

1.1 L'oreille comme capteur (électro-)acoustique

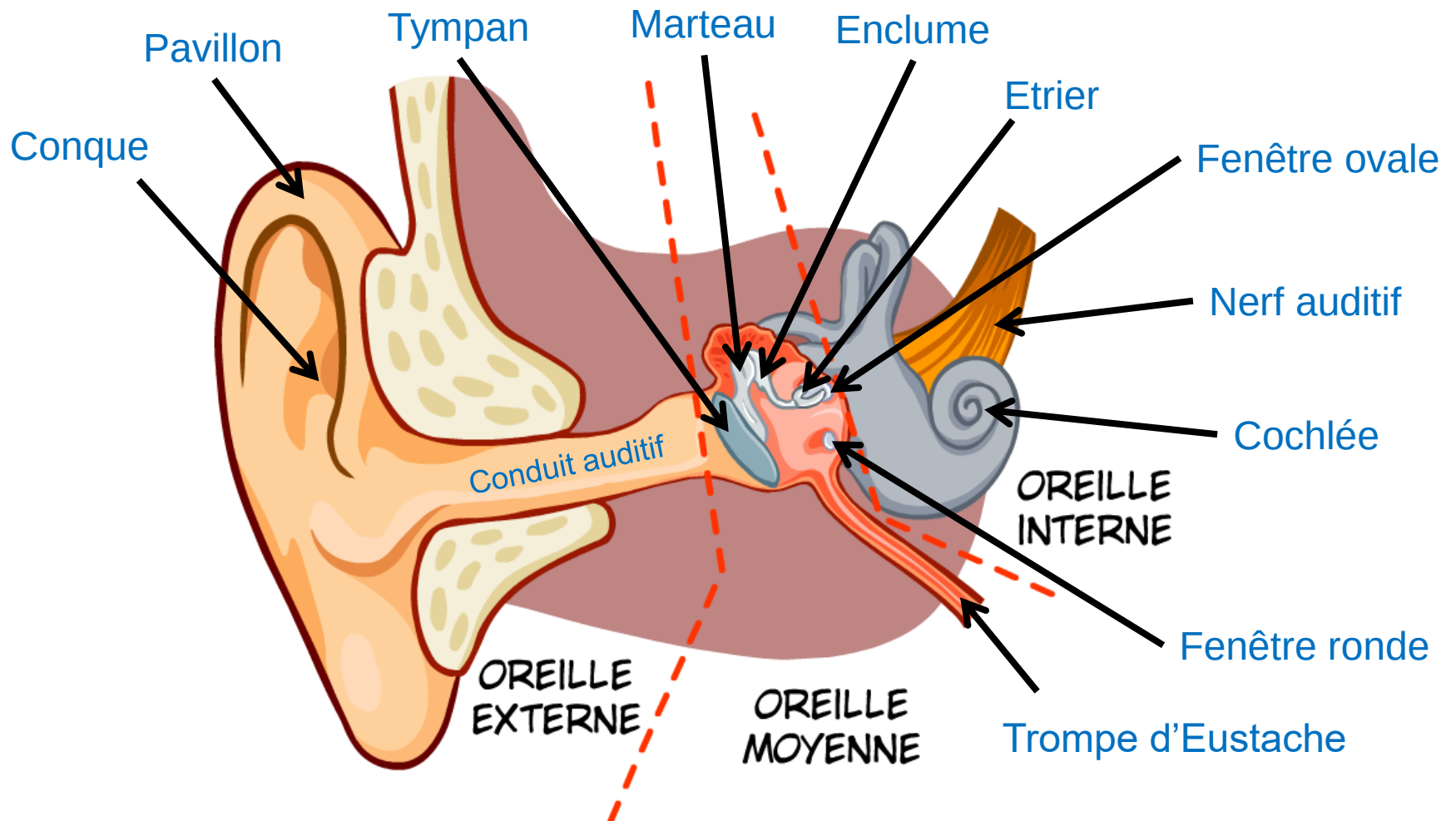


Introduction

Le **système auditif** est complexe et certains mécanismes sont loin d'être complètement compris

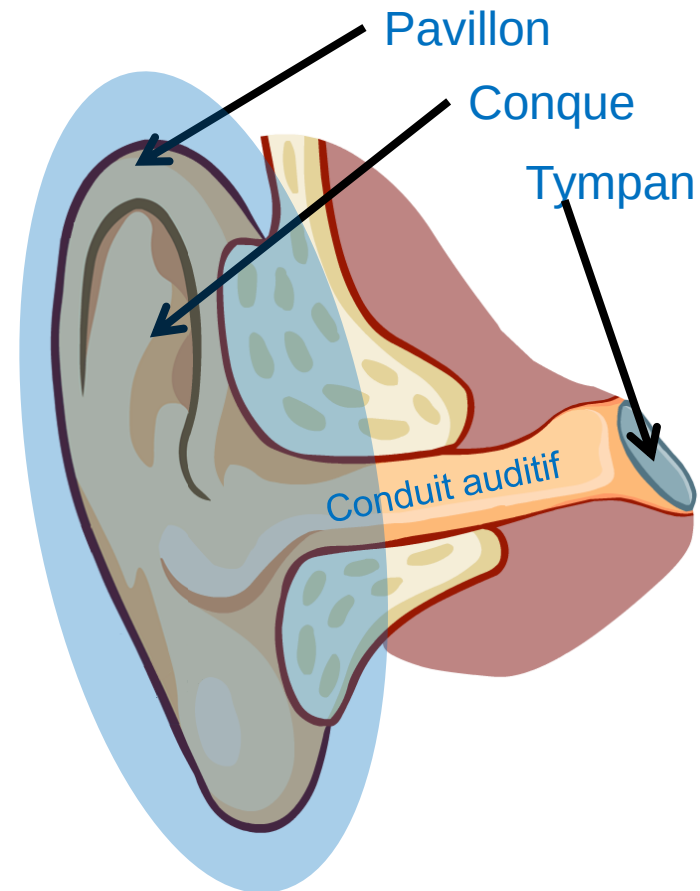
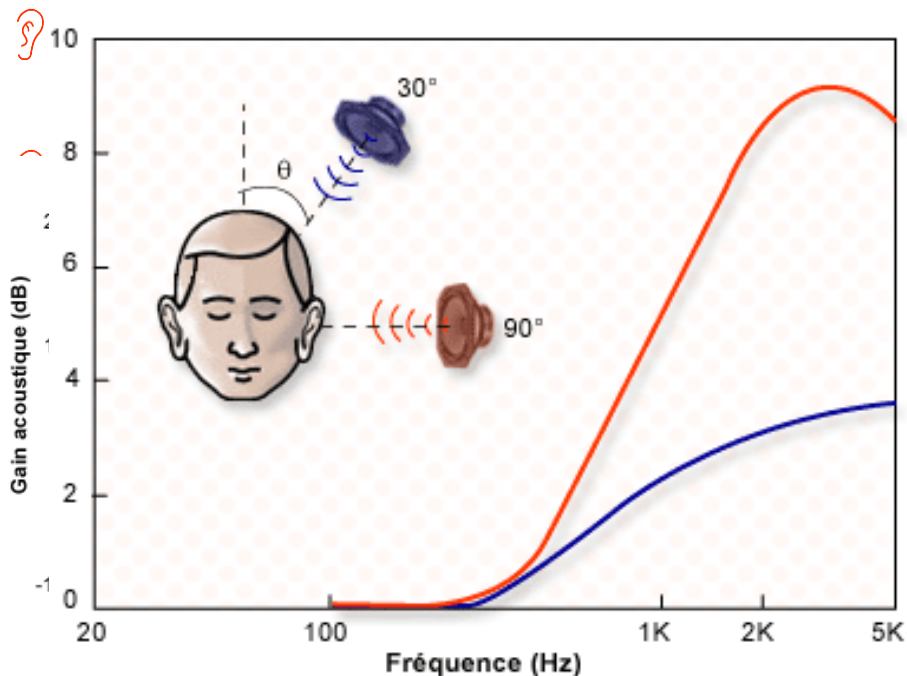
Ce chapitre présente, de manière très concise, la **morphologie** et le **comportement** du système auditif humain

L'oreille humaine



L'oreille externe

- Capte les sons « aériens »
- La diffraction sur le pavillon favorise la localisation (surtout en élévation)



Le tympan

- Animation

(<http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc, bpletsch@thomasdirect.com>)
(environ 0'55'')

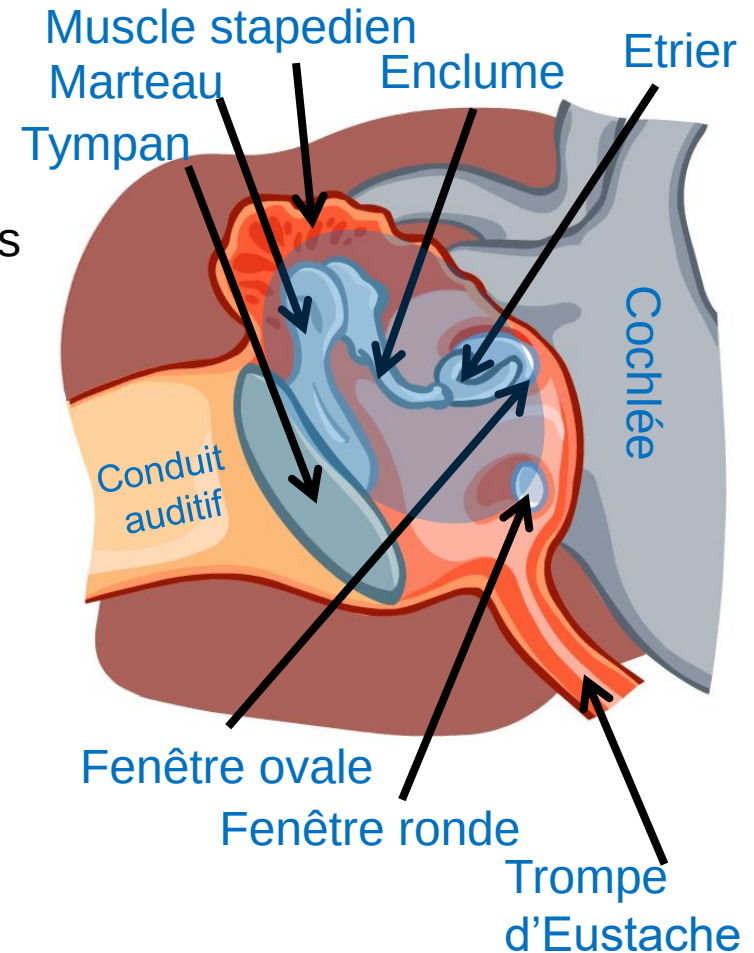
L'oreille moyenne

- Améliore la transmission du son (adaptation d'impédance) entre le canal auditif et la cochlée
- Le marteau, l'enclume and l'étrier sont les osselets
- Le muscle stapédien protège l'oreille
- Les osselets et les ligaments constituent une chaîne mécanique (masse-ressort-pertes)
- La trompe d'Eustache égalise les pressions statiques (entre oreilles interne/externe)
- L'ensemble des osselets effectuent une transmission mécanique vers la fenêtré ovale

Animation

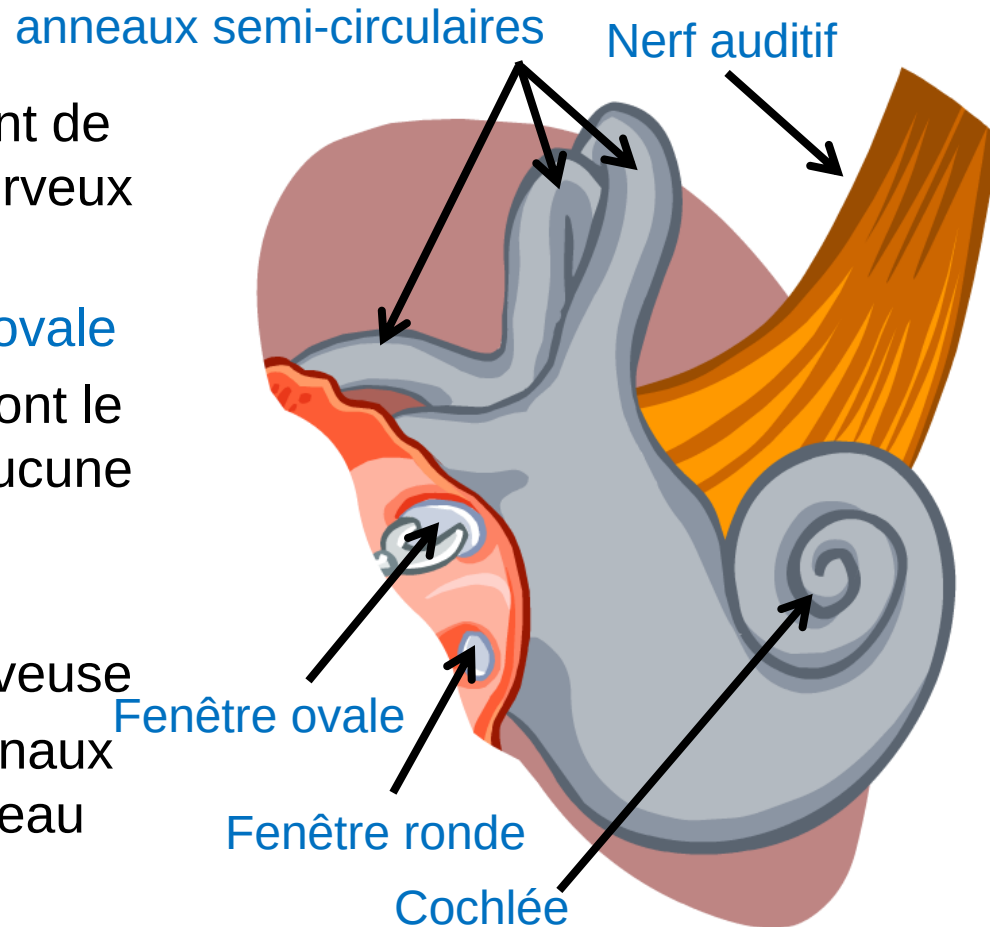
(<http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc>, bpletsch@thomasdirect.com)

(environ 1'30")

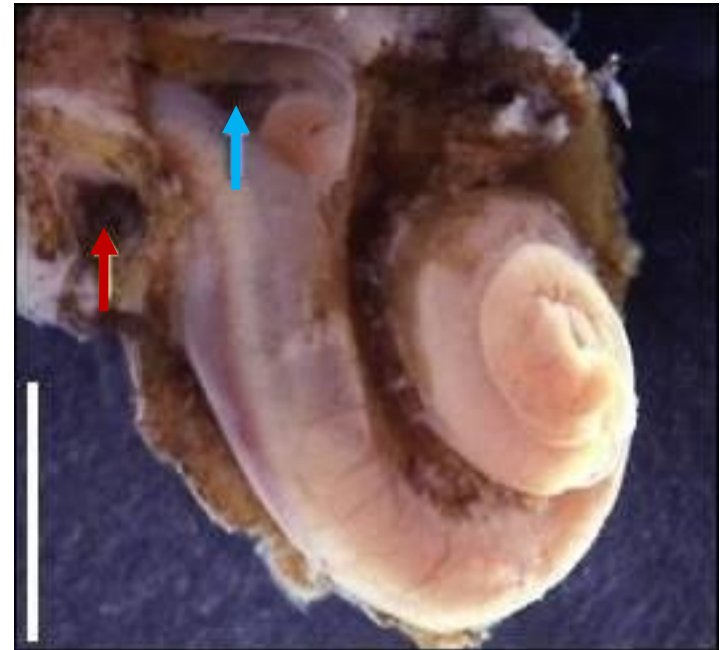


L'oreille interne

- 👂 Transforme l'information venant de l'oreille moyenne en stimuli nerveux
- 👂 La **fenêtre ronde** compense la pression venant de la **fenêtre ovale**
- 👂 La **anneaux semi-circulaires** sont le siège de l'équilibre. Ils n'ont aucune fonction auditive
- 👂 La **cochlée** code la pression acoustique en information nerveuse
- 👂 Le **nerf auditif** transmet les signaux nerveux de la **cochlée** au cerveau



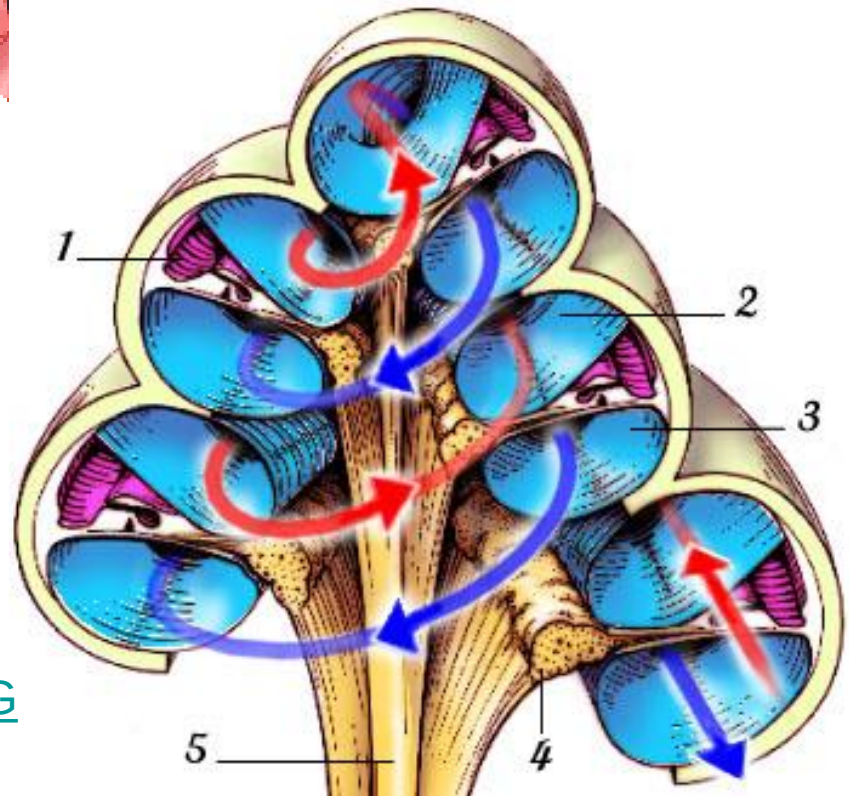
La cochlée



La cochlée



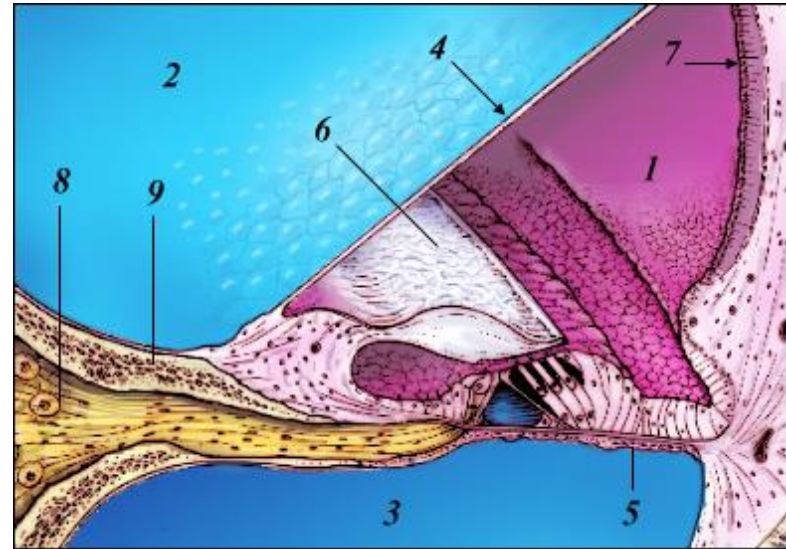
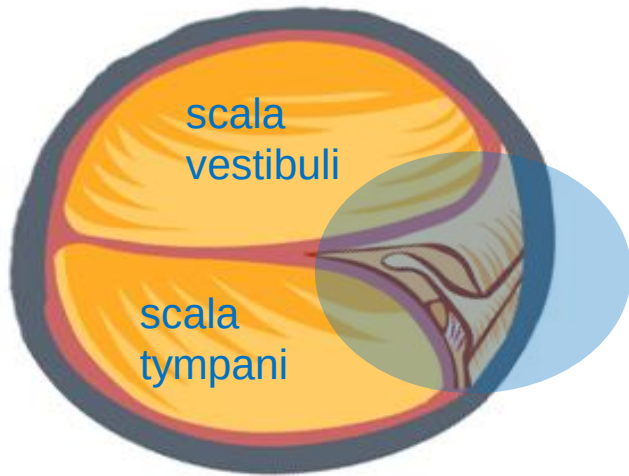
1. Rampe cochléaire
2. Rampe vestibulaire
3. Rampe tympanique
4. Organe de Corti
5. Nerf cochléaire



Animation

(<http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc>, bpletsch@thomasdirect.com)
(environ 4'00")

Rampe cochléaire



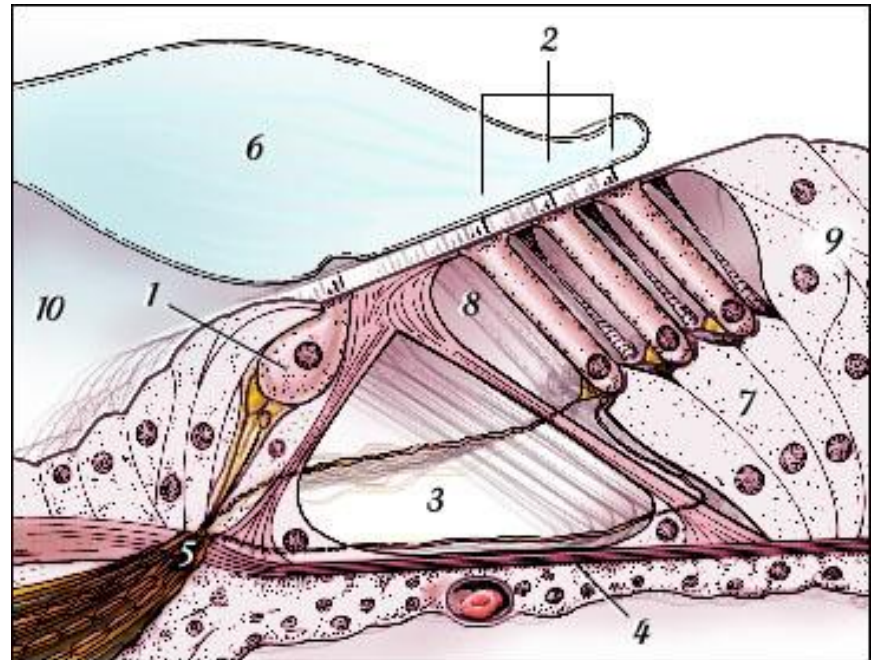
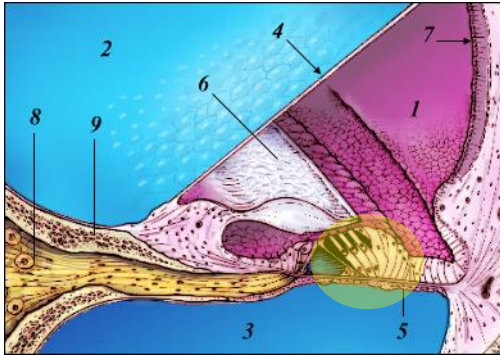
 Transmission hydro-mécanique
à la membrane basilaire

1. Scala media
2. Scala vestibuli
3. Scala tympani
4. Membrane de Reissner
5. Membrane basilaire
6. Membrane tectoriaie
7. Stria vascularis
8. Ganglion
9. Lame spinale

Organe de Corti

Animation

(http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc_bpletsch@thomasdirect.com, environ 5'00")



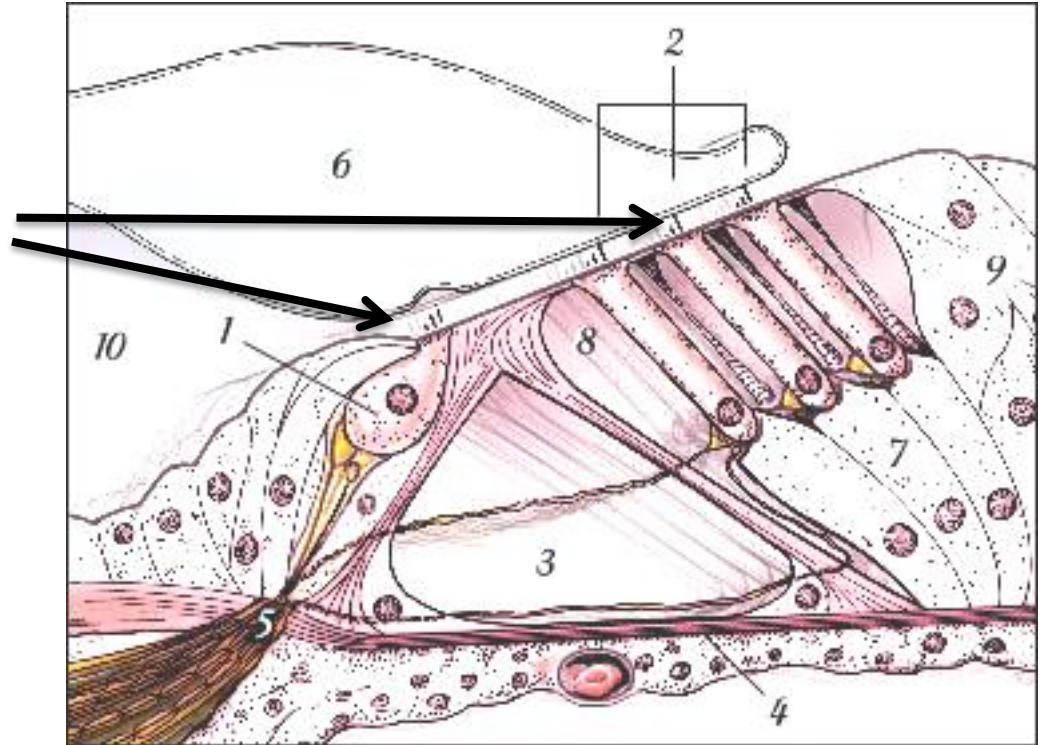
1. Cellules ciliées internes
2. Cellules ciliées externes
3. Tunnel
4. Membrane basilaire
5. Habenula perforata
6. Membrane tectoriaie
7. Cellules de Deiters
8. Espaces de Nuel
9. Cellules de Hensen
10. Sillon spiral interne



Transmission électro-chimique au niveau des cellules ciliées

Organe de Corti – cellules ciliées

- Les cellules sensorielles de la cochlée sont appelées cellules ciliées
- Elles ont une partie plate sur laquelle est dressée une touffe de stéréocils baignés dans l'endolymphe
- Schématiquement, chaque type de cellule ciliée, interne (IHCs) et externe (OHCs), diffère par sa forme et la distribution de stéréocils



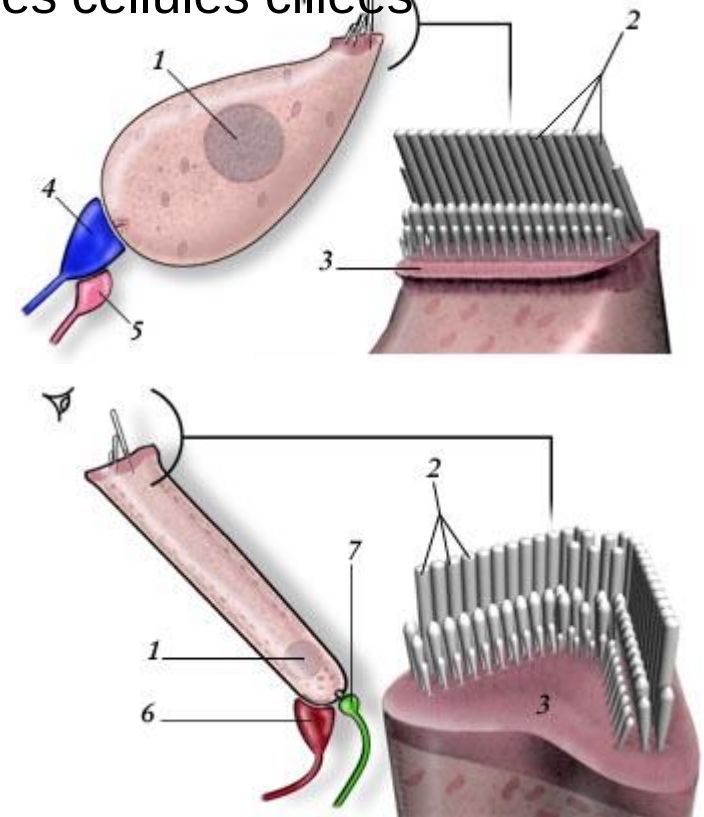
 **Transmission électro-chimique** au niveau des cellules ciliées

Hair cells

Transmission électro-chimique au niveau des cellules ciliées

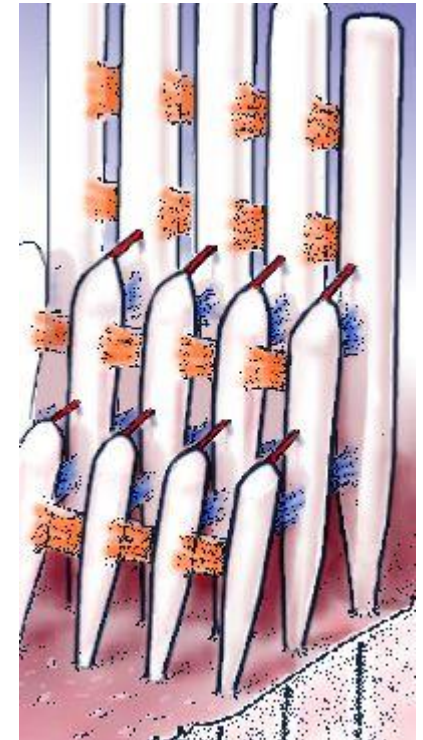
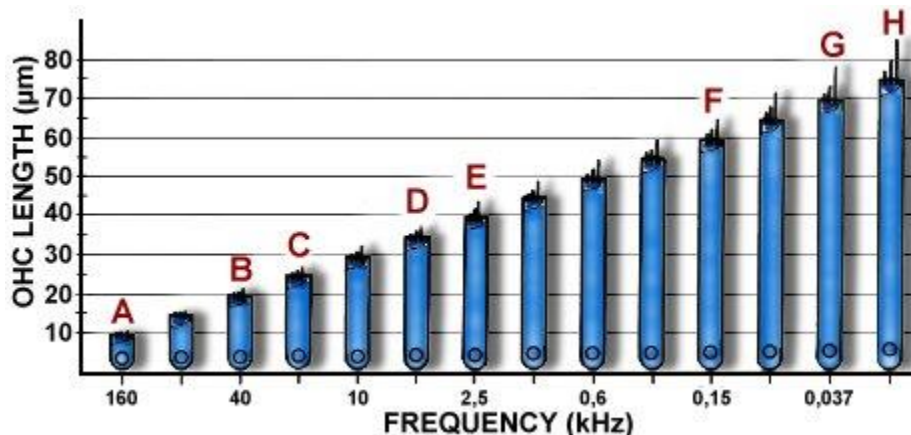
3,500 cellules ciliées internes (IHCs)

12,000 cellules ciliées externes (OHCs)

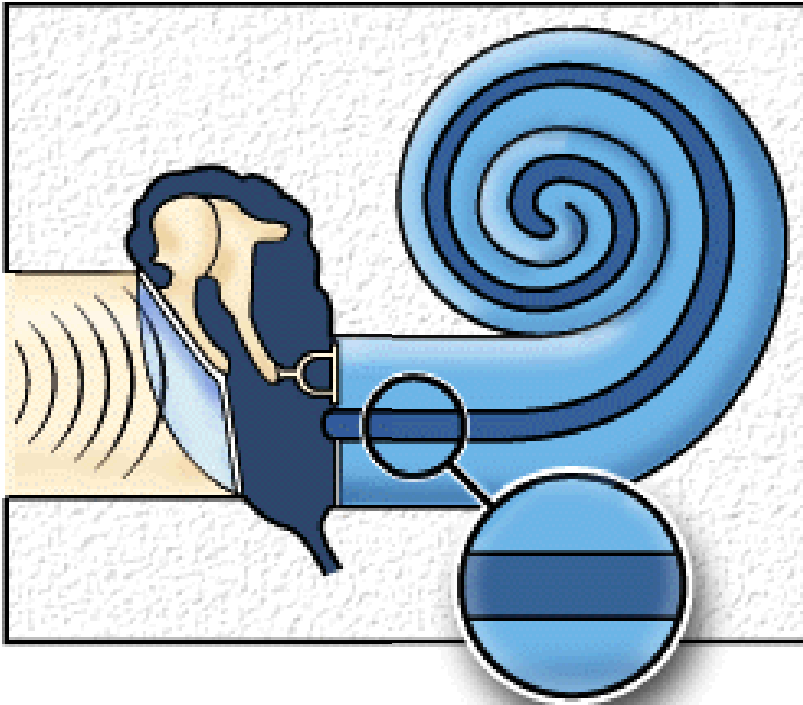


Cellules ciliées externes

- Les stéréocils (environ une centaine par cellule) sont généralement arrangés en 3 rangées de tailles progressives.
- En plus des petit liens (montré ici en rouge) qui permettent un mouvement vibratoire, les stéréociles sont également attachés par des lines transverses, dans chaque rangées et aussi entre rangées.



Membrane basilaire



Amplitude des mouvements
aux hautes fréquences

Animation

(<http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc>, bpletsch@thomasdirect.com)

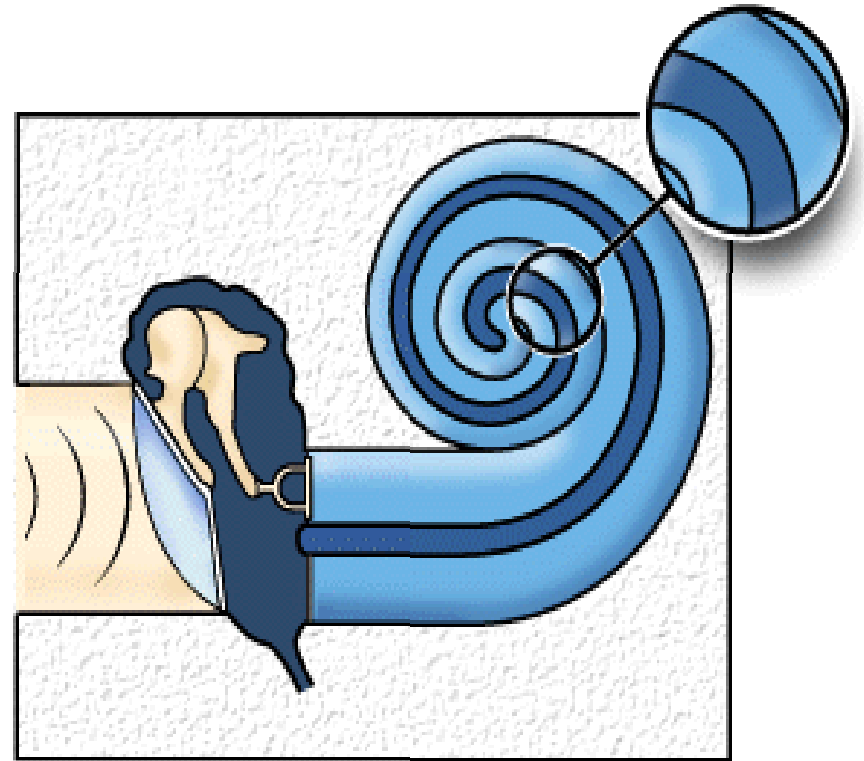
(environ 5'30")

Membrane basilaire

Amplitude des mouvements
aux basses fréquences

Animation

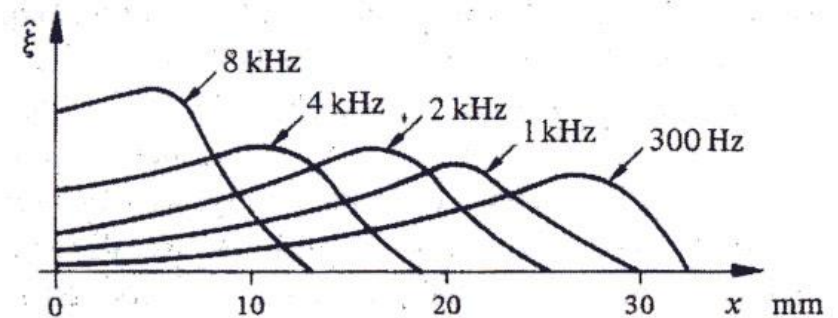
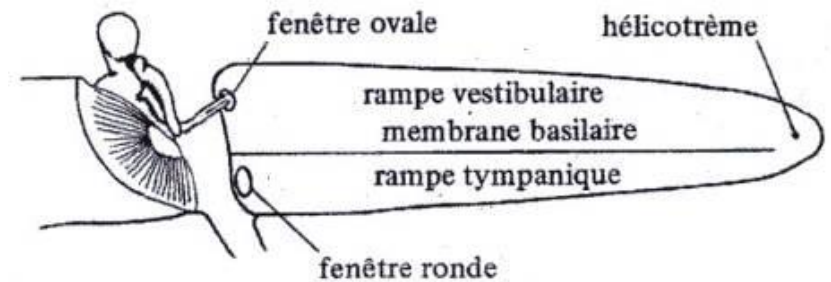
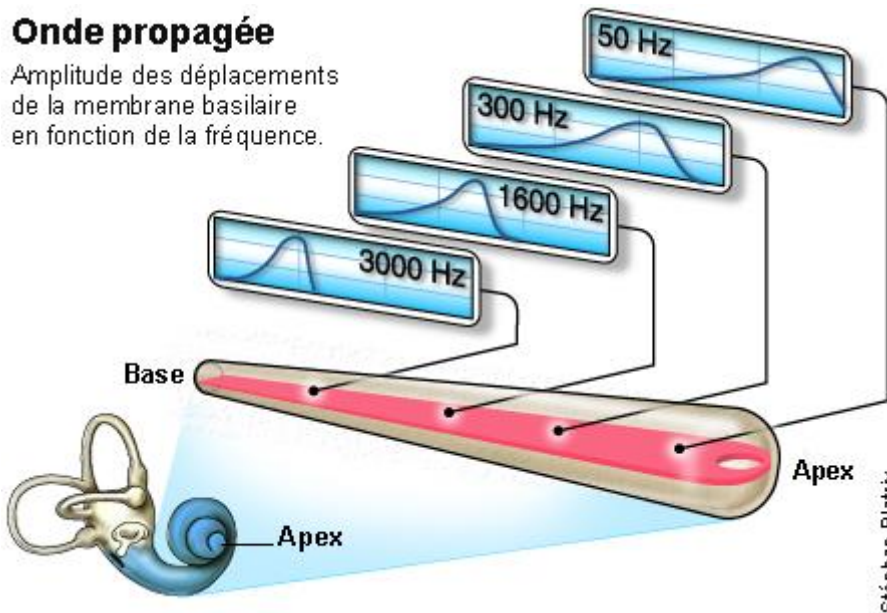
(<http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc>, bpletsch@thomasdirect.com)
(environ 5'30'')



Membrane basilaire

Onde propagée

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

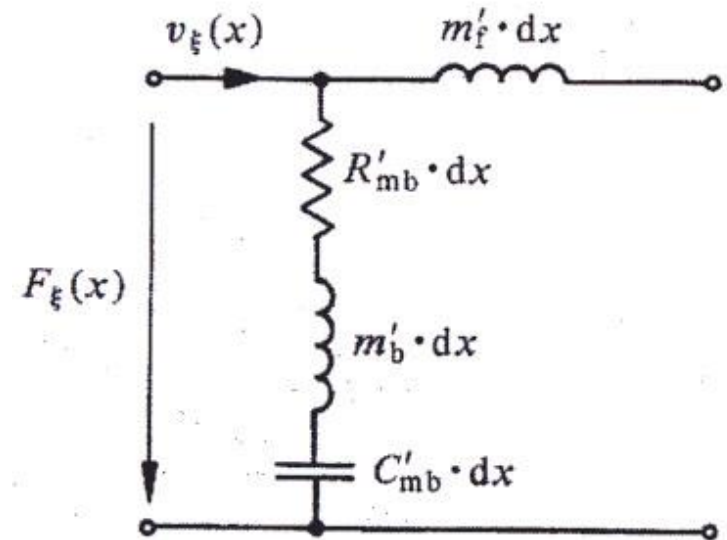


Courbes de von Békésy

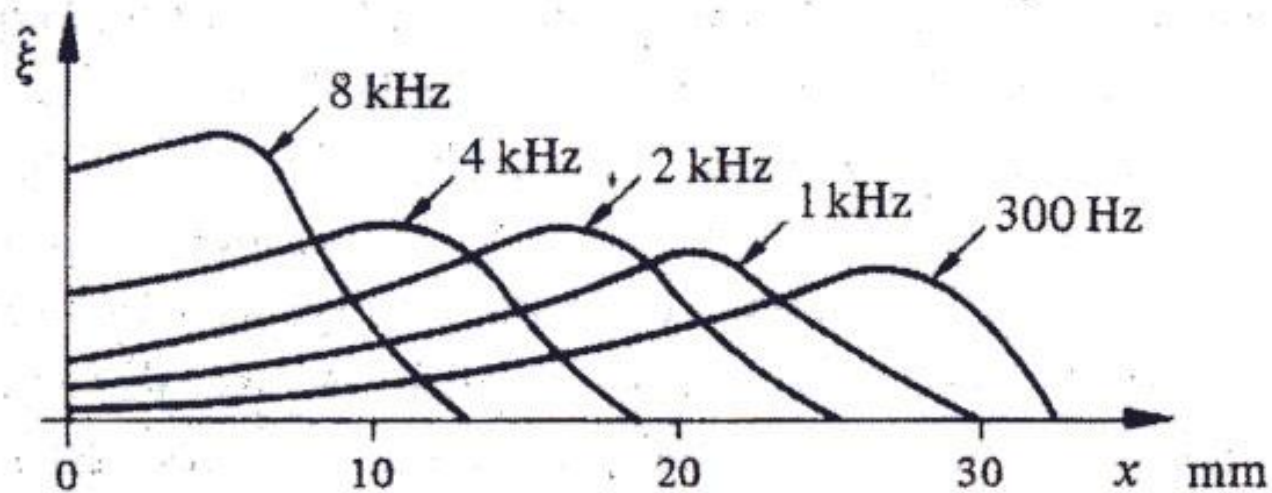
Modèle de la cochlée

Modèle simple: ligne de transmission
element dx de membrane:

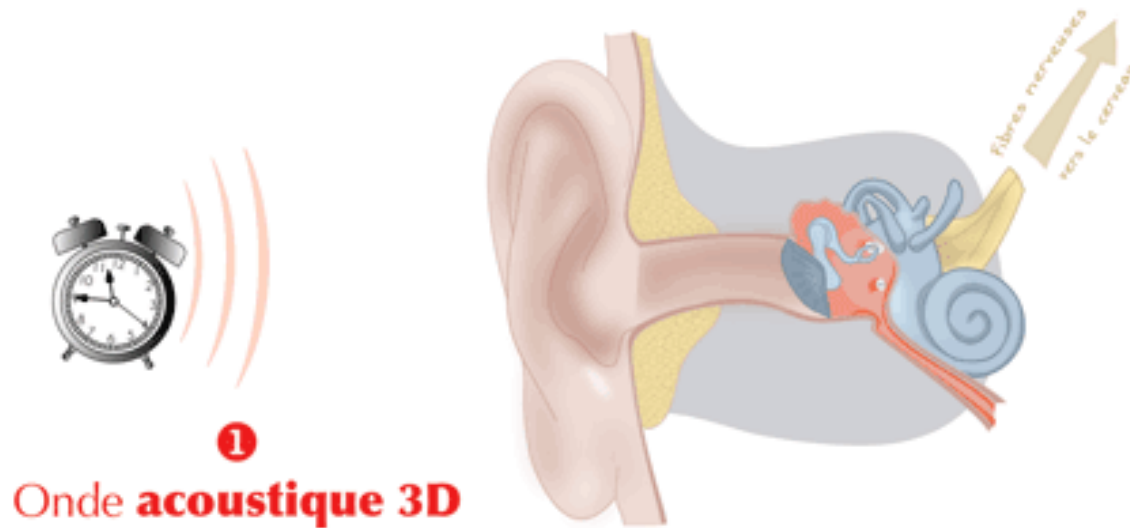
- résistance linéique R'_{mb} (pertes)
- masse linéique m'_b
- « compliance » linéique C'_{mb} (élasticité de la membrane) – dépend de x !!!
- masse linéique de fluide m'_f



Membrane basilaire



L'oreille comme système électroacoustique



Droits: Eric Bavu,CNAM

More animation: <http://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc>