

# Plan

- I. Introduction
- II. Rappels
  - Pressions
  - Mariotte
  - Potholite
- III. Dalton
- IV. Henry
- V. Charles
- VI. Vision / Son
- VII. Tampons

## Objectif

être capable de comprendre les lois physiques inhérentes au plongée et les utiliser au travers du prochain cours. (Accidents, matériel, physiologie)

## Justification

en tant que GE vous devez maîtriser la loi physique pour expliquer les phénomènes liés à la plongée et y intégrer la notion adéquate.

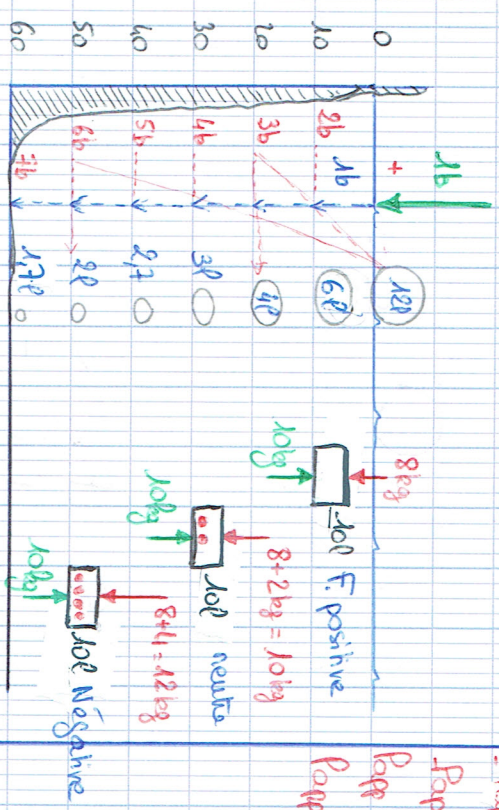
## II. Rappels

### Pressions:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{hyd}$$

### Mariotte: mise en évidence d'un rapport sur les variations de Pressions et volumes.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = Cste$$



## Utilisation en Plongée => accidents = Barotraumatismes

matériel = • Compresseurs,

Consommation / Autonomie = l'air inspiré est fourni par la détenteur à la pression ambiante = pression absolue.

\* une consommation de 80l/min en surface à 1bar va correspondre à 140l/min à 60m (7bar)

- $P_{abs} = P_{atm} + P_{hyd}$
- $P \cdot V = cste$
- $P_{app} = P_{eiel} - P_{airinsp}$
- $P_{app} < 0$  Potholite positive
- $P_{app} = 0$  Potholite Neutre
- $P_{app} > 0$  Potholite Négative



## La flottabilité :

↑ P. Archimède = "tout corps plongé dans un liquide, subit une force (Poussée) de

bas et haut correspondant au poids du volume de liquide déplacé"

↓ Poids Réel = c'est la masse (Poids) de l'objet en surface.

Poids Apparent = est la résultante de ces deux forces

$$P_{\text{apparent}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{poussée Archimède}}$$

Si  $P_{\text{réel}} < P_{\text{poussée Archimède}} \Rightarrow P_{\text{app}} < 0$  Flottabilité Positive  
 $P_{\text{réel}} = P_{\text{poussée Archimède}} \Rightarrow P_{\text{app}} = 0$  Flottabilité Neutre  
 $P_{\text{réel}} > P_{\text{poussée Archimède}} \Rightarrow P_{\text{app}} > 0$  Flottabilité Négative

Rappel : Masse volumique de l'eau douce est  $1 \text{ kg/l} = 1 \text{ kg/dm}^3$   
eau de mer est  $1,03 \text{ kg/l}$



### III Dalton =

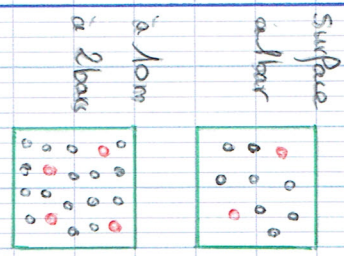
" Dans un mélange gazeux chaque gaz exerce une pression égale à celle qu'il exercerait si il était seul "

= La pression totale d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles des gaz qui le compose "

La pression partielle d'un gaz correspond à la pression exercée par ce gaz

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{abs}} \times \% \text{ gaz}$$

Exemple = mélange gazeux Air = 80% de N<sub>2</sub> 20% de O<sub>2</sub>



$P_{N_2}$  en surface = 1 bar  $\times$  0,80 = 0,80  
 $P_{O_2}$  en surface = 1 bar  $\times$  0,20 = 0,20  
 } Pression totale en surface 1 bar

$P_{N_2}$  à 10m = 2 bars  $\times$  0,80 = 1,60  
 $P_{O_2}$  à 10m = 2 bars  $\times$  0,20 = 0,40  
 } Pression totale à 10m 2 bars.

### Utilisation en plongée =

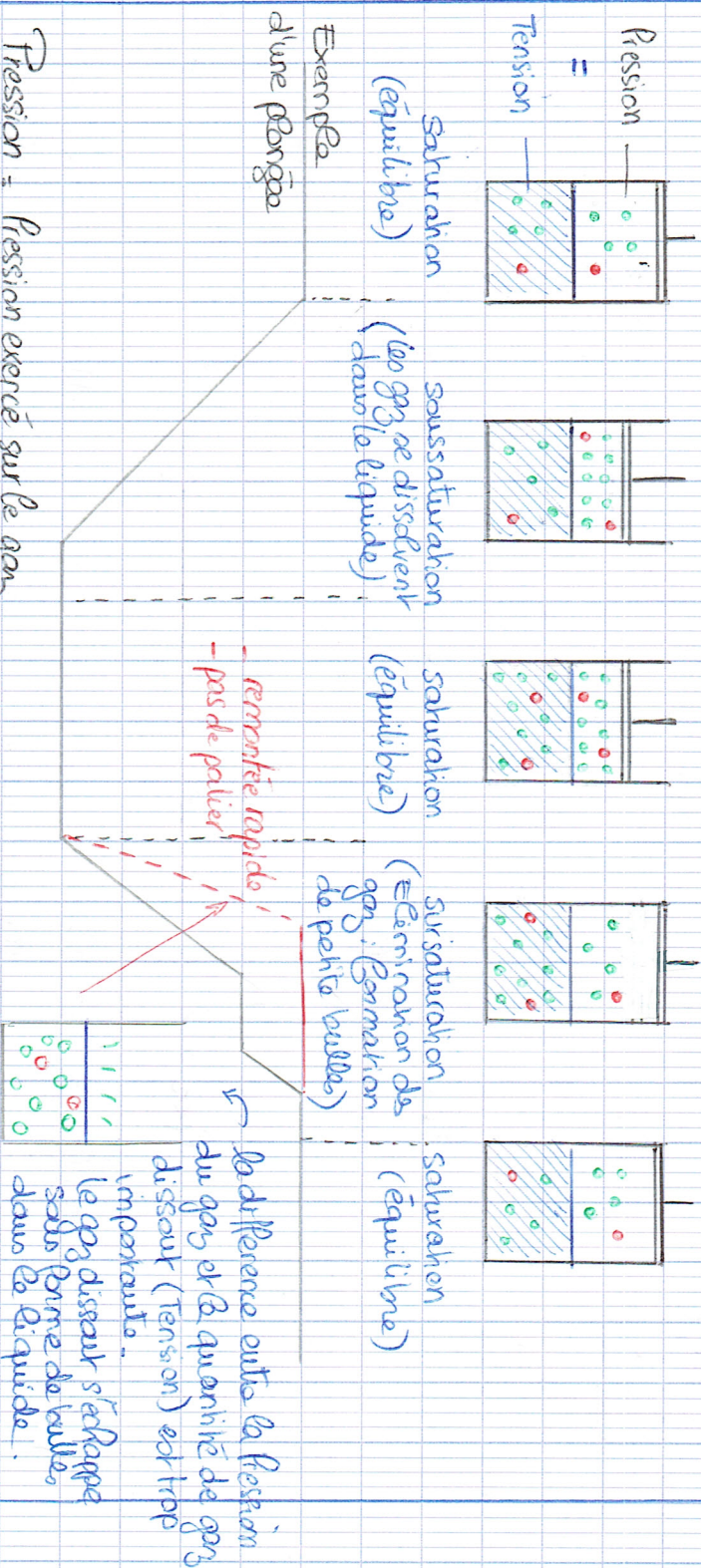
- Gestion des mélanges gazeux = Nitrox / Trimix / L'oxygénothérapie
- mécanisme des éraflages gazeux (échanges de la P<sub>10</sub> + P<sub>02</sub> + P<sub>03</sub> - P<sub>05</sub>)
- Accidents physiologiques (↗ des P<sub>10</sub> avec la profondeur et suivant le mélange)
- Calcul des tables

### Composition de l'air

- N<sub>2</sub> = 79,018 ≈ 80%
- O<sub>2</sub> = 20,945 ≈ 20%
- CO<sub>2</sub> = 0,037
- Gaz rares / traces



IV HENRY : "Lorsqu'un gaz est en équilibre avec un liquide dans lequel il est soluble, la masse de gaz dissoute dans un volume donné de liquide est proportionnelle à la pression qui demeure sur le liquide"



Pression = Pression exercée sur le gaz  
 Tension = Pression du gaz dissout dans le liquide

Sur-saturation critique  
 dégageage anarchique (incontrôlé)

Les facteurs influents :

la Nature du gaz, la température, la nature du liquide, la surface d'échange  
 la pression, le temps, la pression.



## Utilisation on plongée

- Dissolution des G<sub>2</sub> dans l'eau
- calcul des tables en plongée
- Nécessaire et prévention des ADD.

## IV CHARLES

= A volume constant, la pression d'un gaz augmente proportionnellement à l'élévation en température

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Pression en bars

Température en Kelvin

$$T_K = T_C + 273$$

$$T_K = 50 + 273 = 323 \text{ K}$$

Exemple = Un bloc gonflé à 200 bars avec une bouteille remplie atteint 50°C. Quelle sera la pression du bloc une fois la température descendu à 15°C

$$P_1 = 200 \text{ bars}$$

$$T_1 = 50 + 273 = 323 \text{ K}$$

$$P_2 =$$

$$T_2 = 15 + 273 = 288 \text{ K}$$

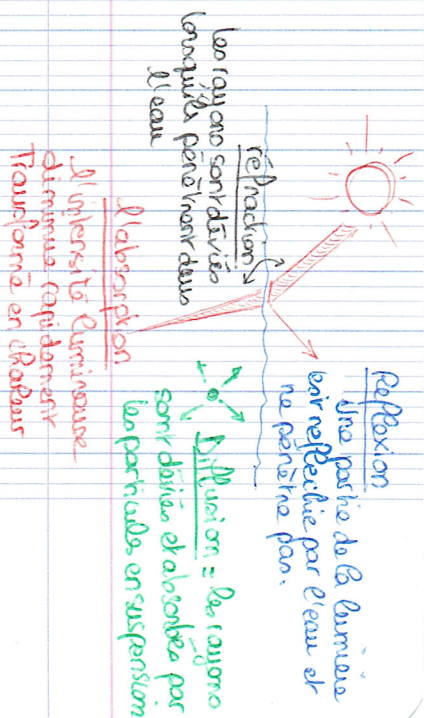
$$P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} = \frac{200 \times 288}{323} = \underline{178 \text{ bars}}$$



## VI. LA VISION =

En pénétration = On voit plus Gros  $\frac{4}{3}$

- On voit plus proche  $\frac{3}{4}$  de la distance réelle
- Les couleurs disparaissent avec la profondeur (couleurs chaudes en 1<sup>er</sup> = rouge, orange, jaune)
- La visibilité est réduite = par le manque, les particules, la perte de luminosité
- 4 phénomènes lorsque un rayon lumineux rencontre l'eau (schéma ci-dessous)



## • le SON

la vitesse du son : dans l'air 330 à 340 m/s  
dans l'eau 1500 m/s (5x plus)

la perception du son se fait par les oreilles et la boîte crânienne.  
la direction d'un son est facile dans l'air mais impossible dans l'eau.

(Impossible de savoir d'où vient un bateau quand on entend son moteur)  
Aléatoire = Tous d'origine 360° et sans saveur.



### III Gonflage - Tampons.

- Un tampon est une bouteille de grande capacité (50 l gonflés à 300bars)  
on trouve des tampons de 30 l à 200 l gonflés de 250 à 300bars)
- Ils vont servir à gonfler les blocs de plongée on remplace ment des compresseurs, IRs seront remplis par un compresseur comme pour une bouteille de plongée.
- Le temps de gonflage varie selon :
  - La puissance du compresseur et son débit ( $m^3/h$ )
  - Le volume des tampons et leur nombre

#### ① Gonflage avec un compresseur:

Combien de temps faut-il à un compresseur de  $30m^3/h$  pour gonfler 10 bouteilles tampons de 50 litres à 300 bars

$$\begin{aligned} 1 & \text{ Volume total du contenu} = 10 \times 50 \times 300 = 150000 \text{ l soit } 150m^3 \\ 2 & \text{ Compresseur débit } 30m^3/h \\ 3 & \text{ Temps} = \frac{\text{Volume contenu}}{\text{débit compresseur}} = \frac{150}{30} = 5 \text{ heures} \end{aligned}$$

(produit en croix  $\Rightarrow$ )

$$\begin{array}{ccc} 30m^3 & \xrightarrow{\%} & 150m^3 \\ \downarrow & \swarrow & \downarrow \\ 1 \text{ heure} & & \end{array} = \Rightarrow \frac{1 \times 150}{30} = 5$$

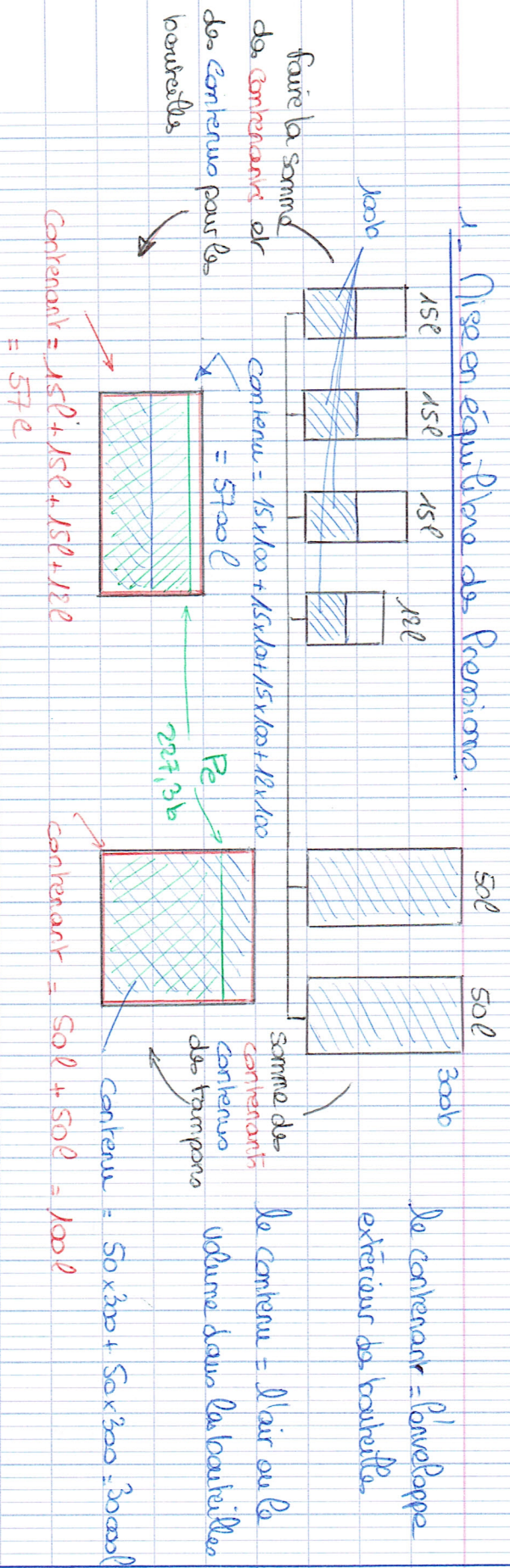
Rappel:  $1m^3 = 1l$   
 $1m^3 = 1000l$



② Compress avec des tampons en série

- Le compress avec des tampons ne se fait pas une mise en équilibre des manions entre les bouteilles de plongée et les boîtes tampons.

1 - Mise en équilibre des Pressions.



la mise en équilibre ne fait en diviser la somme des contenants par la somme des contenants

$$P_e = \frac{\text{Contenu bouteilles} + \text{Contenu Tampons}}{\text{Contenant bouteille} + \text{Contenant Tampon}}$$

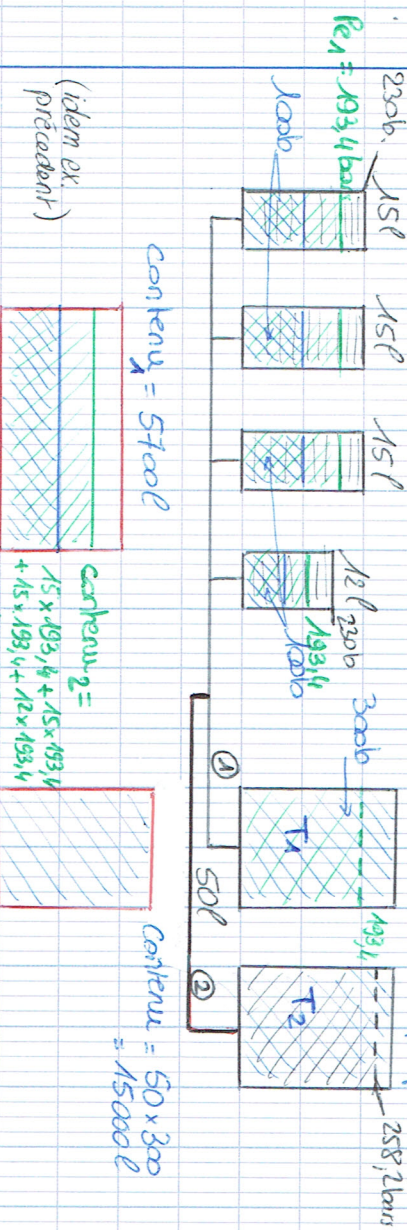
$$P_e = \frac{5700 + 30000}{57 + 100} = \frac{35700}{157} = 227,3 \text{ bars}$$



### ③ Compresser avec des tampons l'un après l'autre pour atteindre 230b.

Cela consiste en une mise en équilibre de pressions avec un tampon puis un second, ..., jusqu'à atteindre la pression voulue.

Mise en équilibre = idem qu'en série sauf que l'on prend 1 tampon.



contenant = 5700L

contenu<sub>2</sub> =  $15 \times 193,4 + 15 \times 193,4 + 15 \times 193,4 + 12 \times 193,4 = 11023,82$

contenant = 500L

$$P_{e1} = \frac{5700 + 15000}{57 + 50} = \boxed{193,4 \text{ bars}}$$

$$P_{e2} = \frac{11023,82 + 15000}{57 + 50} = 243,2 \text{ bars} \quad \text{on dépasse } 230 \text{ bars}$$

• Donc pour définir la pression restant dans le tampon quand les bores auront atteint 230 bars : — On calcule l'air (volume) nécessaire pour passer de 193,4 bars à 230 bars →  $230 - 193,4 = 36,6$  bars soit un volume nécessaire =  $15 \times 3 \times 36,6 + 12 \times 36,6 = 1617 + 439,2 = 2086,2 \text{ L}$

On soustrait ensuite l'air nécessaire au volume du Tampon<sub>2</sub> =

Puis on divise ce volume par le volume du tampon (contenant) pour obtenir la pression restante. →  $\frac{12913,8}{50} = \boxed{258,2 \text{ bars}}$



