CHAPITRE – DESCRIPTION DES FLUIDES

EXERCICES À RÉALISER EN AUTONOMIE :
▪ Exercice résolu page 217 ;
▪ QCM page 218 ;
▪ Exercices corrigés n° 9 page 218, 11 page 219, 13 page 219, 22 page 220 ;
▪ Exercices facultatifs n° 15 page 219, 17 page 219, 18 page 219, 19 page 219, 25 page 221, 27 page 221, 28 page 222.

▪ EXERCICE 10 PAGE 218
Pression et profondeur sous l'eau

La pression P sous l'eau à une profondeur h vaut :

$$p = p_{atm} + \rho_{eau} \times g \times h$$

La profondeur maximale étant de 360 m,

$$p_{max} = 10^5 Pa + 1\,240\ kg \cdot m^{-3} \times 9{,}8\ N \cdot kg^{-1} \times 360\ m$$

$$p_{max} = 45 \times 10^5 Pa$$

▪ EXERCICE 12 PAGE 218
Grandeurs microscopiques et macroscopiques

1. Indiquer ce que désigne un liquide.

2. Comparer la masse volumique des liquides et des gaz.

3. Indiquer à quel phénomène microscopique est associée la température d'un système.

4. Citer la valeur de la masse volumique de l'eau à 25 °C.

▪ EXERCICE 14 PAGE 218
Boyle-Mariotte

1. Le plongeur a bloqué sa respiration et la température est supposée constante : les conditions sont vérifiées pour appliquer la loi de Boyle-Mariotte :

$$p \times V = cste$$

Entre le premier état décrit (état 1) et le deuxième (état 2), on peut alors écrire que :

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$$

Le volume V_2 recherché vaut donc $V_2 = \frac{p_1}{p_2} \times V_1 = \frac{2{,}0\ bar}{1{,}0\ bar} \times 6{,}0\ L = 12\ L$.

2. Les poumons du plongeur étaient déjà remplis avec un volume de 6,0 L. Si le volume de gaz double, le plongeur risque d'endommager sévèrement ses poumons par déchirure des alvéoles pulmonaires. Pour éviter cela, le plongeur doit expirer le gaz contenu dans ses poumons durant la remontée.

▪ EXERCICE 16 PAGE 218
Boyle-Mariotte

1. Comme la température est supposée constante et que la quantité de gaz ne varie pas au cours des expériences, les conditions sont vérifiées pour appliquer la loi de Boyle-Mariotte :

$$p \times V = cste$$

État ⋆ : le gaz n'est contenu que dans le récipient 1, à la pression $p_\star$ et dans un volume $V_\star$.
État □ : le gaz est contenu dans les récipients 1 et 2, à la pression $p_\square$ et dans un volume $V_\square$.
Entre ces deux états, il est possible d'écrire que :

$$p_\star \times V_\star = p_\square \times V_\square$$

Une fois l'état □ atteint, la pression vaut :

$$p_\square = p_\star \times \frac{V_\star}{V_\square} = 2\ bar \times \frac{20\ L}{20\ L\ +\ 10\ L} = 1{,}33\ bar$$

2. État final *f* : le gaz est contenu dans les trois récipients, à la pression p_f et dans un volume V_f.
Entre l'état précédent et l'état final, on peut écrire que :
$$p_{\square} \times V_{\square} = p_f \times V_f$$
La pression à l'état final vaut :
$$p_f = p_{\square} \times \frac{V_{\square}}{V_f} = \frac{4}{3} bar \times \frac{30\ L}{30\ L + 20\ L} = 0{,}8\ bar$$

▪ EXERCICE 23 PAGE 218

Pression et profondeur, Boyle-Mariotte

1. Sous une profondeur d'eau h, la pression totale p_{tot} vaut :
$$p_{tot} = p_{atm} + \rho_{eau} \times g \times h$$
Calcul :
$$p_{tot} = 10^5 Pa + 1\,030\ kg \cdot m^{-3} \times 9{,}8\ N \cdot kg^{-1} \times 35\ m = 4{,}53 \times 10^5 Pa$$

2. On suppose que la température du gaz reste constante pour appliquer la loi de Boyle-Mariotte :
$$p \times V = cste$$
Entre l'état où le gaz est contenu dans la bouteille, à la pression $p_{bouteille}$ et dans un volume $V_{bouteille}$, et l'état où le gaz est libéré sous l'eau à la pression p_{tot}, il est possible d'écrire que :
$$p_{bouteille} \times V_{bouteille} = p_{tot} \times V_{tot}$$
À cette profondeur, le volume de gaz disponible vaut :
$$V_{tot} = \frac{p_{bouteille}}{p_{tot}} \times V_{bouteille} = \frac{230\ bar}{4{,}53\ bar} \times 15\ L = 7{,}6 \times 10^2\ L$$
Le plongeur consomme 15 L·min^{-1}. La durée pendant laquelle il peut respirer sous l'eau vaut :
$$\Delta t_{eau} = \frac{7{,}6 \times 10^2\ L}{15\ L/min} = 51\ min$$

3. Cette fois-ci, l'air sort de la bouteille et se trouve à la pression atmosphérique. Le volume d'air alors disponible vaut :
$$V_{atm} = \frac{p_{bouteille}}{p_{atm}} \times V_{bouteille} = \frac{230\ bar}{1{,}0\ bar} \times 15\ L = 3{,}5\ kL$$
La durée pendant laquelle il peut respirer ainsi vaut :
$$\Delta t_{air} = \frac{3{,}5\ kL}{15\ L/min} = 2{,}3 \times 10^2\ min$$

4. Les calculs précédents montrent que plus la profondeur de plongée est grande, plus l'autonomie du plongeur est faible.

▪ EXERCICE 24 PAGE 218

Pression et profondeur

1. D'après la loi fondamentale de la statique des fluides,
$$p_B - p_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$
Or $z_B = 0\ m$ et $p_A = 0\ Pa$ donc
$$p_B = \rho \times g \times z_A$$
Donc
$$z_A = \frac{p_B}{\rho \times g} = \frac{1\,013\ hPa}{13\,500\ kg \cdot m^{-3} \times 9{,}8\ N \cdot kg^{-1}} = 77\ cm$$

2. Si le mercure est remplacé par de l'eau, rien ne change dans la relation, sauf la valeur de la masse volumique et dans ce cas,
$$z_{A,eau} = \frac{1\,013\ hPa}{1\,000\ kg \cdot m^{-3} \times 9{,}8\ N \cdot kg^{-1}} = 10\ m$$
Il faudrait réaliser un tube de 10 m de haut, c'est bien moins commode.

Remarque : l'air appuie tellement sur le mercure qu'il est capable de l'élever sur une hauteur de 77 cm, et il élève l'eau sur une hauteur de 10 m : voici une illustration de l'importance de la pression atmosphérique, bien qu'elle nous semble impalpable au quotidien.

▪ EXERCICE 29 PAGE 222

Pression, force et surface

1. La force exercée par la voiture sur la route est son poids $P = m \times g$.

$$P = 1\,300\ kg\ \times 9{,}8\ N \cdot kg^{-1} = 12\,740\ N$$

Comme cette force est répartie sur les quatre roues, chaque subit une force égale au quart du poids :

$$F = \frac{P}{4} = \frac{12\,740\ N}{4} = 3\,185\ N \approx 3\,200\ N$$

2. La surface sur laquelle cette force s'exerce est un rectangle de côtés ℓ et L. Son aire vaut $S = \ell \times L$. La pression p dans le pneu vaut donc :

$$p = \frac{F}{S} = \frac{F}{\ell \times L} = \frac{3\,200\ N}{0{,}205\ m \times 0{,}050\ m} \approx 3{,}1\ bar$$

3. La norme de la force n'a pas changé, or $F = p \times \ell \times L$ donc

$$L = \frac{F}{p \times \ell} = \frac{3\,200\ N}{2{,}5 \times 10^5 Pa \times 0{,}205\ m} = 6{,}2\ cm$$

Remarque : dans tout l'exercice, les chiffres significatifs n'ont pas pu être respectés à cause des données de l'énoncé.