

# Théorie Niveau 2

## La Physique



# Sommaire

1. La pression
2. Le principe d'Archimède
3. La loi de Mariotte
4. La loi de Dalton
5. La loi de Henri



# Sommaire

1. **La pression**
2. Le principe d'Archimède
3. La loi de Mariotte
4. La loi de Dalton
5. La loi de Henri



# La pression

L'eau et l'air, par leur masse appliquent une force qui n'est pas visible mais que l'on subit, c'est la **Pression**.

Une **Pression** est le résultat d'une **Force** appliquée à une **Surface**.

$$\text{en bar} \quad \text{PRESSION} = \frac{\text{FORCE}}{\text{SURFACE}} \quad \begin{array}{l} \text{en Kg} \\ \text{en cm}^2 \end{array}$$

$$1 \text{ bar} \approx 1 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$



# 3 types pressions

- **La pression atmosphérique**

C'est le poids de l'air qui entoure la terre.

**Au niveau de la mer** cette pression est de **1 bar**.

- **La pression hydrostatique**

C'est le poids qu'exerce l'eau sur tout corps immergé.

Plus on descend en profondeur, plus la pression augmente.

Cette pression est de **1 bar** tous les **10 mètres**.

Pression Hydrostatique =  $\frac{\text{Profondeur}}{10}$  bars

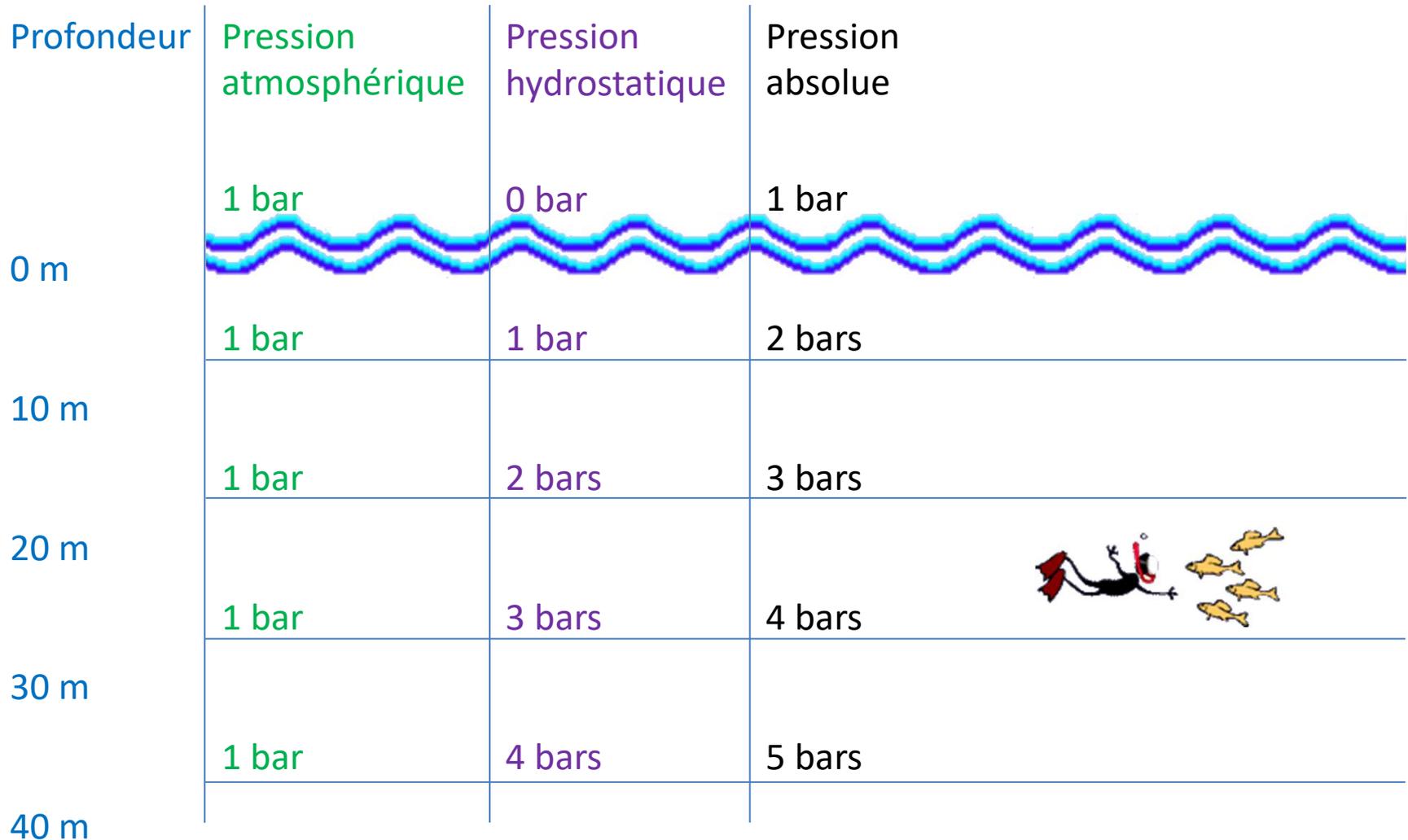
- **La pression absolue**

Elle correspond à la pression réelle subie dans l'eau

**Pression absolue = Pression atmosphérique + Pression hydrostatique**



# La Pression



# Applications à la plongée

Le plongeur va subir des variations de pression au cours de sa plongée :

- A la descente, la pression augmente
- A la remontée, la pression diminue

Ce sont ces variations de pression qui sont responsables des barotraumatismes.



# Conséquence pour le plongeur

- a) La pression absolue s'exerce sur les tympans. Il faut donc équilibrer les oreilles à la descente.
- b) La pression absolue s'exerce sur le masque et impose au plongeur d'équilibrer la pression dans le masque avec la pression absolue.
- c) La pression écrase la combinaison en néoprène, réduit son épaisseur et la rend moins efficace contre le froid.



# Exercices

Quelle la pression absolue aux profondeurs suivantes :

- 20 m
- 16 m
- 3 m



# Sommaire

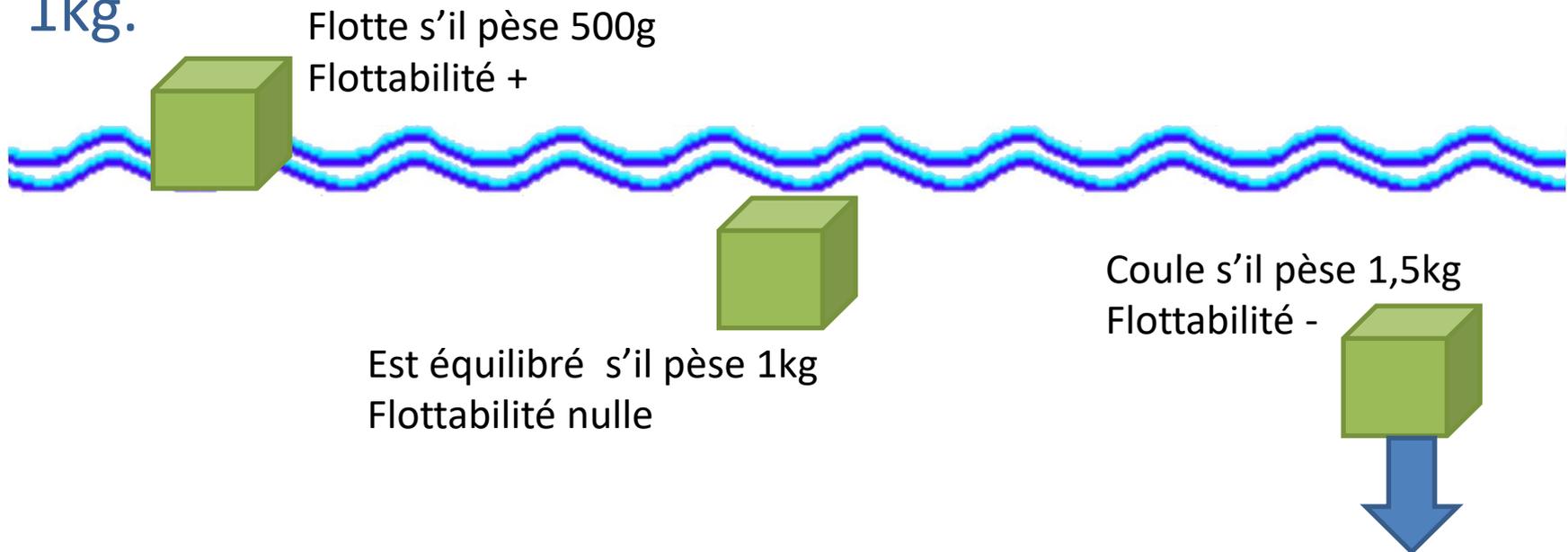
1. La pression
- 2. Le principe d'Archimède**
3. La loi de Mariotte
4. La loi de Dalton
5. La loi de Henri



# Le principe d'Archimède

Tout corps plongé dans un fluide reçoit de la part de ce fluide une poussée verticale dirigée du bas vers le haut égale au poids du volume du fluide déplacé.

Par exemple pour un cube d'un volume d'1 litre dans le l'eau douce, le poids du volume d'eau déplacé est de 1kg.



# Poids réel et poids apparent

Le **poids réel** est le poids de l'objet dans l'air.

Le **poids apparent** est la différence entre le poids réel et la poussée d'Archimède à laquelle est soumis l'objet dans un fluide.



# Exemple

Un plongeur en maillot de bain pèse **70kg** pour un volume de **69 litres**. Il enfle sa combinaison qui pèse **1kg** pour un volume de **8 litres**. Sa bouteille gonflée pèse **16kg** pour un volume de **12 litres**.

Ce plongeur va-t-il **flotter**, **couler** ou **être équilibré** ?

Son poids réel (plongeur + combi + bouteille) :

$$70\text{kg} + 1\text{kg} + 16\text{kg} = \mathbf{87\text{kg}}$$

Son volume (plongeur + combi + bouteille) :

$$69\text{L} + 8\text{L} + 12\text{L} = \mathbf{89\text{L}}$$

La poussée d'Archimède sera donc de **89kg**. Comme elle est supérieure au poids réel du plongeur équipé, celui-ci va flotter. Il devra, pour pouvoir descendre sans difficulté, ajouter à sa ceinture au moins **2kg** (**89kg – 87kg**)



# Conséquence pour le plongeur

Le **lestage** permet de modifier le poids apparent. Les plombs compensent l'augmentation du volume du plongeur due au port de la combinaison. Il rapproche le plongeur de l'état d'équilibre.

La **stab** permet au plongeur de faire varier son volume. Il peut ainsi monter, se stabiliser ou descendre simplement en faisant en la gonflant ou la dégonflant.

La **bouteille** est plus légère dans l'eau que dans l'air car sous l'eau son poids apparent est bien inférieur à son poids réel.



# Sommaire

1. La pression
2. Le principe d'Archimède
- 3. La loi de Mariotte**
4. La loi de Dalton
5. La loi de Henri



# La loi de Mariotte

Les solides et les liquides sont incompressibles. Seul les gaz que nous utilisons en temps que plongeur sont compressibles.

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

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2 = \text{Constante}$$

$P_1$  et  $V_1$  = pression et volume à la profondeur 1

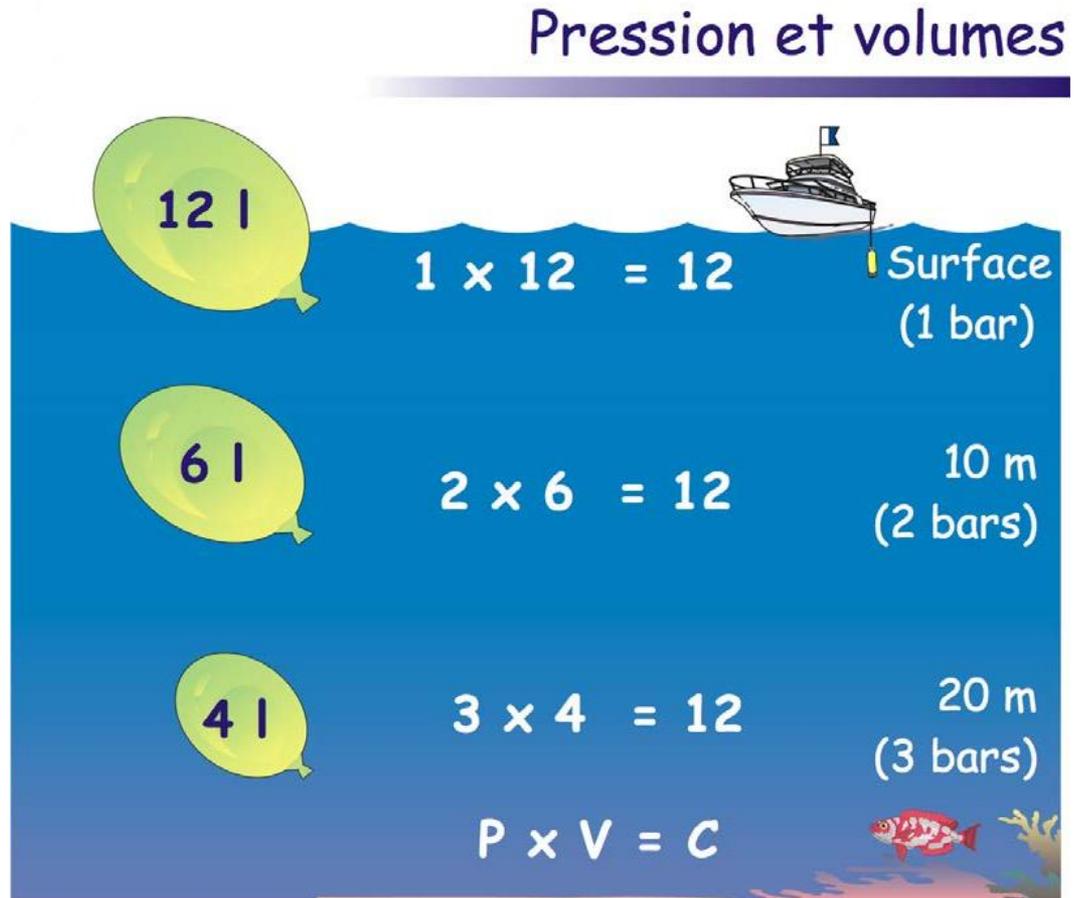
$P_2$  et  $V_2$  = pression et volume à la profondeur 2



# La loi de Mariotte

L'augmentation de la pression d'un gaz s'accompagne de la diminution de son volume.

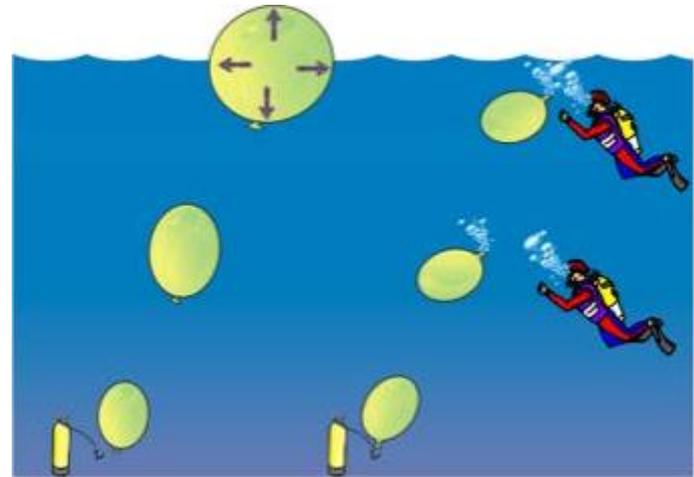
La diminution de la pression d'un gaz s'accompagne d'une augmentation de son volume.



# La loi de Mariotte

En plongée, la pression exercée par l'eau comprime l'air que l'on respire. L'air est délivré par le détendeur à la pression ambiante.

Attention à la remontée



# Exercices 1

Un adulte consomme, à la surface, en moyenne 20 litres par minute.

Quel sera sa consommation par minute à 10 m, 15 m et 20 m ?

Quelle est la capacité d'air d'un bloc de 12 litres à 200 bars ?

Combien de temps un adulte peut-il rester à 20 m avec ce bloc ?

Refaire le même calcul en gardant une réserve de 50 bars.



# Exercices 2

Un ballon a un volume de 12 litres à la surface. Quel est son volume à 10 m ?

Un ballon à un volume de 20 litres à 10 m quel est son volume à 20 m et 40 m ?

Un plongeur part avec un 12 litres à 200 bars pour une plongée encadrée à 30 m il ne doit pas faire de palier et doit remonter avec 50 bars.

Combien de temps max peut-il plonger?



# Sommaire

1. La pression
2. Le principe d'Archimède
3. La loi de Mariotte
- 4. La loi de Dalton**
5. La loi de Henri



# La loi de Dalton

L'air que nous respirons est un mélange gazeux constitué de :

- 20 % d'oxygène ( $O_2$ )
- 80 % d'azote ( $N_2$ )
- Des traces de gaz carboniques et de gaz rares

Ce mélange est bien toléré par notre organisme à la pression atmosphérique mais lorsque la pression augmente certains gaz deviennent toxiques.



# Loi de Dalton

Ou loi des pressions partielles.

La pression qu'exerce seul l'un des gaz d'un mélange est proportionnelle à la pression absolue et au pourcentage du gaz dans ce mélange.

On parle de Pression Partielle (PP)

$$PP_{\text{gaz}} = P_{\text{Abs}} * \% \text{ du gaz}$$

A la surface

$$PP_{N_2} = 1 * 80\% = 0,8 \text{ bar}$$

$$PP_{O_2} = 1 * 20\% = 0,2 \text{ bar}$$

A 40 mètres

$$PP_{N_2} = 5 * 80\% = 4 \text{ bar}$$

$$PP_{O_2} = 5 * 20\% = 1 \text{ bar}$$



# Application à la plongée

Les gaz constituant l'air sont toxiques à une certaine pression donc à une certaine profondeur.

En France, le Code du Sport et la FFESSM limitent :

- la PPO<sub>2</sub> à 1,6 bars max, ce qui correspond à 70 m.

$$1,6 = P * 0,2 \Rightarrow P = 1,6 / 0,2 \Rightarrow 8 \text{ bars} \Rightarrow 70 \text{ m}$$

- la PPN<sub>2</sub> à 5,6 bars max, ce qui correspond à 60 m.

$$5,6 = P * 0,8 \Rightarrow P = 5,6 / 0,8 \Rightarrow 7 \text{ bars} \Rightarrow 60 \text{ m}$$

Ce qui explique la profondeur maximum de 60 m pour la plongée à l'air.



# Application à la plongée

C'est l'augmentation de la  $PPN_2$  qui est responsable de la narcose.

Chaque plongeur est unique et est plus ou moins sensible à la narcose.

La plongée aux mélanges a des limites de profondeur différentes du fait de proportions différentes de gaz.



# Sommaire

1. La pression
2. Le principe d'Archimède
3. La loi de Mariotte
4. La loi de Dalton
5. **La loi de Henri**



# La loi de Henry

A température constante et à saturation, la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz sur le liquide.

Conséquences :

- Augmentation pression => Dissolution des gaz
- Diminution pression => Dégazage



# La saturation

Air = 20% O<sub>2</sub> + 80% N<sub>2</sub>

- L'O<sub>2</sub> dissous dans les tissus est consommé par l'organisme.
- Le N<sub>2</sub> dissous dans les tissus n'est pas consommé par l'organisme. Nous devons donc lui laisser le temps de revenir aux poumons pour être évacué.
  - Vitesse de remontée
  - Paliers



# Fin

Prochain cours théorique, jeudi 1 décembre  
2022 sur :

## La prévention des accidents

