

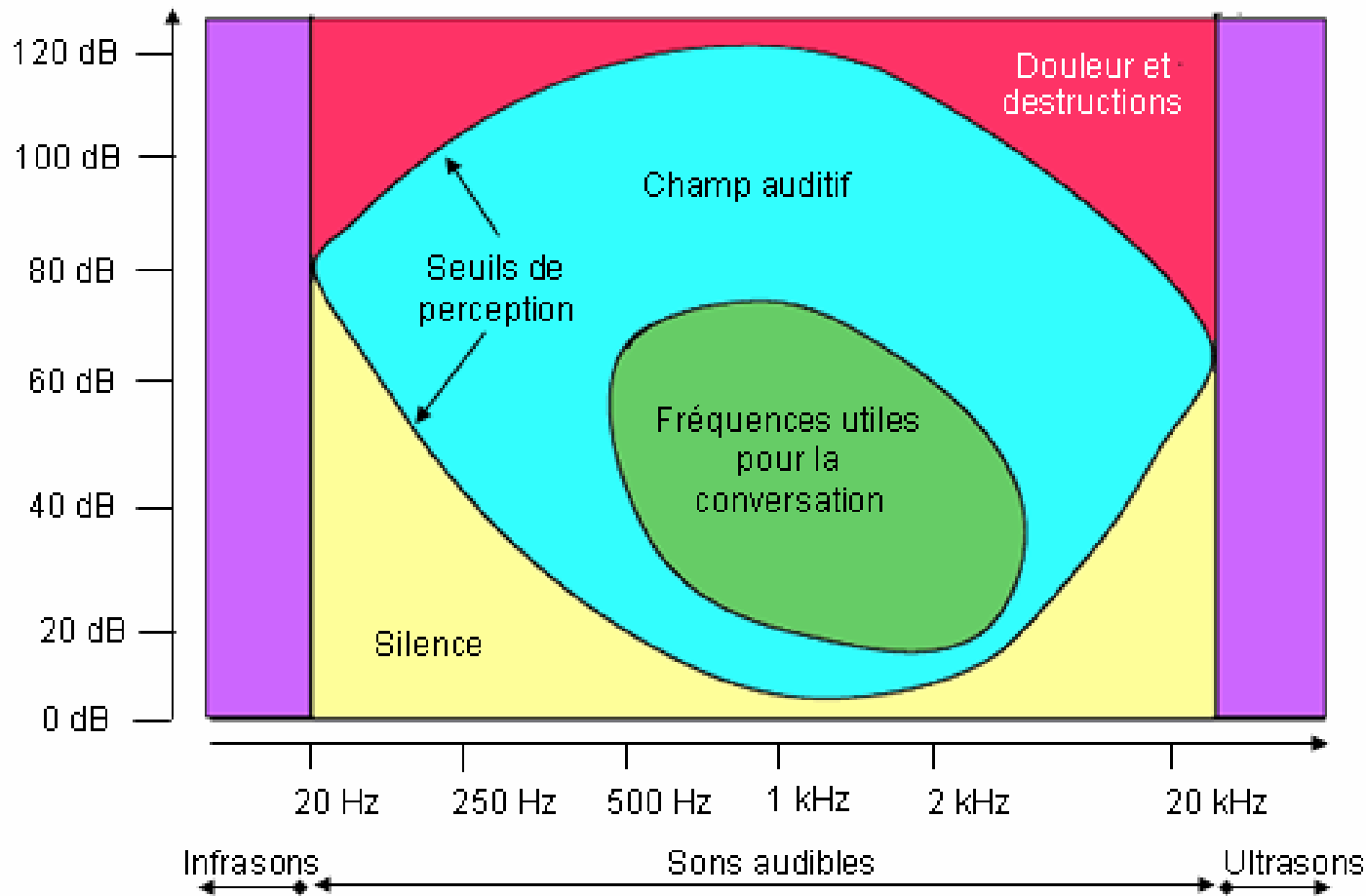
Audition

Dr Jean-François Vibert

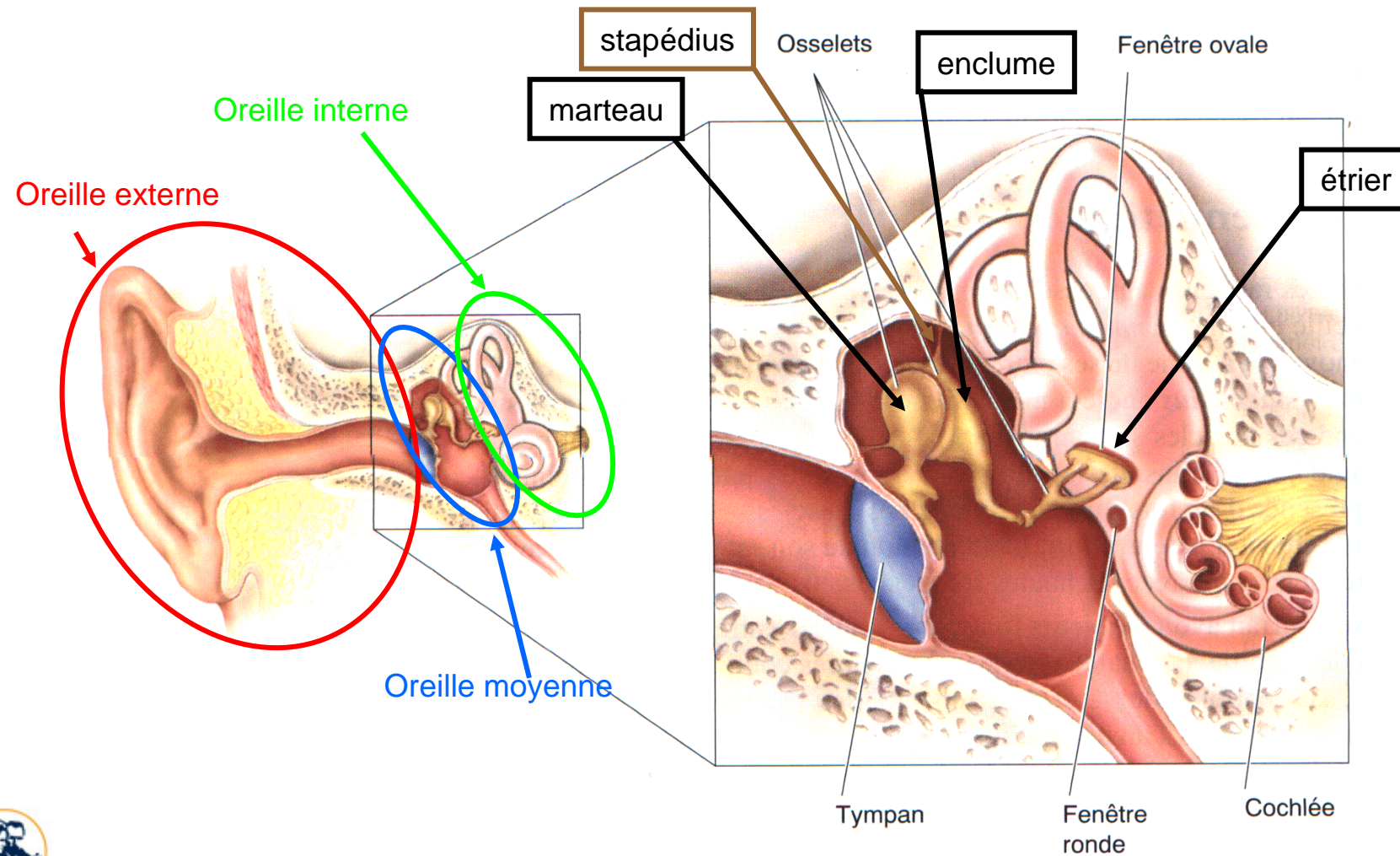
Département de Physiologie

Faculté de Médecine P&M Curie, site Saint-Antoine

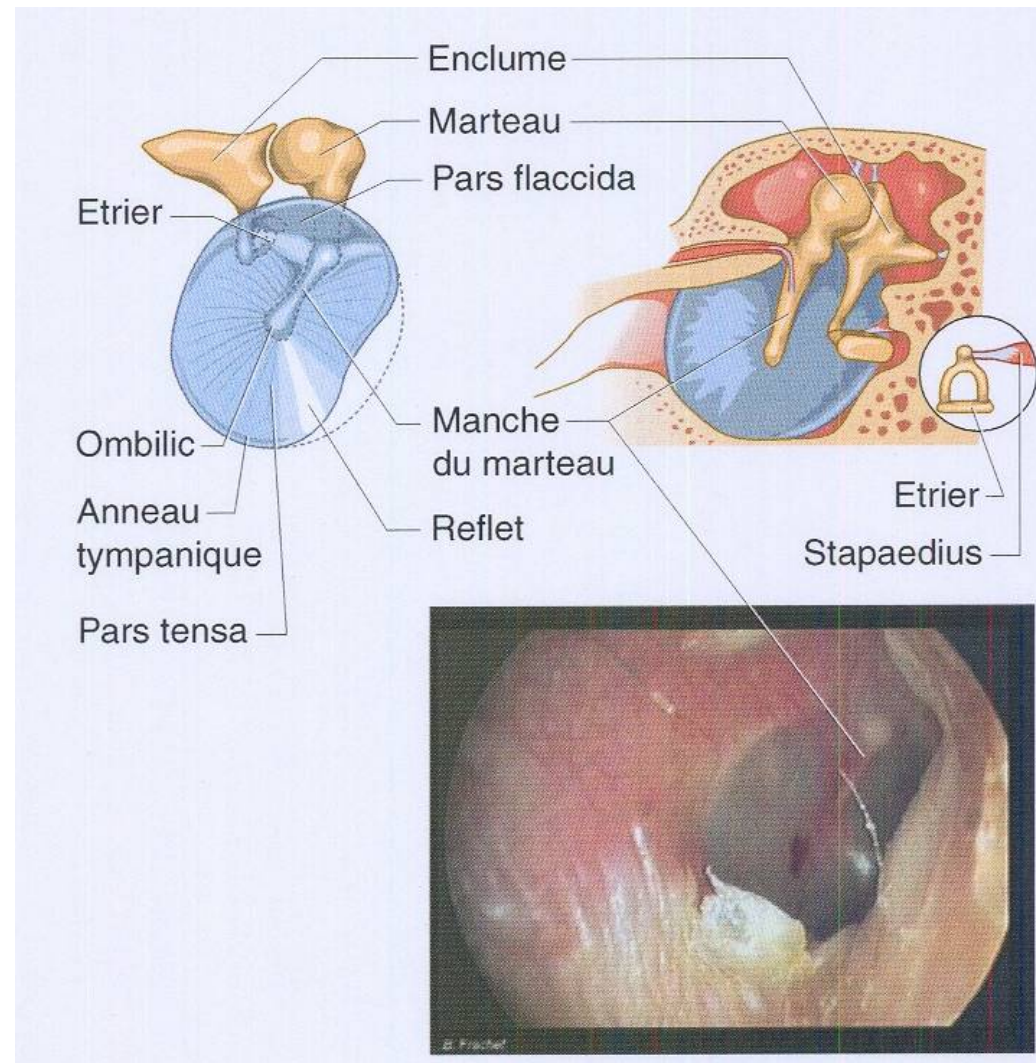
Le stimulus



Les oreilles...



Tympan et osselets

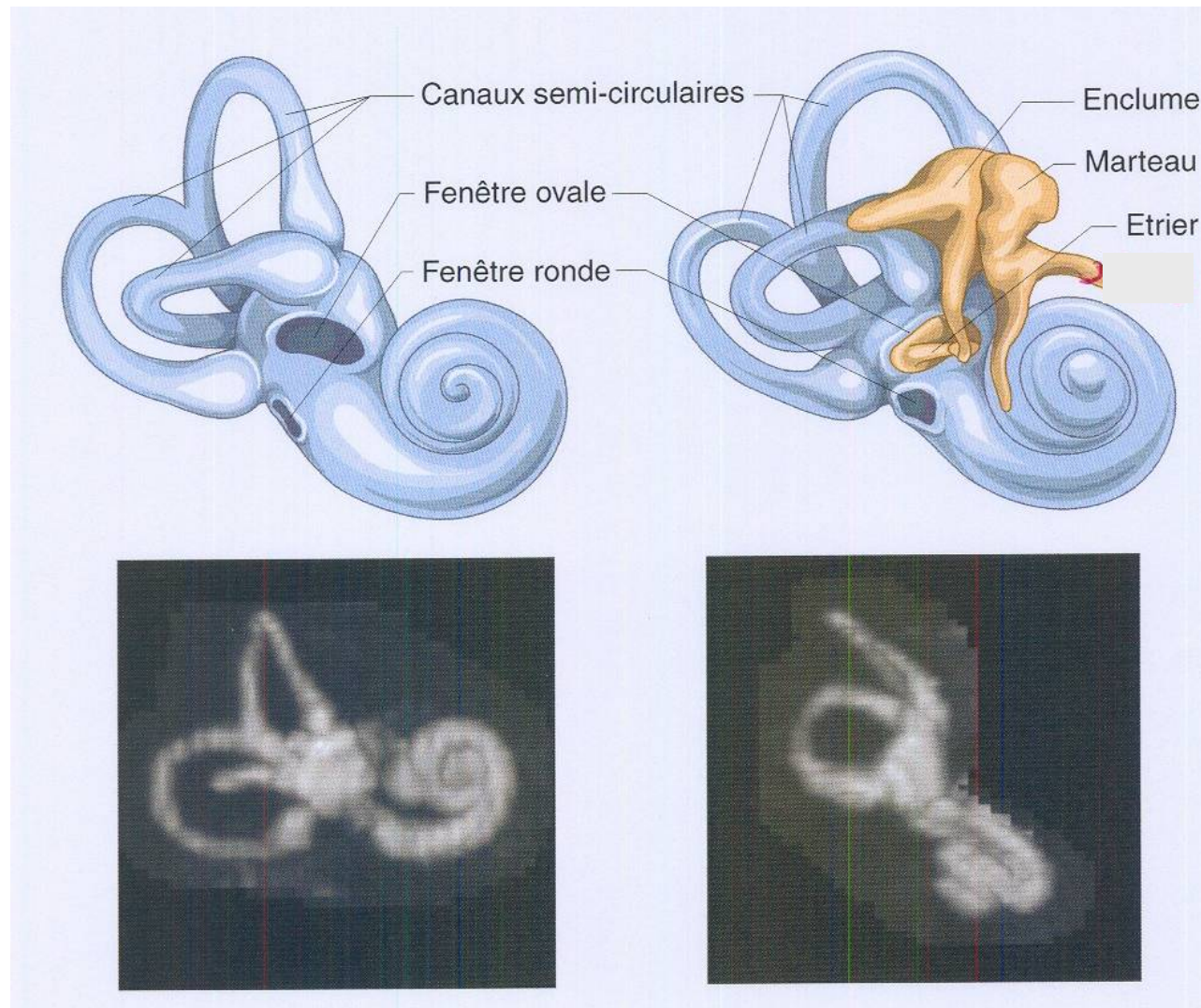


J-F vibert Saint-Antoine, UPMC Audition (mars 2007)

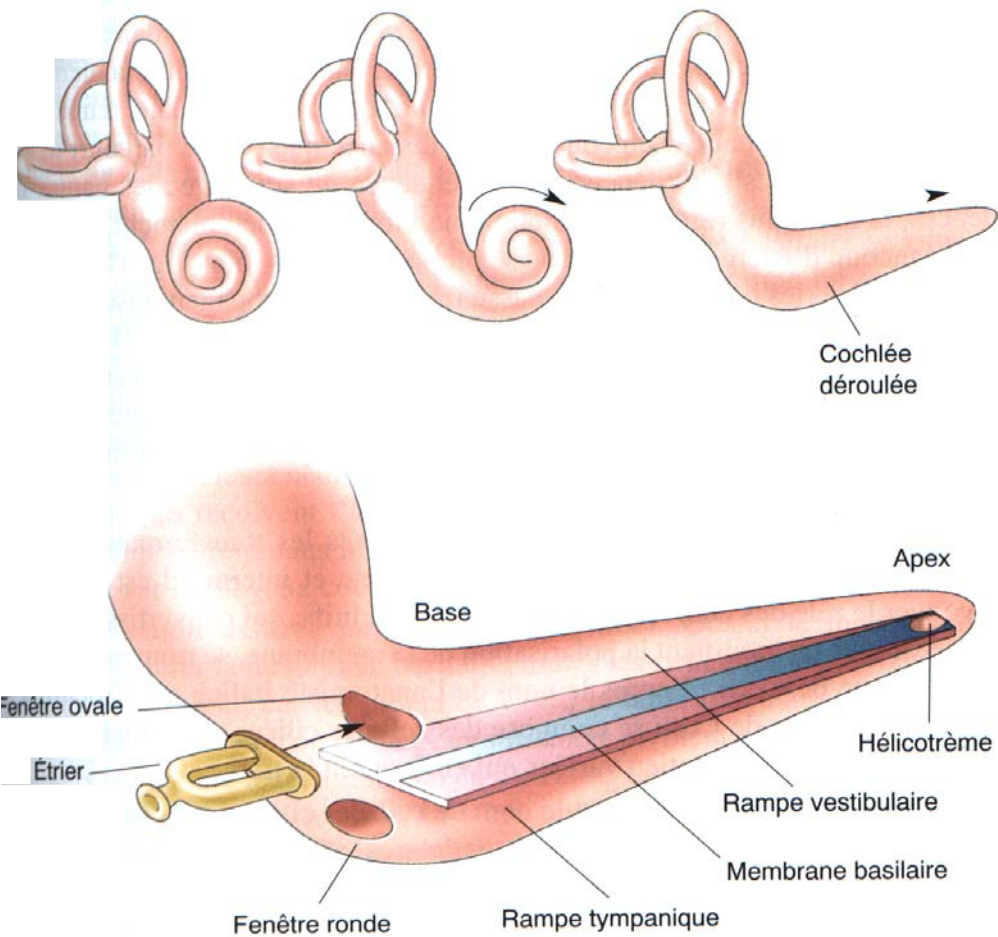
Adaptation d'impédance

- ▶ **Transmission par voie aérienne (oreille externe)**
- ▶ **Amplification par les osselets (oreille moyenne)**
 - ▶ **adaptation d'impédance** entre
 - ▶ l'air très compressible, et
 - ▶ le liquide endolymphatique, incompressible.
 - ▶ Faible pression grande surface (tympan)
 - ▶ Forte pression petite surface (fenêtre ovale)
- ▶ **Filtrage mécanique par voie nerveuse**
 - ▶ le **muscle stapædius** est activable par la réticulée.
 - ▶ Sa contraction bloque la chaîne des osselets,
 - ▶ atténue l'amplitude du son transmis à la fenêtre ovale.
- ▶ **Vibrations transmises à la membrane basilaire...**

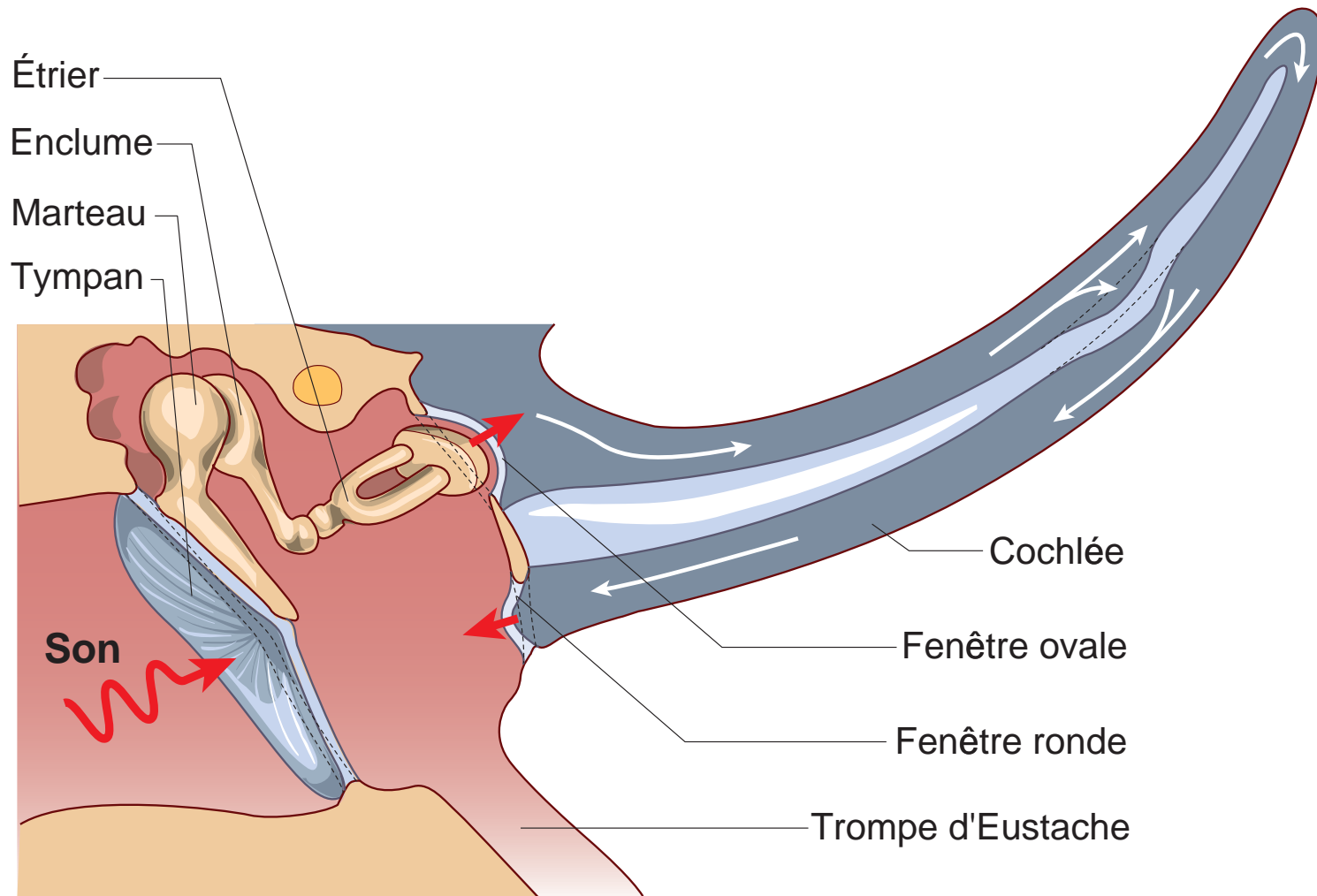
Osselets et cochlée



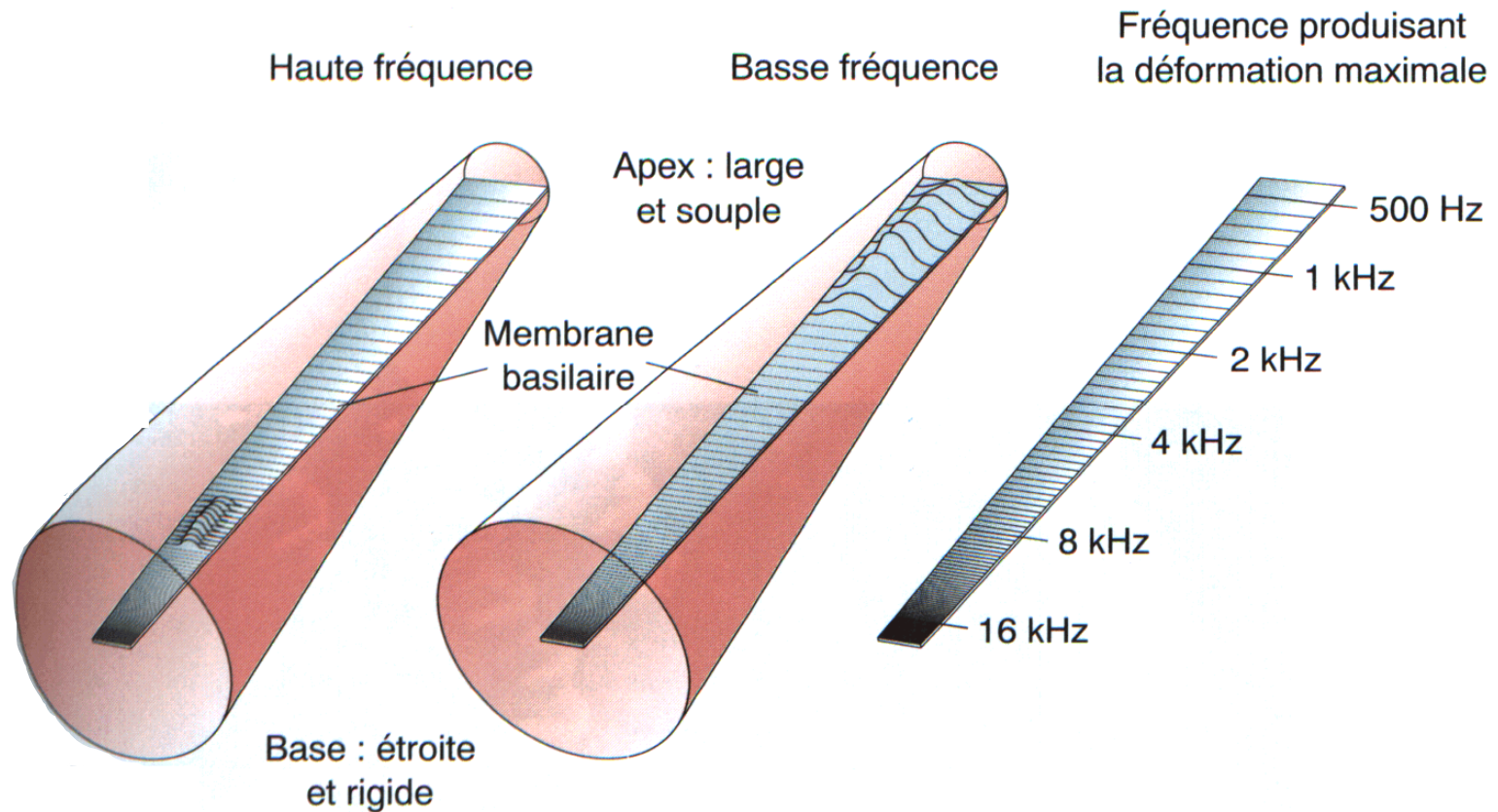
La cochlée



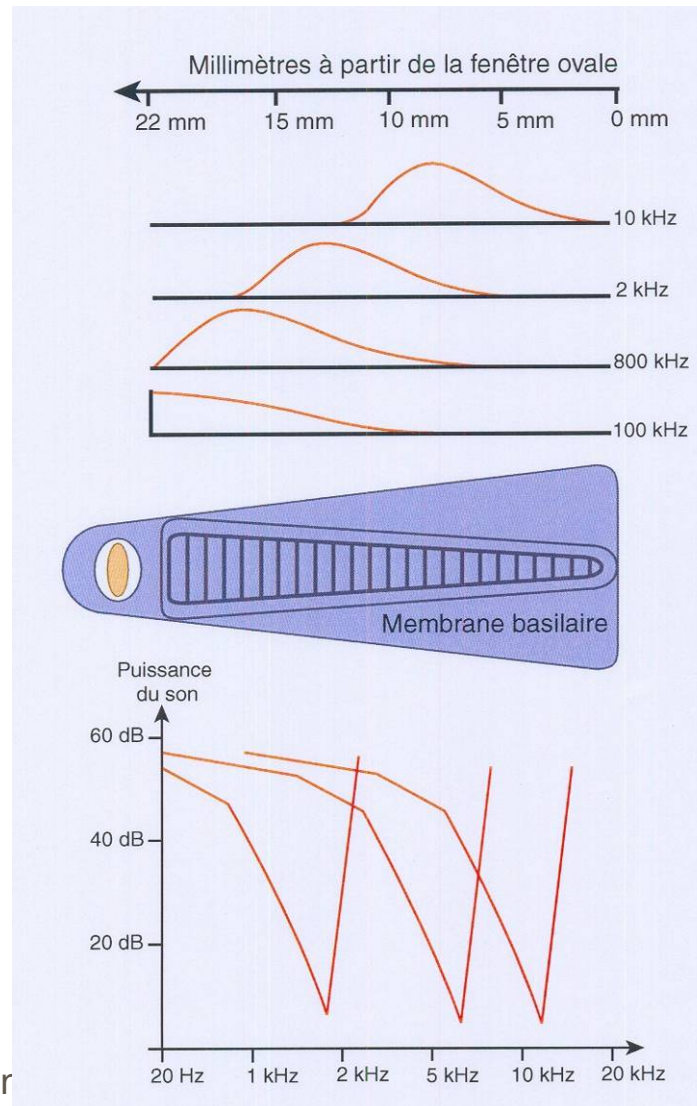
Les osselets et la cochlée



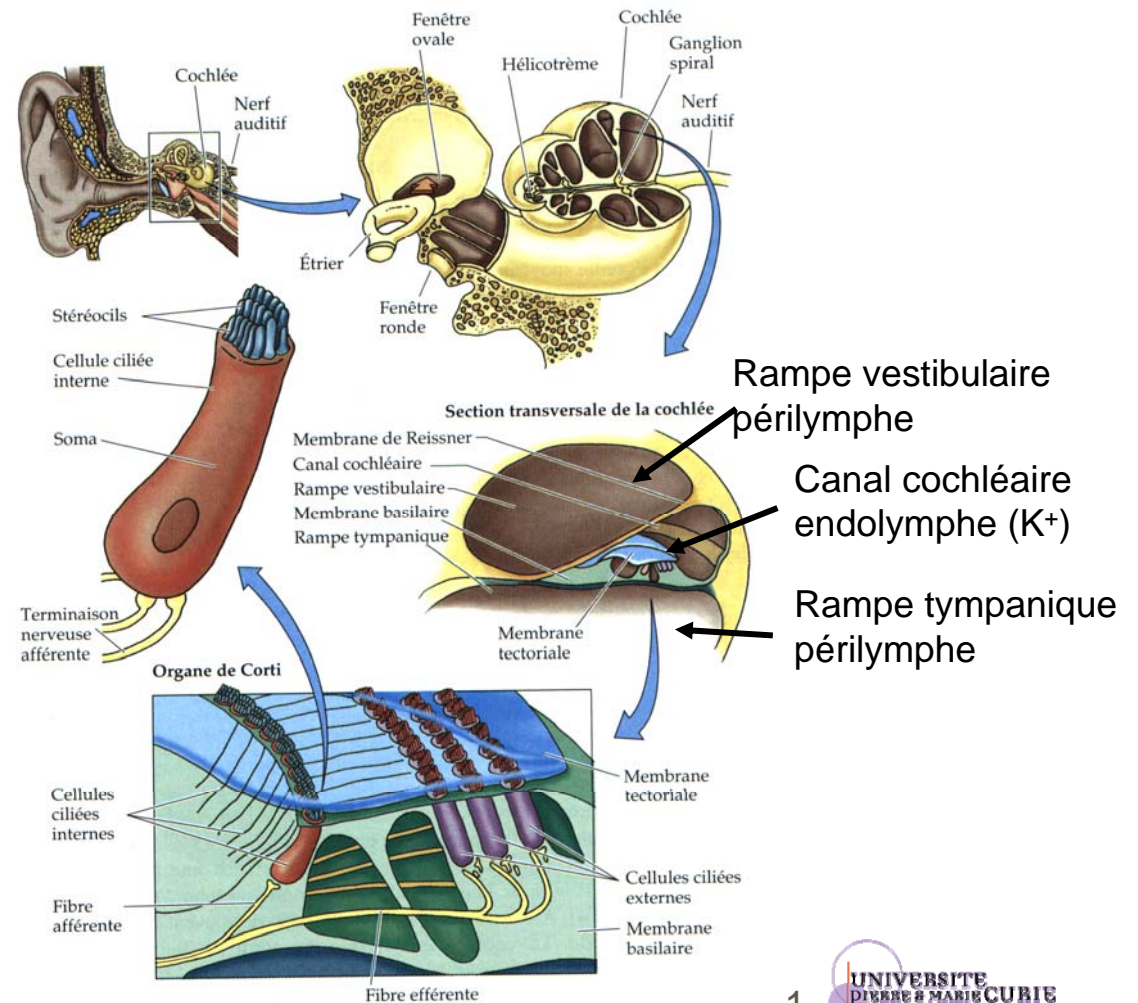
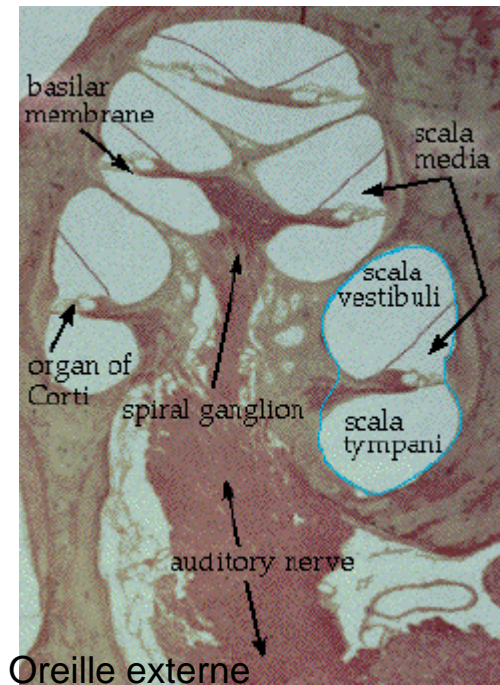
La membrane basilaire



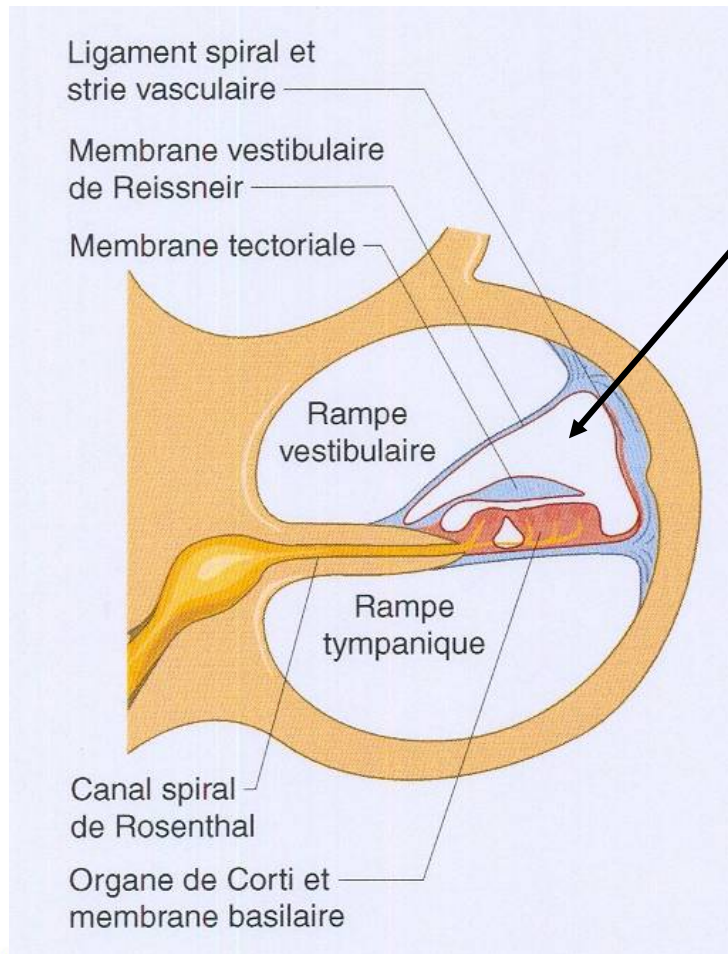
La membrane basilaire



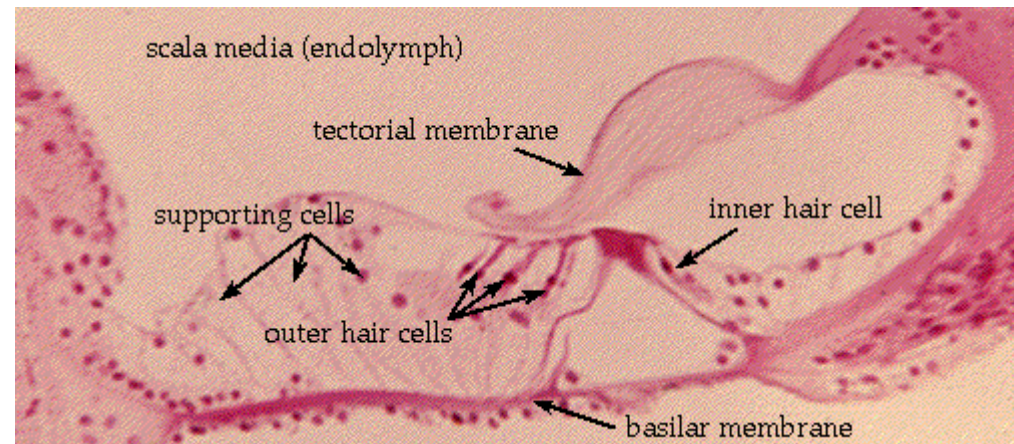
L'organe de l'audition



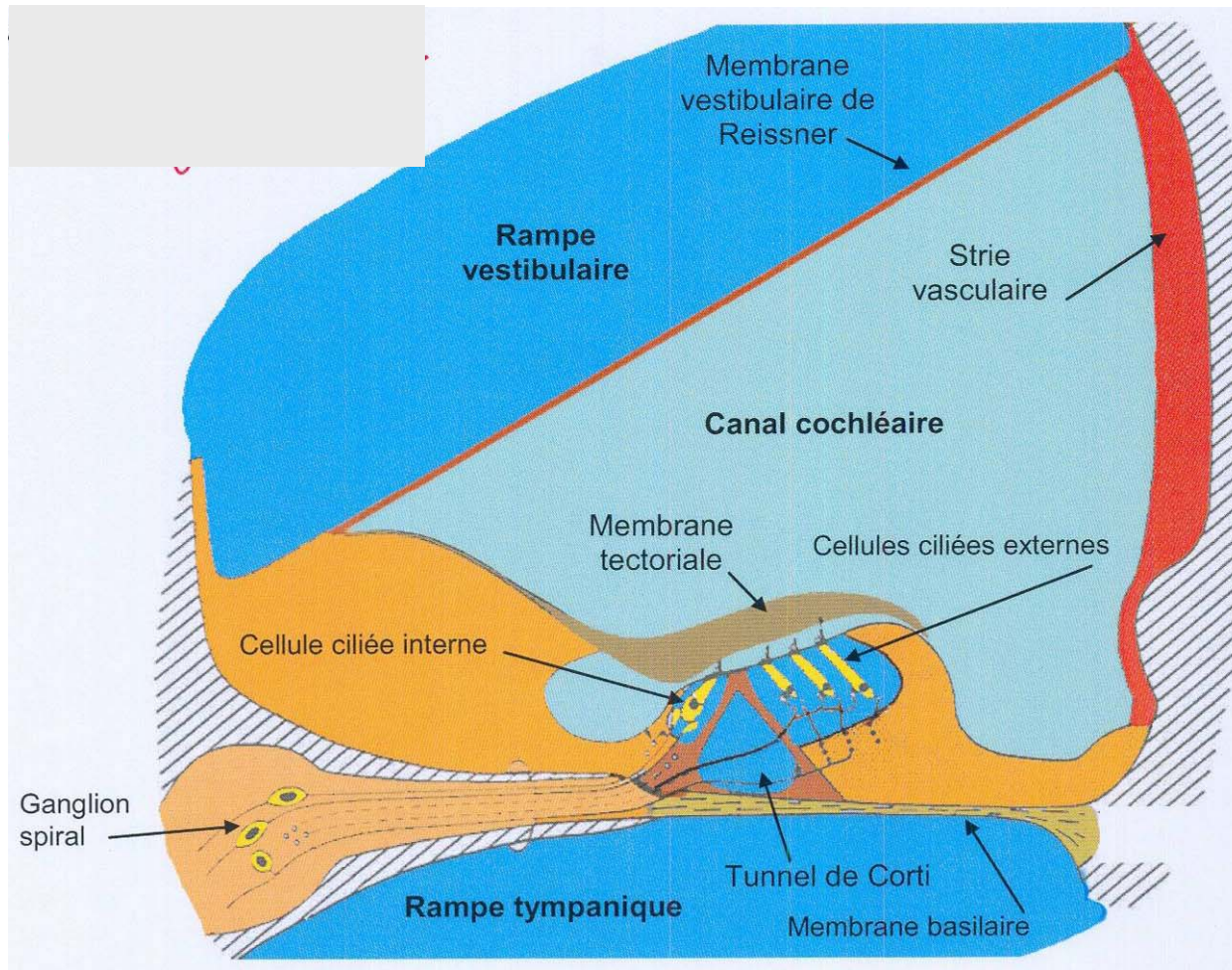
L'organe de Corti



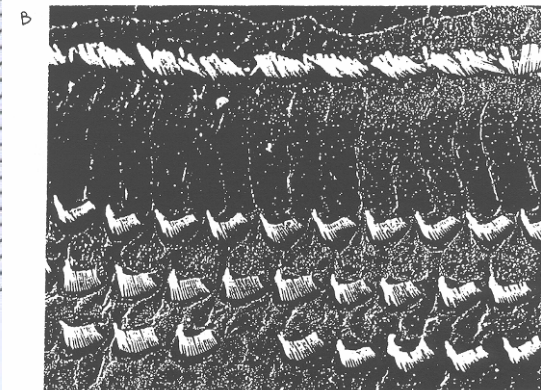
Canal cochléaire endolymph (K⁺)



L'organe de Corti

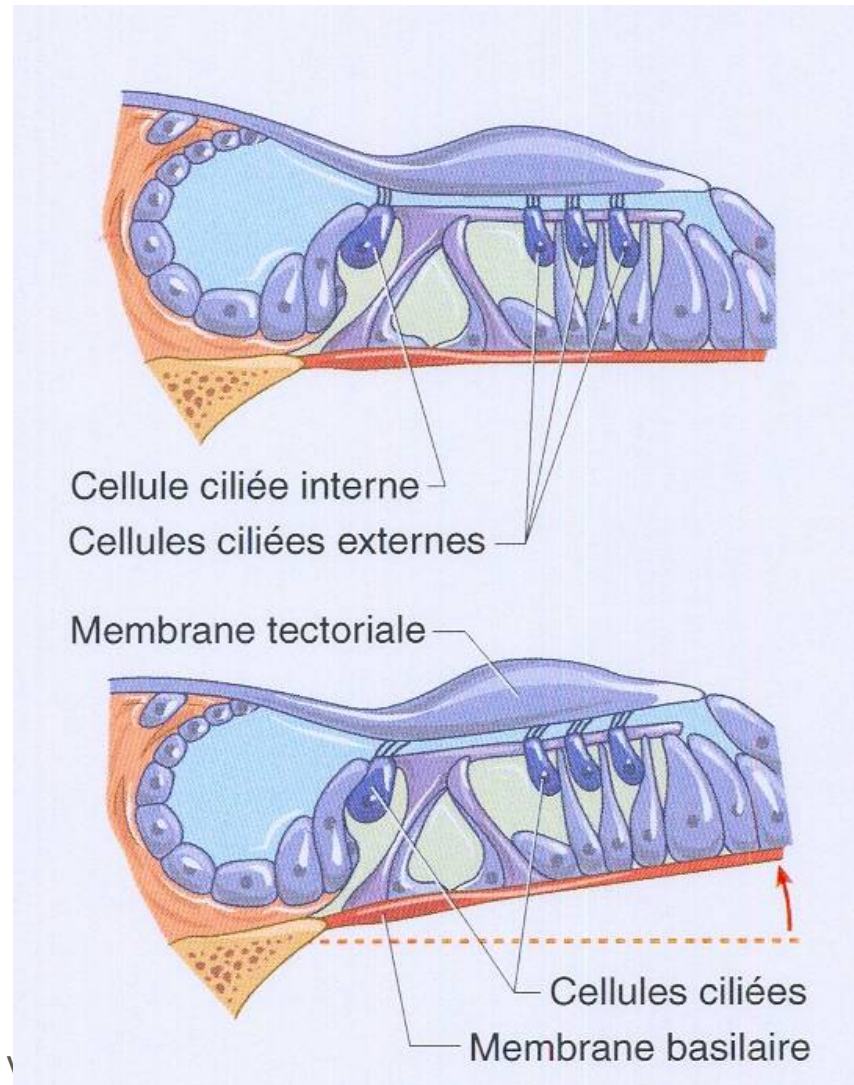


1 rangée de 3 500
cellules internes

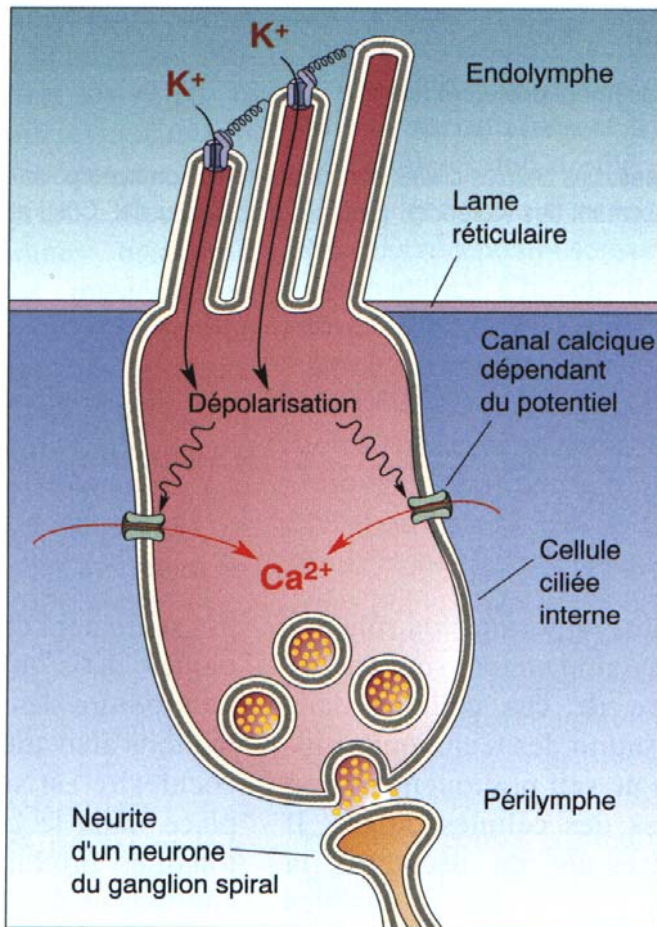


3 rangées de 7 000
(# 21 000) cell. ext.

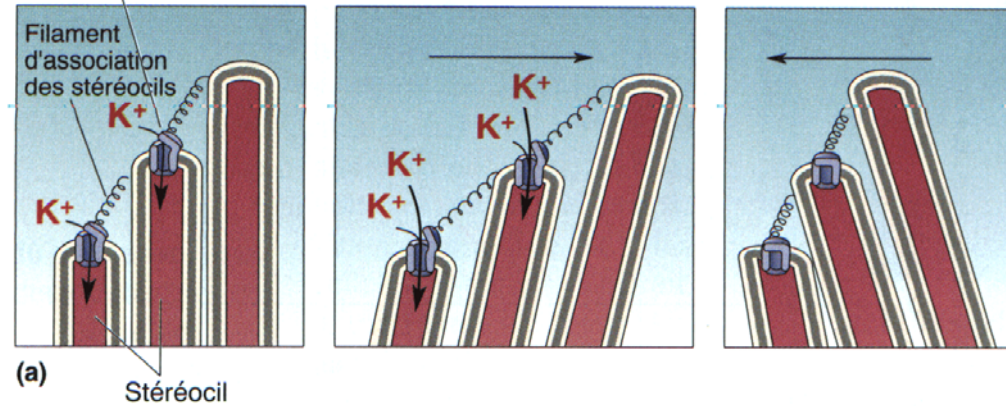
La membrane tectoriale



La cellule auditive interne



Canal potassique sensible aux stimulations mécaniques

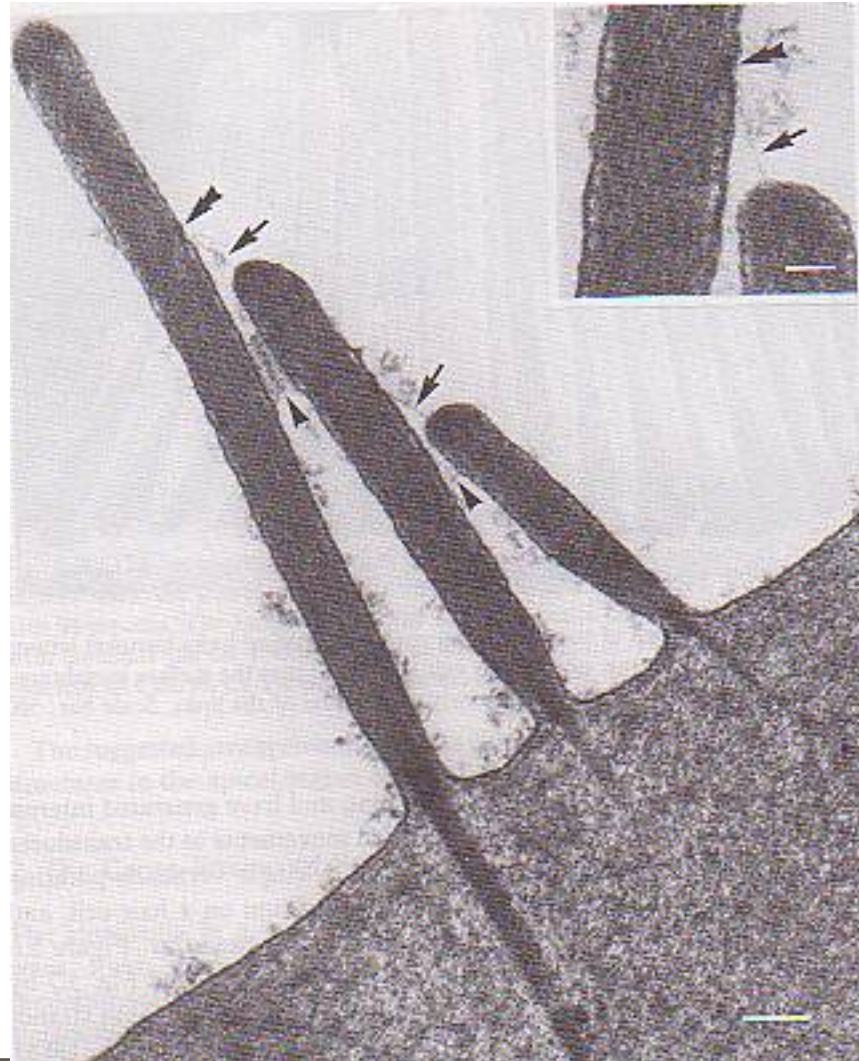


Cellules internes très peu sensibles.

Nécessitent de grand mouvements de la membrane tectoriale pour décharger.

Amplification mécanique indispensable,
fournie par les cellules externes.

Les cils et leurs filaments



J-F vibert Saint-Antoine, UPMC Audition (mars 2007)

Mécanisme de transduction

▶ Le mécanisme :

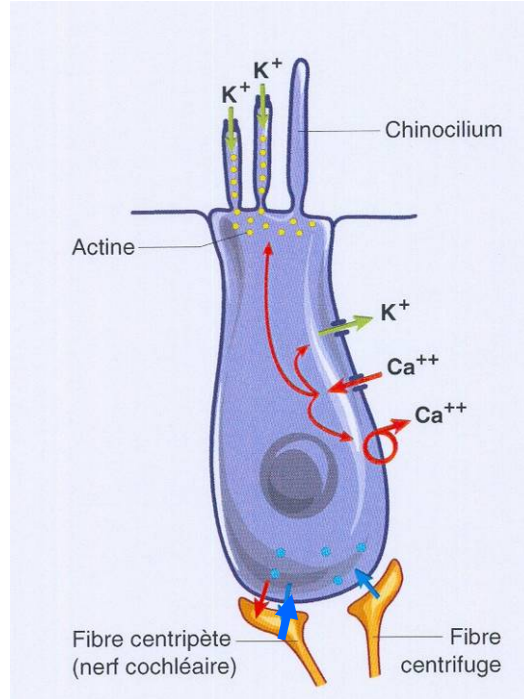
- ▶ vibration des cils, et ouverture des pores potassiques
- ▶ entrée de potassium, et donc dépolarisation
- ▶ entrée de calcium et activation des filaments d'actine
- ▶ contraction des cils
- ▶ mise en résonance de la membrane tectoriale
- ▶ le potassium puis le calcium sortent
- ▶ arrêt du processus

▶ Les ondes sont enregistrables avec un micro

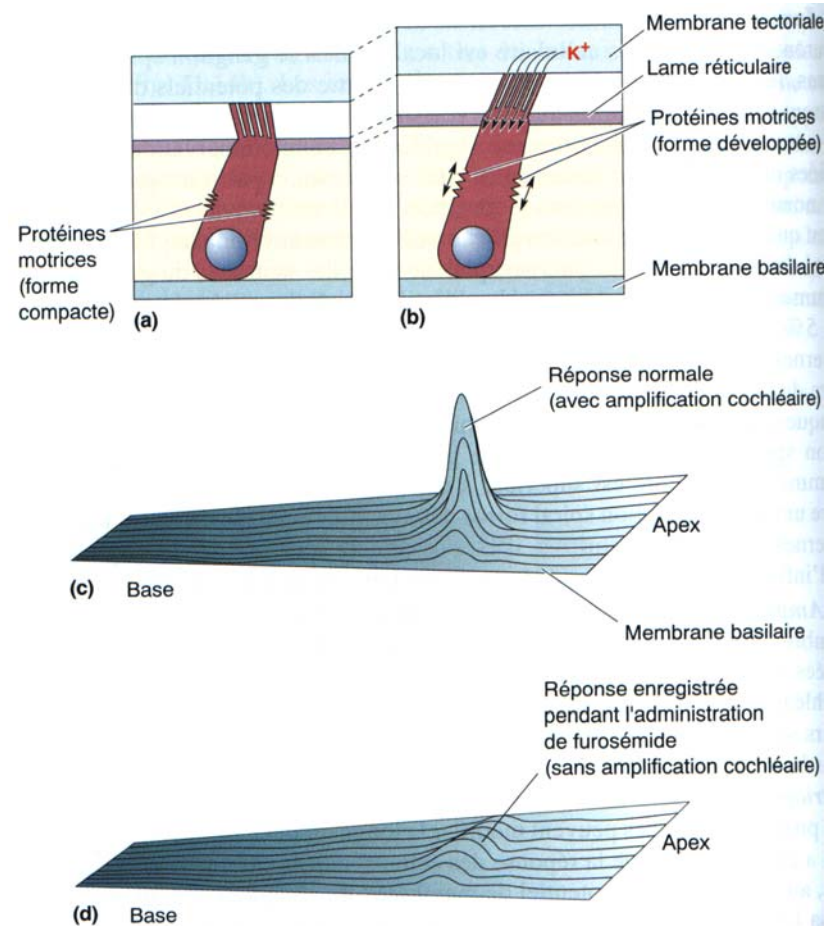
▶ oto-émissions.

- ▶ Leur absence signe un mal fonctionnement des cellules externes
 - ▶ dans les surdités par destruction de cellules externes

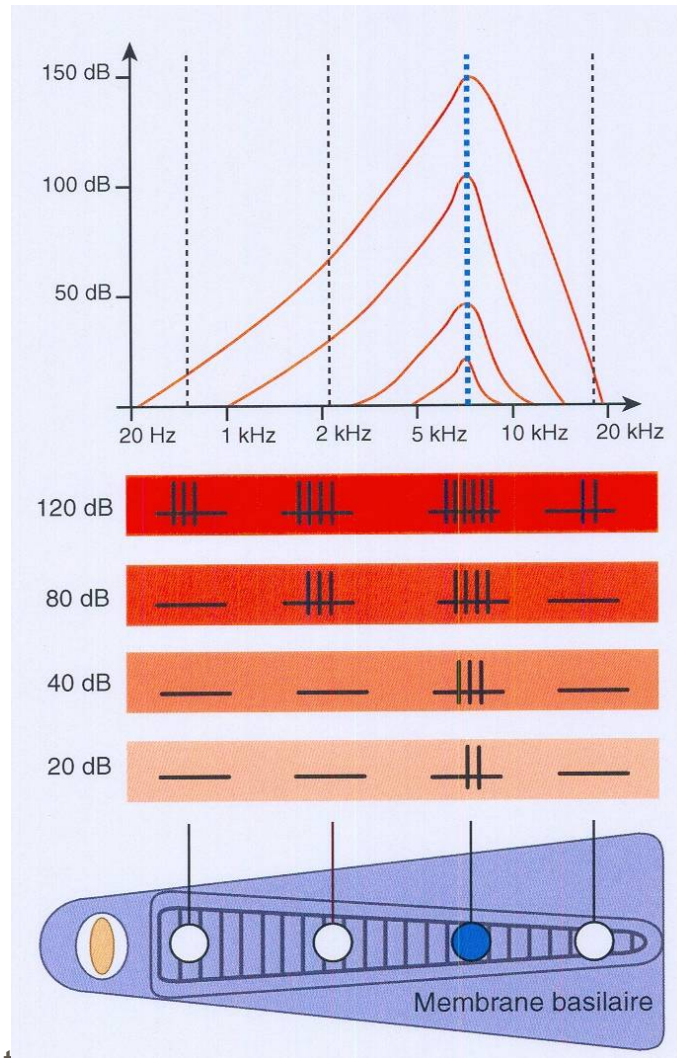
Rôle des cellules externes



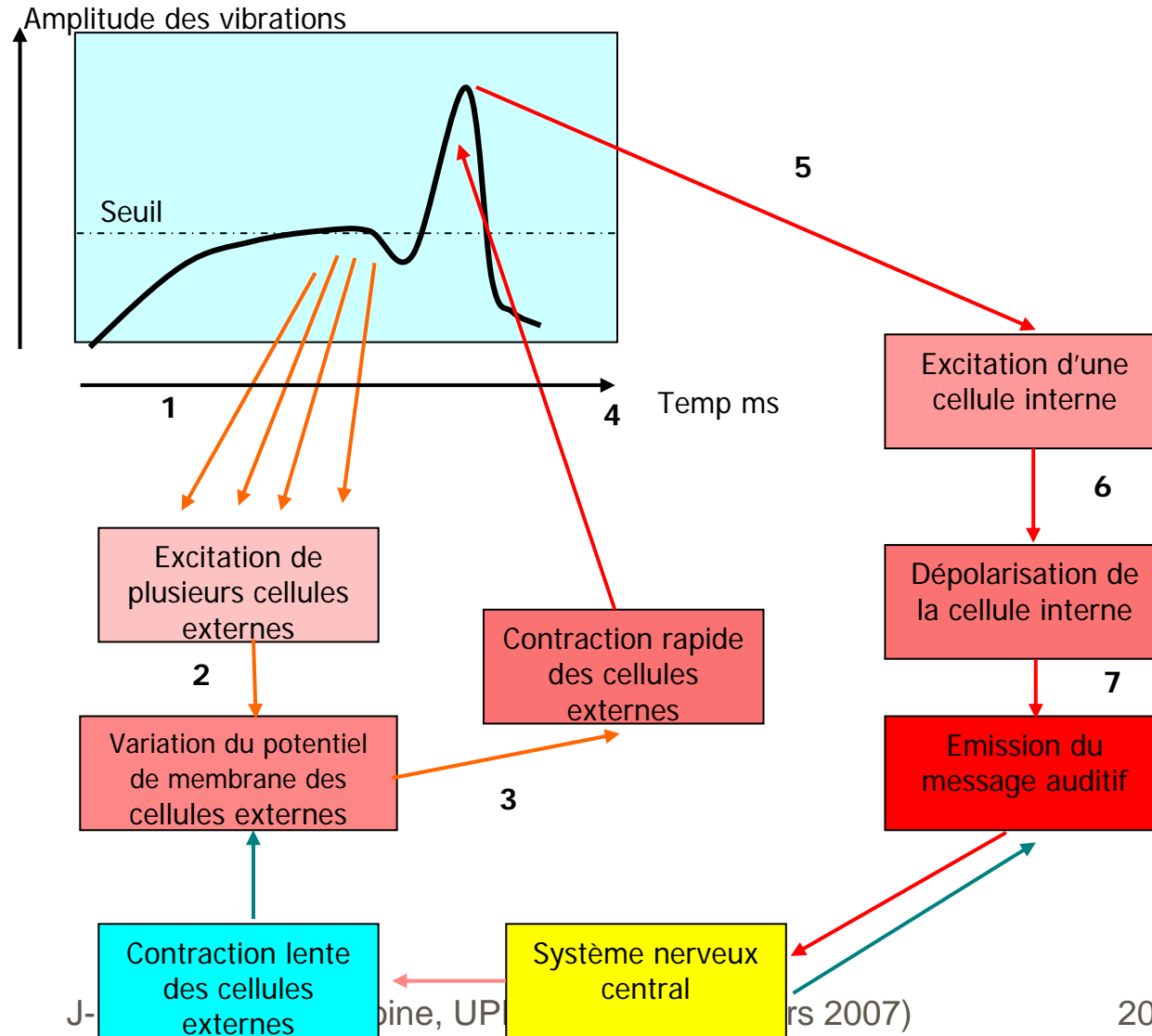
Des fibres inhibitrices viennent du noyau cochléaire sur les cellules externes, les hyperpolarisent, et arrêtent le processus amplificateur de façon réflexe.



Fréquence préférentielle



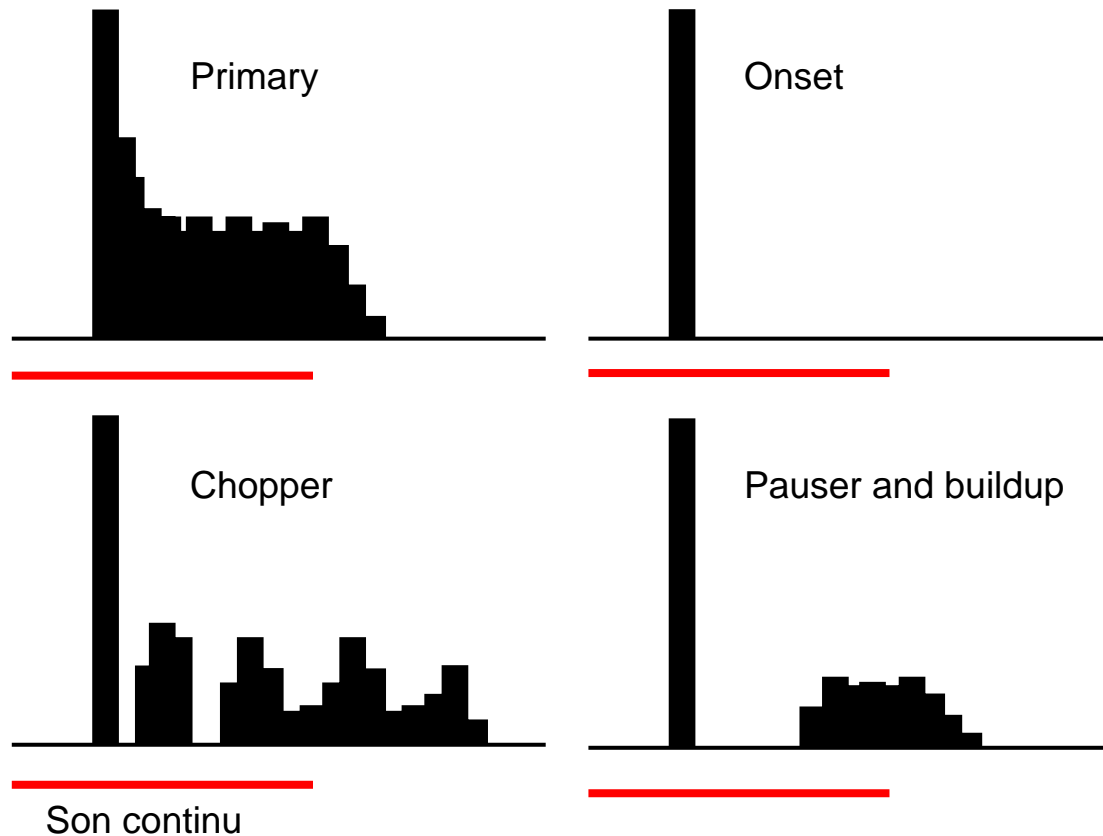
Séquence des événements



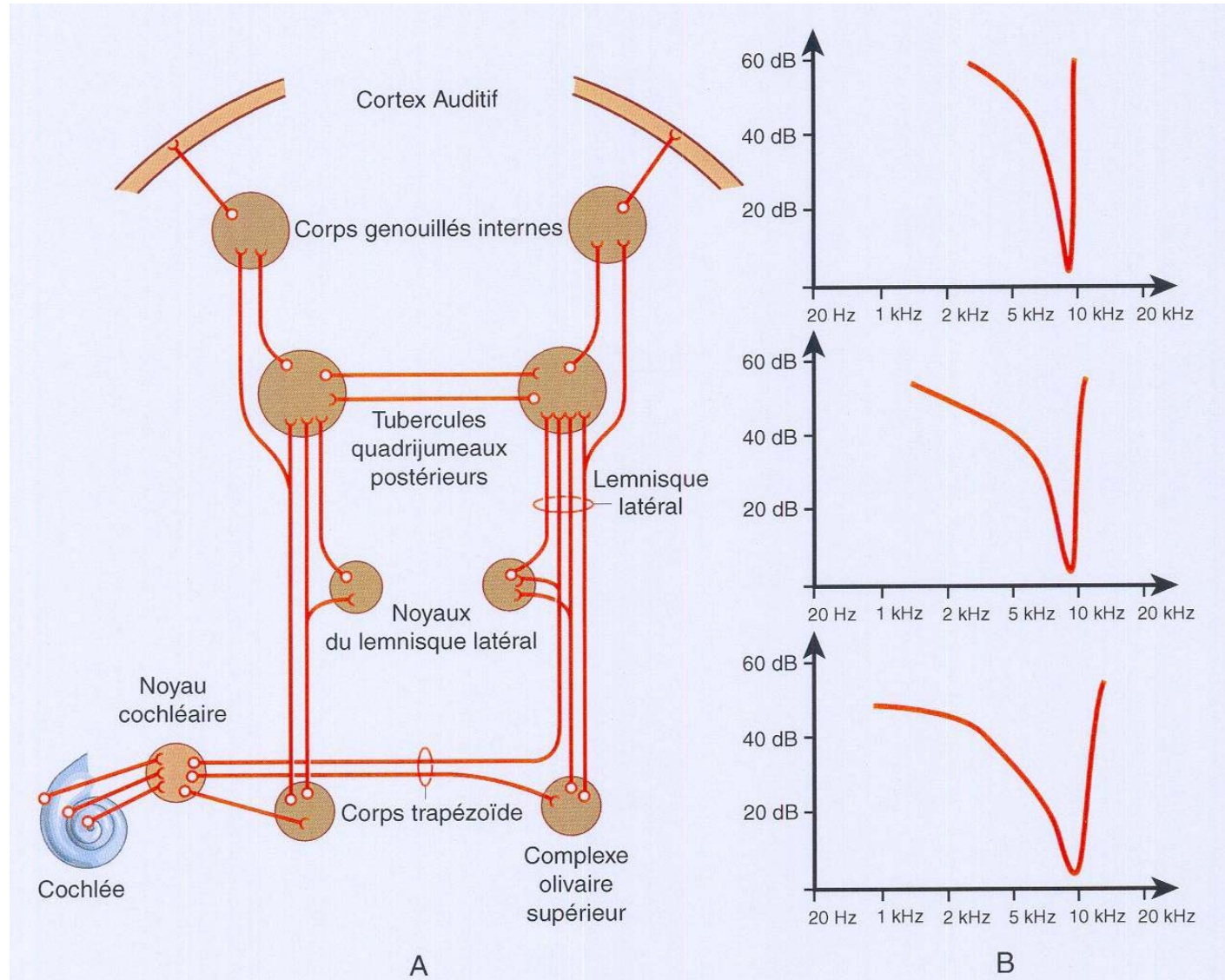
Rôle des cellules auditives

- ▶ **Les axones des** cellules internes
 - ▶ myélinisées, rapides vers le **noyau cochléaire**
 - ▶ haut degré de divergence,
 - ▶ 3.500 cellules internes divergent vers 20.000 fibres auditives
 - ▶ les seules à participer directement à l'audition.
- ▶ **Les axones des** cellules externes
 - ▶ fibres non myélinisées, lentes vers le système afférent spiral (5 % du nerf auditif)
 - ▶ haut degré de convergence,
 - ▶ 20.000 cellules externes convergent vers 1.000 fibres auditives
 - ▶ rôle encore incompris.

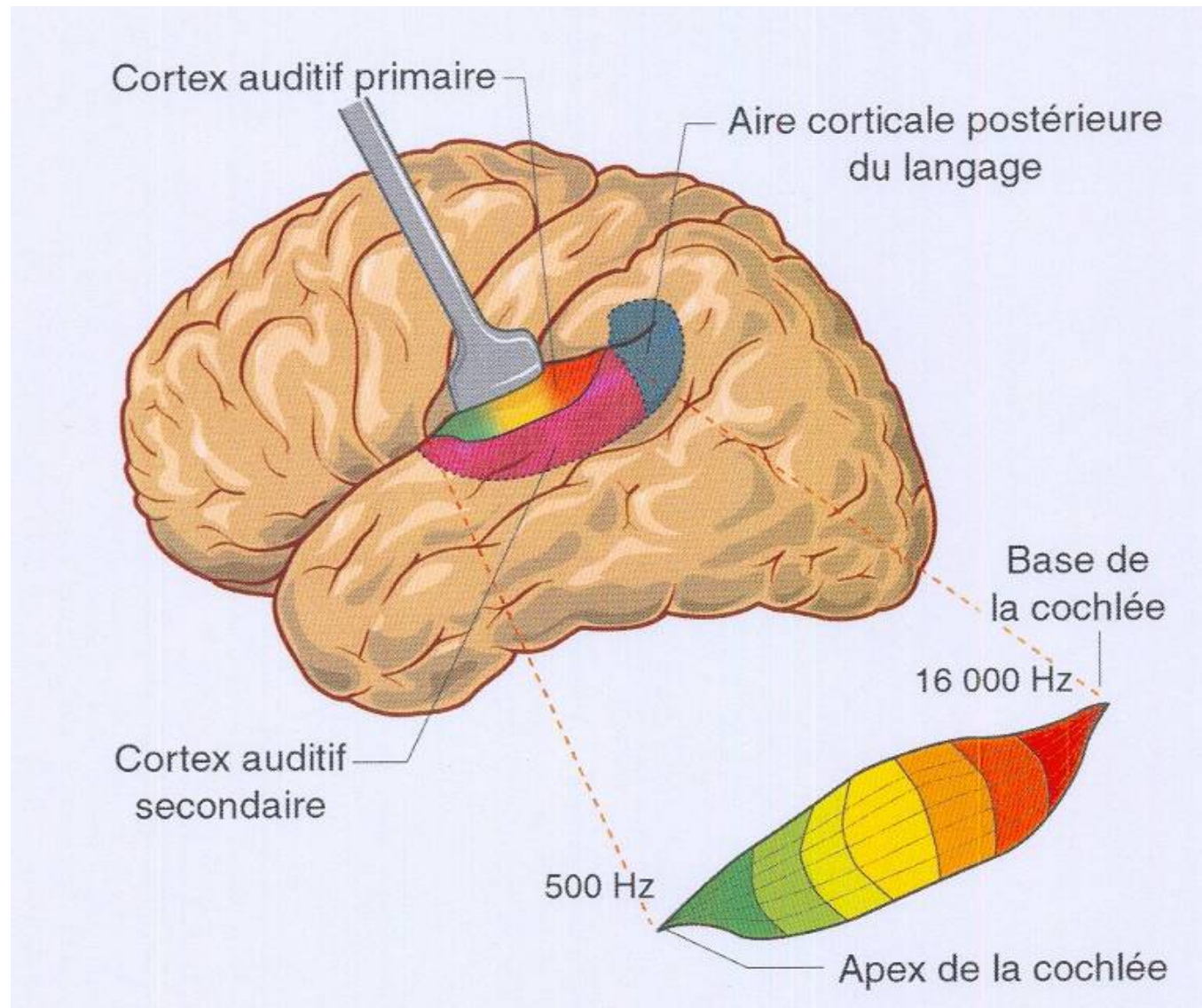
Le noyau cochléaire



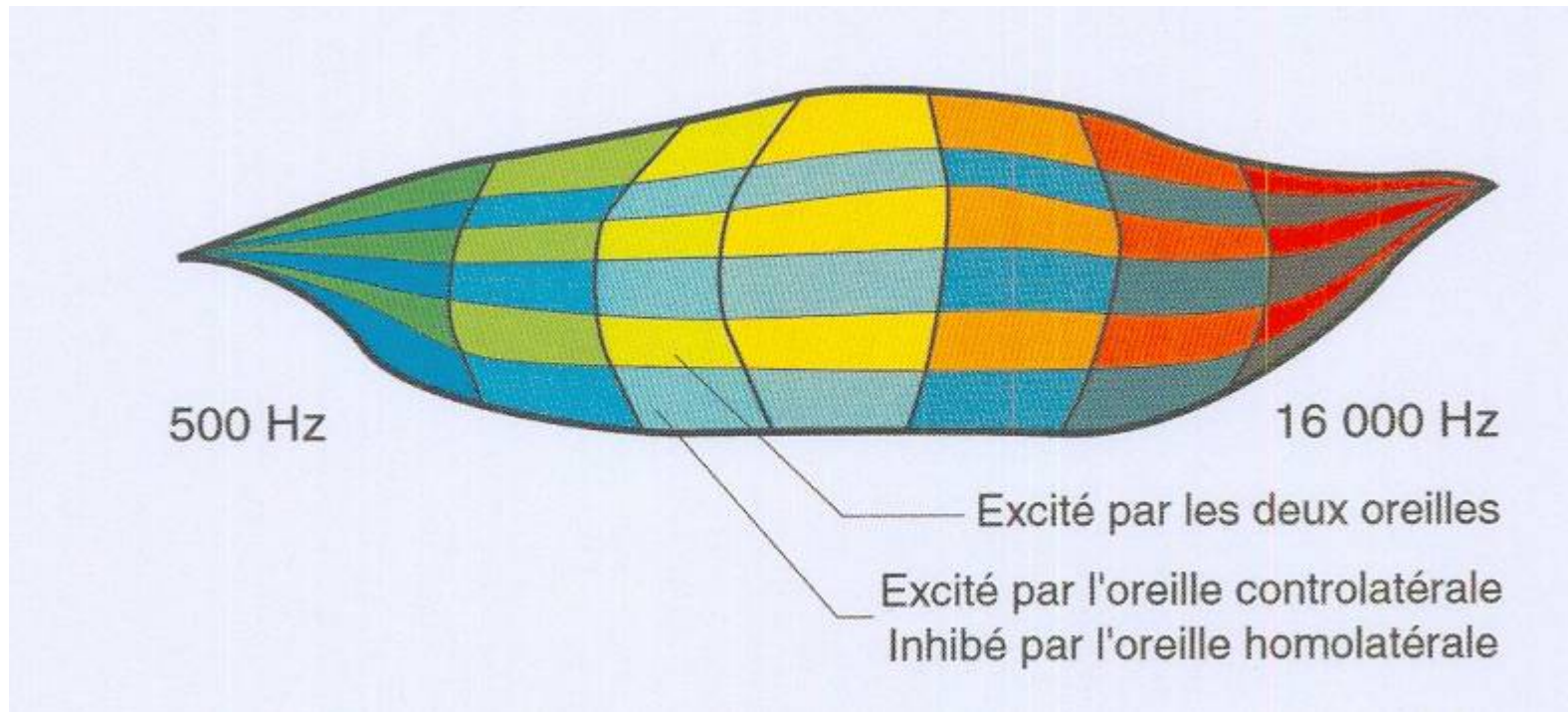
Les voies auditives



Cortex auditif

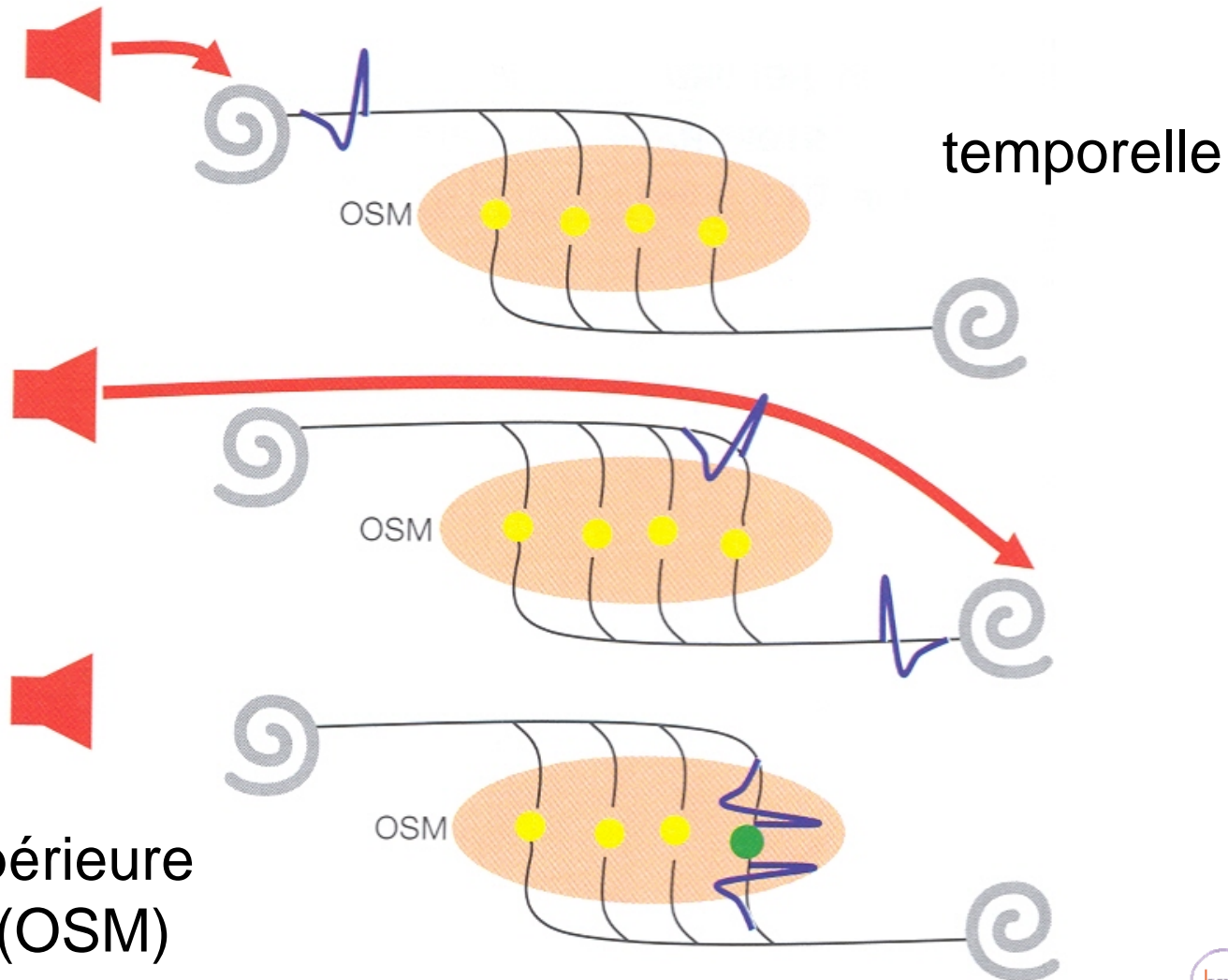


La tonotopie corticale



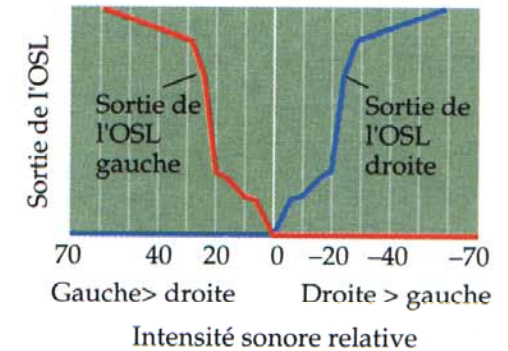
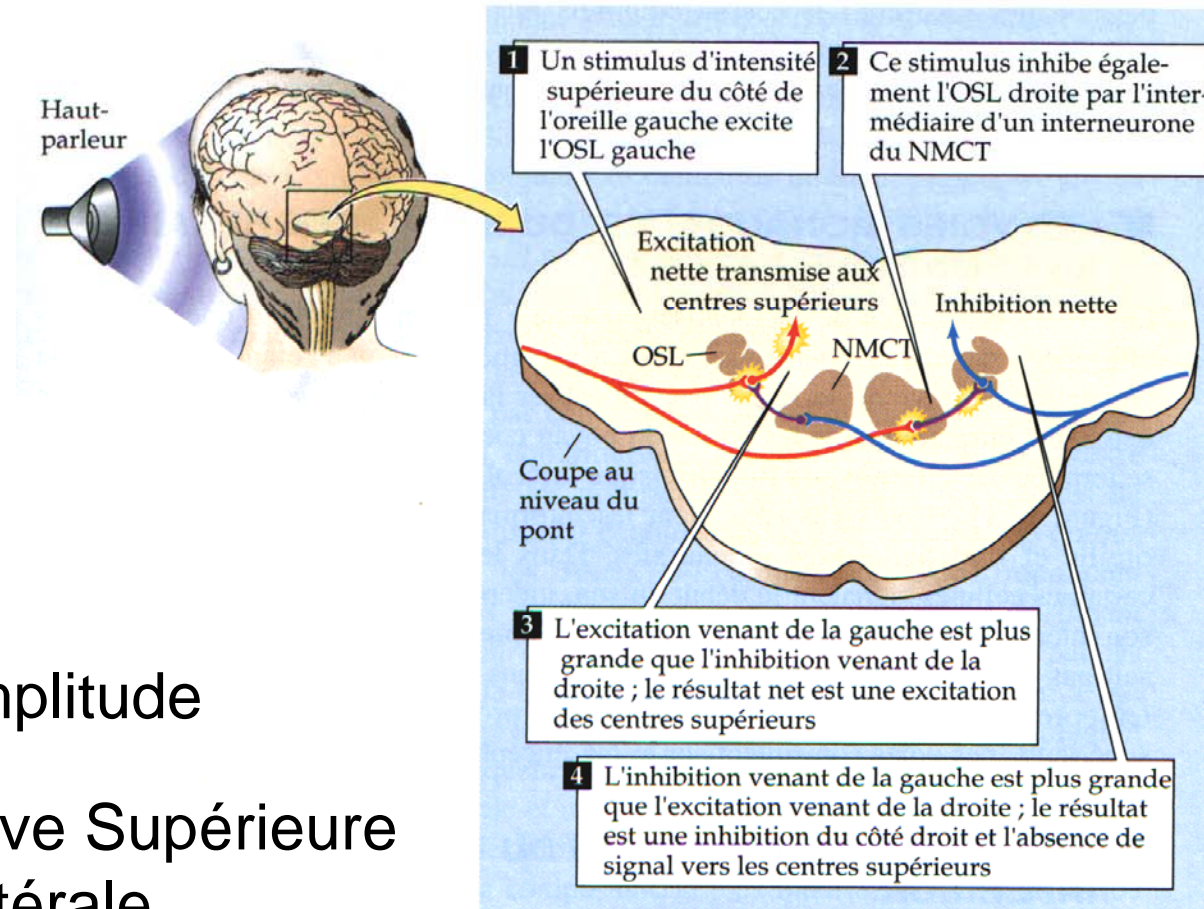
Octave : doublement de fréquence

Localisation auditive



Olive Supérieure
Médiane (OSM)

Localisation auditive



Amplitude

Olive Supérieure
Latérale

Exploration fonctionnelle

◉ Potentiel évoqué auditif (PEA)

- ◉ L'enregistrement se fait au niveau du cortex.
- ◉ L'électrode est placée à distance de l'oreille, sur le crâne, et permet d'enregistrer 5 ondes principales numérotées de I à V :
 - ▶ la première (I), avec une latence de 1 ms, correspond au potentiel du nerf auditif ;
 - ▶ les autres correspondent aux différents relais des noyaux du tronc cérébral :
 - ▶ l'onde II au noyau cochléaire,
 - ▶ l'onde III au cOS,
 - ▶ l'onde IV au noyau du lemnisque latéral.
 - ▶ L'onde V, très ample et qui absorbe souvent l'onde IV, est due au colliculus inférieur.
 - ▶ Parfois une onde VI due au corps géniculé médian est visible, ainsi que des potentiels tardifs, corticaux.
- ◉ Toutes ces ondes sont de faible amplitude ($< 1 \mu\text{V}$) et nécessitent un moyennage sur un grand nombre de stimulus (1000 à 5000 clicks) pour être extraites du bruit de fond que constitue l'activité électrique corticale (EEG) sous jacente.

Le PEA

I : potentiel du nerf auditif

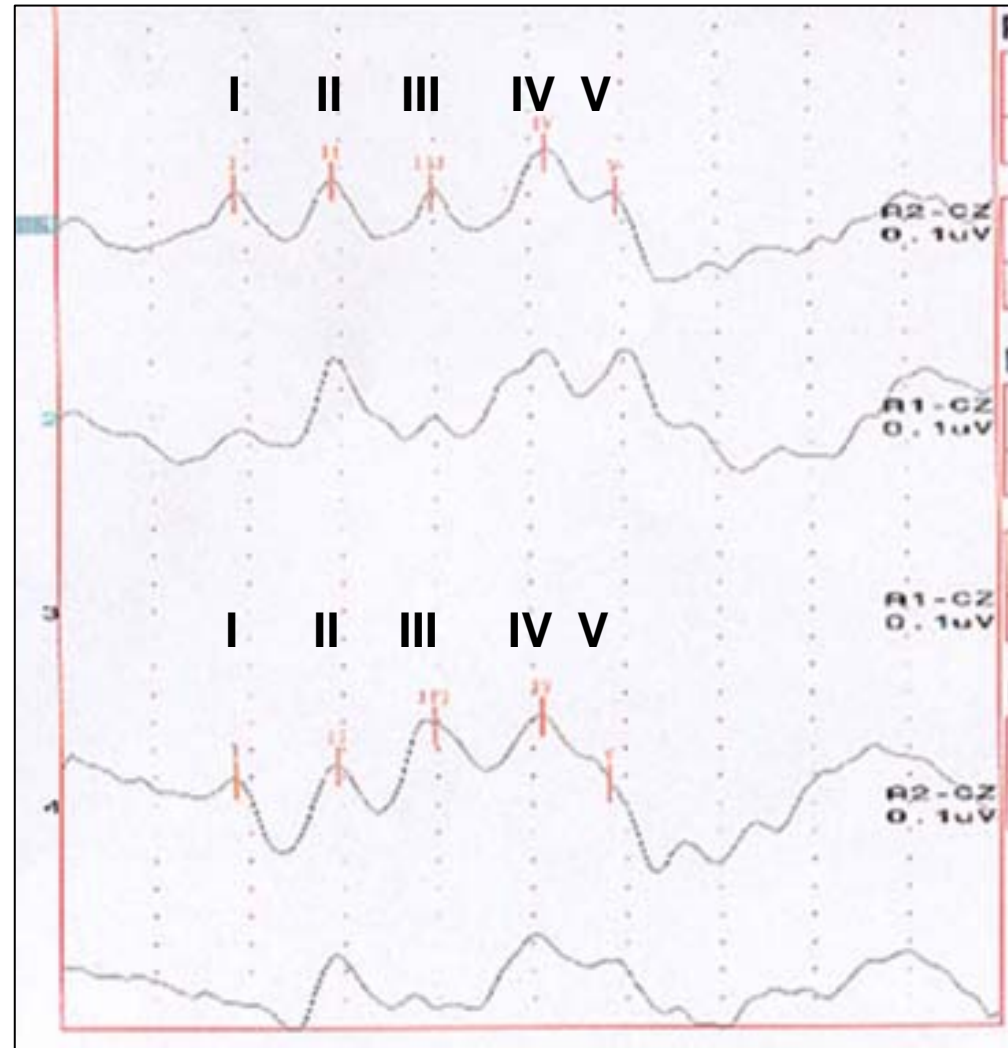
II : noyau cochléaire

III : complexe Olivaire Supérieur

IV : noyau du lemnisque latéral.

V : colliculus inférieur
(absorbe souvent l'onde IV)

potentiels tardifs,
corticaux.



Exploration fonctionnelle

▶ **Oto-émission acoustique provoquées.**

- ▶ La recherche des oto-émission acoustique provoquées (OEAP) est une mesure objective d'évaluation cochléaire qui consiste à envoyer une fréquence donnée dans l'oreille et à rechercher les oto-émissions dans un microphone.
- ▶ C'est un test fiable, reproductible et atraumatique, dont le meilleur paramètre d'interprétation est la présence ou l'absence d'OEAP.
- ▶ Elle permet d'explorer indirectement la fonction des cellules auditives ciliées externes, qui sont précocement touchées par les pathologies de l'oreille interne.

Exploration fonctionnelle

▶ Impédancemétrie

- ▶ Il s'agit d'une mesure objective de l'impédance de l'oreille moyenne.
- ▶ Le conduit auditif est obturé, et une sonde génère un son de 220 Hz à 65 dB, le son se réfléchit sur le tympan et l'énergie résiduelle est mesurée.

▶ Acoumétrie

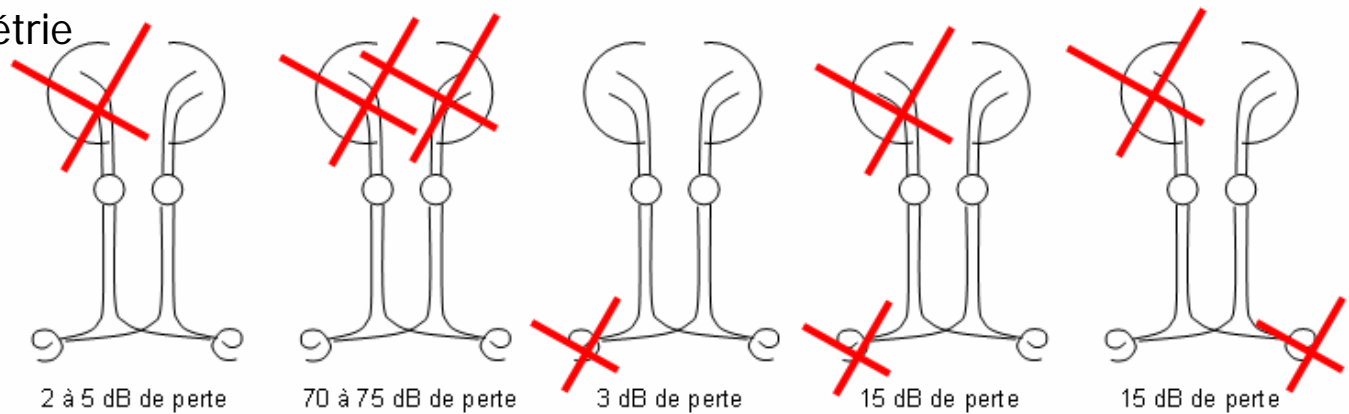
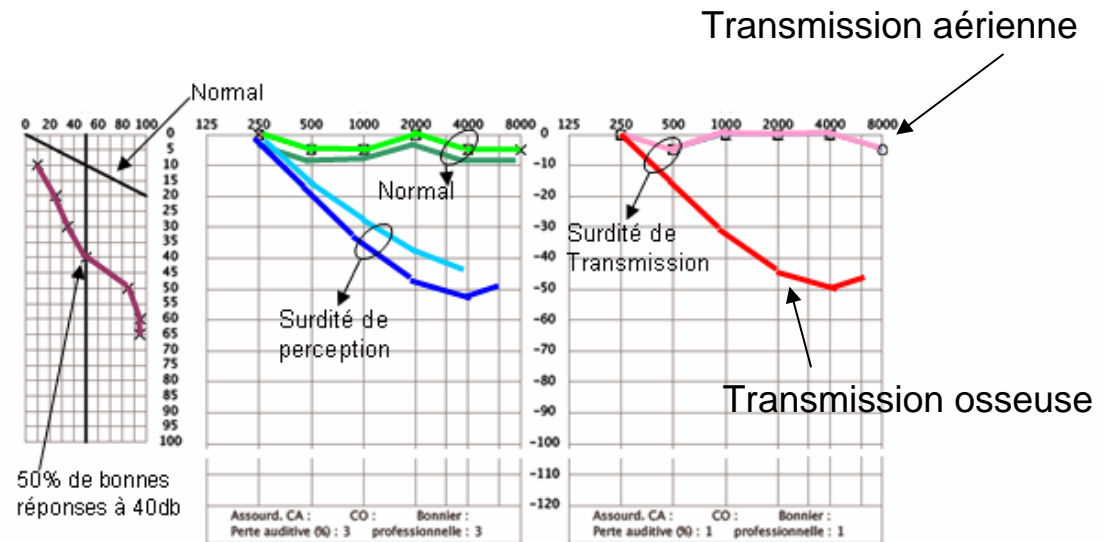
- ▶ Il s'agit de tests subjectifs, permettant de juger du type de surdité, de perception ou de transmission réalisé par les ORL
 - ▶ Le **test de Weber** se pratique en posant des diapasons calibrés sur le front du sujet, qui perçoit normalement des vibrations sonore.
 - ▶ Le **test de Rinne** compare la conduction aérienne et la conduction osseuse, toujours avec un diapason, mais en le plaçant d'abord sur la mastoïde, puis, lorsque le seuil de perception est atteint, en le présentant devant le pavillon de l'oreille.

Exploration fonctionnelle

▶ Audiogramme

- ▶ L'audiogramme est une méthode subjective faisant intervenir la perception auditive du sujet et nécessitant donc sa coopération.
- ▶ Il existe deux type d'audiométrie

- ▶ l'audiométrie tonale liminaire
- ▶ l'audiométrie vocale.



Conclusion

- ▶ Le codage des sons est dû à la position des cellules sur la membrane basilaire
- ▶ Les cellules auditives internes sont les “vraies” cellules auditives
- ▶ Il existe une inhibition latérale progressive
- ▶ Il existe une tonotopie par octave
- ▶ Il existe une bilatéralisation importante

