

**SERVICE DE NEUROPHYSIOLOGIE CLINIQUE
EXPLORATIONS FONCTIONNELLES DU SYSTEME NERVEUX
CHU TLEMCCEN
FACULTE DE MÉDECINE DE TLEMCCEN**



COURS NEUROPHYSIOLOGIE : Dr. BENMEZROUA Mohammed

Systeme auditif

I- Données morphologiques

- L'audition est chez l'homme le système sensoriel le plus discriminatif, ce système est capable de distinguer des sons purs différents dans leurs fréquences, de quelques cycles par seconde, sachant que la gamme d'audibilité est située entre 20 et 20000 cycles/s.
- Du point de vue anatomique, on distingue trois régions bien différentes :

1- l'oreille externe qui est constituée du pavillon et du conduit auditif externe (CAE)

2- l'oreille moyenne, appelée aussi (caisse du tympan) s'intercale entre le conduit auditif et l'oreille interne. Elle communique avec le nasopharynx par la trompe d'Eustache qui est normalement fermée, mais qui s'ouvre lors de la déglutition. A la limite du CAE se situe le tympan qui est une membrane ayant l'allure d'un cône évasé s'enfonçant légèrement dans l'oreille moyenne par son centre. L'oreille moyenne communique avec l'oreille interne par les fenêtres ronde et ovale. Entre la fenêtre ovale et le tympan s'étend la chaîne des osselets constituée de trois pièces osseuses : le marteau, l'enclume et l'étrier.

3- l'oreille interne : elle est incluse dans l'os temporal représente en fait plusieurs cavités communiquant entre elles : le vestibule, les canaux semi-circulaires et la cochlée.

C'est au niveau de la cochlée que naît l'information auditive. C'est donc la cochlée et ces composantes qui nous intéressent dans ce cours.

- Au niveau cochléaire, le labyrinthe osseux s'ouvre sur l'oreille moyenne par deux orifices :

La fenêtre ovale qui est fermée par l'étrier et la fenêtre ronde obstruée par une membrane qui s'appelle autrefois le tympan secondaire. Le limaçon osseux a une forme spiralée s'enroulant un certain nombre de tours. Sur une coupe transversale la cochlée se montre faite de deux rampes (sorte de cloison) : la rampe vestibulaire qui s'ouvre dans le vestibule et la rampe tympanique qui aboutit à la fenêtre ronde. Ces deux rampes se rejoignent au sommet de l'enroulement qui est appelé APEX ou hélicotrème. Les deux rampes vestibulaire et tympanique appartiennent à l'espace perilymphatique. Entre les deux rampes, se trouve le canal cochléaire qui est séparé de la rampe tympanique par la membrane basilaire et de la rampe vestibulaire par la membrane de Reisner. Le canal cochléaire appartient à l'espace endolymphatique.

- Sur la membrane basilaire du côté canal cochléaire, se situe l'organe de Corti. Celui-ci comporte des cellules réceptrices et des cellules de soutien (cellules particulières dites pilier de Corti, constituant une formation spéciale dite tunnel de Corti remplie d'un liquide endolymphatique. Les cellules réceptrices sont ciliées et séparées en cellules ciliées externes (CCE) et cellules ciliées internes (CCI). Les CCE constituent trois à

cinq rangées le long du tunnel et sont au nombre de 12000 à 16-19000 chez l'homme ; les CCI ne formant qu'une rangée le long du tunnel environ 3500, elles sont entourées par des cellules de soutien.

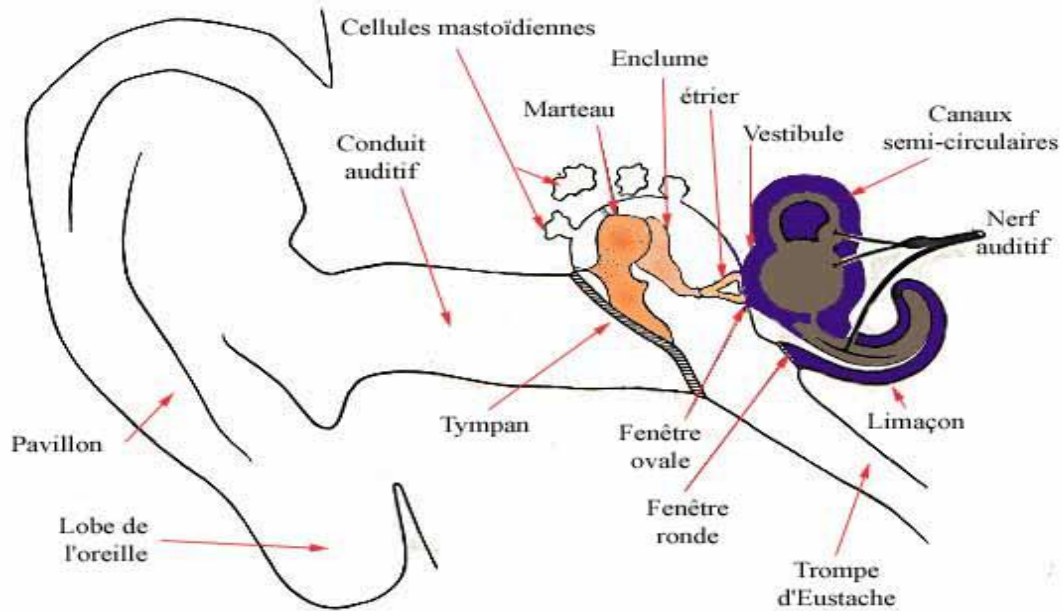


Figure 1

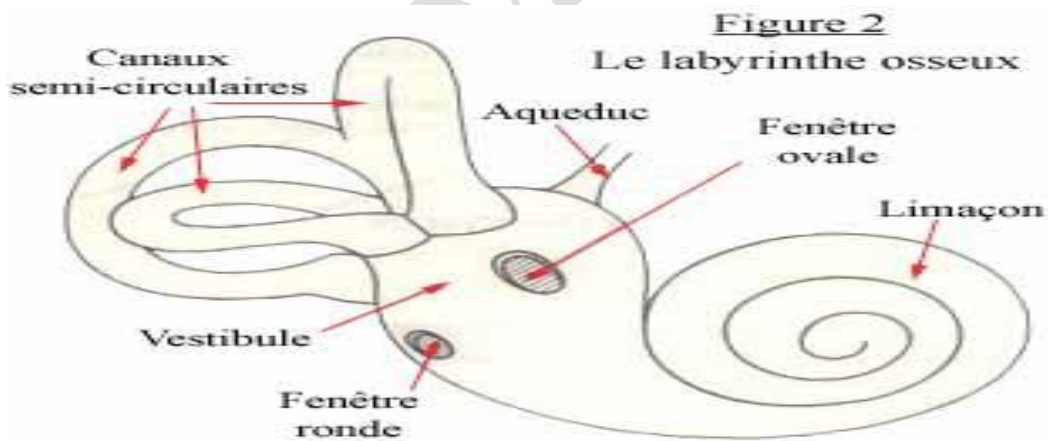
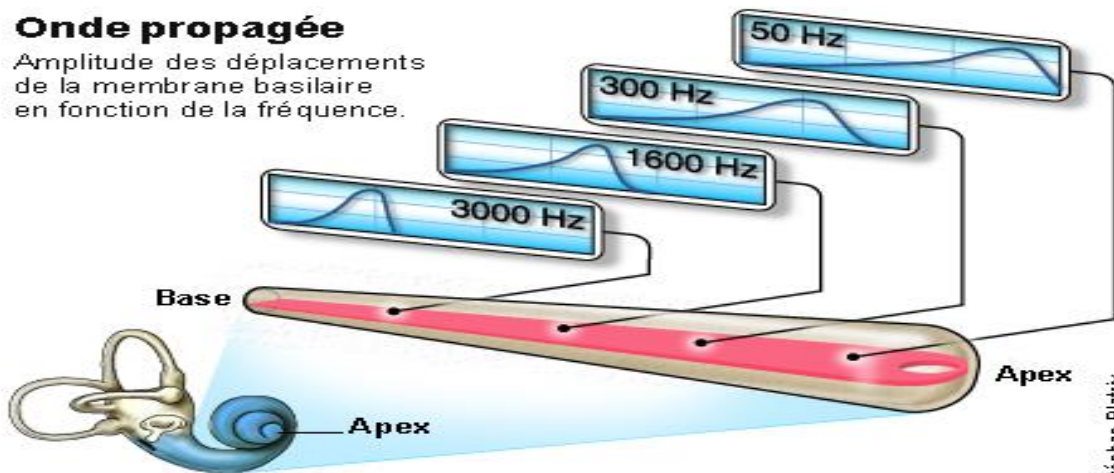


Figure 2

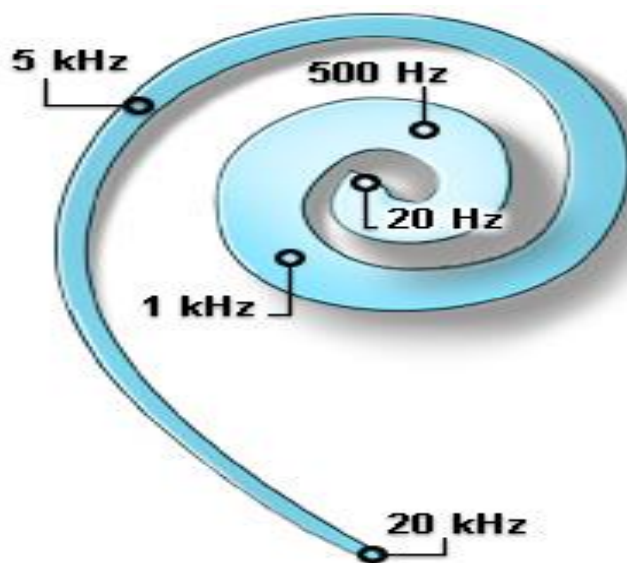
Le labyrinthe osseux

Onde propagée

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



Stéphan Blatrix



Cochlée et fréquences sonores

II- Données physiologiques :

- L'audition est chez l'homme le système sensoriel le plus discriminatif, ce système est capable de distinguer des sons purs différents dans leurs fréquences, de quelques cycles par seconde, sachant que la gamme d'audibilité est située entre 20 et 20000cycles/s.
- Très schématiquement on distingue trois étapes essentielles dans l'étude de la fonction auditive :

1-Etape d'acquisition de l'information auditive, elle-même subdivisée en trois phases :

- A - phase aérienne
- B - phase liquidienne et membranaire

C - Phase électrique et nerveuse

2-Etape d'intégration et de transmission de l'influx nerveux

3-Enfin étape corticale ou projection de l'information sur le cortex

1-Phase d'acquisition de l'information auditive

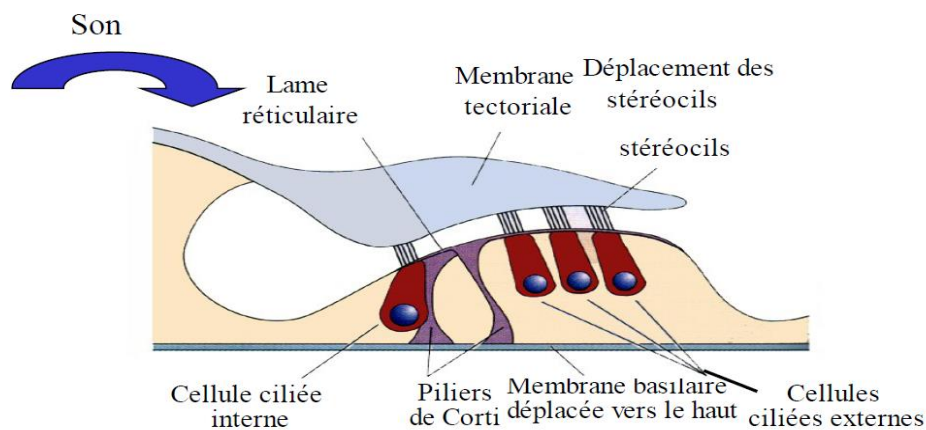
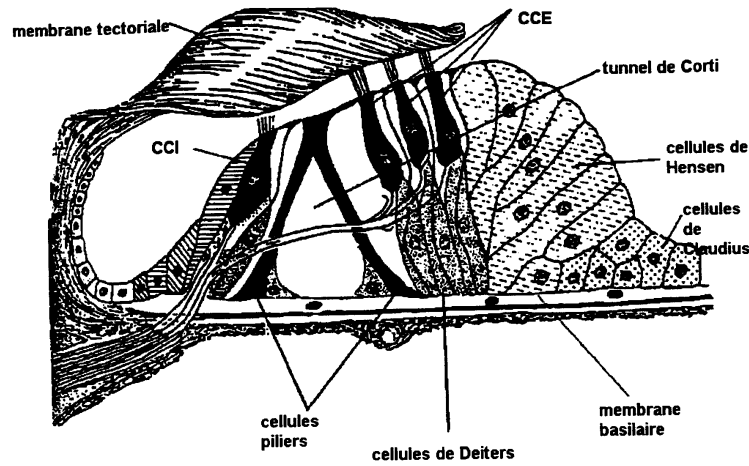
- ✓ a- phase aérienne : les vibrations de la membrane tympanique provoquées par les sons, captés et dirigés par l'oreille externe, sont transmises à l'oreille interne par l'intermédiaire de la chaîne des osselets, qui a pour fonction essentielle de permettre :
 - la transmission de l'onde acoustique d'un milieu aérien (oreille externe) à un milieu liquidien (oreille interne)
 - d'amplifier ce message acoustique
 - de protéger l'oreille interne contre les traumatismes.
- ✓ b- phase liquidienne : la transformation de l'énergie acoustique en énergie électrique seule capable d'être interprété par les différentes structures impliquées dans l'audition se fait selon un mécanisme de conversion appelé transduction. Cette transduction se réalise au niveau de la cochlée où les cellules réceptrices baignent dans un liquide endolymphatique .C'est pour cette raison que tous le mécanisme complexes de la genèse de l'influx auditif font partie d'une étape dite liquidienne, la vibration de la platine de l'étrier qui s'encastre dans la fenêtre ovale à la fréquence de l'onde sonore détermine des mouvements du liquide périlymphatique de la rampe vestibulaire. Sachant que les liquides sont incompressibles ces mouvements ne sont possibles que par la déformation d'une membrane en sens inverse de celui qui a donné naissance au mouvement.
- ✓ c- phase électrique ou nerveuse : cette phase explique les phénomènes de transduction par mécanismes ioniques.

L'enregistrement électrophysiologie des cellules réceptrices CCI et CCE montre que leur différence de potentiel de repos varie en fonction des stéréocils (soit dépolarisation, soit repolarisation)

- ✚ Il a été montré que la dépolarisation résultant d'un mouvement des cils était due à la formation d'un courant de K^+ . Ce courant naît à la suite de l'ouverture de canaux spécifiques localisés dans la partie apicale des stéréocils.
- ✚ Dans les CCI, le rôle essentiel du courant potassique est de dépolariser la membrane permettant d'assurer le codage de l'information auditive.

En effet, ces cellules ont des propriétés électromécaniques qui sont liées à la fréquence vibratoire. Les CCI ont donc une fréquence propre de résonance électrique (toutes les CCI n'ont pas la même fréquence de résonance électrique).

- ✚ La formation du courant potassique lors de l'inclinaison des cils n'a pour effet que de mettre les cellules en résonance électrique.



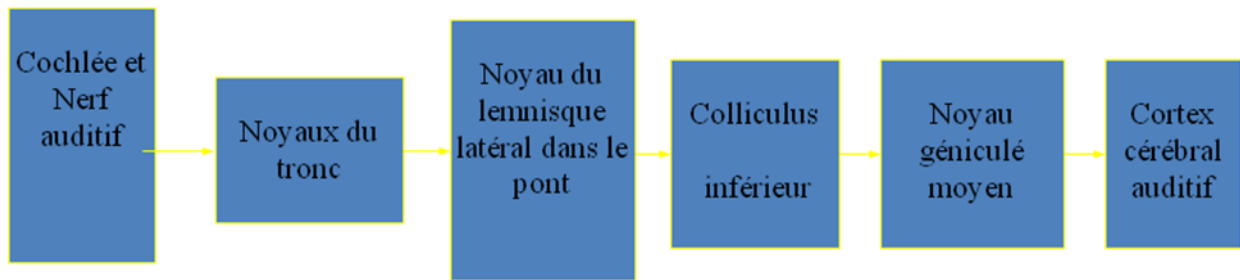
ORGANE de CORTI:
Organe de réception des stimulus auditifs

Organe de corti

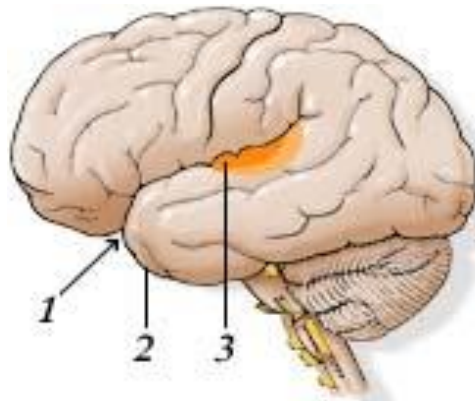
2 / ETAPE D'INTEGRATION ET DE TRANSMISSION DE L'INFLUX AUDITIF :

- ✓ Nerve cochléaire : noyaux du nerf VIII au niveau de la jonction-bulbo-protubérantielle. Le tractus auditif se prolonge vers le colliculus inférieur via le lemnie latéral, puis vers le corps genouillé médian du thalamus. Il faut savoir que ces structures gardent et respectent la notion de tonotopie c'est-à-dire que les neurones localisés dans des régions proches participent à l'analyse de fréquences identiques. Parallèlement à ces voies qui transmettent les informations vers le cortex, il existe des voies efférentes qui commandent directement l'activité des récepteurs auditifs.

Schéma des voies auditives



3/ PROJECTION CORTICALE : Du thalamus les voies auditives ou radiations auditives se projettent au niveau du cortex auditif primaire localisé dans le lobe temporal (circonvolution de Heshl).



Cortex auditif (3)
dans l'aire temporale (2)
chez l'homme.
(1) sillon de Sylvius

III/ Les différents types de surdités : il existe deux types de surdités : les surdités de transmission et les surdités de perception :

Transmission

- Imperforation de l'oreille
- Malformation de l'oreille externe et moyenne
- Remaniement tympanique-Perforation tympan
- Luxation de la chaîne des osselets
- Otospongiose
- Luxation de la fenêtre ovale
- Bouchon CAE.

Perception

- Endocochléaire.
- Retrocochléaire.

✚ Maladie de Ménière :

- Hydrops endolymphatique (L'augmentation de la pression du liquide dans le **labyrinthe** de l'oreille) (atteinte fonctionnelles, vibrations hydrauliques éronées, perte auditive. (dysfonctionnement endocochléaire).

- Signes cliniques : crises récurrentes de vertige qui s'accompagnent de sifflements et de bourdonnements d'oreilles (acouphènes), et une baisse d'audition.
- Syndrome de Ménière : contexte infectieux connu.

Cophose :

Signal acoustique -----Oreille externe et interne -----OREILLE INTERNE-----Voies auditives----Cerveau
ET ORGANE DE CORTI

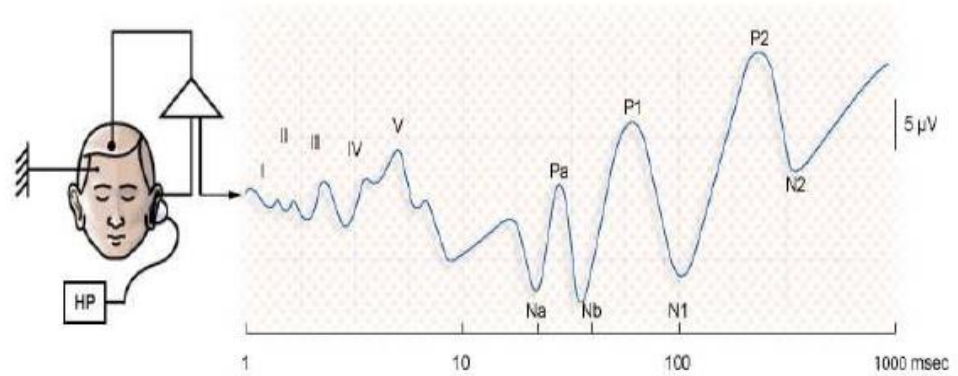
Elément non fonctionne
Remplacé par un implant cochléaire

IV/ Explorations par PEA : L'ELECTROPHYSIOLOGIE AUDITIVE :

- ✚ Les potentiels évoqués auditifs sont répartis en différents sous-groupes, en fonction de leurs latences d'apparition par rapport au stimulus. On distingue les:
 - PEA de latence précoce, appelés aussi PEAP (recueillis dans les dix premières millisecondes),
 - les PEA de latence moyenne (entre 10 et 50 ms)
 - et les PEA corticaux tardif (temps de latence supérieur à 50 ms).

En exploration auditive, on s'intéresse principalement aux **potentiels évoqués auditifs précoces :**

- L'objectif des PEA est d'étudier le fonctionnement des voies nerveuses auditives de l'oreille jusqu'au tronc cérébral, en enregistrant l'activité électrique des voies auditives, après une stimulation sensorielle auditive (à l'aide de stimulus sonores simples : clics).
 - L'influx électrique généré par les cellules ciliées sera véhiculée par le nerf auditif (VIIIème paire de nerfs crâniens) jusqu'au tronc cérébral. Puis on a une projection au niveau des tubercules quadrijumeaux dans la région sous-corticale cérébrale.
 - A plusieurs niveaux de ce trajet, on aura une amplification des ondes électriques. Cette amplification est captée sous forme d'ondes cérébrales.
 - Avec l'étude des PEA, on pourra déterminer les seuils auditifs, mais aussi détecter des lésions sur les voies auditives s'il y a modification de latence et d'amplitudes des PEA (comme par exemple des neurinomes auditifs aussi appelés Schwannomes vestibulaires qui sont responsables d'une désorganisation du tracé obtenu par l'enregistrement).
- ✚ Sur le tracé, on obtiendra des ondes, numérotées de I à V, qui correspondent à différents relais anatomiques sur les voies auditives :
 - onde I correspond au nerf auditif
 - onde II correspond aux noyaux cochléaires
 - onde III :correspond à l'olive supérieure (tronc cérébral)
 - onde IV correspond au lemnisque latéral
 - onde V correspond au colliculus inférieur (tubercules quadrijumeaux)



-Ces 5 ondes constituent le PEA précoce. Le thalamus (corps genouillé médian) et le cortex auditif constitueront les ondes moyennes et tardives du PEA.

Stimulus

Le stimulus employé est constitué de sons de durée brève, pour obtenir une bonne synchronisation des activations neuronales et avoir un potentiel évoqué de bonne amplitude et de latence identifiable.

On va alors utiliser une stimulation sonore que l'on appelle « clics » **breufs**.

Ce clic va entraîner une décharge synchrone des fibres nerveuses basales.

(Stimulation monaurale par clics non filtrés a une intensité croissante :60,70,80,90,100 et 110,avec une récurrence de 10,1 Hz,