

Module de Biophysique

Ondes sonores et ultrasonores

[acoustique physique - ultrasons et applications médicales - biophysique de l'audition]

Éléments de Biophysique de l'audition

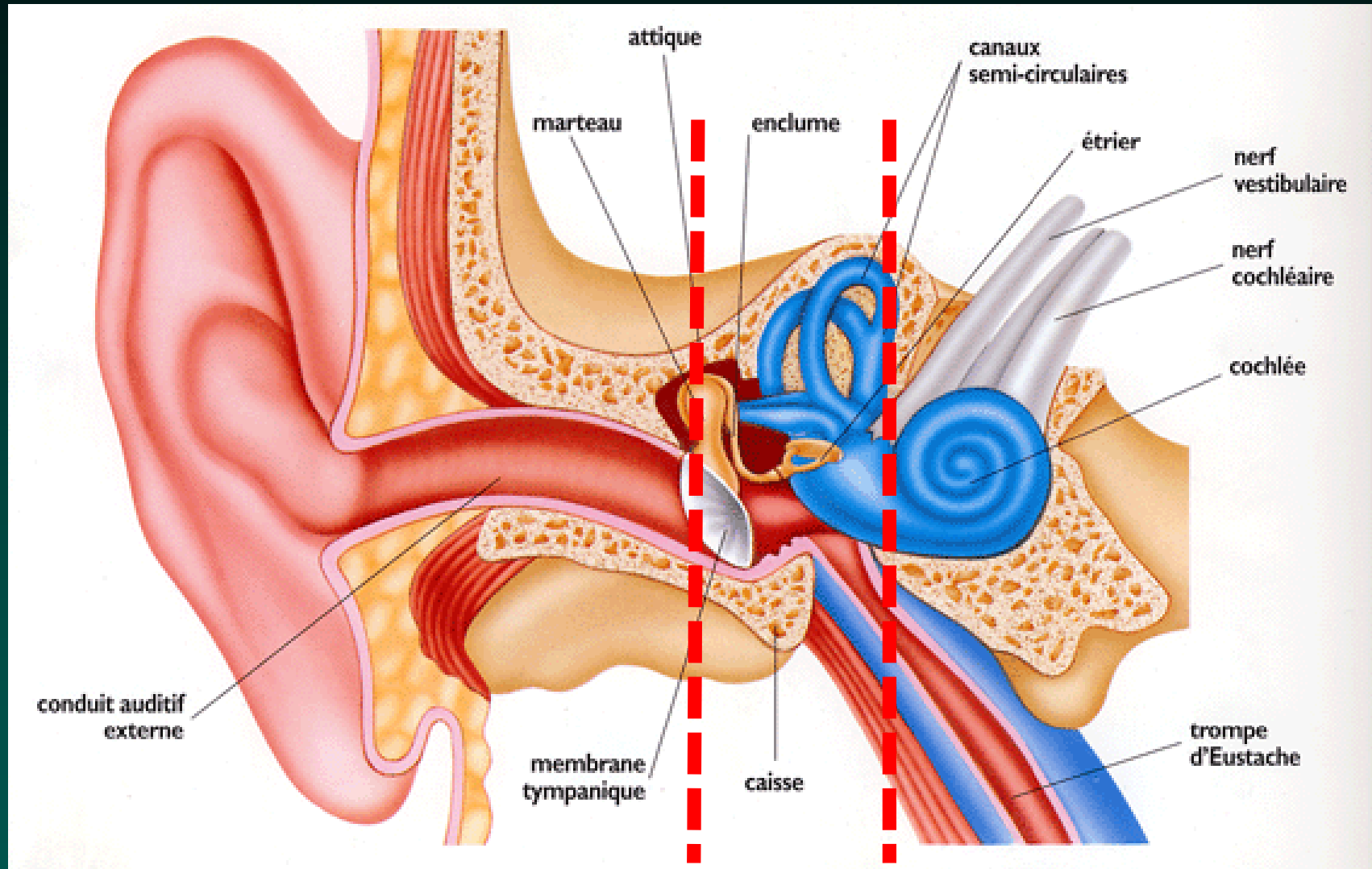
phénomènes objectifs – phénomènes subjectifs

Pr. M. CHEREF

Centre Maherzi

Faculté de Médecine - Université d'Alger

I- Anatomie et physiologie de l'oreille (1)



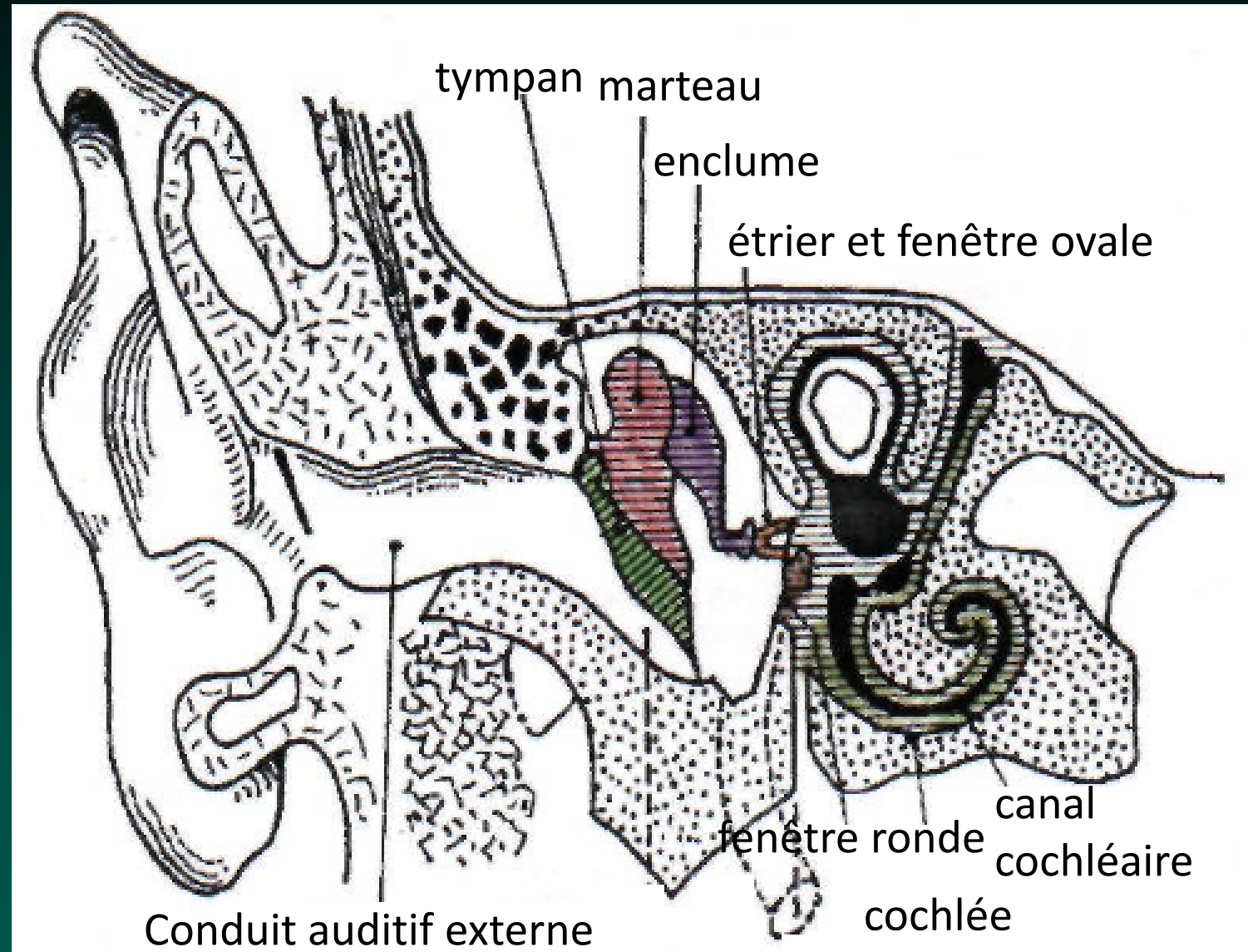
oreille externe

↑
oreille moyenne

oreille interne

I- Anatomie et physiologie de l'oreille (2)

aspect schématique
de
l'oreille

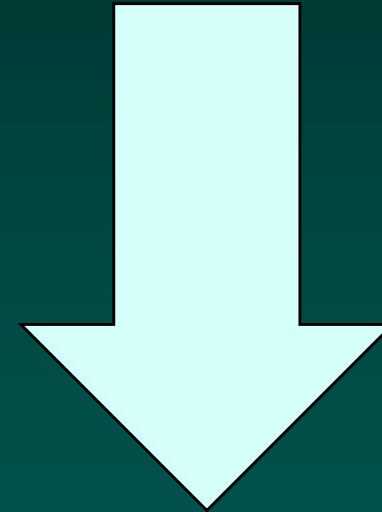
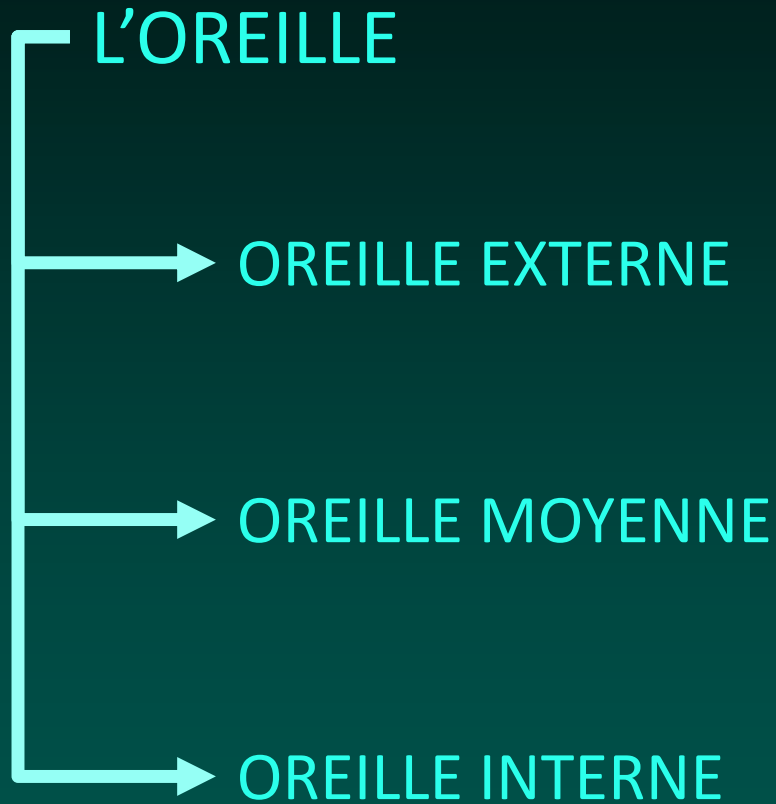


oreille externe

↑
oreille moyenne

oreille interne

I- Anatomie et physiologie de l'oreille (3)



CHACUNE DES PARTIES A UN RÔLE
PARFAITEMENT PRECIS

I- Anatomie et physiologie de l'oreille (4)

1- L'oreille externe :

elle comprend le pavillon qui capte et concentre les ondes sonores, le canal auditif externe, par lequel transitent les ondes sonores, ainsi que le tympan qui vibre sous l'effet de ces ondes

2- L'oreille moyenne :

Celle-ci peut être assimilée à une cavité comprise entre le tympan (chambre contenant de l'air) et la fenêtré ovale. Elle comprend un jeu d'osselets (marteau, enclume, et étrier) ayant pour but d'amplifier le son. Il s'agit d'un organe de transmission des vibrations sonores du tympan à l'oreille interne.

3- L'oreille interne comprend deux ensembles :

a- un organe d'équilibration composé du vestibule et des canaux semi-circulaires

b- un organe d'audition, la cochlée, constituée de trois canaux.

Plus simplement, l'oreille interne peut se résumer en deux « labyrinthes » : le labyrinthe osseux, plein d'un liquide, le pérylimphe (liquide incompressible qui transmet les variations de pression) et le labyrinthe membraneux (qui contient l'endolymphe)

I- Anatomie et physiologie de l'oreille (5)

REMARQUES :

1- les muscles au niveau de l'oreille moyenne :

Les mouvements des osselets sont assurés par des muscles dont deux :

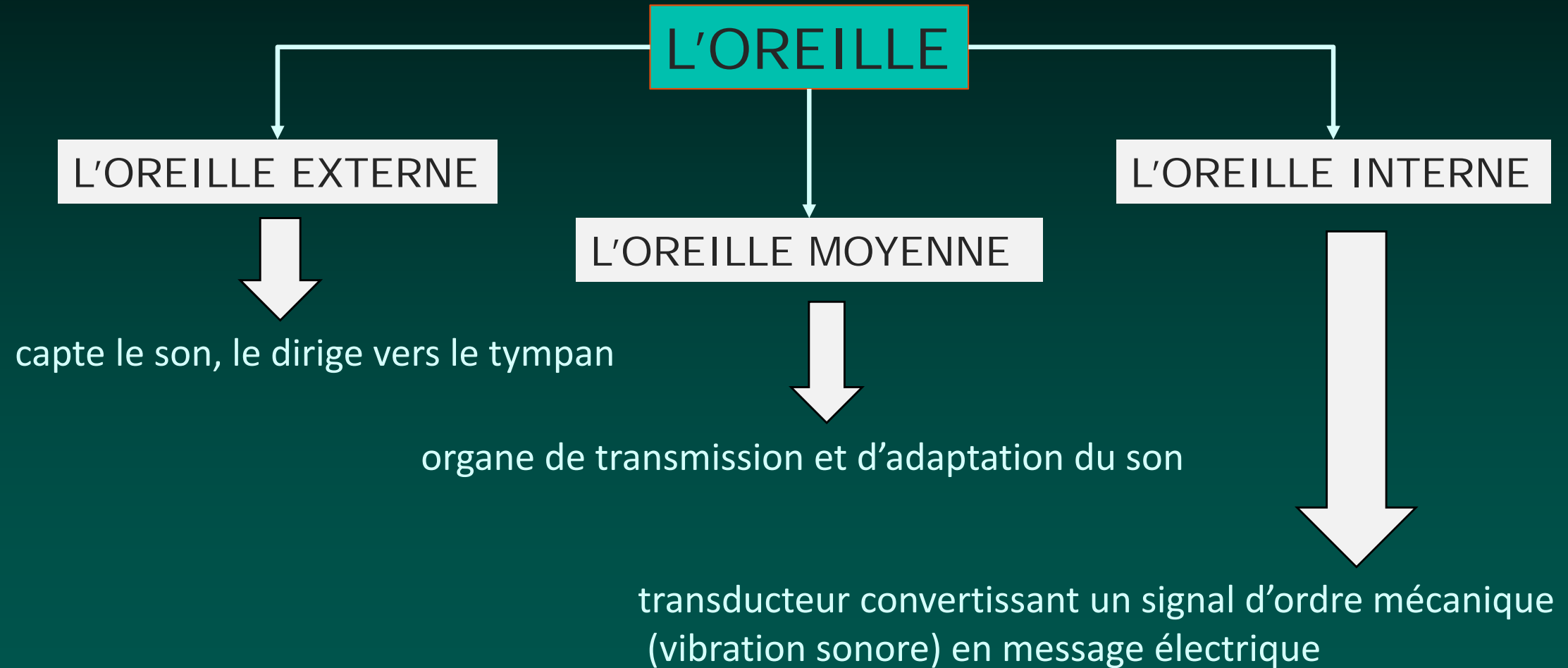
- Le muscle du marteau : le muscle qui écoute
il adapte la tension du tympan à l'onde sonore et permet une détection du son dans les meilleures conditions
- Le muscle de l'étrier : le muscle qui protège
il tend la membrane de la fenêtré ovale et limite l'amplitude de ses vibrations, et assure la protection de l'oreille interne contre les sons de sonie trop élevée

2- la trompe d'Eustache :

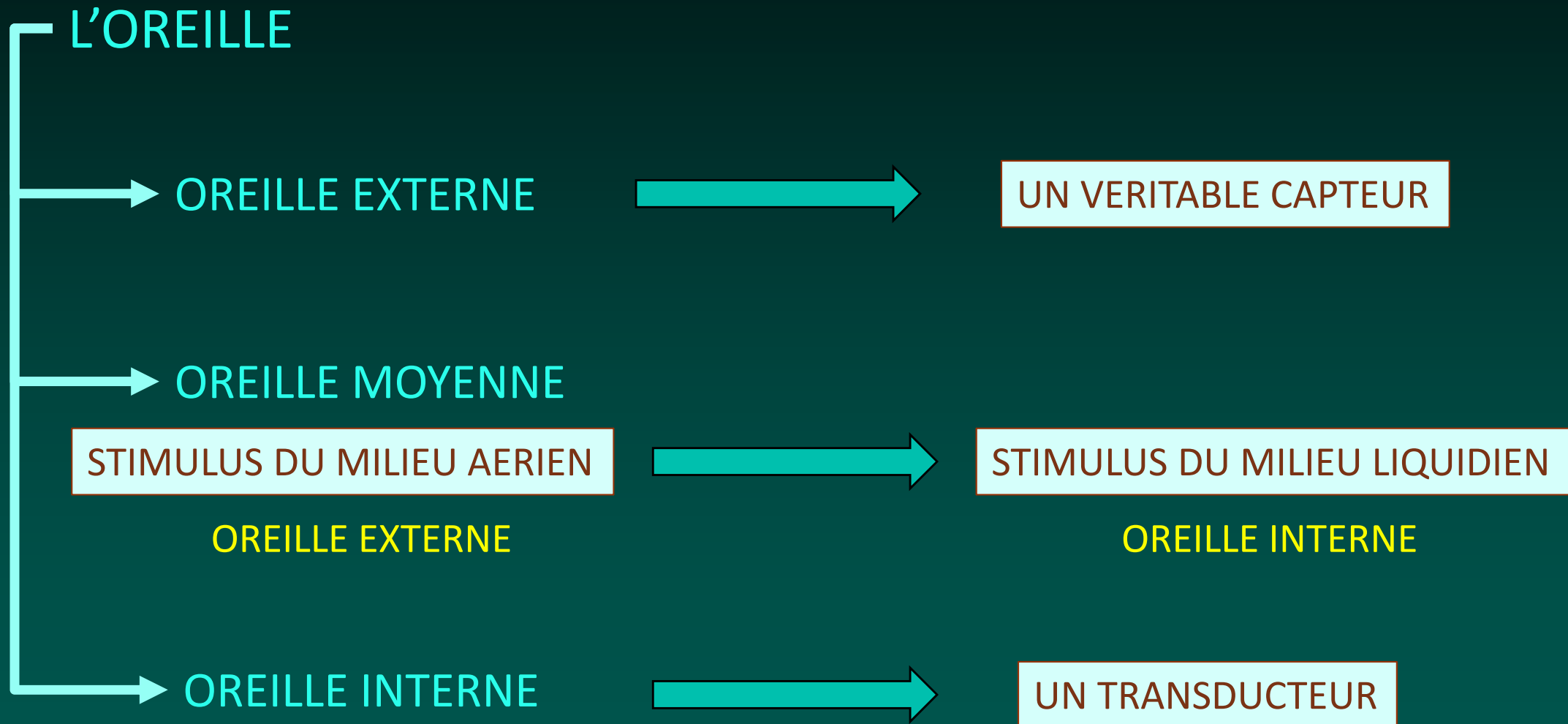
Elle relie la cavité de l'oreille moyenne au pharynx. Elle permet l'égalisation des pressions de chaque côté du tympan afin d'assurer une vibration correcte de celui-ci.

Si la pression atmosphérique varie rapidement, la pression interne n'a pas le temps de s'équilibrer et on voit apparaître une sensation de surdité qui peut être corrigée par bâillement ou déglutition.

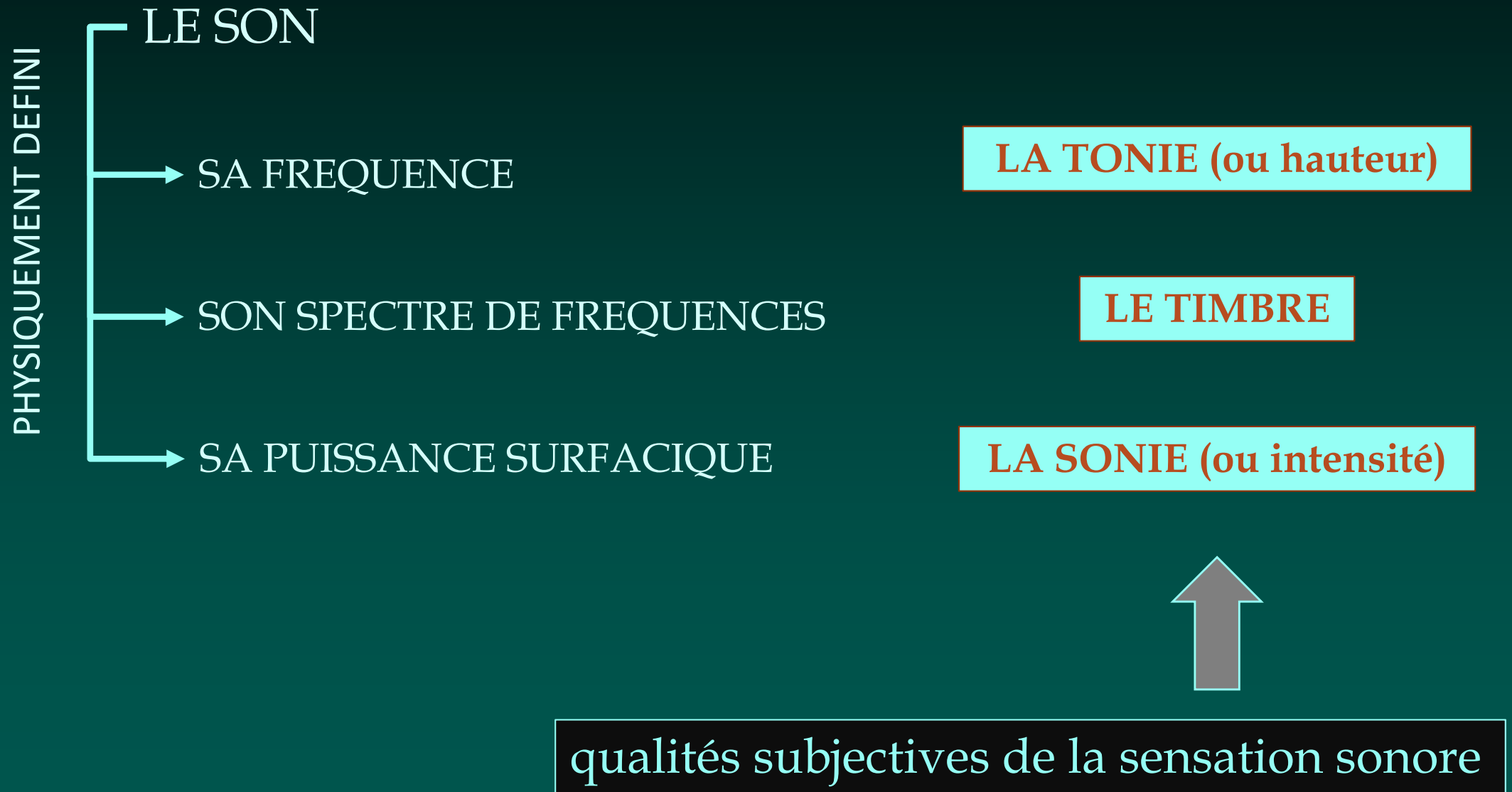
II- biophysique fonctionnelle de l'oreille (1)



II- biophysique fonctionnelle de l'oreille (2)



III- phénomènes subjectifs de l'audition (1)



III- phénomènes subjectifs de l'audition (2)

LA TONIE (ou Hauteur) :

C'est la sensation qui fait dire qu'un son est aigu (correspondant aux fréquences élevées) ou grave (correspondant aux fréquences basses)

SEUIL DIFFERENTIEL DE TONIE Δf :

C'est la capacité de percevoir une différence de hauteur entre deux sons de fréquences voisines : il dépend de la fréquence et augmente avec la fréquence lorsque celle-ci augmente

SEUIL DIFFERENTIEL RELATIF DE TONIE :

c'est le rapport $\Delta f / f$ (Δf étant la variation de fréquence la plus petite que l'on peut percevoir)

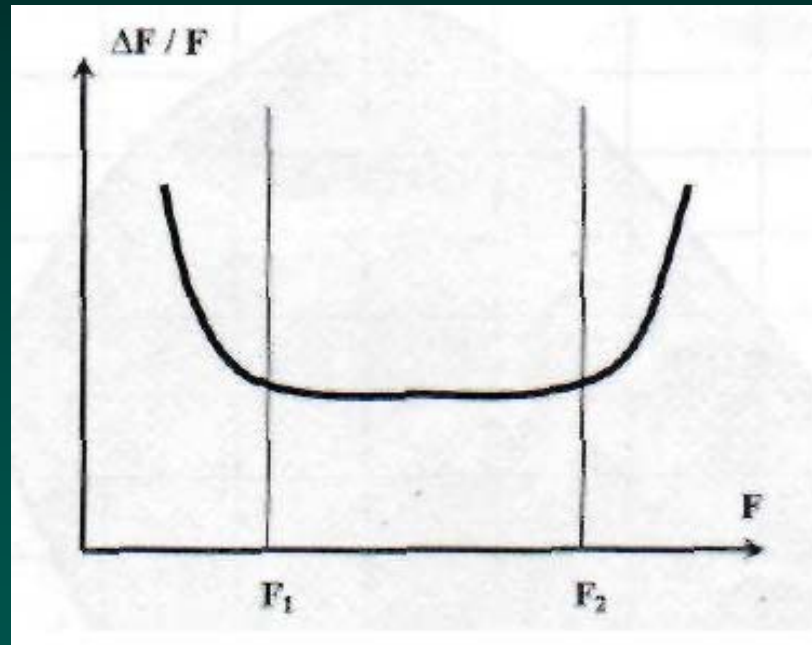
Loi de Weber : le seuil différentiel d'un stimulus S est constant dans un certain domaine de stimulation : entre S_1 et S_2 , $\Delta S = \text{cte}$

III- phénomènes subjectifs de l'audition (3)

Remarques :

a- Domaine audible pour un sujet jeune : > 50 Hz et < 20000 Hz.

Abaissement du seuil supérieur d'audition avec l'âge : LA PRESBYACOUSIE.



b- Pour les sons audibles, $\Delta S = \text{cte}$ que pour des fréquences moyennes. Il est plus élevé aux deux extrémités de la gamme des fréquences audibles

III- phénomènes subjectifs de l'audition (4)

LA SONIE (ou Intensité) :

C'est la sensation qui caractérise un son fort ou faible. Elle est liée à la puissance acoustique (ou puissance surfacique) et à la fréquence

SEUIL ABSOLU :

Il s'agit de la plus petite puissance acoustique produisant une sensation sonore perceptible par l'oreille humaine.

Ce seuil dépend de la fréquence (sa détermination pour toutes les fréquences du domaine audible constitue l'audiométrie).

Du seuil liminaire d'audition, on aboutit au seuil douloureux (seuil supérieur) en augmentant la puissance acoustique. C'est la zone de l'aire auditive

Utilisation du décibel pour quantifier la sonie.

La sonie est donc définie comme la sensation S d'un son de puissance acoustique W .

Echelle de puissance acoustique : le niveau sonore d'un son de puissance acoustique W est défini par (exprimé en dB) :

$$S = 10 \cdot \log \frac{W}{W_0}$$

III- phénomènes subjectifs de l'audition (5)

SEUIL DIFFERENTIEL RELATIF DE SONIE :

Dans le cas de stimulations de l'oreille par deux sons successifs, e même fréquence mais d'intensités différentes. D'après la loi de Weber, DW/W est à peu près constant et vaut environ 1dB.

Cette valeur est valide dans un domaine de puissance acoustique W moyen (ni trop fort ni trop faible)

- Cf Hypothèse de Fechner

COURBES ISOSONIQUES :

Elles caractérisent les courbes de même sensation auditive, et évaluées en phones : [phones] : il s'agit d'une unité d'intensité sonore fondée sur la sensation perçue et non sur la puissance physique

III- phénomènes subjectifs de l'audition (6)

LE TIMBRE :

C'est une propriété liée à la complexité d'un son qui est composé d'un fondamental et ses harmoniques. Le système auditif humain est capable de discerner des sons ne différant que par leurs harmoniques.

C'est donc la propriété d'un son qui permet de reconnaître deux sons complexes de même tonie et de même sonie mais émis de deux sources différentes.

AUDITION BINAURALE :

les différences de perception d'un même son par les deux oreilles permet de repérer une source sonore dans l'espace (plus difficile pour une localisation haut - bas que pour une localisation côté - gauche côté droit)

IV- troubles de l'audition

SURDITE DE TRANSMISSION :

Elles ont pour origine, souvent, des troubles d'ordre mécanique au niveau du tympan ou de la chaîne des osselets. La chirurgie est une arme souvent efficace

SURDITE DE PERCEPTION :

Elles affectent l'oreille interne, il est plus difficile d'y accéder par la chirurgie. Il est alors fait appel aux prothèses auditives (à fréquence et intensité variable) pour permettre de lutter contre ce type de surdités.

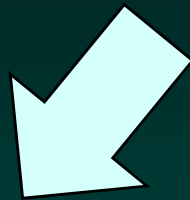
La fatigue auditive correspond à une surdité de perception : la phase de récupération est plus ou moins longue selon l'intensité du son qui a provoqué cette fatigue auditive (après l'audition d'un son suffisamment intense, les performances de l'oreille deviennent moins bonne).

SURDITE MIXTE :

Il s'agit d'affections qui combinent les deux premiers types

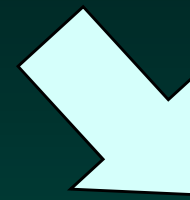
V- exploration de la fonction auditive (1)

EXPLORER LA FONCTION AUDITIVE



METHODES OBJECTIVES

indépendantes du sujet



METHODES SUBJECTIVES

coopération du sujet
(résultats qui varient d'un sujet à l'autre)



INTERET DE L'UNE OU DE L'AUTRE DES METHODES D'EXPLORATION

V- exploration de la fonction auditive (2)

METHODES SUBJECTIVES

ACOUMETRIE :

Il s'agit d'une méthode subjective qui fait appel à la coopération du patient (les méthodes les plus anciennes) : exemple de la voix chuchotée entendue à 6 mètres
- Autre exemple : épreuve de Weber

AUDIOMETRIE :

Il s'agit également d'une méthode subjective
Un générateur de sons purs (audiomètre), et de fréquences variables (croissantes selon une échelle logarithmique), est utilisé. Les résultats peuvent être exprimés en décibels.
(remarque : méthode objective, pour exemple : méthode réflexe d'orientation conditionnée)

V- exploration de la fonction auditive (3)

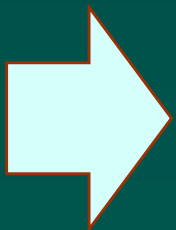
METHODES OBJECTIVES

LES METHODES REFLEXES :

Provoquer un mouvement involontaire par une stimulation d'intensité assez forte

LES METHODES ELECTROPHYSIOLOGIQUES :

Une structure sensorielle émet des signaux électriques. Les recueillir et les visualiser permet d'évaluer la fonction auditive



EXEMPLE DE L'ELECTRO-COCHLEOGRAPHIE

Il s'agit de l'enregistrement de potentiels nerveux émis par le nerf auditif au départ de la cochlée en réponse à des stimulations sonores brèves.