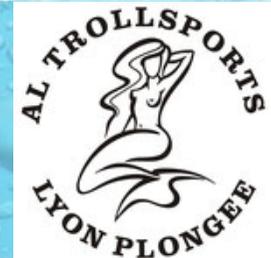


Pression et Volumes : Les Incidents Barotraumatiques



Cours Niveau 2 *Janvier 2022*

Yves Granger
Xavier Vincent



Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Objectif de ce cours

Qu'à la fin de ce cours vous ayez les connaissances nécessaires pour qu'en plongée vous soyez capables de :



Identifier les incidents liés aux variations de volumes auquel vous vous trouvez exposés à chaque instant de votre plongée



Connaitre les mécanismes de ces incidents



Identifier les facteurs favorisant de ces différents incidents afin d'en déduire une prévention efficace



En conséquence savoir quel communication et quel comportement adopter en plongée

RAPPELS

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons



Lorsque je descends :
La **P**rofondeur donc la **P**ression augmente
Et le **V**olume diminue



Lorsque je remonte :
La **P**rofondeur donc la **P**ression diminue
Et le **V**olume augmente

$$\begin{aligned} & \text{Pression 1 en bars (P1) X Volume 1 en litres (V1)} \\ & \qquad \qquad \qquad = \\ & \text{Pression 2 en bars (P2) X Volume 2 en litres (V2)} \end{aligned}$$

*Loi de Boyle – Mariotte :
A température constante le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.*

La notion de Gradient

Pourquoi ce cours ?

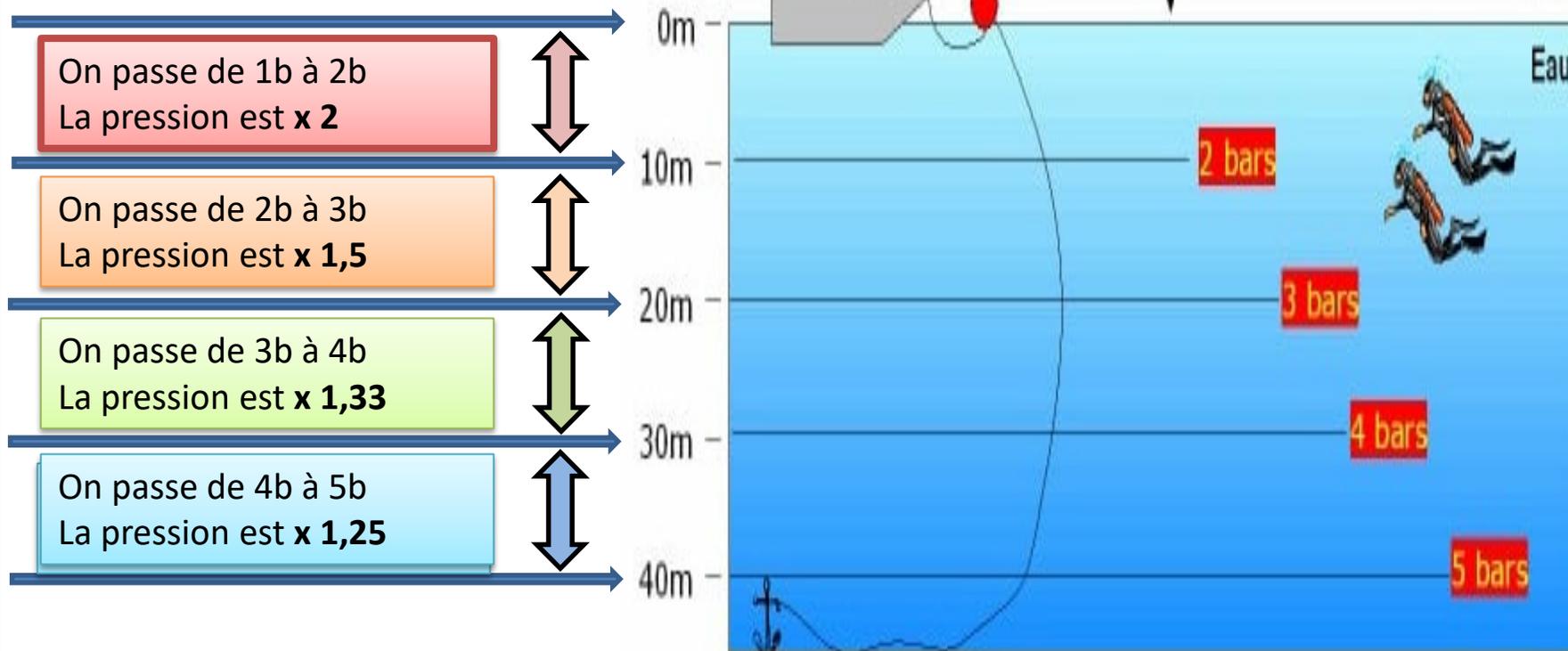
Rappels

- Pression et volumes
- **La Notion de Gradient?**

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Et entre 3m et la surface :
On passe de 1 à 1,3
La pression est x 1,3
Donc autant qu'entre 30 et 40m de profondeur



Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Les Incidents barotraumatiques

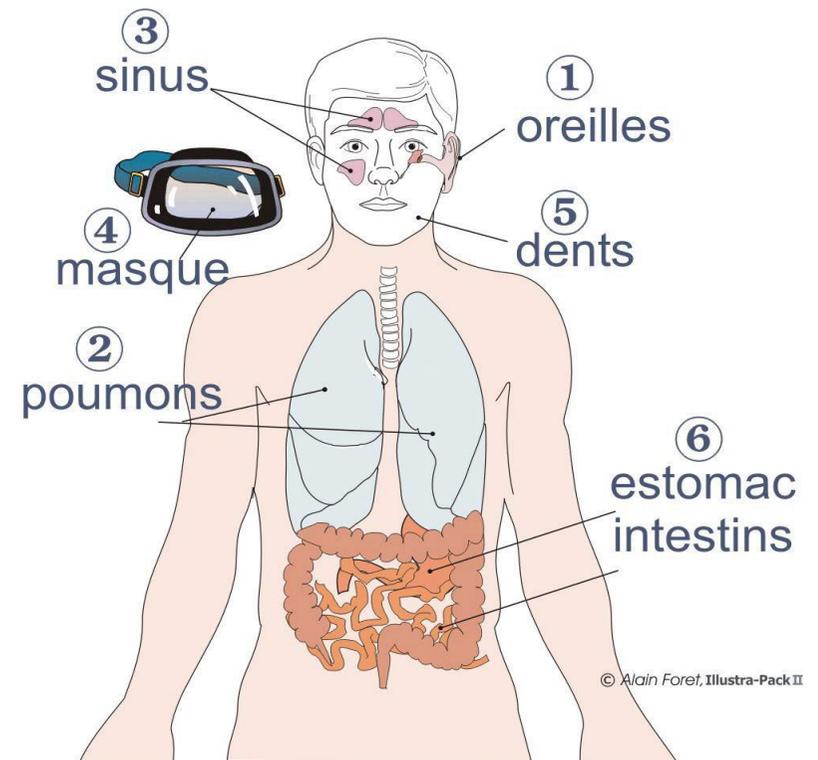
Le corps contient des cavités remplies d'air :

A la descente

le volume d'air contenu dans ces cavités tend à diminuer

A la remontée

le volume d'air contenu dans ces cavités tend à augmenter

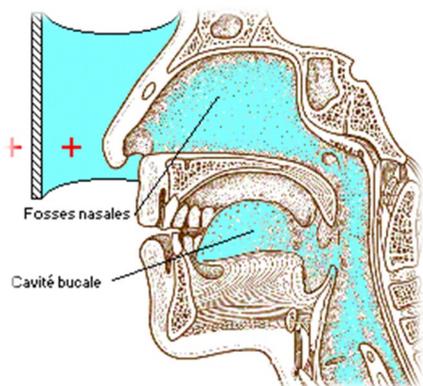


Le Placage de masque

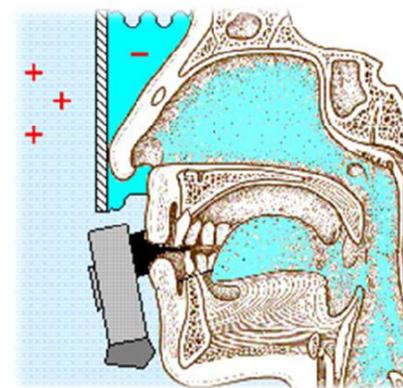
Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?



La dépression produite dans le masque à la descente provoque un « effet de ventouse »



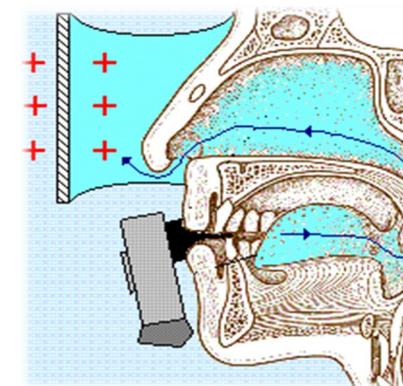
Les Barotraumatismes

- **Placage de Masque**
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

On rétablira l'équilibre en soufflant par le nez dans le masque

A la remontée l'air en excès s'évacue par la jupe du masque.

Note : trop serrer son masque pré-écrase la jupe, diminue la zone d'élasticité et donc favorise l'apparition du placage »





Le Placage de masque

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- **Placage de Masque**
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

<i>Cause</i>	A la descente : « effet ventouse » lorsque la jupe ne peut plus s'écraser.
<i>Symptômes</i>	Gêne et douleur de plus en plus vive sur les yeux Petites hémorragies sous-conjonctivale (blanc de l'œil) Gonflement des paupières, apparition de cocards
<i>Conduite A Tenir</i>	Souffler par le nez Consulter un ophtalmo au retour de la plongée
<i>Prévention</i>	Souffler régulièrement par le nez au cours de la descente

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- **Les Dents**
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Le barotraumatisme dentaire

Descente (très rare):

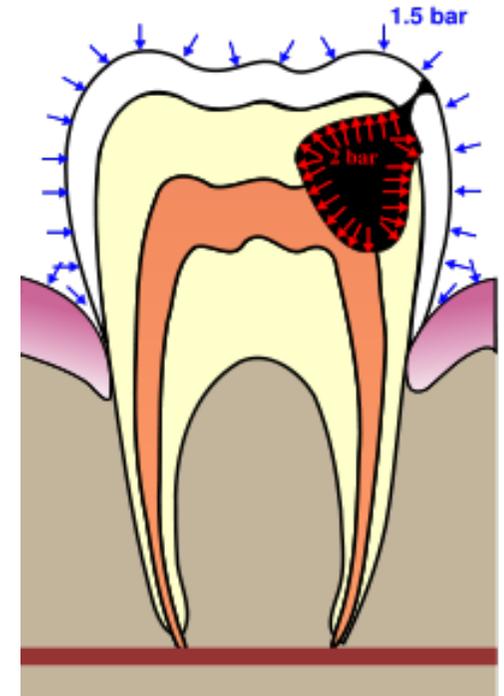
Dans le cas d'une dent non traitée mais atteinte d'une carie perforante (qui atteint le tissu pulpaire) l'hyperbarie va provoquer une mise en pression de la pulpe, qui va s'écraser, devenir douloureuse, c'est la pulpite classique

Remontée :

Sous une obturation (plombage ou couronne) fendue ou mal ajustée, l'air a pénétré lors de la plongée. En se détendant il va augmenter de volume et tendre à expulser l'obturation, surtout si la fente est « petite ».

L'obturation cède et la douleur est soulagée

L'obturation ne cède pas et la douleur augmente avec la remontée





Le barotraumatisme dentaire

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- **Les Dents**
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

<i>Cause</i>	A la descente : Augmentation de la pression sur un nerf A la remontée : Surpression dans une cavité si fente très fine (augmentation du volume emprisonné).
<i>Symptômes</i>	Douleurs dentaires que l'on peut confondre à la mâchoire supérieure avec un problème de sinus maxillaires. Attention aux plombages ou couronnes qui cèdent : risque de blocage du mécanisme du détenteur !!
<i>Conduite A Tenir</i>	A la descente : stopper la plongée et allez chez son dentiste A la remontée : stopper celle-ci et remonter très lentement puis aller chez le dentiste <i>Préserver IMPERATIVEMENT la cohésion de la palanquée</i>
<i>Prévention</i>	Visite chez son dentiste (plongeur de préférence) avant de plonger Ne pas plonger après une extraction récente

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Le barotraumatisme stomacal

Mécanismes

Les gaz (fermentation intestinale ou air ingéré durant la plongée) peuvent être emprisonnés et être soumis aux variations de volume lors de la remontée

Cause	Augmentation du volume emprisonné des gaz fabriqués en cours de plongée (fermentation ou ingestion d'air)
Symptômes	Douleurs
Conduite A Tenir	Stopper la remontée et évacuer ces gaz Bien conserver la cohérence de la palanquée !
Prévention	Eviter les aliments générateurs de gaz intestinaux



Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- **Les Sinus**
- Les Oreilles
- Les Poumons

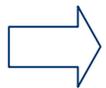
Les Sinus

Description

Les sinus sont des cavités de la face remplies d'air, tapissées d'une muqueuse et reliés aux fosses nasales par un canal étroit.

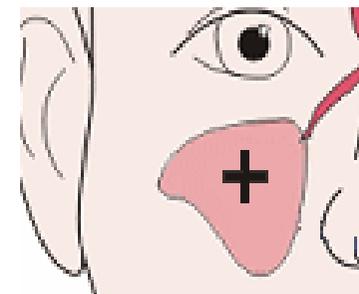
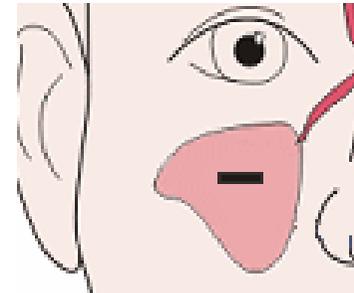
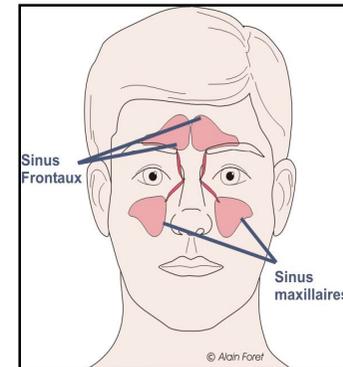
Mécanisme

Si un « sinus est bouché(*) », il ne peut s'emplir d'air à la pression ambiante lors de la descente. Mais dans les vaisseaux sanguins des muqueuses qui tapissent les sinus, la pression est la pression de surface



Douleurs puis saignement des muqueuses

Si un « sinus se bouche » en profondeur durant la plongée, l'air ne peut s'échapper lors de la remontée. Les muqueuses sont alors écrasées par la surpression qui règne dans la cavité.





Les Sinus

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- **Les Sinus**
- Les Oreilles
- Les Poumons

Cause 	A la descente : Dépression dans les cavités sinusales A la remontée : Surpression dans les cavités sinusales
Symptômes	Sinus frontaux : barre frontale douloureuse Sinus maxillaires : douleur faciale (type « piquêre »), et douleurs dentaires fréquentes Peuvent s'accompagner de saignements de nez.
Conduite A Tenir	Stopper la descente ou la remontée, rincer les fosses nasales à l'eau, poursuivre ou stopper la plongée <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">Bien conserver la cohérence de la palanquée !</div>
Prévention	Ne pas plonger enrhumé ou avec un sinusite Se rincer les fosses nasales avant l'immersion (stérimar par exemple) et se moucher <u>Ne jamais prendre de décongestionnant avant la plongée</u>

Le barotraumatisme de l'Oreille

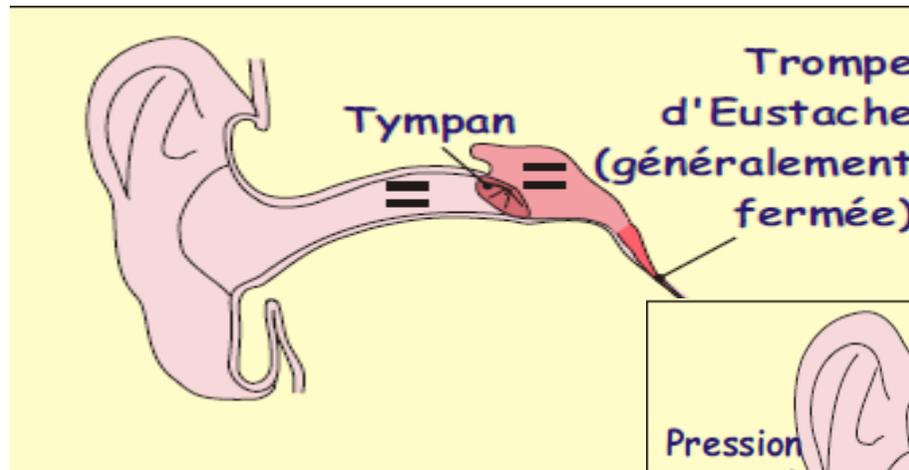
Pourquoi ce cours ?

Rappels

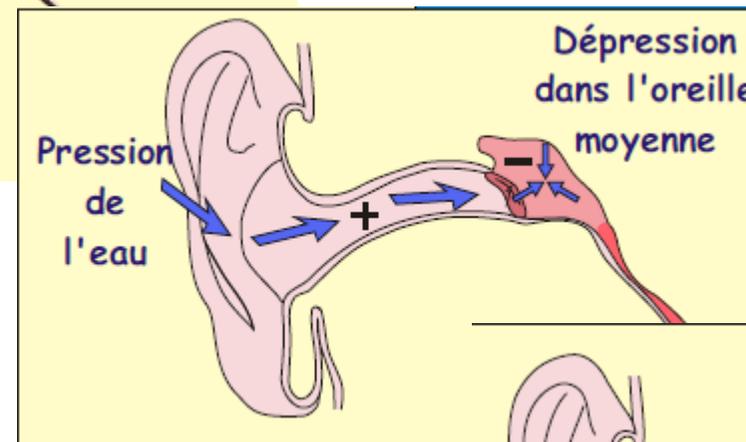
- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- **Les Oreilles**
- Les Poumons

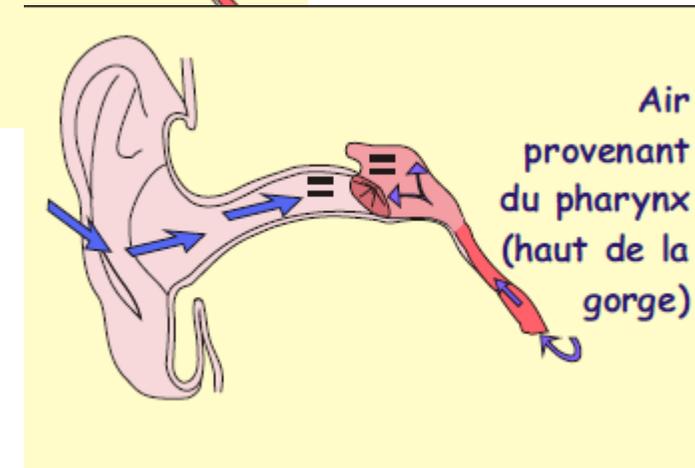


A la surface



A la descente, avant le VASALVA

Après le VASALVA



Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- **Les Oreilles**
- Les Poumons

Le barotraumatisme de l'Oreille

A la remontée l'air en excès dans l'oreille moyenne s'évacue naturellement

Jamais de vasalva à la remontée !



Nous verrons pourquoi plus loin

Note : en cas de gêne à la remontée, effectuer l'opération inverse d'un vasalva: inspiration par le nez !



Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- **Les Oreilles**
- Les Poumons

Le barotraumatisme de l'Oreille

Cause ↑↓	A la descente : Augmentation de la pression de l'eau sur le tympan + dépression dans l'oreille moyenne A la remontée: Blocage de la trompe d'Eustache, surpression tympanique
Symptômes	Gêne puis douleur pouvant aller à la rupture du tympan dans les cas extrêmes
Conduite A Tenir	Remonter dès qu'une gêne apparaît puis équilibrer (sans remonter) ORL au retour A la remontée : Pas Valsalva , mais déglutition nez pincé (Toynbe)
Prévention	Équilibrer tout de suite dès l'immersion -Vasalva (attention faire une manœuvre douce et non violente) -BTV / Déglutition / Frenzel -Ne pas plonger enrhumé -Se rincer le nez avant l'immersion (sterimar par exemple) et se moucher -Descendre à sa vitesse Bien conserver la cohérence de la palanquée !

La Surpression Pulmonaire

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

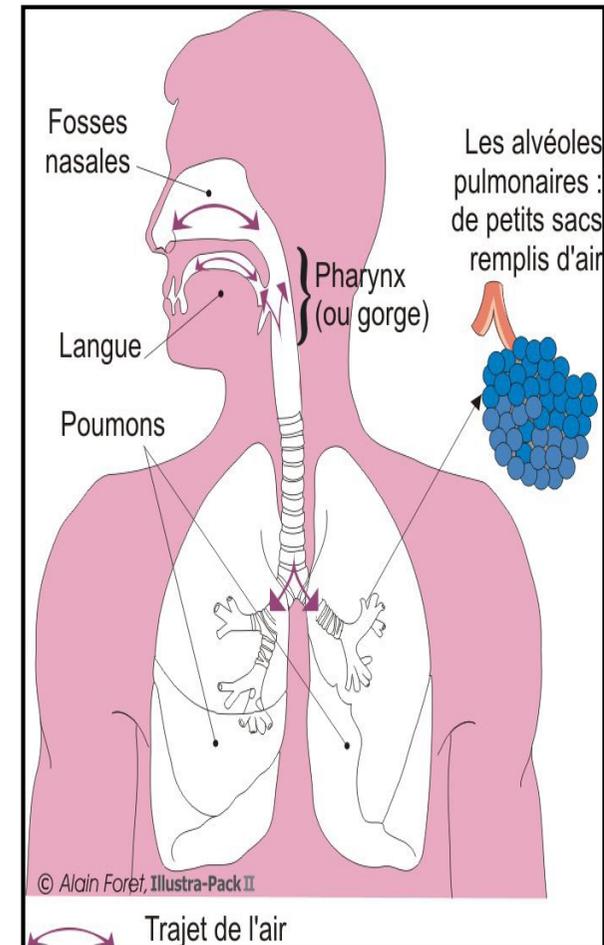
- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- **Les Poumons**

- Mécanisme

Si pour une raison quelconque votre binôme remonte respiration bloquée (blocage de la glotte) ou sans expirer suffisamment (essoufflement), l'augmentation de volume de l'air emprisonné dans les alvéoles va provoquer une distension alvéolaire (**limite d'élasticité = 1.3b soit 3m près de la surface**), puis une rupture,

C'est un accident très grave pouvant conduire à la mort

Attention : plus on se rapproche de la surface plus les variations de volumes sont importantes, donc plus les risques sont importants.



La Surpression Pulmonaire

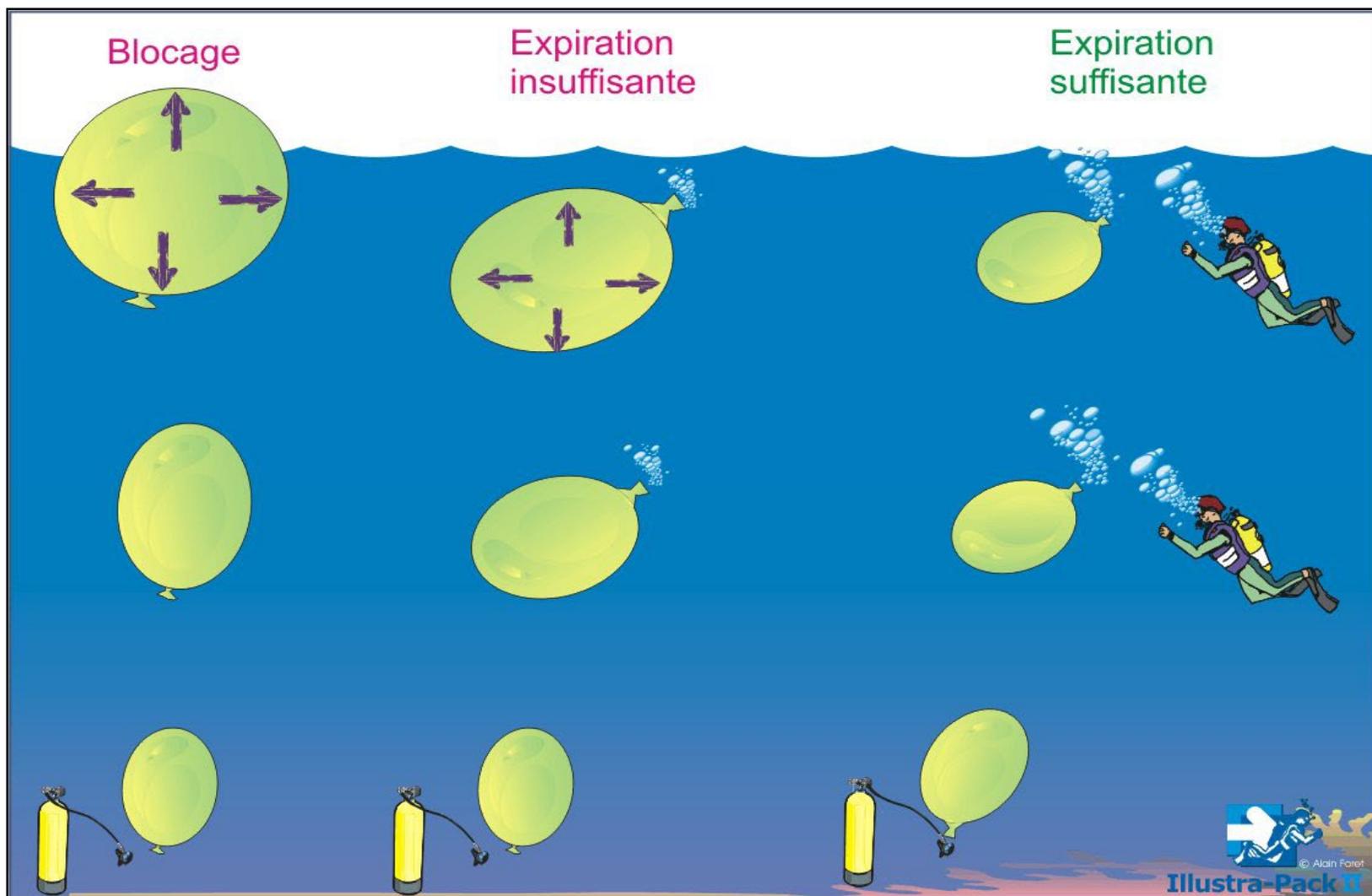
Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- **Les Poumons**





La Surpression Pulmonaire

Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- **Les Poumons**

<i>Cause</i>	Expiration insuffisante
<i>Symptômes</i>	<u>Signes d'effraction pulmonaire</u> : Douleurs thoracique (coup de poignard dans le dos) Toux avec crachats sanguin, difficultés à respirer Pâleur, fatigue extrême Air sous la peau au niveau du cou et des épaules Arrêt cardiaque, mort (asphyxie) Signes neurologiques par embolie cérébrale, troubles de la parole de la vision, paralysies (hémiplégié, quadriplégies)
<i>Conduite A Tenir</i>	Prévenir le guide de palanquée / le directeur de plongée qui préviendront les secours et administreront les soins de première urgence <u>Garder son calme et laisser travailler le directeur de plongée en suivant ses consignes</u> : -O2, faire boire (eau) , Aspirine 500mg si non allergique -Rangement du bateau, faire de la place à la victime et la mettre en position confortable, tenir les autres plongeurs à l'écart,...
<i>Prévention</i>	Ne jamais bloquer sa respiration , Bien expirer à la remonté, Ne pas faire de vasalva à la remontée



Pourquoi ce cours ?

Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Siège	Phase	Cause / Symptômes	Conduite à tenir	Prévention
Sinus	 	Obstruction sinus (rhume, polypes) / Douleur faciale : mâchoires, front	Ralentir la phase de descente ou de remontée. Si POK sur descente : stopper la plongée Si POK sur remontée : tenter lavement Après : Consulter un ORL	Eviter de plonger enrhumé ou avec affection rhino. Ralentir la descente
Masque		Placage de masque / Saignement nasal, marques visage, cocard	Appuyer sur narine pour stopper le saignement Consulter un médecin	Souffler par le nez dans le masque



Pourquoi ce cours ?

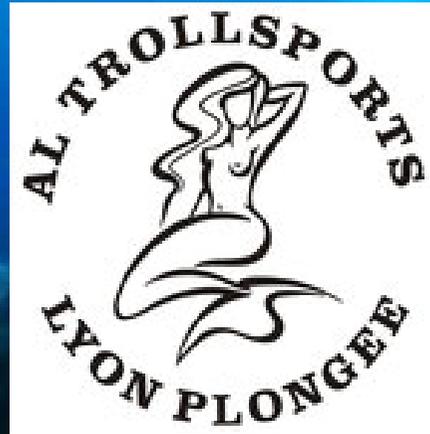
Rappels

- Pression et volumes
- La Notion de Gradient?

Les Barotraumatismes

- Placage de Masque
- Les Dents
- L'estomac
- Les Sinus
- Les Oreilles
- Les Poumons

Siège	Phase	Cause / Symptômes	Conduite à tenir	Prévention
Oreilles	 	Oubli de compensation oreilles ou trop tardif / Douleur oreille allant jusqu'à des vertiges	Stopper la descente et la plongée Consulter un ORL	Equilibrer ses oreilles en douceur, dès le démarrage de la descente Eviter les yoyos Apprendre des manœuvres (ex : BTV) moins traumatisantes que vasalva
Dents		Carie, mauvais plombage / Douleur dentaire moyenne à très forte, migraine	Si POK sur descente : éventuellement stopper la plongée Si POK sur remontée : ralentir la remontée Après : Consulter un dentiste	Consulter régulièrement un dentiste



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**