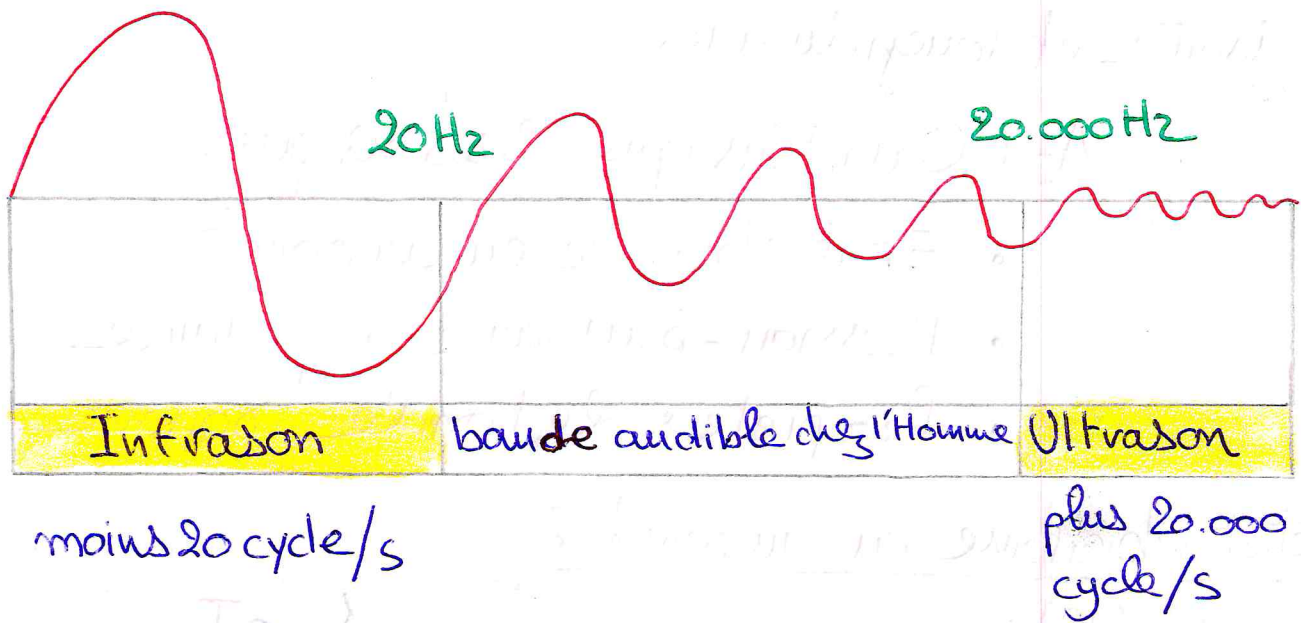


Biophysique de l'Audition

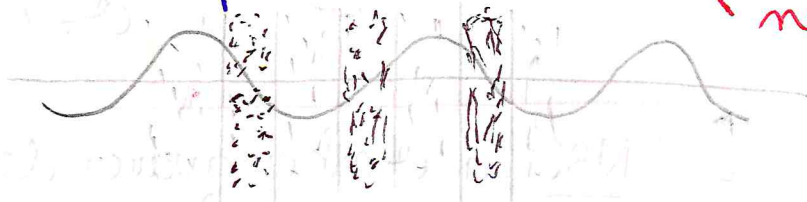
1

* Le Son est un mouvement vibratoire mécanique qui se transmet de proche en proche dans un milieu matériel. (Jamais dans le vide)



Célérité = 330 à 340 m/s

- Hz Fréquence $\downarrow\downarrow$ \rightarrow son grave
- Hz Fréquence $\uparrow\uparrow$ \rightarrow son aigue
- (dB) Amplitude de l'onde $\uparrow\uparrow$ \rightarrow son fort
- (dB) Amplitude " " $\downarrow\downarrow$ \rightarrow son faible
- Un son qui fait bouger le tympan de 1×10^{-7} mm \rightarrow traité par le cerveau
- L'onde se propage de proche en proche, on dit qu'il y a une compressibilité de l'air (transport de E et ne pas de la matière)



- Il y a 2 types de sons : Sons-complexes (2)

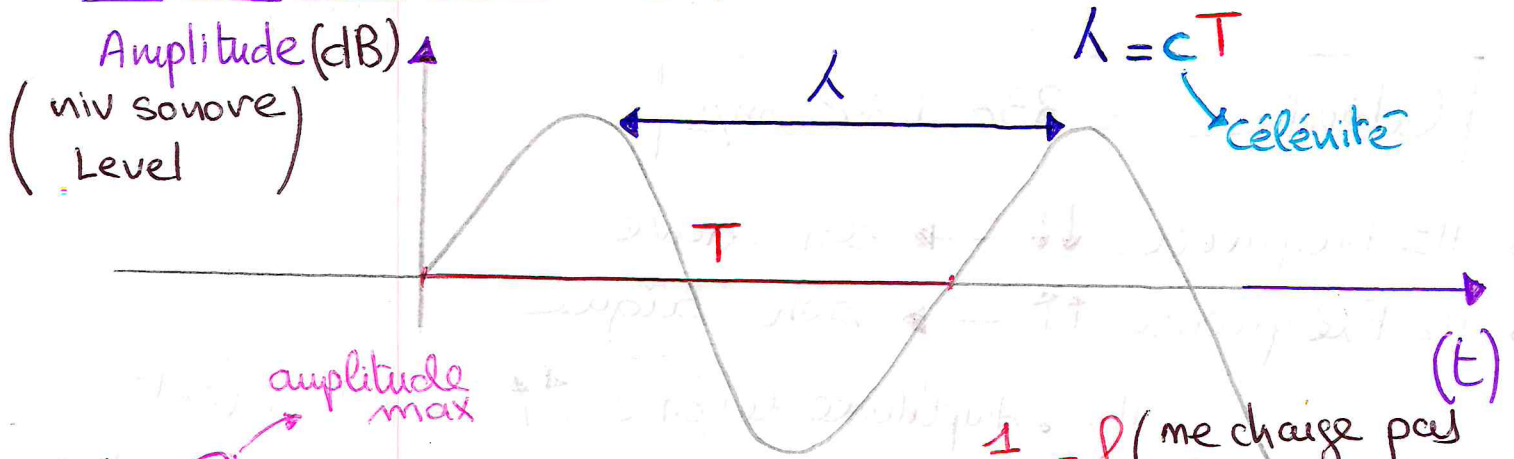
A) Sons Purs

- vibrations périodique avec la m^e fréquence.
- dans un milieu homogène se propage en ligne droite et longitudinale

A-1 Caractéristique des sons purs

- Etat vibratoire en un point
- Pression - puissance - impédance
- Propriétés de l'onde sonore

a) état vibratoire en un point :



$$X = A \sin(\omega t)$$

amplitude max

Pulsation de l'onde vitesse angulaire

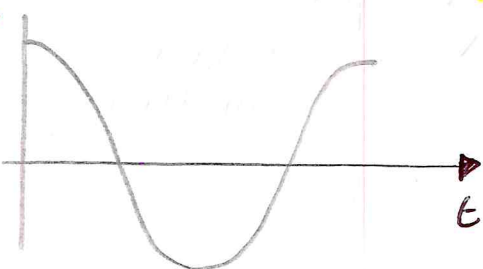
$$\frac{1}{T} = f \quad (\text{me charge pas d'un milieu à l'autre})$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = A\omega \cos(\omega t) \text{ ou bien}$$

$$v = A\omega \sin\left(\omega\left(t + \frac{T}{4}\right)\right)$$

$$v = dx/dt$$



NB: La v est en avance de $T/4$ sur le déplacement.

③ Différence entre la v et la célérité

v : vitesse vibratoire des particules

c : célérité de l'onde sonore

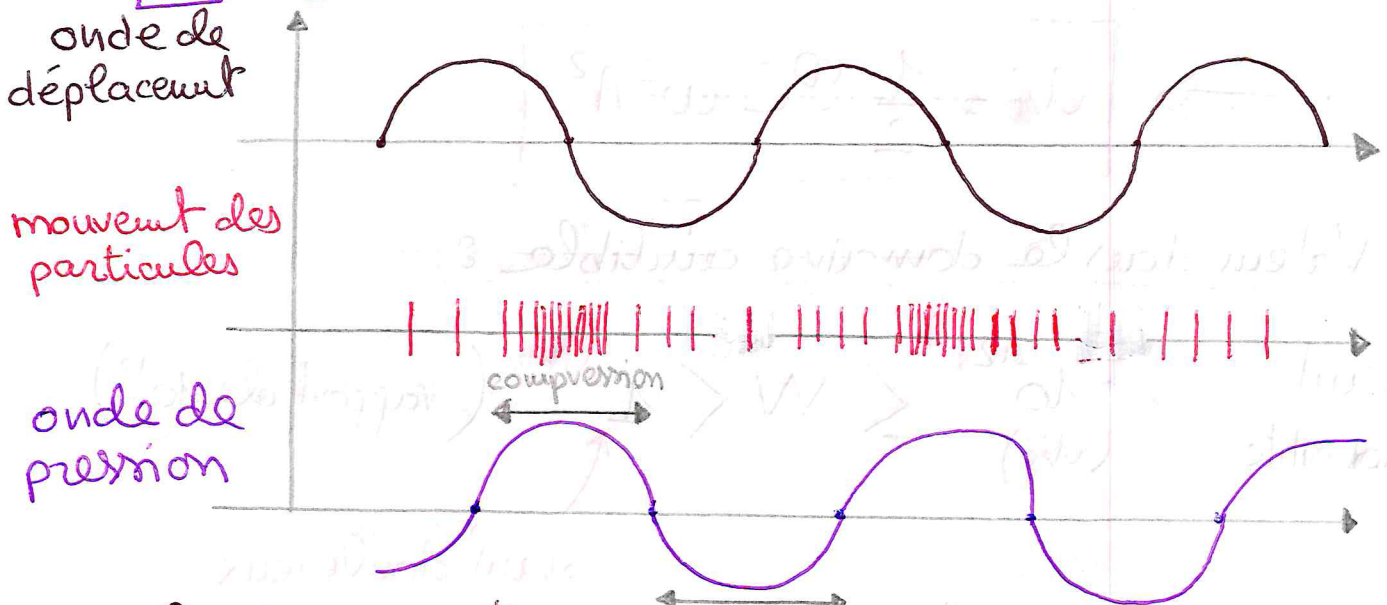
> la vitesse vibratoire est sinusoïdale et change en fonction de temps $v = A\omega \sin \omega \left(t + \frac{T}{4} \right)$

> La célérité est constante dans le même milieu

• $c_{air} = 330 \text{ m/s}$ • $c_{eau} = 1450 \text{ m/s}$

• $c_{os} = 3300 \text{ m/s}$

b) Pression - puissance - impédance acoustique



1- Pression acoustique

$$P = v \cdot \rho \cdot c \leftarrow \text{célérité}$$

↑
vitesse

↑
masse volumique
du milieu

$$2 \times 10^{-5} \text{ Pas} < P < 20 \text{ Pas}$$

varie dans un
rapport de 10^6

2 - Impédance acoustique

o grandeur qui caractérise un milieu, c'est la résistance d'un milieu par rapport à l'onde sonore

$Z = \rho \cdot c$

ou bien

$Z = \frac{P}{v}$

3 Puissance acoustique

$W = P_{(pression)} \cdot v$ (vitesse vibratoire)

$W = v \cdot \rho \cdot c \cdot v = v^2 \rho c$

NB: vitesse moy $\Rightarrow v^2 = \frac{1}{2} \omega^2 A^2$

$\Rightarrow W = \frac{1}{2} \rho c \omega^2 A^2$

o Valeurs dans le domaine audible :

seuil d'audibilité $\rightarrow 10^{-12}$ (W₀) $< W < 1$ $\frac{Watt}{m^2}$ (rapport de 10^{12})
seuil douloureux

$L_w = 10 \log \left[\frac{W}{W_0} \right]$ dB

l'échelle varie de [0 à 120 dB]

o la mesure se fait tjr par comparaison avec un son de référence $W_0 = 10^{-12}$ watt/m²

si $W = 10^{-12}$ watt/m² $\Rightarrow |L = 0 \text{ dB}|$

puissance acoustique et nv sonore

5

- Puissance acoustique est une valeur caractéristique de chaque source sonore (Haut-parleur - machine ...)
- nv sonore c'est le dB qu'on entend
ça dépend de l'éloignement de la source

ex°



la superposition de 2 sons

ex°

2 sons L = 100 dB

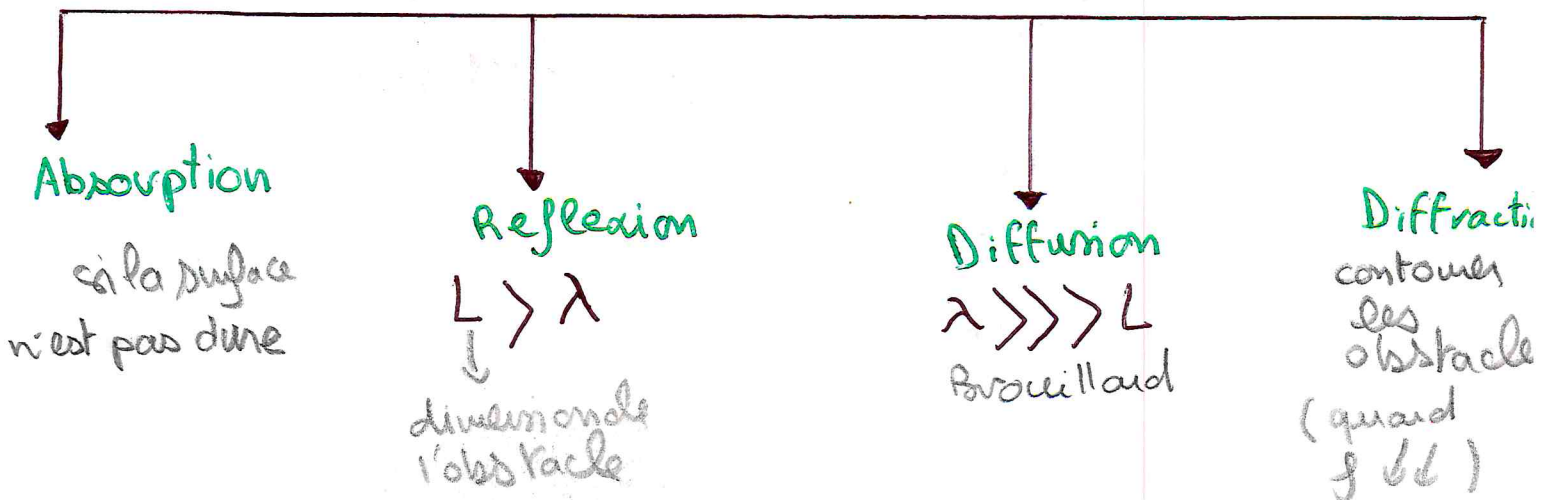
$$L_s = 10 \log \left[\frac{2W}{W_0} \right] = 10 \log 2 + 10 \log \frac{W}{W_0}$$

$$L_s = 3 + L$$

2 sons L = -2 dB

$$L_s = 3 + L = 1 \text{ dB}$$

C - Propriété de l'onde sonore



NB:

$$R = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

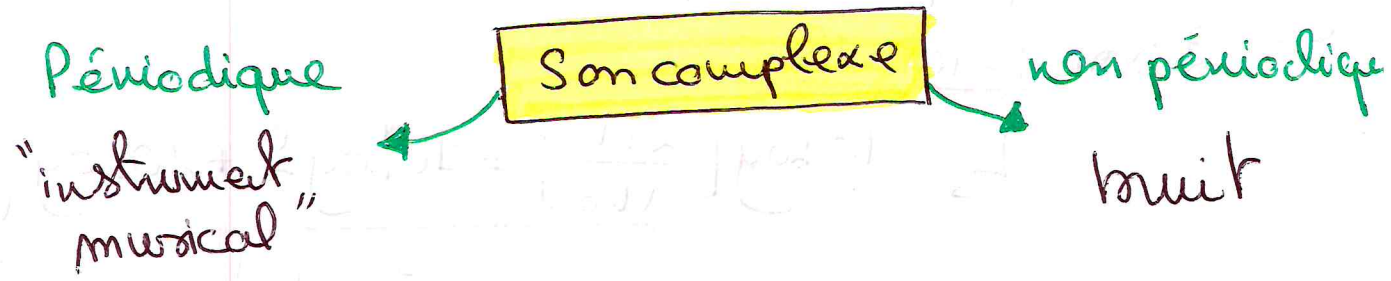
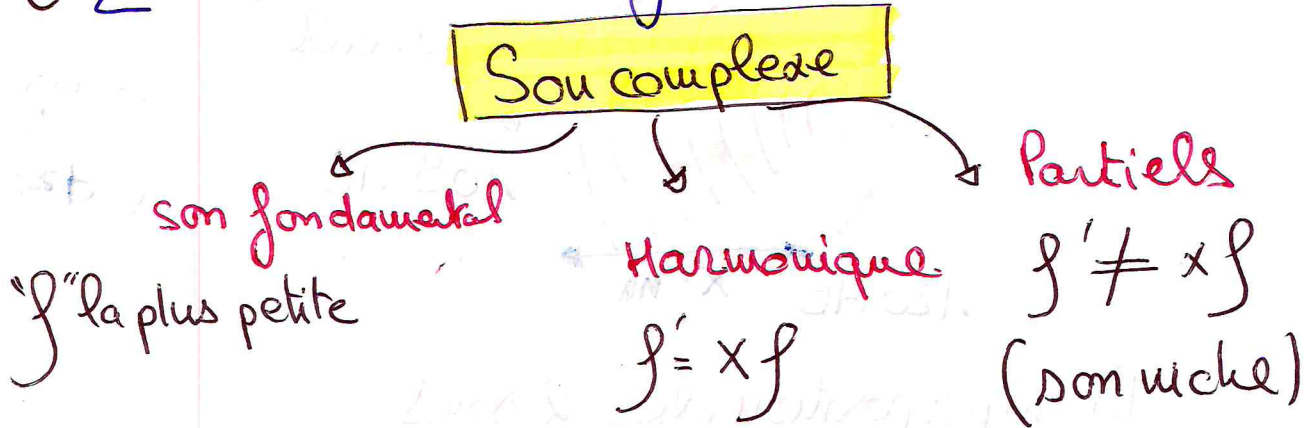
coefficient de réflexion 6

$$T = 1 - R$$

coefficient de Transmission

B - Son complexe

⊙ Σ de son avec "f" et amplitude différentes



II - Phénomène objectifs de l'audition

7

vibration acoustique

↓
Capteur

OM - OE

↓
ADAPTATEUR
D'IMPEDENCE

(OM)

↓
TRANS DUCTEUR
(OI)

↓
CO DAGE

↓
TRANSMETTEUR
(neufs)

↓
Interprétation
(cortex)

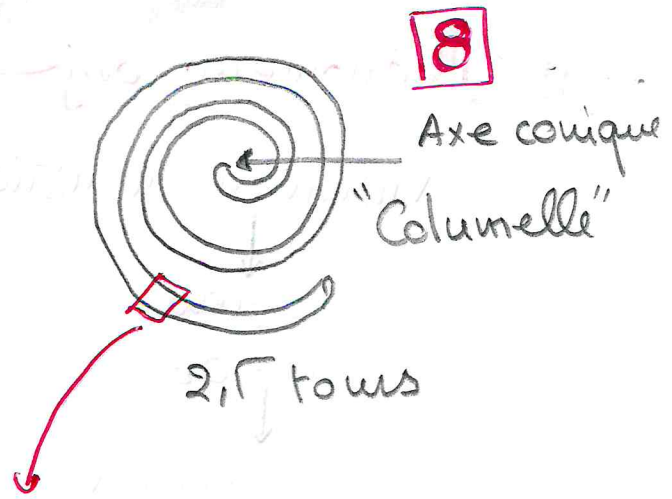
OS du crâne
conduction osseuse

→ sensation

Oreille	Composition	Rôles
O. E	+ Pavillon + conduit auditif ext	+ Capteur
O. M	+ Tympan + chaîne des osselets (malleus - incus - stapes) (marteau - enclume - étrier)	+ accommodation + Protection contre les sons intense + localisation spatiale des son
O. I	+ Canaux semi-circulaires osseuse + le vestibule + Cochlée	+ transduction : signal physique → signal nerveux

Chaîne auditive

La Cochlée :

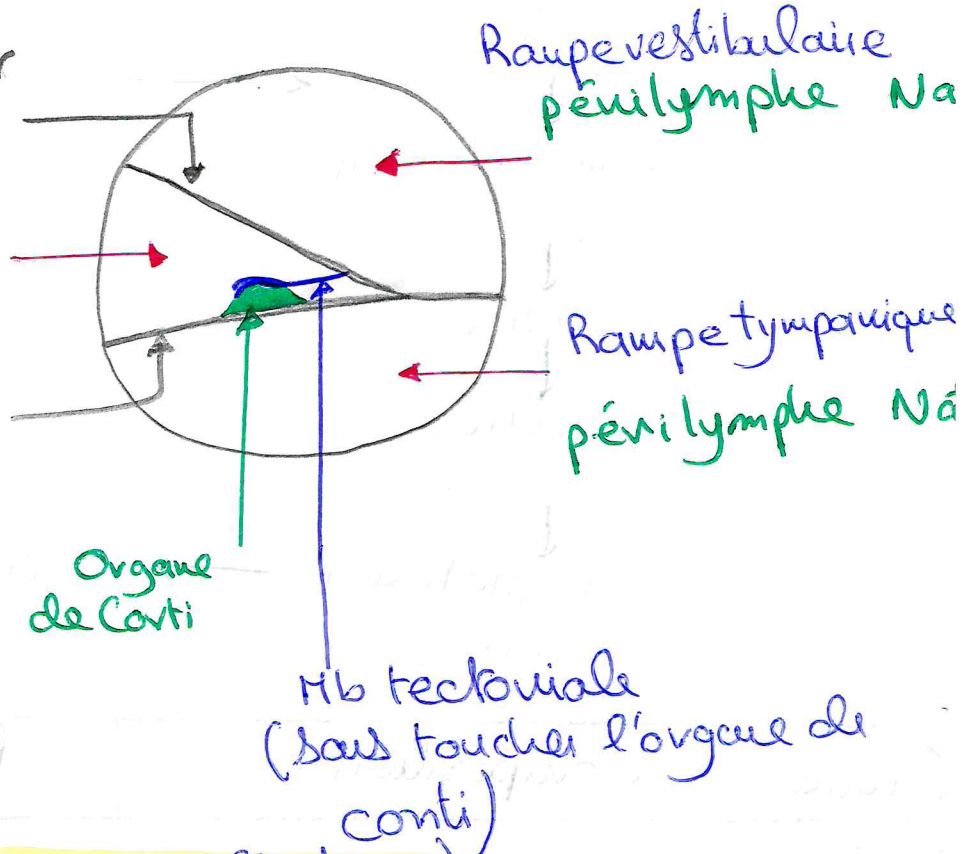


L'ORGANE de CORTI :

Mb de Reissner

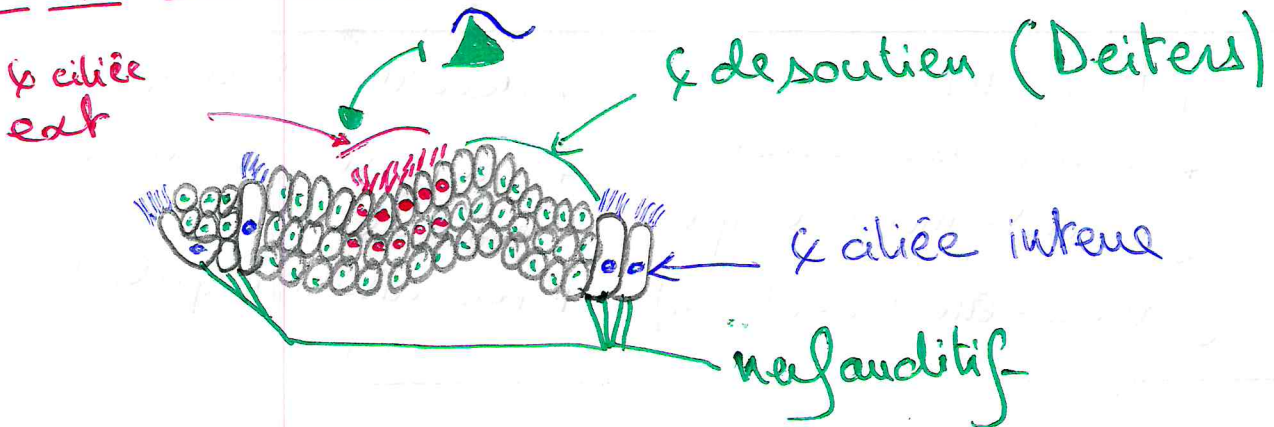
Canal Cochléaire
"endolymphe" K^+

Mb basilaire
(Aped)



Shemp
COWS

Les ciliées (se renouvellent pas)



ciliée int : origine du potentiel cochléaire
NB : en cas d'atteinte : surdité de perception.

Otb basilaire et ses vibrations

[9]

- $f \uparrow \uparrow$ → vibration de la base de la cochlée
- $f \downarrow \downarrow$ → vibration de l'apex de la cochlée

- Quand la Otb basilaire vibre, les cils des ξ sont étirés et le potentiel est engendré.

III - Phénomène subjectif de l'audition

Touie - Souie - Timbre

Touie : sensation aigüe ou grave d'un son.
exprimé en "Hz"

- il faut 8 Hz de différence pour pouvoir entendre 2 sons de même intensité [500-8000 Hz]

juste dans cette interval

Diplacoursie : entendre le même son avec hauteurs différentes (une ou deux oreilles)

scotome : champ auditif $\downarrow \downarrow$

Ouille absolue : qlq qui peut reconnaître un son ou une note en fonction de sa fréquence

Sonie

10

o Puissance acoustique ou amplitude du son.

le seuil auditif :

0 dB \leftarrow S \leftarrow 120 dB
 \longleftrightarrow
champ auditif
total

NB :

0 dB \longleftarrow 1000 Hz
30-40 Hz \longleftarrow > 60 dB
16000 Hz \longleftarrow le seuil est de
20 dB sinon
ça devient douloureux.

Timbre

- différencier 2 sons de même amplitude

Autres qualité du son

- Effet masque
- fatigue auditive
- audition binoculaire