

# Éléments de mathématiques et de physique

# Éléments de mathématiques et de physique

## Physique

- Unités utilisées en plongée

## Mathématiques

- Principes de calculs : opérations de base et règle de trois

## Physique : la pression

- Définition
- La pression en plongée
- Les variations de pression

# Unités utilisées en plongée

## Longueurs et distances

Centimètre : cm

1 cm = 1/100<sup>e</sup> de mètre

Mètre : m

1 m = 10 dm = 100 cm

Mille marin : Nm ou Nq

1 Nm = 1852 m

## Volumes

Litre : l

1 l = 1 dm<sup>3</sup>

Décimètre cube : dm<sup>3</sup>

## Temps

Heures, minutes, secondes :

1 h = 60 min

h , min (ou « ' »), s (ou « " »)

1 min = 60 s

# Unités utilisées en plongée

## Vitesse

Mètres par minute : m/min

Nœud

1 Nœud = 1 Nm/h



## « Poids »

Kilogramme : Kg

## Force

Newton : N

1 Kgf = 10 N

Kilogramme force : Kgf

# Unités utilisées en plongée

## Températures

Kelvin : K

$$K = ^\circ C + 273$$

Degré Celsius :  $^\circ C$

$$^\circ C = K - 273$$

## Pression

Bar : bar

Atmosphère : atm

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$$

Millimètre de mercure : mmHg

$$1 \text{ bar} \approx 760 \text{ mmHg}$$

Hecto Pascal : hPa

$$1 \text{ bar} \approx 10^3 \text{ hPa}$$

Pound Per Square Inch (lbf/in<sup>2</sup>) : psi

$$1 \text{ bar} \approx 14,51 \text{ psi} \quad 1 \text{ psi} \approx 0,069 \text{ bar}$$

# Principes de calculs : manipuler des égalités

On peut manipuler les deux membres d'une égalité pour obtenir une autre égalité :

$$a + b = c + d$$

$$(a + b) + e = (c + d) + e$$

$$(a + b) - e = (c + d) - e$$

$$(a + b) \times e = (c + d) \times e$$

$$\frac{a + b}{e} = \frac{c + d}{e}$$



L'égalité est toujours vraie

On peut alors facilement isoler l'un des termes et trouver

$$a = c + d - b$$

$$b = c + d - a$$

...

# Exercice



- Une bouteille de plongée de 12 l en acier pèse 15 Kg lorsqu'elle est vide, et 18 Kg lorsqu'elle est remplie d'air à 200 bar. Quel est le poids d'un litre d'air ?

La bouteille vide contient de l'air à la pression ambiante, 1 bar, donc un volume de  $1 \times 12 = 12$  l

La bouteille pleine contient de l'air à 200 bar, soit  $200 \times 12 = 2400$  l

$$\text{Poids de la bouteille vide : } 12 P_{\text{air}} + P_{\text{bloc}} = 15 \text{ Kg} \Rightarrow P_{\text{bloc}} = 15 - 12 P_{\text{air}}$$

$$\text{Poids de la bouteille pleine : } 2400 P_{\text{air}} + P_{\text{bloc}} = 18 \text{ Kg} \Rightarrow P_{\text{bloc}} = 18 - 2400 P_{\text{air}}$$

$$\text{Alors, } 15 - 12 P_{\text{air}} = 18 - 2400 P_{\text{air}}$$

$$\Rightarrow 2400 P_{\text{air}} - 12 P_{\text{air}} = 18 - 15$$

$$\Rightarrow 2388 P_{\text{air}} = 3$$

$$\Rightarrow P_{\text{air}} = \frac{3}{2388} = 0,00126 \text{ Kg/l} \approx 1,3 \text{ g/l}$$

# Principes de calculs : règle de trois

- Grâce aux opérations précédentes, on déduit que si on a  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  alors on peut trouver

$$a = \frac{c \times b}{d}$$

$$b = \frac{a \times d}{c}$$

$$c = \frac{a \times d}{b}$$

$$d = \frac{c \times b}{a}$$

The diagram shows the proportion  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ . Red arrows indicate the cross-multiplication process: one arrow points from 'a' to 'd' and another from 'c' to 'b', crossing each other. A horizontal line is drawn under the equals sign.

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

# Exercices

- Quelle distance je peux parcourir en 30 s si je vais à la vitesse de 15 m/min ?

$$V\left(\frac{15 \text{ m}}{60 \text{ sec}}\right) = V\left(\frac{d \text{ m}}{30 \text{ sec}}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{15}{60} = \frac{d}{30}$$

$$\Rightarrow d = \frac{15 \times 30}{60} = \frac{450}{60} = 7,5 \text{ m}$$

- Combien de temps me faudra-t-il pour atteindre la profondeur de 35 m si je descend à 30 m/min ?

$$V\left(\frac{30 \text{ m}}{1 \text{ min}}\right) = V\left(\frac{35 \text{ m}}{t \text{ min}}\right)$$

$$\frac{30}{1} = \frac{35}{t}$$

$$\Rightarrow t = \frac{35}{30} \approx 1,167 \text{ min} \approx 1 \text{ min } 10 \text{ s}$$



# Convertir des heures décimales

## HEURES ET MINUTES

1,20 heure = ?



1 heure + (0,20 x 1 heure)

1 heure + (0,20 x 60 minutes)

1 heure + 12 minutes

# La pression : définition

Un gaz contenu dans un volume exerce une force sur les parois de ce volume.  
Plus la force appliquée est importante, plus la pression est élevée.

La pression est donc une force appliquée sur une surface :

$$P = \frac{F}{S}$$



P : pression en Pascal (Pa)

F : force en Newton (N)

S : surface en m<sup>2</sup>

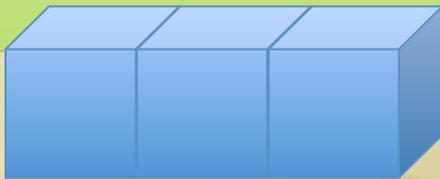
En plongée, pour la pression, on retiendra que

$$1 \text{ bar} \approx 1 \text{ atm} \approx 10 \text{ N/cm}^2 \approx 1 \text{ Kgf/cm}^2$$

# La pression : mise en évidence

- 3 blocs de 1 Kg sur 3 cm<sup>2</sup>,  
donc  $P = 3/3 = 1$  bar

- 3 blocs de 1 Kg sur 1 cm<sup>2</sup>,  
donc  $P = 3/1 = 3$  bar



# La pression en plongée

- Pression **atmosphérique** :  $P_{\text{atm}}$   
Poids de l'atmosphère : 1 bar (à 0 m)\*
- Pression **hydrostatique** (ou relative) :  $P_{\text{rel}}$   
Poids de l'eau : 1 bar tous les 10 m
- Pression **absolue** :  $P_{\text{abs}}$   
Somme des pressions atmosphérique et relative

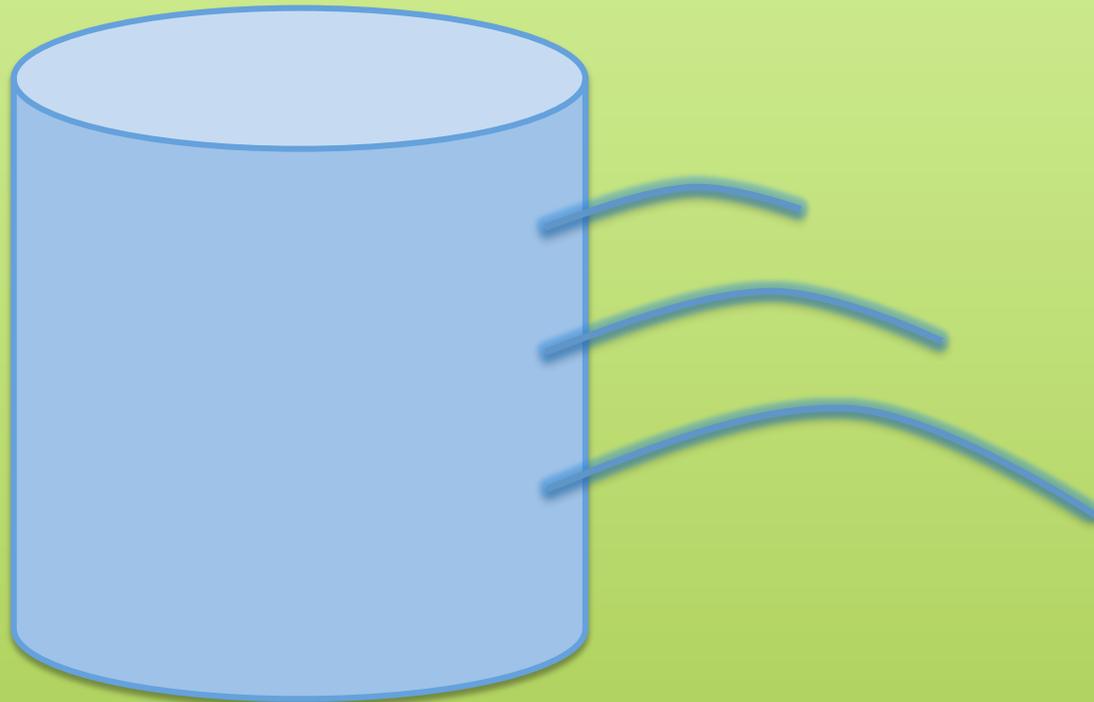


$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{rel}}$$

# La pression hydrostatique : mise en évidence

Une bouteille d'eau en plastique est percée de plusieurs trous.

La pression hydrostatique, plus importante vers le fond de la bouteille, fait que les jets du bas sont plus grands que ceux du haut.



# Les variations de pression

*Lorsqu'on s'immerge, on gagne 1 bar tous les 10 m...*

Profondeur (m)	Pression relative (bar)	Pression absolue (bar)	$\Delta$ (10 m)
0	0	1	-
10	1	2	x 2
20	2	3	x 1,5
30	3	4	x 1,33
40	4	5	x 1,25
50	5	6	x 1,2
60	6	7	x 1,17

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{rel}}$$



**Les variations de pression les plus importantes sont près de la surface...**

*...zone d'évolution des débutants...*

# C'est fini, merci !



Illustrations :



## Illustra-Pack II