



## Extrait du programme

**Partie** : Mouvement et interactions.

**Chapitre** : Description d'un fluide au repos.

| Notions et contenus   | Capacités exigibles  |
|---|--|
| Échelles de description.<br>Grandeurs macroscopiques de description d'un fluide au repos : masse volumique, pression, température.<br>Modèle de comportement d'un gaz : loi de Mariotte.<br><br>Actions exercées par un fluide sur une surface : forces pressantes.<br>Loi fondamentale de la statique des fluides. | Expliquer qualitativement le lien entre les grandeurs macroscopiques de description d'un fluide et le comportement microscopique des entités qui le constituent.<br><br>Utiliser la loi de Mariotte.<br><i>Tester la loi de Mariotte, par exemple en utilisant un dispositif comportant un microcontrôleur.</i><br>Exploiter la relation $F = P.S$ pour déterminer la force pressante exercée par un fluide sur une surface plane $S$ soumise à la pression $P$ .<br>Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$ .<br><i>Tester la loi fondamentale de la statique des fluides.</i> |

## 1 Échelle de description d'un fluide

Au contraire d'un solide, un **fluide** (gaz ou liquide) est constitué d'un ensemble considérable d'**entités microscopiques** (atomes ou molécules) **très mobiles les unes par rapport aux autres**. La description mécanique de cet ensemble d'entités nécessite donc a priori de s'intéresser individuellement à chacune des entités ! Ce qui est évidemment impossible.

Heureusement, le comportement d'un fluide revêt un caractère d'ensemble à l'échelle macroscopique et **il est finalement possible de décrire l'état un fluide avec seulement quelques paramètres macroscopiques**. Bien entendu ces quelques paramètres macroscopiques sont en lien direct avec le comportement microscopique des entités constitutives du fluide.

### 1. Masse volumique :

La masse volumique rend compte de l'**espace moyen occupé par chaque entité** microscopique. Plus les entités sont « serrées » et plus la masse volumique augmente.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Unités :

- $m$  en kg (USI).
- $V$  en  $\text{m}^3$  (USI), ou parfois en L. *Rappel* :  $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ .
- $\rho$  en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (USI), ou par exemple en  $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Dans un gaz, les particules sont très espacées les unes des autres et donc un gaz est beaucoup moins dense qu'un liquide ; ainsi la masse volumique d'un gaz est environ 1000 fois plus faible que celle d'un liquide.



## 2. Température :

La température rend compte de l'**agitation désordonnée** continue des particules : on parle d'**agitation thermique**. Plus les entités sont rapides et plus la température est élevée.

L'unité du système internationale de température est le **Kelvin** (K).

La température la plus basse (0 K ou  $-273^{\circ}\text{C}$ ) correspond simplement à l'immobilité des particules. À  $0^{\circ}\text{C}$  par exemple, les entités sont déjà très agitées... Le lien entre température absolue (en K) et la température selon l'échelle Celsius est :

$$\theta(C) = -273 + T(K)$$

## 3. Pression :

La pression rend compte du choc des particules sur les parois du récipient qui contient le fluide. En effet, dû à leur agitation thermique, les particules peuvent frapper les parois et exercer une force pressante sur celles-ci. **La force pressante est en moyenne perpendiculaire à la surface de la paroi.**

Il existe un lien entre force pressante, pression et surface de la paroi :

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

- $F$  en N.
- $S$  en  $\text{m}^2$  (USI).
- $P$  en **Pascal** Pa (USI).

*Remarque* : La pression est aussi couramment exprimée en **bar**.  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

La pression atmosphérique (pression de l'air ambiant) moyenne est voisine de 1 bar.

## 2 Loi de Mariotte (gaz)

Pour un gaz (remarque : modèle du *gaz parfait*) à une température donnée (et à quantité de matière constante), la **loi de Mariotte** indique que **le volume est inversement proportionnel à la pression**.

Par exemple, lorsqu'on double la pression, le volume doit être divisé par 2.

On peut donc écrire ainsi la loi de Mariotte :

$$\text{à } T \text{ et } n \text{ constant : } P \times V = \text{constante}$$

## 3 Loi fondamentale de la statique des fluides (liquide incompressible)

Pour un **fluide incompressible** (càd de masse volumique constante comme un liquide, pas un gaz) **au repos**, la pression varie avec la profondeur selon la **loi fondamentale de la statique des fluides** :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

- $P_A, P_B$  : pressions en Pa (USI indispensable).
- $\rho$  : masse volumique en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (USI indispensable).
- $z_A, z_B$  : profondeurs des points  $A$  et  $B$  en m (USI indispensable), repérées sur un axe ( $Oz$ ) vertical orienté vers le haut.
- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  (USI) : intensité du champ de pesanteur terrestre.



*Remarque* : si  $z_B < z_A$  (point  $B$  plus profond que point  $A$ ) alors  $P_B > P_A$  donc **la pression augmente avec la profondeur**.

*Exemple* : Dans l'eau, la pression augmente environ de 1 bar tous les 10 m.

—  $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

—  $g \simeq 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

—  $z_A - z_B = 10 \text{ m}$ .

On calcule donc :  $P_B - P_A = 10^3 \times 10 \times 10 = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$ .

Les plongeurs exploitent cette loi pour déterminer leur profondeur (la pression valant 1 bar à la surface, c'est-à-dire la pression atmosphérique).