

# Loi de Mariotte et barotraumatisme

## Cours N I

- Situer le sujet: Notion de pression → les gaz à l'inverse des solides et des liquides sont compressibles.

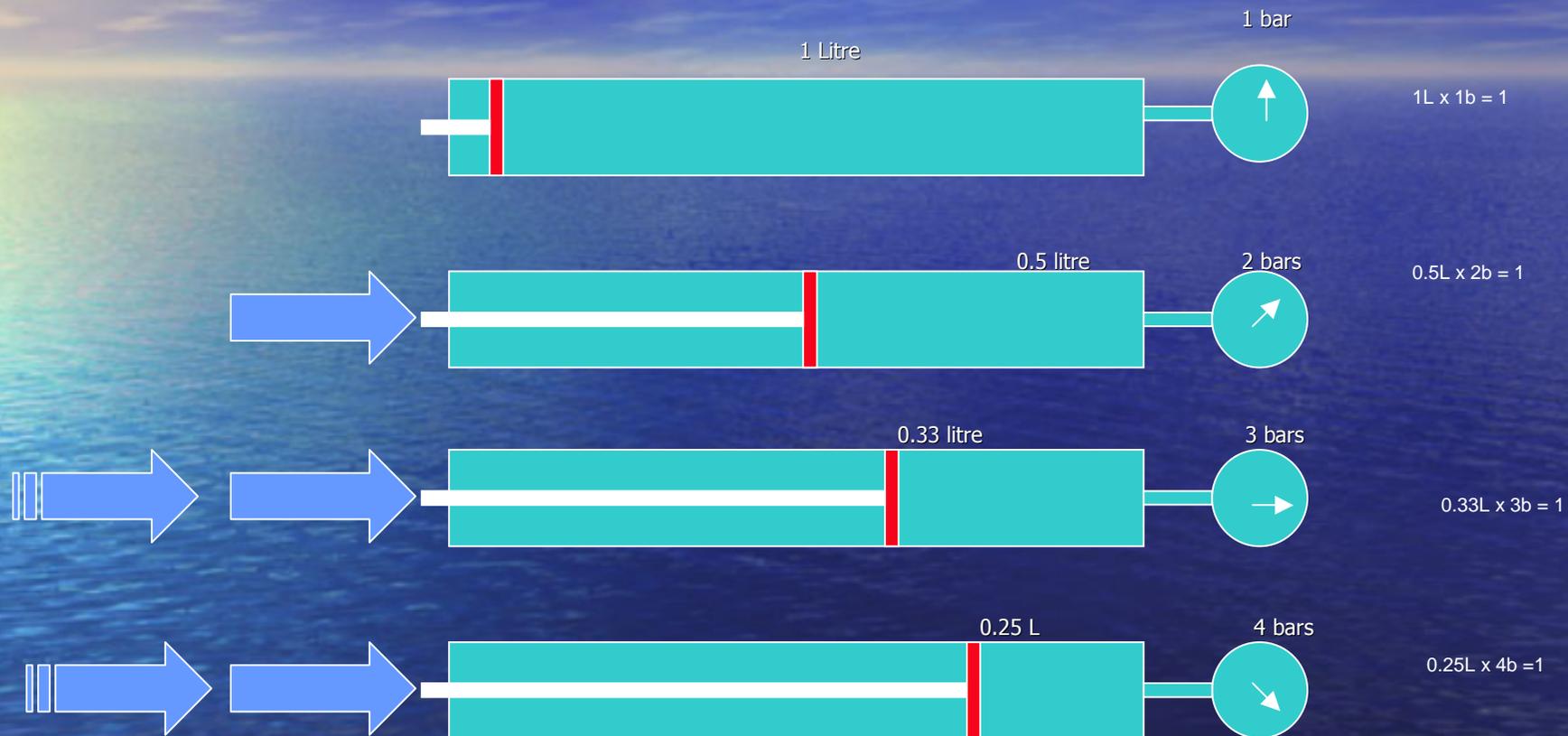
Le cours de ce jour traite de l'action de la pression sur les gaz.

- Objectif: comprendre les risques liés à la compressibilité des gaz en plongée et pouvoir les éviter

# Loi de Mariotte et barotraumatisme

## I) Loi sur la compressibilité des gaz

### 1-a) Mise en évidence:



Loi de Mariotte et barotraumatisme

## I) Loi sur la compressibilité des gaz

1-b) Énoncé de la Loi :

- On voit que:

volume x pression = constante

donc: **volume = constante / pression**

A température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il reçoit

Loi de Mariotte et barotraumatisme

## I) Loi sur la compressibilité des gaz

1-c) Exemples:

- Prenons un ballon de baudruche contenant 2 litres d'air en surface:

$$\text{Vol} \times \text{Pression} = 2\text{L} \times 1\text{b} = 2 \text{ (cst)}$$

- Si je le place à 10 m de profondeur:

$$\text{Vol} \times P_r = 2$$

$$\Rightarrow \text{Vol} = 2 / P_r$$

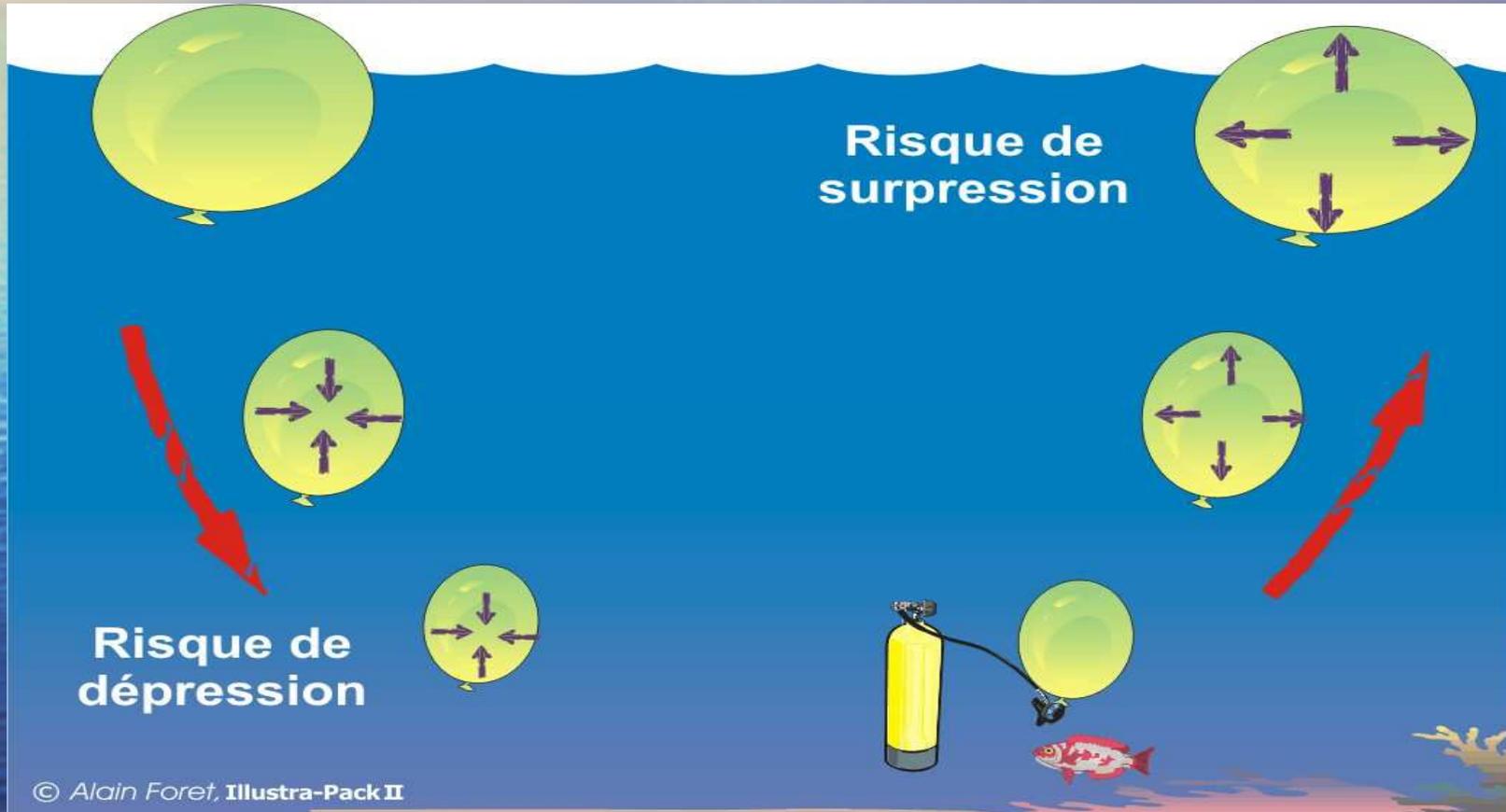
$$\Rightarrow \text{Vol} = 2 / 2 = 1\text{Litre}$$

- Faites le calcul pour 20m et 30m

Loi de Mariotte et barotraumatisme

# I) Loi sur la compressibilité des gaz

1-c) Exemples:



Loi de Mariotte et barotraumatisme

## I) Loi sur la compressibilité des gaz

1-c) Exemples:

- Si je le place à 20m de profondeur:  
 $\text{vol} = 2 : 3b = 0.66 \text{ litre}$
- Si je le place à 30m de profondeur:  
 $\text{vol} = 2 : 4b = 0.5 \text{ litre}$
- Donc de 0 à 10m vol divisé par 2 (x par 2 à la remontée)  
pour obtenir la même variation de volume, il faudra descendre à 30m càd descendre de 20m

Loi de Mariotte et barotraumatisme

I) Loi sur la compressibilité des gaz

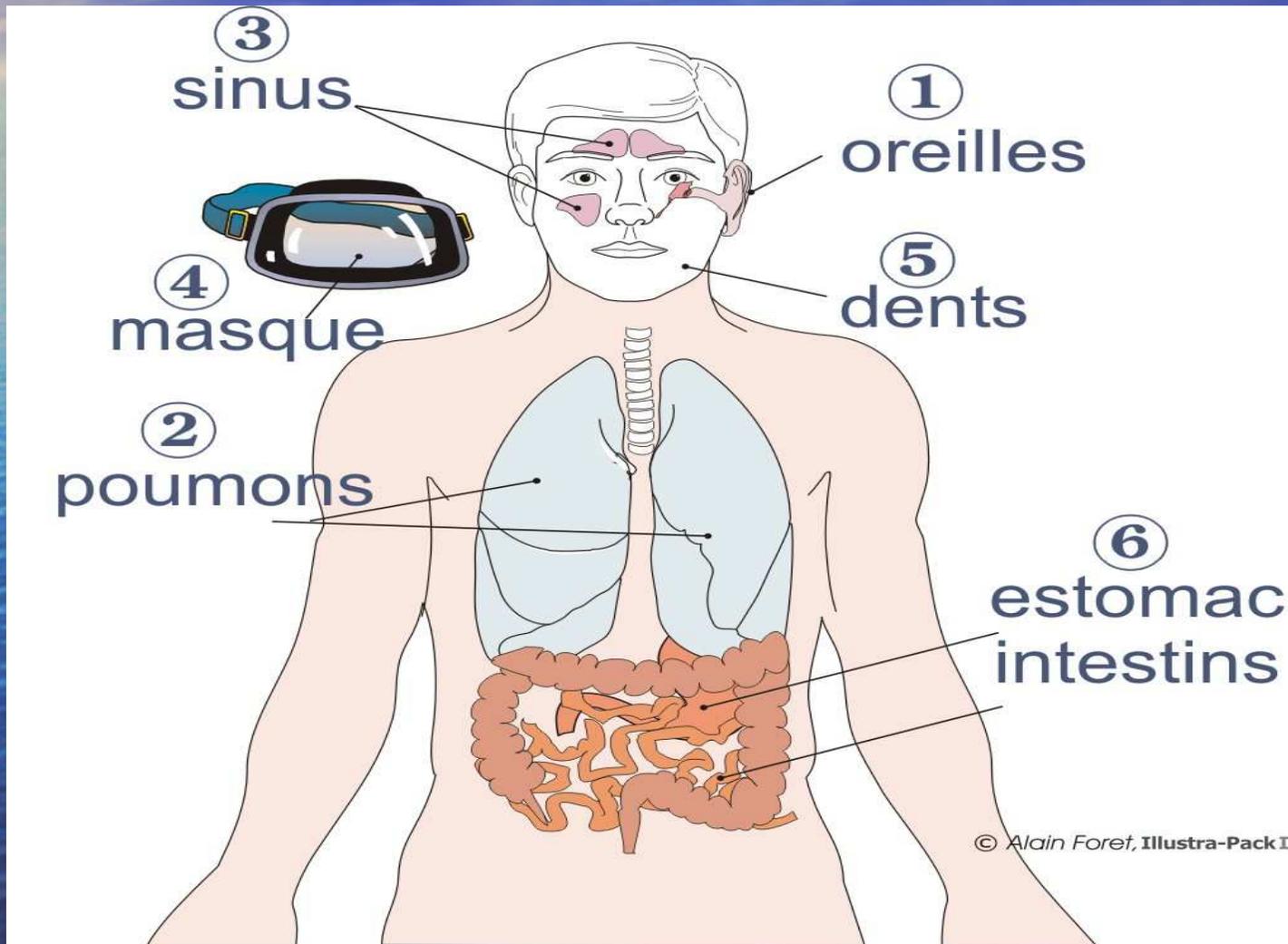
1-c) Exemples:

Les variations de pression étant très importantes dans les 10 premiers (ou derniers) mètres de profondeur, **le volume des gaz variera également beaucoup dans cette zone**

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
**Les Barotraumatismes:**

- **Toutes les cavités de l'organisme contenant de l'air** vont être soumises aux variations du volume d'air en plongée:
  - > **cavités naturelles:**
    - . Poumons
    - . Oreilles
    - . Sinus
    - . Dents
    - . Intestins et estomac
  - > **cavité artificielle:** le masque

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
Les Barotraumatismes:



Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
Les Barotraumatismes

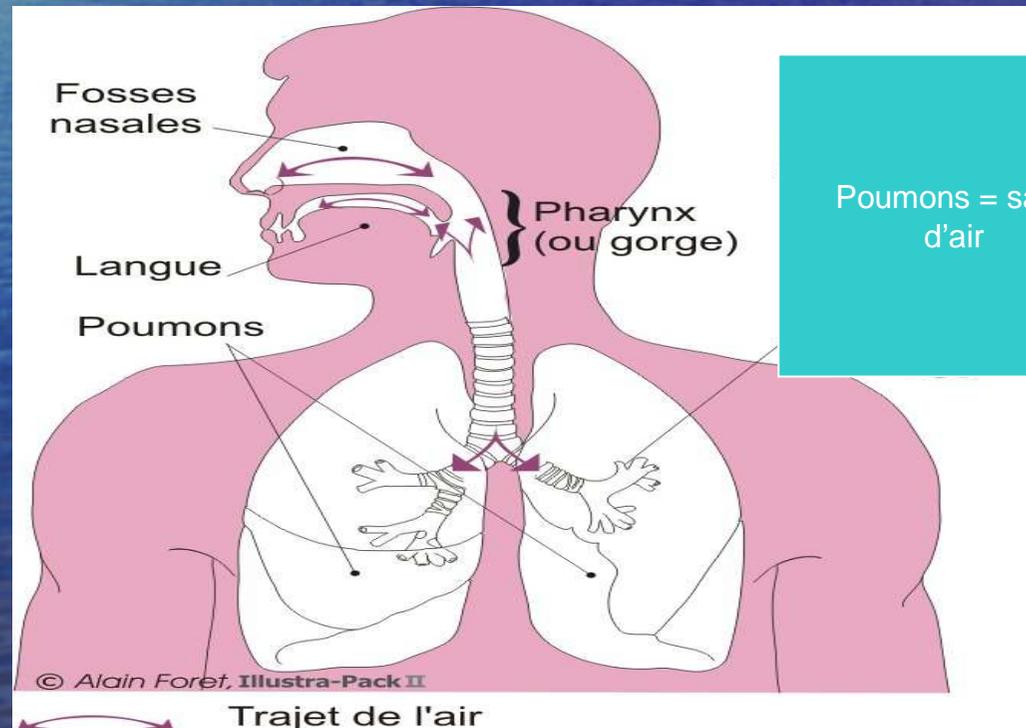
- Les accidents liés aux variations du volume d'air sont appelés des **Barotraumatismes**

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-a) Les poumons:

II-a-1) Anatomie de base:

- +Les poumons sont des sacs d'air
- +La dilatation des sacs est limitée



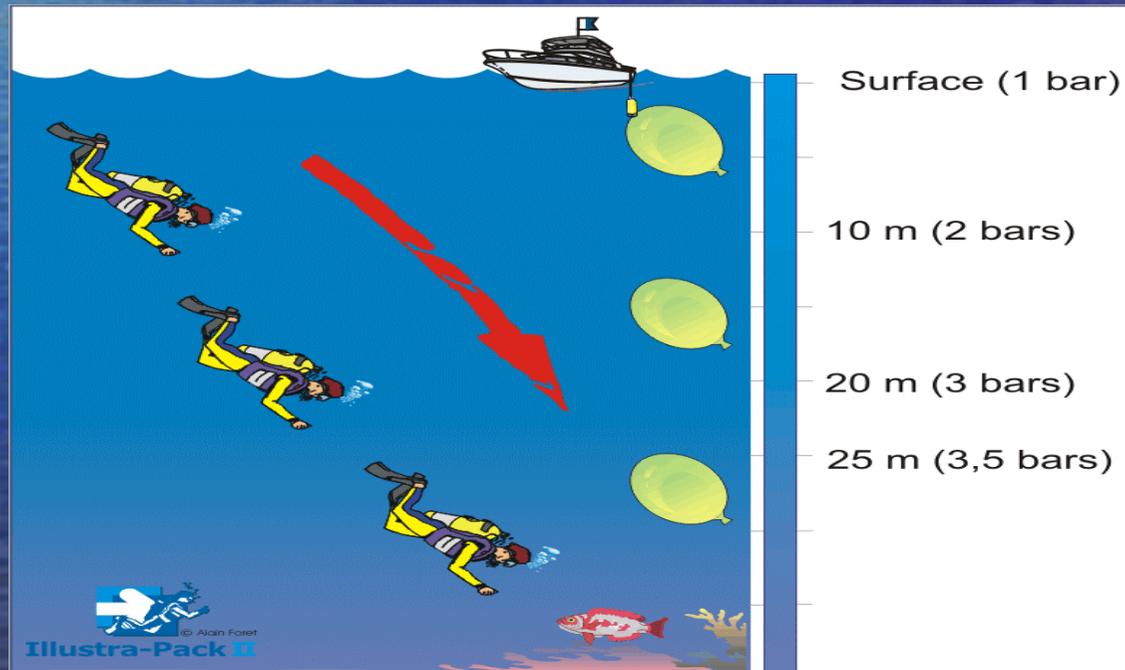
Loi de Mariotte et barotraumatisme

## II) Application à la plongée:

II-a) Les poumons:

II-a-2) lors de la **descente**:

- **Aucun problème**, l'air respiré est à la pression ambiante, les poumons ne varient pas de volume



# Loi de Mariotte et barotraumatisme

## II) Application à la plongée:

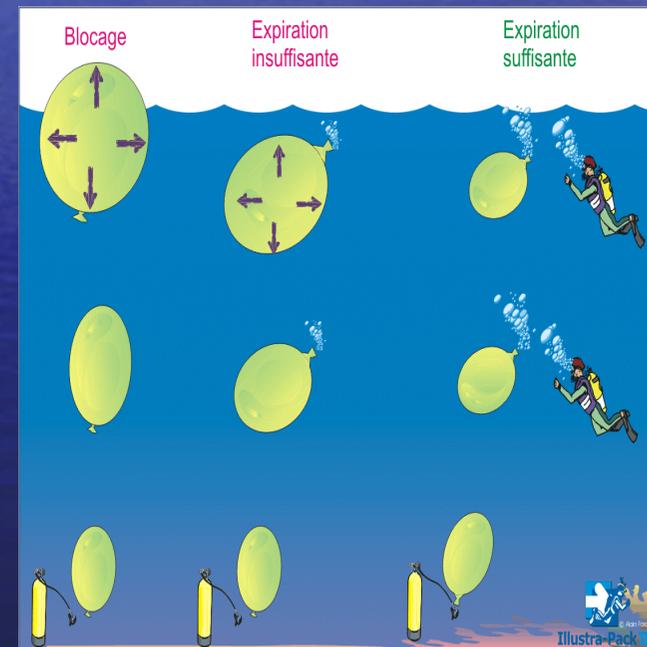
### II-a) Les poumons:

#### II-a-3) Lors de la remontée:

- Tout se passe bien si la respiration se fait de façon correcte
- Par contre, tout blocage, total ou partiel, de l'évacuation de l'air situé dans les poumons (blocage de l'expiration) provoque une dilatation des sacs d'air par augmentation du volume d'air (loi de Mariotte)

Cette dilatation étant limitée, il y a risque de faire éclater les poumons: **c'est la surpression pulmonaire**

Accident + ou – grave, avec risque de dégradation irréversible des poumons



Loi de Mariotte et barotraumatisme

## II) Application à la plongée:

II-a) Les poumons:

II-a-4) **Prévention** de la surpression pulmonaire:

- Ne **jamais bloquer** la respiration lors de la remontée
- **Insister sur l'expiration** lors de la remontée  
(d'autant plus si elle est rapide!)
- **Remonter lentement** (entre 9 et 15 mètres par minute)  
  
→ suivez le guide sans jamais le dépasser
- Ralentir encore plus à l'approche de la surface (6m par minute)

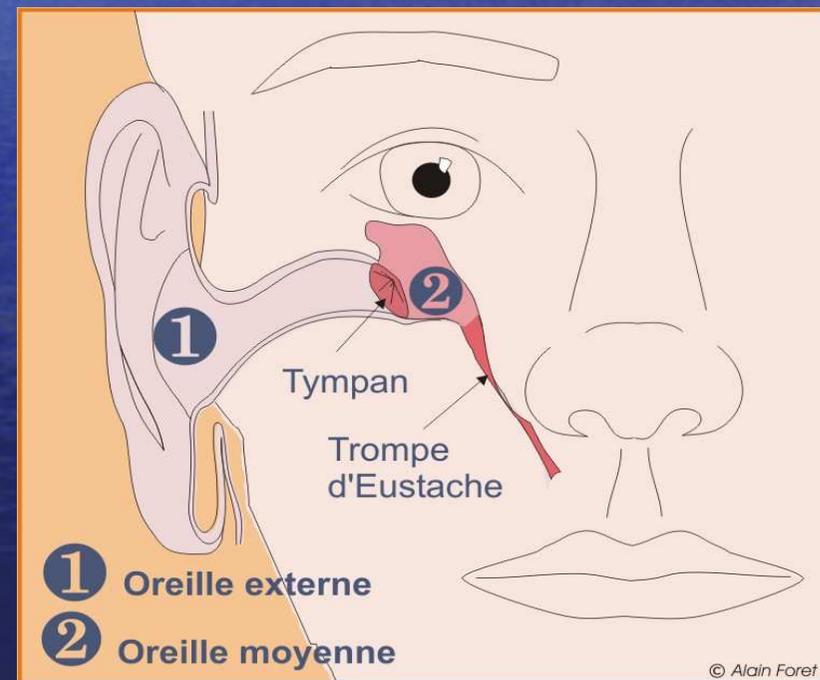
Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-b) Les oreilles:

II-b-1) Anatomie de base:

- L'oreille est un organe **fragile** dont-il faut prendre grand soin
- C'est le centre de l'**équilibre** et de l'**audition**
- On distingue l'oreille externe  
l'oreille moyenne  
le tympan  
la trompe  
d'Eustache

- Tympan: souple donc déformable
- Trompes d'Eustache: canal reliant l'OM aux fosse nasale; généralement fermées, elles s'ouvrent spontanément toutes les 2 à 3 mn ou lorsque l'on avale ou baille.



Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-b) Les oreilles:

II-b-2) A la descente:

- La pression absolue augmente
  - Le vol d'air dans l'OM diminue
  - la diminution du vol de l'air provoque une dépression dans l'OM qui « tire » sur toutes les parois
  - le tympan, souple, se déforme,
    - ==> gêne ou douleur
    - si on insiste, risque de rupture du tympan: c'est le barotraumatisme de l'oreille
- C'est l'accident le plus fréquent en plongée!



Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-b) Les oreilles:

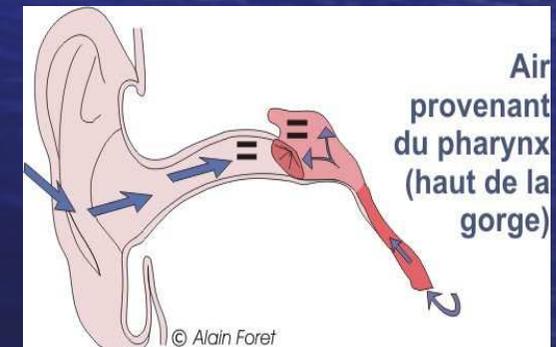
II-b-2) Prévention à la descente:

- Ne jamais attendre la douleur pour agir:  
→ **Anticiper**
- Faire une **manœuvre d'équilibrage** des pressions: + il en existe plusieurs  
+ la plus réalisée est la manœuvre de **Valsalva**:

❖ Faite avec douceur...et anticipation!

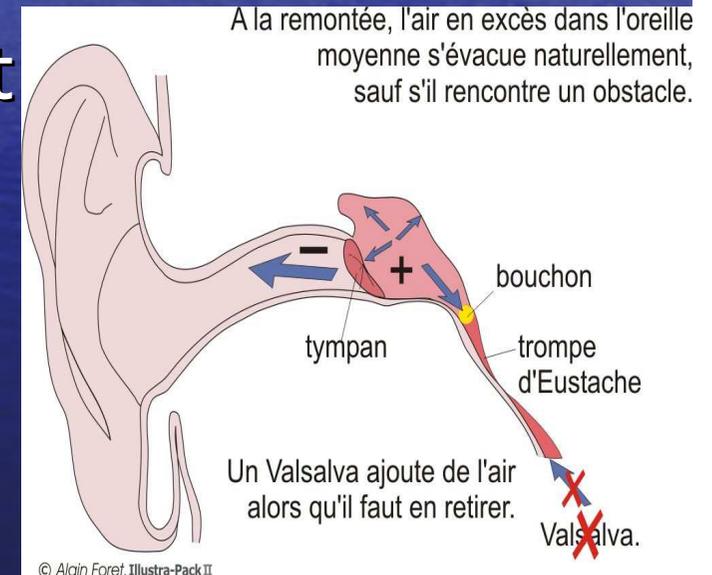
- Ne pas plongée enrhumé.

- Être très attentif les 10 premiers mètres de descente.



Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
II-b) Les oreilles:  
II-b-3) A la remontée:

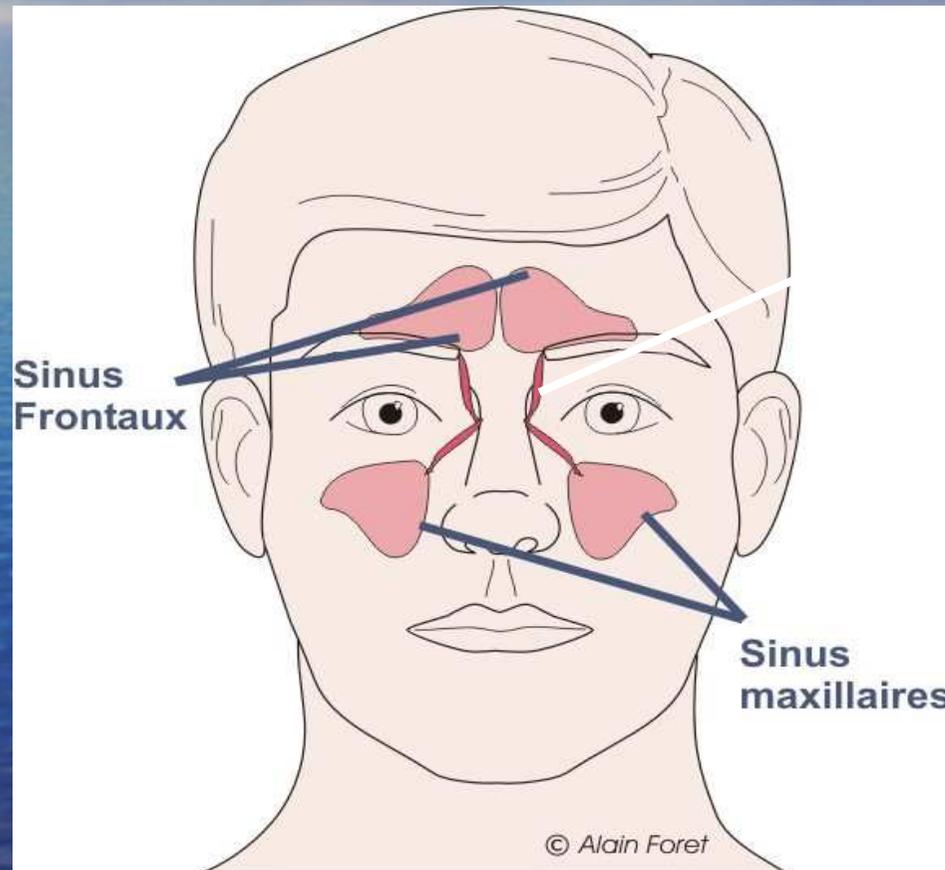
- Le phénomène inverse se produit.
- Mais l'air s'échappe naturellement par la trompe d'Eustache
- Il ne faut **surtout pas faire de « Valsalva » à la remontée**
- Il ne faut pas plonger enrhumé



Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-c) Les sinus:

II-c-1) Anatomie de base:



Canaux reliant les sinus aux fosses nasales  
Toujours ouverts, si pas d'obstruction

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-c) Les sinus:

II-c-2) Lors de la descente ou de la remontée:

- Même processus que pour les oreilles mais comme les canaux sont toujours ouverts, l'équilibrage des pressions se fait spontanément sans action du plongeur.
- Par contre si les canaux sont bouchés par un **rhume ou une sinusite, l'équilibrage est impossible**  
==> douleur du front violente  
douleur au niveau des dents supérieures,  
des gencives supérieures.

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-c) Les sinus:

II-c-2) Lors de la descente ou de la remontée:

- Conduite à tenir: **arrêter la plongée en cours**  
ne pas plonger enrhumé ou avec une sinusite
- Ne pas utiliser de décongestionnements, actifs peu de temps, qui n'agiront plus en fin de plongée!! Aïe!

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
II-d) Les dents:

- Caries mal soignées, plombages défectueux => petite poche d'air.
- Problème surtout à la remontée si de l'air à la pression ambiante du fond entre et ne peut ressortir:
  - douleur de la dent
  - éclatement de la dent théoriquement possible
- CAT: **dentiste 1 x par an** et lui dire qu'on est plongeur.

Loi de Mariotte et barotraumatisme

## II) Application à la plongée:

II-e) Les intestins et l'estomac:

- **Rare** en plongée loisirs
- Cadre de la plongée professionnelle avec temps de plongée très important
- Colique du scaphandrier
- Estomac douloureux, envies de faire une éructation sans y parvenir.
  
- **CAT: éviter les féculents, les boissons gazeuses lors des séjours de plongée.**

Loi de Mariotte et barotraumatisme

## II) Application à la plongée:

II-f) Le masque:

II-f-1) Lors de la descente: **le plaquage du masque**

- L'air dans le masque se comprime  $\Rightarrow$  volume
- Dépression dans le masque (comme pour l'oreille)
- Le masque est « tirée » donc se déforme (la jupe est souple) ce qui **plaque le masque** sur le visage.
- Si on insiste, la souplesse de la jupe atteint sa limite, elle ne peut plus être déformée, seule les parties molles du visage (yeux et peau) peuvent être attirées
  - douleur des yeux
  - hématomes autour des yeux et dans le blanc des yeux

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:

II-f) Le masque:

II-f-1) Lors de la descente: le plaquage du masque

- **Prévention:** + **souffler** de temps en temps dans le masque à la descente (par le nez!)

+ Ne soufflez pas en permanence car cela provoque de la buée dans le masque

Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
Prévention

- **A la descente:**

Equilibrer les oreilles régulièrement et sans attendre  
( Valsalva)

De temps en temps, souffler dans votre masque

- **A la remontée:**

Vitesse lente +++

Penser à **insister sur l'expiration** (surtout les 10 derniers mètres)

Ne bloquez jamais la respiration en plongée



Loi de Mariotte et barotraumatisme  
II) Application à la plongée:  
Prévention

- **De manière générale:**

Pas de plongée si Rhume ou Sinusite

