

L'OREILLE

AUDITION

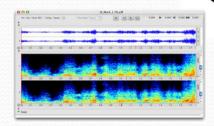
EQUILIBRATION



Sommaire

• Anatomie de l'oreille

• Et le son?

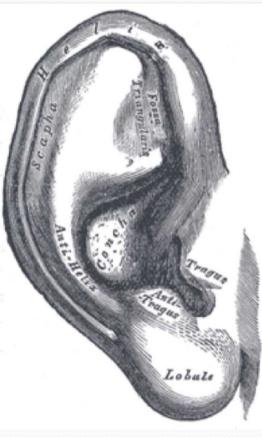


- Nos oreilles en plongée
- Le Guide de Palanquée



• L'oreille externe





La **pinna** (mot latin pour feuille) ou **pavillon auriculaire**, est la partie visible de l'oreille Il collecte et amplifie les sons

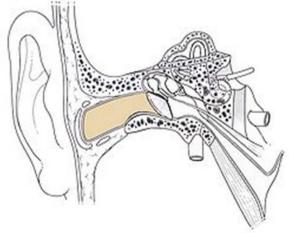
Sorte de cornet qui dirige le son vers le canal auditif



L'oreille externe



Conduit auditif externe gauche, au fond le tympan



Le **conduit auditif externe** est situé entre le pavillon et le tympan

Canal de 25mm de long, de 8 à 10mm de diamètre qui présente une double courbure en S dans le plan horizontal, et ascendant puis descendant dans le plan vertical

La paroi antérieure est <u>directement</u> en rapport avec l'articulation temporomandibulaire, ce qui explique qu'il est possible d'agrandir la lumière du conduit en ouvrant la bouche.

Cette partie interne est revêtue d'une peau dotée de nombreux pores et de glandes sébacés, ainsi que des glandes sudoripares apocrines (les glandes cérumineuses) qui fabriquent un liquide protéique et glucolipidique, pigmenté et collant, le cérumen.

L'oreille moyenne

L'oreille moyenne se compose de 3 entités :

- La caisse du tympan avec le tympan et la chaîne des osselets
- Les cavités mastoïdiennes
- La trompe d'Eustache

Rôle de l'oreille moyenne :

- Les sons sont le résultat de vibrations de l'air dans le conduit auditif qui ont pour effet de faire vibrer le tympan. Ces vibrations seront ensuite transmises le long de la chaîne ossiculaire, puis à l'oreille interne via la fenêtre ovale
- Puisque l'oreille moyenne est creuse, un environnement de haute pression (comme l'eau) poserait le risque de crever le tympan. Pallier ce risque est la fonction des trompes d'Eustache. Descendantes évolutionnaires des ouïes respiratoires des poissons, ces trompes relient l'oreille moyenne aux fosses nasales afin d'assurer une équipression de part et d'autre du tympan.

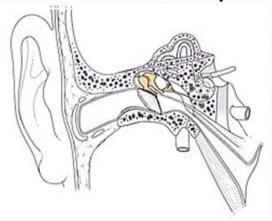
L'oreille moyenne



Le **tympan**, a une forme en banane inclinée d'environ 45° à l'intérieur et en bas. De ce fait, il a une surface plus grande que le conduit auditif externe. Le tympan n'est pas une membrane incurvée, mais a plutôt la forme d'un cône, dont le sommet est déprimé vers l'intérieur

Le tympan est chargé de récolter les vibrations dues aux sons arrivant par le conduit auditif externe, et de les transmettre à la chaîne ossiculaire.

L'oreille moyenne



Le **marteau** est le premier osselet de cette chaîne, il permet la transmission et l'amplification des vibrations sonores Il mesure 8mm de long, pèse 22 à 29 mg

Il est en contact avec le tympan et s'articule dans l'enclume



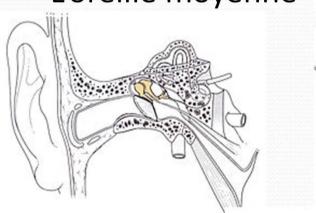
Les **osselets** sont 3 petits os, les plus petits du squelette humain, qui permettent la transmission et l'amplification des vibrations sonores du tympan jusqu'à la fenêtre ovale de la cochlée.

L'**enclume,** 2^{ème} osselet de la chaîne, transmet et amplifie les vibrations sonores

Il est le plus gros des 3 osselets, mesure 6mm de large et 7 mm de haut

Elle s'articule en dehors avec le marteau en dedans avec l'étrier L'étrier, dernier osselet de cette chaîne, le plus petit et le plus léger du squelette humain Il mesure 3mm de large et 4mm de haut, pèse entre 2 et 4 mg Il est composé d'une tête, de 2 branche et d'une platine qui vient appui sur la fenêtre ovale du vestibule

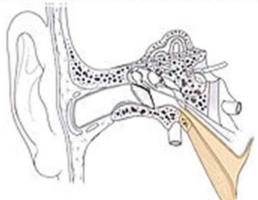
• L'oreille moyenne

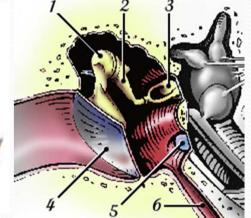


Les **osselets** sont 3 petits os, les plus petits du squelette humain, qui permettent la transmission et l'amplification des vibrations sonores du tympan jusqu'à la fenêtre ovale de la cochlée.



L'oreille moyenne





Les **cavités mastoïdiennes** n'ont pas un rôle physiologique important, par contre leur implication dans la pathologie de l'oreille est importante

La **trompe d'Eustache** est un conduit osseux et fibro-cartilagineux qui relie la paroi antérieure de l'oreille moyenne au rhinopharynx ; elle assure l'équipression de part et d'autre du tympan

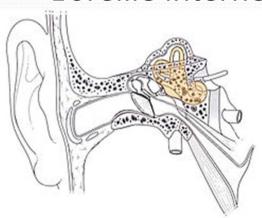
La trompe d'Eustache mesure en moyenne 3,7 cm de long. Elle est constituée de deux cônes allongés unis par leurs sommets (isthme tubaire). Ces deux segments font entre eux un angle de 160° ouvert vers le bas. La trompe a une direction générale en dedans en bas et en avant

La trompe d'Eustache joue un rôle dans plusieurs fonctions :

- une fonction mécanique,
- une fonction de clairance muco-ciliaire,
- une fonction équipressive, centre le milieu extérieur et l'oreille moyenne.

Dans les conditions normales, la trompe, fermée au repos, s'ouvre pendant une fraction de seconde lors de la déglutition ou d'un bâillement. À ce moment, l'air reste dans l'oreille moyenne et remplace celui qui a été absorbé par la muqueuse ou corrige la pression qui a été modifiée par un changement d'altitude.

L'oreille interne





L'oreille interne est une des parties de l'oreille, qui contient non seulement l'organe de l'ouïe, la cochlée ou limaçon, mais aussi le système vestibulaire, organe de l'équilibre, responsable de la perception de la position angulaire de la tête et de son accélération

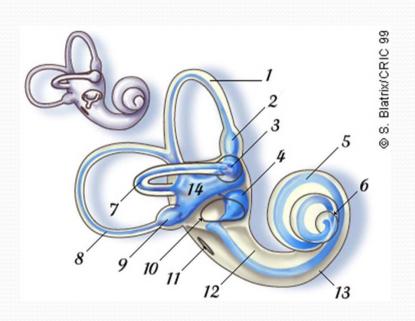
Elle comprend une cavité rigide de forme complexe, le labyrinthe osseux, dans laquelle flotte un organe souple et creux de forme comparable : le labyrinthe membraneux

Il contient deux liquides, l'endolymphe et la périlymphe.

L'endolymphe occupe la cavité interne du labyrinthe membraneux et, la périlymphe l'espace qui le sépare du labyrinthe osseux. Deux membranes s'opposent à l'écoulement de la périlymphe dans l'oreille moyenne : la fenêtre ovale, déjà citée, et la fenêtre ronde.

L'oreille interne

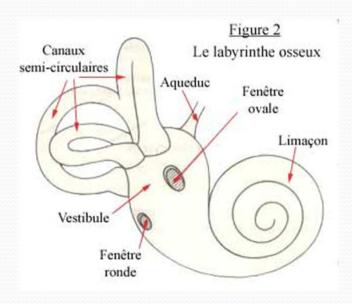
Ci-dessous, le schéma principal représente, par transparence, le labyrinthe membraneux contenant l'endolymphe; en haut à gauche : le labyrinthe osseux.

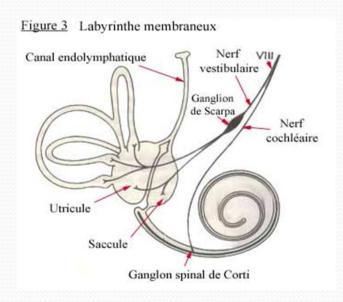


- 1. Canal antérieur
- 2. Ampoule (du même canal)
- 3. Ampoule (canal horizontal)
- 4. Saccule
- 5. Canal cochléaire
- 6. Hélicotrème
- 7. Canal latéral (horizontal)
- 8. Canal postérieur
- 9. Ampoule (canal postérieur)
- 10. Fenêtre ovale
- 11. Fenêtre ronde
- 12. Rampe vestibulaire
- 13. Rampe tympanique
- 14. Utricule

L'oreille interne

Le vestibule membraneux comprend deux cavités arrondies, l'utricule et le saccule, et trois canaux semicirculaires situés dans trois plans perpendiculaires Son rôle est capital dans l'équilibre. Les canaux semicirculaires occupent la plus grande partie de l'oreille interne. Chaque canal contient un liquide et des cils sensitifs reliés à des cellules réceptrices qui transmettent les informations au cervelet Les récepteurs vestibulaires comprennent deux taches situées, l'une dans l'utricule, l'autre dans le saccule, et trois crêtes situées dans des ampoules occupant la base des canaux semi-circulaires

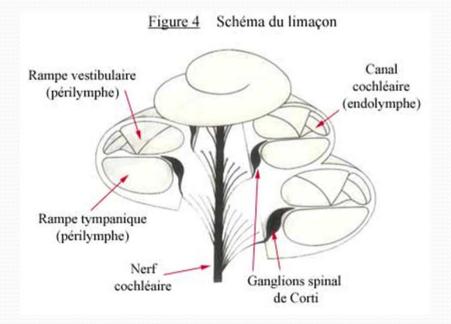




L'oreille interne

Le limaçon, ou cochlée a la forme d'un petit escargot dont la spirale décrit un peu plus de deux tours et demi. Deux membranes divisent sa cavité en trois parties :

- la rampe vestibulaire, aboutissant à la fenêtre ovale
- la rampe tympanique, aboutissant à la fenêtre ronde, et communiquant entre elles au sommet et renfermant de la périlymphe
- le canal cochléaire, situé entre les deux rampes, renferme de l'endolymphe



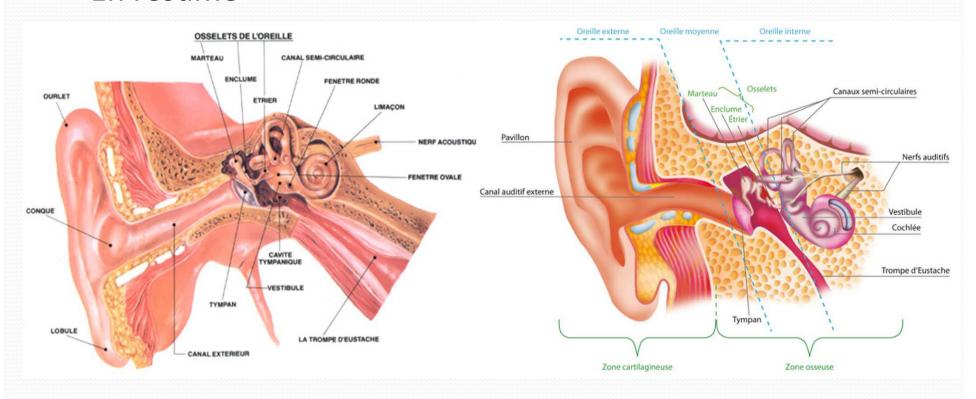
La chaîne des osselets transmet les vibrations du tympan à la fenêtre ovale en les amplifiant. Il en résulte un mouvement de va-et-vient de la périlymphe (chaque fois que la fenêtre ovale se déprime, la fenêtre ronde se bombe, et inversement) qui déforme le canal cochléaire et fait vibrer les fibres élastiques de la membrane basilaire.

La vibration d'un groupe de fibres élastiques de la membrane basilaire excite le segment l'organe de Corti situé à son contact. Il en résulte un influx nerveux

Les nerf cochléaire et vestibulaire s'unissent en donnant le nerf auditif

Il existe environ 30 000 fibres nerveuses dans chaque oreille qui transmettent des signaux au tronc cérébral et au cortex auditif du cerveau.

• En résumé



Définition

Onde sonore produite par la vibration mécanique d'un support fluide ou solide, et propagée grâce à l'élasticité du milieu environnant

Caractéristiques d'un son

Son intensité : faible – fort (amplitude)

Sa hauteur : grave – aigu (fréquence)

Son timbre: instrument - voix

Vitesse du son

Le son se propage dans tout milieu, et plus le milieu est dense, plus la vitesse de propagation est grande

Vitesses du son

vitesse de propagation	
331 m/s	
343 m/s	
1450 m/s à 1550 m/s	
258 m/s	
1270 m/s	
5200 m/s	
5050 m/s	
3500 m/s à 5000 m/s	

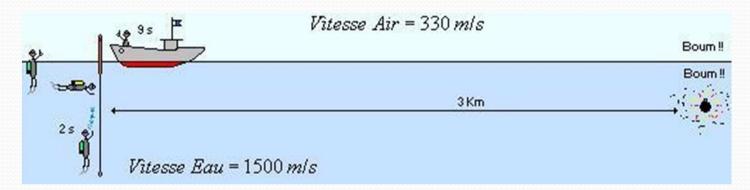
Application à la plongée (1)

Une explosion se produit à 3km d'un bateau ; au bout de combien de temps le DP resté sur le bateau entendra le bruit de l'explosion ?

Et les plongeurs ?

Données: 330 m/s dans l'air – 1500 m/s dans l'eau

Application à la plongée (1)



Application à la plongée (2)

L'écart d'environ 15cm entre les deux oreilles fait que, selon la provenance du son, l'une des deux oreilles le perçoit avant l'autre. Cela suffit à notre cerveau pour déterminer l'origine du son.

Calculez l'effet « stéréo » dans l'air et dans l'eau

Application à la plongée (2)

Dans l'air : Δ t = 1/330x0,15 = 0,45 millième de seconde !

Dans l'eau, la vitesse du son est de 1500 m/s environ.

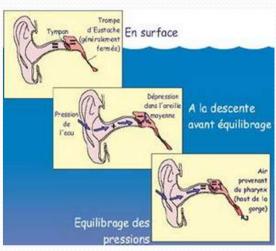
 Δ t = 1/1500x0,15 = 0,1 millième de seconde ! (4 fois et demi plus vite)

Pour attirer l'attention d'un autre plongeur on peut taper sur son bloc

Sous l'eau, il est difficile de connaître la provenance du son

Sécurité à 3 mètres (tour d'horizon)

Barotraumatisme Oreille Moyenne



Symptômes:

- Douleur faible à intense
- Hypoacousie, sensation oreille bouchée
- Acouphènes
- Lésions du tympan
 - i. Rougeurs du manche du marteau
 - ii. Rougeur diffuse du tympan
 - iii. Épanchement séreux dans la caisse du tympan
 - iv. Épanchement de sang dans la caisse du tympan
 - v. Perforation tympan

Causes:

Lors de la descente avec une fonction équipressive de la trompe d'Eustache qui est défectueuse Le tympan se déforme à l'extrême et se congestionne, congestion qui peut aller jusqu'à la trompe d'Eustache, se qui rend plus difficile les manœuvres d'équilibrage

Les plongeurs les plus exposés sont :

- les plongeurs en apnée chez lesquels la répétition des descentes expose à ce type d'incident;
- les plongeurs autonomes entraînés qui descendent rapidement, les moniteurs qui font "l'ascenseur", les débutants qui font des Valsalva trop forts et répétés

Traitement:

i et ii : Disparition spontanée en quelques jours avec abstention de plongée

iii et iv: Traitement local anti-inflammatoire

v : protection oreille, pas de goutte, traitement avec parfois antibiotique – cicatrisation spontanée fréquente

Barotraumatisme Oreille Interne

Dix fois moins fréquents que les barotraumatismes de l'oreille moyenne, mais redoutables par leurs séquelles potentielles fonctionnelles parfois irréversibles. Ils sont isolés ou associés à un barotraumatisme de l'oreille moyenne dans plus de la moitié des cas.

Ils surviennent surtout en descente et concernent souvent les apnéistes.

Leur symptomatologie est surtout cochléaire.

Le danger principal est le retard de diagnostic, aussi bien par le plongeur qui évoque une simple oreille bouchée ou par le médecin qui peut méconnaître un barotraumatisme d'oreille interne derrière un banal barotraumatisme d'oreille moyenne : "Un accident peut en cacher un autre."

Mécanisme :

- * Les barotraumatismes de l'O.M. qui se transmettent à l'O.I. : ce sont les barotraumatismes mixtes ;
- * Les barotraumatismes directs de l'oreille interne (sans atteinte du tympan) :
 par coup de piston de l'étrier dans la fenêtre ovale
 par coup de pression au niveau de la fenêtre ronde, avec risque de fistule par rupture de la fenêtre cochléaire
 par hyperpression endocrânienne du LCR se transmettant aux liquides labyrinthiques
- * Le vertige alterno-barique dû à la difficulté à vider la caisse du tympan en surpression relative pendant la remontée et de façon asymétrique, dû à un fonctionnement défectueux de la trompe d'Eustache

Les accidents 1 et 2 surviennent surtout à la descente ; les accidents 3 surviennent à la remontée.

Barotraumatisme Oreille Interne

Symptômes:

Interroger la victime pour connaître à quel moment de la plongée sont apparus les troubles.

- Douleur intense souvent présente par atteinte de l'oreille moyenne associée.
- L'hypoacousie est le signe essentiel

Les vertiges rotatoires sont prédominants dans le vertige alterno-barique, sinon ils sont rares dans les barotraumatismes d'oreille interne de type mécanique, traduisant une souffrance vestibulaire irritative surajoutée à l'atteinte labyrinthique cochléaire.

Enfin, ils peuvent faire évoquer un accident de décompression de l'oreille interne en diagnostic différentiel ! Nausées et vomissements sont parfois présents.

Traitement:

C'est une urgence médicale! En cas de prise en charge dans les 24 heures, une récupération auditive est fréquente, les chances diminuant avec le retard de prise en charge thérapeutique ; bien que des résultats soient parfois obtenus, même lors de prises en charge tardives (au-delà de 1 semaine).

Le vertige alterno-barique est une entité à part ; il est le plus souvent transitoire : au moment de l'incident : stopper la remontée, redescendre de quelques mètres ; éviter tout Valsalva, qui aggraverait la situation ; pratiquer des déglutitions ou la manœuvre de Toynbee ; prévention par techniques d'équipression passives, BTV,...

ADD de l'Oreille Interne

Il survient souvent au sortir de la plongée ou dans l'heure qui suit

La symptomatologie est essentiellement vestibulaire. Ils sont en fréquence croissante dans la plongée de loisir et des facteurs de risques ont maintenant été mis en évidence, notamment les vitesses de remontées, les variations de niveaux de plongée, les vitesses de remontées entre les paliers et entre palier et surface...

Mécanisme:

- microbulles des tissus et liquides labyrinthiques
- microbulles dans la circulation de type terminal de l'oreille interne
- souffrance des noyaux vestibulaires centraux ;
- embolie suite à microbulles du système veineux central à travers un foramen ovale a été évoquée récemment à l'occasion d'accidents de décompression de l'oreille interne et peut être évoquée dans certains cas

Symptômes:

Ils apparaissent en fin de plongée, au palier, mais le plus souvent à la sortie de la plongée ou dans l'heure qui suit

- Vertiges importants et nausées, vomissements
- Troubles de la marche

Traitements:

- Oxygénothérapie avec masque à haute concentration
- Boire + Aspirine
- Alerter

A la descente	Cause	Symptômes	C.A.T.	Prévention		
Otite Barotraumatique	Pas ou mauvais équilibrage oreilles	Douleur intense	Arrêter la descente Remonter et fin de plongée	Différentes manœuvres Descente lente		
Perforation du tympan	Pas ou mauvais équilibrage oreilles	Douleur intense Vertiges, surdité, saignements	Arrêter la descente Remontée assistée et fin de plongée	Différentes manœuvres Descente lente		
Barotraumatisme oreille interne	Surpression brutale de l'oreille moyenne	Douleur intense Vertiges, surdité	Arrêter la descente Remontée assistée et fin de plongée	Différentes manœuvres Descente lente		
	NE JAMAIS FORCER LES OREILLES					
A la remontée	Cause	Symptômes	C.A.T.	Prévention		
Vertiges alterno- barriques	Déséquilibre de pression entre les deux oreilles	Vertiges, tête qui tourne – le plongeur se déplace de manière incohérente	Assistance Déglutition Remontée lente fin de plongée	Ne pas plonger enrhumer		
ADD de l'oreille	Vitesse de remontée rapide Non respect des paliers	Troubles équilibre Nausée Vomissements Surdité	Assistance O ₂ Secours	Respect vitesse de remontée et paliers		

Le Guide de Palanquée

Avant la plongée, renseignez vous sur :

- Les dernières plongées effectuées
- Le nombre de plongée, l'aisance du plongeur à la descente et à la remontée
- L'état physique du plongeur (stress, fatigue, malade)
- Les manœuvres d'équilibrage (difficile ou pas)
- La température de l'eau (froid)
- La combinaison adaptée (cagoule)

Pendant la plongée :

- Adaptez votre position pour la descente (visuel de la palanquée)
- Soyez proche de votre palanquée (intervention rapide)
- Soyez attentif au comportement
- Soyez directif pendant la plongée
- Ayez une position adaptée pendant la remontée

Après la plongée :

- Assurez vous que votre palanquée va bien
- Ne tardez pas à vous changer et vous couvrir et faire couvrir les oreilles s'il fait froid
- Faites le débriefing à sec et au chaud

Le Guide de Palanquée

• Les manœuvres d'équipression

Un GP doit connaître les différentes méthodes pour pouvoir équilibrer les oreilles, certaines plus traumatisantes que les autres

A la descente		Facilité	Sécurité
VALSALVA	Nez pincé et se moucher	***	*
FRENZEL	Nez pincé, mouvement de langue vers le fond de la bouche Envoyer l'air vers la trompe d'Eustache	*	**
DEGLUTITION	Déglutir	*	***
BTV	Mouvement de la mâchoire pour ouvrir la trompe avec les muscles	*	***
A la remontée		Facilité	Sécurité
TOYNBEE	VALSALVA à l'inverse	***	***

Conclusion

L'oreille est un organe fragile pour la plongée

En tant que guide de palanquée il vous faut être vigilant avant – pendant – après

Faites attention aux différentes manœuvres d'équilibrage

Merci de votre attention