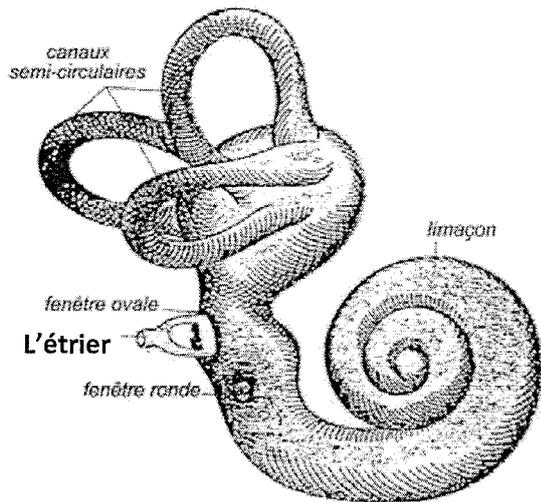


La chaîne auditive

D. MECHELLI SM. Med.
Maître Assistant
Biophysique
Centre TLEMOEN



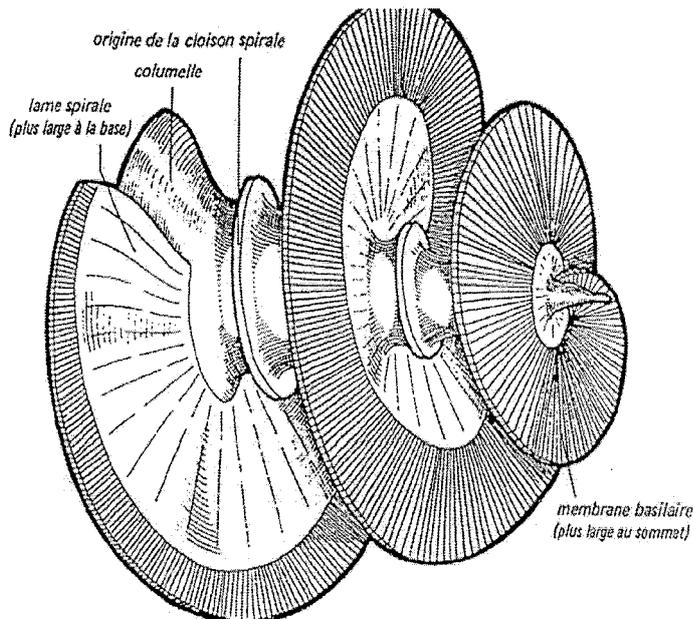
1) La cochlée ou limaçon

Elle constitue la partie auditive de l'OI, enroulée en spirale comme une coquille d'escargot sur 2,5 tours, autour d'un axe conique creux appelé columelle.

A l'intérieur se trouve l'organe de Corti, organe sensoriel proprement dit.

Si on déroule la cochlée, il faut repérer la columelle, la lame spirale.

Il y a une différence importante de largeur au niveau de la membrane basilaire (striée sur le dessin), entre la base et l'apex de la cochlée.



2) L'organe de Corti

La cochlée est divisée par 2 cloisons membraneuses en 3 parties:

- La rampe vestibulaire, remplie de périlymphe et qui porte la fenêtre ovale.
- Le canal cochléaire, remplie d'endolymphe et qui porte l'organe de Corti.
- La rampe tympanique, remplie de périlymphe et qui porte la fenêtre ronde.

Ces 2 membranes sont la membrane de Reissner et la membrane Basilaire.

-L'organe de Corti est l'organe essentiel de l'audition. Enfermé à l'intérieur du limaçon, il est protégé des chocs extérieurs. Il ne comporte aucun capillaire sanguin. La nutrition et le rejet de ces déchets est assuré par l'endolymphe.

Il est formé de cellules ciliées et de cellules de soutien disposées sur une membrane: la membrane basilaire. Une autre membrane le recouvre sans le toucher: la membrane tectoriale. Sur une spire cochléaire, la membrane tectoriale recouvre les cellules ciliées.

3) Les cellules ciliées

Le nombre de cellules ciliées chez l'homme est relativement faible (environ 15 500), comparé aux millions de photorécepteurs dans la rétine. De plus, ces cellules ne se renouvellent pas.

Toutes les pertes cellulaires dues au vieillissement (naturel ou prématuré) se cumulent et déclenchent ou accentuent une surdité. L'organe de Corti est très fragile

a) Les cellules ciliées externes

Il existe environ 12 000 à 19 000 cellules ciliées externes, disposées en 3 à 5 rangées en forme de V. Leurs corps cellulaires cylindrique et allongés baignent dans la périlymphe et sont unis à des cellules de soutien: cellules Deiters.

Leurs stéréocils (60 à 100 par cellule) baignent dans l'endolymphe et les plus long peuvent s'enfoncer dans la membrane tectoriale.

b) les cellules ciliées internes

Il en existe environ 3500 disposées en une seule rangée. Si les cils de ces cellules sont étirés, leurs canaux ioniques s'ouvrent. Ces 3500 cellules sont reliées par 30 000 fibres du nerf auditif.

Ce sont elles qui sont à l'origine du potentiel cochléaire. →En pathologie, l'atteinte de ces cellules entraîne une surdité de perception.

4) La membrane basilaire et ses vibrations.

Son mode de vibration est à la base de l'analyse spatiale des fréquences (tonotopie).

Elle vibre en fonction de la fréquence qui arrive. Les composantes de hautes fréquences (aiguës) font vibrer la membrane au niveau de la base de la cochlée et celles des basses fréquences (graves) font vibrer l'apex.

Quand on stimule l'oreille, la membrane basilaire est le siège d'une onde allant de la base vers l'apex avec une amplitude qui augmente progressivement, passe par un maximum puis décroît.

IV/ Les phénomènes subjectifs de l'audition

L'onde est physique mais on a une grosse part de subjectif dans l'audition.

On a 3 qualités physiologiques:

→ La hauteur du son appelée aussi **la Tonie**, qui correspond à la fréquence. (basses fréquences = graves ; hautes fréquences= aigus)

→ L'intensité du son appelée aussi **la Sonie** qui correspond à l'amplitude. (grande amplitude = son fort)

→ **Le timbre** du son qui correspond à la complexité du son. (dépend du nombre de partiels et d'harmoniques = complexité ; grâce à cela on peut différencier les voix des personnes).

1) La Tonie

➤ C'est la sensation d'aigu ou de grave que donne un son, lié à la fréquence.

➤ La fréquence est le nombre de cycles d'une onde en un temps donné et s'exprime en Hertz (Hz).

➤ Un Hertz correspond à un cycle par seconde.

➤ Si on fait entendre 2 sons de même intensité, mais de fréquences différentes, le seuil différentiel des sons est $\Delta F/F = 0,2\%$ (environ 8 Hz); c'est une constante entre 500 et 8000Hz (loi de Weber).

En réalité, ce seuil, dépend de nombreux facteurs; fréquence, intensité, nature pure ou complexe du son, nature de la source sonore, émission isolé ou non.

Chez les sourds unilatéraux, le même son est parfois entendu avec des hauteurs différentes par les deux oreilles; c'est la **diplacousie**.

➤ Pour l'homme, on a une bande de fréquences de 16Hz à 20kHz (diminue avec l'âge), avec une meilleure perception de 1000 à 3000Hz qui correspond à la zone de la conversation.

En pathologie on peut avoir (comme dans la vision) des scotomes (trous dans le champ auditif). Ex: Pilotes d'avions, DJ.

➤ Notion d'oreille absolue:

C'est la capacité totale de reconnaître un son en fonction de sa fréquence (la hauteur exacte), sans aucun repère : 1/1500 personne. Ex: Mozart...

2) La Sonie ou sonorité ou intensité psychologique d'un son

Cette grandeur est en premier liée à la puissance surfacique ou puissance acoustique du son, mais elle dépend aussi de la fréquence lorsque l'on se situe en dehors de la bande comprise entre 1000 Hz et 5000 Hz.

Correspond à la sensation fort/faible liée à l'intensité acoustique I en décibels (dB):

a. Echelle de puissance acoustique

Par rapport à une puissance acoustique de référence W_0 pour une fréquence de 1000 Hz ($W_0 = 10^{-12}$ watt/m²), on définit le niveau sonore S d'un son de puissance acoustique W par la relation

$$S = K \log W/W_0$$

Pour $K = 1$ le niveau sonore s'exprime en bels.

Pour $K = 10$ le niveau sonore s'exprime en décibels.

b. Aire de l'audition

Le champ auditif est délimité par 2 seuils:

→ Le seuil de l'audition ou seuil absolu: intensité la plus faible qui produira une sensation sonore.

→ Le seuil douloureux: Pour une fréquence donnée, si l'intensité augmente, la sensation sonore devient douloureuse à partir de ce seuil (≈ 120 dB).

La surface comprise entre ces 2 seuils s'appelle le champ auditif tonal

Le seuil d'audition dépend de la fréquence et de l'intensité du son. Chez un sujet jeune et normal, le minimum d'intensité nécessaire pour que le son soit entendu est voisine de 0 dB pour une fréquence avoisinant les 1000 Hz.

Pour une fréquence de 30 à 40Hz, il faut un niveau sonore >60 dB et pour une fréquence de 16000 Hz, le seuil d'audition est de l'ordre de 20dB.

3) Le Timbre

C'est la qualité physiologique qui permet de différencier 2 sons de même tonie et de même sonie (ex le Do d'un piano et le Do d'un saxophone).

Ceci permet aussi de distinguer les voix. Le timbre est donc lié au spectre de fréquence du son, c'est a dire a sa composition en harmoniques et en partiels et a leur importance relative. C'est ce qui donne du relief au son.

4) Autres qualités du son

A- Effet de masque

Un son peut en cacher un autre.

Le son le plus intense masque l'audition d'un autre son surtout s'il est de fréquence supérieure. On parle de masquage quand un son est rendu inaudible par un autre.

B) La fatigue auditive

C'est l'élévation transitoire du seuil d'audibilité (ex: après une soirée à un concert, a la sortie les gens parlent fort pour discuter)

C) L'audition binaurale

Avoir 2 oreilles sert à détecter l'origine spatiale d'un son, et sert aussi a augmenter l'intensité perçue d'un son de 3 a 5dB. Ex: dans une conversation a plusieurs, on se concentre sur la personne qui vous parle et on l'entend mieux que les personnes qui parlent autour avec la même intensité.

