



PA40

Les barotraumatismes

# Programme :

- Quizz séance précédente
- Barotraumatismes : rappels niveau 2
- Poumons
  - La ventilation
  - Surpression pulmonaire - Prévention, mécanisme symptômes et conduite à tenir
  - OPI- Prévention, mécanisme symptômes et conduite à tenir
- Oreilles
  - Fonctions et mécanismes
  - Equilibrage
  - Vertige alterno-barique
  - Prévention
  - Symptômes et conduite à tenir
- Système digestif - Mécanismes, prévention, symptômes et conduite à tenir
- Sinus - Mécanisme, prévention et conduite à tenir
- Dents - Mécanisme, prévention, symptômes et conduite à tenir
- Placage de masque - Mécanisme, prévention, symptômes et conduite à tenir

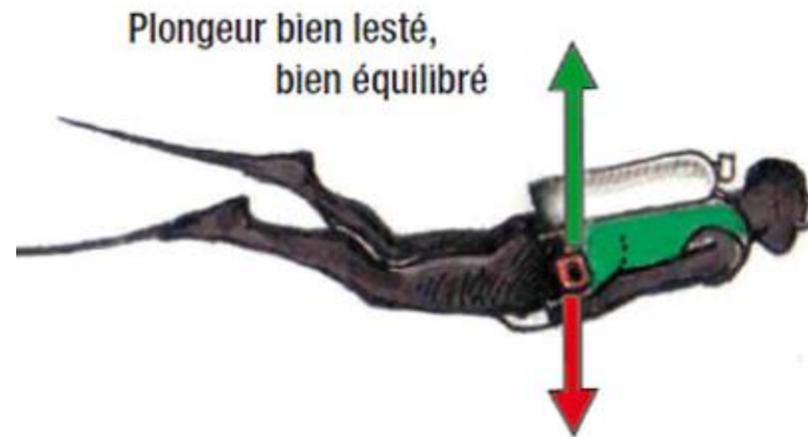


# Quizz séance précédente : Flottabilité & Equilibre

Qu'est-ce qu'un plongeur équilibré ?

Un plongeur stabilisé et horizontal

⇒ qui maintient son niveau d'immersion et qui a une position confortable et hydrodynamique dans l'eau.



# Quizz séance précédente : Flottabilité & Equilibre

De quels outils disposent le plongeur pour maintenir son niveau d'immersion ?

- son gilet stabilisateur (gonfle à la descente et au fond et purge à la remontée)
- son lestage (maintien du palier)
- son poumon ballast (réglage très fin de quelques cm)
- sa ventilation (souffler à la remontée et lors du tirage de parachute)



De quels outils disposent le plongeur pour s'équilibrer sur la ligne d'horizon ?

- Le choix d'un matériel adapté (type de bloc, poids du bloc, choix du gilet, des palmes...)
- Un gréage correct (assiette et sanglage)
- Un sanglage correct (sangles serrées, bien attachées ⇒ check palanquée à 3m)
- Un lestage correctement réparti



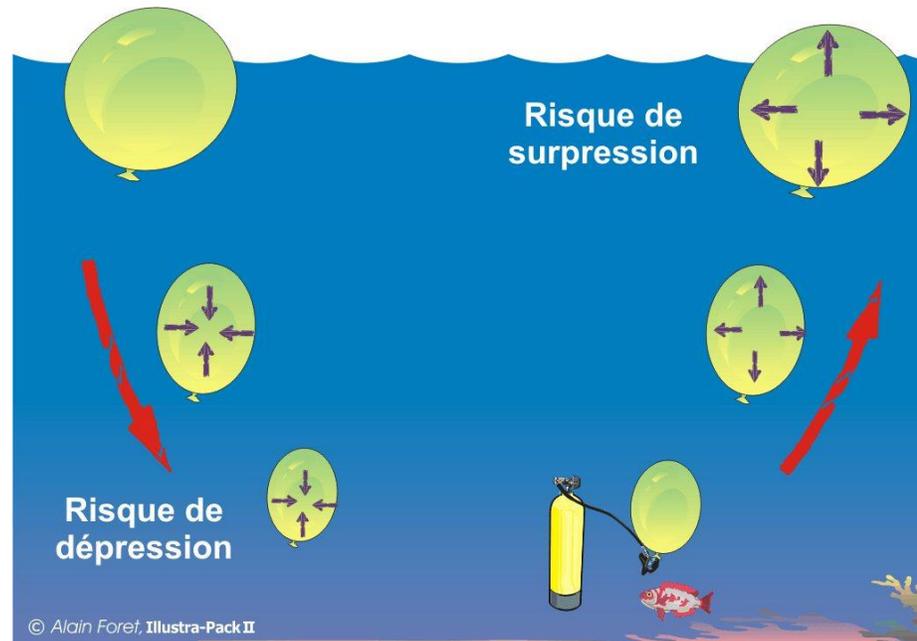
# Quizz séance précédente : Flottabilité & Equilibre

Qu'est-ce que la compressibilité des gaz ?

C'est la loi de Boyle-Mariott.

$P_1 V_1 = P_2 V_2$  ou  $PV = \text{constante}$

⇒ le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression.



# Rappels niveau 2 : Barotraumatismes

Qu'est-ce qu'un barotraumatisme ?

Un traumatisme engendré par les variations de pression.

Selon la loi de compressibilité des gaz, qu'est-ce qui évolue avec les variations de pression ?

Le volume des gaz.

Par conséquent, quelles parties du corps peuvent être touchées par les barotraumatismes ?

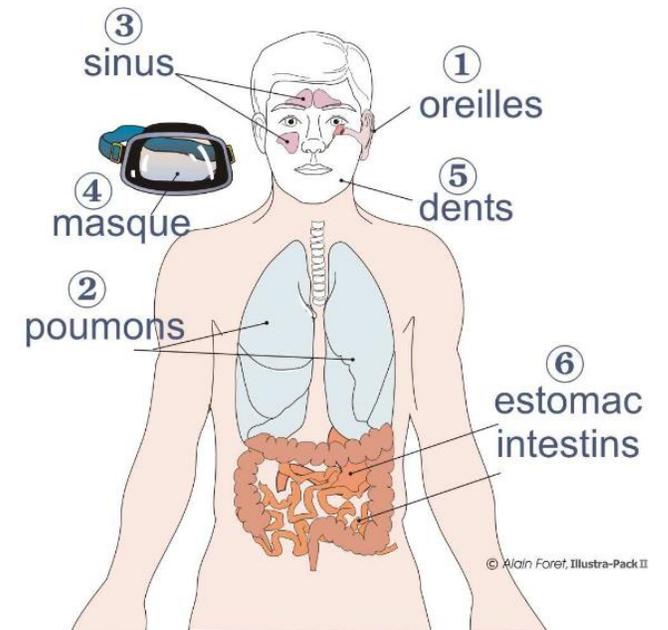
Les cavités aériennes.

Combien existe-t-il de barotraumatismes chez le plongeur ?

6 + 1 = 7

Lesquels ?

- Sinus
- Dents
- Masque
- Oreille
- Poumons x2
- Système digestif



# Rappels niveau 2 : Barotraumatismes

Quel est le barotraumatisme :

- le plus fréquent ?

L'oreille

- le plus grave ?

La surpression pulmonaire

Dans quelle zone sommes-nous les plus susceptibles d'être sujet à la surpression pulmonaire ?

0-10m

Pourquoi ?

C'est la zone qui connaît la plus importante variation de pression (x2)



# LES POUMONS

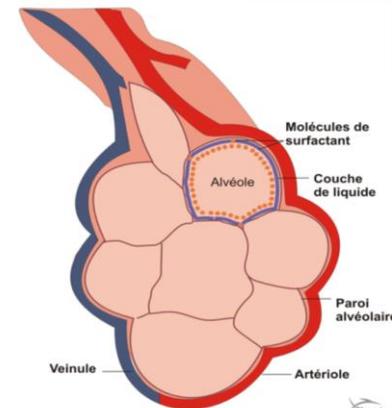
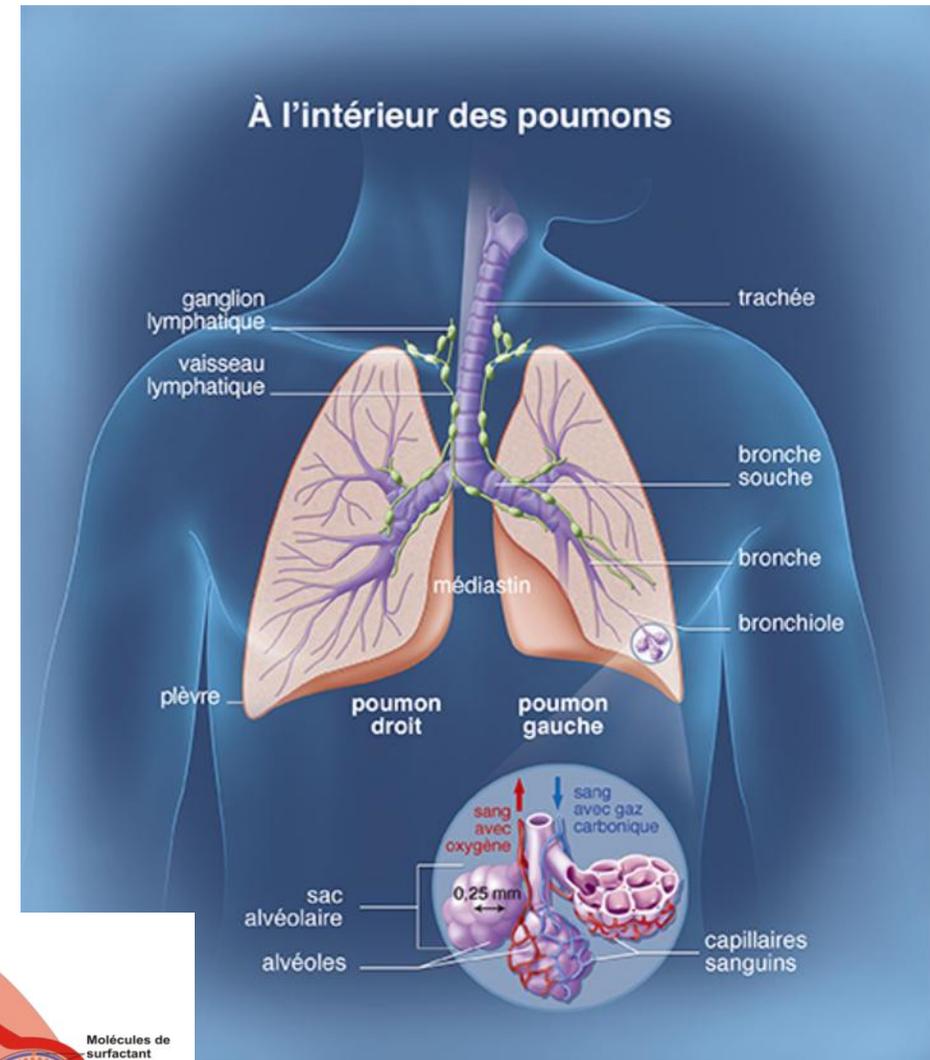
**La plèvre** : 2 feuillets qui forment « l'enveloppe » des poumons.

**Les bronches** : conduisent l'air de la trachée vers les bronchioles.

**Les bronchioles** : ramification des bronches (sans cartilage).  
Amènent l'air aux alvéoles.

**Les alvéoles** :

- Permettent **les échanges gazeux nécessaires à la vie** : absorption O<sub>2</sub>, rejet gaz en excès (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> inutilisé, N<sub>2</sub>, ...)
- Peuvent se distendre très légèrement mais élasticité faible.
- Entourées de surfactant, tensioactif qui intervient dans la perméabilité des alvéoles et leur maintien (tension superficielle air/liquide)

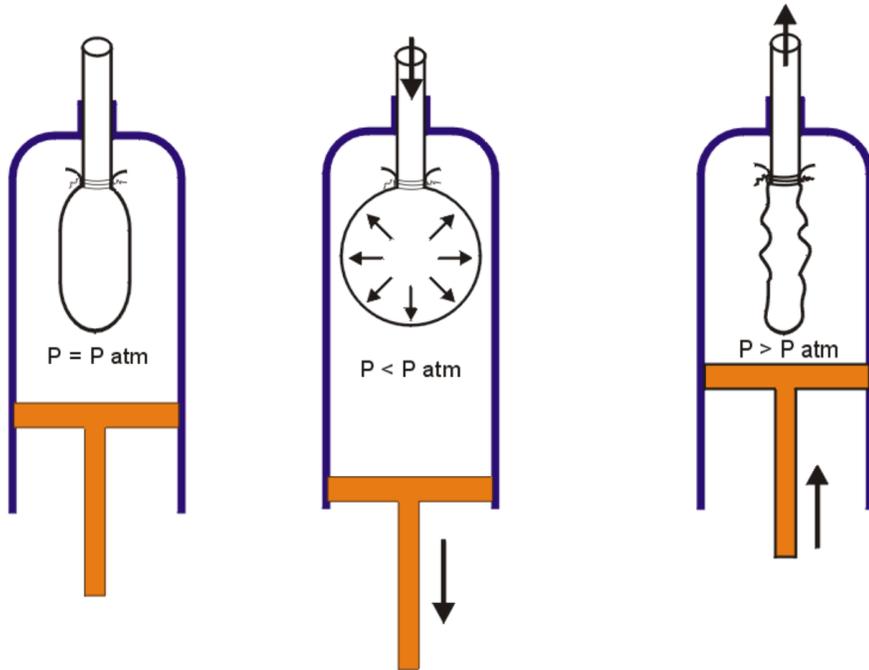


# LA VENTILATION - Mécanismes

La mécanique ventilatoire :

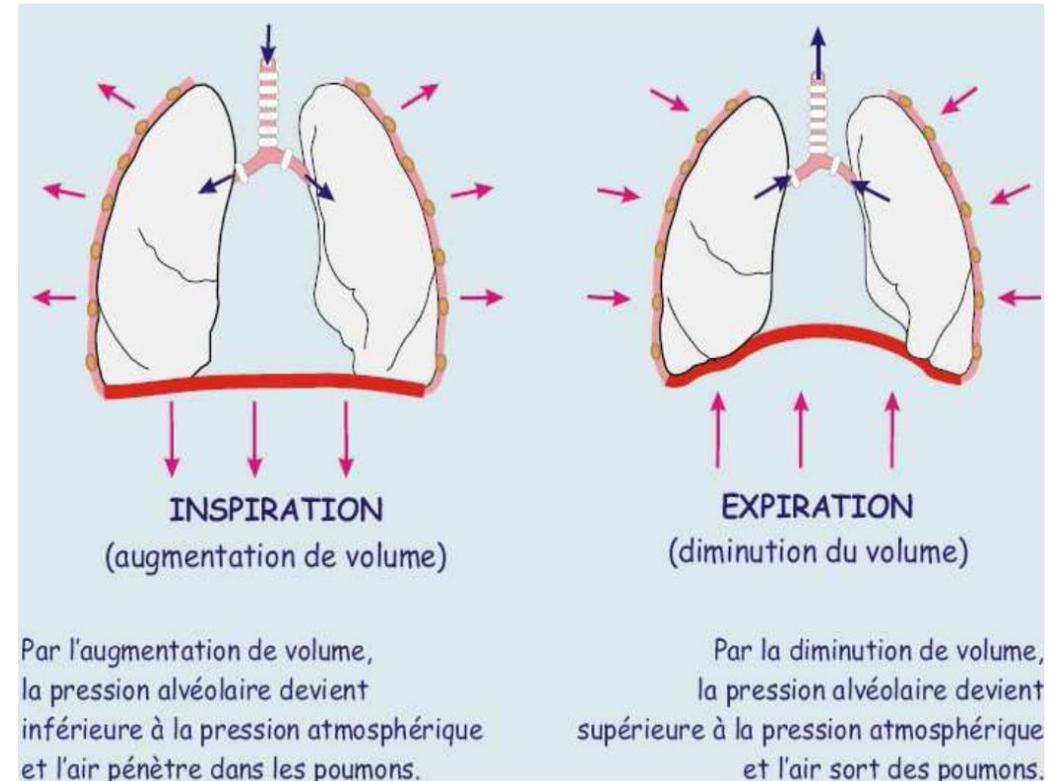
Phénomène d'équipression dans les poumons entre la pression externe et interne qui entraîne la ventilation :

- effet d'aspiration (inspiration)
- effet de rejet (expiration)



Loi de Boyle-Mariotte :  $PV = \text{constante}$  ( $T^\circ = \text{constante}$ )  
 $\Delta V \rightarrow \Delta P \rightarrow E$  (écoulement des gaz)

Phase active      AU REPOS      Phase passive



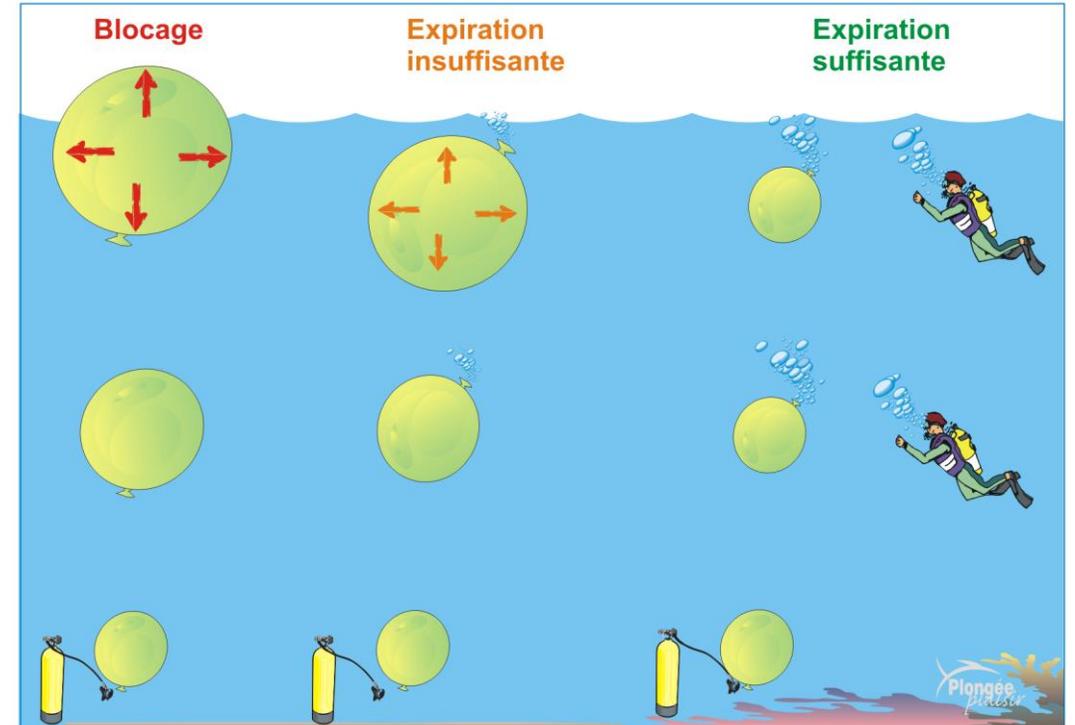
# LA SURPRESSION PULMONAIRE - Prévention & Mécanismes

## Prévention :

- **Ventilation continue** (attention photo, stabilisation, vidéo, ...)
- **Respect de la vitesse de remontée**
  - 10m / min du fond à 6m
  - 6m / min entre chaque palier( 30s entre 6m et 3m et 30s entre 3m et la surface)
- **Forcer sur l'expiration à la remontée**
- **Remonter tête en haut pour dégager les voies aériennes et faciliter le passage de l'air.**

## Mécanisme:

Si l'expiration est insuffisante à la remontée, l'air se dilatera dans les alvéoles jusqu'à ce qu'elles atteignent leur limite d'élasticité. Au-delà de cette limite, elles se déchireront, provoquant **des lésions graves et irréversibles**. Les bulles d'air pourront alors passer dans la plèvre, le médiastin ou la circulation sanguine. Le sang allant directement au cerveau, les troubles neurologiques peuvent être gravissimes.



# LA SURPRESSION PULMONAIRE - Symptômes & Conduite à tenir

## Symptômes

- Teint pâle
- Cyanose (coloration bleue de la peau due à un manque d'oxygénation)
- Douleurs thoraciques
- Difficultés respiratoires
- **Troubles neurologiques**  
(paralysies, troubles de la parole, de la vue, ...)
- Embolies
- Emphysèmes
- Perte de connaissance
- Mort

## Conduite à tenir

Déclenchement des secours immédiat :

- Mise sous O2 pur, 15l/min
- Appel des secours (CROSSMED):  
VHF : canal 16 ou bouton DISTRESS  
Téléphone : 196
- Hydrater (0,5l par heure d'immersion)
- L'aider à respirer (enlever la combinaison ou l'ouvrir à minima)
- Couvrir, réchauffer
- Rassurer



# L'OEDEME PULMONAIRE D'IMMERSION - Prévention & Mécanisme

## Prévention :

- Ventilation continue (à la descente et au fond)
- Respect de la vitesse de descente
  - 30m / min max (évite la narcose)
- Plonger avec un détendeur entretenu et bien réglé
- Ne pas tousser sous l'eau ou à minima être parfaitement stabilisé
- Ne pas chercher la profondeur impérativement
- Avoir un vêtement isothermique adapté à la profondeur et à la météo

## Mécanisme :

C'est le mécanisme inverse de la surpression pulmonaire.

L'œdème pulmonaire d'immersion survient dans l'eau, généralement au fond avec aggravation à la remontée.

Phénomène étudié que récemment, manque de données à ce jour.

Il serait dû à une « défaillance de la barrière alvéolo-capillaire » (voir les travaux du Dr Anne HENCKES au CHU de Brest) confrontée aux contraintes auxquelles le plongeur s'expose en immersion (ex. afflux sanguin au thorax lors de toute immersion). L'eau froide, l'effort, le stress, une saturation importante, l'âge, une insuffisance cardiaque même légère ou certains autres facteurs individuels favoriseraient l'apparition de cet accident.

Extrait de Plongée Plaisir.

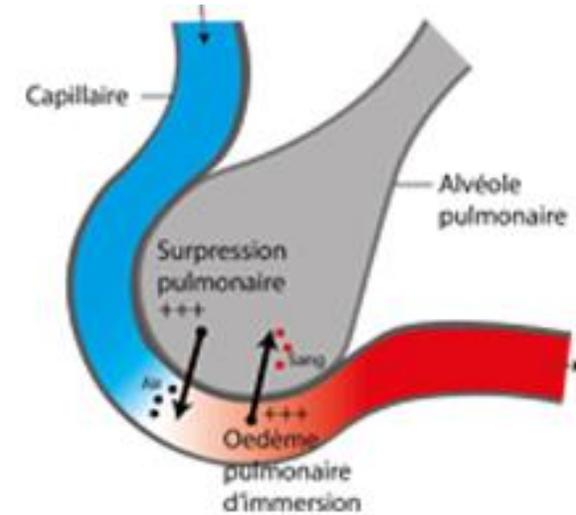
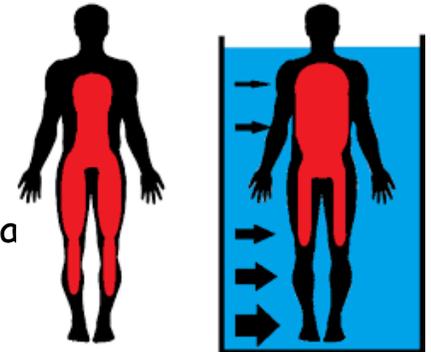


Fig. 1 Redistribution sanguine de la périphérie vers la cage thoracique par augmentation du retour veineux sous l'effet de la pression hydrostatique (flèches)



# L'OEDEME PULMONAIRE D'IMMERSION - Symptômes & CAT

## Symptômes

- Teint pâle
- Cyanose (coloration bleue de la peau due à un manque d'oxygénation)
- Douleurs thoraciques
- Difficultés respiratoires
- Toux
- Absence de troubles neurologiques = c'est ce qui différencie l'OPI de la SP
- Perte de connaissance
- Mort

## Conduite à tenir

Déclenchement des secours immédiat :

- Mise sous O2 pur, 15l/min
- Appel des secours (CROSSMED):  
VHF : canal 16 ou bouton DISTRESS  
Téléphone : 196
- Hydrater (0,5l par heure d'immersion)
- L'aider à respirer (enlever la combinaison ou l'ouvrir à minima)
- Couvrir, réchauffer
- Rassurer



# L'OREILLE - Fonctions et mécanismes

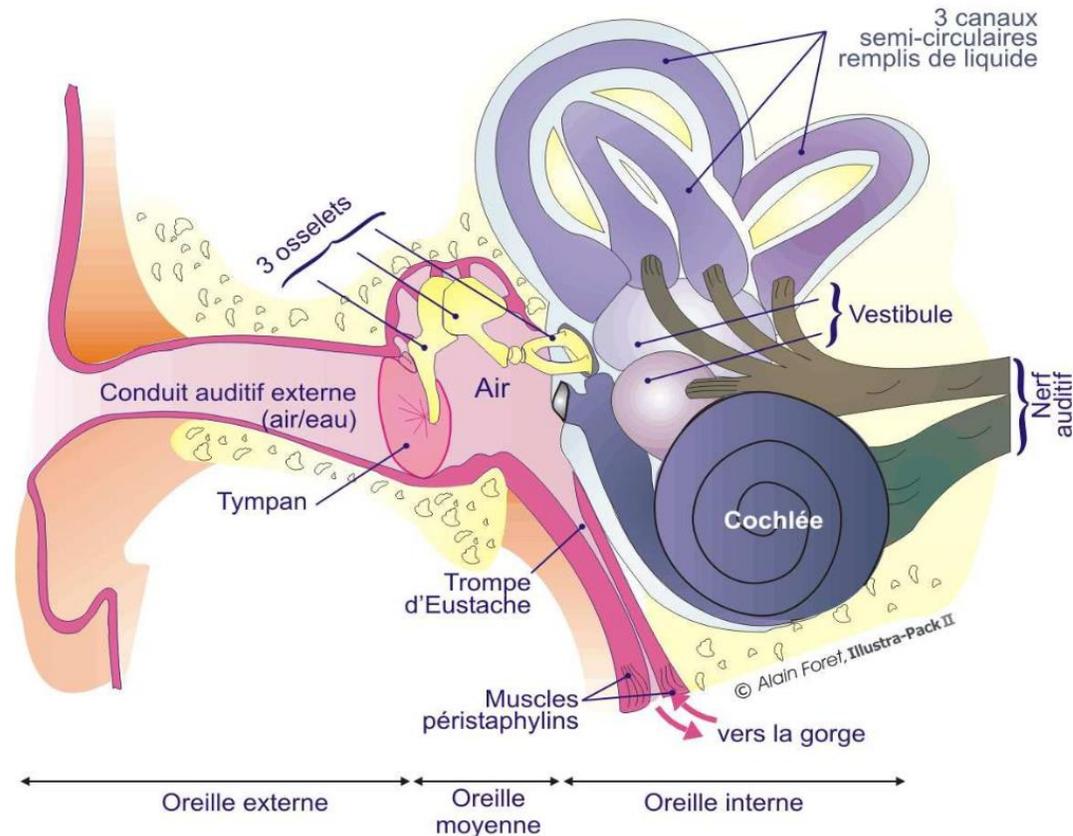
Deux fonctions majeures :

## - **Audition** :

Mécanisme de l'audition : son  $\Rightarrow$  conduit auditif  $\Rightarrow$  tympan  $\Rightarrow$  osselets  $\Rightarrow$  cochlée  $\Rightarrow$  nerf  $\Rightarrow$  cerveau

## - **Equilibre** = perception de l'espace et de l'accélération

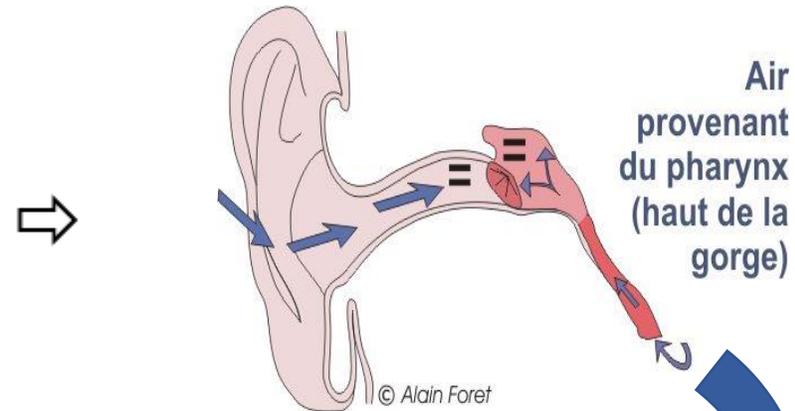
Mécanisme de l'équilibre : canaux semi-circulaires 3D contenant du liquide et tapissés de cils  $\Rightarrow$  mouvement des cils  $\Rightarrow$  nerf  $\Rightarrow$  cerveau



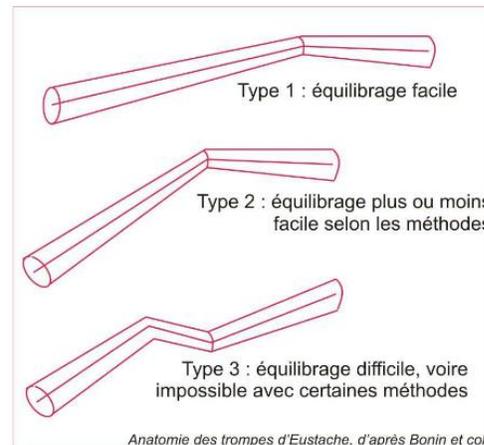
# L'OREILLE - Equilibrage

Equilibrage des pressions grâce à la Trompe d'Eustache : on ramène l'équipression dans l'oreille moyenne.

A la descente :



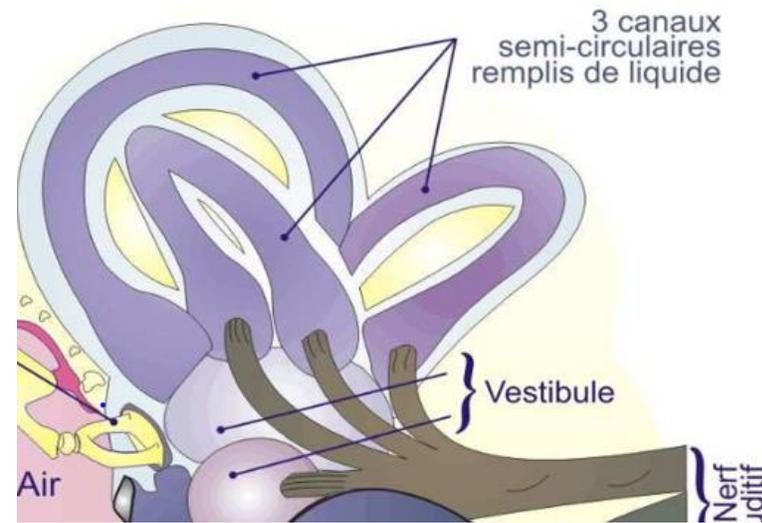
Difficultés d'équilibrage ⇒ barotraumatismes.



Méthode	Commentaires	Facilité	Sécurité
<b>Valsalva</b>	Nez pincé, bouche fermée, souffler dans le nez. Jamais à la remontée : risque de barotraumatisme et d'accident de décompression.	★★★★	★
<b>Lowry</b>	Nez pincé, souffler doucement par le nez tout en déglutissant.	★★★	★★★
<b>Déglutition</b>	Une simple déglutition est suffisante pour certaines personnes.	★	★★★
<b>Souffler</b>	Souffler dans le masque par à-coups brefs et énergiques sans forcer, narines plaquées sur la jupe.	★★	★★
<b>Frenzel</b>	Nez pincé, glotte fermée par contraction des muscles du cou. Plaquer sa langue vers le haut et l'arrière du voile du palais en émettant le son « kee ».	★	★★
<b>BTV</b>	La Béance Tubaire Volontaire <sup>48</sup> permet de solliciter les petits muscles responsables de l'ouverture de la trompe d'Eustache, comme lors d'un bâillement. L'aide d'une personne maîtrisant cette technique est essentielle à son apprentissage.	★	★★★
<b>Edmonds</b>	Avancer la mâchoire en avant tout en pratiquant une manœuvre de Valsalva ou de Frenzel (méthode plus douce qu'un simple Valsalva).	★★	★★
<b>Toynbee</b>	Bouche fermée et nez pincé, déglutir et aspirer par le nez qui reste fermé (inverse du Valsalva). A n'utiliser qu'à la remontée en cas de difficultés.	★★★	★★



# L'OREILLE - Vertige alerno-barique



À la suite d'un mouvement, les cils des canaux semi-circulaires sont courbés par le déplacement du liquide, provoquant une impulsion nerveuse. Le cerveau est informé des moindres changements de position.

Les deux oreilles fonctionnent en cohérence, le dysfonctionnement de l'une d'elle provoque des troubles de perception de l'équilibre (différence de pression entre les deux oreilles).

# L'OREILLE - Prévention

- Tympan : fin et fragile ⇒ les manœuvres d'équilibrage doivent être douces, régulières et débuter dès l'immersion.
- Les voies nécessaires à l'équilibrage doivent être dégagées et en bon état (pas de bouchon de cérumen, rhume, sinusite, inflammations des muqueuses, otite, lésions, ...)
- Privilégier des méthodes plus douces que le Valsalva à la descente (coup de piston)
- Descendre en privilégiant une position tête en haut (également recommandée pour éviter la narcose)
- Plonger avec une cagoule ajustée mais pas trop serrée
- Laisser entrer de l'eau dans la cagoule avant l'immersion
- Se laver le nez à l'eau de mer avant l'immersion
- Mettre de l'huile d'amande douce assouplirait le tympan
- Entraîner les muscles péristaphylins



# L'OREILLE - Symptômes & Conduite à tenir

## Symptômes Audition

- Douleurs à l'oreille
- Perte d'audition
- Otites
- Lésions du tympan
- Sensation d'oreille bouchée

## Symptômes Equilibre

- Perte de repères spatiaux
- Pâleur
- Nausées
- Vertiges

## Conduite à tenir

- Toujours rester en palanquée.
- Si problème d'équilibrage à la descente, stabilisation voire remontée de quelques mètres.
- Si problème d'équilibrage à la remontée, redescendre de quelques mètres.
- En cas de vertige alerno-barrique, toucher un rocher ou un objet fixe, voire un binôme pour retrouver les repères spatiaux.
- Aider les coéquipiers si besoin (remontée assistée en prenant garde à la vitesse notamment en cas de problème d'équilibrage à la remontée ou de vertige alerno-barrique).
- Valsalva interdit à la remontée.
- Dès l'arrivée en surface, déclenchement des secours si besoin.
- Consulter un ORL rapidement.



# LE SYSTÈME DIGESTIF

## Mécanismes

La fermentation de certains aliments entraîne la production de gaz. À la remontée, la diminution de la pression ambiante peut entraîner une détente excessive de ces gaz.

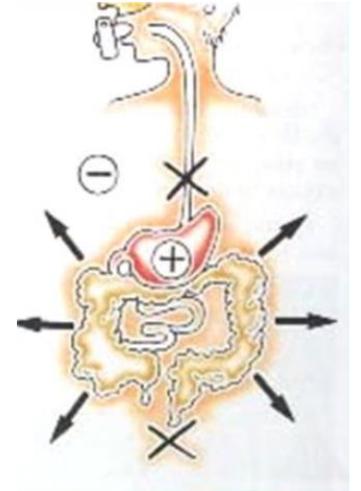
Le stress ou l'effort à la mise à l'eau peut aussi entraîner un essoufflement. Le plongeur avale littéralement de l'air qui se retrouve piégé dans l'estomac. À la remontée, l'air se dilate.

## Prévention

- Plonger cool
- Avoir une alimentation équilibrée, éviter les repas trop copieux avant une plongée, les boissons gazeuses, le cassoulet, ...
- **Arrêter la plongée à la moindre gêne ou douleur.**

## Symptômes

- Ballonnements
- Douleurs (parfois syncopales)
- Coliques
- Eructations
- Distension abdominale



## Conduite à tenir

- Evacuer le gaz en excès.



# LES SINUS

## Mécanismes

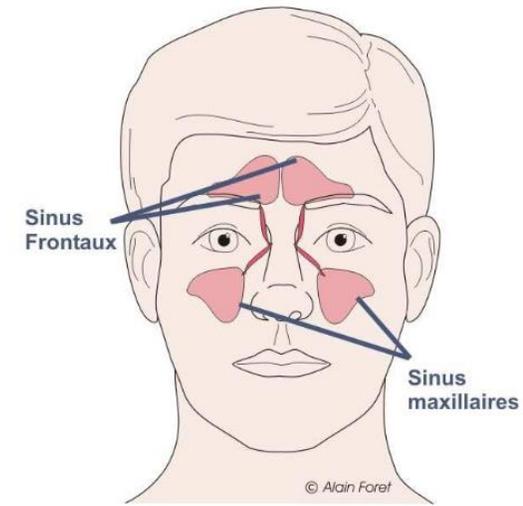
L'équipression se fait par les canaux naturels.  
Aucune action possible.

## Prévention

- Plonger uniquement en bonne santé (pas de rhume, sinusite ou autres pathologies obstruant les canaux.)
- Médicaments et vaso-constricteurs/dilatateurs à proscrire car leur effet est limité dans le temps !
- Arrêter la plongée à la moindre gêne ou douleur.

## Symptômes

Douleurs frontales, maxillaires, dentaires.



## Conduite à tenir

- Prévenir les équipiers dès l'apparition des symptômes.
- Arrêter la descente/plongée dès l'apparition.
- Si les symptômes apparaissent à la remontée, redescendre de quelques mètres et attendre une amélioration si possible. Remonter lentement, si besoin se faire assister.



# LES DENTS

## Mécanismes

Si la dent présente une carie (trou), l'espace se remplira avec l'air ambiant qui pourra rester emprisonné. Les variations de pression lors de la plongée peuvent entraîner des lésions (dépression ou surpression).

## Prévention

- Consulter un dentiste minimum 1fois/an.
- Ne pas plonger avec des caries ou des lésions dentaires non soignées.
- Attendre quelques jours pour plonger après un soin dentaire

## Symptômes

- Douleurs extrêmes
- Fissures
- Abscès

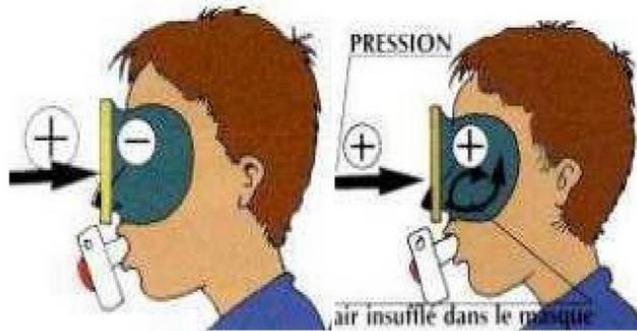


## Conduite à tenir

- Prévenir les équipiers dès l'apparition des symptômes.
- Arrêter la descente/plongée dès l'apparition.
- Si les symptômes apparaissent à la remontée, redescendre de quelques mètres et attendre une amélioration si possible. Remonter lentement, si besoin se faire assister.

# LE PLACAGE DE MASQUE

## Mécanisme

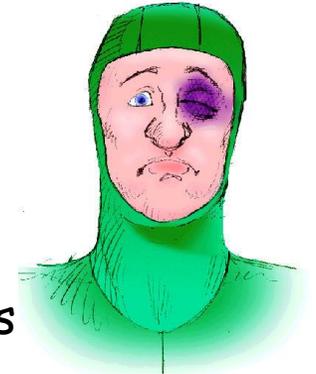


## Prévention

Insuffler de l'air régulièrement, à la descente et tout au long de la plongée pour rétablir l'équipression.

## Symptômes

- Douleurs oculaires
- Paupières gonflées
- Paupières violacées, cocards
- Saignements de nez
- Yeux injectés de sang



## Conduite à tenir

- Rassurer.
- Rincer à l'eau douce.
- Consulter un ophtalmologiste/médecin.

# Barotraumatismes en plongée



## AVANT

### Vérification du matériel palanquée :

- Lestage
- Sanglage
- Vérification fonctionnement

### Briefing entre autonomes :

- Bonne forme (~~rhume~~) + alimentation
- Aucun médicament
- Prévoir le check à 3m (vérif' matériel + oreilles)

## PENDANT

### Immersion quand ventilation ok

- Prévention baro. système digestif

### Ventilation continue

### Maîtrise vitesse de descente:

- Prévention ORL, sinus, masque, dents (*on s'attend*)

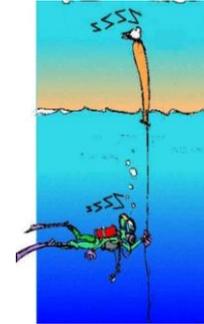
### Maîtrise du niveau d'immersion

Plongeur stabilisé = pas de variation importante de pression = prévention baro.

### Maîtrise vitesse de remontée :

- Prévention surpression pulmonaire + vertiges alerno-bariques + dents (**REC**)

Expiration lors du tirage de parachute



## APRÈS

### Surveillance

S'assurer que la palanquée va bien

### Secours

Déclenchement des secours aux moindres signes





Des questions ?