



# Pression, volume et barotraumatismes

# Pression, volume et barotraumatisme



- La pression et le volume d'un gaz sont étroitement liés.
- Le plongeur respire de l'air à pression ambiante fournit par le détendeur.
- En plongée, la pression varie de manière importante, ce qui entraîne des variations de volume.
- Ces variations de pression et de volume représentent un risque d'accident pour le plongeur : ce sont les barotraumatismes.

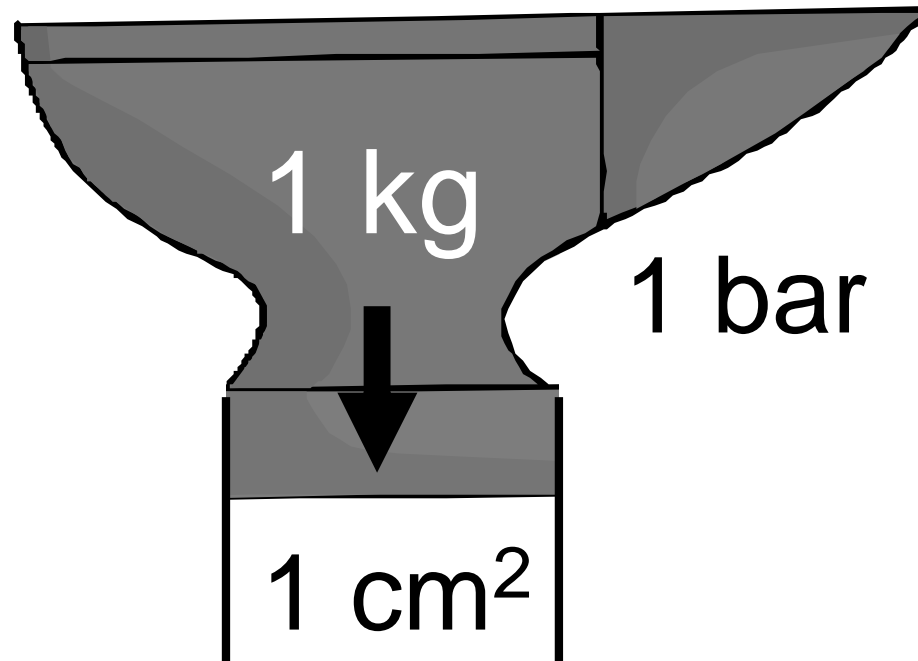
# Définition : la pression



- Une pression est une force qui s'exerce sur une surface
  - Exemple: on sert une punaise entre 2 doigts.
  - La force avec laquelle on sert cette punaise est la même des 2 cotés.
  - Le coté pointu nous fait plus mal que le coté plat car la surface de contact est plus petite.
  - => La force est la même des 2 cotés, mais la pression exercé sur la main est différente.

# Définition : la pression

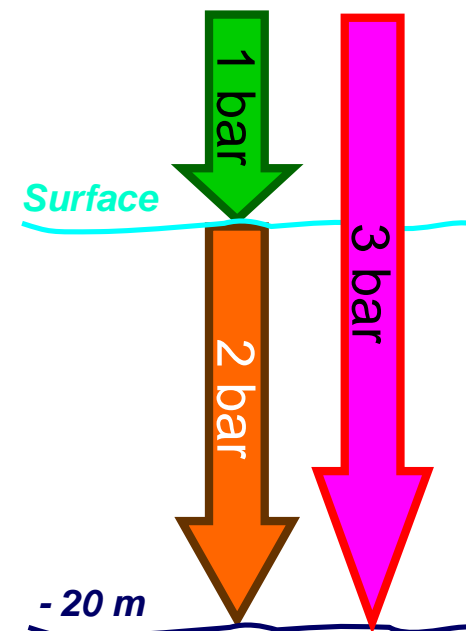
- L'unité de pression utilisée en plongée est le bar
- Elle correspond à la force qu'exerce un poids de 1 kg sur une surface de 1 cm<sup>2</sup>



# La pression dans l'eau



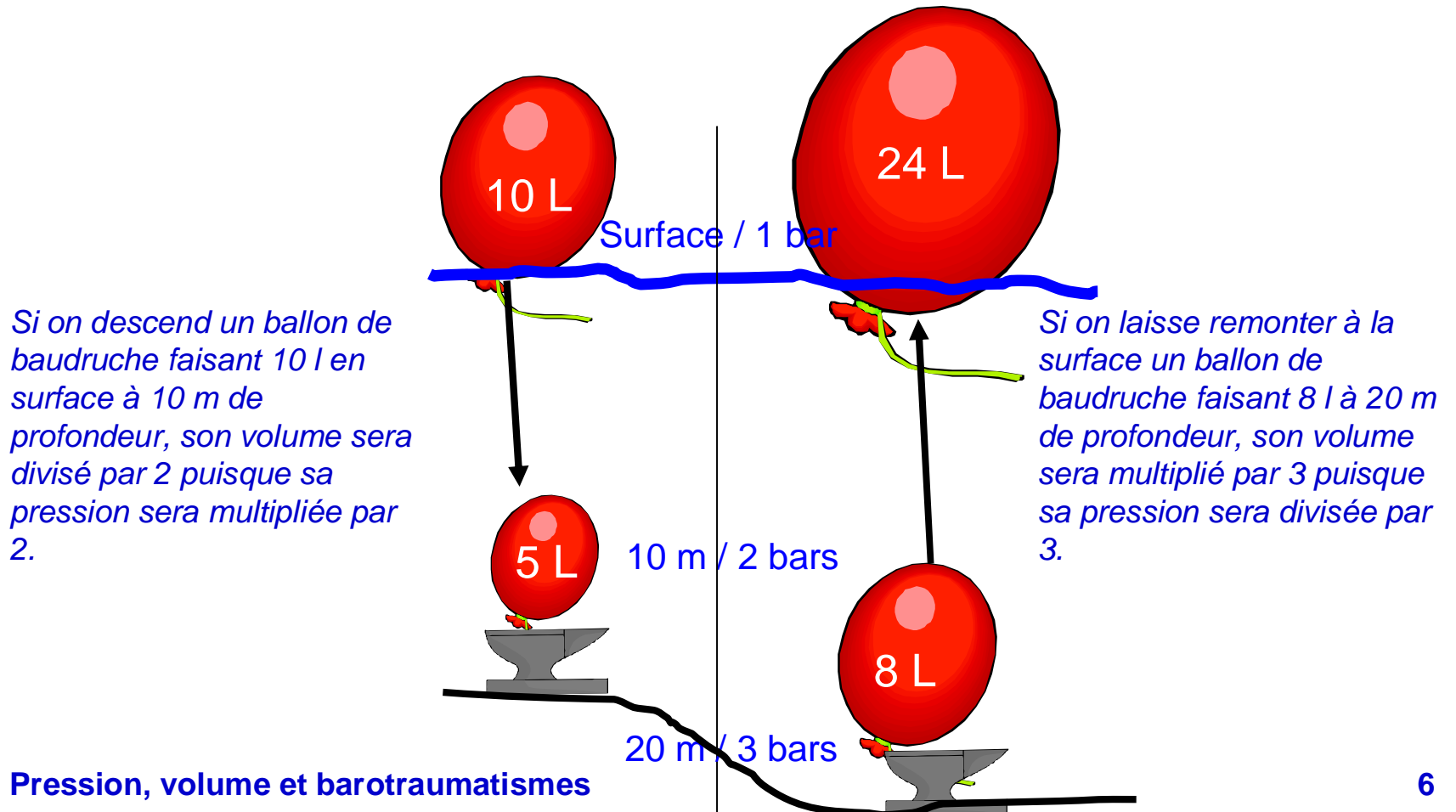
- La pression que subit un plongeur dans l'eau a 2 composantes
- **La pression atmosphérique** : pression que l'air exerce sur la surface de l'eau. Elle est égale à 1 bar.
- **La pression hydrostatique** (ou relative): pression exercée par le poids de l'eau située au-dessus du plongeur. Elle augmente de 1 bar par tranche de 10 m de profondeur.
- **La pression absolue** est la somme de la pression atmosphérique et de la pression hydrostatique



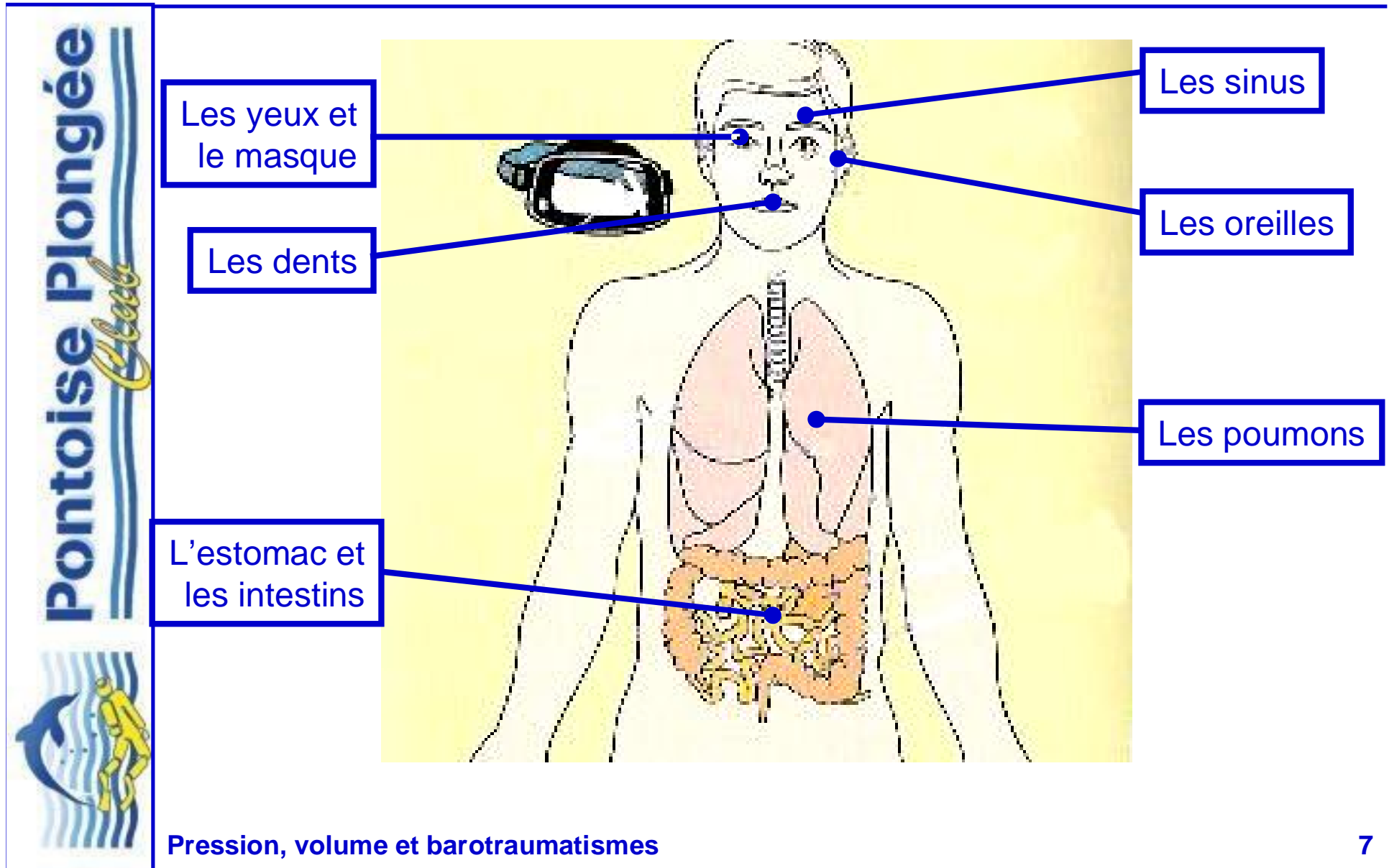
# Relation entre pression et volume pour un gaz



- La pression d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume (loi de Mariotte)
- Formule :  $P_1V_1 = P_2V_2 = \text{Constante}$

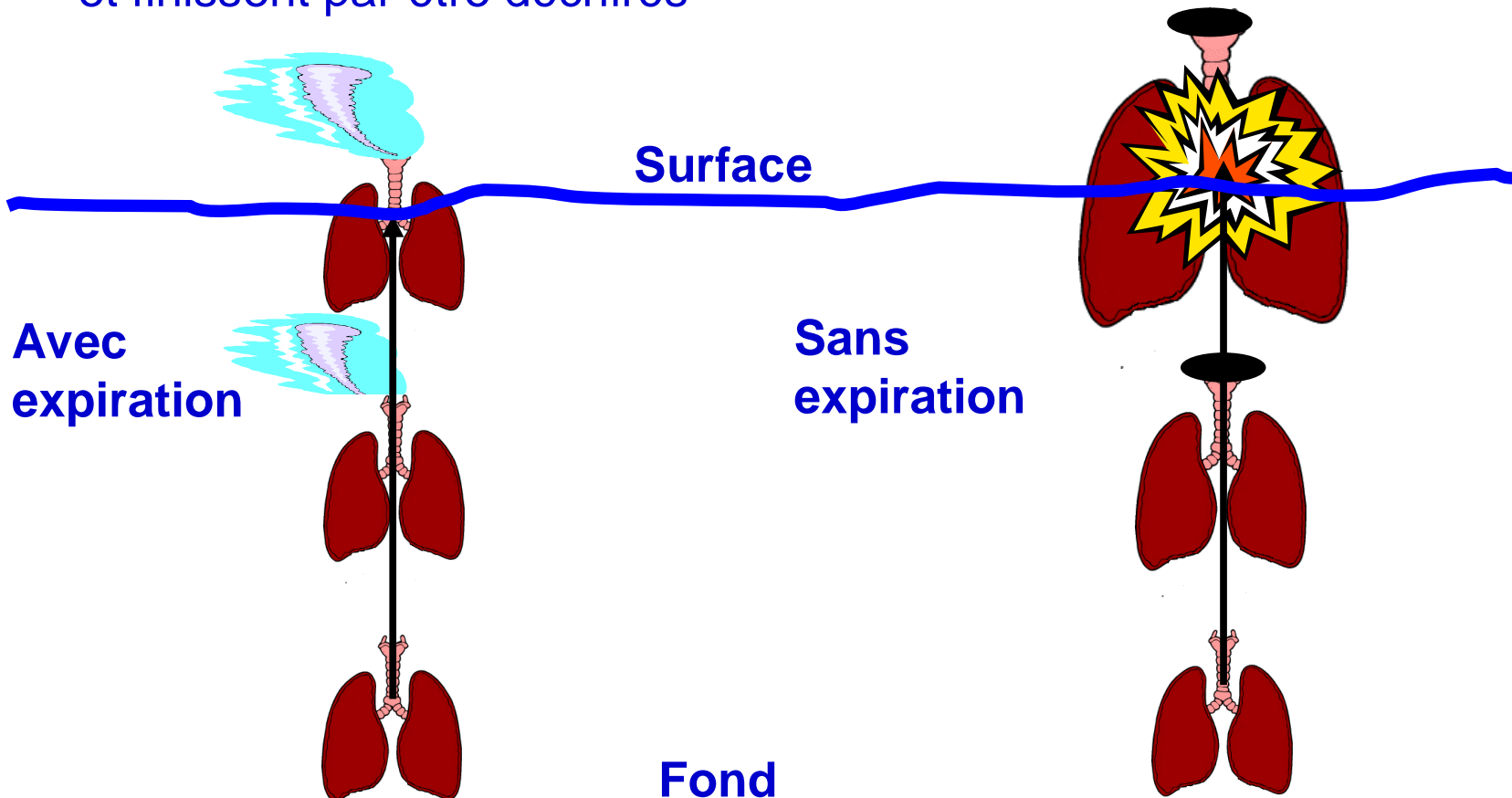


# Les 6 barotraumatismes



# Les poumons : principe

- Le barotraumatisme le plus dangereux : la surpression pulmonaire
- Il se produit à la remontée uniquement
- Si le plongeur n'expire pas, ses poumons augmentent de volume et finissent par être déchirés



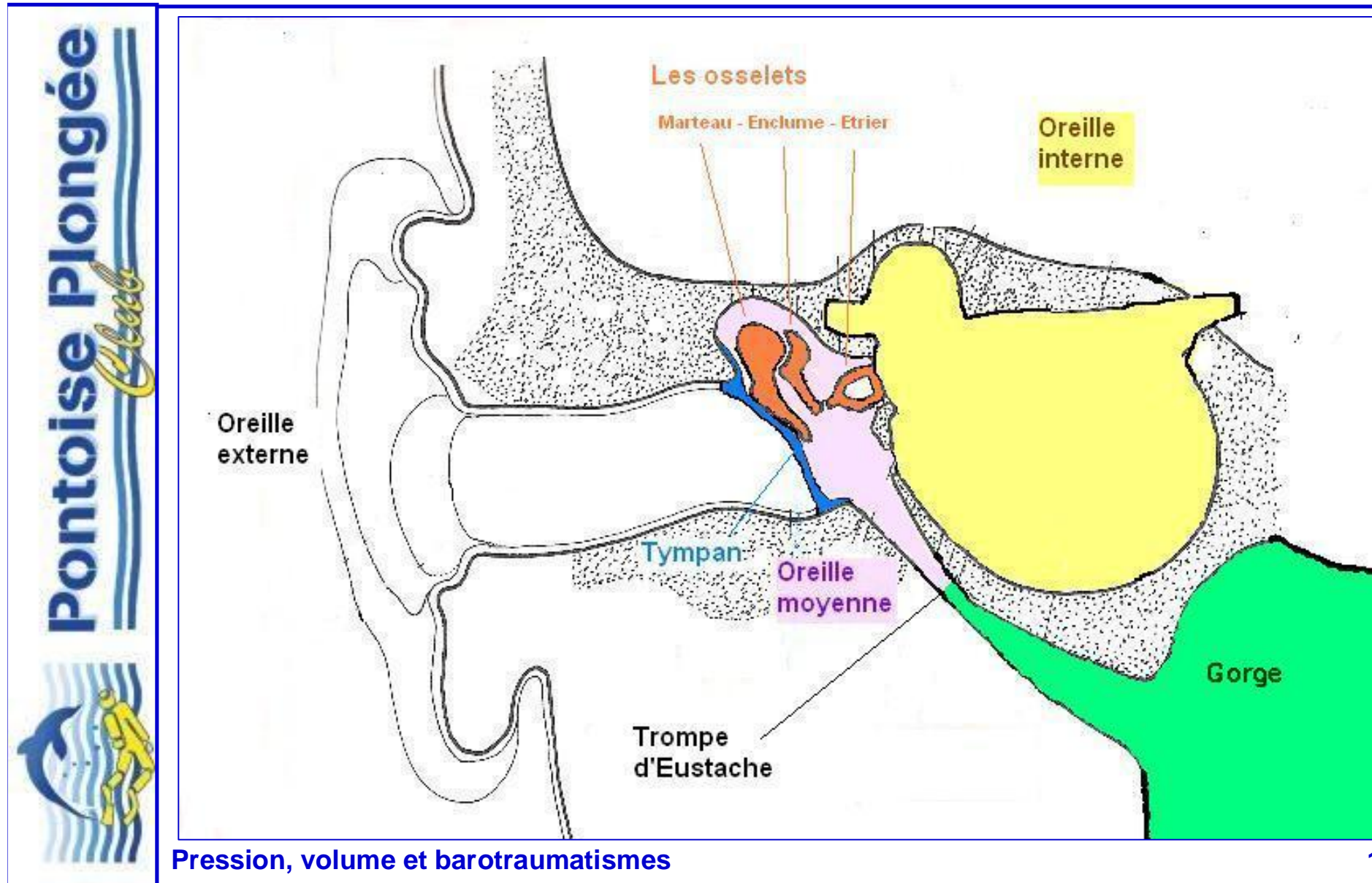


# Les poumons : prévention



- Toujours expirer lors de la remontée.
- Toujours se mouiller le visage et faire une respiration sans masque en surface en début de plongée
  - En cas de perte du masque, l'intrusion d'eau dans le nez et l'eau froide sur le visage peuvent bloquer la respiration
- Ne pas tolérer l'essoufflement : prévenir son guide de palanquée
  - L'essoufflement empêche d'expirer => prévenir rapidement et systématiquement le guide de palanquée lorsque l'on commence à s'essouffler
- Ne jamais donner d'air à un apnéïste
  - Un apnéïste bloque sa respiration

# Les oreilles : schéma

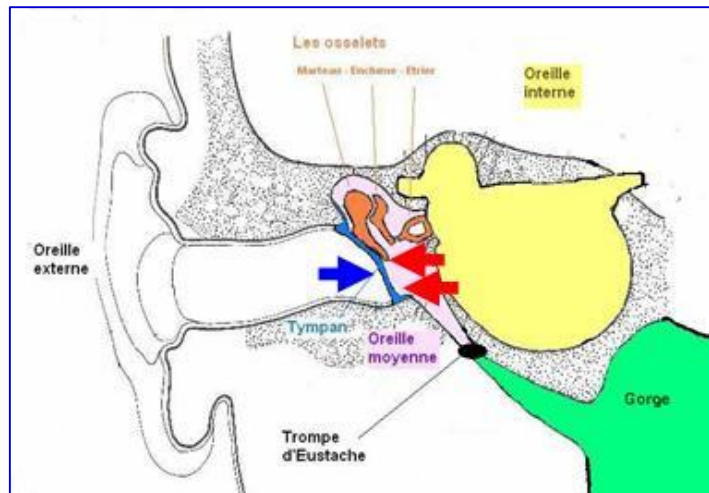
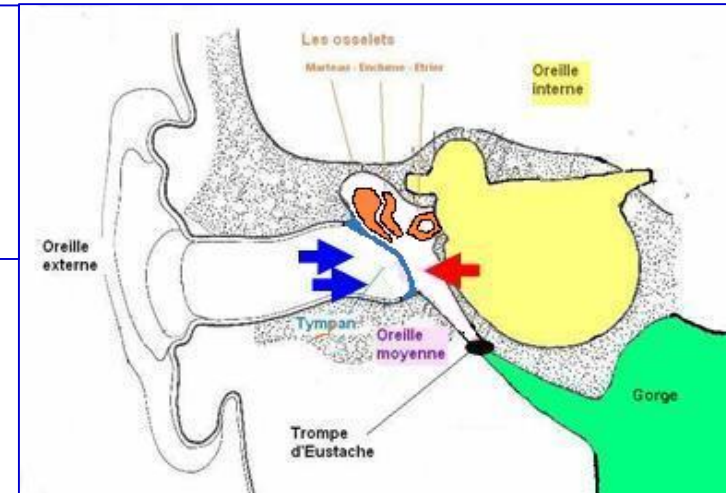


# Les oreilles : principe



- Le barotraumatisme le plus fréquent
- Il peut se produire aussi bien à la descente (fréquent) qu'à la remontée (plus rare)
- Si le plongeur n'équilibre pas son oreille moyenne, le tympan se déforme et devient douloureux, voire se déchire.

- *Si lors de la descente, la trompe d'Eustache reste fermé, l'air à pression ambiante dans la gorge ne pénètre pas dans l'oreille moyenne.*
- *La pression de l'eau déforme le tympan vers l'intérieur. Il finit par être douloureux.*



- *Si lors de la remontée, la trompe d'Eustache se bouche, l'air contenu dans l'oreille moyenne ne peut plus être évacué.*
- *La pression de l'eau déforme le tympan vers l'extérieur. Il finit par être douloureux.*

# Les oreilles : prévention



- Equilibrer très régulièrement ses oreilles
  - Ne pas attendre d'avoir mal
  - Plusieurs techniques possible : Val Salva (uniquement à la descente, jamais à la remontée), Frenzel, déglutition, BTV (béance tubulaire volontaire)
- Ne pas plonger si l'on est enrhumé
- Si les oreilles ne passent pas lors de la descente
  - Prévenir son guide de palanquée
  - Remonter de quelques décimètres, jusqu'à ne plus avoir mal
  - Retirer son masque et se moucher
  - Rééquilibrer les oreilles
  - Si les oreilles ne passent toujours pas, annuler la plongée
- Si les oreilles ne passent pas lors de la remontée
  - Prévenir son guide de palanquée
  - Redescendre de quelques décimètres, jusqu'à ne plus avoir mal
  - Retirer son masque et se moucher
  - Rééquilibrer par une manœuvre douce (déglutition, BTV, Frenzel). Pas de Val Salva
  - Si les oreilles ne passent toujours pas, remonter le plus lentement possible

# Les sinus : principe



- Ce barotraumatisme peut se produire à la descente comme à la remontée
- Les sinus sont des cavités dans la boîte crânienne.
- Ils sont tapissés de muqueuses.
- Ils sont reliés aux voies aériennes supérieures par de petits orifices.
- Si ces orifices sont bouchés, les sinus sont en dépression lors de la descente (en surpression lors de la remontée), ce qui rend ces muqueuses extrêmement douloureuses.

# Les sinus : prévention



- La prévention des douleurs aux sinus est proches de celle des oreilles
  - Ne pas attendre d'avoir mal
- Ne pas plonger si l'on est enrhumé
- Si les sinus ne passent pas lors de la descente
  - Prévenir son guide de palanquée
  - Remonter de quelques décimètres, jusqu'à ne plus avoir mal
  - Retirer son masque et se moucher
  - Si les sinus ne passent toujours pas, annuler la plongée
- Si les sinus ne passent pas lors de la remontée
  - Prévenir son guide de palanquée
  - Redescendre de quelques décimètres, jusqu'à ne plus avoir mal
  - Retirer son masque et se moucher
  - Si les sinus ne passent toujours pas, remonter le plus lentement possible

# Le placage de masque : principe

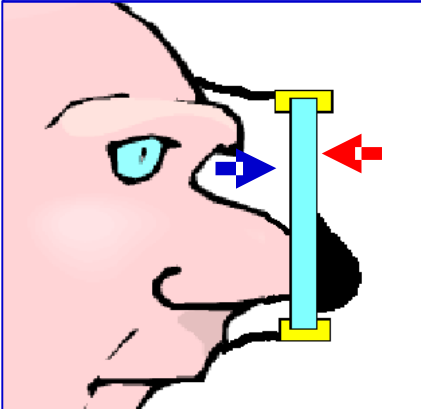
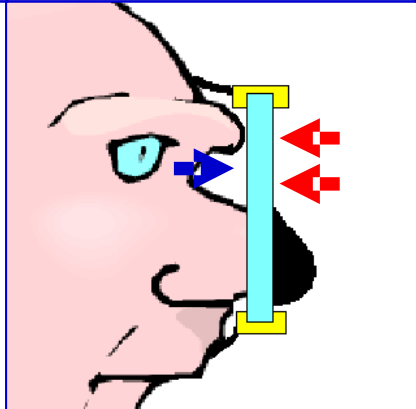
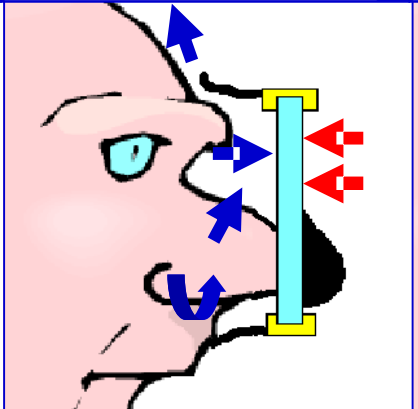
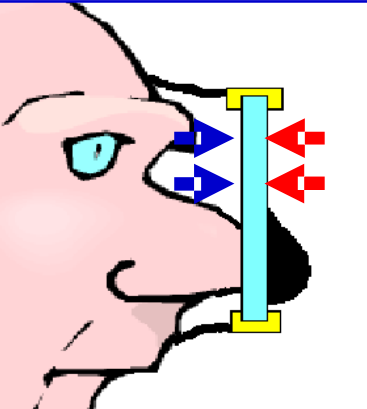


- Ce barotraumatisme ne se produit qu'à la descente
- Le masque contient une poche d'air dont le volume est variable grâce à la jupe souple.
- En descendant, sous la pression, le masque s'écrase sur le visage.
- Il finit par « marquer » le visage.
  - Marque du masque autour du visage
- Il peut entraîner des hématomes dans les yeux
  - Petites billes rouges
- Ces hématomes sont totalement indolores mais peuvent entraîner des problèmes ophtalmologiques graves

# Le placage de masque : schéma et prévention à la descente



- Souffler par le nez durant la descente
- Schéma à la descente

<p>• <i>En surface : équilibre</i></p>	<p>• <i>Descente : la pression augmente, la jupe du masque s'écrase, le masque se plaque.</i></p>	<p>• <i>L'expiration renvoie de l'air et augmente la pression dans le masque. L'air en surpression soulève la jupe et s'échappe.</i></p>	<p>• <i>Fin d'expiration. Même pression à l'extérieur et à l'intérieur du masque.</i></p>
			

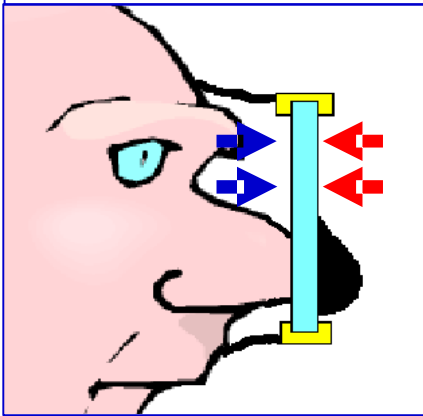


# Le placage de masque : schéma à la remontée

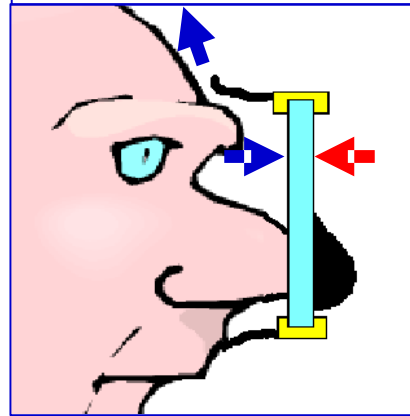


- L'équilibre se fait automatiquement grâce à l'élasticité de la jupe du masque
- Schéma à la remontée

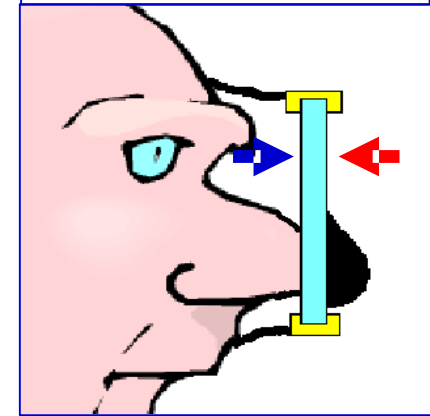
• *Au fond : équilibre*



• *Durant la remontée, l'air en surpression soulève la jupe et s'échappe.*



• *Surface. Même pression à l'extérieur et à l'intérieur du masque.*



# Les dents : principe



- Ce barotraumatisme peut se produire à la descente comme à la remontée
- Il atteint uniquement les dents abîmées (caries, couronne mal posée) qui sont creusées.
- Si cet orifice est bouché, le dent est en dépression lors de la descente (en surpression lors de la remontée).
- En cas de différence de pression trop forte, la dent peut exploser (ou imploser), générant une très violente douleur pouvant entraîner une perte de connaissance.

# Les dents : schéma

Pontoise Plongée

- *Durant la descente, la pression de l'air dans la bouche (pression ambiante donnée par le détendeur) appuie sur la dent bouchée*

- *Si cette pression est trop forte, la dent casse et impluse*



- *Durant la remontée, la pression de l'air dans la dent (pression atteinte lorsque le plongeur était au plus bas et que sa dent s'est retrouvée bouchée par un obstacle quelconque) appuie sur la dent*

- *Si cette pression est trop forte, la dent casse et explose*



Pression, volume et barotraumatismes

# Les dents : prévention



- Avoir une bonne hygiène bucco-dentaire
  - Se brosser les dents avant de plonger
- Consulter régulièrement un dentiste en lui précisant que l'on pratique la plongée

# L'estomac et les intestins : principe



- Il se produit à la remontée uniquement
- Il se produit en cas d'apparition de gaz dans le système digestif
  - Ingestion d'air suite à des déglutitions répétées
  - Aliments fermentant et générant des gaz durant la digestion
  - Boissons gazeuses
- Au fond, lors de leur apparition dans le système digestifs, les gaz sont comprimés.
- A la remontée, ces gaz augmentent de volume.
- S'ils ne peuvent pas être évacués, ils dilatent estomac et intestins.
- Cela peut entraîner des diarrhées (colique du scaphandrier) voir des déchirures de l'appareil digestif

# L'estomac et les intestins : prévention



- Ne pas empêcher l'évacuation naturelle des gaz pendant la remontée
  - Evacuation buccale
  - Evacuation rectale
  - Pas de fausse pudeur
- Eviter les boissons gazeuses avant de plonger
- Eviter les féculents qui génèrent des gaz lors de la digestion