

# La pression dans les fluides

## I. De la force pressante à la pression ?

### 1. Qu'est ce que c'est qu'une force pressante ?

Lorsque Alexandre appuie sur un ballon de baudruche pour le faire éclater, l'action qu'exerce Alexandre peut-être modéliser par une force, appelé force pressante :



Une force pressante modélise l'action mécanique de contact qu'exerce un solide ou un fluide sur la surface d'un corps

Comme toutes les forces, une force pressante agissant sur une surface possède les caractéristiques suivantes :

- son point d'application qui correspond au centre de la surface de contact,
- sa direction, perpendiculaire à la surface pressée,
- son sens, de la source de l'action (la main, le fluide...)
- sa valeur qui s'exprime en newton (N).

### 2. Quel est le lien avec la pression ?

Certains effets de la force pressante, comme la déformation du ballon, dépendent non seulement de la valeur de la force, mais également de l'aire de la surface sur laquelle elle s'applique. La grandeur physique utilisé pour pouvoir quantifier ces effets s'appelle la pression :

La pression en un point, notée  $P$ , est égale à la valeur de la force pressante exercée sur une surface donnée divisée par l'aire  $S$  de cette surface, soit :

$P = \frac{F}{S}$	$P$ en Pa $F$ en N $S$ en $m^2$
-------------------	---------------------------------------

L'unité légale de pression est le pascal, de symbole Pa : 1 Pa correspond donc à 1 N.m<sup>-2</sup>.

Il existe également d'autres unités :

- le bar (bar). 1 bar = 1.10<sup>5</sup> Pa.
- L'atmosphère (atm). 1atm=1,013.10<sup>5</sup>Pa.
- Le millimètre de mercure (mm Hg). 760mm Hg=1 atm.

## II. Et dans un fluide, quelle est l'origine de la force pressante et de la pression ?

On appelle fluide un corps n'ayant pas de forme propre : c'est-à-dire un gaz ou un liquide.

Les fluides sont constitués de molécules qui s'agitent continûment et de façon désordonnée. Cette agitation augmente avec la température. C'est le phénomène d'agitation thermique.

Dans leur mouvement désordonné, les molécules subissent une multitude de chocs sur les parois du récipient qui les contient. Ce sont ces chocs qui sont à l'origine de la force pressante s'exerçant sur une paroi, et donc de la pression.

La pression d'un gaz se mesure avec un manomètre. Les baromètres mesurent la pression atmosphérique.

- **Les manomètres absolus.** Ils donnent la valeur de la pression du gaz par rapport au vide. Les baromètres qui mesurent la pression atmosphérique sont des manomètres absolus.
- **Les manomètres relatifs.** Ils donnent la pression du gaz par rapport à la pression atmosphérique.

### III. Comment déterminer la pression dans un liquide ?

Lors du TP « Pourquoi un plongeur doit-il respirer de l'air pressurisé », nous avons montré que la pression dans un liquide augmente avec la profondeur,  $h$ .

Nous avons également montré que pour une profondeur donnée dans un liquide de masse volumique  $\rho$ , la pression  $P$  est donnée par :

$$P = P_{\text{atm}} + \rho \times g \times h$$

Où  $P_{\text{atm}}$  est la pression atmosphérique s'exprimant en pascal (Pa),  $\rho$  la masse volumique du fluide considéré en  $\text{kg.m}^{-3}$ ,  $g$ , l'intensité de la pesanteur, en  $\text{N.kg}^{-1}$  et  $h$  la profondeur en m.

C'est la loi fondamentale de la statique des fluides.

Remarques :

- La pression du liquide est identique en deux points à la même profondeur.
- La différence de pression entre deux points d'un liquide dépend uniquement de la différence de profondeur entre ces points :  $P_2 - P_1 = \rho \times g \times (z_1 - z_2)$

### IV. Quel est l'effet de la pression sur un gaz ?

#### 1. Modèle microscopique d'un gaz

- Les molécules d'un gaz sont très espacées les unes des autres et il n'y a pas de matière entre elles.
- Les molécules ont un mouvement incessant et désordonné.
- Les molécules se déplacent en ligne droite à grande vitesse tant qu'elles ne rencontrent pas d'obstacle. Elles changent de direction après un choc avec la paroi du récipient ou après collision avec une autre molécule.
- La pression rend compte des chocs des molécules sur les parois.

#### 2. La loi de Boyle-Mariotte

Les solides et les liquides sont incompressibles : la pression n'a pas d'effet sur eux. En revanche, le volume d'un gaz dépend de la pression qu'il subit.

Nous avons montré qu'il existe une relation entre la pression et le volume d'un gaz appelé la loi de Boyle-Mariotte :

À température constante, pour une quantité donnée de gaz, la pression  $P$  que subit un gaz varie de façon inversement proportionnelle avec par le volume  $V$  qu'il occupe :

$$P_{\text{gaz}} \times V_{\text{gaz}} = \text{constante}$$

Cette loi est valable pour des gaz à faible pression à une température donnée et est indépendante de la nature du gaz.

#### 3. La loi d'Avogadro-Ampère

La loi de Boyle-Mariotte implique qu'à température constante, le volume occupé par une quantité de matière fixée de gaz, quelle que soit la nature du gaz, ne dépend que de la pression. Amadéo Avogadro et André Ampère ont alors énoncé la loi suivante qui porte aujourd'hui leurs noms :

A pression et température fixées, une quantité de matière donnée de gaz occupe un volume indépendant de la nature du gaz

Remarque : c'est ce que nous avons appelé le volume molaire d'un gaz.

#### 4. Généralisation dans le gaz: l'équation d'état des gaz parfaits

C'est deux lois se généralisent dans le cas des conditions normales de température et de pression (CNTP) et sont regroupées dans une unique équation appelé l'équation d'état des gaz parfaits :

$$PV = nRT$$

avec  $P$  la pression en Pascal,  $V$  le volume en  $\text{m}^3$ ,  $n$  la quantité de matière en mole et  $T$  la température en Kelvin.  $R$  est appelé la constante des gaz parfaits et est égale à :  $R = 8,31 \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  (Attention, la valeur de  $R$  dépend des unités utilisées).

## **5. Application à la plongée**

En plongée, les variations de pression et de volume de l'air présent dans le corps du plongeur (poumons, oreille...) ont une grande importance. Si le plongeur n'expire pas et bloque sa respiration lors de la remontée, il risque une déchirure des poumons, le volume d'air enfermé dans ses poumons augmentant avec la diminution de la pression ambiante.

## **6. Dissolution d'un gaz dans un liquide**

On appelle solubilité d'un gaz, la quantité maximale de gaz que l'on peut dissoudre dans un liquide.

A température constante, la solubilité varie avec la pression, donc avec la profondeur : elle augmente lorsque la pression augmente et diminue lorsque la pression diminue

Ainsi lors de la remontée, la quantité maximale de gaz pouvant être dissous diminue. Des bulles de gaz se forment dans le sang. Elles sont éliminées par la respiration si la remontée est lente.

Par contre ce n'est plus le cas si la remontée est rapide. Les bulles peuvent alors boucher des veines, du cerveau ou du cœur. C'est l'accident de décompression. Pour éviter cela, le plongeur doit respecter les paliers de décompression.