Correction des exercices du chapitre 4 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.
Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec l'exercice résolu p 202

QCM
p. 201

1. B ; **2. B** ; **3. B** et **C** ; **4. A** ; **5. A** ; **6. A**, **B** et **C** ; **7. A** et **C** ; **8. B** et **C** ; **9. A** ; **10. A** et **C**.

Exercices — Appliquer le cours
p. 204

2 Décrire un fluide à différentes échelles (1)

« La masse volumique d'un liquide dépend de la distance moyenne des particules qui le constituent. »

3 Décrire un fluide à différentes échelles (2)

« La pression est la conséquence macroscopique des chocs à l'échelle microscopique. »

4 Connaître la masse volumique

Pour calculer la masse volumique d'un fluide, on applique la relation : $\rho = \frac{m}{V}$, avec, par exemple, la masse m en kilogramme, le volume V en m^3 et la masse volumique ρ en $kg \cdot m^{-3}$.

5 Calculer un volume

On applique la relation : $\rho = \frac{m}{V}$

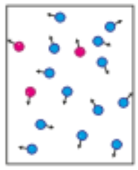
On en déduit : $V = \frac{m}{\rho}$.

Ainsi : $V = \frac{400 \text{ g}}{1032 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 3{,}88 \times 10^{-1}$ L

6 Décrire une propriété des molécules (1)

1. Les flèches présentées sur le schéma symbolisent le mouvement des molécules.
2. Cette agitation se traduit au niveau macroscopique par une température plus ou moins élevée. Plus la température est élevée, plus l'agitation est importante.

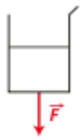
7 Décrire une propriété des molécules (2)



La pression d'un fluide s'explique au niveau microscopique par les chocs des particules contre les parois. Plus les chocs sont importants sur les parois et plus la pression est importante.

8 Schématiser une force pressante

La force pressante $\vec{F}$ exercée par l'eau sur le fond du bécher est perpendiculaire au fond du bécher ; elle est dirigée de l'eau vers l'extérieur du bécher. On la représente par un vecteur placé au centre de la paroi au fond du bécher.



9 Interpréter un schéma

La force $\vec{F}$ représente la force pressante qu'exerce le fluide contenu dans l'aquarium, sur la paroi latérale de l'aquarium.

10 Côté maths

1. D'après l'expression fournie, $P = \frac{F}{S}$. Pour une valeur de force fixée, la pression est divisée par deux si la surface de contact est doublée.
2. D'après l'expression fournie, $P = \frac{F}{S}$. Pour une surface de contact fixée, la pression double si la valeur de la force est doublée.
3. D'après l'expression fournie, $F = P \times S$, pour une surface de contact fixée, la valeur de la force diminue de moitié si la pression est divisée par deux.

11 Calculer la valeur d'une force pressante

On applique la relation $F = P \times S$.
Donc $F = 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 15 \times 10^2 \text{ m}^2$
Soit $F = 1{,}5 \times 10^8$ N
La force pressante a pour valeur $1{,}5 \times 10^8$ N.

12 Calculer une pression

On applique la relation $F = P \times S$

Il vient : $P_{atm} = \dfrac{F}{S}$ soit $P_{atm} = \dfrac{1{,}210^3 \text{ N}}{1{,}310^{-2} \text{ m}^2} = 9{,}2 \times 10^5$ Pa

La pression atmosphérique en haut de la piste a pour valeur $9{,}2 \times 10^5$ Pa.

13 Étudier une force pressante (1)

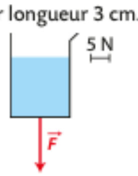
1. La force pressante s'exerce du fluide vers la paroi, donc le fluide se trouve à droite de la paroi sur le schéma.
2. On utilise l'échelle fournie : 0,55 cm sur le schéma représente 10 N. Le vecteur force pressante a pour longueur 1,5 cm.

Ainsi, $F = 1{,}5 \text{ cm} \times \dfrac{10 \text{ N}}{0{,}55 \text{ cm}} = 27$ N

La force pressante exercée par un fluide au repos sur la vitre a pour valeur 27 N.

14 Étudier une force pressante (2)

On utilise l'échelle de représentation 1 cm pour 5 N. Le vecteur force pressante $\vec{F}$ a pour longueur 3 cm.



15 Calculer une différence de pression

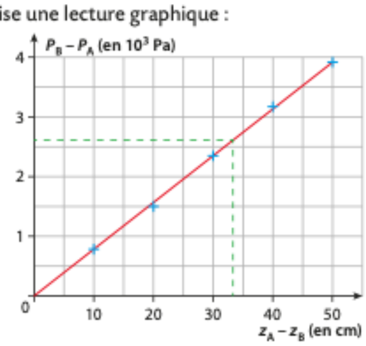
1. La loi fondamentale de la statique des fluides s'écrit : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$.
Dans cette relation :
z_A et z_B sont les cordonnées verticales des points considérés.
P_A et P_B correspondent aux pressions des points de coordonnées verticales z_A et z_B.
ρ est la masse volumique de l'eau.
g est l'intensité de la pesanteur.
2. La différence de pression se calcule en utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B).$$
$$= 1{,}04 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^3 \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (-10{,}0 \text{ m} - (-13{,}0 \text{ m}))$$
$$= 3{,}1 \times 10^4 \text{ Pa}$$

La différence de pression entre les points A et B est de $3{,}1 \times 10^4$ Pa.

16 Déterminer une différence de coordonnées verticales

1. On réalise une lecture graphique :

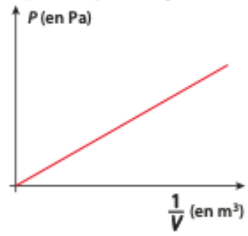


Pour $P_B - P_A = 2{,}7 \times 10^3$ Pa, la différence de coordonnées verticales est $z_A - z_B = 35$ cm.

2. La courbe donnant la différence de pression en fonction de la différence de coordonnées verticales est une droite qui passe par l'origine.
Si on note $y = P_B - P_A$ et $x = z_A - z_B$, la loi fondamentale de la statique des fluides devient :
$y = \rho \times g \times x$; soit $y = k \times x$ avec $k = g = constante$. $y = k \times x$ est donc une fonction linéaire de coefficient directeur $k = \rho \times g$.
La courbe obtenue est donc cohérente avec la loi.
3. La droite est issue de mesures expérimentales. Il existe donc une incertitude sur chaque mesure. Les points ne sont donc pas parfaitement alignés. La droite de tendance représentée en rouge sur le graphique est une droite linéaire conforme à la loi fondamentale de la statique des fluides.

17 Côté maths

1. D'après l'équation précédente : $P = \dfrac{constante}{V}$. La représentation graphique de la pression en fonction de l'inverse du volume est donc une droite passant par l'origine.



2. Si le volume V d'un gaz diminue, la pression P de ce gaz augmente.

18 Lier pression d'un gaz et volume (1)

D'après la loi de Mariotte, pour des gaz différents qui contiennent le même nombre de molécules :

$$P \times V = constante$$

soit $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$.
Il vient $1 \times 10^5 \text{ Pa} \times V1 = 4 \times 10^5 \times \text{Pa} \times V_2$ d'où $V_1 = 4 \times V_2$

19 Lier pression d'un gaz et volume (2)

Soit P_1 et V_1 et la pression et le volume de diazote et P_2 et V_2 la pression et le volume du dichlore.
On applique la loi de Mariotte :
$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

Donc $P_2 = \dfrac{P_1 \times V_1}{V_2} = \dfrac{1 \times 10^5 \text{ Pa} \times 10 \text{ L}}{25 \text{ L}} = 0{,}410^5 \text{ Pa} = 4 \times 10^4$ Pa

20 Calculer une pression

1. Loi de Mariotte s'énonce ainsi : À température constante, et à quantité de matière constante, le produit
$P \times V$ = constante.
2. La quantité de matière est constante car la bouteille est hermétique ; la température est supposée constante. On applique donc la loi de Mariotte : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

Il vient : $P_2 = \dfrac{P_1 \times V_1}{V_2}$ soit $P_2 = \dfrac{1 \times 10^5 \text{ Pa} \times 7{,}5 \text{ L}}{3{,}2 \text{ L}} = 2{,}3 \times 10^5$ Pa

En supposant une température constante, la pression de ce gaz est $2{,}3 \times 10^5$ Pa lorsque le volume est 3,2 L.

21 Calculer un volume

1. Loi de Mariotte s'énonce ainsi : À température constante, et à quantité de matière constante, le produit $P \times V$ = constante.
2. On applique la loi de Mariotte : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

Il vient : $V_2 = \dfrac{P_1 \times V_1}{P_2}$ soit $V_2 = \dfrac{20 \times 10^5 \text{ Pa} \times 12 \text{ L}}{1 \times 10^5 \text{ L}} = 240$ L

Le volume de ce gaz serait 240 litres si la pression était $1{,}0 \times 10^5$ Pa.

22 Tension artérielle

1. La pression systolique vaut $T_{max} = 12$ cm Hg ,
soit $T_{max} = 12$ cm Hg $\times 1333$ Pa · cm Hg^{-1} $= 1{,}6 \times 10^4$ Pa
La pression diastolique vaut $T_{min} = 8$ cm Hg ,
soit $T_{min} = 8$ cm Hg $\times 1333$ Pa · cm Hg^{-1} $= 1 \times 10^4$ Pa
2. $T = P_{sang} - P_{atm}$ d'où : $P_{sang} = T + P_{atm}$.
On en déduit la pression du sang pour la valeur de la pression artérielle :
La pression maximale du sang est :

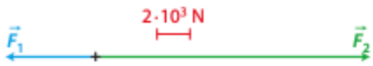
$$P_{sang\ max} = T_{max} + P_{atm} = 1{,}6 \times 10^4 \text{ Pa} + 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1{,}173 \times 10^5 \text{ Pa}$$

La pression minimale du sang est :

$$P_{sang\ min} = T_{min} + P_{atm} = 1 \times 10^4 \text{ Pa} + 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1{,}11310^5 \text{ Pa}$$

23 Connaître les critères de réussite
Pression en plein vol

1. On convertit la pression en pascal : $P_1 = 264$ hPa $= 2{,}64 \times 10^4$ Pa
On calcule la force pressante en appliquant la relation :
$F_1 = P_1 \times S = 2{,}64 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0{,}20 \text{ m}^2 = 5{,}3 \times 10^3 \text{N}$
La force pressante $\vec{F_1}$ a pour valeur $5{,}3 \times 10^3$ N.
2. On convertit la pression en pascal : $P_2 = 800$ hPa $= 8{,}00 \times 10^4$ Pa
On calcule la force pressante en appliquant la relation :
$F_2 = P_2 \times S = 8{,}00 \times 10^4 \text{ Pa} \times 0{,}20 \text{ m}^2 = 1{,}610^4 \text{N}$
La force pressante $\vec{F_2}$ a pour valeur $1{,}6 \times 10^4$ N.
3. Le vecteur $\vec{F_1}$ mesure 2,6 cm et le vecteur $\vec{F_2}$ mesure 8 cm.



4. La force exercée par l'air intérieur de l'avion sur la carlingue est supérieure à la force exercée par l'air extérieur sur la carlingue. La carlingue doit pouvoir supporter cette différence de force et pour cela nécessite d'être rigide.

24 Calculer une pression et un volume

1. Soit P_1 la pression pour une coordonnée verticale de z_1. La pression de l'eau au niveau de la surface, soit pour une coordonnée verticale $z = 0$ m, est la pression atmosphérique P_{atm}.
La loi fondamentale de la statique des fluides s'écrit :
$P_1 - P_{atm} = \rho \times g \times (0 - z)$.
Il vient : $P_1 = P_{atm} - \rho \times g \times z$.
2. a. Si la profondeur est 15 m, la coordonnée verticale correspondante est $z = -15$ m.
d'où :

$$P_1 = 1{,}0 \times 10^5 \text{Pa} - 1{,}0 \times 10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^3 \times 9{,}81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} \times (-15) \text{ m} = 2{,}5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

La pression est $2{,}5 \times 10^5$ Pa à 15 m de profondeur.
b. La pression de l'air dans les poumons de l'apnéiste est égale à la pression de l'eau qui l'entoure, soit $2{,}5 \times 10^5$ Pa.
3. On applique la loi de Mariotte : $P_{atm} \times V_0 = P_1 \times V_1$

$$\text{Il vient : } V_1 = \frac{P_0 \times V_0}{P_1} \text{ soit } V_1 = \frac{1{,}0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6{,}0 \text{ L}}{2{,}5 \times 10^5 \text{ Pa}} = 2{,}4 \text{ L}$$

Le volume occupé par cet air gaz est 2,4 L à 15 m de profondeur.

25 De la poudreuse !

1. a. La masse du snowboarder équipé est : $m = 80$ kg + 3,8 kg
$m = 83{,}8$ kg
On calcule le poids du snowboarder équipé : $P_{équipé} = mg$ soit
$P_{équipé} = 83{,}8 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 8{,}22 \times 10^2$ N
La valeur de la force pressante étant égale à celle du poids du snowboarder, elle vaut $8{,}22 \times 10^2$ N.
b. On calcule la surface du snowboard : $S = L \times l$ soit
$S = 1{,}70 \text{ m} \times 0{,}27 \text{ m} = 4{,}610^{-1} \text{ m}^2$
On applique la relation : $F = P_1 \times S$

$$\text{D'où : } P_1 = \frac{F}{S} \text{ soit } P_1 = \frac{8{,}22 \times 10^2 \text{ N}}{4{,}6 \times 10^{-1} \text{ m}^2} = 1{,}8 \times 10^3 \text{ Pa}$$

La pression d'un fluide qui exercerait la même force pressante sur la même surface de neige, serait $1{,}8 \times 10^3$ pascals.
2. On calcule le poids du snowboarder non équipé car il a déchaussé :
$P_{non\ équipé} = m \times g$
soit $P_{non\ équipé} = 80 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 7{,}85 \times 10^2$ N
La force pressante étant égale au poids du snowboarder, elle vaut $7{,}85 \times 10^2$ N. Cette force pressante a une valeur proche de celle du skieur avec son snowboarder équipé.
On estime que le snowboarder, en déchaussant, est en appui sur un pied. On convertit la surface d'un pied en mètre carré :
$S = 270 \text{ cm}^2 = 2{,}70 \times 10^{-2} \text{ m}^2$
On applique la relation : $F = P_2 \times S$, d'où :

$$P_2 = \frac{F}{S} \text{ soit } P_2 = \frac{7{,}8 \times 10^2 \text{ N}}{2{,}70 \times 10^{-2} \text{ m}^2} = 2{,}9 \times 10^4 \text{Pa}$$

La pression exercée par le snowboarder avec son pied est de $2{,}9 \times 10^4$ Pa.
3. À force pressante pratiquement équivalente, la pression exercée est plus importante si la surface de contact est plus faible : le snowboarder non équipé s'enfonce donc plus facilement dans la neige.

26 Pression et sous-marin

1. a. La profondeur 10 898 m correspond à la coordonnée verticale $z_1 = -10\,898$ m.
Soit P_1 la pression pour une coordonnée verticale de z_1. La pression de l'eau au niveau de la surface, soit pour une coordonnée verticale $z = 0$ m, est la pression atmosphérique P_{atm}.
D'après la loi fondamentale de la statique des fluides :
$P_1 - P_{atm} = \rho \times g(0 - z_1)$.
b. On déduit de la question précédente : $P_1 = P_{atm} - \rho \times g \times z_1$.
Ainsi :

$$P_1 = 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} - 1{,}025 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9{,}81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} (-10\,898 \text{ m}) = 1{,}10 \times 10^8 \text{Pa}$$

La pression est égale à $1{,}10 \times 10^8$ pascal à 10 898 mètres de profondeur.
2. La profondeur 11 033 m correspond à la coordonnée verticale $z_2 = -11\,033$ m.
On calcule la pression P_2 :
$P_2 = P_{atm} - \rho \times g \times z_2$
Ainsi,

$$P_2 = 1{,}013 \times 10^5 \text{Pa} - 1{,}025 \times 10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9{,}81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} (-11\,033 \text{ m}) = 1{,}11 \times 10^8 \text{Pa}$$

La pression est égale à $1{,}11 \times 10^8$ Pa à 11 033 m de profondeur.
3. $1{,}59 \times 10^8 \text{ Pa} > 1{,}11 \times 10^8$ Pa : La pression maximale supportée lors des tests n'est pas atteinte au point le plus bas de la fosse ; « Deepsea Challenger » pourrait donc naviguer au point de plus bas de la fosse.

27 Pompe vide-cave

1. Lorsque H est à H_{max} , l'eau est pratiquement immobile en la position A : la pression de l'eau en A est égale à la pression atmosphérique $P_{atm} = 1{,}013 \times 10^5 \text{Pa}$.
2. Soit P la pression pour une hauteur H, avec $H = z_A - z_B$.
La loi fondamentale de la statique des fluides permet d'écrire :
$P_B - P_{atm} = \rho \times g \times (z_A - z_B)$
$P_B - P_{atm} = \rho \times g \times H_{max}$, il vient : $P_B = P_{atm} + \rho \times g \times H_{max}$

3. $H_{max} = \dfrac{P_B - P_{atm}}{\rho \times g}$ soit $H_{max} = \dfrac{1{,}5 \times 10^5\ \text{Pa} - 1{,}013 \times 10^5\ \text{Pa}}{1{,}0 \times 10^3\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9{,}81\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}}$

$H_{max} = 5{,}0$ m

La hauteur maximale à laquelle la pompe peut refouler l'eau est 5,0 m.

4. La valeur donnée par le constructeur est inférieure à la valeur calculée. On peut supposer que le constructeur a pris une marge de sécurité pour assurer la hauteur maximale annoncée.

28 Forage

1. Au point le plus bas de la colonne de forage, la pression de la boue est égale à la pression du pétrole, soit $P_F = 2{,}1 \times 10^7$ Pa. Au point le plus haut, la boue est en contact avec l'air : la pression est égale à la pression atmosphérique.

On applique la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$

soit ici : $P_F - P_{atm} = \rho \times g \times H$ où $H = z_A - z_B$

Il vient : $H = \dfrac{P_F - P_{atm}}{\rho_{boue} \times g}$

soit $H = \dfrac{2{,}1 \times 10^7\ \text{Pa} - 1{,}013 \times 10^5\ \text{Pa}}{1{,}9 \times 10^3\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9{,}81\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}} = 1{,}1 \times 10^3\ \text{m}$

La colonne de boue doit avoir une hauteur de $1{,}1 \times 10^3$ m.

2. Connaissant la hauteur de boue, on calcule le volume de boue contenue dans le cylindre d'injection :

$V = \dfrac{\pi \times D^2}{4} \times H$ soit $V = \dfrac{\pi \times (0{,}5\ \text{m})^2}{4} \times 1{,}1 \times 10^3\ \text{m} = 220\ \text{m}^3$

Il faut injecter 220 m³ de boues dans le puits.

3. On calcule la masse de la boue injectée :

$m = \rho \times V = 1{,}9 \times 10^3\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 220\ \text{m}^3 = 4{,}2 \times 10^5$ kg

29 Tooth decay and diving

Traduction : Le phénomène de barotraumatisme de la dent a lieu en plongée sous-marine, lors de la remontée à la surface, quand de l'air se trouve emprisonné dans un plombage ou une cavité dentaire. Lorsque le plongeur entame sa descente, de l'air peut s'infiltrer dans la cavité dentaire ou le plombage. Quand il entame sa remontée vers la surface, l'air (ou le gaz) ainsi piégé se dilate entraînant une douleur. Les plongeurs ayant une carie ont plus tendance à être touchés par le phénomène.

1. Quelle loi physique concernant les gaz s'applique dans ces conditions ?

2. Quelle formule traduit cette loi ?

3. Justifier la dilatation de l'air.

Réponses :

1. La loi qui s'applique est la loi de Mariotte.

2. La formule est : PV = constante.

3. Quand le plongeur remonte à la surface, la pression de l'eau diminue et celle de l'air piégé par conséquence ; d'après la loi de Mariotte, le volume de l'air piégé augmente donc.

30 Le thermomètre de Galilée

1. a. L'ampoule indiquant 20°C étant en équilibre dans la partie centrale dans l'huile, on en déduit que $\rho_{fluide} = \rho_{20°C}$.

b. Si la température de la pièce passait de 20°C à 18°C, la masse volumique du liquide augmenterait. Dans ce cas, l'ampoule de masse volumique $\rho_{18°C}$ se trouverait en équilibre au centre du tube et on aurait l'égalité : $\rho_{fluide} = \rho_{18°C}$.

On en déduit que la masse volumique de l'ampoule $\rho_{18°C}$ est supérieure à la masse volumique de l'ampoule $\rho_{20°C}$. L'ampoule de médaillon 18°C se trouve donc en bas du tube en verre quand l'ampoule portant le médaillon 20°C est au centre.

2. La température diminuant, la masse volumique de l'huile augmente.

a. L'ampoule indiquant 20°C remonte en surface car elle est maintenant moins dense que le liquide.

b. L'ampoule indiquant 18°C remonte pour se retrouver en équilibre au centre, car elle a maintenant la même masse volumique que l'huile.

c. La baisse de température correspond à l'échelle microscopique à une diminution de l'agitation des molécules.

31 Exercice à caractère expérimental
La loi de Mariotte

Ressources Arduino et aide à la mise en œuvre : lycee.hachette-education.com/pc/1re

Remarque sur le code :

L'élève doit vérifier et compléter une partie du code en langage Python. Pour cela, il doit remarquer que le nombre de valeurs à afficher est 6. En effet, pour afficher correctement la courbe, les deux listes P et V doivent contenir le même nombre de valeurs, sans quoi l'interpréteur Python signalera un message d'erreur.

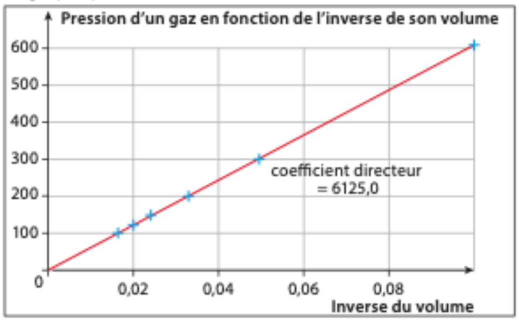
1. Les résultats expérimentaux sont en accord avec la loi de Mariotte puisque le produit PV peut être considéré comme constant :

V (mL)	10	20	30	40	50	60
P (kPa)	610	303	205	153	124	102
PV (kPa·mL)	$6{,}1 \times 10^3$	$6{,}1 \times 10^3$	$6{,}2 \times 10^3$	$6{,}1 \times 10^3$	$6{,}2 \times 10^3$	$6{,}1 \times 10^3$

2. Les champs manquants complétés sont surlignés ci-dessous :

```
import matplotlib.pyplot as plt
 #Liste des volumes
V=[10*(i+1) for i in range(6)]
#Liste des inverses de volume
inverseV=[1/V[i] for i in range(len(V))]

#liste des pressions
P=[610,303,205,153,124,102]

 #liste des produits pression x volume
PV=[P[i]*V[i]for i in range(len(V))]
#moyenne du produit Pression x volume
PVmoy=sum(PV)/len(PV)

#construction des courbes théoriques
d'équation y=k/x
  #On construit une liste d'abscisses en
  prenant pour bornes la première et la
  dernière valeur de V, N est le nombre
  de points de l'intervalle
a,b=0,inverseV[0]
N=100
pas=(b-a)/(N-1)
x=[a+i*pas for i in range(N)]
#ordonnées pour la courbe y=PVmoy*x
y=[PVmoy*x[i] for i in range(N)]

#Tracé de la courbe de tendance et du
nuage de points
plt.grid(True)
plt.scatter(inverseV,P)
plt.xlabel('inverse du volume')
plt.ylabel('pression')
plt.title('pression d\'un gaz en fonction
de l\'inverse de son volume')
  plt.plot(x,y,color='green',linestyle='--')
  plt.text(a+50*pas,PVmoy*(a+45*pas),»coef-
  ficient directeur = «+str(PVmoy),
  color='green')
plt.savefig('Courbe-P_inverseV')
plt.show()
```

3. Le graphique obtenu est le suivant :



4. Le graphique obtenu est une droite linéaire du type $P = k \times \frac{1}{V}$ qui est en accord avec la loi de MARIOTTE. Le coefficient directeur de la droite k est égal à la constante PV.

32 Une canette écrasée

1. La pression contenue dans la canette ouverte et avant d'être retournée est égale à la pression atmosphérique.

2. La canette est écrasée : la force pressante de l'air extérieur sur la paroi de la canette est donc supérieure à la force pressante de la vapeur d'eau à l'intérieur sur la paroi de la canette.

3. La force pressante sur la paroi intérieure de la canette a diminué lorsque l'on a retourné la canette dans un bol rempli d'eau froide. D'après la relation $F = P \times S$ la valeur de la force pressante est proportionnelle à la pression. On en déduit que la pression à l'intérieur de la canette a diminué, la surface S de la paroi de la canette restant constante.

4. Au contact de l'eau froide, une partie de la vapeur d'eau s'est liquéfiée : la quantité de vapeur d'eau à l'intérieur de la canette retournée a donc diminué, diminuant de ce fait la pression.

33 À chacun son rythme

Info ou intox

1. On multiplie le volume V de la bouteille par la pression P de l'air dans la bouteille pour les 3 premières profondeurs :

$1{,}01 \times 10^5\ \text{Pa} \times 1{,}50\ \text{L} = 1{,}52 \times 10^5\ \text{Pa·L}$

$1{,}06 \times 10^5\ \text{Pa} \times 1{,}43\ \text{L} = 1{,}52 \times 10^5\ \text{Pa·L}$

$1{,}11 \times 10^5\ \text{Pa} \times 1{,}37\ \text{L} = 1{,}52 \times 10^5\ \text{Pa·L}$

On remarque que le produit PV est constant, donc la loi de Mariotte est vérifiée.

2. Soit P_1 et V_1 la pression et le volume à la profondeur 0 m. La loi de Mariotte permet d'écrire :

$P_1 \times V_1 = P \times V$, il vient $V = \frac{P_1 \times V_1}{P}$.

3.

Profondeur z (m)	Pression P (Pa)	Volume V (L)
0	$1{,}01 \times 10^5$	1,50
0,5	$1{,}06 \times 10^5$	1,43
1,0	$1{,}11 \times 10^5$	1,37
1,5	$1{,}16 \times 10^5$	1,31
2,0	$1{,}21 \times 10^5$	1,25
2,5	$1{,}26 \times 10^5$	1,20
3,0	$1{,}30 \times 10^5$	1,17
10	$1{,}99 \times 10^5$	0,76
15	$2{,}48 \times 10^5$	0,61
20	$2{,}97 \times 10^5$	0,51

4. Au fond de la fosse, à 20 mètres de profondeur, le volume de la bouteille est 0,51 litre.

5. On voit sur le dessin que la bouteille semble « écrasée ». Le volume a donc notablement diminué, ce qui est en accord avec le résultat trouvé à la question 4. Le dessin diffusé par l'internaute est réaliste.

34 Résolution de problème

Pression dans une bouteille

1re étape : S'approprier la question posée.

Que doit faire le plongeur pour respecter les conditions de sécurité lors d'une plongée ?
De quelles données supplémentaires dispose-t-on ?
Y -a-t-il un lien avec le volume d'air que le plongeur a consommé ?

2e étape : Lire et comprendre les documents

Le manomètre indique que la pression dans la bouteille doit être supérieure à 50 bars pour respecter les conditions de sécurité. On apprend que 1 bar correspond à $1{,}010^5$ Pa. On apprend que la Loi de Mariotte est applicable à l'air comprimé.
Le plongeur a consommé un volume d'air équivalent à $2{,}20 \times 10^3$ L à la pression atmosphérique. Le volume de la bouteille pleine est de 15 L à 200 bars. On peut déterminer le volume d'air restant dans la bouteille, de plus on connait la relation permettant de déduire P de V.

3e étape : Dégager la problématique

La pression dans la bouteille d'air comprimé du plongeur est-elle toujours supérieure à 50 bars lorsqu'il remonte de sa plongée ?

4e étape : Construire la réponse

Convertir la pression initiale dans la bouteille d'air comprimé en pascal.
Utiliser la loi de Mariotte pour déterminer le volume initial d'air contenu dans celle-ci pour une pression équivalente à la pression atmosphérique.
Calculer le volume d'air comprimé restant dans la bouteille pour une pression équivalente à la pression atmosphérique.
Utiliser la loi de Mariotte pour déterminer la pression de l'air dans la bouteille à la fin de la plongée.

5e étape : Répondre

• **Présenter le contexte et introduire la problématique**

Un plongeur utilise une bouteille d'air comprimé. La consigne de sécurité indique que le plongeur doit être remonté à la surface avant que la pression de l'air soit inférieure à 50 bars. Il faut donc trouver la pression de l'air dans la bouteille du plongeur à la fin de la plongée pour indiquer si les consignes de sécurité ont été respectées.

• **Mettre en forme la réponse**

Soit P_1 et V_1 la pression et le volume d'air contenu dans la bouteille en début de plongée ; V_2 le volume qu'occuperait cet air mesuré à pression atmosphérique P_2.

$P_1 = 200\ \text{bar} = 200 \times 10^5\ \text{Pa} = 2{,}00 \times 10^7\ \text{Pa}$

On calcule le volume V_2 en appliquant la loi de MARIOTTE : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$,

il vient

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2} \text{ soit } V_2 = \frac{2{,}00 \times 10^7\ \text{Pa} \times 15{,}0\ \text{L}}{1{,}01 \times 10^5\ \text{Pa}} = 2{,}97 \times 10^3\ \text{L}$$

La bouteille peut libérer $2{,}97 \times 10^3$ L d'air à la pression atmosphérique au cours de la plongée.
Or le plongeur en a consommé $2{,}20 \times 10^3$ litres.
On calcule le volume d'air V_3, à la pression atmosphérique, encore disponible dans la bouteille :

$V_3 = 2{,}97 \times 10^3\ \text{L} - 2{,}20 \times 10^3\ \text{L} = 0{,}77 \times 10^3$ L.

On applique la loi de MARIOTTE pour calculer la pression P_4 du gaz restant en fin de plongée dans la bouteille dont le volume est toujours égal à $V_1 = 15$ L.

$$P_4 = \frac{P_3 \times V_3}{V_1} \text{ soit } P_4 = \frac{1{,}01 \times 10^5\ \text{Pa} \times 0{,}77 \times 10^3\ \text{L}}{15{,}0\ \text{L}}$$

$P_4 = 5{,}18 \times 10^6\ \text{Pa}$

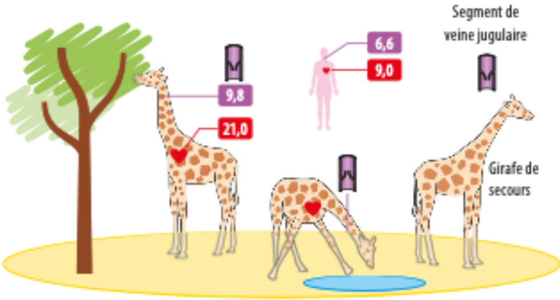
Au moment de la remontée, la pression dans la bouteille est :

$5{,}18 \times 10^6$ Pa, soit $\frac{5{,}18 \times 10^6}{10^5} = 51{,}8$ bar.

• **Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.**
La pression dans la bouteille est supérieure à la pression minimale admissible en fin de plongée, donc le plongeur a respecté cette règle de sécurité.

35 Pression sanguine

1. a La loi fondamentale de la statique des fluides permet d'écrire :
$P_{\text{tête H}} = \rho \times g \times (z_{\text{cœur}} - z_{\text{tête H}}) + P_{\text{cœur}}$ soit :
$P_{\text{tête H}} = 1{,}025 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (-1{,}40 \text{ m}) + 1{,}041 \times 10^5 \text{ Pa} = 9{,}00 \times 10^4 \text{ Pa}.$
b. De même : $P_{\text{tête B}} = \rho \times g\ (z_{\text{cœur}} - z_{\text{tête B}}) + P_{\text{cœur}}$
soit :
$P_{\text{tête B}} = 1{,}025 \times 10^3 \text{ Pa} \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (1{,}90) \text{ m} + 1{,041}\ 10^5 \text{ Pa} = 1{,}2010^5 \text{ Pa}.$
2. La force pressante du sang sur le cou est $F = P \times S$ soit
En position haute :
$F_{\text{tête H}} = 9{,}00 \times 10^4 \text{ Pa} \times 2{,}0 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 1{,}8 \times 10^1 \text{ N}.$
En position basse :
$F_{\text{tête B}} = 1{,}20 \times 10^5 \text{Pa} \times 2{,}0 \times 10^{-4} \text{m}^2 = 2{,}4 \times 10^1 \text{ N}.$
Le cou du girafon contient un système de valvules pour que la différence de pression sanguine dans le cou soit réduite et de ce fait réduire le risque d'accident vasculaire pour celui-ci.



36 Histoire des sciences

Le baromètre de Torricelli

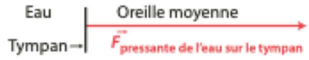
1. Le point C est à la surface du liquide, donc au contact de l'air. La pression en ce point est donc égale à la pression atmosphérique. Le point B est à la même altitude z que le point C, donc à la même pression.
2. On calcule la différence de pression :
$P_B - P_A = 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} - 0 \text{ Pa} = 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa}.$
3. D'après l'équation fondamentale de la statique des fluides :
$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$
Il vient : $z_A - z_B = \dfrac{P_B - P_A}{\rho \times g}$
soit $z_A - z_B = \dfrac{1{,}013 \times 10^5 \text{Pa}}{1{,}35 \times 10^4 \text{kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}} = 7{,}65 \times 10^{-1} \text{ m}$
La hauteur de mercure dans le tube est égale à $7{,}65 \times 10^{-1}$ m.
4. Si la pression atmosphérique baisse, d'après la loi fondamentale de la statique des fluides, on peut dire que la hauteur de mercure dans le tube baisse également.

Vers l'épreuve écrite

p. 211

37 La manœuvre de Valsalva (30 min)

1. La loi fondamentale de la statique des fluides s'écrit :
$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$, soit
$P_B = \rho \times g \times (z_A - z_B) + P_A$
Comme $z_B = -10$ m, $P_B = 1{,}0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (0 + 10) \text{m} + 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} = 2{,}0 \times 10^5 \text{ Pa}.$
2. La force pressante de l'eau sur le tympan est $F = P \times S$ soit
$F = 2{,}0 \times 10^5 \text{Pa} \times 80 \times 10^{-6} \text{m}^2 = 1{,}6 \times 10^1 \text{ N}.$
3. Pour une échelle de 1cm ↔ 2N ; le segment fléché est 4,0 fois plus long que le segment d'échelle.



4. a. L'air de l'oreille moyenne est à la pression atmosphérique avant que la manœuvre ne soit effectuée. La force pressante de l'air de l'oreille moyenne sur le tympan est $F' = P_{\text{atm}} \times S$.
Soit : $F' = 1{,}013 \times 10^5 \text{Pa} \times 80 \times 10^{-6} \text{m}^2 = 8{,}0$ N.
b. Les forces qui s'exercent sur le tympan ne se compensent pas. Le tympan n'est pas équilibré ; il est déformé par la force pressante de l'eau qui n'est qu'à moitié compensée par celle de l'air de l'oreille moyenne.

38 Le parachute de palier (30 min)

1.a. La loi fondamentale de la statique des fluides permet d'écrire :
$P_B = \rho \times g \times (z_A - z_B) + P_A$.
Comme $z_B = -8{,}0$ m, le point A étant le point à la surface de l'eau à la pression atmosphérique,
$P_B = 1{,}0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (0 + 8{,}0) \text{ m} + 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1{,}80 \times 10^5 \text{ Pa}.$
(le résultat ne doit pas comporter plus de décimales que la donnée qui en comporte le moins dans une addition, fiche 3)
b. Dans le texte il est dit que la pression de l'air dans le parachute est égale à la pression de l'eau qui l'entoure donc $P_{\text{air}} = P_B = 1{,}80 \times 10^5$ Pa.
c. La quantité d'air dans le parachute et la température restant constantes pendant la remontée (avant ouverture de la soupape) ; d'après la loi de Mariotte : $P_B \times V_B = P_{\text{surface}}\ V =$ constante,
avec $P_{\text{surface}} = P_{\text{atm}}$ le volume d'air à la surface est donc :
$V = \dfrac{P_B \times V_B}{P_{\text{atm}}}$ soit $V = \dfrac{1{,}80 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6{,}2 \text{ L}}{1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa}} = 1{,}1 \times 10^1$ L
2. De même $P_B \times V_B = P' \times V' =$ constante, la pression de l'air dans le parachute à l'instant où la soupape s'ouvre est :
$P' = \dfrac{P_B \times V_B}{V'}$ soit $P' = \dfrac{1{,}80 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6{,}2 \text{ L}}{9{,}0 \text{ L}} = 1{,}2 \times 10^5 \text{Pa}$
3. La pression est la manifestation macroscopique des chocs entre molécules contenues dans l'air (N_2, O_2, etc.) au niveau microscopique.

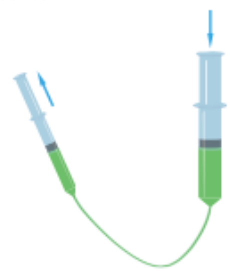
Vers l'oral

p. 212

39 Application

Exemple d'expérience à présenter :

Matériel à utiliser : deux seringues ; un tuyau permettant de raccorder les deux seringues, un liquide coloré pour rendre l'expérience visible.



Exemple d'expérience : On relie les deux seringues par un tuyau. On remplit partiellement chacune des deux seringues avec le liquide coloré. Lorsqu'on appuie sur l'une des deux seringues, le liquide étant incompressible, le piston de la seconde seringue remonte, et inversement.

Remarque : si l'une des deux seringues possède un piston de plus faible diamètre, la force à exercer sera plus faible pour faire monter le piston de l'autre seringue.

Je m'exprime à l'oral sur

- **Que signifie fluide au repos ?**

Cela signifie que le fluide n'a pas de mouvement d'ensemble donc est immobile à l'échelle macroscopique.

- **Quelle(s) différence(s) existe-t-il entre un liquide et un gaz ?**

La masse volumique du gaz est plus faible que celle du liquide correspondant. Cela peut s'interpréter par la plus grande distance séparant les entités dans un gaz, que dans un liquide.

- **Quelle est l'origine, à l'échelle microscopique, de la température ?**

À l'échelle microscopique, c'est l'agitation des entités qui est responsable de la température. Plus l'agitation est importante et plus la température est importante.

- **Citer quelques exemples d'application de la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$.**

On peut citer le baromètre à mercure de Torricelli ; le baromètre de Galilée...