



Extrait du programme

Partie : Mouvement et interactions.

Chapitre : Description d'un fluide au repos.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Échelles de description. Grandeurs macroscopiques de description d'un fluide au repos : masse volumique, pression, température. Modèle de comportement d'un gaz : loi de Mariotte. Actions exercées par un fluide sur une surface : forces pressantes. 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. Utiliser la loi de Mariotte. <i>Tester la loi de Mariotte, par exemple en utilisant un dispositif comportant un microcontrôleur.</i> 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 . Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$. <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 m^3 (USI), ou parfois en L. *Rappel* : $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$.
- ρ 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°C) correspond simplement à l'immobilité des particules. À 0°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 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 :

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

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).
- ρ : 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).