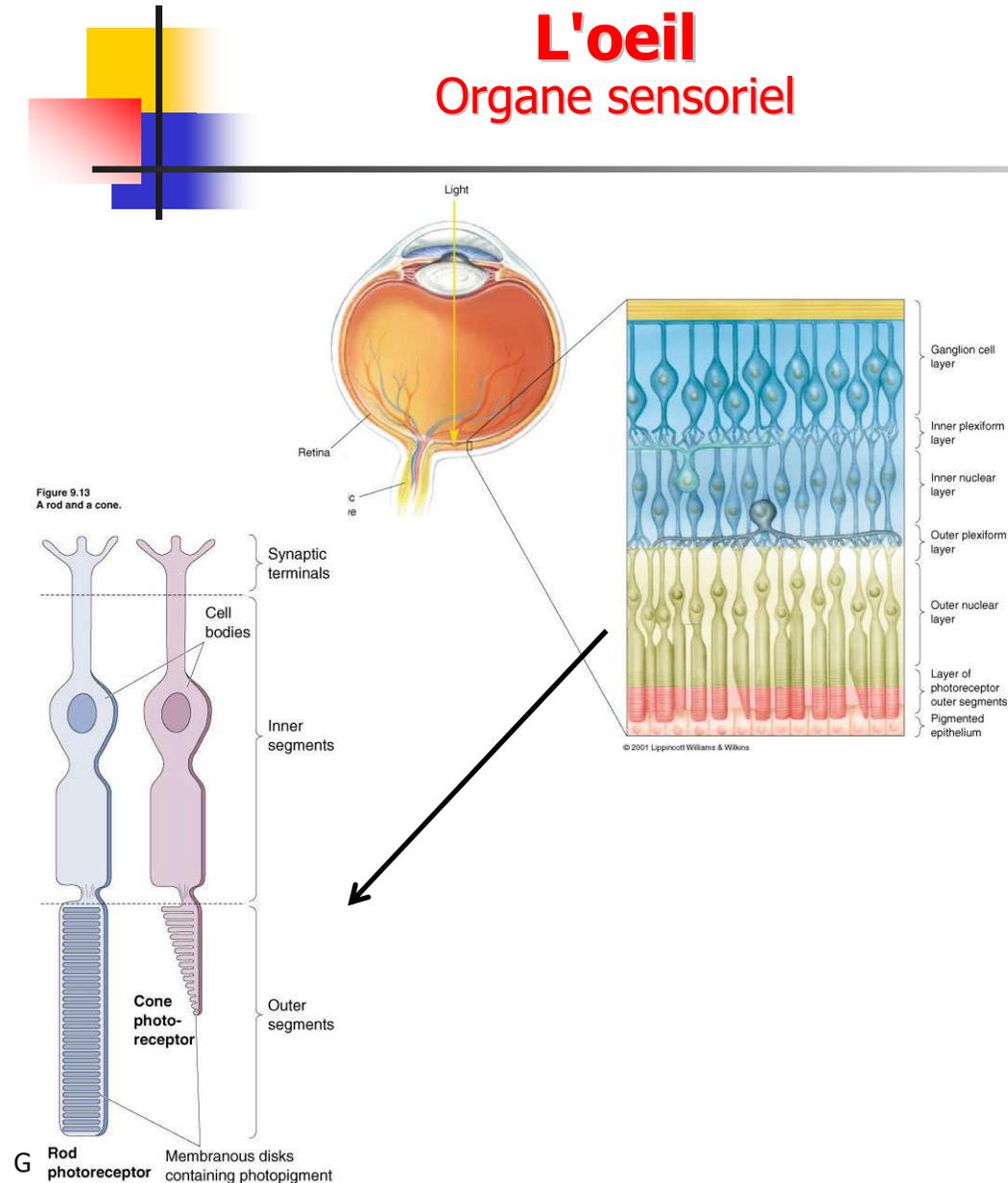
- Cornée
- Cristallin (accommodation vision prés/loin)

### ■ Obturateurs

- Iris/pupille

### La vision

## L'oeil Organe sensoriel

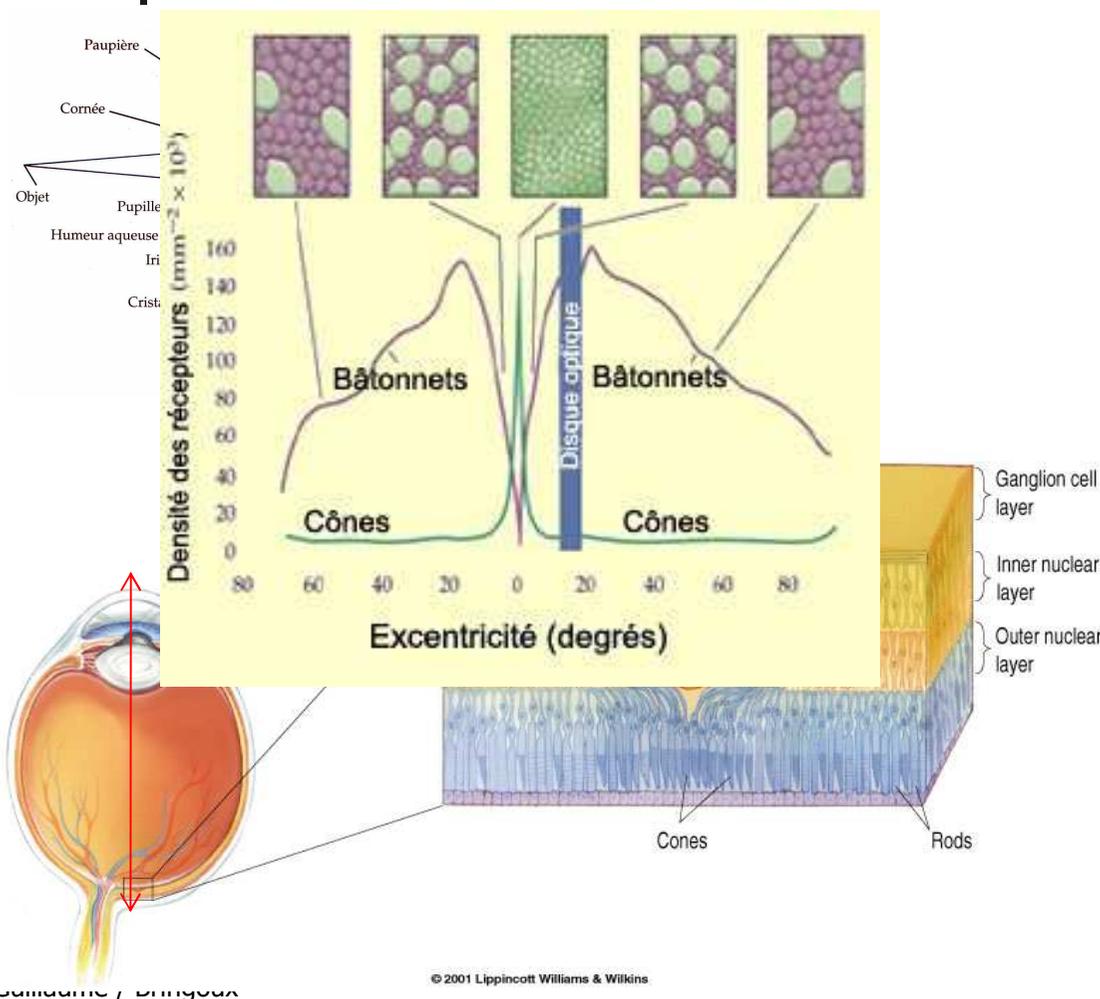


## ■ La rétine

- Tissu nerveux fait de couches de neurones
- La plus postérieure contient les cellules (sensorielles) photoréceptrices
  - Les cônes
  - Les bâtonnets

### La vision

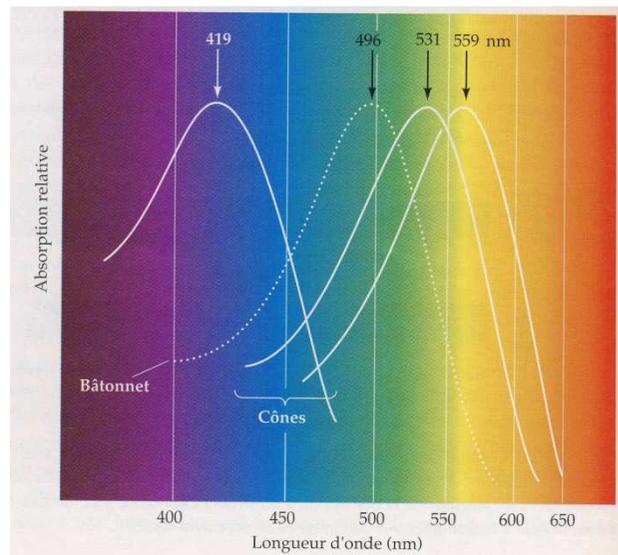
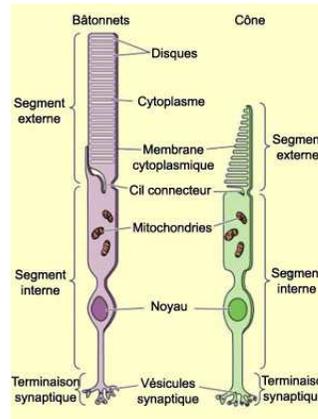
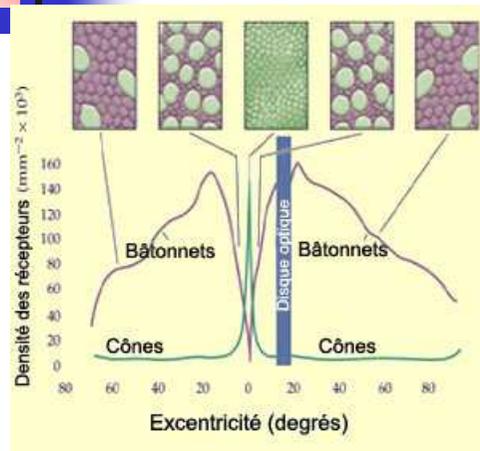
# Les photorécepteurs



- Zone particulière dans l'axe de l'œil, la fovéa
- Répartition C/B non homogène
  - Fovéa : 100% cônes
  - Périphérie:  
↑ bâtonnets, ↓ cônes

### La vision

# Les cônes

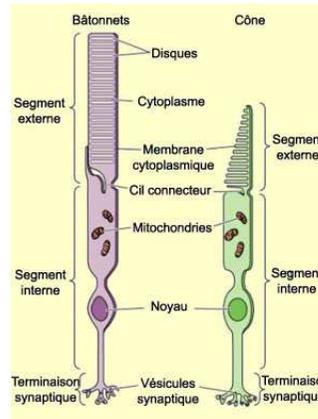
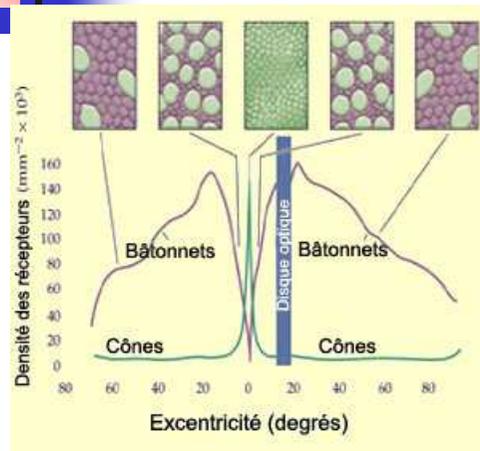


- Moins nombreux que les bâtonnets (~ 5 millions)
- Peu sensibles à la lumière
  - Responsable de la vision diurne (photopique)
  - Réponse très rapide
- Possèdent plusieurs pigments
- 3 types de cônes
  - cônes préférentiellement sensibles au rouge
  - cônes préférentiellement sensibles au vert
  - cônes préférentiellement sensibles au bleu
- Fovéa: responsable de l'acuité visuelle

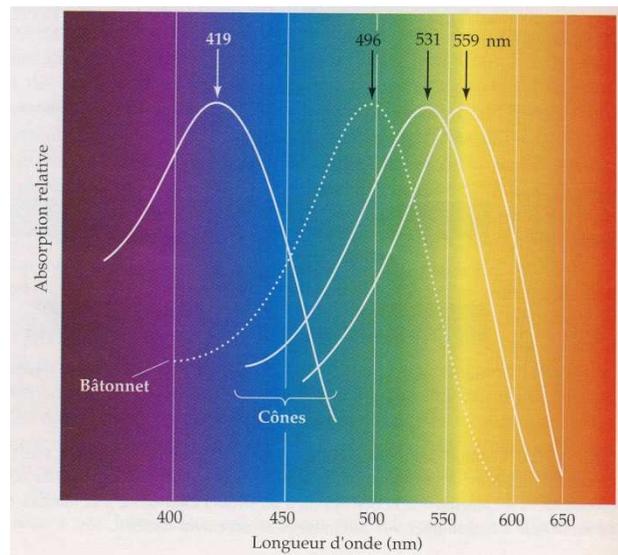
## B / LES MODALITES SENSORIELLES

### La vision

# Les bâtonnets

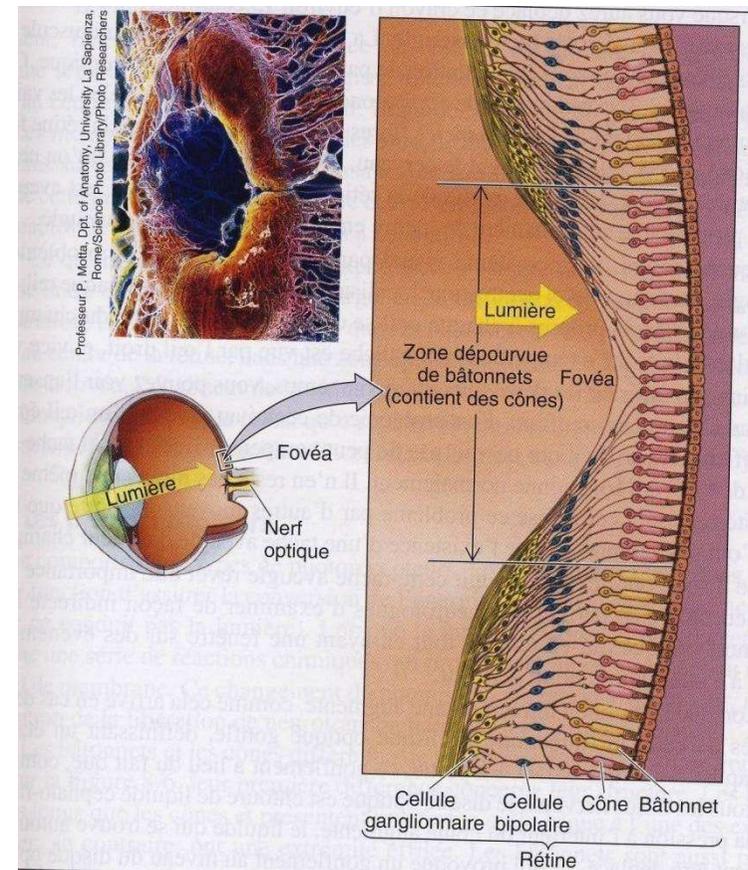
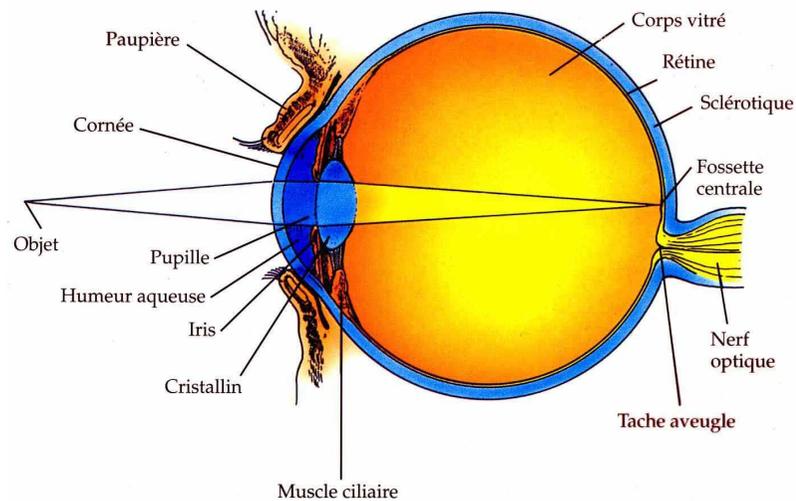


- Nombreux ( $\sim 120$  millions)
- Très sensibles à la lumière
- Possèdent un seul pigment: pas de vision des couleurs mais ...
  - Responsable de la vision nocturne (scotopique)
  - Responsables de la vision périphérique (vision monochromatique seule au-delà de  $40^\circ$ ).
  - Responsable de la détection des mouvements dans le champ visuel (+++ sports-co)



### La vision

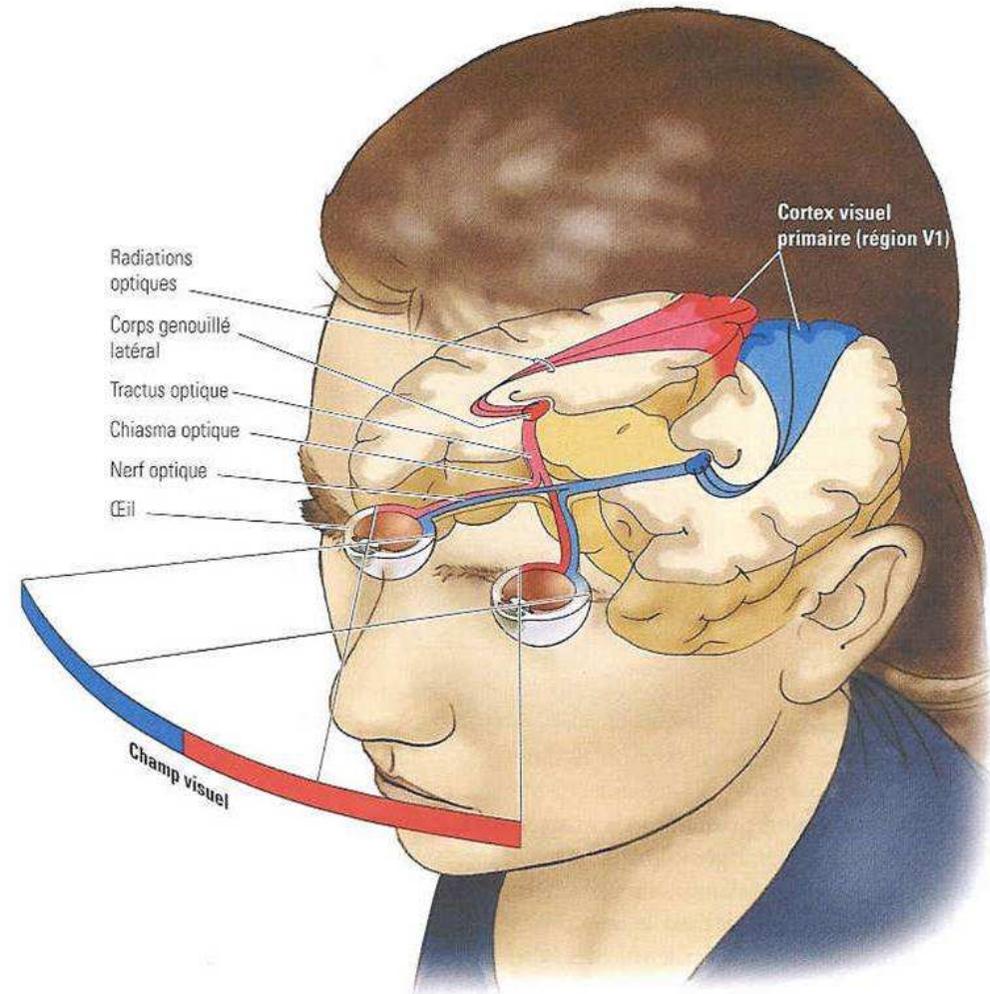
# Le nerf optique (IIème paire de NC)



### La vision

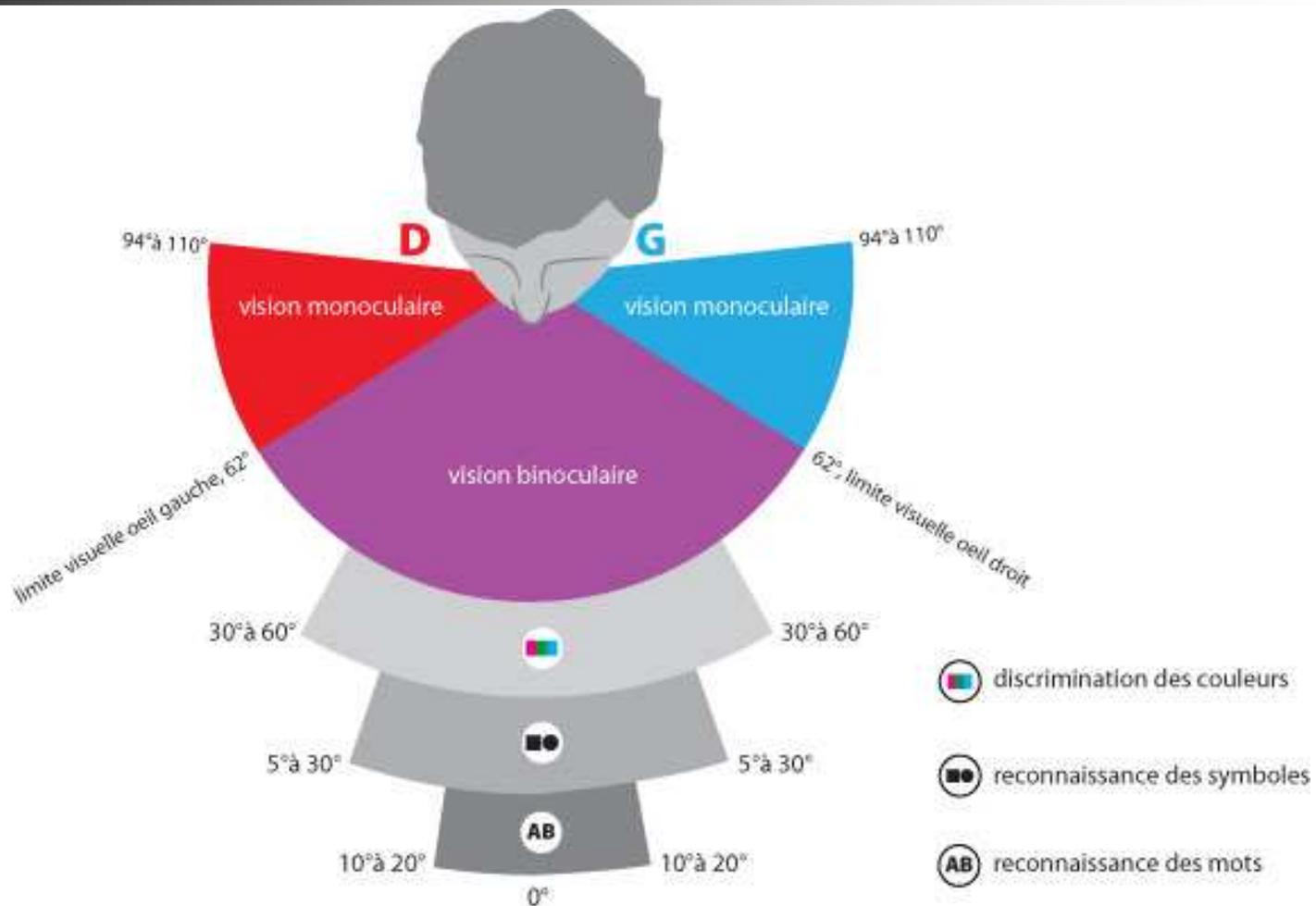
## Localisation spatiale

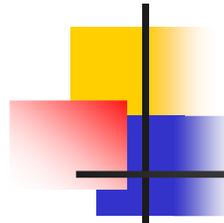
- Chaque hémisphère cérébral reçoit ses informations du champ visuel controlatéral



### La vision

# Localisation spatiale





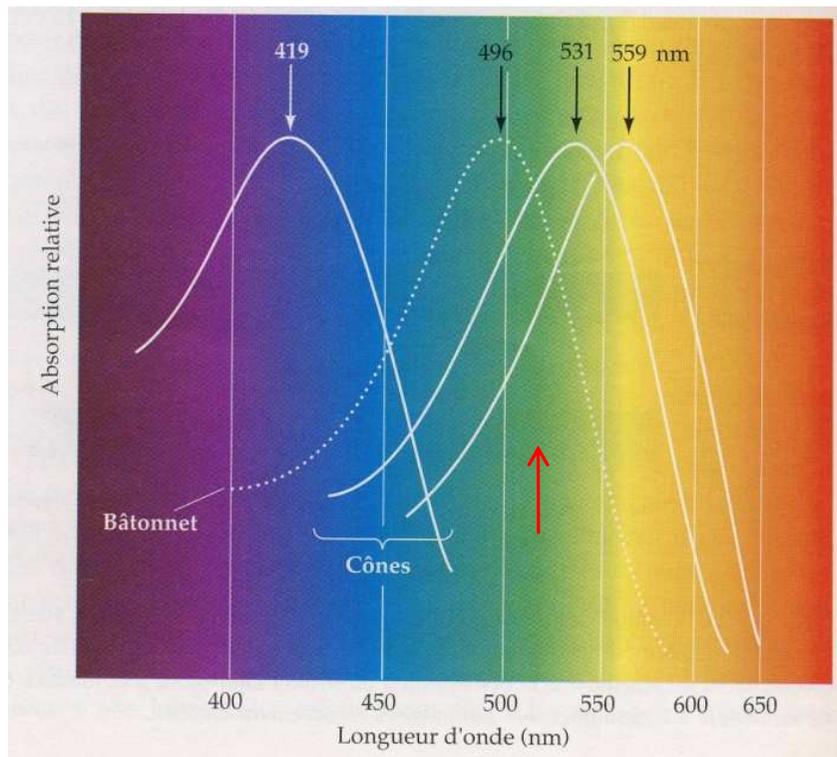
## Quelques mots sur la perception des couleurs ...

---

- Monde en technicolor (15000 nuances) mais surtout contraste et précision accrus (acuité)
- Essentiellement chez les insectes, oiseaux et certains mammifères
- Développement tardif chez les primates (dû au changement de régime alimentaire)

### La vision

## Quelques mots sur la perception des couleurs ...

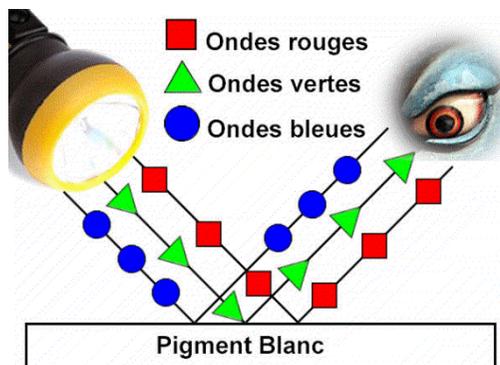
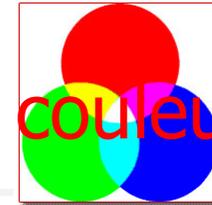


## ■ Théorie trichromatique

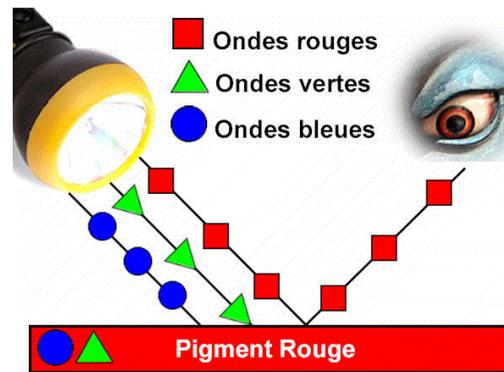
- La couleur: ratio d'activité entre les  $\neq$  cônes

### La vision

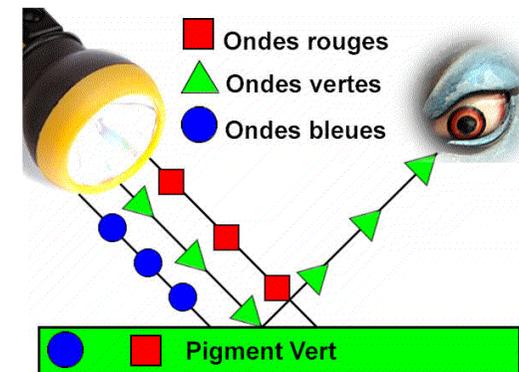
# Quelques mots sur la perception des couleurs ...



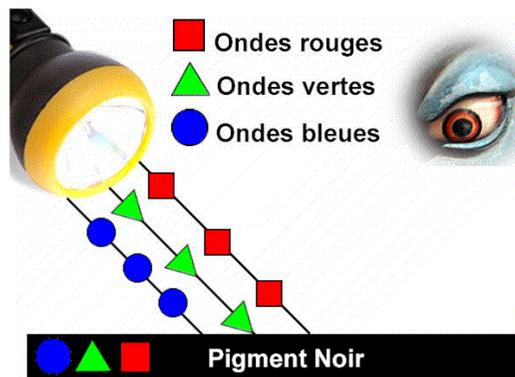
Aucune des longueurs d'onde n'est absorbée



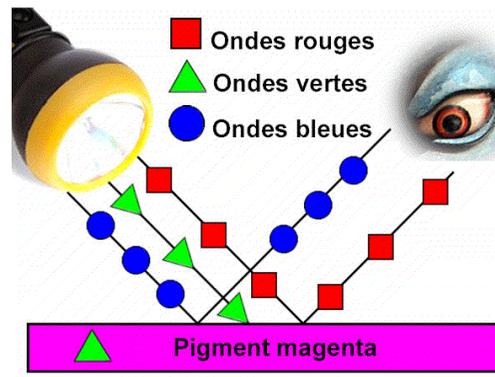
Les longueurs d'onde bleues et vertes sont absorbées



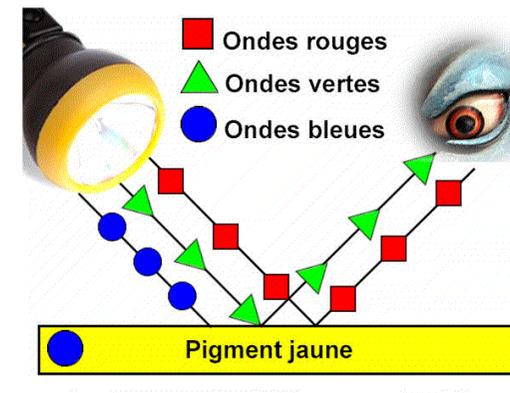
Les longueurs d'onde bleues et rouges sont absorbées



Toutes les longueurs d'onde sont absorbées



Les longueurs d'onde vertes sont absorbées



Les longueurs d'onde bleues sont absorbées

# Quand la couleur aide la performance sportive ...

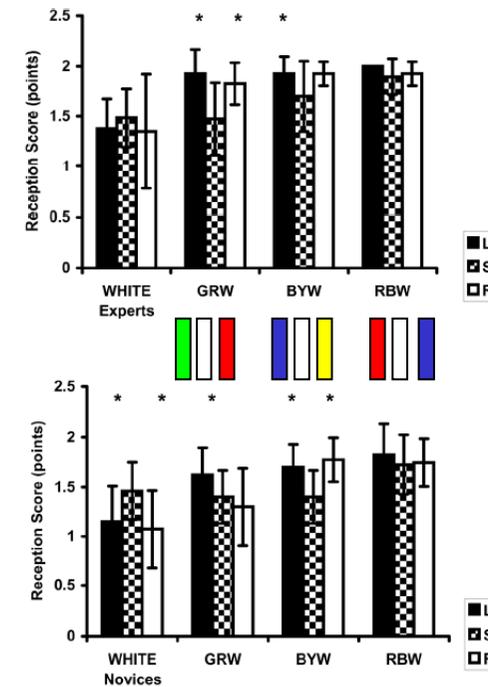
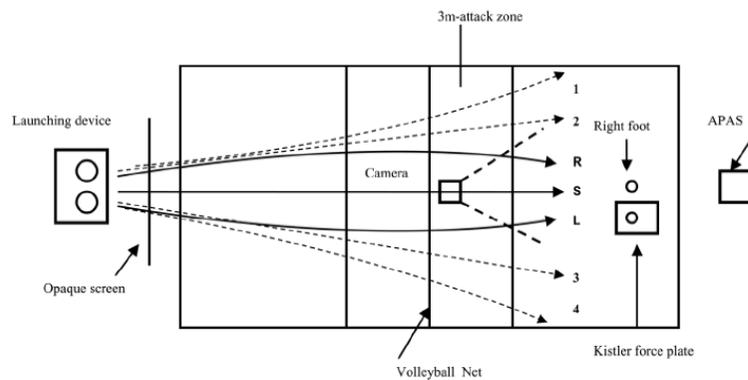


Figure 5. Reception scores of experts (above) and novices (below) for the four types of ball and the three ball trajectories. GRW = green-red-white ball; BYW = blue-yellow-white ball; RBW = red-blue-white ball. L, R and S = left, right and straight trajectories, respectively. An asterisk above the bar of the left or right trajectory indicates that the score is significantly different ( $P < 0.05$ ) from the straight path. See text for further details.

### La vision

## Perception du déplacement visuel

- Le concept de flux optique

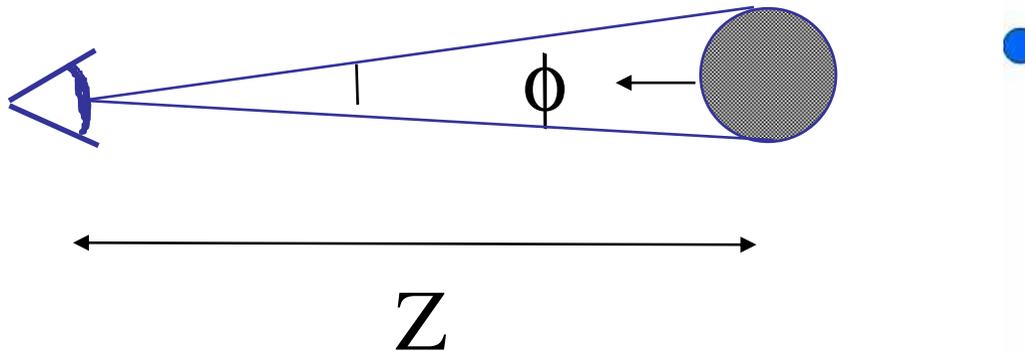


- Focus d'expansion = direction du déplacement
- Vitesse d'expansion / vitesse de déplacement

### La vision

## Perception du déplacement visuel

- Le concept de flux optique



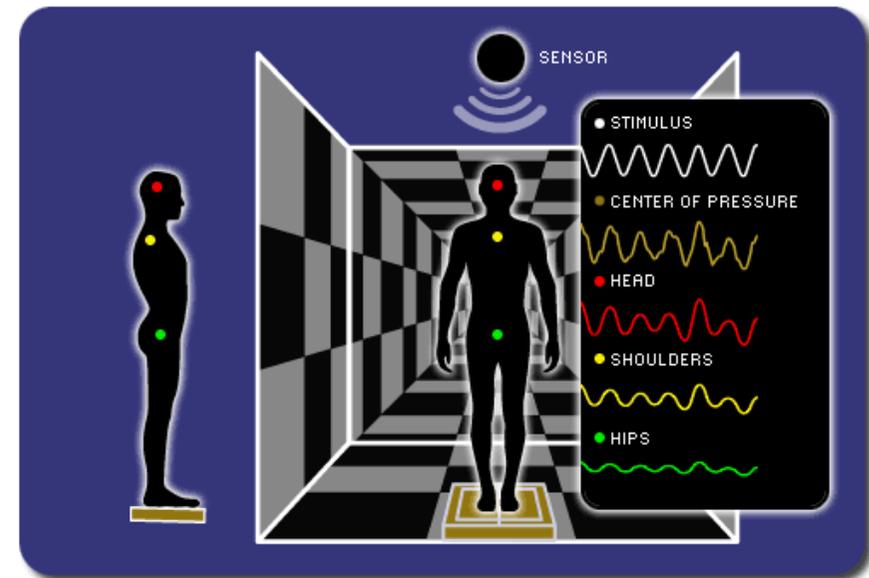
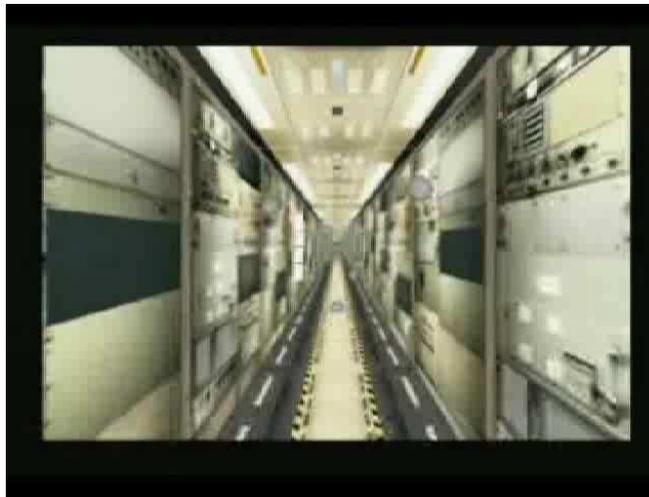
- Tau / Temps restant avant contact

$$\tau_{\phi} = \phi / \dot{\phi} = -Z / \dot{Z} = \tau_Z$$

### La vision

## Perception du déplacement visuel

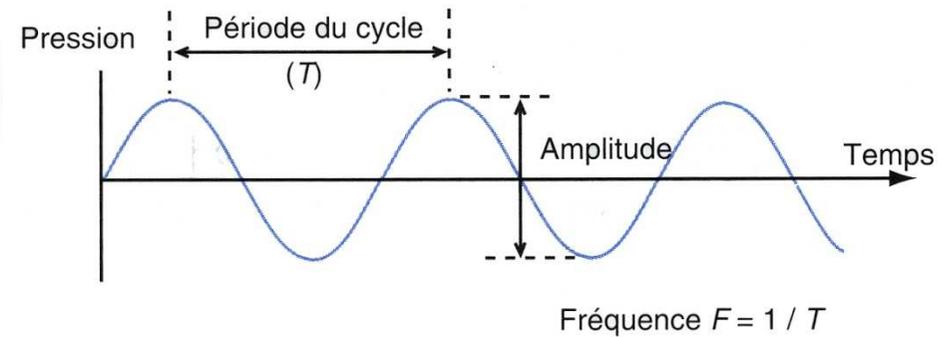
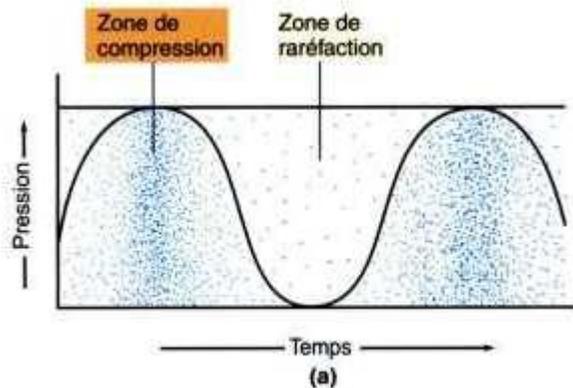
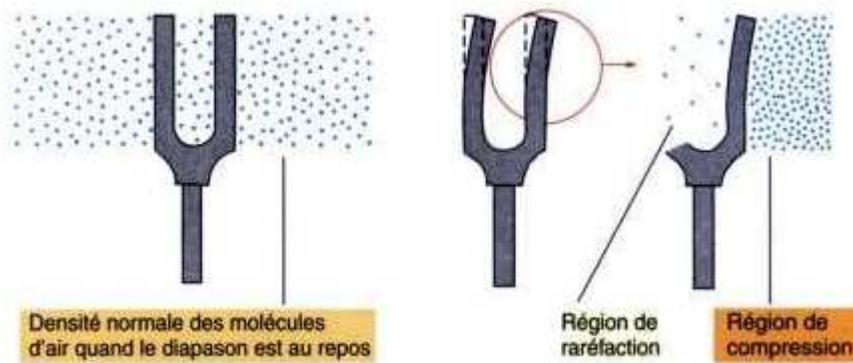
### ■ La vection optocinétique



- Illusion de déplacement propre / Répercussions posturales



# Le son

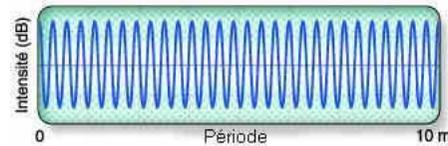


Création d'ondes sonores qui se propagent dans l'air, l'eau et le sol ...

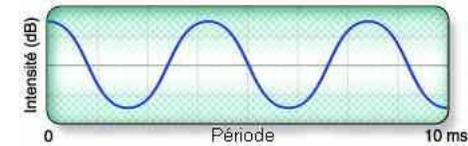
L'audition

# Les caractéristiques d'un son

**La fréquence (Hz)** détermine la **hauteur** du son:



Son **aigu** de 3000 Hz  
contre-ut de soprano

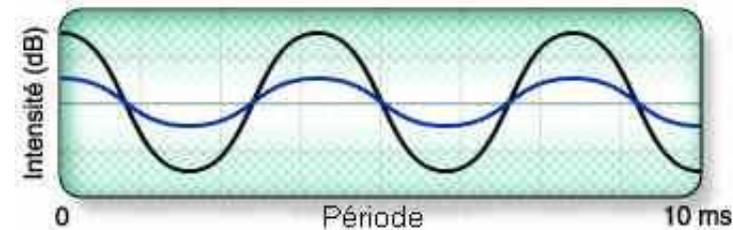


Son **grave** de 300 Hz

**L'amplitude (dB)** détermine  
l'**intensité**

**Sons fort (noir) et faible (bleu) :**

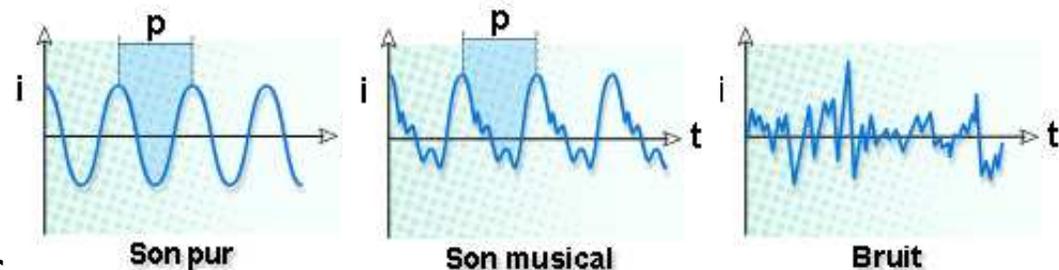
Ces sinusôides représentent des sons  
de même fréquence (300 Hz), mais  
d'intensités différentes



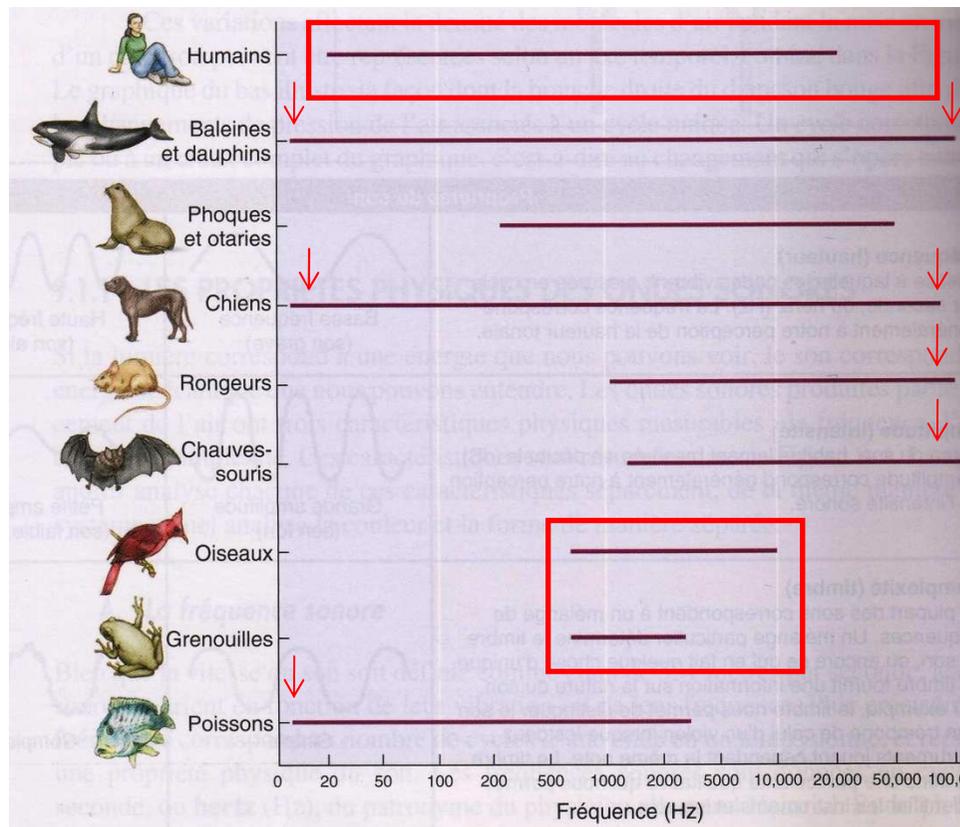
**La complexité** détermine  
le **timbre**

Mélange de fréquences

Identification des sons, des voix, des  
musiques



# Le spectre sonore



20 Hz-20000 Hz

Dépend des espèces  
Fonctionnellement adapté

*Basse fréq.* transmission  
dans l'eau +++ et sur  
grandes distances

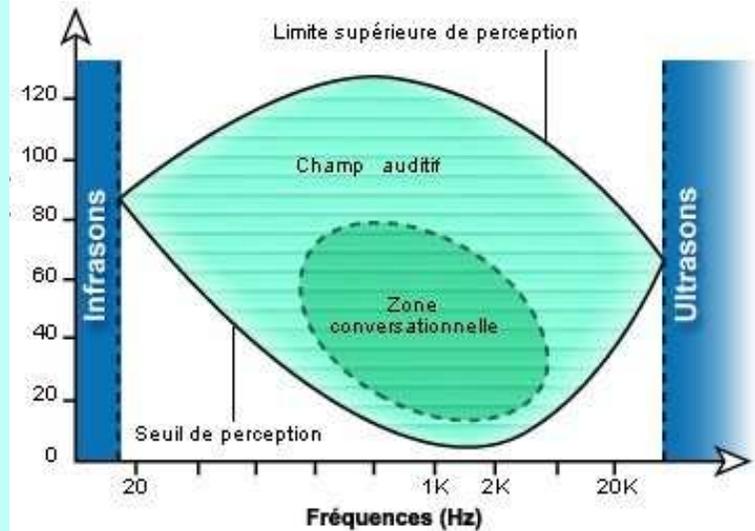
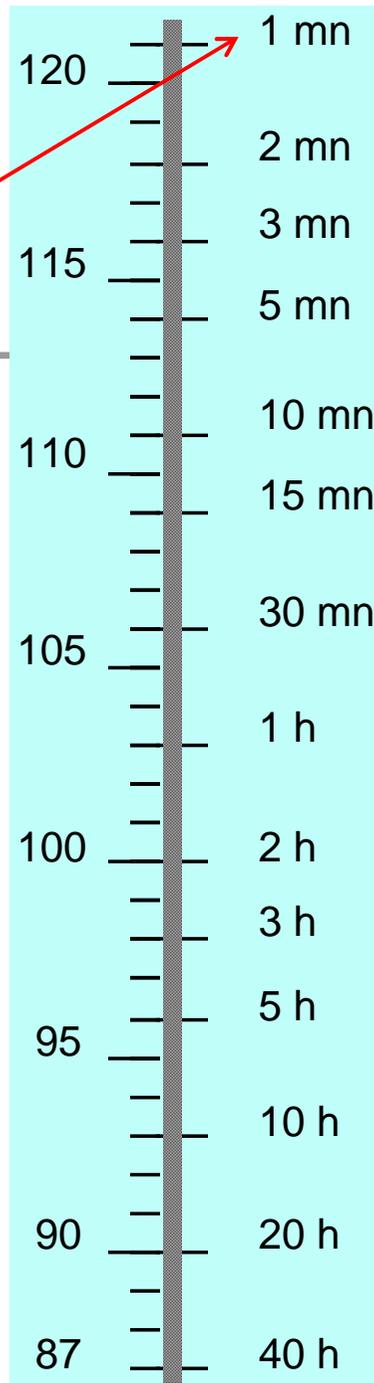
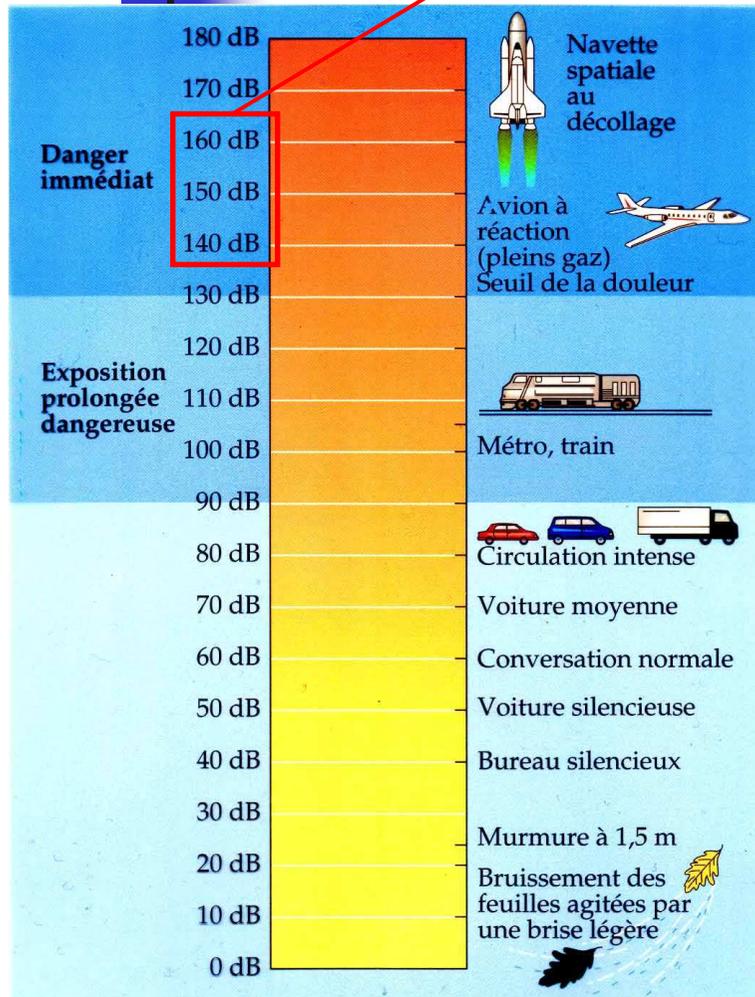
*Haute fréq.* écho (sonar)

# Perception pour le mouvement

## B / LES MODALITES SENSORIELLES

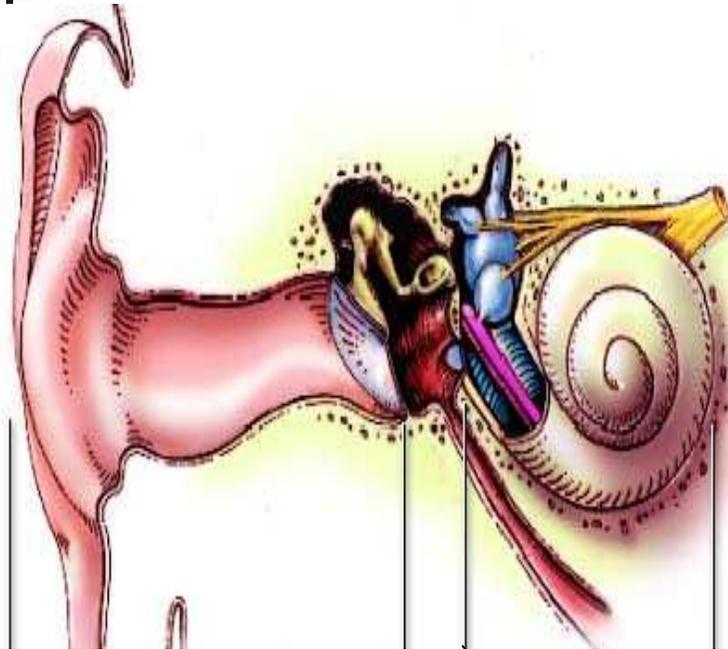
L'audition

# Seuil



90 minutes de concert à 135 dB  
↑ de 40 fois le seuil de détection

# L'appareil auditif



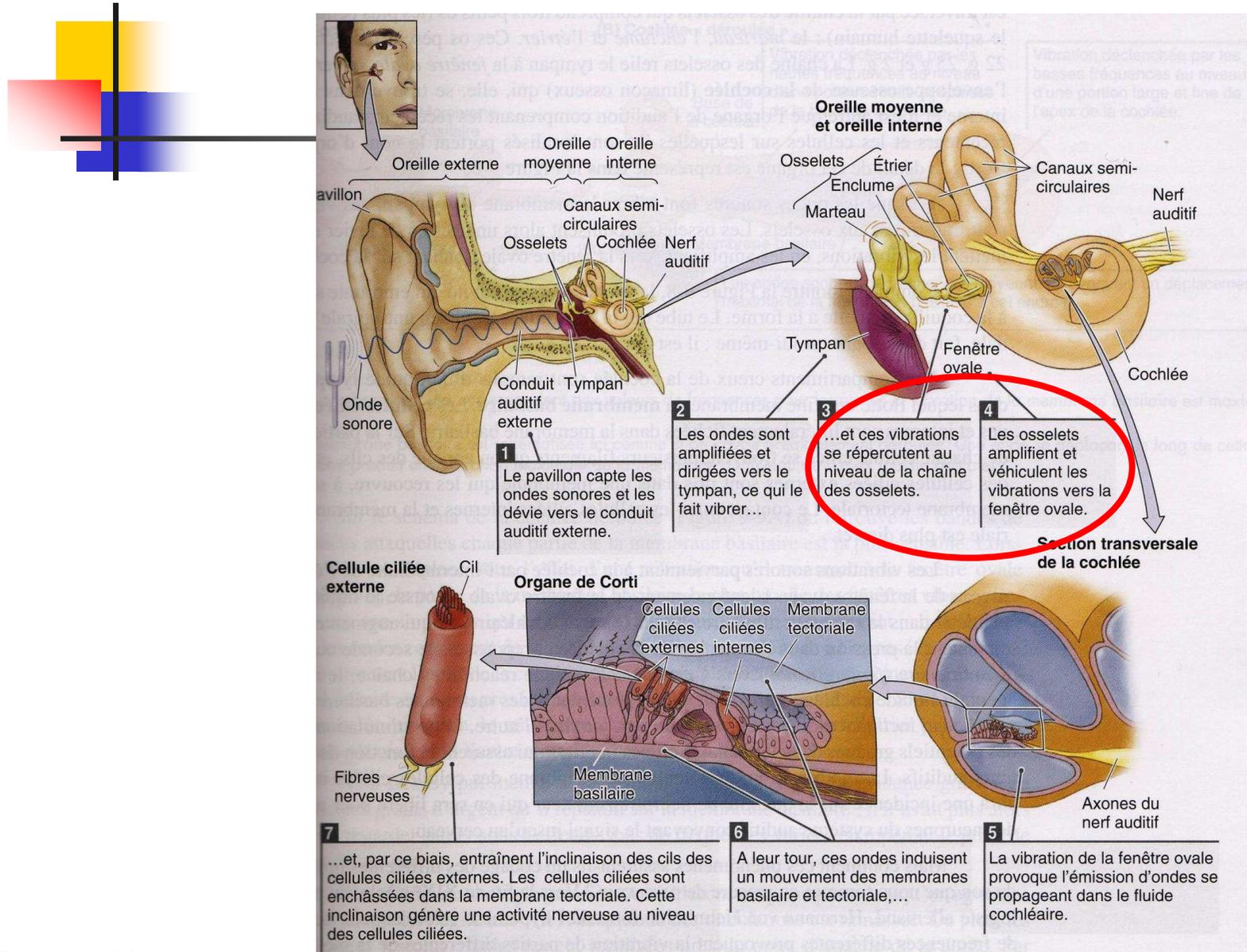
Oreille  
externe

Oreille  
moyenne

Oreille  
interne

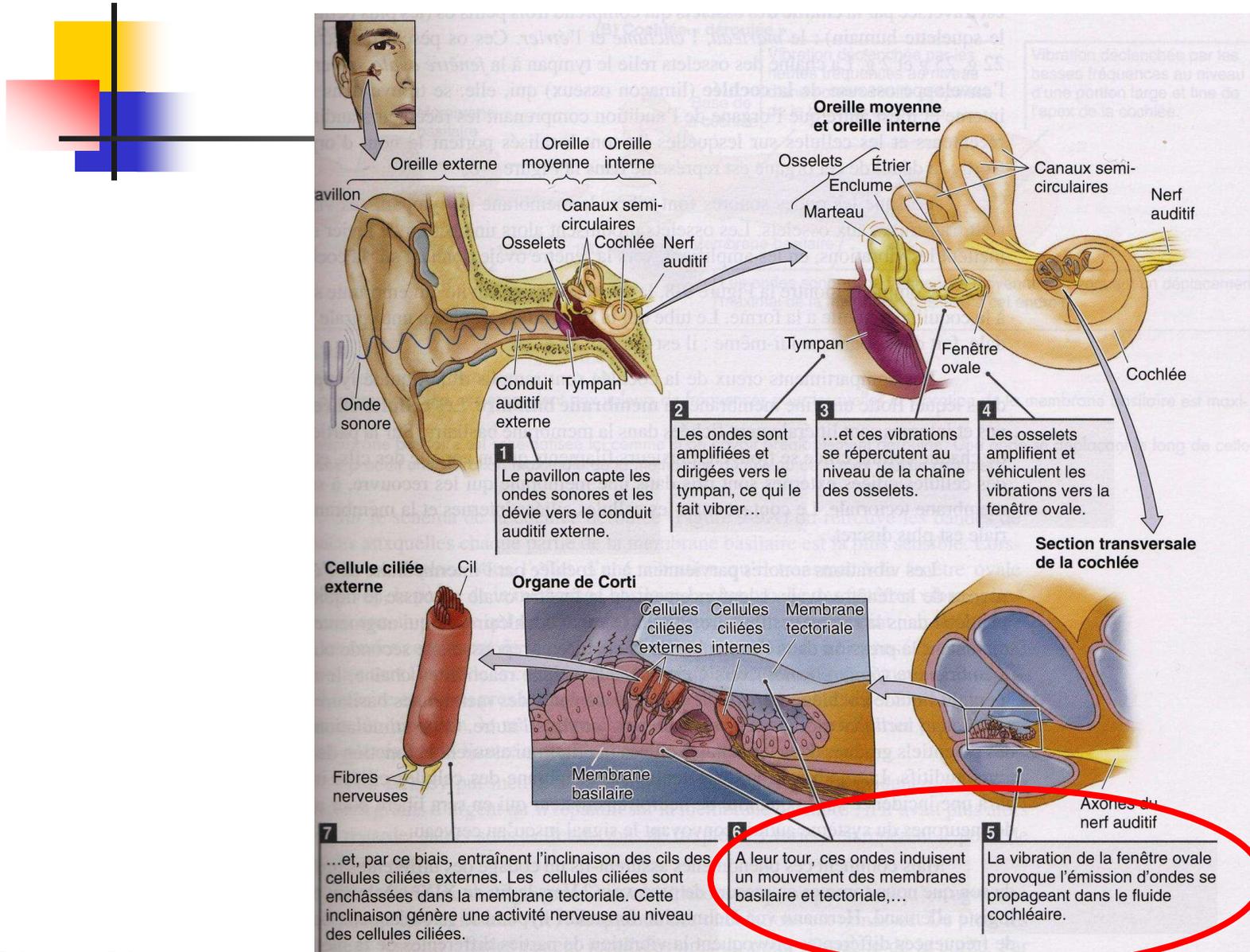
- Organe de l'audition: l'oreille
- Oreille externe:
  - Pavillon
  - Conduit auditif externe
- Oreille moyenne:
  - Tympan
  - La chaînes des osselets; le marteau, l'enclume et l'étrier
- Oreille interne (labyrinthe)
  - Labyrinthe antérieur ou cochlée ou limaçon (organe support des récepteurs)
  - Labyrinthe postérieur ou vestibule (organe de l'équilibration)

### L'audition



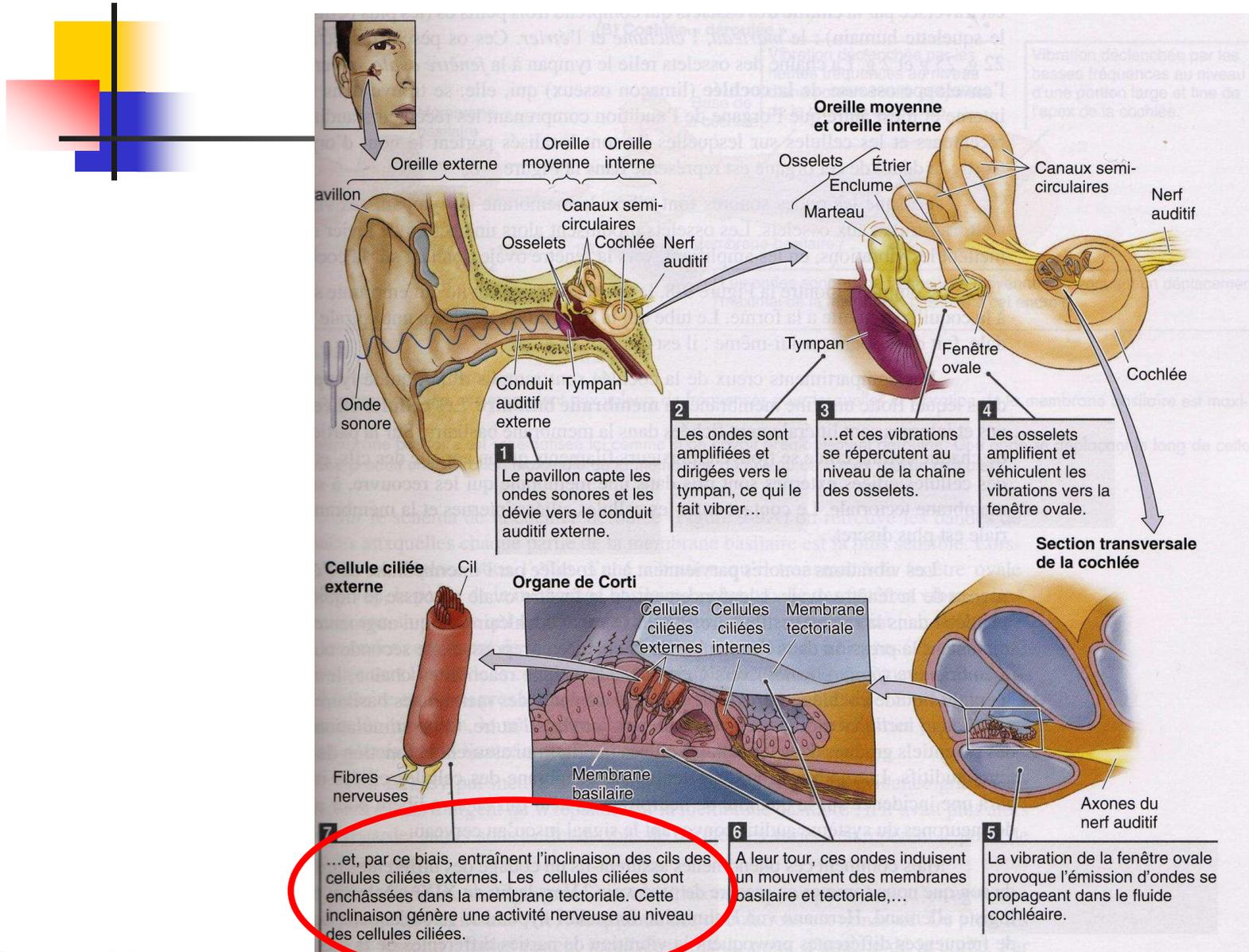
## B / LES MODALITES SENSORIELLES

### L'audition



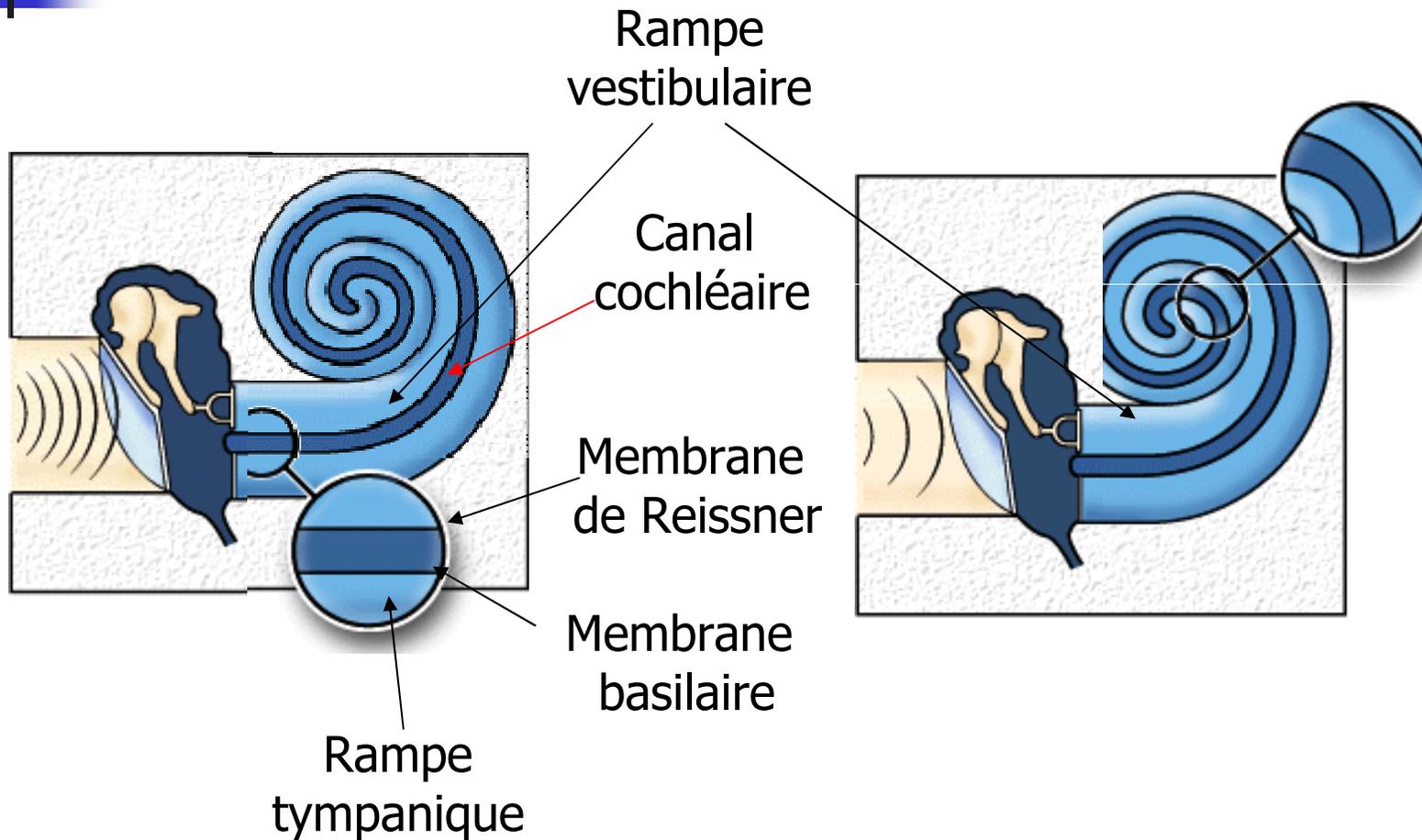
## B / LES MODALITES SENSORIELLES

### L'audition



### L'audition

## Animation du transfert des pressions acoustiques (ondes sonores) du milieu aérien aux fluides et aux structures de l'oreille interne (cochlée)



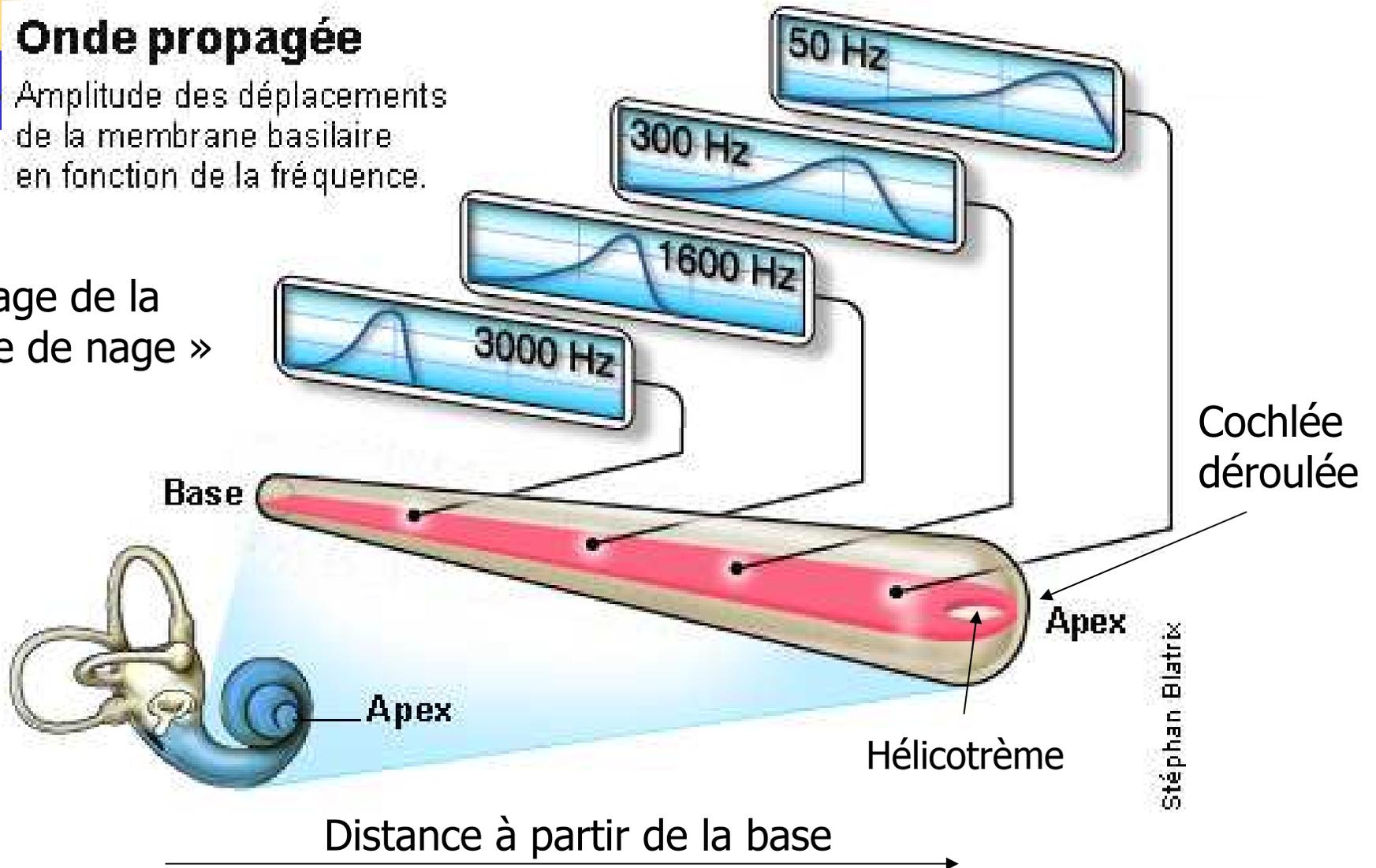
L'audition

# Codage du son et tonotopie

## Onde propagée

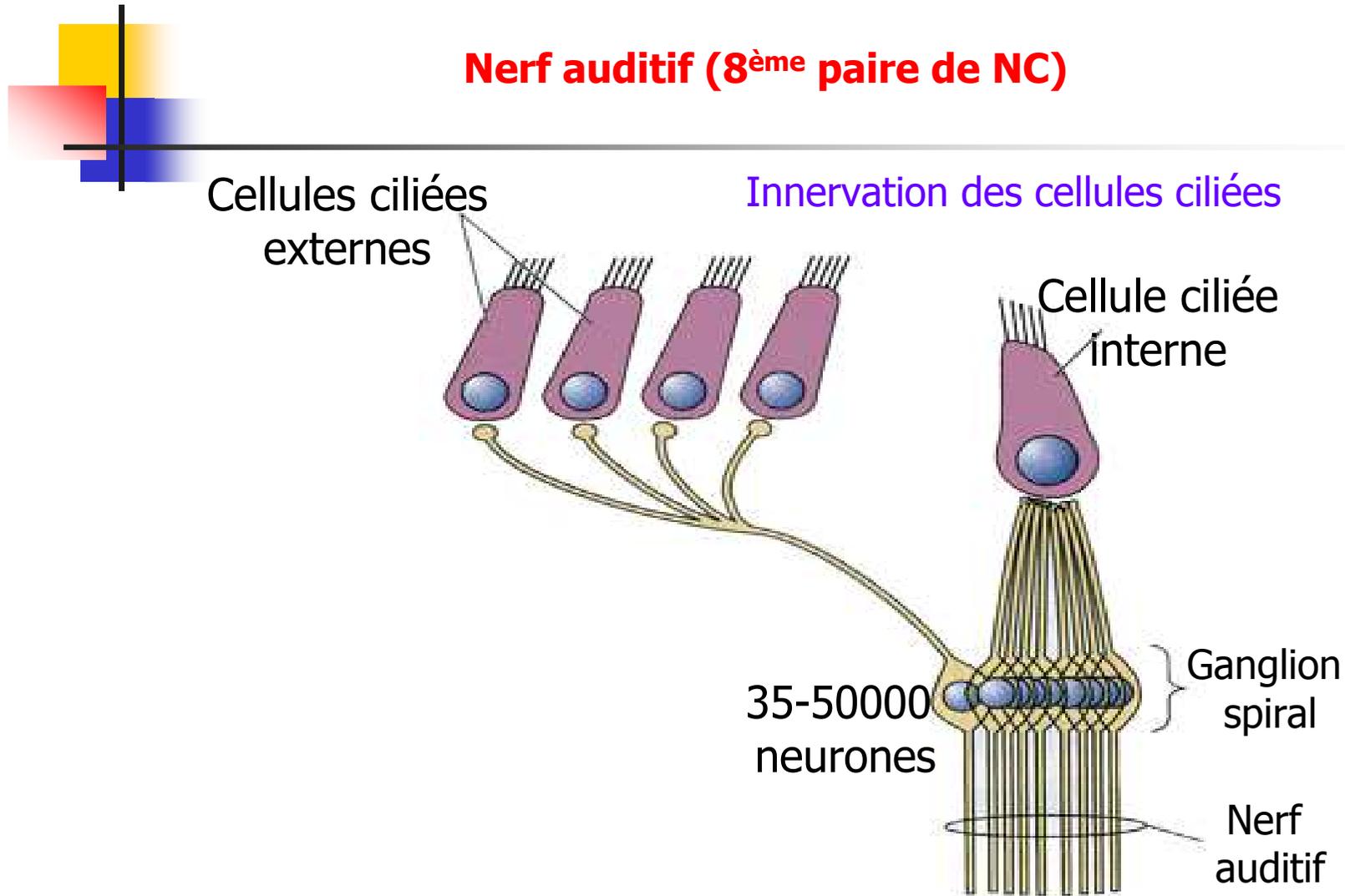
Amplitude des déplacements de la membrane basilaire en fonction de la fréquence.

« Image de la palme de nage »

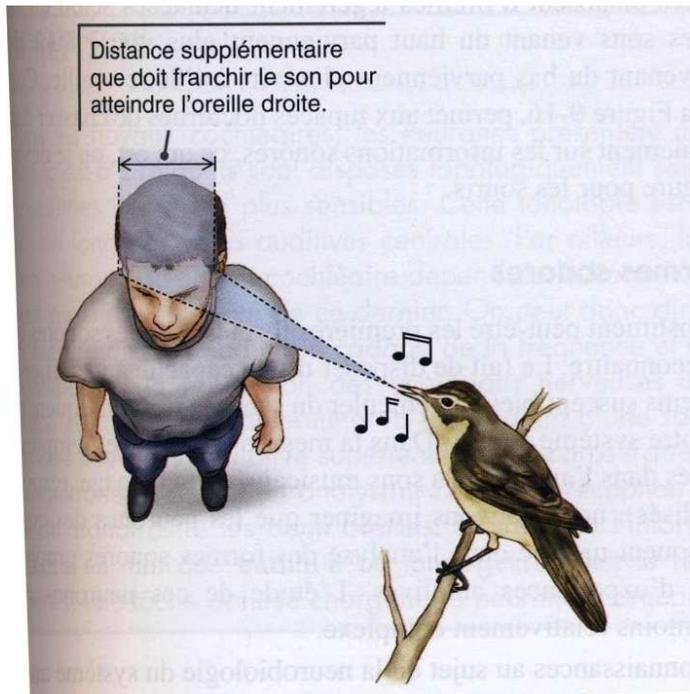


### L'audition

## Nerf auditif (8<sup>ème</sup> paire de NC)



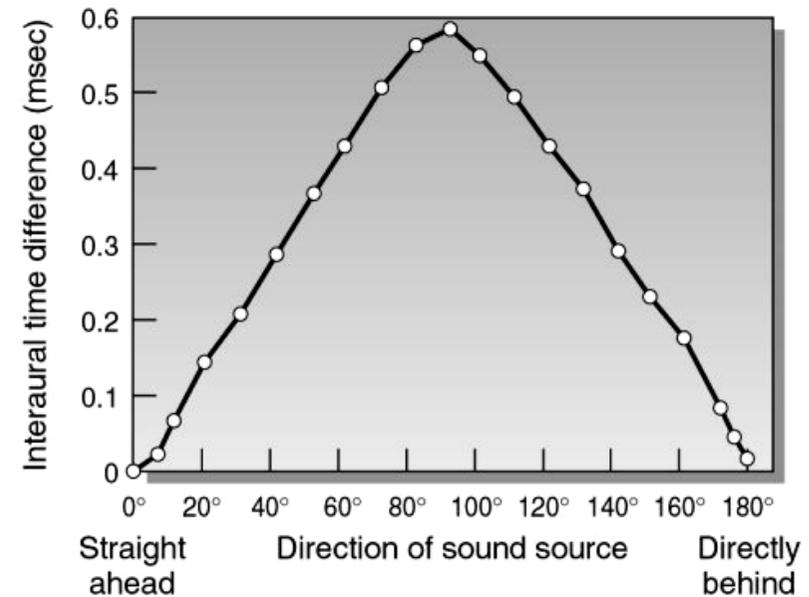
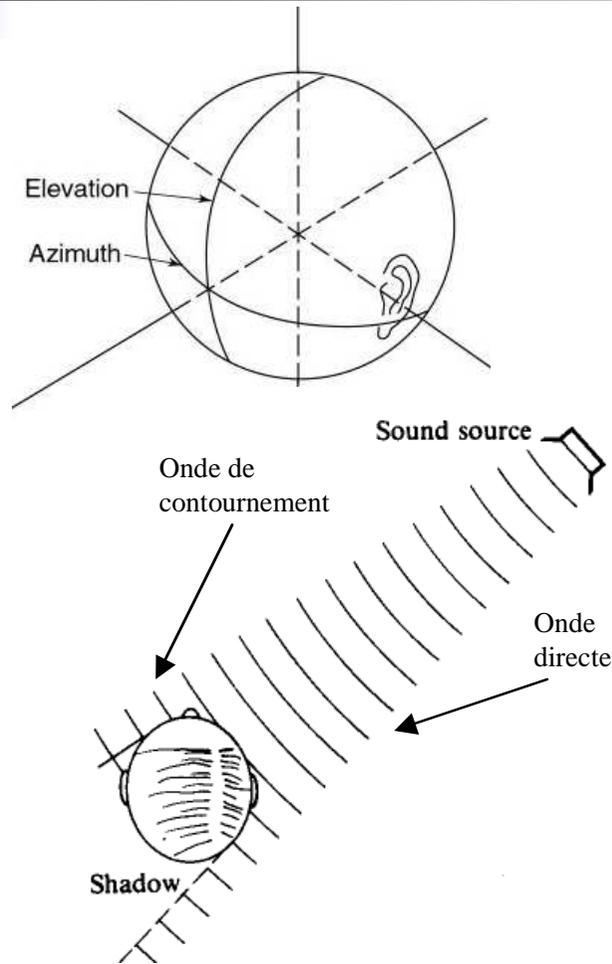
# Localisation spatiale des sons



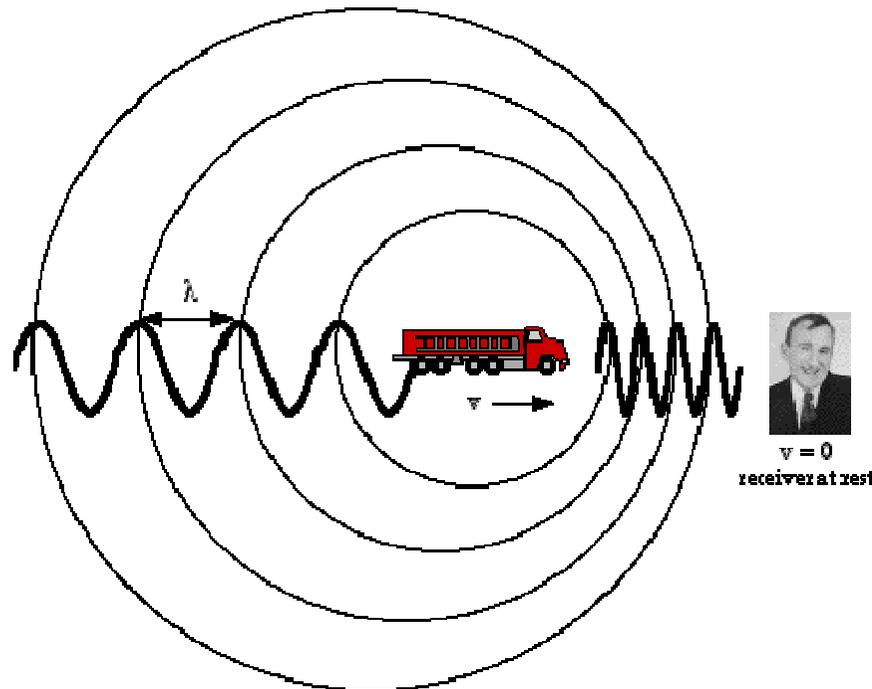
- Un son venant de la G arrive à l'OG légèrement plus tôt qu'à l'OD. Ce décalage est retransmis par les deux nerfs auditifs et fournit une indication quant à la localisation de la source sonore.
- Ce décalage n'est pas perçu puisque nous ne percevons qu'un seul son net. Il y a une resynchronisation des messages des 2 O.

### L'audition

# Localisation spatiale des sons



# L'effet Doppler



- Vitesse de déplacement d'une source sonore en mouvement
- Décalage de fréquence d'un son entre son lieu d'émission et son lieu de réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps
- Quand le récepteur est immobile et que l'émetteur se rapproche, le son devient de + en + aigu; lorsqu'il s'éloigne il devient de + en + grave

### Le tact

# Le tact : rôle comportemental

*Sensibilité tactile* (enveloppe corporelle surface sensorielle de 2 m<sup>2</sup>)

- Contact, pression, mouvement sur la peau

*forme et texture des objets – Schéma corporel*

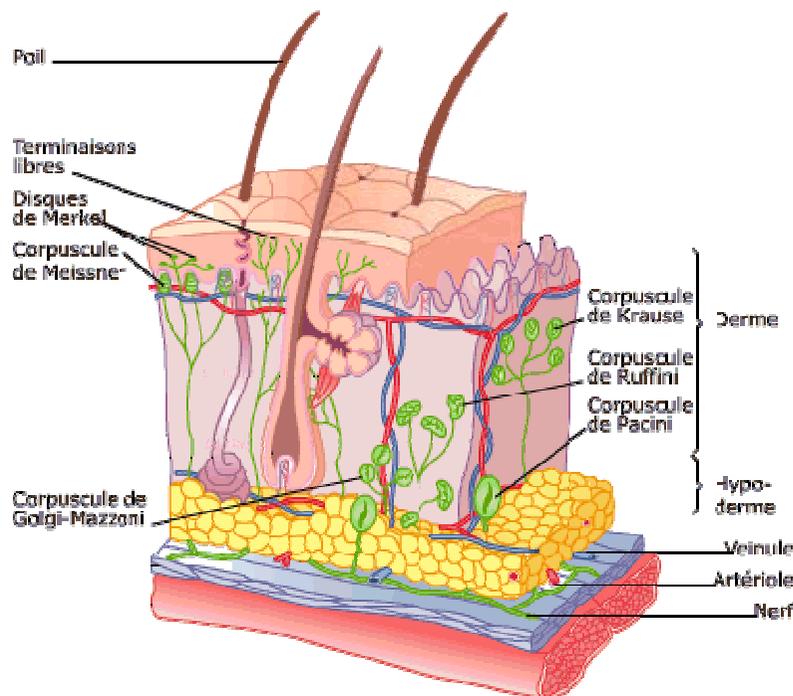
- Température

- Douleur



### Le tact

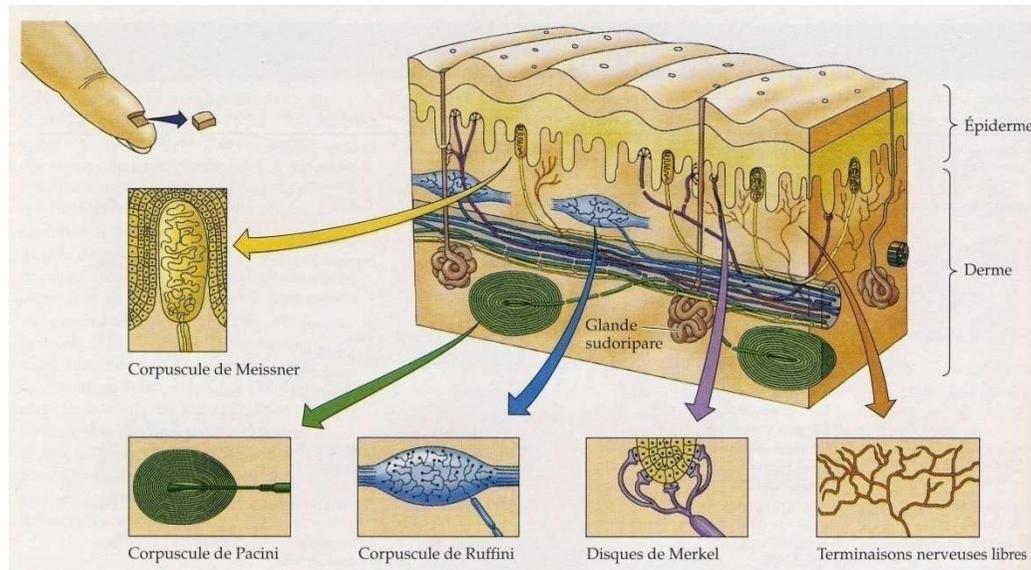
# La peau : organe de support



- 10% du poids
- Organisation laminaire (5mm)
- Epiderme
  - Non vascularisé
  - Imperméabilité, résistance, identité
  - 4 semaines
- Derme
  - Vaisseaux, follicules pileux, glandes sudoriparés
  - Molécules naturelles de protection (kératine), de couleur (mélanine) et de structure (collagène, élastine)
  - Innervé, contient les cellules sensorielles
- Hypoderme
  - Cellules adipeuses (isolant, protection et haut pouvoir énergétique)

Le tact

# Les récepteurs sensoriels



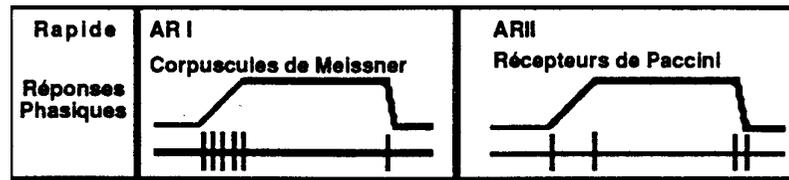
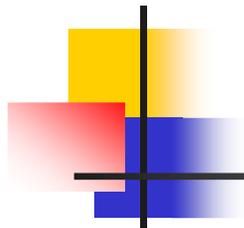
- Terminaisons libres
  - Nocicepteurs
  - Thermorécepteurs
- Mécanorécepteurs
  - Superficiels
    - Corpuscules de **Meissner**
    - Disques de **Merkel**
  - Profonds
    - Corpuscules de **Pacini**
    - Corpuscules de **Ruffini**

# Perception pour le mouvement

## B / LES MODALITES SENSORIELLES

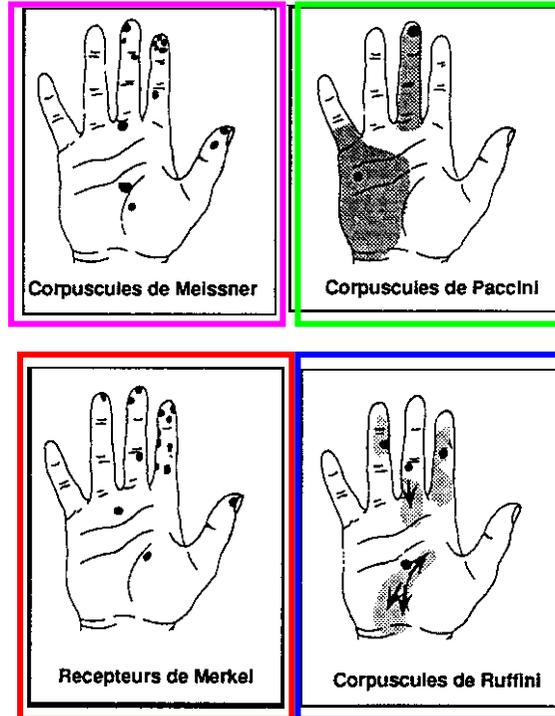
### Codage de la nouveauté

Le tact



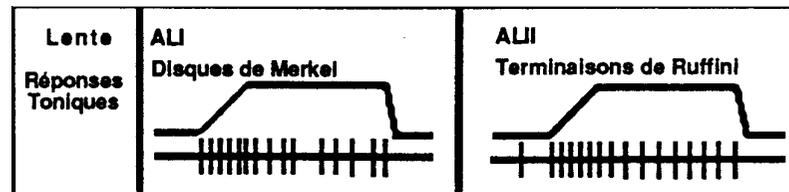
Sensibles aux vibrations basses  
Fréquences:  
glissement objets sur la peau,  
frottement

Pression légère  
Discrimination statique  
des formes, rugosité  
Braille



Accélération du stimulus  
Sensibilité dynamique  
→ détails temporels des stimuli ...  
Discrimination de texture et stimuli mobiles  
Pression forte

Étirement de la peau  
Codage de la déformation de la peau et donc du mouvement

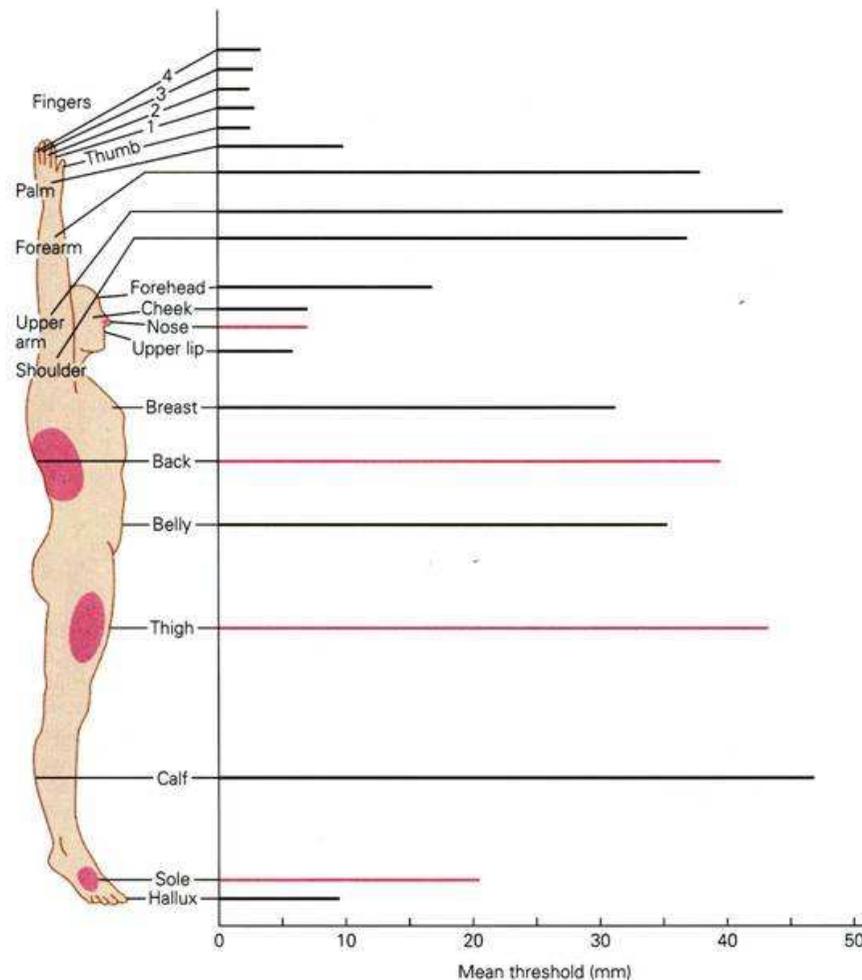


### Codage de la constance

Champ récepteur = acuité tactile

### Le tact

# Les mécanorécepteurs



## ■ Répartition hétérogène des récepteurs tactiles

### ■ Zones + sensibles

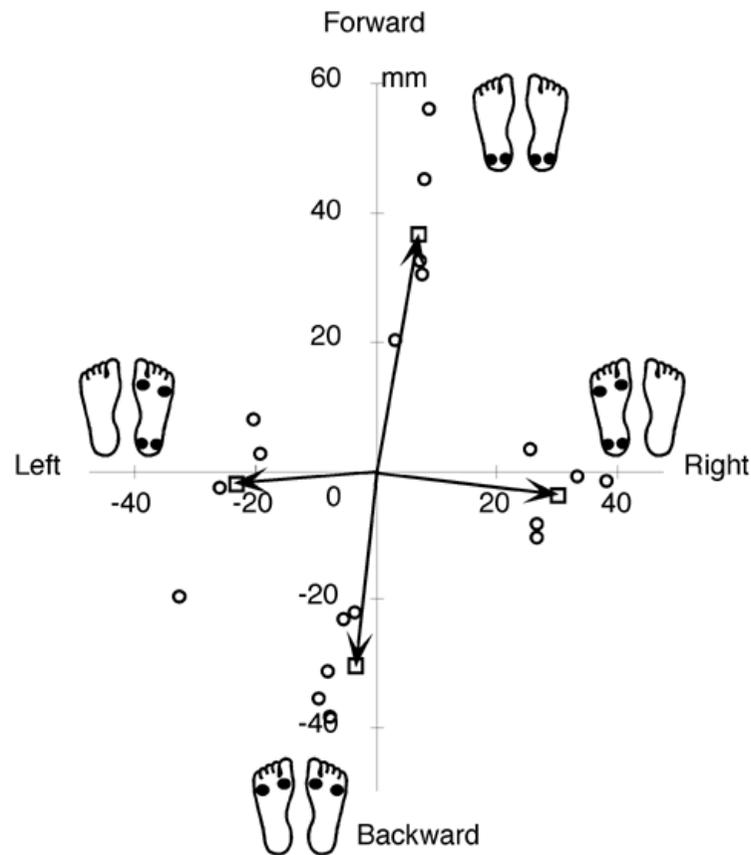
- La langue
- L'extrémité des doigts

### ■ Zones - sensibles

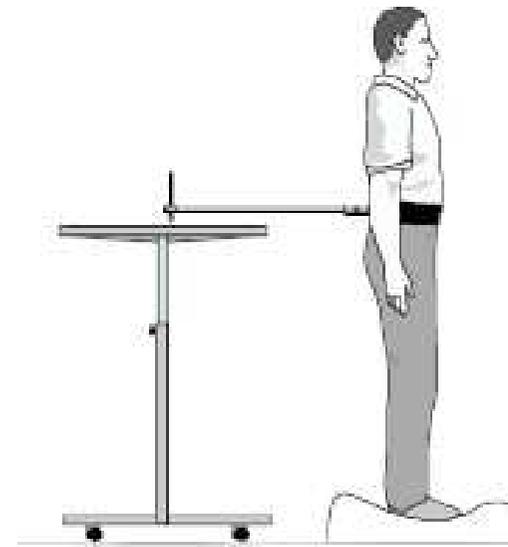
- Les bras
- Les jambes

Le tact

# Les mécanorécepteurs

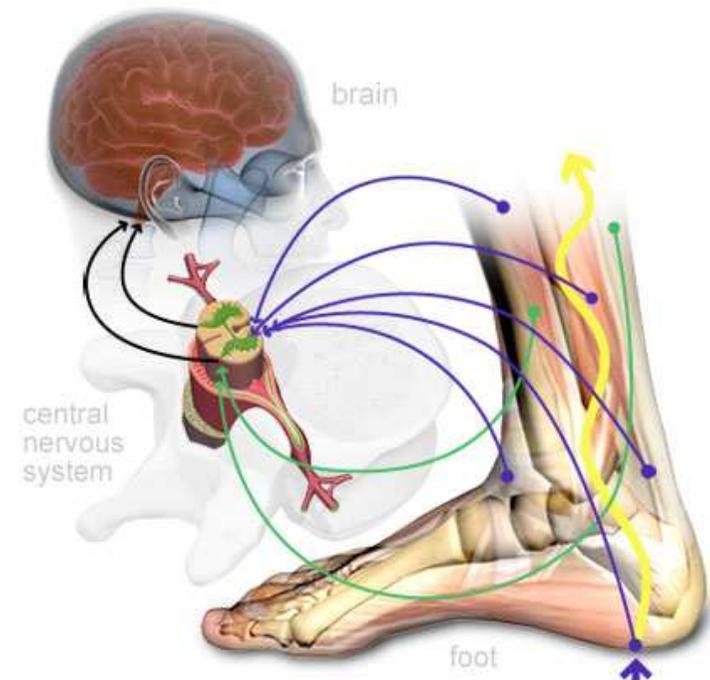


- La voute plantaire, une plateforme dynamométrique



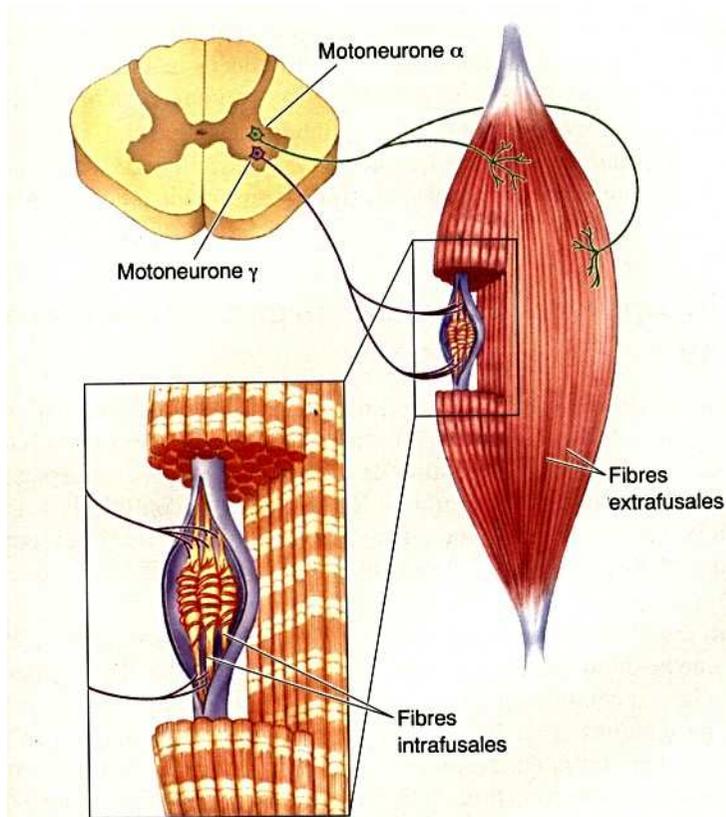
# La proprioception : rôle comportemental

- "Vision intérieure", le «6<sup>ème</sup> sens» ...
- Perception de soi
  - Kinesthésie, Statesthésie
    - Position des segments, sensations de force, information sur le mouvement en cours, schéma corporel
  - Représentation et orientation spatiales
- Participe à des activités réflexes de :
  - Stabilisation de la posture et de l'équilibre (tonus musculaire)
  - Stabilisation du regard



# La proprioception musculo-tendineuse

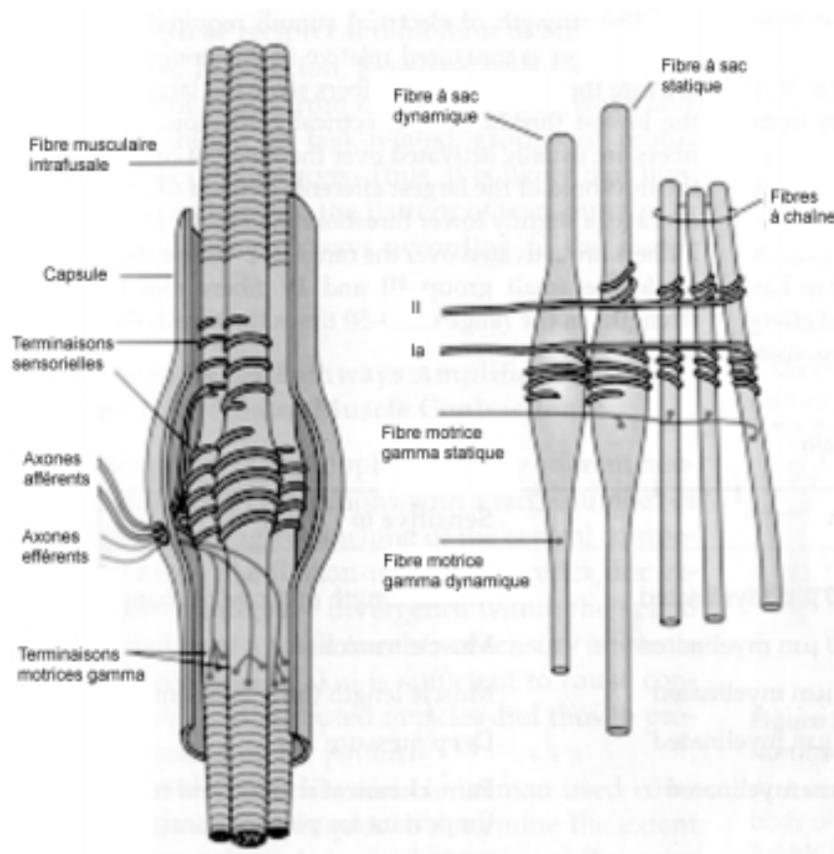
## Le fuseau neuro-musculaire



- Organe de la proprioception musculaire : le muscle
- Les récepteurs sensoriels sont interposés entre les fibres musculaires
- La densité de récepteurs varie en fonction des muscles
  - Densité importante :
    - Muscles de la main et des doigts
    - Muscles de la nuque
    - Muscles extraoculaires
  - Densité faible :
    - Muscles posturaux

# La proprioception musculo-tendineuse

## Anatomie du FNM

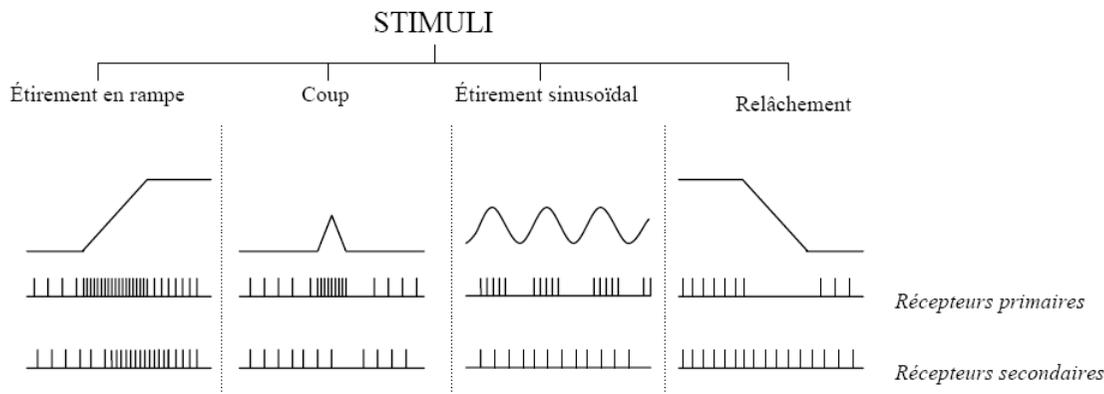


- Fibres musculaires intrafusales :
  - À Sac
  - À Chaîne
- Terminaisons sensibles :
  - Primaires (Ia) -> à sac et à chaîne
  - Secondaires (II) -> à chaîne
- Innervation motrice
  - Motoneurones gamma
    - > maintient l'étirement des fibres même lorsque le muscle est contracté

### La proprioception

# La proprioception musculo-tendineuse

## Réponses du FNM à la stimulation



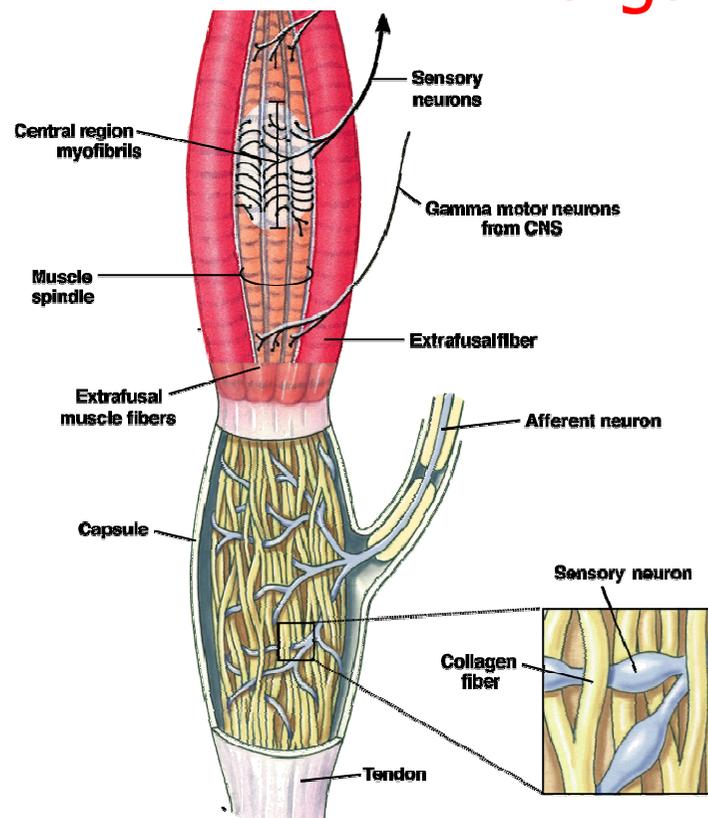
Réponses des récepteurs musculaires primaires et secondaires à l'étirement en rampe ou sinusoïdal, à un petit coup et au relâchement. Lorsque le muscle est étiré ou relâché, l'activité des terminaisons sensorielles reflète le nouvel état du muscle. De plus, les terminaisons primaires montrent une bouffée de décharges pendant la phase dynamique de l'étirement, et une baisse d'activité transitoire durant le relâchement (Matthews, 1964).

- Stimulus spécifique
  - Étirement du muscle
  - Seuil bas
- Codage statique
- Codage dynamique

### La proprioception

# La proprioception musculo-tendineuse

## L'organe tendineux de Golgi

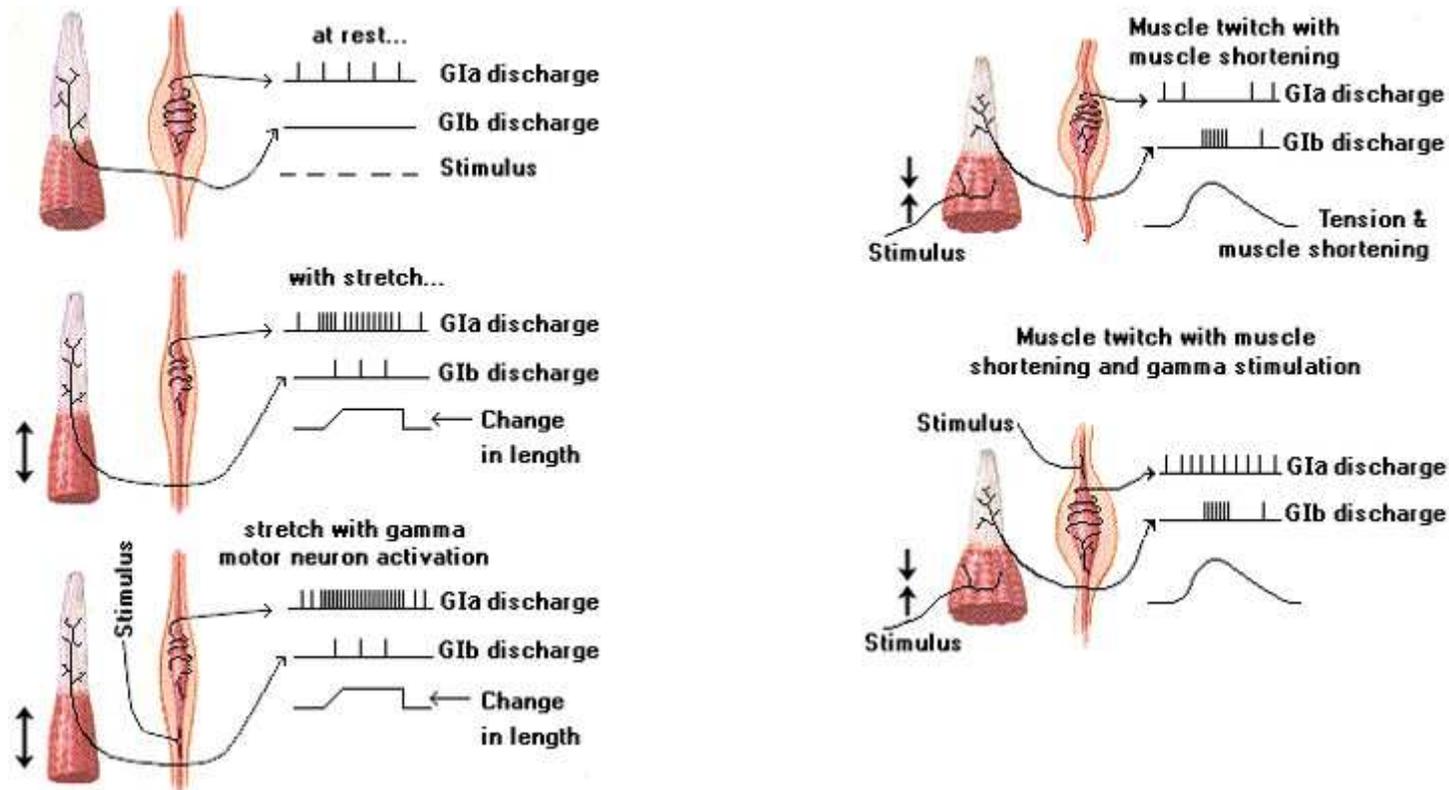


- Terminaisons sensibles Ib dans les fibres de collagène
- Seuil élevé

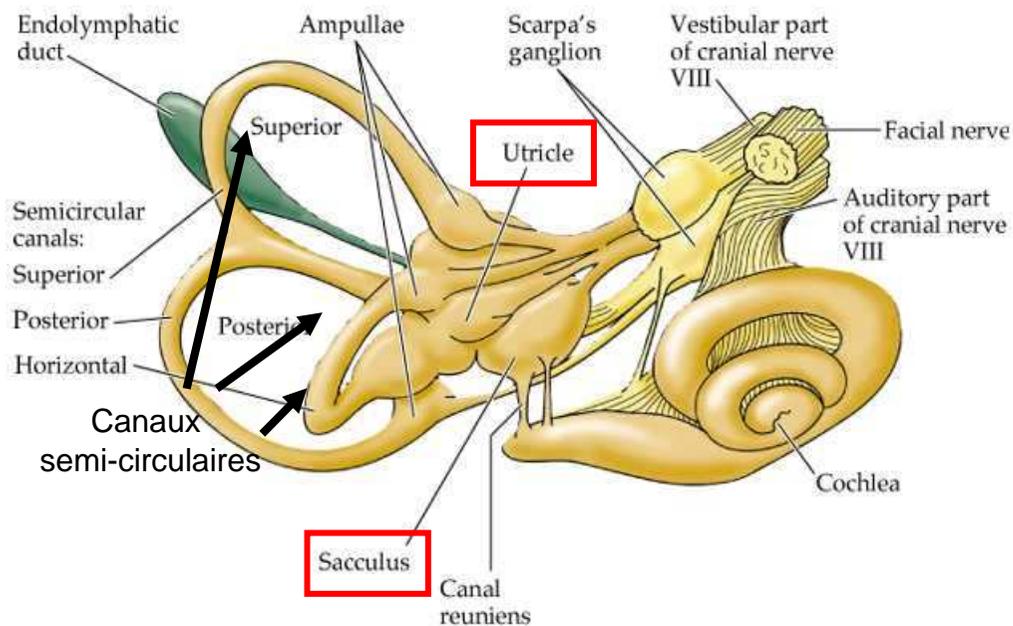
### La proprioception

# La proprioception musculo-tendineuse

## Réponses de FNM et OTG à la stimulation



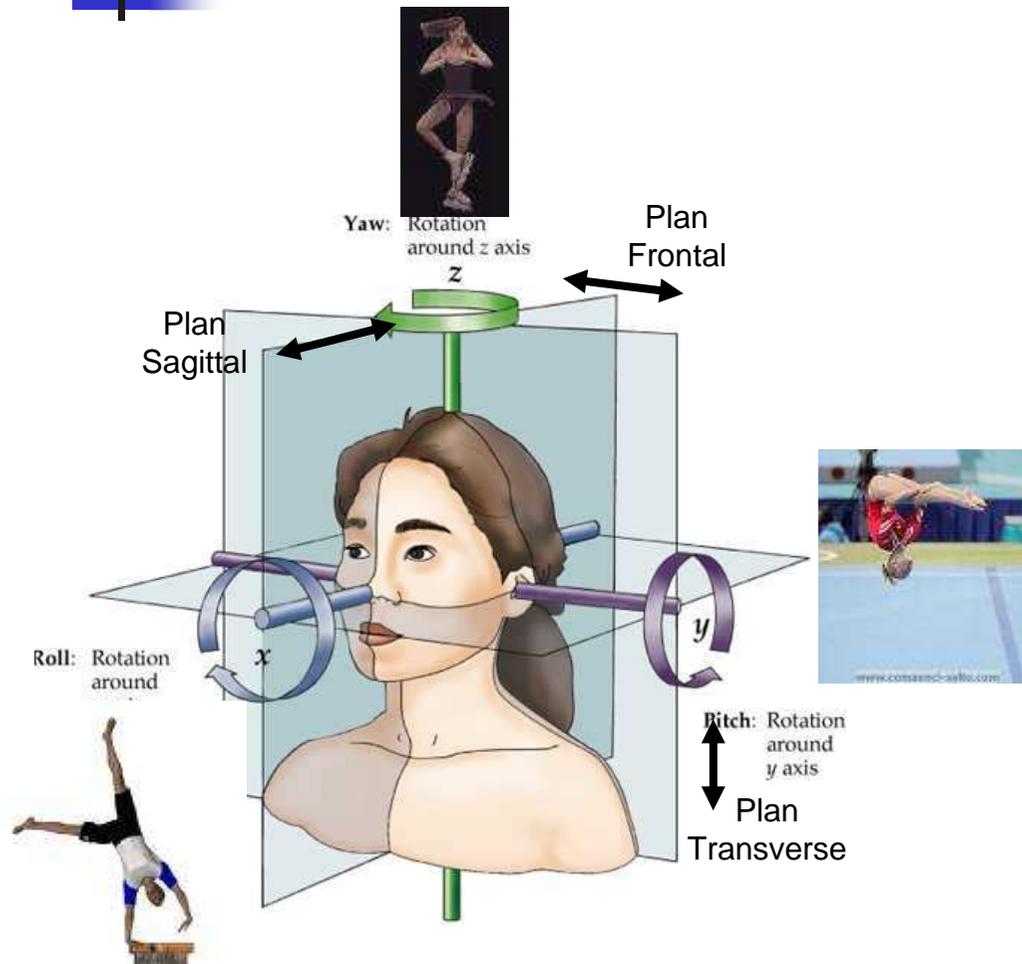
# La proprioception vestibulaire



- Organe sensoriel : le vestibule
- Les récepteurs sensoriels sont regroupés dans :
  - Les canaux semi-circulaires (3)
  - Les sacs otolithiques
    - Utricule
    - Saccule
- Les récepteurs sensoriels du vestibule sont activés par les mouvements de la tête

### La proprioception

# La proprioception vestibulaire

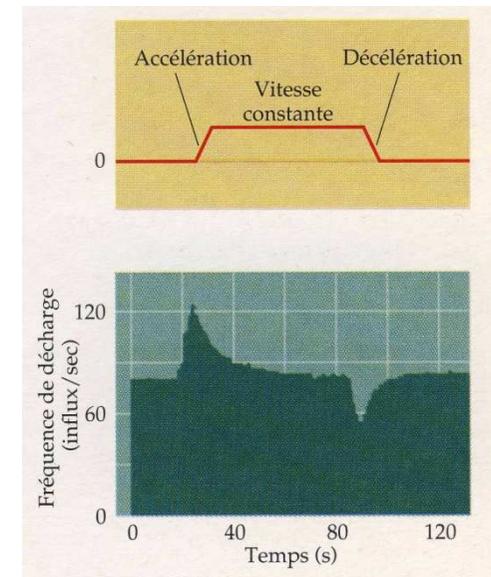
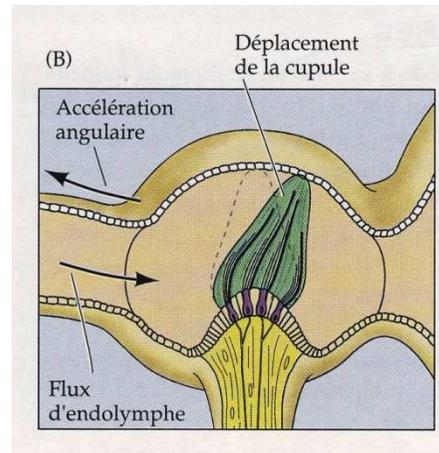
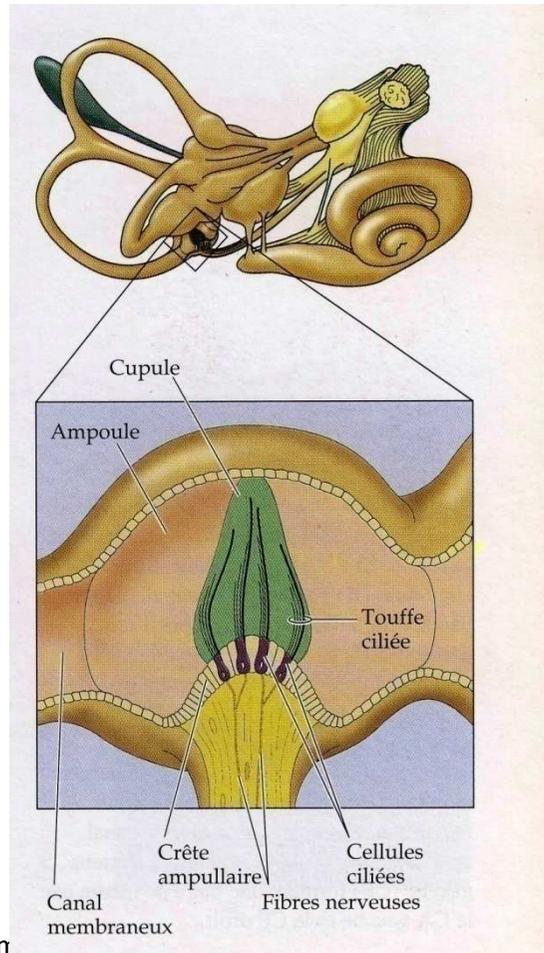


- Les récepteurs vestibulaires sont des accéléromètres
- Position et changement de position de la tête dans l'espace
- Les récepteurs des canaux semi-circulaires sont activés par les rotations
  - Détection des accélérations angulaires
- Les récepteurs otolithiques sont activés par les translations
  - Détection des accélérations linéaires horizontales et verticales
  - Détection des changements d'inclinaison de la tête / G

### La proprioception

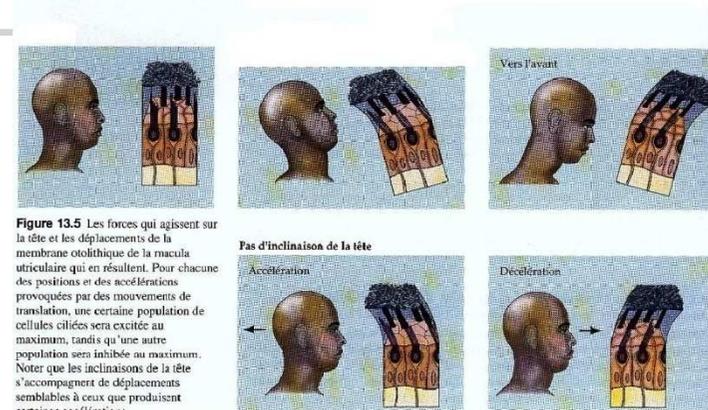
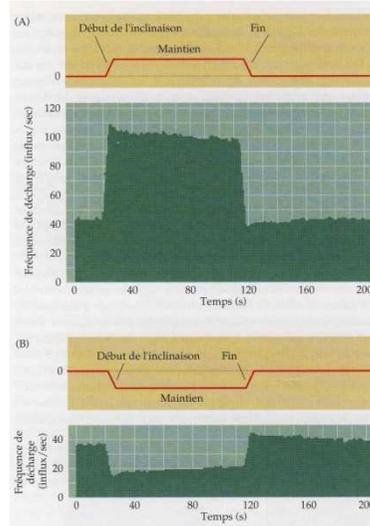
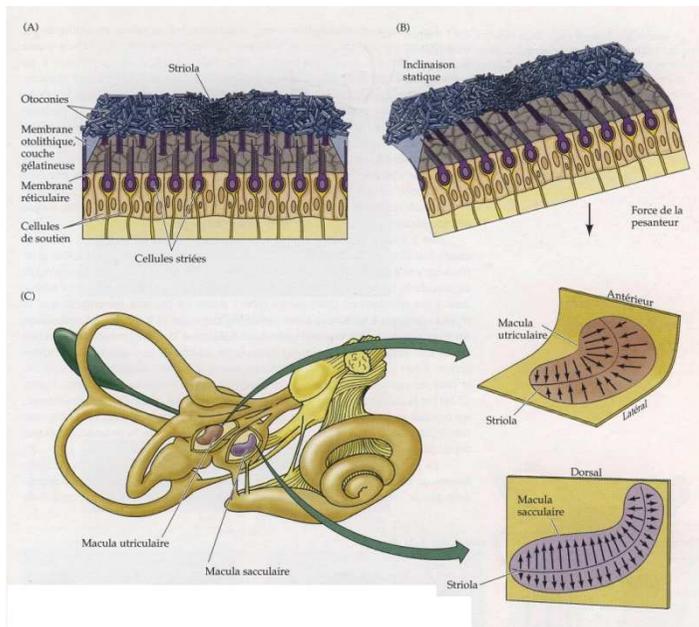
# La proprioception vestibulaire

## Les canaux semi-circulaires

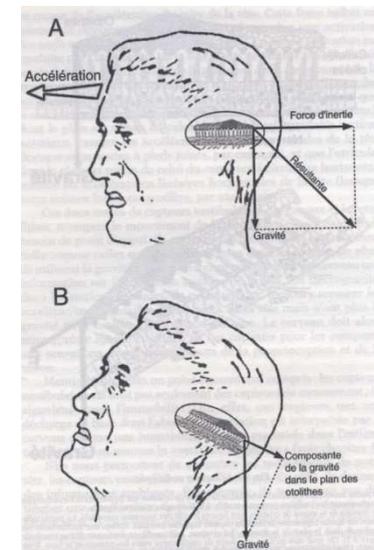


# La proprioception vestibulaire

## Les otolithes



**Figure 13.5** Les forces qui agissent sur la tête et les déplacements de la membrane otolithique de la macula utriculaire qui en résultent. Pour chacune des positions et des accélérations provoquées par des mouvements de translation, une certaine population de cellules ciliées sera excitée au maximum, tandis qu'une autre population sera inhibée au maximum. Notez que les inclinaisons de la tête s'accompagnent de déplacements semblables à ceux que produisent certaines accélérations.



# La kinesthésie

- La perception du mouvement est par essence multisensorielle

Vision

Vestibule

Somesthésie

