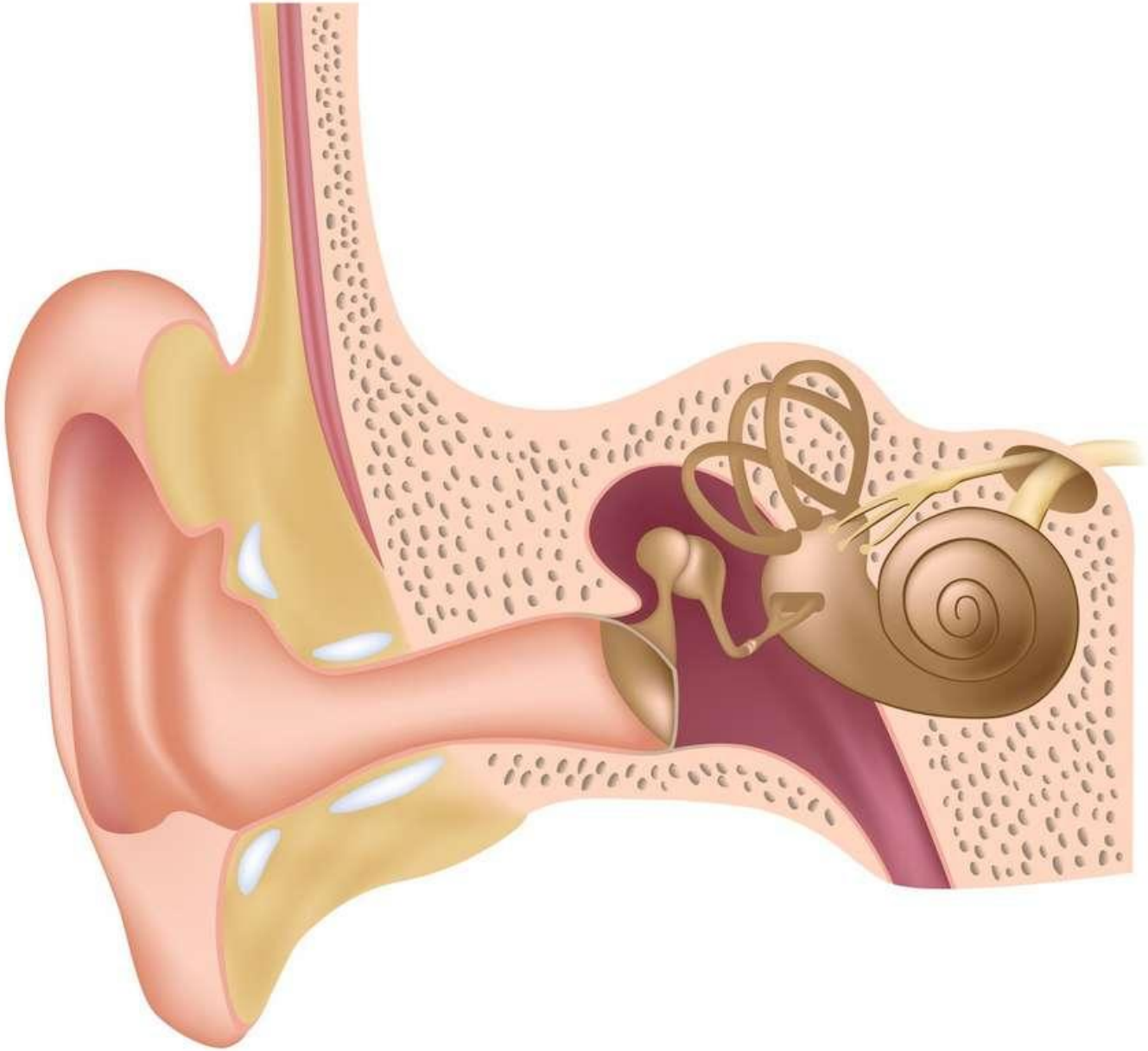
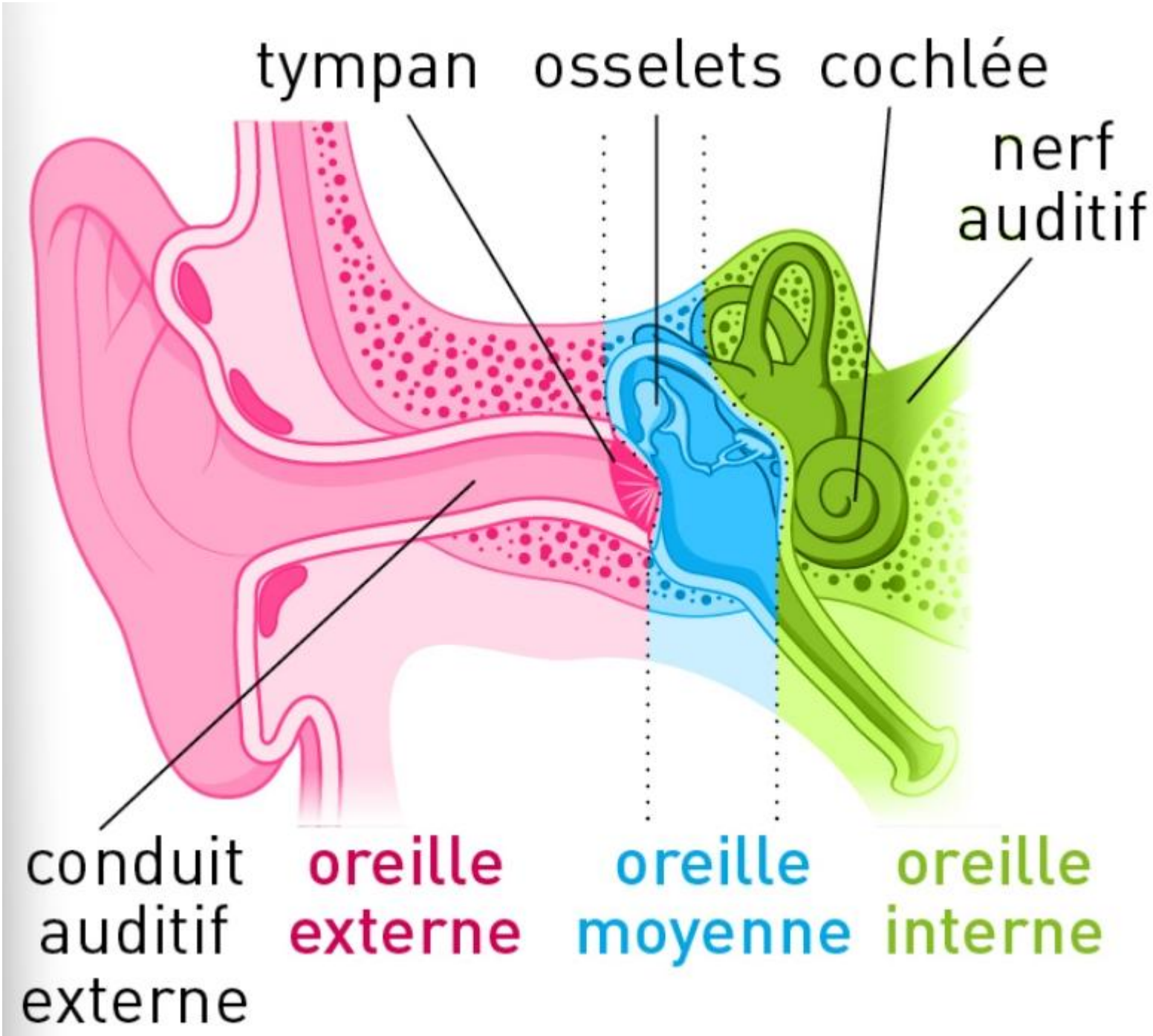
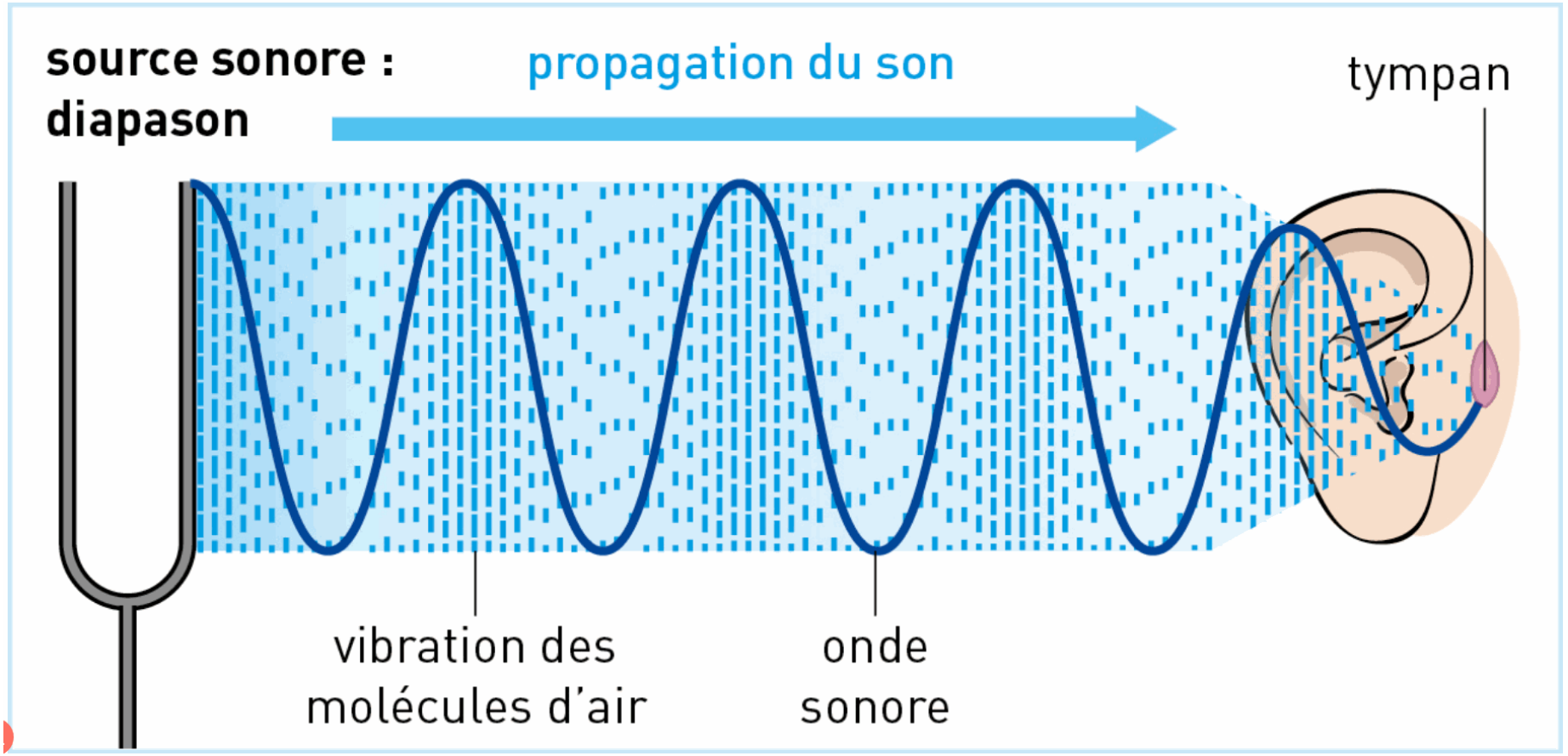
Thème : Son et musique, porteurs d'information

Chapitre 4: Entendre la musique

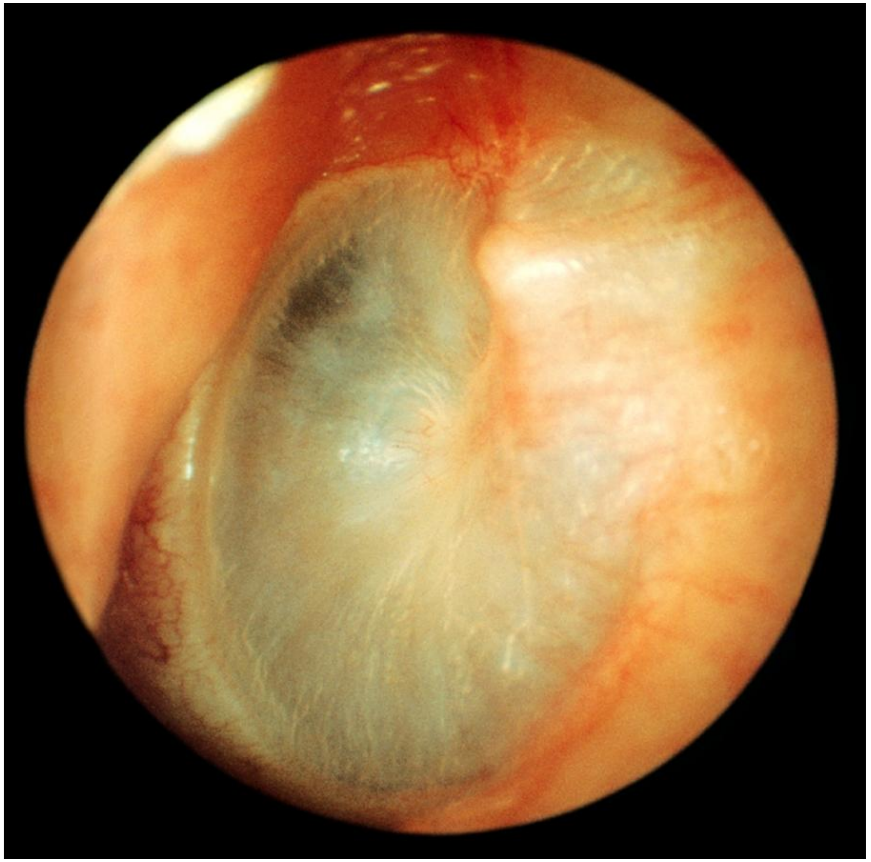
I – L'oreille est l'organe sensoriel de l'audition : L'oreille externe canalise les sons du milieu extérieur (vibration de l'air) vers le tympan qui se met à vibrer. Ces vibrations sont transmises jusqu'à l'oreille interne par l'intermédiaire de l'oreille moyenne. Au niveau de l'oreille interne, les vibrations reçues sont transformées en message nerveux qui se dirige vers le cerveau.



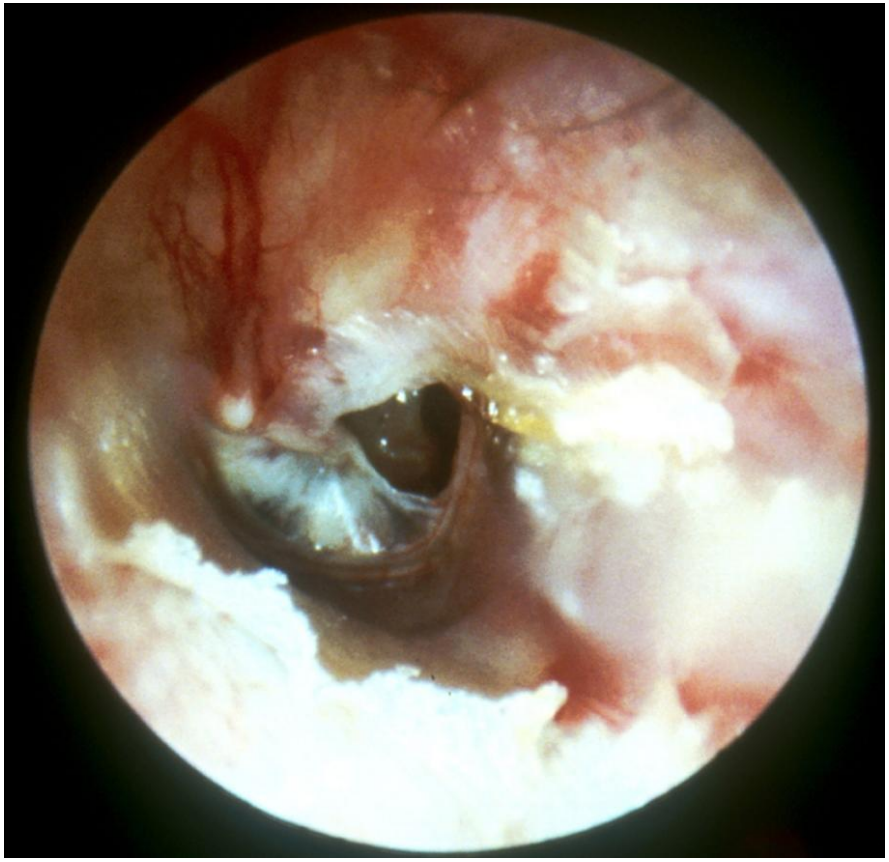

tympan
osselets
cochlée
nerf auditif
conduit auditif externe
oreille externe
oreille moyenne
oreille interne

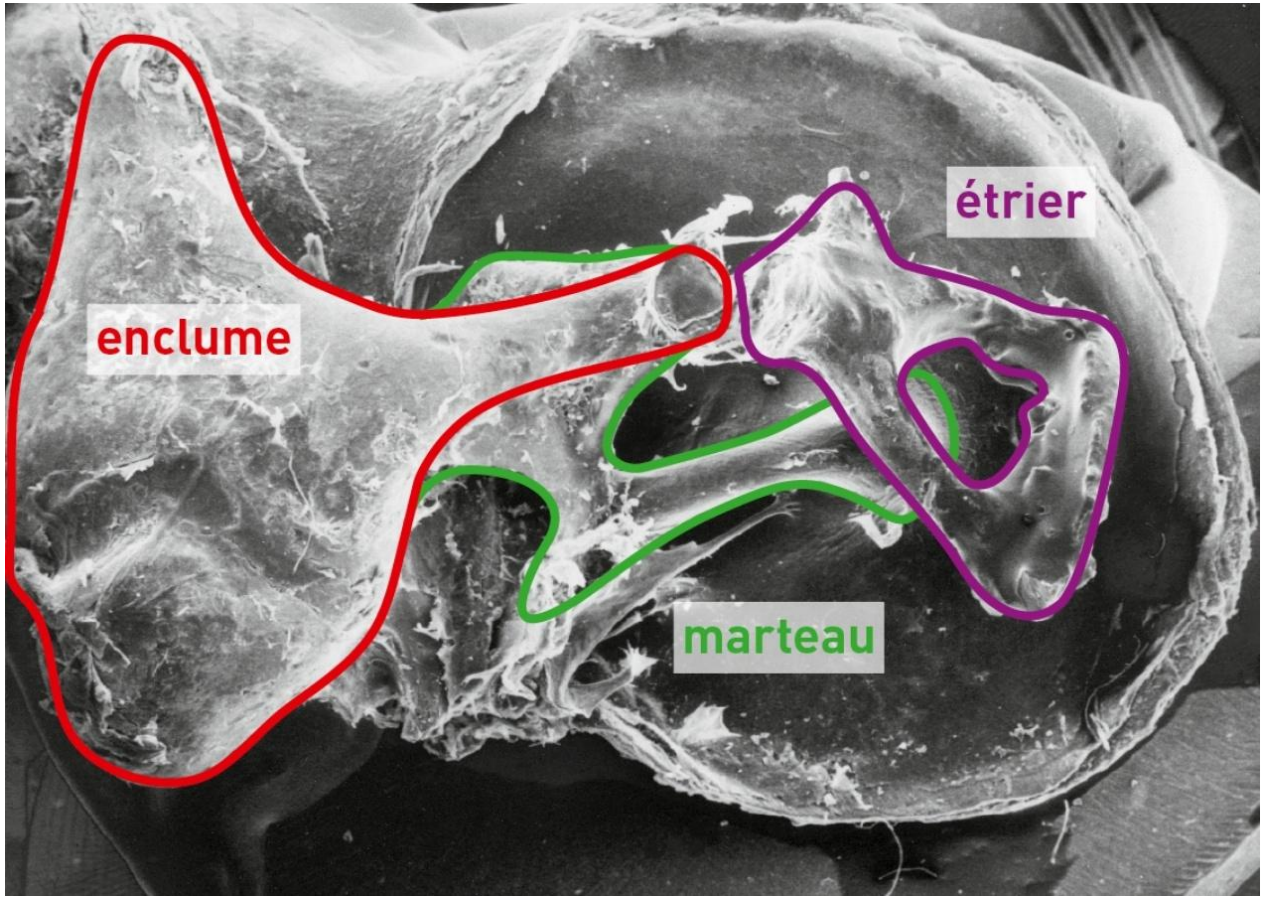

source sonore :
diapason
propagation du son
tympan
vibration des
molécules d'air
onde
sonore

Tympan normal



Tympan perforé





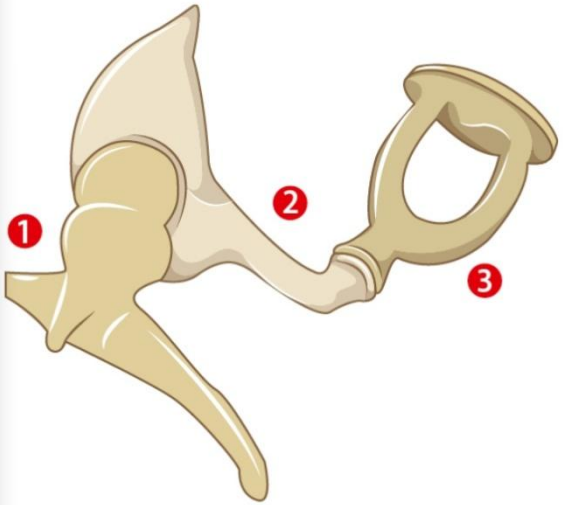
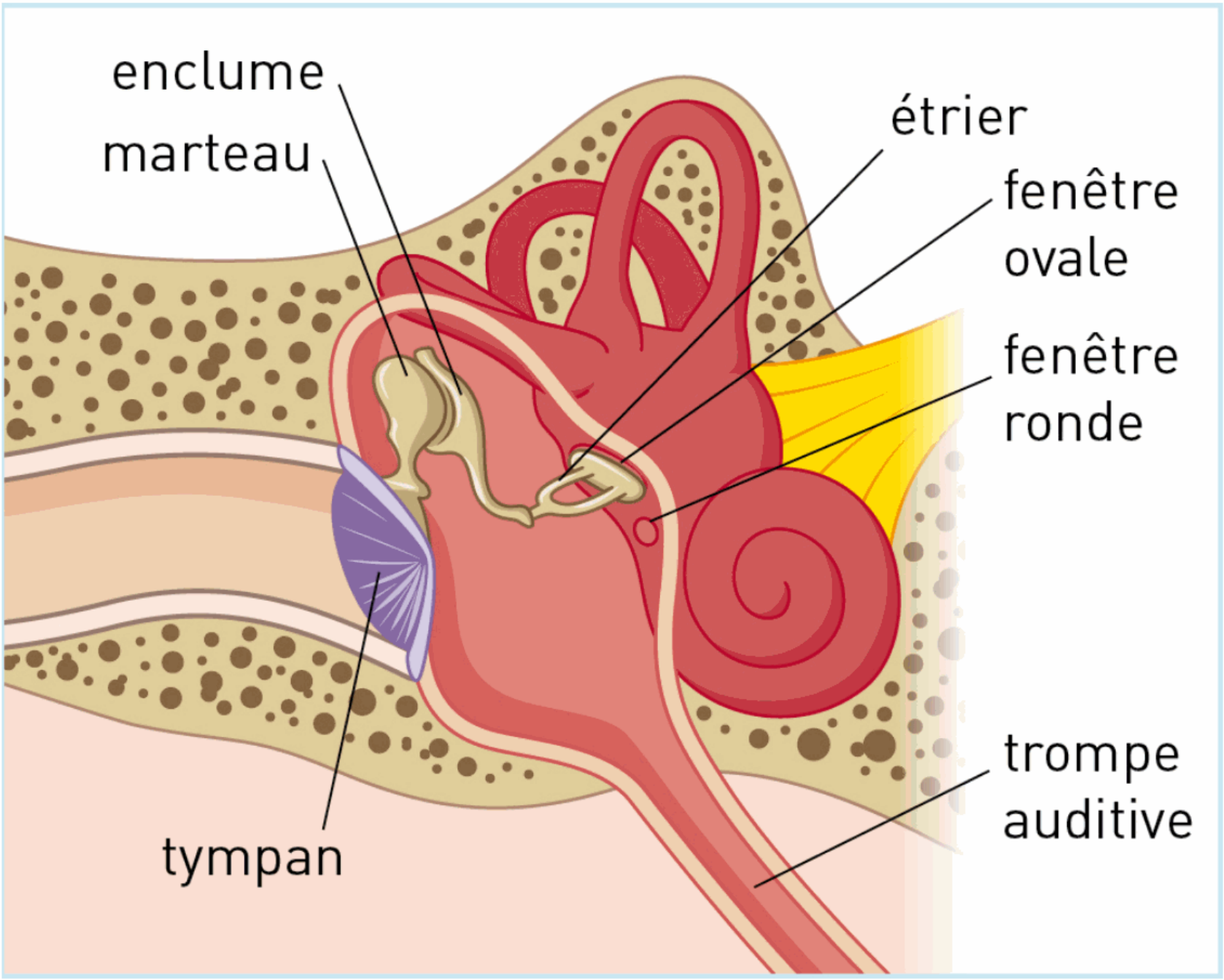
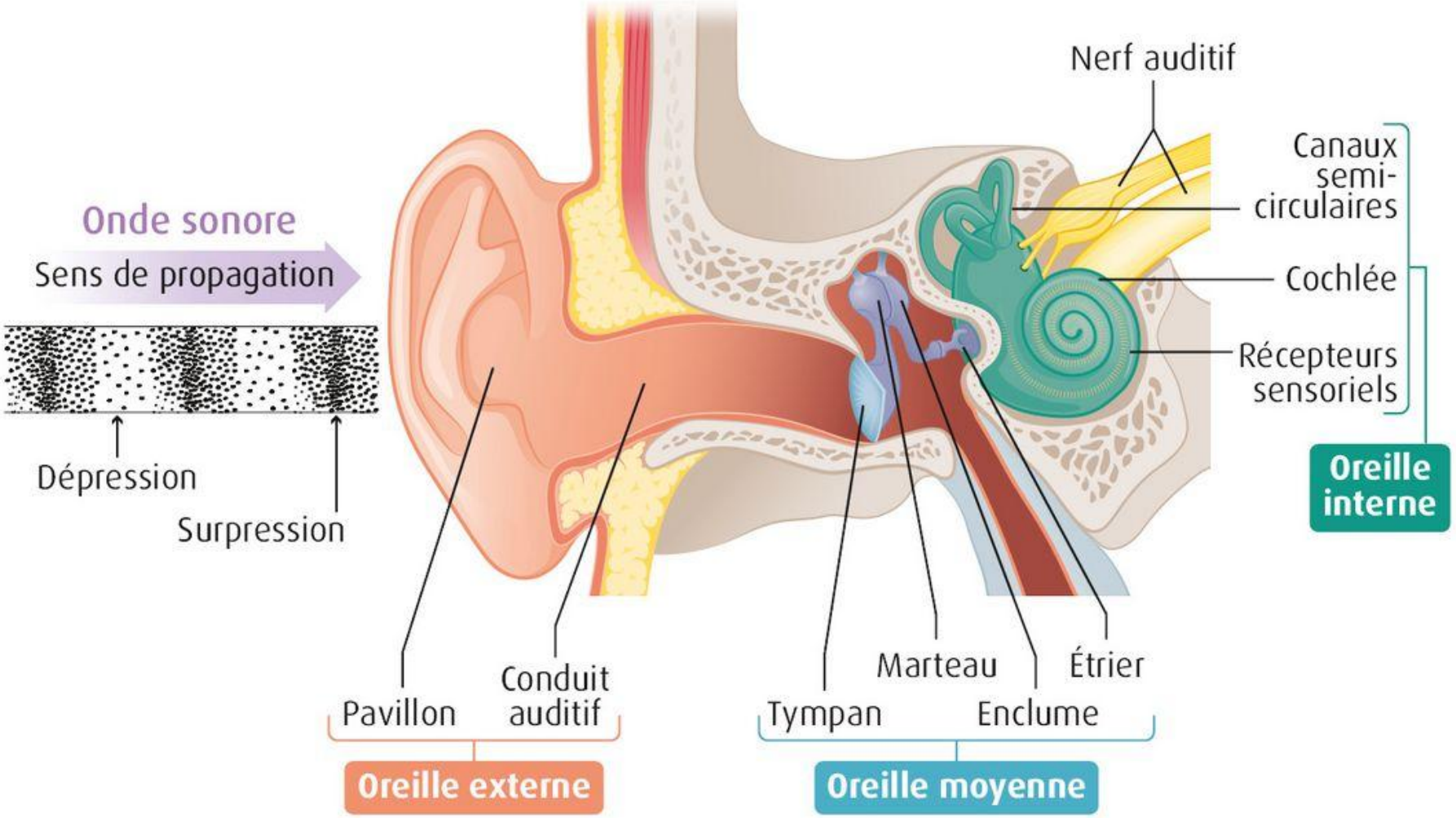


Fig. 2 : Les 3 osselets, marteau ❶, enclume ❷ et étrier ❸ ont été nommés ainsi du fait de leur forme.


enclume
marteau
étrier
fenêtre ovale
fenêtre ronde
tympan
trompe auditive



© Belin Éducation/Humensis, 2019 Enseignement scientifique 1re
© Amandine Wanert

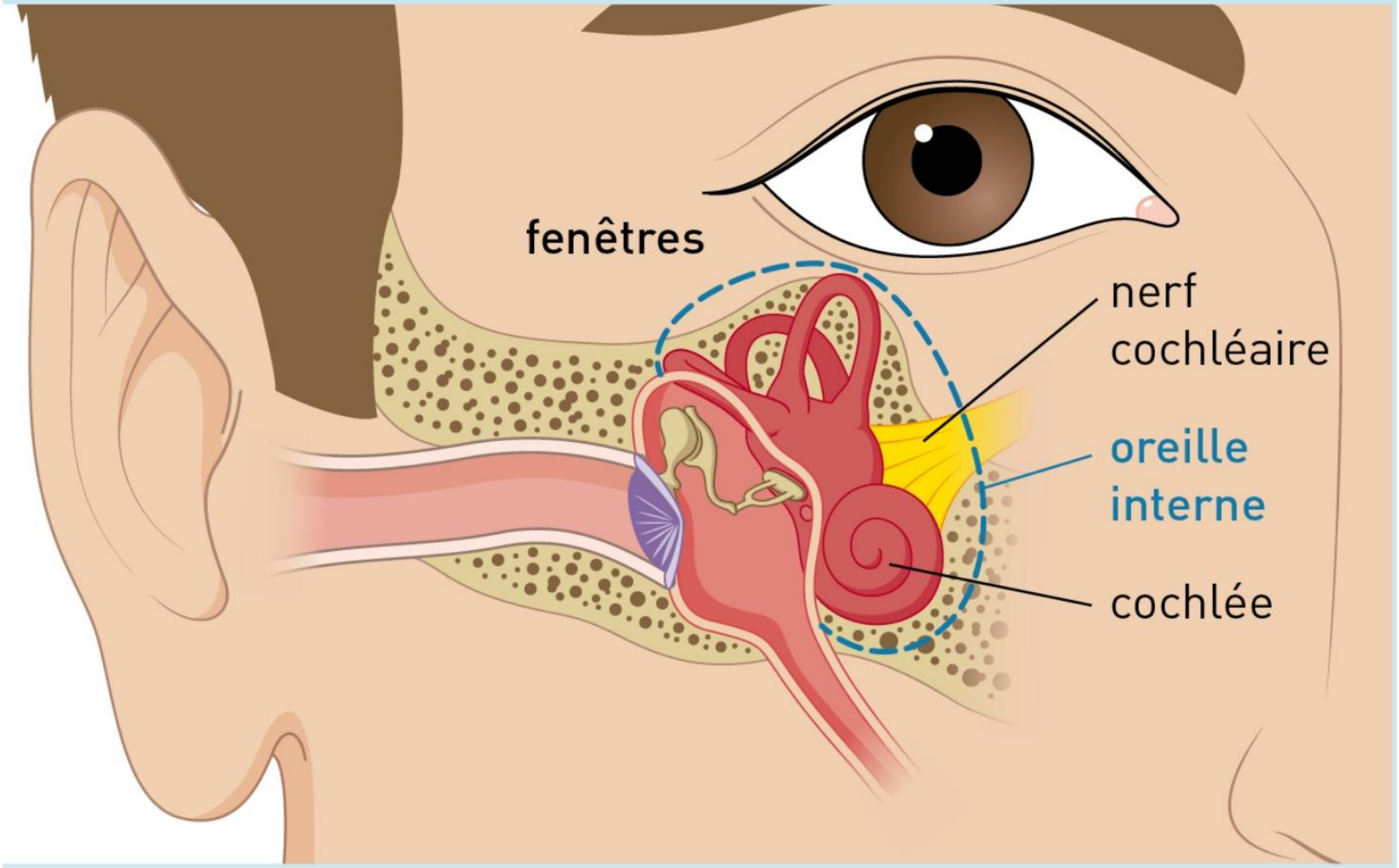
1. L'oreille externe se comporte comme un entonnoir acoustique. Elle capte les ondes sonores (vibrations de l'air) du milieu extérieur et les canalise jusqu'au tympan via le conduit auditif.

2. La vibration du tympan est transmise et amplifiée par les osselets de l'oreille moyenne

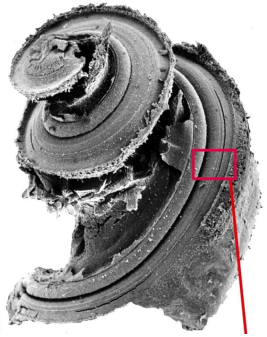
a. Le tympan est une fine membrane. A l'arrivée des ondes sonores, cette membrane se met à vibrer à la même fréquence que ces dernières.

b. L'oreille moyenne est une cavité remplie d'air comportant 3 petits os (marteau, enclume et étrier) au contact du tympan.

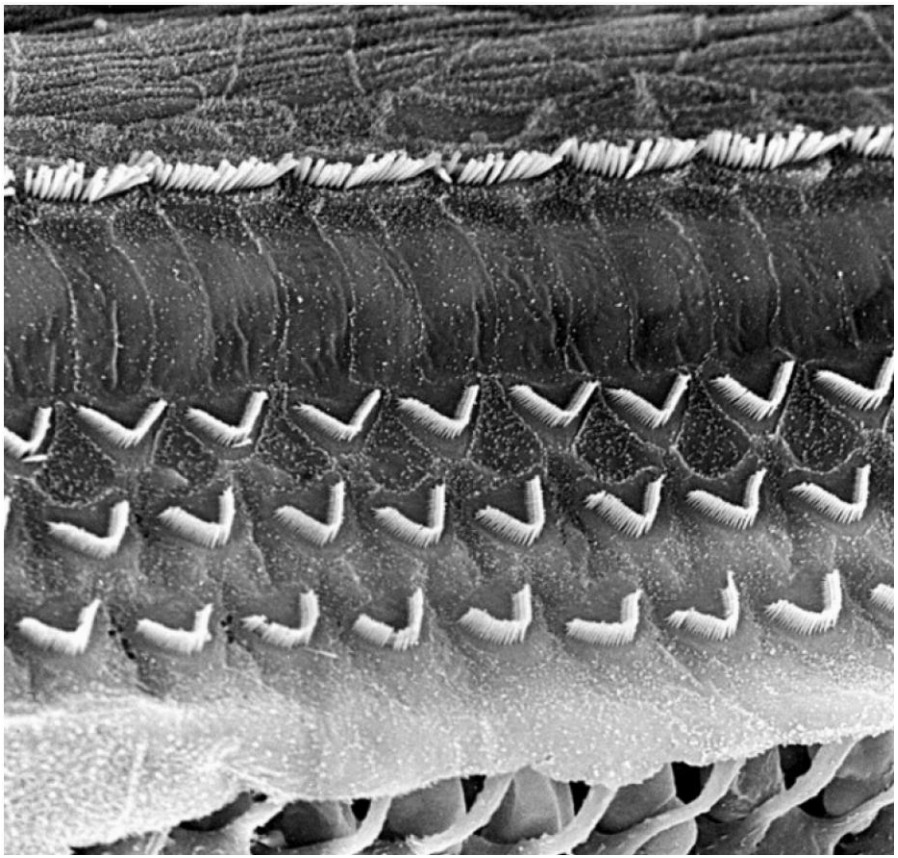
c. Les vibrations du tympan font vibrer ces osselets qui vont faire vibrer à leur tour une membrane sur la fenêtre ovale de la cochlée, organe principal de l'oreille interne.


fenêtres
nerf cochléaire
oreille interne
cochlée

La cochlée



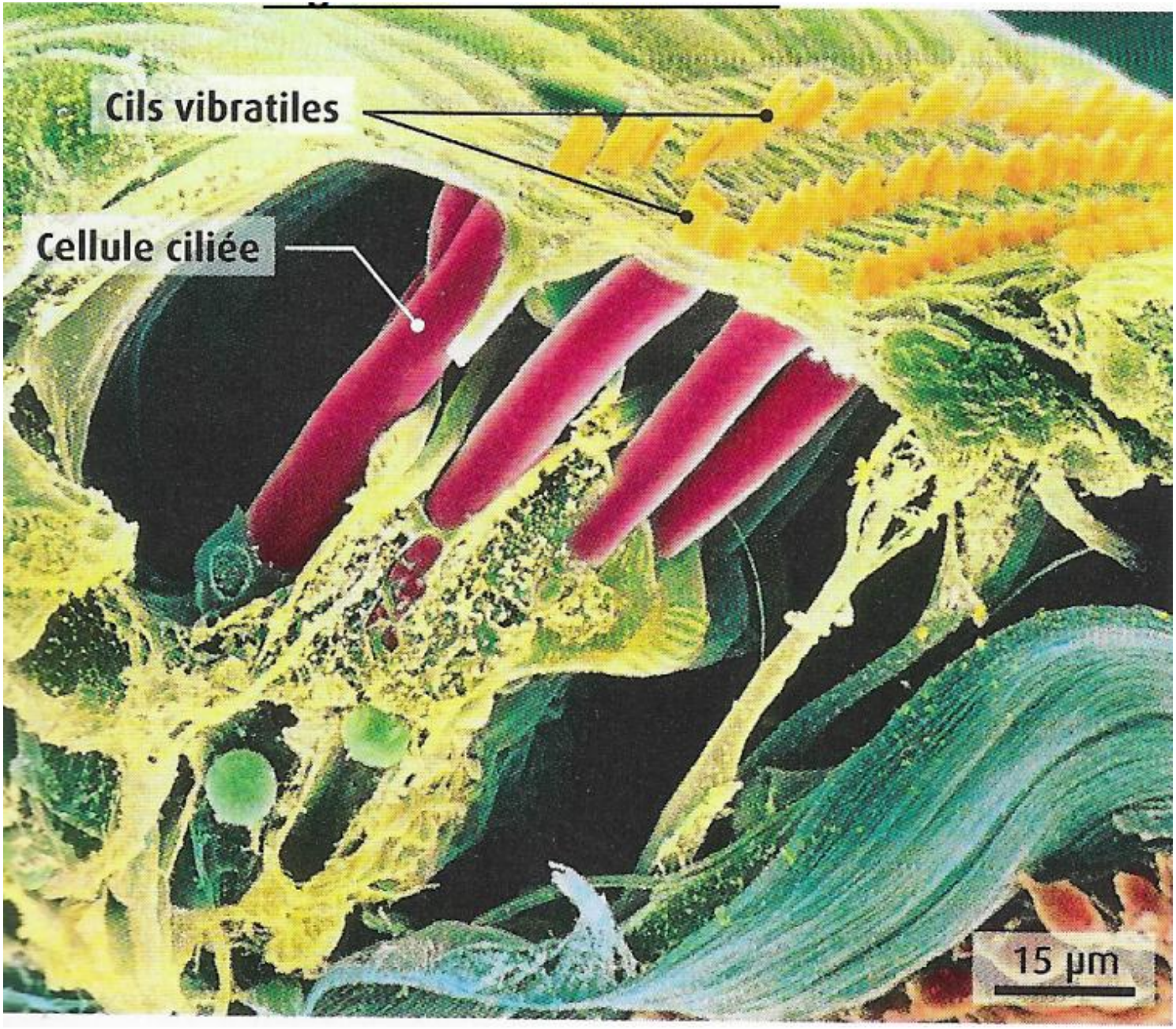
La cochlée

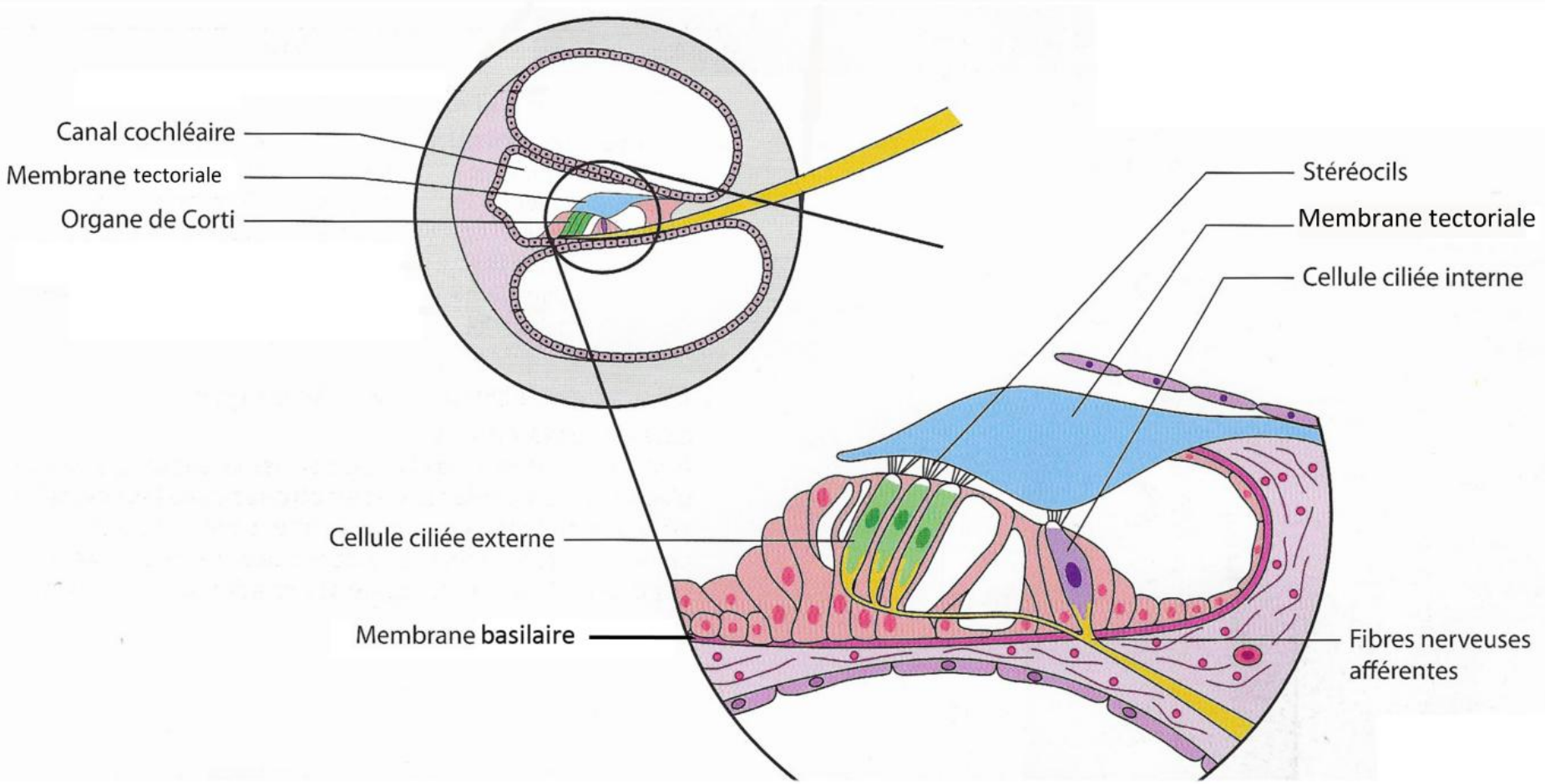


4 rangées de cellules ciliées vues au MEB

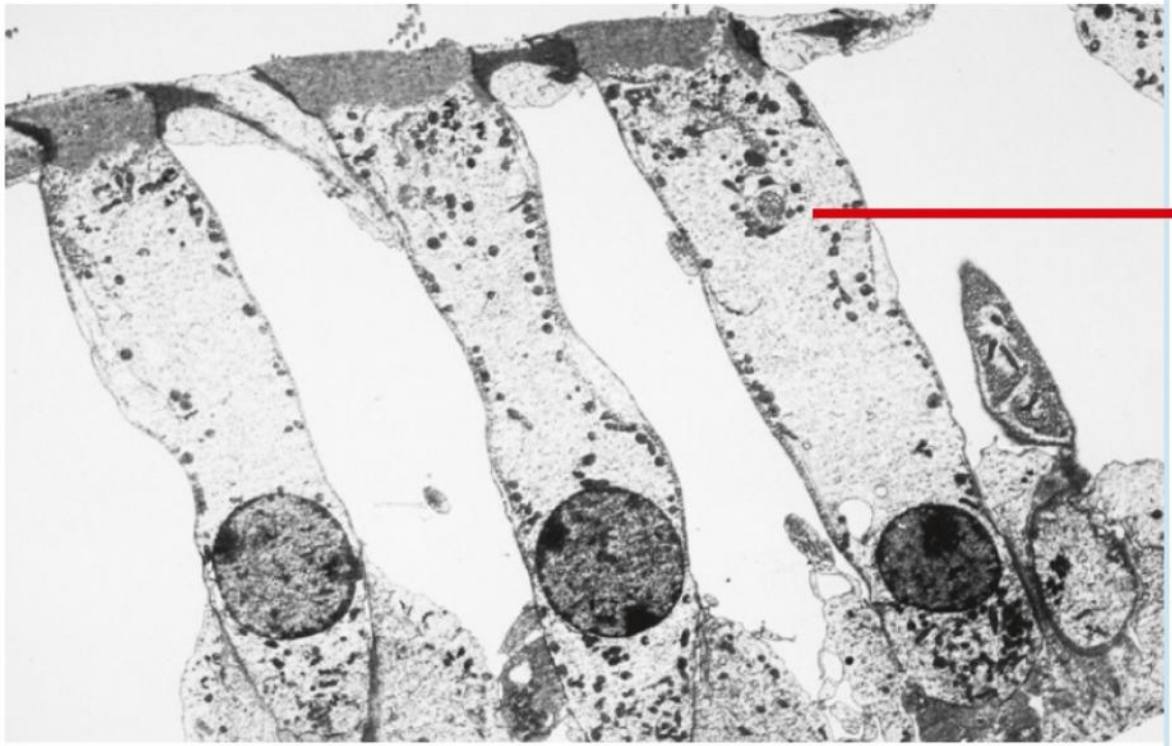
Détails des cils vibratiles (MEB)

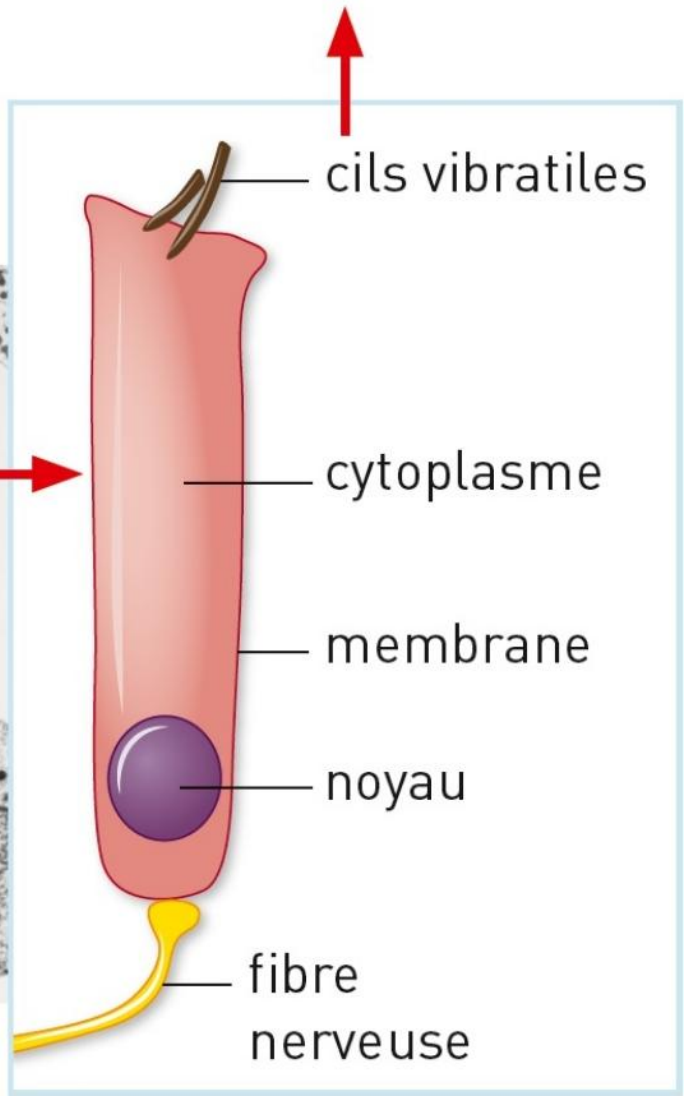
Cellules ciliées (MEB, fausses couleurs)



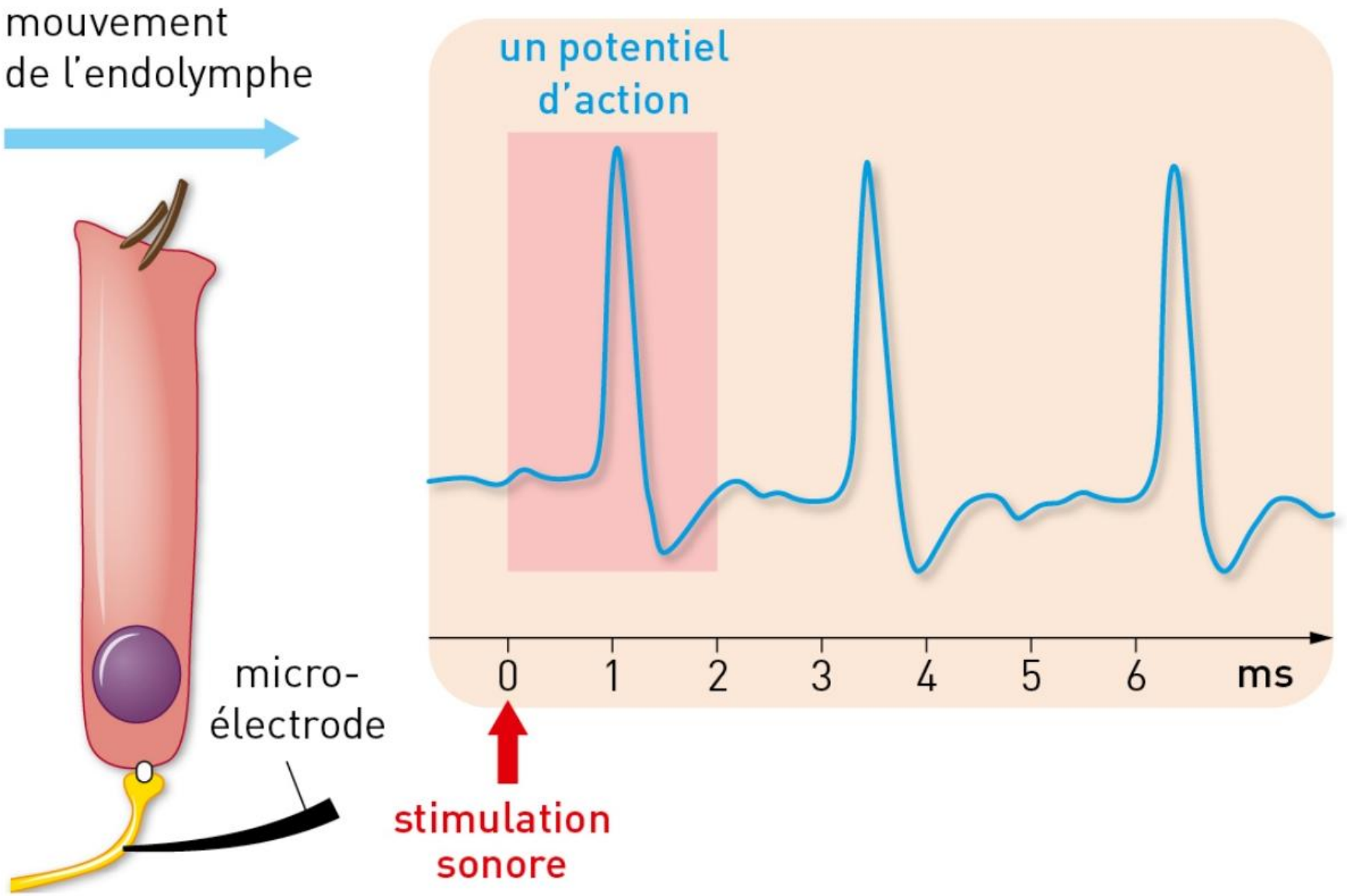

Canal cochléaire
Membrane tectoriale
Organe de Corti
Stéréocils
Membrane tectoriale
Cellule ciliée interne
Cellule ciliée externe
Membrane basilaire
Fibres nerveuses afférentes

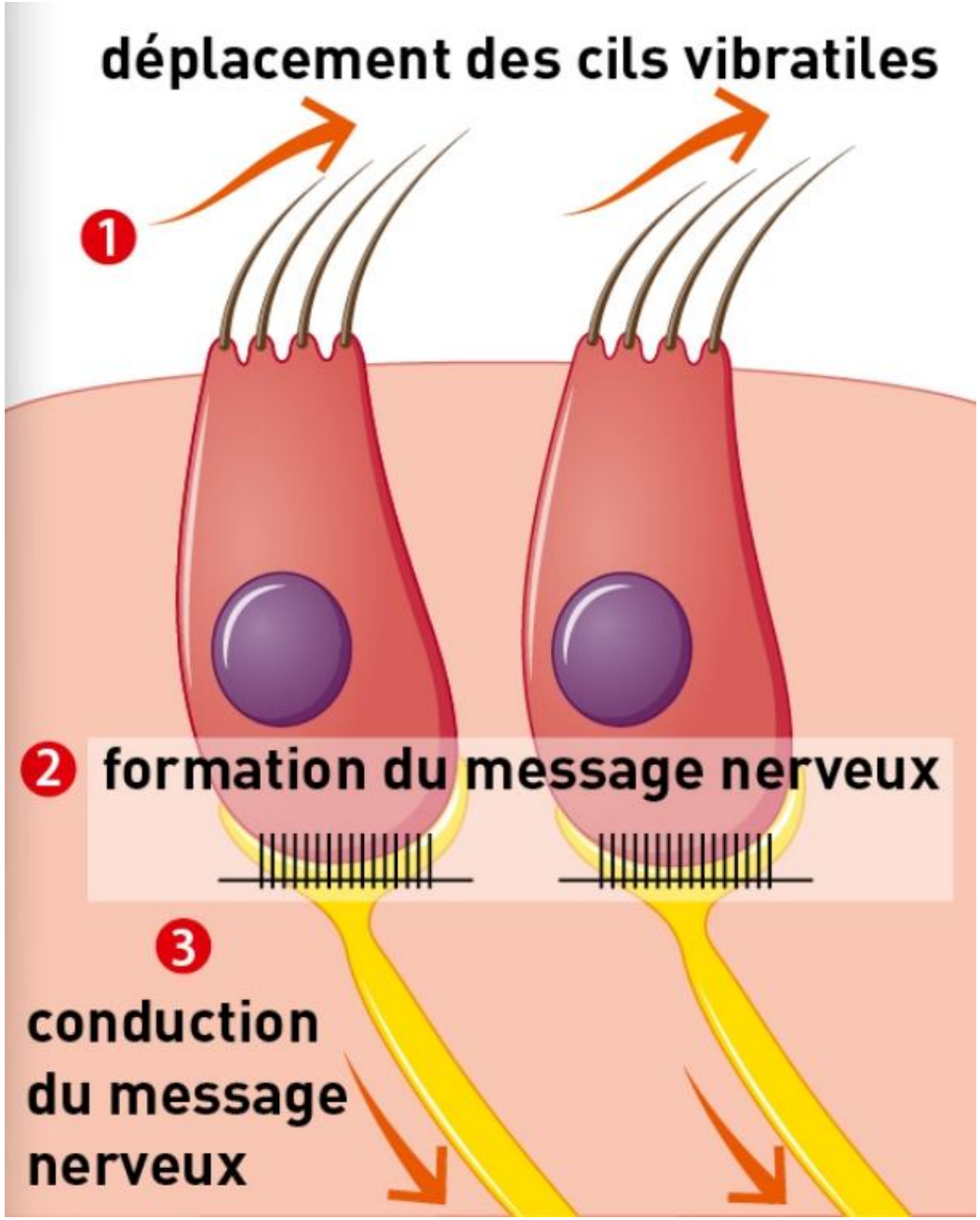
Cellules ciliées, MET et schéma

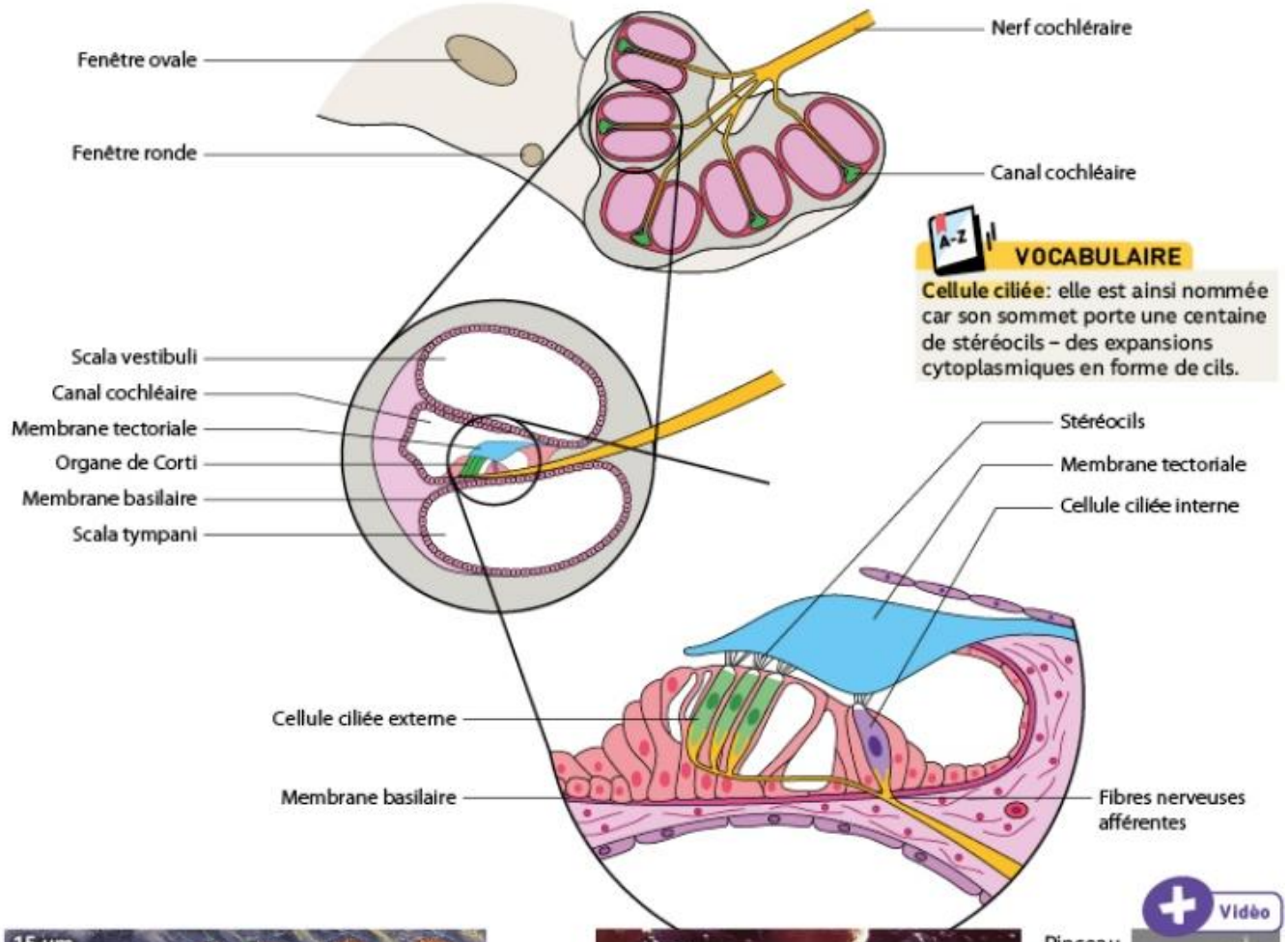




Les mouvements des cils vibratiles sont convertis en message nerveux de nature électrique



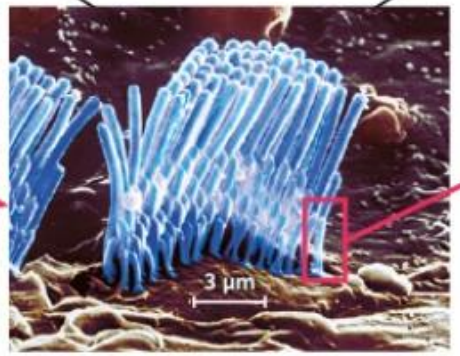

déplacement des cils vibratiles
1
2 formation du message nerveux
3
conduction
du message
nerveux



VOCABULAIRE

Cellule ciliée: elle est ainsi nommée car son sommet porte une centaine de stéréocils – des expansions cytoplasmiques en forme de cils.

Surface de l'organe de Corti (MEB)



Pinceau de stéréocils des cellules ciliées externes (MEB)

Vidéo

Pinceau de cils

Cellule cillée isolée

3. Dans la cochlée (au niveau de l'oreille interne), la vibration est transmise dans un liquide. Les mouvements de ce liquide stimulent des cellules spécialisées (cellules ciliées) qui transforment ces ondes mécaniques en message nerveux auditif.

a. La cochlée est une cavité osseuse remplie de liquide dans lequel flotte une membrane comportant des cellules ciliées (pourvues de cils vibratiles).

b. Les mouvements de ce liquide déplacent les cils vibratiles, ce qui modifie l'activité électrique de la cellule ciliée.

c. Ainsi les cellules ciliées permettent de traduire les vibrations reçues en message nerveux, signal de nature électrique se dirigeant vers le cerveau en passant par les nerfs auditifs.

Schéma 1 : Anatomie simplifiée de l'oreille

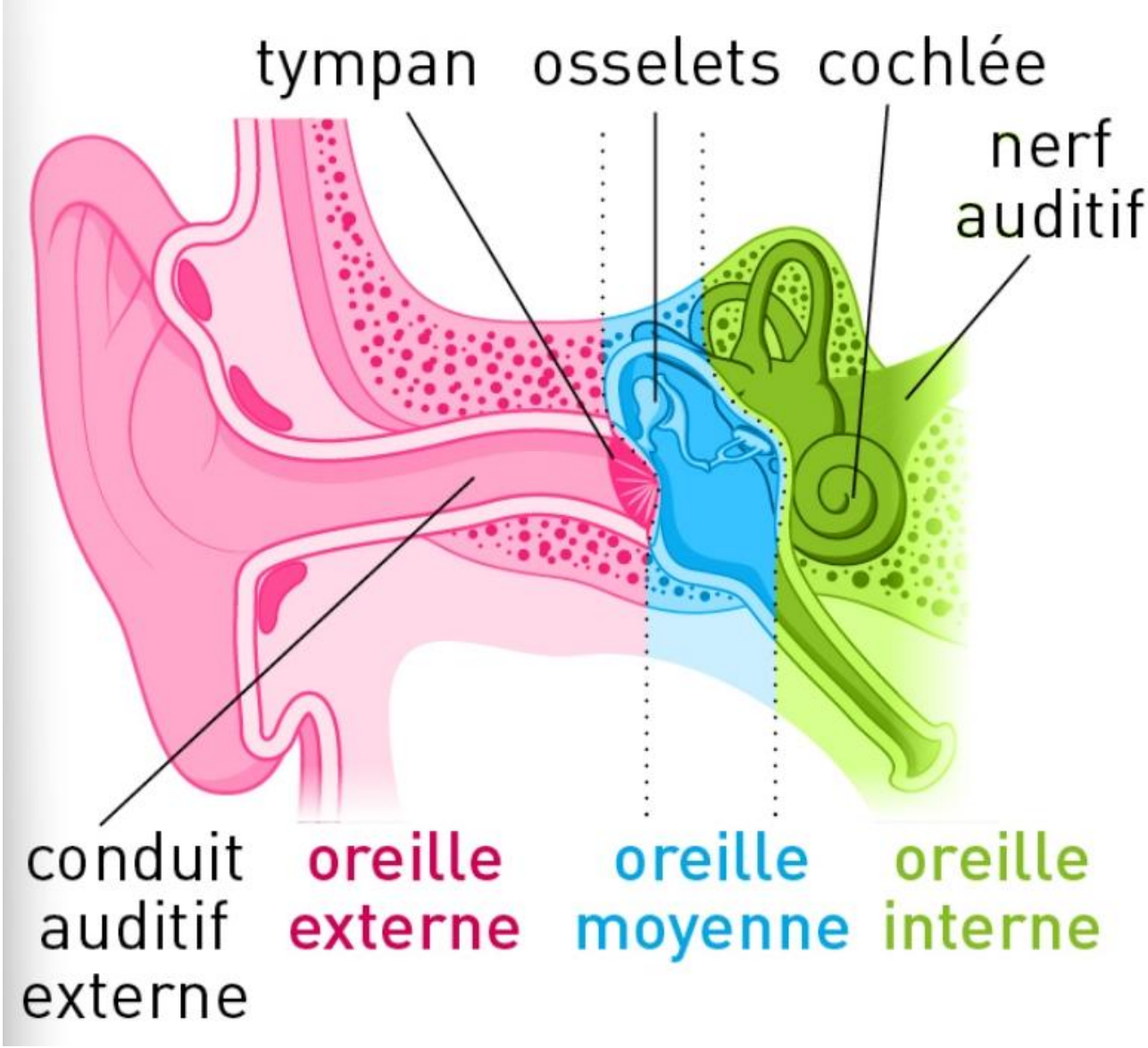
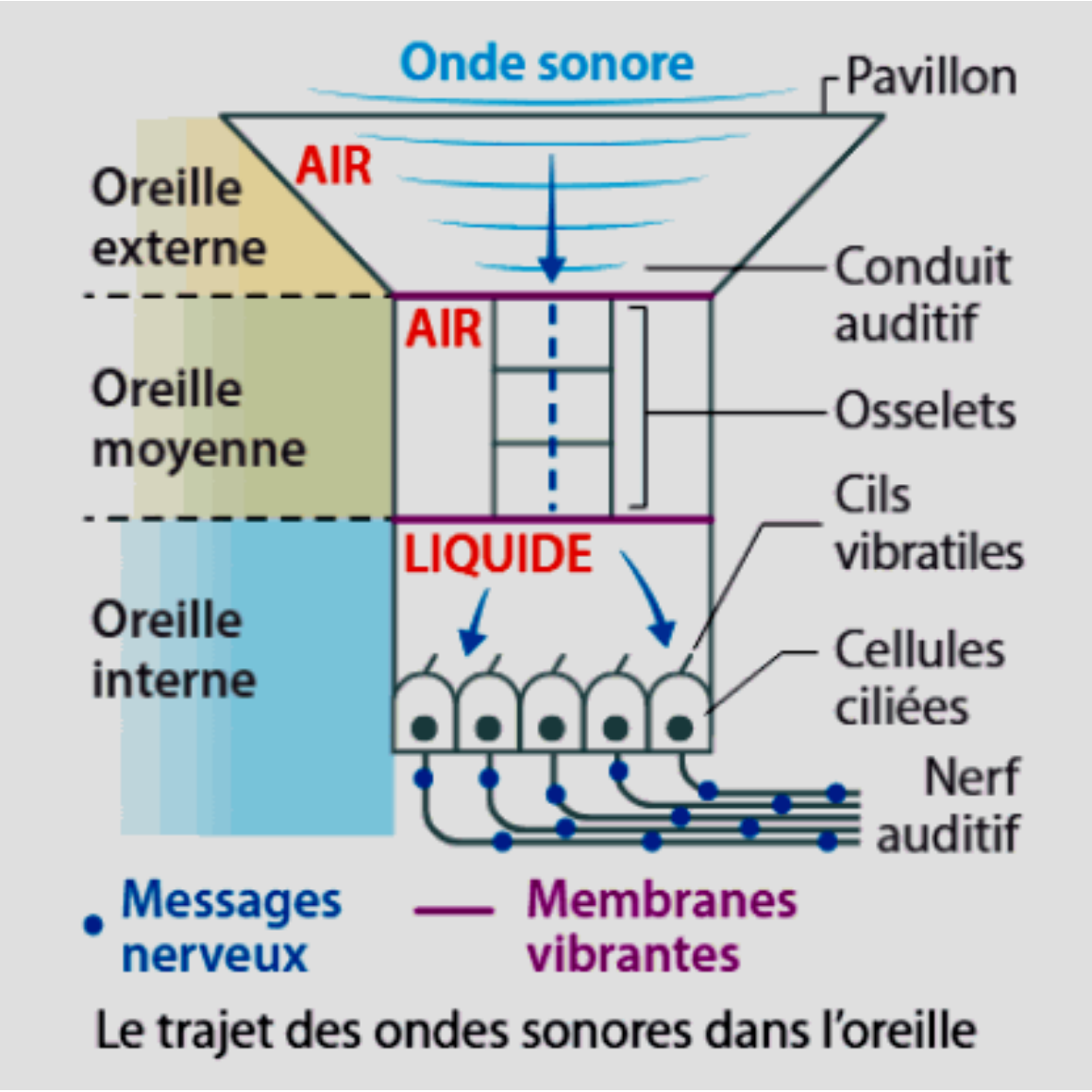


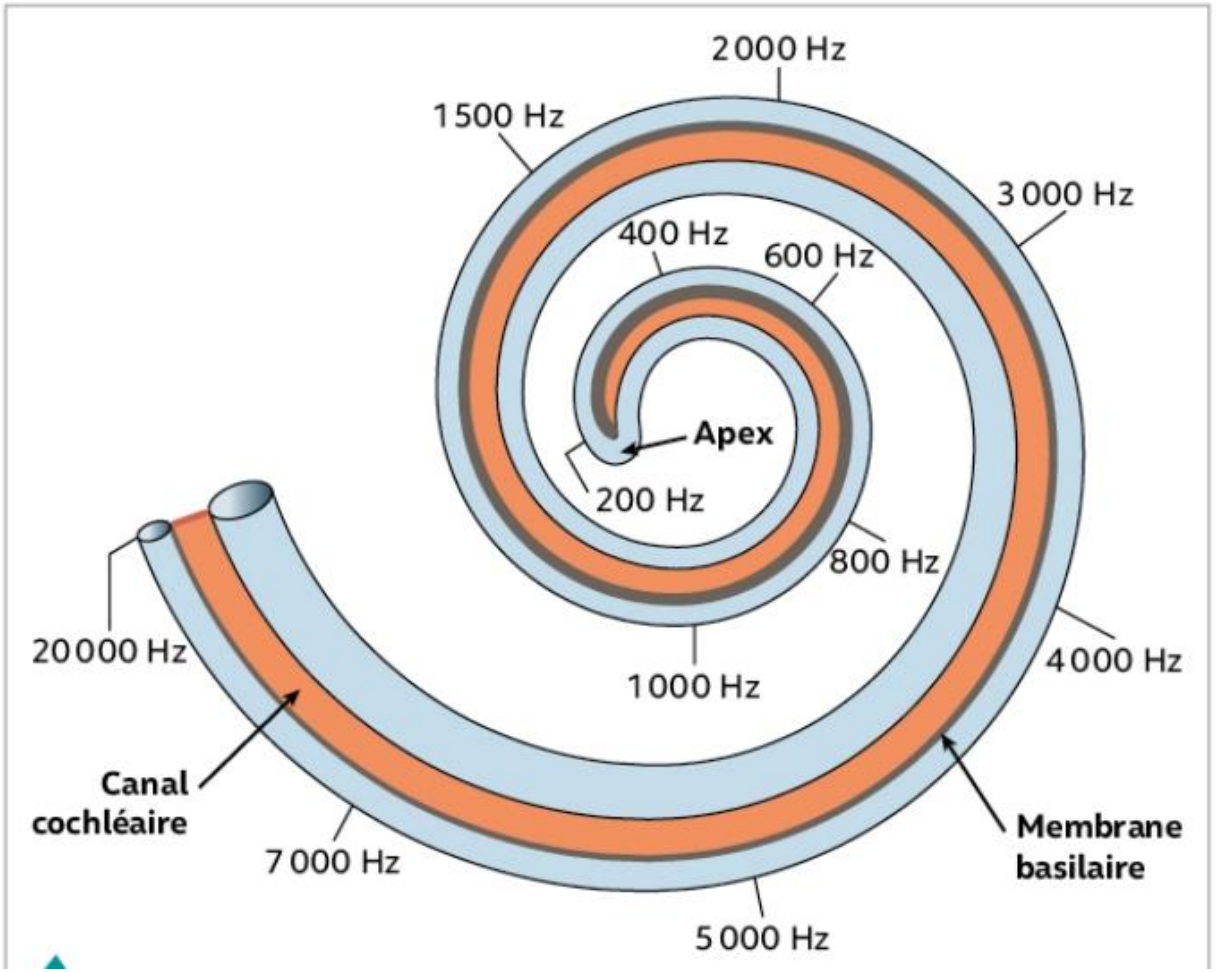
Schéma 2 : Trajet des ondes sonores et naissance du message nerveux auditif



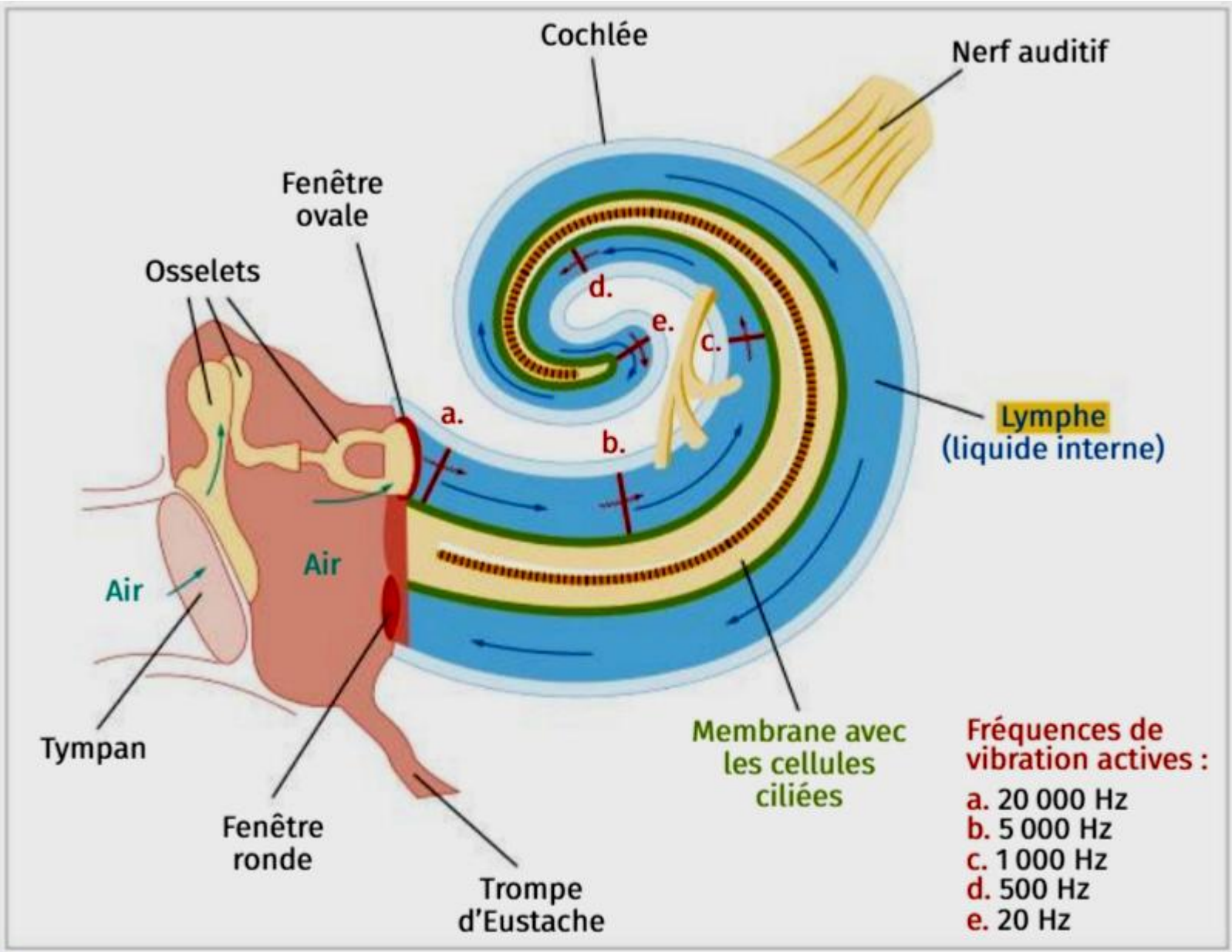
Le trajet des ondes sonores dans l'oreille

II. L'oreille humaine perçoit des sons dont la fréquence est comprise entre 20 (sons graves) et 20 000 Hz (sons aigus), pour des niveaux sonores variant entre 0 et 120 dB. Les cils vibratiles des cellules ciliées sont fragiles et peuvent être détruits par des sons trop intenses.

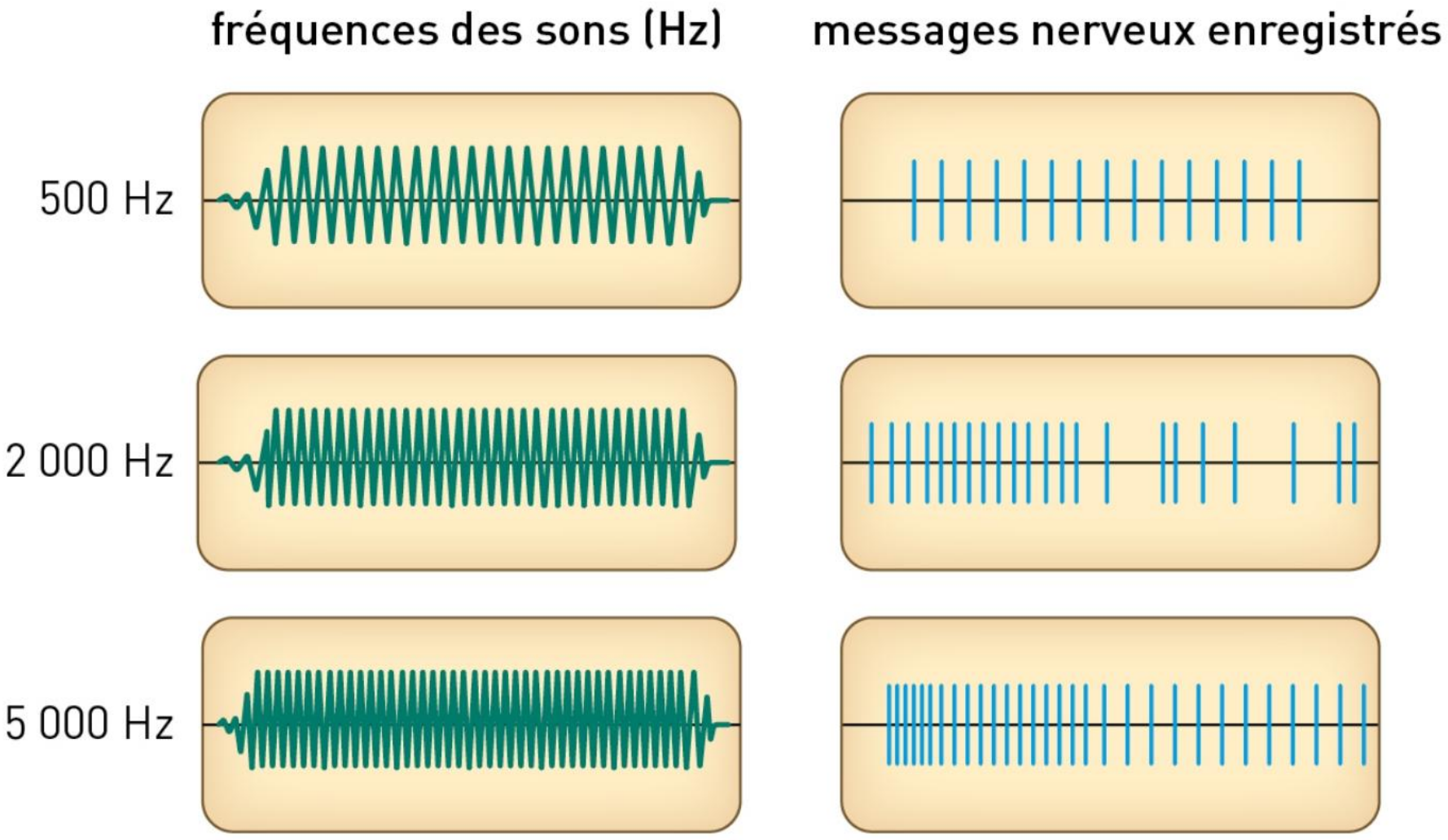
Rôle de la membrane basilaire de la cochlée dans la perception des fréquences



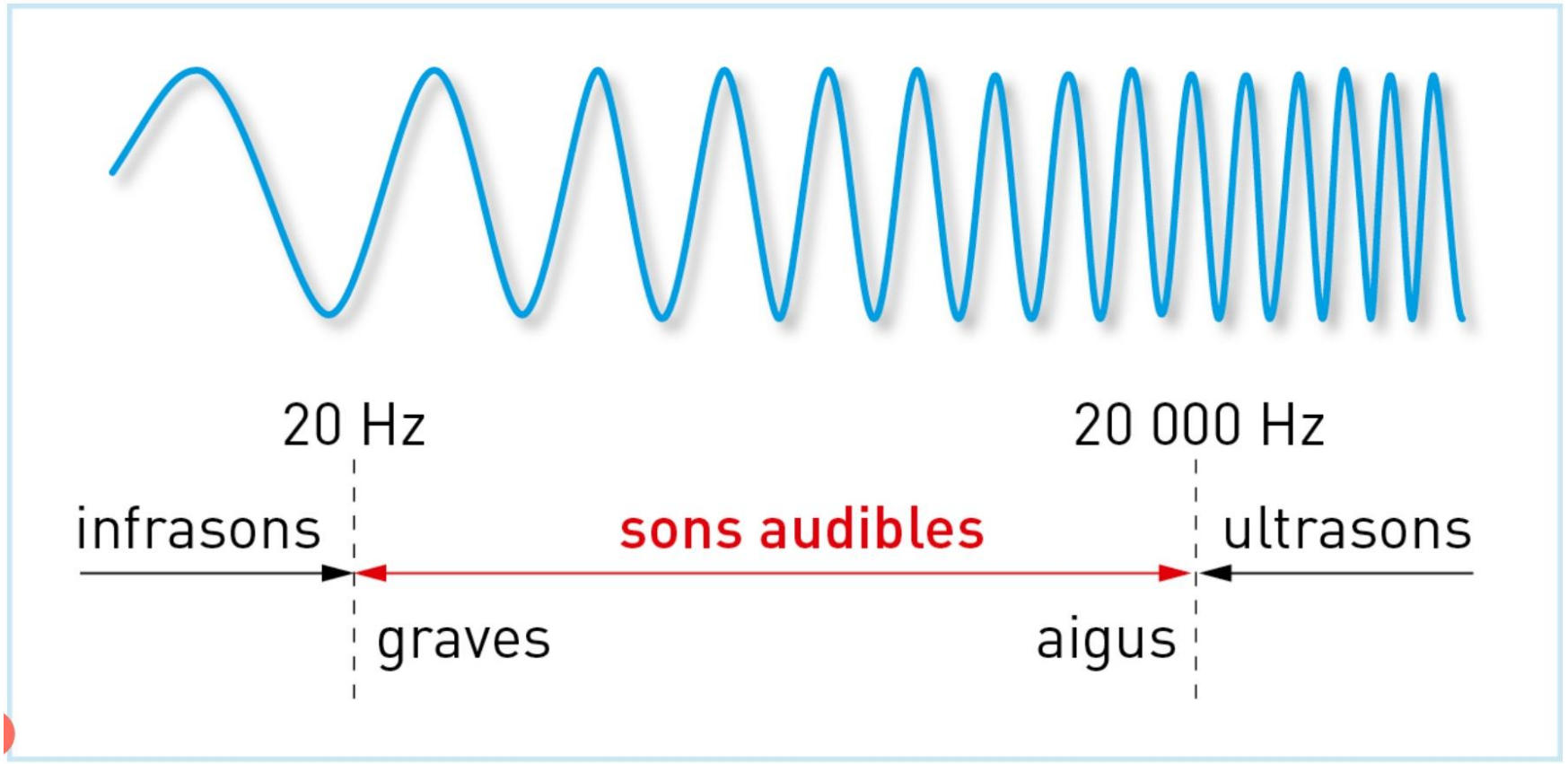
L'onde de pression dans le liquide déforme la membrane basilaire en un lieu qui dépend de la fréquence (les sons aigus sont perçus à la base de la cochlée et les sons aigus à l'extrémité)



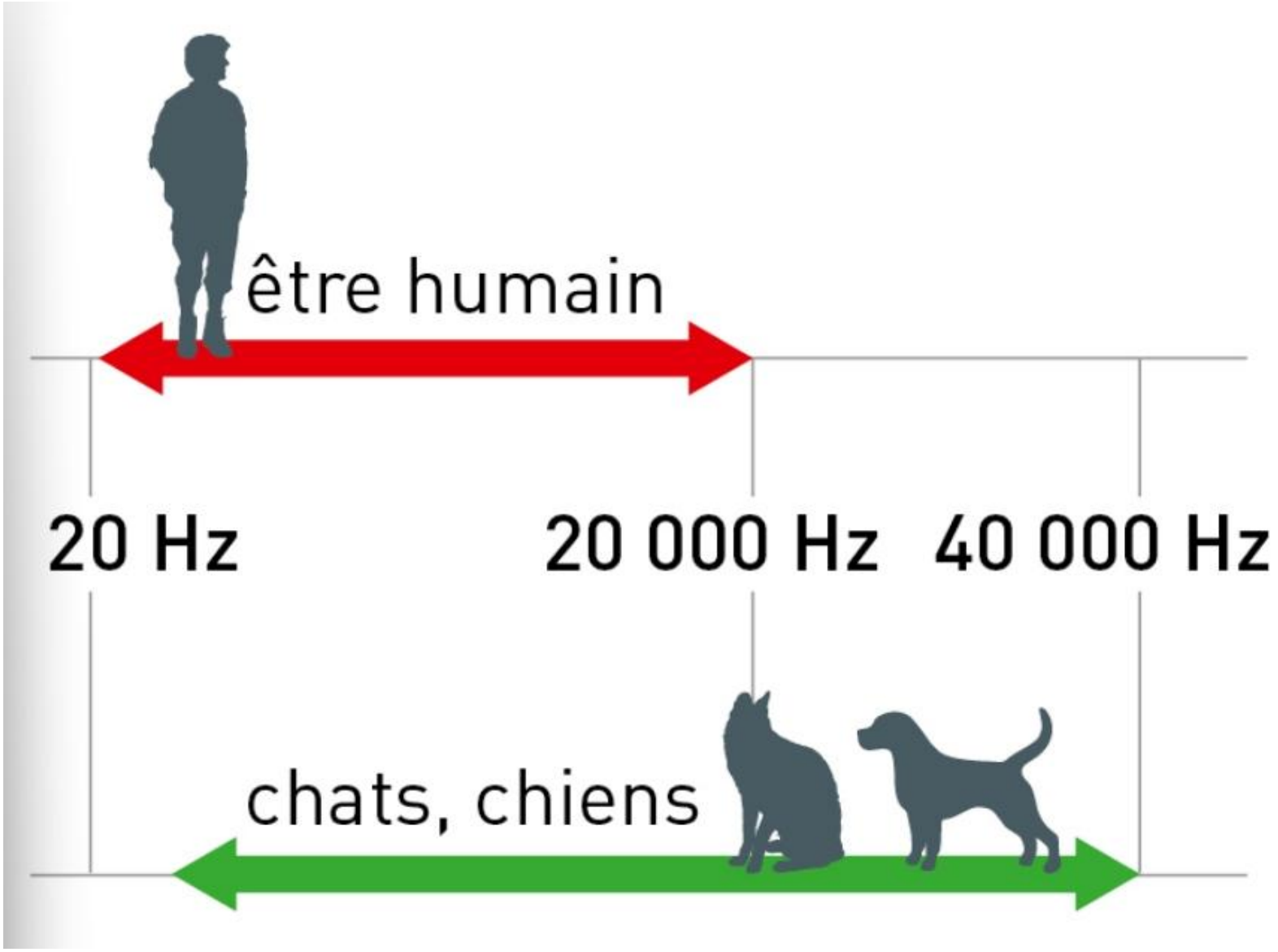
Les vibrations de la lymphe (flèches bleues) se propagent dans les cavités et elles activent les cellules ciliées à différents niveaux de la cochlée, en fonction de leur fréquence (en rouge).


fréquences des sons (Hz)
messages nerveux enregistrés
500 Hz
2 000 Hz
5 000 Hz

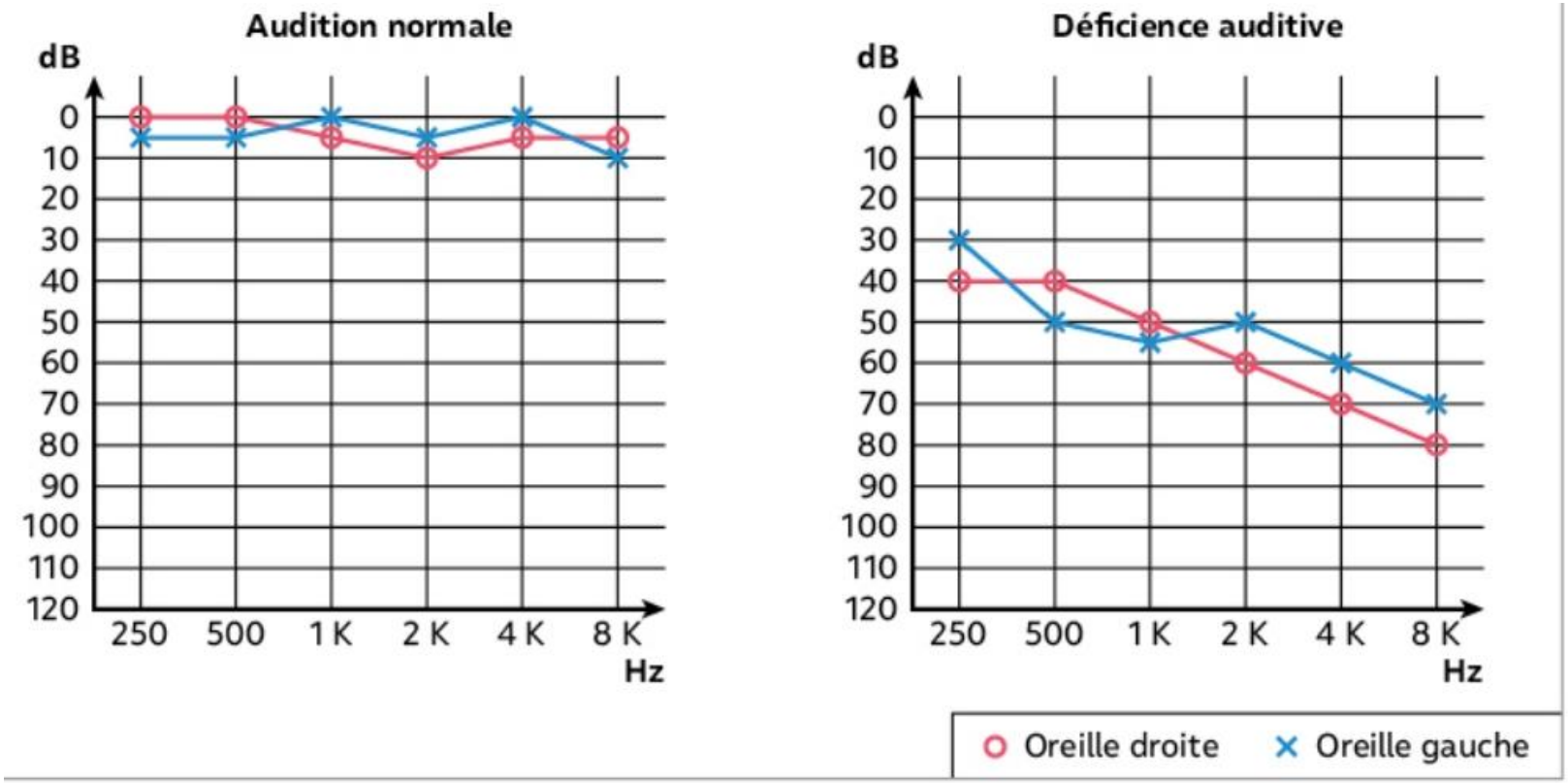
Sons audibles par l'oreille humaine



Sons audibles par l'oreille humaine



Audiogramme : Graphique qui permet de visualiser la capacité auditive d'un sujet



Audiogramme et vieillissement

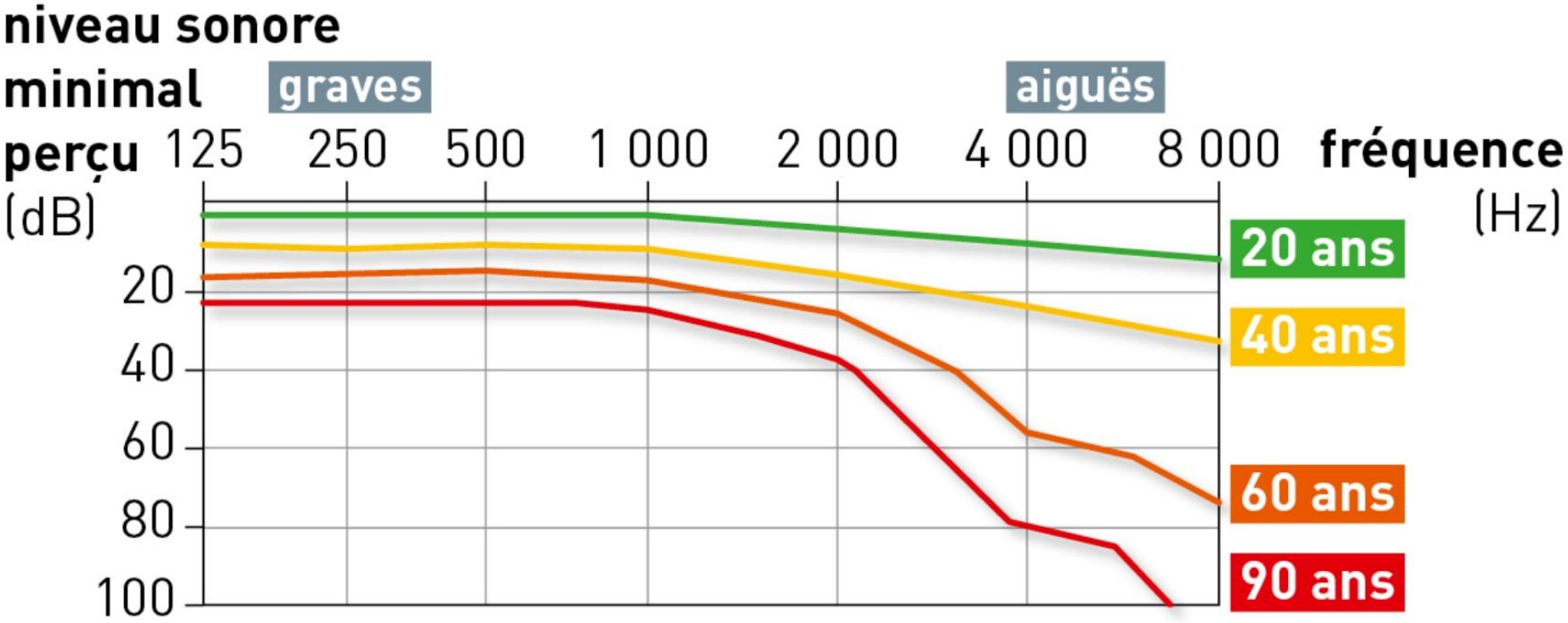
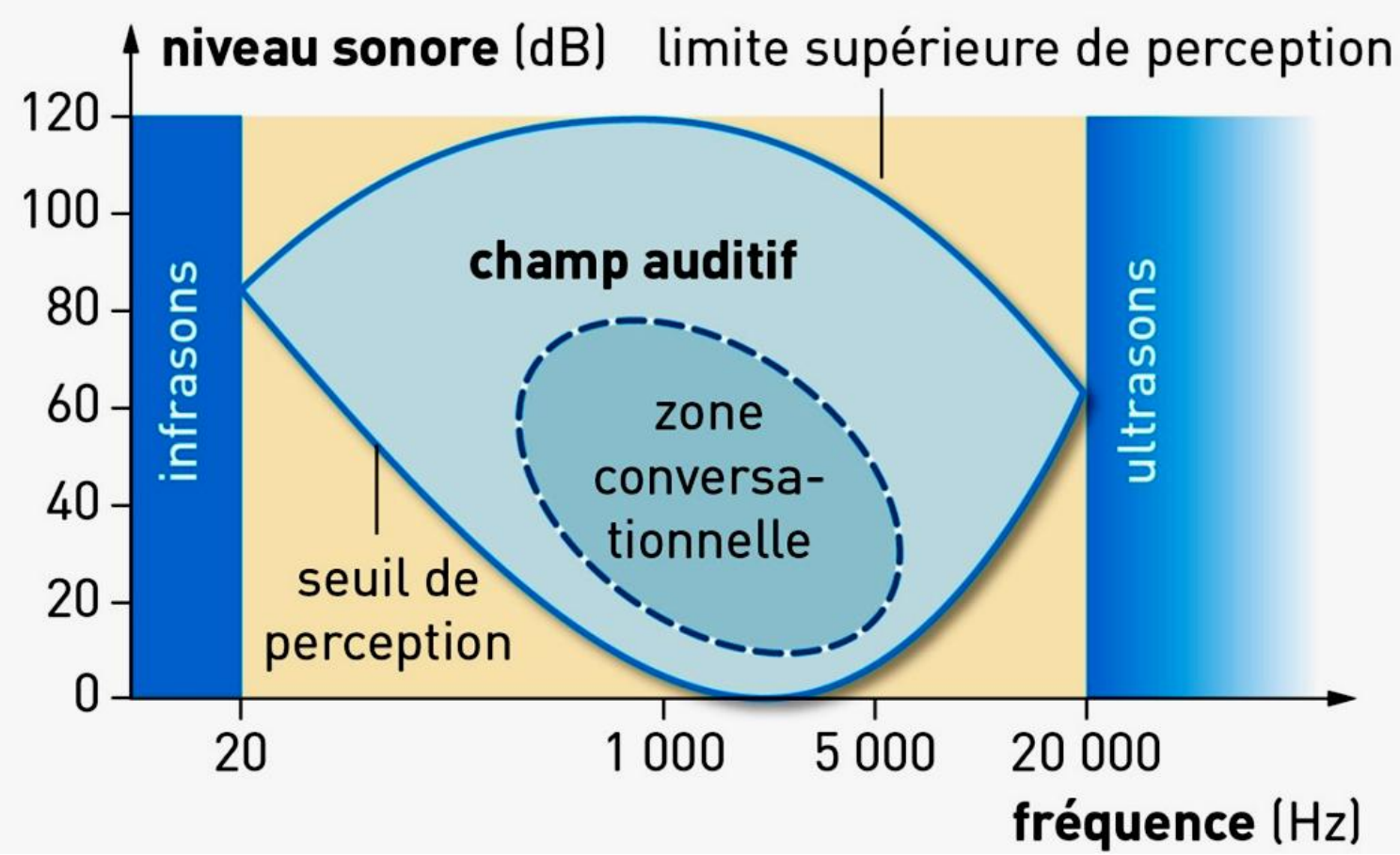


Schéma 3 : Champ auditif humain



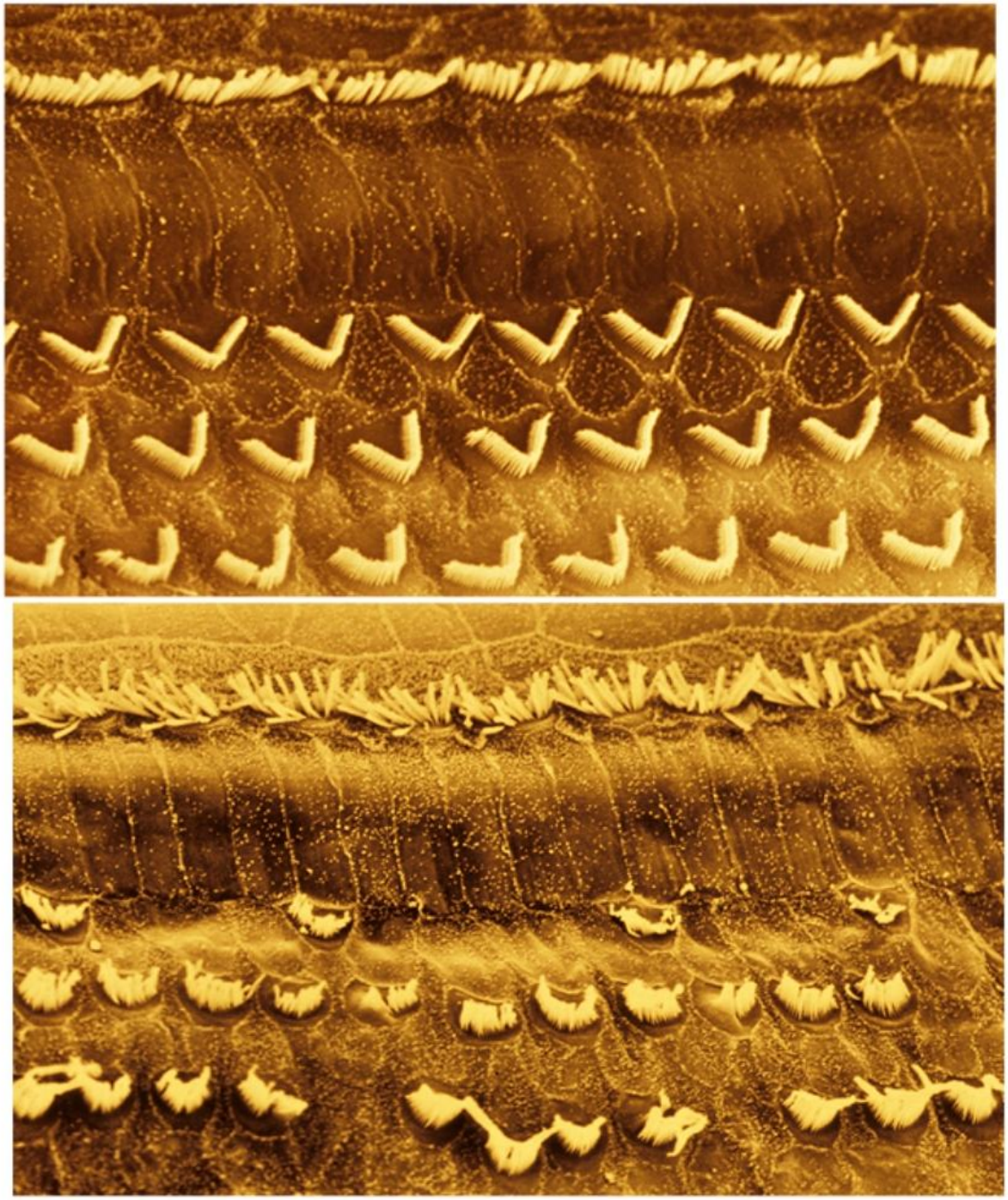
1. Les messages nerveux auditifs transmis véhiculés par le nerf auditif transmettent les caractéristiques principales du son entendu, c'est-à-dire sa fréquence (en Hertz, Hz) et son niveau d'intensité (en décibels, dB).

2. La gamme des sons audibles constitue le champ auditif d'un individu.

a. L'oreille humaine peut capter des sons d'intensité allant de 0 à 120 dB, pour des fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz.

b. En vieillissant, les sons aigus (de fréquence élevée) sont moins bien perçus. De même, le seuil de perception augmente : les sons doivent être plus intenses pour être perçus

Cellules ciliées endommagées suite à des écoutes à volume sonore trop élevé



www.journee-audition.org

Fête de la MUSIQUE 21 JUIN

www.nosoreilles-onytient.org

Nos oreilles, on y tient !

Un sifflement, un bourdonnement dans les oreilles ?

Allo Conseils

JNA - FRANCE ACOUPHENES

0 820 222 213

(numéro Azur 0,09€/min + prix appel)

Plate-forme de dépistage :
TESTEZ VOTRE AUDITION EN LIGNE SUR
www.journee-audition.org

JNA ASSOCIATION

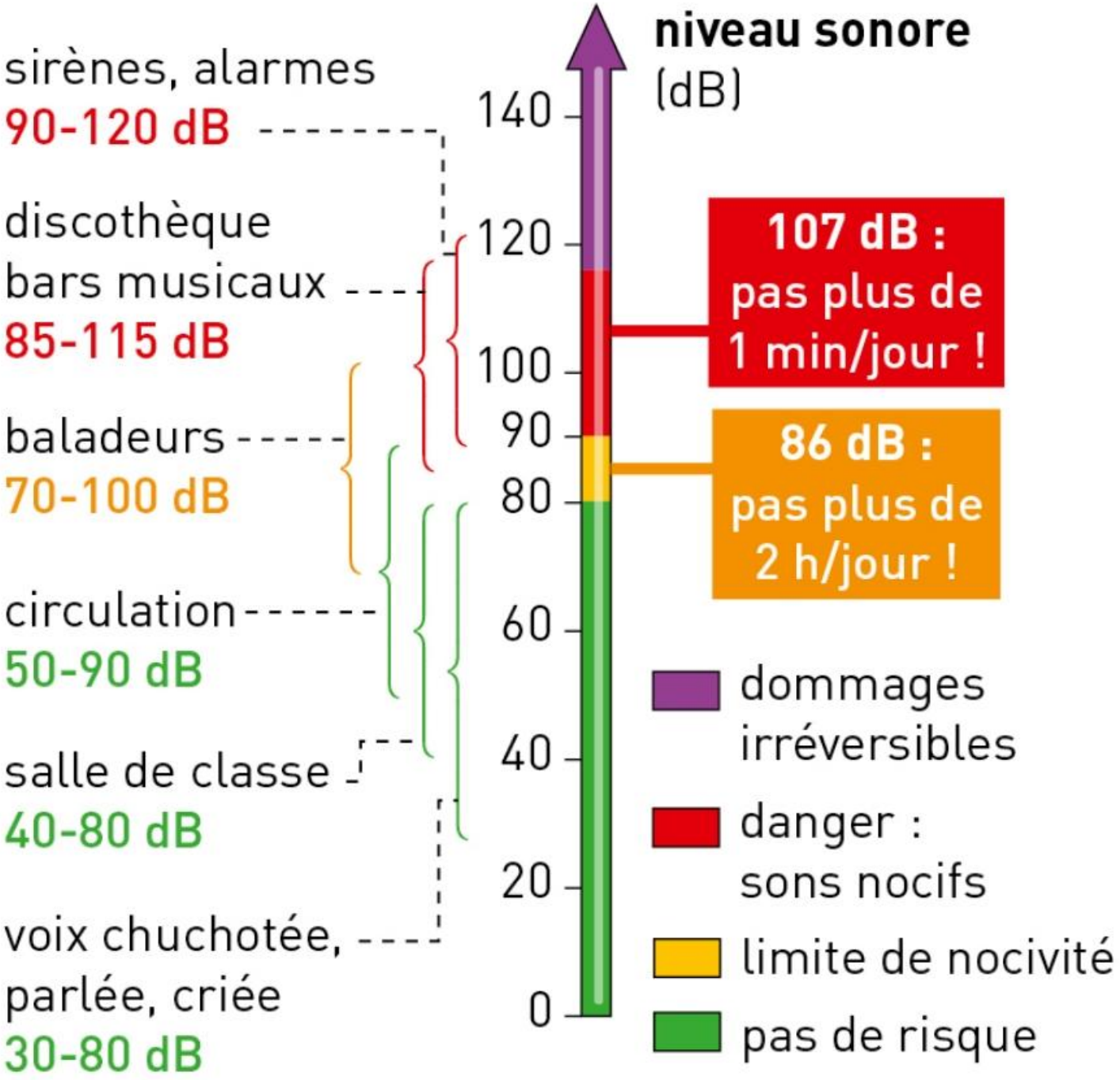
Association pour l'information et la prévention dans le domaine de la santé auditive

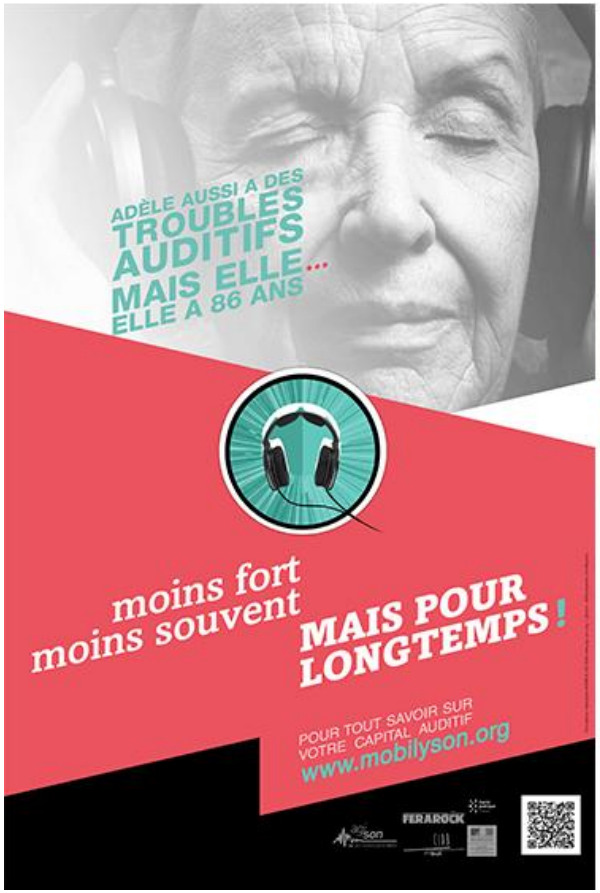
Bob SINCLAR célèbre avec vous **la Fête de la Musique** et la prévention dans une Bande Dessinée avec **l'association JNA**.

La télécharger sur
www.nosoreilles-onytient.org
Disponible gratuitement dans les SUBWAY

En cas de douleur à l'oreille, consultez votre médecin

SENNHEISER SMEREP


sirènes, alarmes
90-120 dB
discothèque
bars musicaux
85-115 dB
baladeurs
70-100 dB
circulation
50-90 dB
salle de classe
40-80 dB
voix chuchotée,
parlée, criée
30-80 dB
niveau sonore
(dB)
140
120
100
90
80
60
40
20
0
107 dB :
pas plus de
1 min/jour !
86 dB :
pas plus de
2 h/jour !
dommages
irréversibles
danger :
sons nocifs
limite de nocivité
pas de risque


ADÈLE AUSSI A DES
TROUBLES
AUDITIFS
MAIS ELLE...
ELLE A 86 ANS
moins fort
moins souvent
MAIS POUR
LONGTEMPS !
POUR TOUT SAVOIR SUR
VOTRE CAPITAL AUDITIF
www.mobilyson.org
FERAROCK

moins fort
moins souvent
MAIS POUR
LONGTEMPS !
Adèle aussi a des troubles auditifs
MAIS ELLE, ELLE A 86 ANS
POUR TOUT SAVOIR SUR VOTRE CAPITAL AUDITIF
RENDEZ-VOUS SUR www.mobilyson.org
FERAROCK

ADÈLE AUSSI A DES
TROUBLES
AUDITIFS
MAIS ELLE...
ELLE A 86 ANS
moins fort
moins souvent
MAIS POUR
LONGTEMPS !
POUR TOUT SAVOIR SUR
VOTRE CAPITAL AUDITIF
www.mobilyson.org
FERAROCK

5 conseils pour prendre soin de son audition

Ne pas s'exposer au **bruit de façon prolongée**

Éviter les **environnements à risque** (+85 décibels)

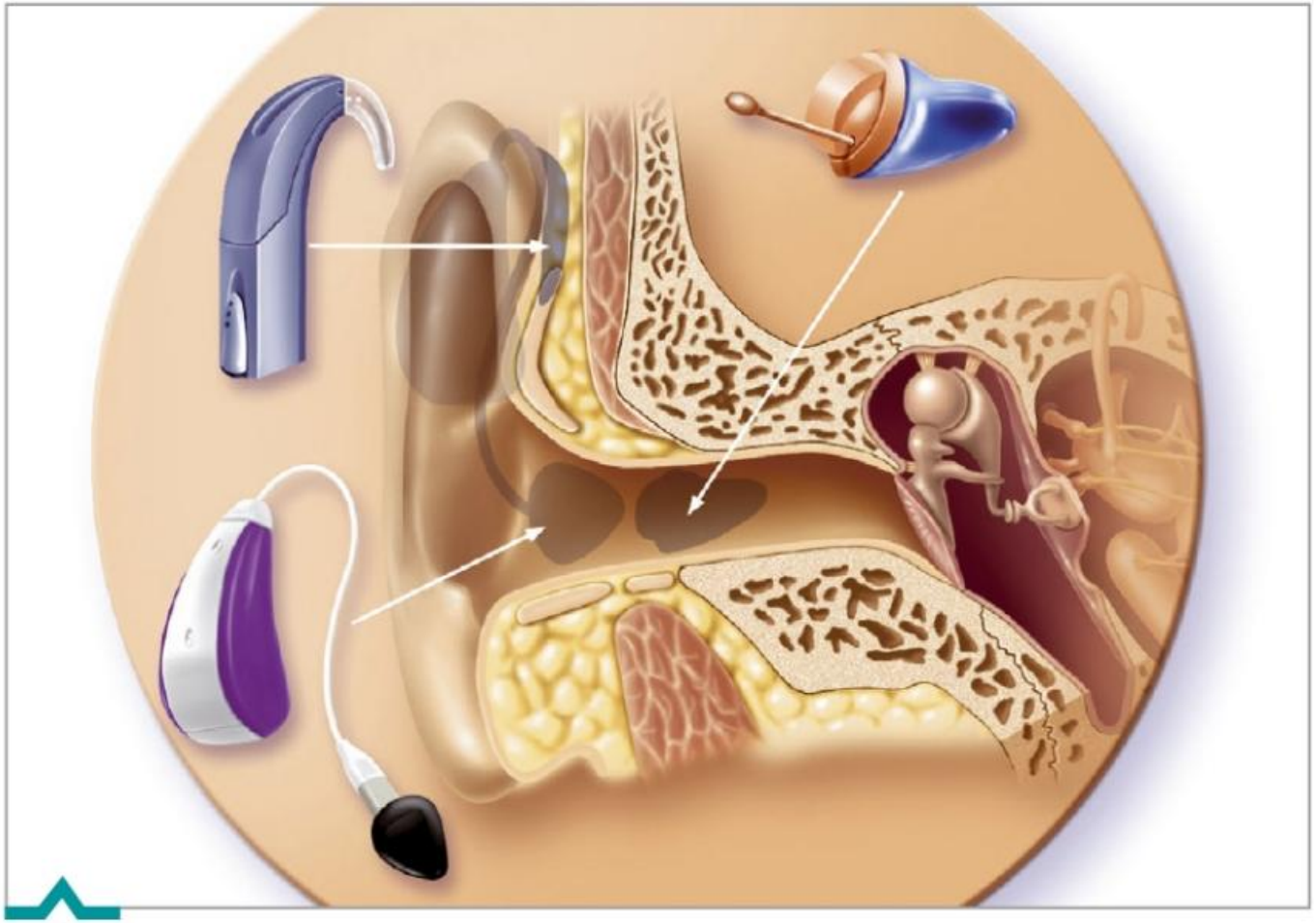
porter des **bouchons d'oreilles** (natation, concerts, travail exposé au bruit)

Privilégier le **casque** aux écouteurs

Consulter un médecin dès l'apparition de troubles auditifs

l'Assurance Maladie | Paris

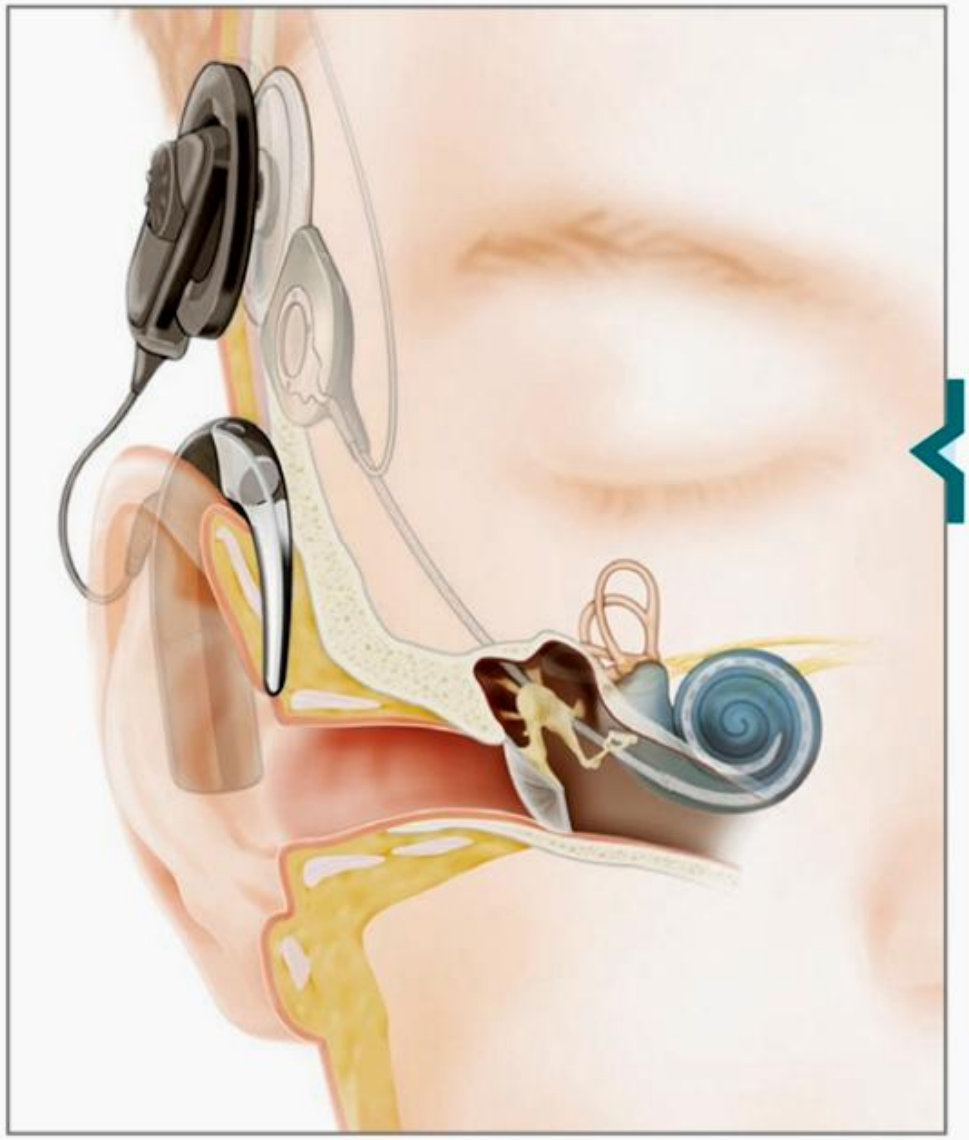
Restaurer l'audition



h. Les prothèses auditives

L'audioprothèse permet de compenser une perte auditive. Le microphone transforme les ondes sonores en tension électrique. Puis un amplificateur augmente les signaux faibles et réduit les signaux forts. Enfin, un **transducteur** transforme le signal électrique en signal acoustique.

Restaurer l'audition



i. Les implants cochléaires

Ces dispositifs, implantés dans la cochlée par microchirurgie, stimulent directement les cellules ciliées, même si celles-ci ont subi une altération de leurs cils. Ils permettent après un temps d'adaptation une récupération partielle de l'audition.

3. Les sons trop intenses peuvent endommager les cils vibratiles de façon irréversible. Cela peut entraîner une diminution des capacités auditives, voire causer une surdité.

a. Comme un individu possède un nombre limité de cellules ciliées dans son oreille interne et qu'elles ne se renouvellent pas, leur lésion peut causer des troubles auditifs, voire une surdité partielle ou totale

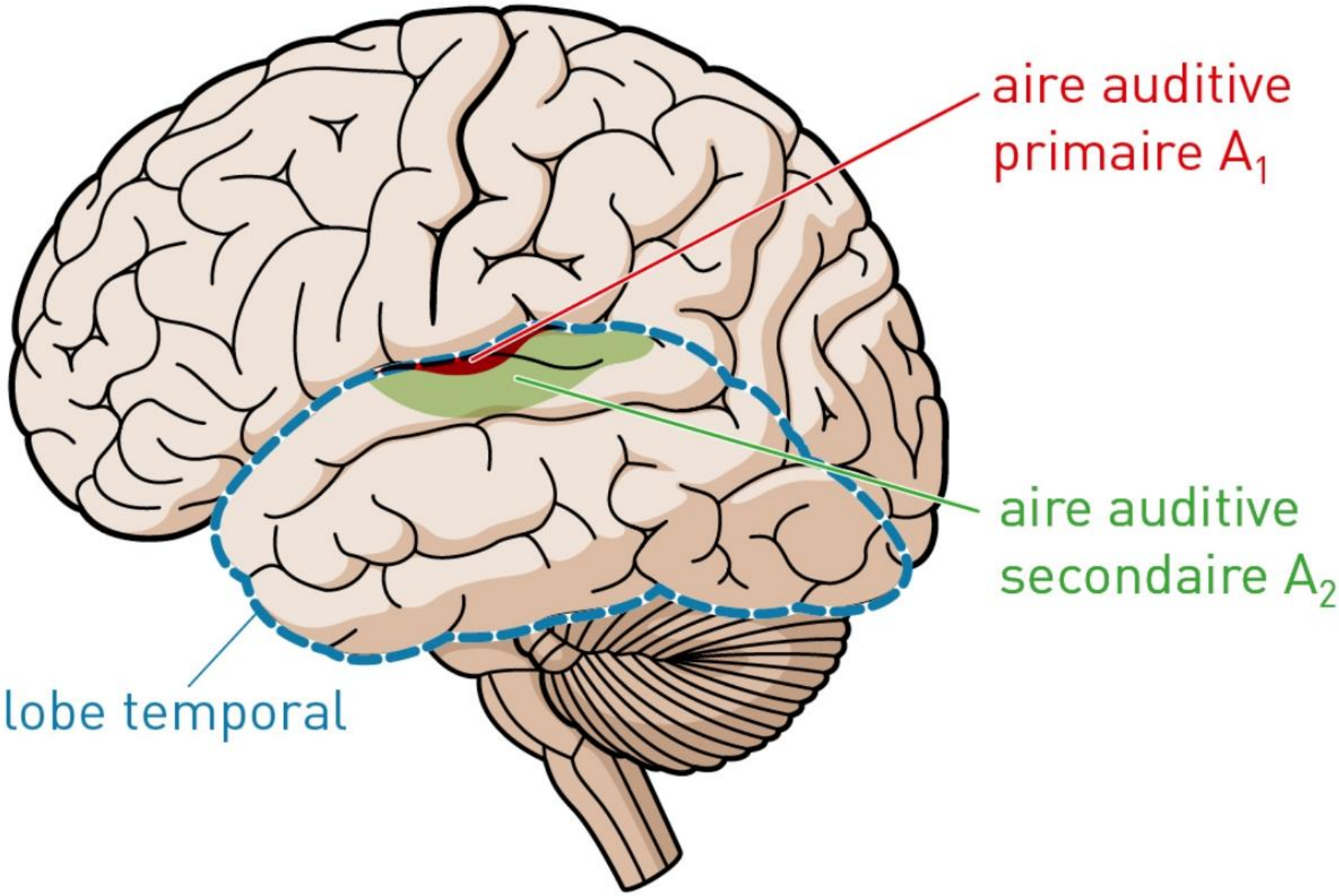
b. Ainsi, pour préserver son audition, il est préférable d'écouter de la musique à un niveau sonore modéré, ou de se protéger si on est confronté à un niveau sonore très important, comme lors d'un concert

[Exemples :
-Une exposition de plus de 4 minutes par jour à 101 dB est néfaste pour les cellules ciliées

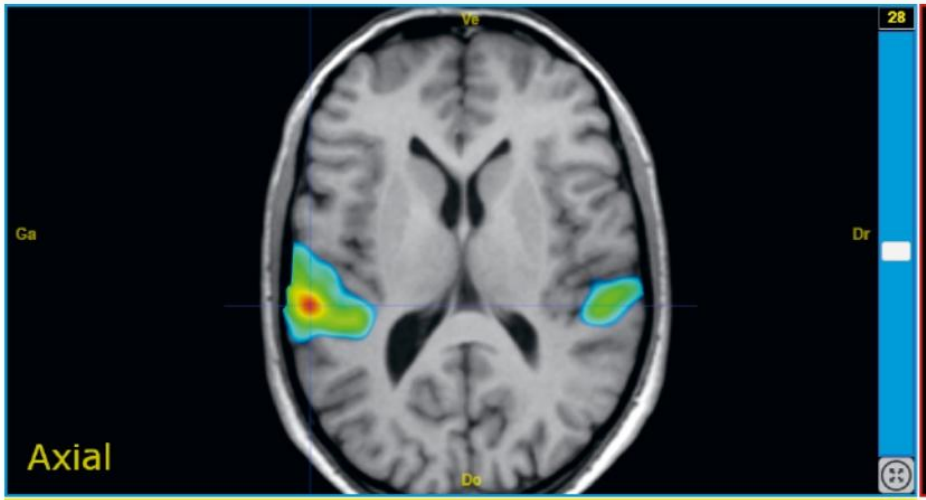
-La législation impose pour les baladeurs un volume sonore maximum de 101 dB.

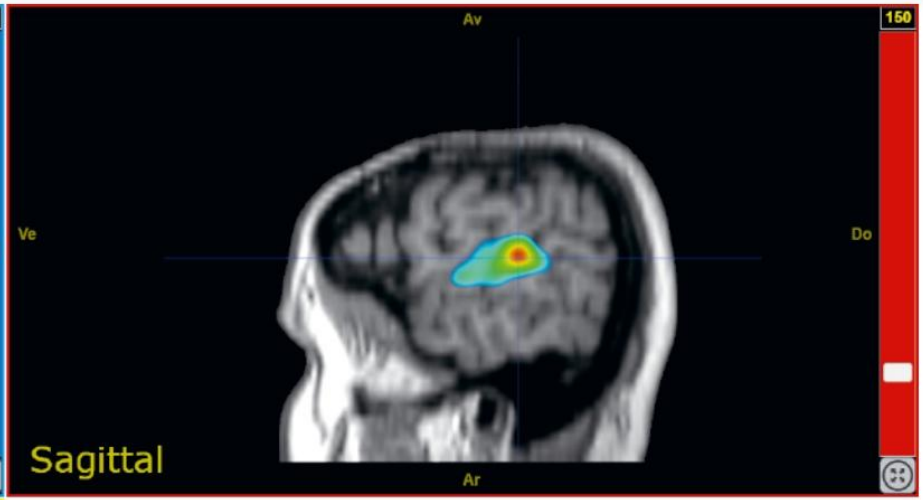
- On peut préserver son capital auditif en baissant le volume sonore ou en diminuant le temps d'écoute]

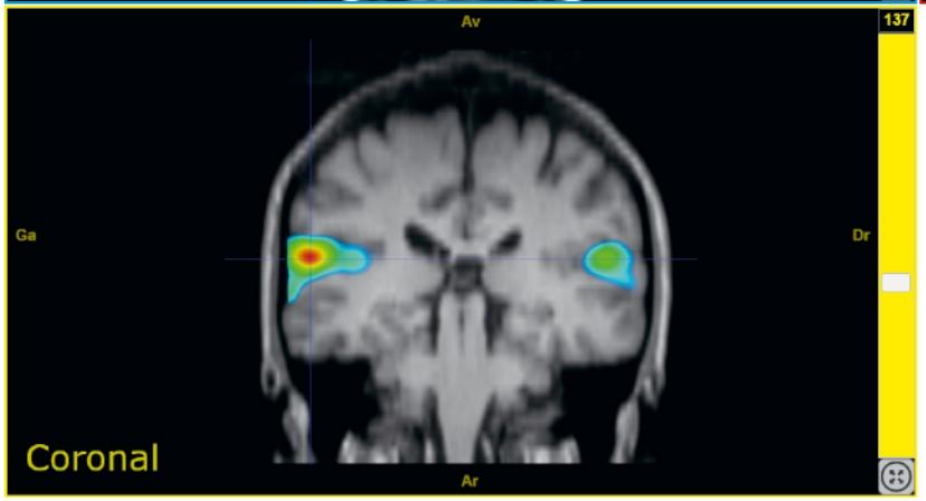
III. Des aires cérébrales spécialisées reçoivent les messages nerveux auditifs (cortex cérébral auditif). D'autres zones du cerveau collaborent avec le cortex auditif, permettant ainsi, après apprentissage, l'interprétation de l'univers sonore (reconnaissance des voix, mélodie d'une musique, identification des bruits, émotions.....etc)

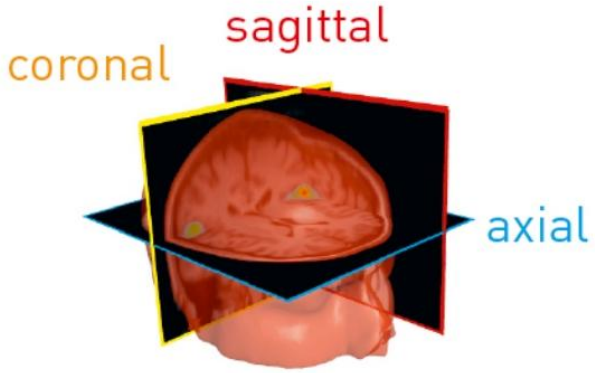

aire auditive primaire A_1
aire auditive secondaire A_2
lobe temporal

Zones cérébrales activées visualisées lors d'une IRMf (Imagerie par résonnance magnétique fonctionnelle)



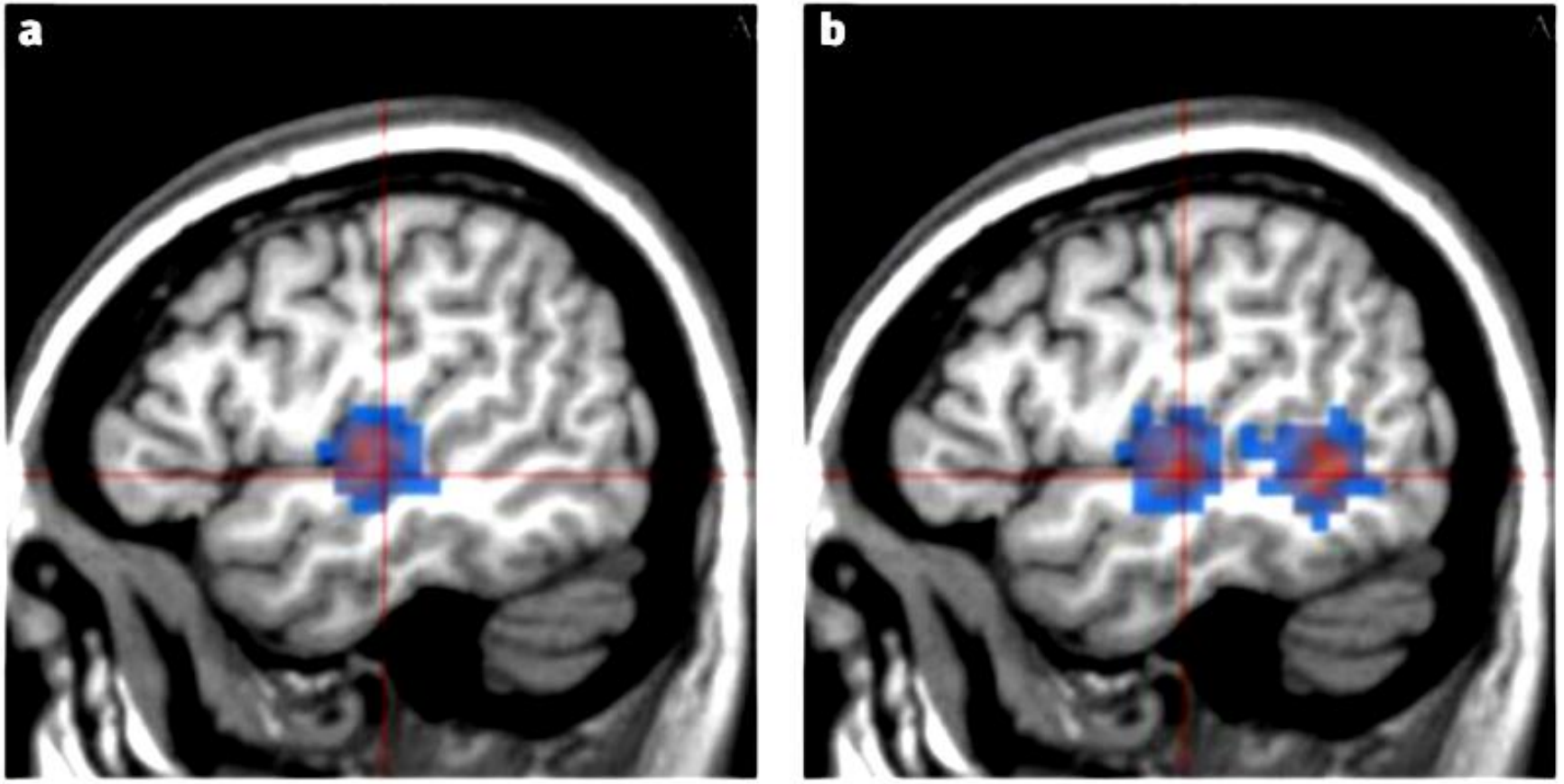






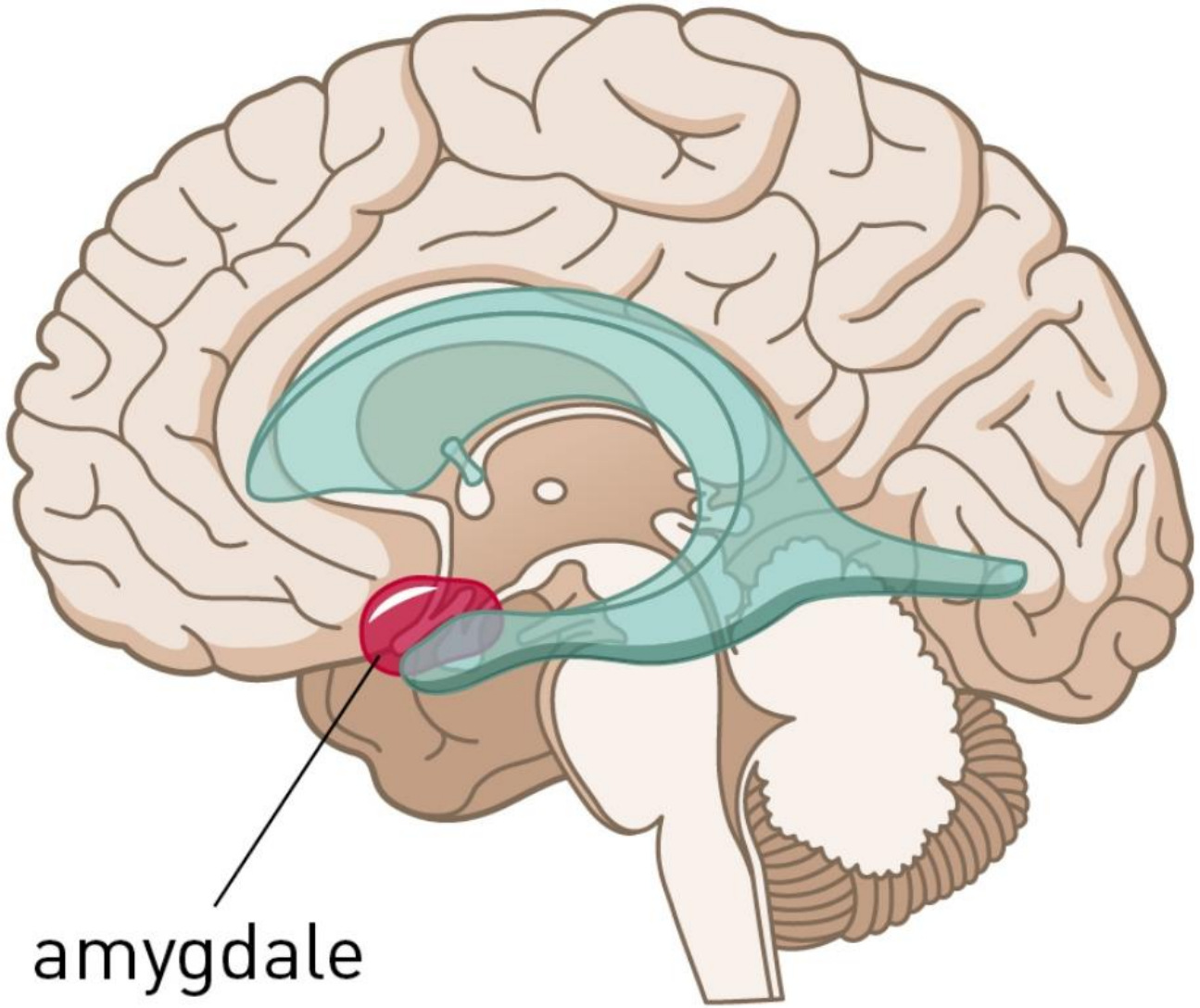
Ecoute d'un son neutre

Zones cérébrales activées visualisées lors d'une IRMf (Imagerie par résonnance magnétique fonctionnelle)

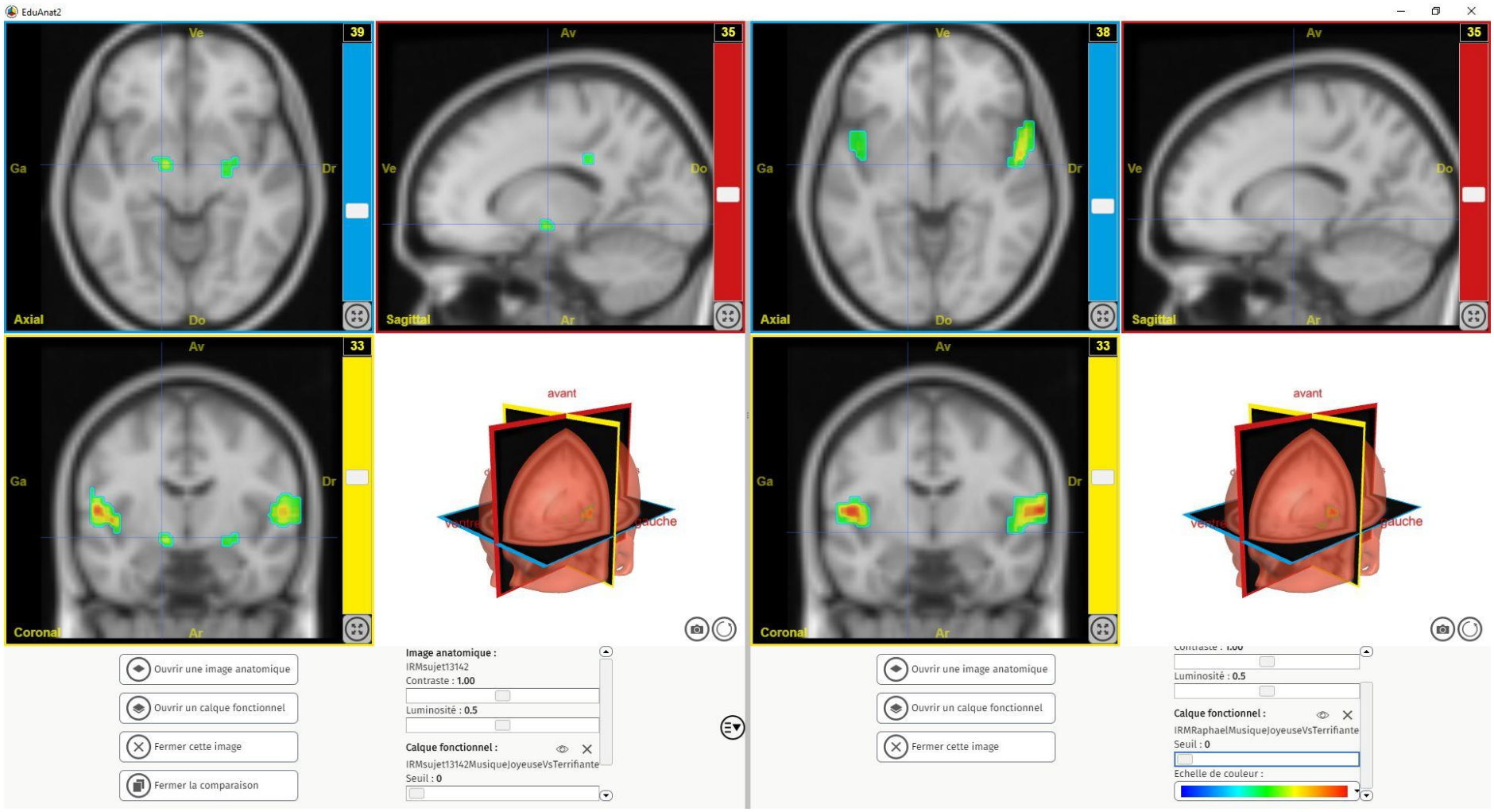


IRMf chez : a un individu écoutant de la musique sans paroles ; b un individu écoutant une chanson avec des paroles. Coupes sagittales, obtenues sur IRMf virtuelle.

L'amygdale, structure cérébrale impliquée dans les émotions



Zones cérébrales activées visualisées lors d'une IRMf (Imagerie par résonnance magnétique fonctionnelle)



Ecoute musique joyeuse

Ecoute d'un son neutre

1. Les messages nerveux auditifs sont transmis à des aires cérébrales spécialisées dans le traitement des signaux d'origine sonore : l'aire auditive primaire, située dans le lobe temporal du cerveau (sur les 2 côtés de la tête, au niveau des tempes)

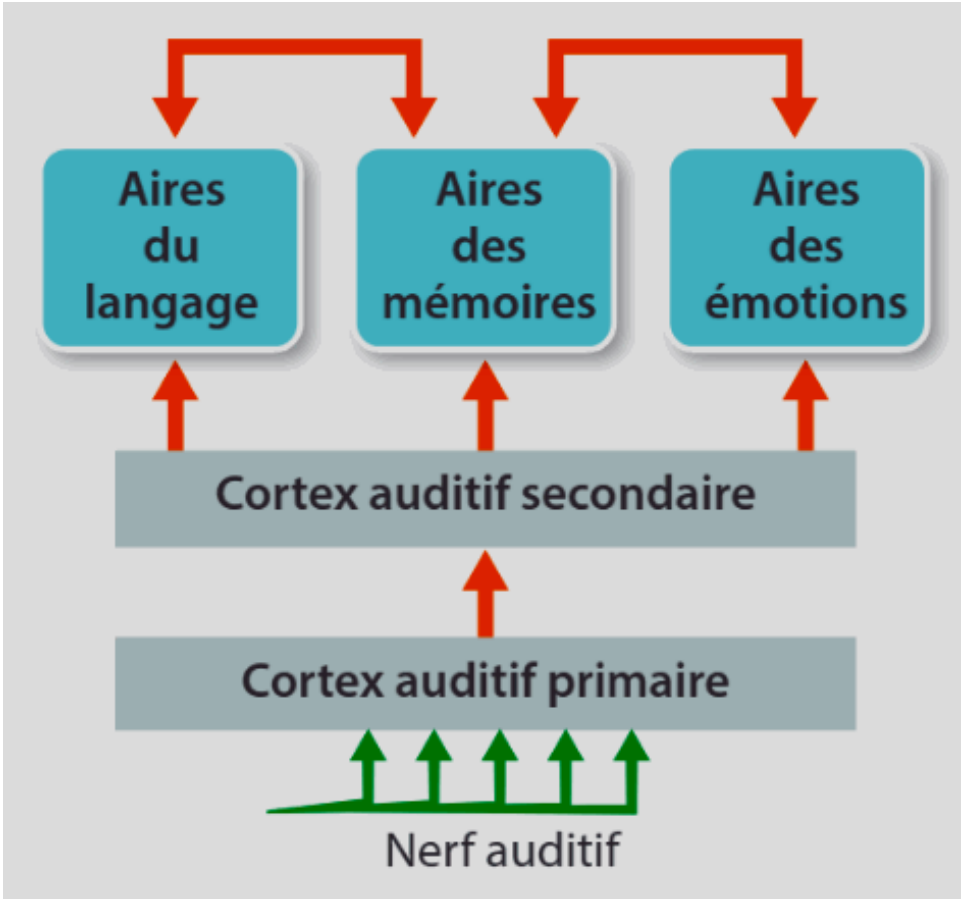
2. L'aire auditive primaire communique avec une aire voisine (aire auditive secondaire) permettant ainsi l'interprétation des sensations sonores (parole, musique, voix.. etc)

3. Les aires auditives communiquent avec d'aires cérébrales plus éloignées impliquées dans le langage, les émotions et la mémoire.

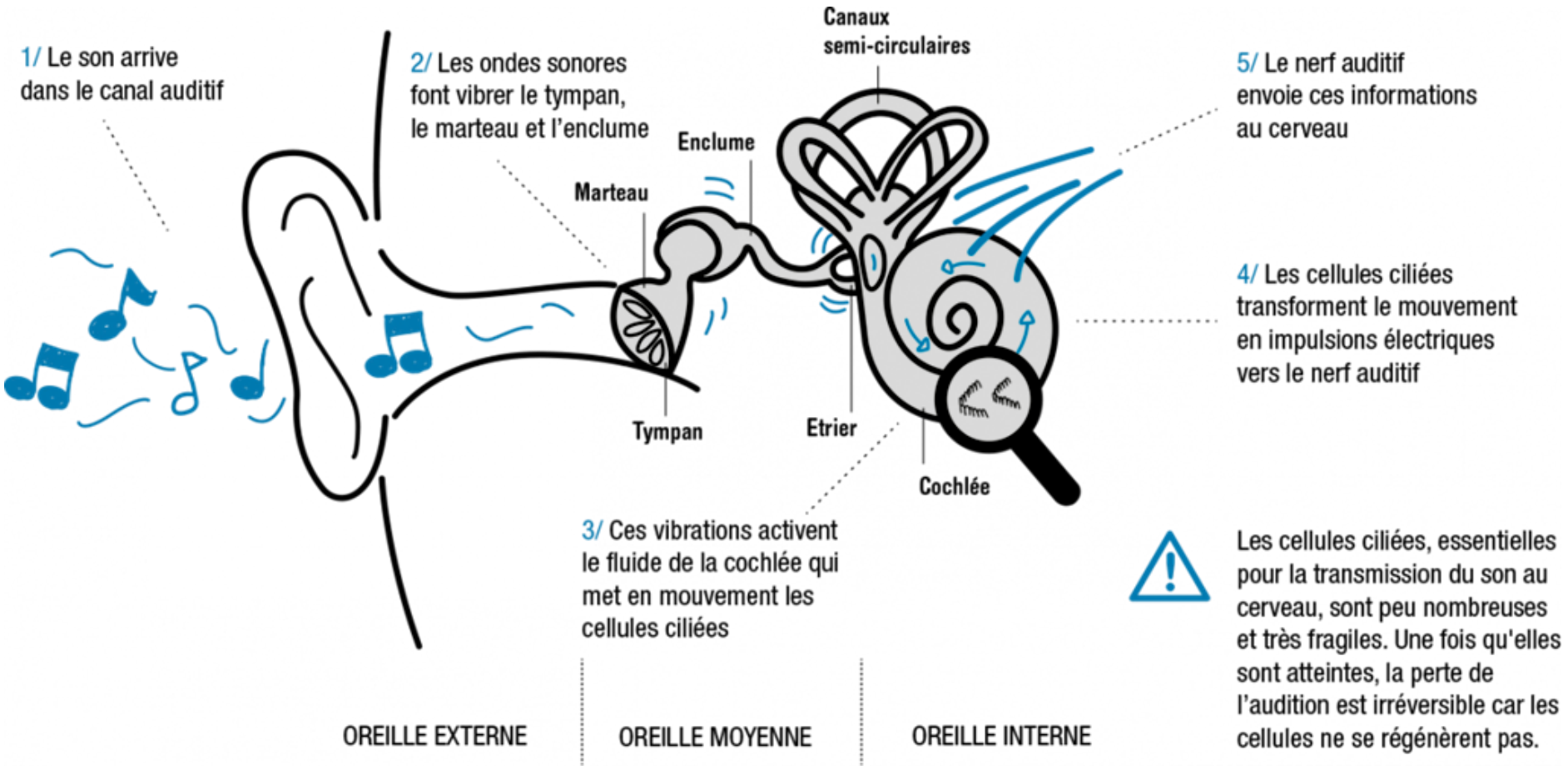
[Exemple : L'amygdale (zone profonde du cerveau) permet d'associer audition et émotions]

4. L'apprentissage modifie la structure et le fonctionnement cérébral (plasticité cérébrale). Ainsi les perceptions auditives sont individuelles : L'audition d'un même son peut activer les aires cérébrales de manière différentes selon les individus.

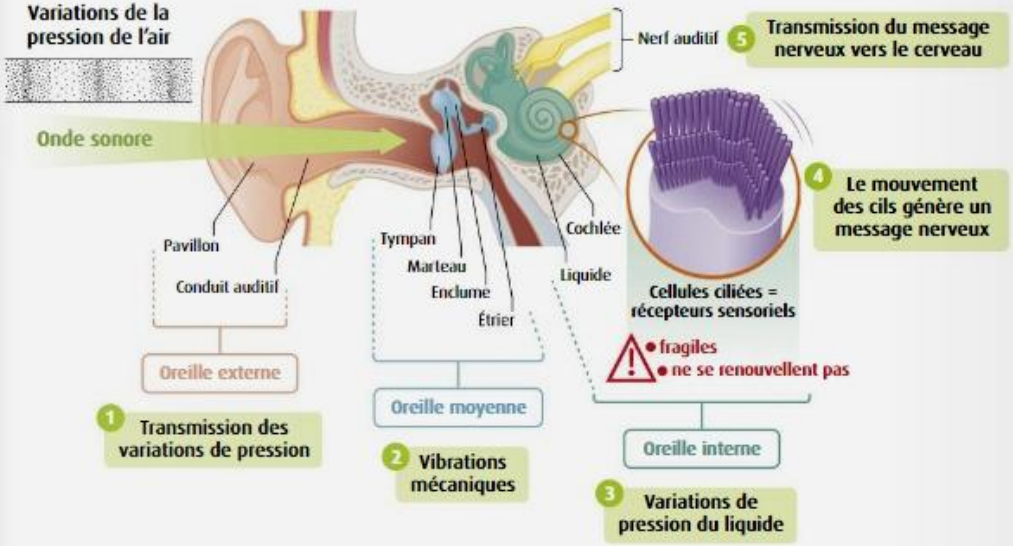
Schéma 4 : Trajet et traitement du message nerveux auditif



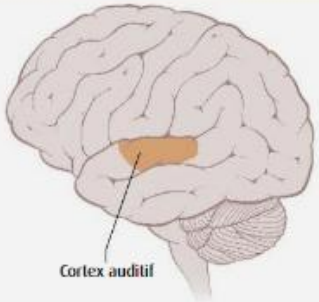
Schémas bilans



La transmission des ondes sonores vers le cerveau



Le traitement des messages nerveux auditifs par le cerveau



Messages nerveux auditifs

- Activation du cortex auditif
- Activation d'autres aires cérébrales

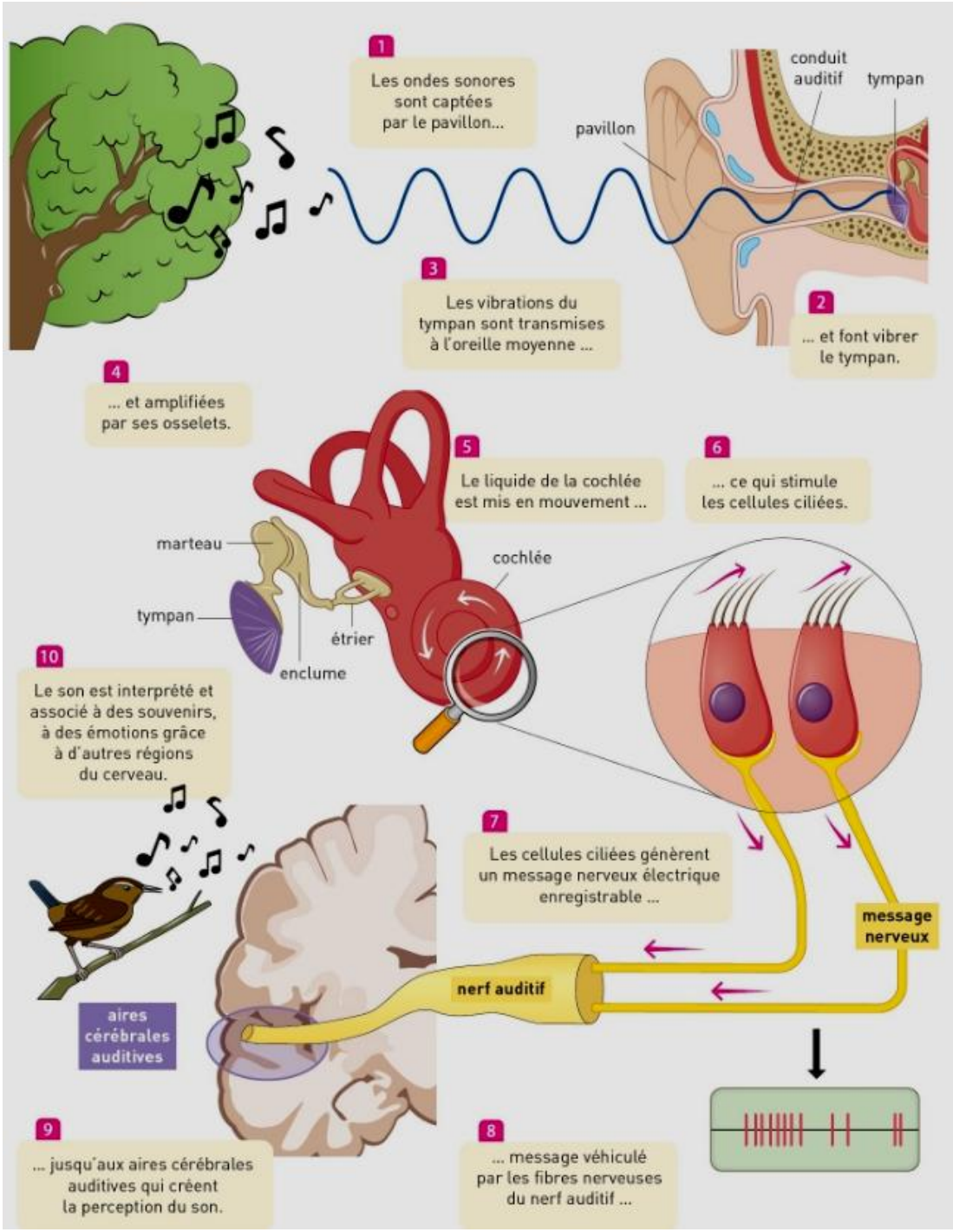
Interprétation du son (parole, musique, etc.)

La préservation de l'audition

LES BONS GESTES :

- limiter la durée d'écoute au casque
- ne pas régler le volume trop fort

- s'éloigner des enceintes en concert


1
Les ondes sonores sont captées par le pavillon...
conduit auditif
tympan
pavillon
3
Les vibrations du tympan sont transmises à l'oreille moyenne ...
2
... et font vibrer le tympan.
4
... et amplifiées par ses osselets.
5
Le liquide de la cochlée est mis en mouvement ...
6
... ce qui stimule les cellules ciliées.
marteau
cochlée
tympan
étrier
enclume
10
Le son est interprété et associé à des souvenirs, à des émotions grâce à d'autres régions du cerveau.
7
Les cellules ciliées génèrent un message nerveux électrique enregistrable ...
message nerveux
nerf auditif
aires cérébrales auditives
9
... jusqu'aux aires cérébrales auditives qui créent la perception du son.
8
... message véhiculé par les fibres nerveuses du nerf auditif ...