

# Exercices 1

## Fluide au repos

Les bases : descriptions d'un fluide, pression, force pressante, loi de Mariotte, statique des fluides

6 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

### ★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Relier les grandeurs macroscopiques d'un fluide (masse volumique, pression, température) au comportement des entités qui le constituent ; convertir des températures et des pressions.
- Calculer et représenter une force pressante ; exploiter la loi de Mariotte et la loi fondamentale de la statique des fluides.

### ■ RAPPEL — L'essentiel du chapitre

- **Description microscopique** : les entités d'un fluide sont en agitation désordonnée permanente ; leurs chocs sur une paroi sont à l'origine de la pression. La température mesure l'agitation :  $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ . Masse volumique :  $\rho = m/V$ .
- **Force pressante** exercée par un fluide sur une surface plane d'aire  $S$  : perpendiculaire à la surface, orientée du fluide vers la surface, de valeur  $F = P \times S$  ( $F$  en N,  $P$  en pascals,  $S$  en  $\text{m}^2$ ).  $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$  ;  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .
- **Loi de Mariotte** : pour une quantité de gaz donnée, à température constante,  $P \times V = \text{constante}$ , soit  $P_1 V_1 = P_2 V_2$ .
- **Loi fondamentale de la statique des fluides** (fluide incompressible au repos, axe  $(Oz)$  vertical orienté vers le haut) :  $P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B)$ . Deux points d'un même liquide au repos situés à la même altitude sont à la même pression. On prendra  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

## Exercice 1 Deux façons de décrire un fluide

●○○

- 1.1** Classer les affirmations suivantes selon qu'elles relèvent d'une description microscopique ou macroscopique du fluide.
- a) Les molécules de l'air se déplacent en tous sens    b) L'eau du bain est à  $37^{\circ}\text{C}$ .  
à environ  $500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- c) Un litre d'huile d'olive a une masse de  $0,91 \text{ kg}$ .    d) Les molécules de dioxygène heurtent sans cesse la paroi.
- 1.2** Expliquer, à l'échelle microscopique, pourquoi un gaz enfermé dans un récipient exerce une force sur chacune des parois.
- 1.3** Convertir en kelvins les températures  $37^{\circ}\text{C}$  et  $-18^{\circ}\text{C}$ . Le diazote liquide bout à  $77 \text{ K}$  sous la pression atmosphérique : convertir cette température en degrés Celsius. Pourquoi n'existe-t-il pas de température inférieure à  $0 \text{ K}$  ?
- 1.4** Un flacon contient  $250 \text{ mL}$  de glycérol, de masse  $315 \text{ g}$ . Calculer sa masse volumique en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Celle de l'air ambiant vaut  $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  : interpréter cet écart à l'échelle microscopique. Pourquoi un gaz est-il facile à comprimer, contrairement à un liquide ?

## Exercice 2 La vitre dans la tempête

●○○

Une fenêtre comporte une vitre rectangulaire de  $1,20 \text{ m}$  sur  $0,90 \text{ m}$ . Un jour calme, l'air extérieur et l'air intérieur sont tous deux à la pression  $P_0 = 1\,013 \text{ hPa}$ .

- 2.1** Calculer la valeur  $F$  de la force pressante exercée par l'air extérieur sur la vitre. Quelle est la masse d'un objet de même poids ?
- 2.2** Représenter, sur un schéma de la vitre vue en coupe, les forces pressantes exercées par l'air extérieur et par l'air intérieur, avec l'échelle  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 2 \times 10^4 \text{ N}$ . Expliquer pourquoi la vitre ne se brise pas.
- 2.3** Lors d'une tempête, la pression de l'air extérieur chute brusquement à  $960 \text{ hPa}$ , la pression intérieure restant égale à  $P_0$ . Déterminer les caractéristiques (direction, sens, valeur) de la force pressante totale exercée par l'air sur la vitre.

### Exercice 3 Jongler avec les unités de pression

●○○

Recopier et compléter le tableau suivant, en écrivant les résultats en écriture scientifique si nécessaire.

| Situation                      | en pascals (Pa)   | en hectopascals (hPa) | en bars (bar) |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| Pression atmosphérique normale |                   | 1 013                 |               |
| Air au sommet de l'Everest     | $3,4 \times 10^4$ |                       |               |
| Gaz d'un soda fermé            |                   |                       | 3,5           |
| Fond de la fosse des Mariannes | $1,1 \times 10^8$ |                       |               |

### Exercice 4 Représenter des forces pressantes

●○○

La figure 1 représente un flacon fermé rempli de gaz et un cube de laiton suspendu à un fil fin, entièrement immergé dans l'eau d'un béccher.

- 4.1** Reproduire le flacon et représenter, sans souci d'échelle, la force pressante exercée par le gaz sur la paroi aux points A, B et C.
- 4.2** Faire de même pour la force pressante exercée par l'eau au centre des faces 1, 2 et 3 du cube.
- 4.3** La pression est-elle la même sur les faces 1 et 3 ? En déduire laquelle de ces deux forces est la plus grande.

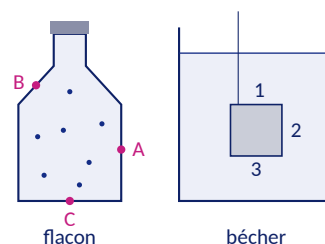


Figure 1 — Fluides au repos (en coupe)

### Exercice 5 La pompe à vélo bouchée

●○○

On bouche avec le doigt l'embout d'une pompe à vélo : l'air emprisonné occupe le volume  $V_1 = 450 \text{ mL}$  sous la pression  $P_1 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ . On enfonce lentement le piston, sans fuite, la température de l'air restant constante.

- 5.1** Quelles grandeurs doivent rester constantes pour appliquer la loi de Mariotte ? Pourquoi enfoncer lentement ?
- 5.2** Calculer la pression  $P_2$  de l'air lorsque son volume vaut  $V_2 = 150 \text{ mL}$ .
- 5.3** Quel est le volume de l'air lorsque sa pression vaut  $1,8 \text{ bar}$  ?
- 5.4** Interpréter à l'échelle microscopique l'augmentation de la pression lorsque le volume diminue.

### Exercice 6 Au fond de la fosse à plongeur

●○○

Une fosse à plongeur est remplie d'eau douce sur une profondeur de  $5,0 \text{ m}$ . La pression de l'air au-dessus de l'eau vaut  $P_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ . On note A un point de la surface libre de l'eau, B un point situé à  $2,0 \text{ m}$  sous la surface et C un point du fond.

- 6.1** Quelle est la pression au point A ? Justifier.
- 6.2** À l'aide de la loi fondamentale de la statique des fluides, calculer les pressions  $P_B$  et  $P_C$ .
- 6.3** De combien la pression augmente-t-elle quand on descend d'un mètre ? Répondre en pascals puis en bars.
- 6.4** Que vaut la pression en un point D situé  $2,0 \text{ m}$  sous la surface, à  $6 \text{ m}$  de B ? Justifier.