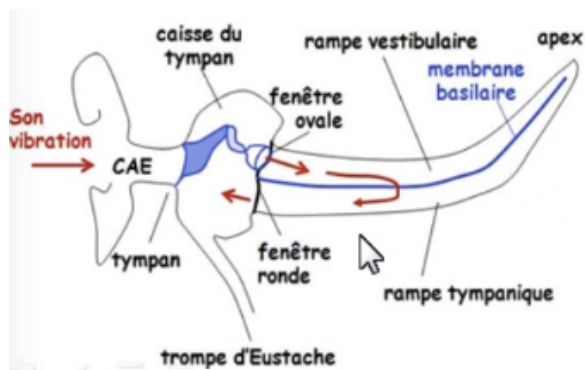


1. *Comment prenons-nous connaissance auditivement de ce qui arrive dans le monde*
2. *Autre façon de poser la question : Comment le système nerveux construit-il le monde sonore tel que nous l'entendons ?*
3. *Applications physiopathologiques : comment comprendre les troubles de l'audition qu'on observe en pathologie ?*

I – Récepteurs cochléaires

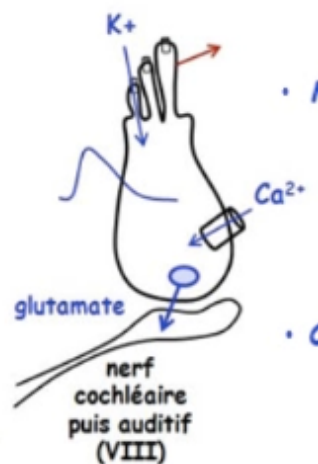
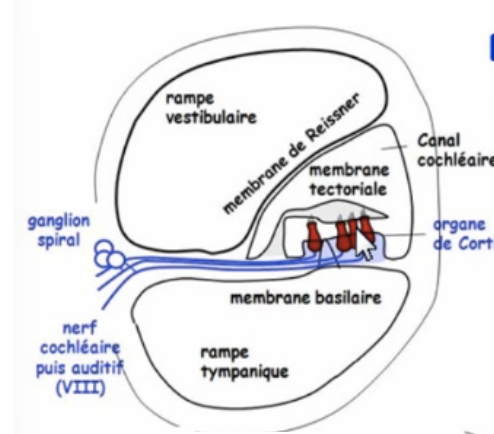
A- Cochlée

- **Architecture** : correspond à l'**oreille interne**, forme de tube enroulé en spirale qui fait 3 tour de spire
- En lien avec la **chaîne des osselets** : marteau – enclume – étrier (correspond à l'oreille moyenne) situé dans la caisse du tympan
- Permet la **transmission des vibrations de l'air au liquide de l'oreille interne** (périlymphe) par augmentation de pression
- **Vibration du liquide** de la cochlée, d'abord dans la **rampe vestibulaire** puis dans la **rampe tympanique** via l'apex. Le tout entraîne la vibration de la **membrane basilaire**.



B- Organe de Corti, fonctionnement

- L'**organe de Corti** baigne dans l'**endolymphe du canal cochléaire** (riche en K^+), il repose sur la membrane basilaire.
- Les **cellules ciliées = récepteurs cochléaires** sont sur la membrane basilaire et recouvertes de la **membrane tectoriale**. Elles sont pourvues de **cils** (kinociliums, stéréocils) reliés entre eux et attachés à la membrane tectoriale.
- **Transduction** : par vibration de la membrane basilaire $\rightarrow$ inclinaison et oscillation des cils
- Ouverture d'un **canal potassium** = entrée de K^+ = **dépolarisation** des cellules ciliées et création d'un **potentiel de récepteur** $\rightarrow$ ouverture des canaux Ca^{2+}
- **Message nerveux** : la libération de glutamate entraîne l'activation des terminaisons nerveuses $\rightarrow$ potentiel d'action transmis le long du nerf cochléaire puis du nerf auditif (VIII)
- **Codage de l'intensité d'un son** : $\uparrow$ fréquence de décharge et $\uparrow$ nombre de fibres activées avec l'intensité du son



C- Tonotopie

- **Codage de la hauteur d'un son** : tient à la localisation des cellules ciliées (toutes identiques) sur la membrane basilaire
- **Propriétés de la membrane basilaire** : s'élargit de la base vers l'apex et devient moins rigide
 - **Base** (étroite et rigide) vibre si **hautes fréquences (aigus)**
 - **Apex** (large et souple) vibre si **basse fréquence (grave)**
- Pour une fréquence donnée : vibration de la membrane basilaire d'amplitude max dans une zone donnée = décharge max des cellules ciliées de cette zone

Tonotopie : codage topographique des fréquences sonores : de 16000 à 80 Hz

II – Voies auditives

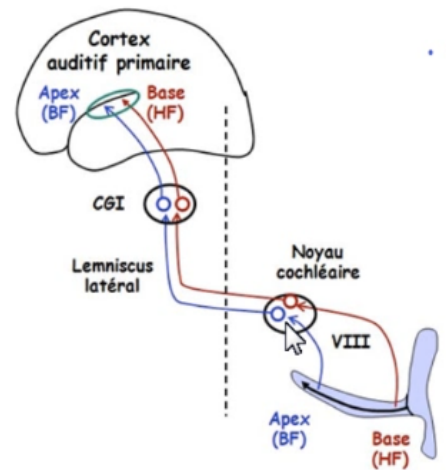
A- Principaux relais

- Voie prédominante, croisée

- Premier relais dans le **noyau cochléaire** (tronc cérébral)
- **Croisement** puis passage dans le **lemniscus latéral**
- Deuxième relais dans le **corps genouillé interne ou médian**

- Projection sur le **cortex auditif primaire controlatéral**

- Transmission précise : avec conservation de la tonotopie et effet de contraste perçu par inhibition latérale au fil des relais, chaque neurone répond à une gamme de fréquence de plus en plus étroite



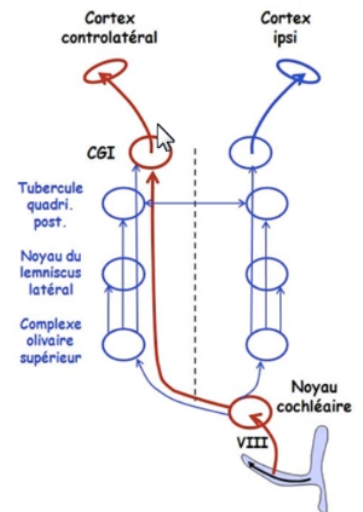
B- Autres relais bilatéraux

- 1 à 3 relais supplémentaires entre le noyau cochléaire et le corps géniculé interne :

- **Complexe olivaire supérieur**
- **Noyaux des lemnisques latéraux**
- **Tubercules quadrijumeaux postérieurs ou colliculus inférieurs**

- Projections largement **bilatérales** à partir du noyau cochléaire puis échange d'information au niveau des tubercules quadrijumeaux postérieurs

Intérêt : localisation de la provenance des sons



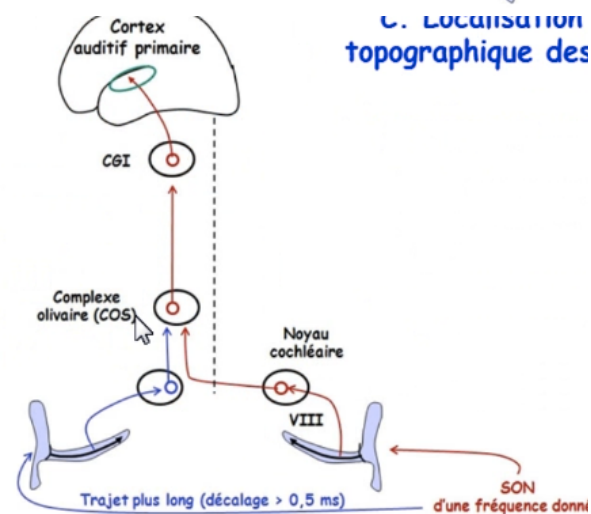
C- Localisation topographique des sons

- **Codage olivaire** : permet la comparaison des signaux provenant des deux oreilles

Codage de la provenance d'un son par comparaison des délais de réception D-G : arrivée décalée dans le temps des signaux venant des deux oreilles.

- **Neurones** :

- Activés par la stimulation de l'oreille controlatérale
- Inhibés par la stimulation de l'oreille homolatérale
- Au repos si stimulation médiane binaurale



III – Projections corticales

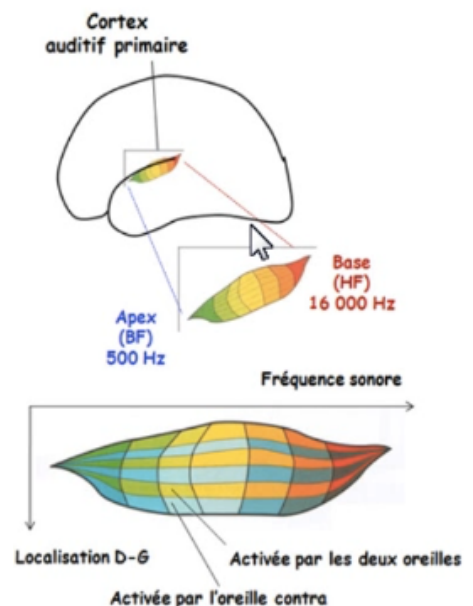
A- Cortex auditif primaire

- Situation : dans le **lobe temporal** à la berge inférieure de scissure sylvienne = **1^{ère} circonvolution temporale (T1)** ou gyrus de Heschl

- **Tonotopie** : bandes transversales de réponses aux fréquences sonores, d'égale largeur pour chaque octave, aigus en arrière et grave en avant

- **Représentation de la binauralité** : perpendiculaire à la représentation tonotopique

Alternance de bandes activées par la stimulation de l'oreille controlatérale et inhibées par la stimulation homolatérale et de bandes répondant à la stimulation des deux oreilles (projections binaurales).



B- Intégration auditive plus poussée

- Projection du **cortex auditif primaire** :

- Vers **l'aire auditive secondaire**
- Vers **l'aire corticale postérieure du langage : aire de Wernicke**

C- Rôle fonctionnel des aires auditives

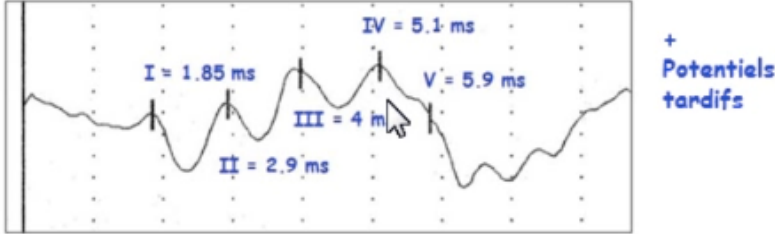
- **Aire auditive primaire A1** :

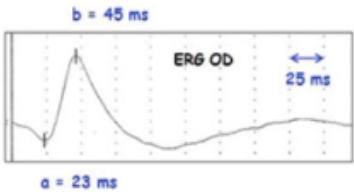
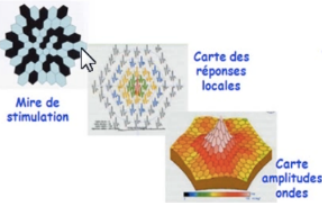
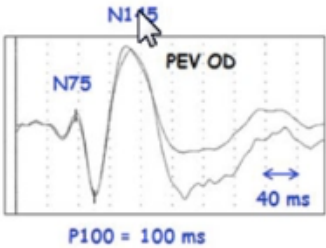
- Stimulation : hallucination peu élaborée, souvent controlatérale
- Lésion : unilatérale pas grand chose et bilatérale perte de la reconnaissance et de la localisation des séquences sonores mais persistance des réactions aux stimulations sonores, avec seuil très bas et reco des fréquences et des intensités sonores

- **Aire associatives**

- Stimulation : hallucination auditive complexe ou verbale
- Lésion bilatérale : conservation de la reconnaissance des séquences sonores mais perte de la signification des message (compréhension)

IV – Explorations fonctionnelles de l’audition et de la vision

DE L'AUDITION	
	PEA (Potentiel évoqué auditif)
Activité enregistrée	Activité corticale
Stimulus	Stimulation sonore envoyée dans une oreille
Electrodes	Electrode de surface sur le scalp
	Potentiels tardifs (non représentés) : origine corticale, électrode temporale Potentiels précoces : surtout visibles par électrodes occipitales Principales ondes précoces : = potentiels en provenance du tronc cérébral (potentiels du tronc), ils renseignent sur l'intégrité du tronc cérébral : sur les capacités d'éveil et de conscience ○ I : nerf auditif ○ II : noyau cochléaire ○ III : complexe olivaire supérieur ○ IV : noyau lémnisque latéral ○ V : colliculus inférieur 

DE LA VISION			
	ERG (électro-rétinographie)	ERG multifocal	PEV (potentiel évoqué auditif)
Activité enregistrée	Activité électrique de la rétine	Activité électrique de la rétine	Activité cérébrale
Stimulus	Illumination (flash)	Mire (hexagone avec inversion régulière des noirs et des blancs)	Mire ou flash
Electrodes	Electrode cornéenne	Electrodes cornéenne	Electrode de surface occipitale
	 Onde positive (a) : activité du segment ext des photorécepteurs Onde négative (b) : activité des cellules bipolaires de la rétine	 Résultats sous forme de carte rétinienne des réponses	 Délais de réponse plus long qu'en ERG (100ms)