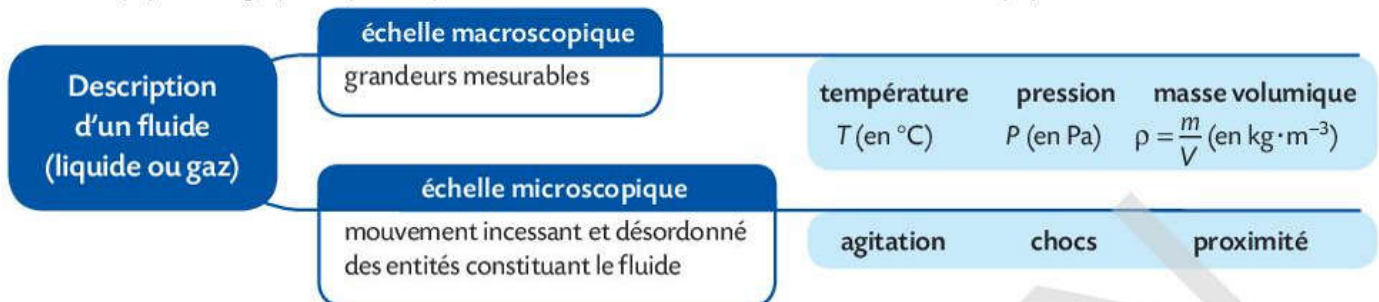




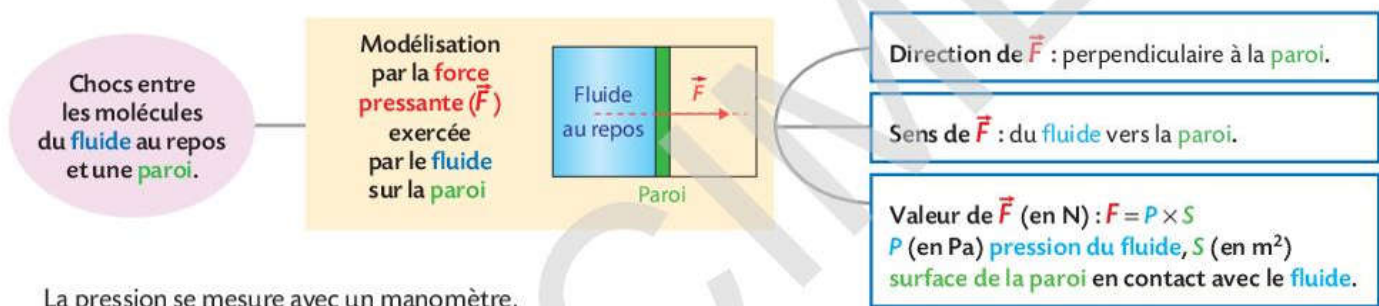
## 1 Les fluides au repos

Un fluide (liquide ou gaz) au repos n'a pas de mouvement d'ensemble à l'échelle macroscopique.



- Les grandeurs macroscopiques de description du fluide reflètent le comportement microscopique des entités qui le constituent.
- Les liquides ont une masse volumique plus élevée que celle des gaz :  $\rho_{\text{liq}} > \rho_{\text{gaz}}$ .

## 2 La force pressante



La pression se mesure avec un manomètre.

VIDÉO Pression et force pressante

## 3 La pression dans un fluide incompressible au repos

La loi fondamentale de la statique des fluides

permet :

- de relier la **différence de pression** entre deux positions dans un fluide incompressible et la **différence des coordonnées verticales** de ces positions ;
- d'en déduire la **pression  $P$**  en une position.

montre que la relation entre la différence de pression et la différence des coordonnées verticales **dépend de la nature du fluide incompressible**.

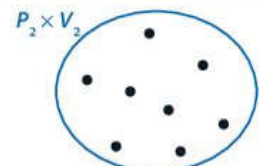
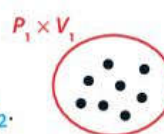
## 4 La pression dans un gaz au repos

La loi de MARIOTTE

À la même température et à quantité de matière constante ( $n_1 = n_2$ )

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante}$$

Ici,  $V_1 < V_2$ , alors  $P_1 > P_2$ .



VIDÉO Loi de MARIOTTE

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) puis vérifier la correction, p. 369

A

B

C

## 1 Les fluides au repos

Si erreur, revoir § 1, p. 198.

1. La relation entre la masse volumique $\rho$ d'un liquide, sa masse $m$ et son volume $V$ est :	$m = \frac{\rho}{V}$	$m = \rho \times V$	$m = \frac{V}{\rho}$
2. Dans un liquide, les molécules sont :	immobiles.	en mouvement désordonné.	en mouvement ordonné.


## 2 La force pressante

Si erreur, revoir § 2, p. 198.

3. La force pressante exercée par l'eau sur un barrage : 	est orientée du barrage vers l'eau.	est orientée de l'eau vers le barrage.	est perpendiculaire au barrage.
4. L'unité de la valeur de la force pressante est :	le newton.	le pascal.	le mètre carré.
5. Lorsque la pression augmente, la valeur de la force pressante qui s'exerce sur une même surface :	augmente.	reste constante.	diminue.

## 3 La pression dans un fluide incompressible au repos

Si erreur, revoir § 3, p. 199.

6. La pression dans un liquide dépend :	de la profondeur.	de la pression atmosphérique en surface.	de la nature du liquide.
7. Au cours d'une plongée, la pression de l'eau entourant le plongeur varie quand : 	la profondeur diminue.	la profondeur reste constante.	la profondeur augmente.
8. La loi fondamentale de la statique des fluides s'applique :	aux gaz.	aux liquides.	aux fluides incompressibles.

## 4 La pression dans un gaz au repos

Si erreur, revoir § 4, p. 199.

9. Pour un volume $V$ de gaz à la pression $P$ , à température constante, la loi de MARIOTTE a pour expression :	$P \times V = \text{constante.}$	$\frac{V}{P} = \text{constante.}$	$P + V = \text{constante.}$
10. Une bouteille d'air utilisée en paintball contient 2,0 L d'air à la pression de 200 bar. À température constante, cet air, à la pression de 1,0 bar, occuperait un volume de :	$4,0 \times 10^2 \text{ L}$	40 L	$4,0 \times 10^{-1} \text{ m}^3$



## Côté maths 3 : Vérifier la proportionnalité

### Côté maths

On donne en fonction de  $x$ .

$x$	0	4	8	12	16
$y$	0	1	2	3	4

Les grandeurs  $x$  et  $y$  sont-elles proportionnelles ?  
Si oui, écrire la relation de proportionnalité sous la forme  $y = a \times x$ .

#### Méthodes

##### Vérification par un quotient

- Je calcule pour chaque colonne du tableau  $\frac{y}{x}$  sauf dans le cas où  $x$  et  $y$  sont nuls.

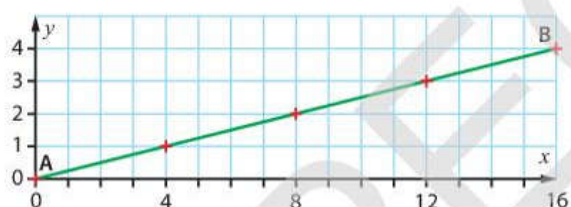
$\frac{y}{x}$		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
---------------	--	---------------	---------------	---------------	---------------

Le quotient des deux grandeurs est constant, donc  $x$  et  $y$  sont **proportionnelles**.

La relation de proportionnalité s'écrit :

$$y = a \times x \text{ avec } a = \frac{1}{4} = 0,25$$

##### Vérification par une représentation graphique



Les points sont alignés et la droite passe par l'origine.  $y$  est **proportionnelle** à  $x$ .

Le **coefficient directeur** (coefficient de proportionnalité) est obtenu à l'aide de deux points **A** et **B** de la droite :

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \text{ et } a = \frac{4 - 0}{16 - 0} = \frac{1}{4}$$

### Côté physique & chimie

On mesure la différence de pression  $\Delta P = P_B - P_A$  en fonction de la différence de coordonnée verticale  $\Delta z = z_A - z_B$  dans de l'eau salée.

$\Delta z$ (m)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
$\Delta P$ ( $10^4$ Pa)	0,0	0,9	2,0	3,1	3,9	5,0

Vérifier que ces mesures sont en accord avec la loi fondamentale de la statique des fluides  $P_B - P_A = k \times (z_A - z_B)$  puis déterminer  $k$ .

#### Méthodes

##### Réflexe 1

##### Vérification par un quotient

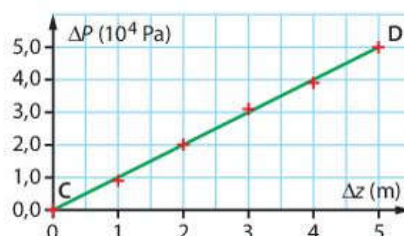
- Je calcule pour chaque colonne du tableau  $\frac{\Delta P}{\Delta z}$ , sauf dans le cas où  $\Delta z$  est nul.

$\frac{\Delta P}{\Delta z}$ ( $10^4$ Pa $\cdot$ m $^{-1}$ )		0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
---	--	-----	-----	-----	-----	-----

Aux erreurs expérimentales près, le quotient des deux grandeurs est constant. La loi est **vérifiée** :

$$\Delta P = k \times \Delta z \text{ avec } k = 1,0 \times 10^4 \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-1}$$

##### Vérification par une représentation graphique



Aux erreurs expérimentales près, les points sont alignés et la droite passe par l'origine. La loi est **vérifiée**.

Le **coefficient directeur** (coefficient de proportionnalité) est obtenu à l'aide de deux points **C** et **D** de la droite éloignés.

$$k = \frac{\Delta P_C - \Delta P_D}{\Delta z_C - \Delta z_D}$$

$$\text{et } k = \frac{5,0 \times 10^4 \text{ Pa} - 0 \text{ Pa}}{5,0 \text{ m} - 0 \text{ m}} = 1,0 \times 10^4 \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-1}$$

#### À retenir !

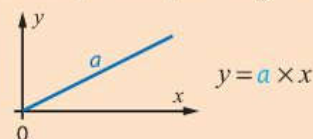
Pour vérifier si deux grandeurs  $y$  et  $x$  sont proportionnelles, je peux vérifier que :

le quotient des deux grandeurs est constant.

$$\frac{y}{x} = a = \text{constante (pour } x \neq 0 \text{ et } y \neq 0)$$

ou

la représentation graphique de l'une en fonction de l'autre est une droite passant par l'origine.





### 11 Calculer la valeur d'une force pressante

Écrire un résultat de manière adaptée.

Les deux faces d'une palissade de jardin ont chacune pour surface  $S$ . La pression atmosphérique est notée  $P_{\text{atm}}$ .

- Calculer la valeur  $F$  de la force pressante exercée par l'air sur chaque face de cette palissade. **Utiliser le réflexe 2**

**Données**

- $S = 15 \times 10^2 \text{ m}^2$
- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

### 12 Calculer une pression

Effectuer des calculs.

Une skieuse se trouve en haut de la piste de ski lors des Jeux olympiques 2018 à Pyeongchang. Elle porte un masque de surface  $S = 1,3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ .

La force pressante exercée par l'air extérieur sur le masque vaut  $F = 1,2 \times 10^3 \text{ N}$ .

- Calculer la pression atmosphérique  $P_{\text{atm}}$  en haut de la piste.



### 13 Étudier une force pressante (1)

Exploiter des informations sur un schéma.

Une force pressante  $\vec{F}$  exercée par un fluide au repos sur une vitre est représentée ci-dessous.

- De quel côté de la vitre se trouve le fluide exerçant cette force ?
- Déterminer la valeur de cette force.



### 14 Étudier une force pressante (2)

Faire un schéma adapté.

Un fluide au repos exerce une force pressante  $\vec{F}$  de valeur 15 N sur la paroi horizontale du fond d'un récipient.

- Schématiser cette force en précisant l'échelle utilisée.

## 3 La pression dans un fluide incompressible au repos

### 15 Calculer une différence de pression

Effectuer des calculs.



Dans l'océan, un poisson passe d'une position A située à 10,0 m de profondeur à une position B située à 13,0 m de profondeur.

- Donner la signification des grandeurs apparaissant dans la loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$ .

- Calculer la différence de pression entre A et B. **Utiliser le réflexe 1**

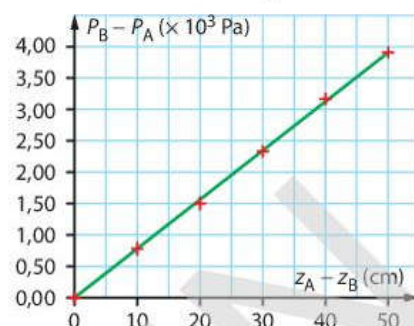
**Données**

- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- $\rho_{\text{eau de mer}} = 1,04 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

### 16 Déterminer une différence de coordonnées verticales

Exploiter un graphique.

On a représenté la différence de pression dans un liquide en fonction de la différence de coordonnées verticales à partir de mesures obtenues expérimentalement.



- Déterminer graphiquement la différence  $z_A - z_B$  pour laquelle la différence  $P_B - P_A$  vaut  $2,70 \times 10^3 \text{ Pa}$ .

- Montrer que la courbe obtenue est cohérente avec la loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$ .

- Pourquoi les points ne sont-ils pas parfaitement alignés ?

## 4 La pression dans un gaz au repos

VIDÉO Loi de MARIOTTE QR Code p. 200

Côté maths

Côté maths 3, p. 203

- À température constante et pour un nombre de molécules donné, la loi de MARIOTTE s'écrit :

$$P \times V = \text{constante}$$

- Indiquer l'allure de la représentation graphique de la pression d'un gaz en fonction de l'inverse de son volume.

- Indiquer comment évolue la pression si le volume diminue.

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

Mobiliser et organiser ses connaissances.

Deux bouteilles contiennent la même quantité de gaz à la même température. La pression dans la première bouteille est  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  et celle dans la deuxième bouteille est  $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Comparer leurs volumes.

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

Exploiter un schéma.

Les deux bouteilles ci-contre contiennent la même quantité de matière de gaz.

- Quelle est la pression du gaz dichlore dans la bouteille de droite ?







## 20 Calculer une pression

Utiliser un modèle pour prévoir.

1. Énoncer la loi de MARIOTTE.
2. Un volume d'air  $V_1 = 7,5 \text{ L}$  contenu dans une bouteille hermétique est à la pression  $P_1 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Calculer la pression  $P_2$  de cet air lorsque le volume est  $V_2 = 3,2 \text{ L}$ , en considérant que la température reste constante.

Utiliser le réflexe 3



## 21 Calculer un volume

Effectuer des calculs.

La pression de l'air contenu dans une bouteille hermétique de volume  $V_1 = 12,0 \text{ L}$  est  $P_1 = 20 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

1. Énoncer la loi de MARIOTTE.
2. En considérant que la loi de MARIOTTE est applicable dans ces conditions, déterminer le volume  $V_2$  qu'occuperait l'air si on portait la pression à  $P_2 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

## Exercices

## S'entraîner

### 22 Tension artérielle

Extraire et exploiter l'information ; effectuer des calculs.

On appelle tension (ou pression) artérielle  $T$  la différence entre la pression du sang et la pression atmosphérique :

$$T = P_{\text{sang}} - P_{\text{atm}}$$

Lors d'un examen médical, le médecin annonce deux valeurs de tension artérielle :

- la pression maximale (ou pression systolique) qui correspond à la pression du sang au moment de la contraction du cœur ;
- la pression minimale (ou pression diastolique) qui correspond au relâchement du cœur.

Ces valeurs sont données dans une unité particulière qui est le centimètre de mercure (cm Hg).

Pendant un contrôle médical, un médecin annonce à un sportif une tension de « 12-8 ».

1. Exprimer les deux tensions artérielles en pascal.
2. Calculer la pression du sang pour ces deux valeurs.

#### Données

- $1 \text{ cm Hg}$  correspond à  $1\,333 \text{ Pa}$
- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$



### 23 Connaître les critères de réussite

#### Pression en plein vol

Faire un schéma adapté.

La pression à l'intérieur d'un avion, initialement égale à la pression atmosphérique au niveau du sol, diminue petit à petit lors de la montée pour se stabiliser à  $800 \text{ hPa}$  lorsque l'altitude de l'avion est supérieure à  $2\,000 \text{ m}$ .

On étudie un avion volant à l'altitude constante de  $10\,000 \text{ m}$ . À cette altitude, la pression atmosphérique est  $264 \text{ hPa}$ .

1. Calculer la valeur  $F_1$  de la force pressante exercée par l'air extérieur sur une surface  $S$  de l'avion de  $0,20 \text{ m}^2$ .

2. Calculer la valeur  $F_2$  de la force pressante exercée par l'air intérieur sur la même surface  $S$ .

3. On supposera que la surface  $S$  est plane. Représenter, à l'échelle  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 2 \times 10^3 \text{ N}$ , les forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ .

4. Pourquoi la carlingue d'un avion doit-elle être rigide ?



#### Critères de réussite

J'ai converti la pression dans la bonne unité. (Questions 1 et 2)

☐

J'ai respecté les notations de l'énoncé. (Questions 1 et 2)

☐

J'ai tracé les vecteurs avec soin et à la règle. (Question 3)

☐

### 24 Calculer une pression et un volume

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Un apnéiste, pour aller explorer les fonds marins, prend une inspiration importante lorsqu'il se trouve à la surface de l'eau puis bloque sa respiration.



Avant de s'immerger, le volume d'air contenu dans ses poumons est  $V_0 = 6,0 \text{ L}$  et la pression de l'air a pour valeur celle de la pression atmosphérique  $P_{\text{atm}} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ . On supposera que la pression de l'air dans les poumons de l'apnéiste est égale à la pression de l'eau qui l'entoure.

1. Les coordonnées verticales des positions de l'apnéiste sont repérées sur un axe  $Oz$  orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.

Exprimer la pression  $P$  de l'eau pour une coordonnée verticale  $z$ , en utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$ .

- 2.a. Calculer la pression  $P_1$  de l'eau lorsque l'apnéiste se trouve à  $15 \text{ m}$  de profondeur.

- b. En déduire, à  $15 \text{ m}$  de profondeur, la pression de l'air contenu dans ses poumons.

3. Calculer le volume  $V_1$  occupé par cet air à  $15 \text{ m}$  de profondeur.

#### Données

$$\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$



## 28 Forage

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.



Un forage est effectué à 2 000 m de profondeur. Le puits de forage est cylindrique de diamètre  $D$ . Au fond du puits, la tête de forage atteint une poche de pétrole dont la pression est  $P_F = 2,1 \times 10^7$  Pa. Pour que le pétrole ne s'écoule pas, de la boue, que l'on considérera modélisable par un fluide, est injectée dans le puits de forage. Il est nécessaire que la pression de cette boue au fond du puits soit égale à la pression du pétrole dans la poche.

1. Déterminer la hauteur  $H$  de la colonne de boue qu'il est nécessaire d'injecter dans le trou de forage pour que le pétrole ne s'échappe pas.
2. Le diamètre  $D$  du puits de forage est 50 cm. Calculer le volume  $V$  de boue dans le puits de forage dans ces conditions.
3. En déduire la masse  $m$  de boue utilisée.

### Données

- Loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$
- $\rho_{\text{boue}} = 1,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$
- Volume d'un cylindre de hauteur  $H$ , de diamètre  $D$  :

$$V = \pi \times \frac{D^2}{4} \times H$$

- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

## 29 Tooth decay and diving

Pratiquer une langue vivante.

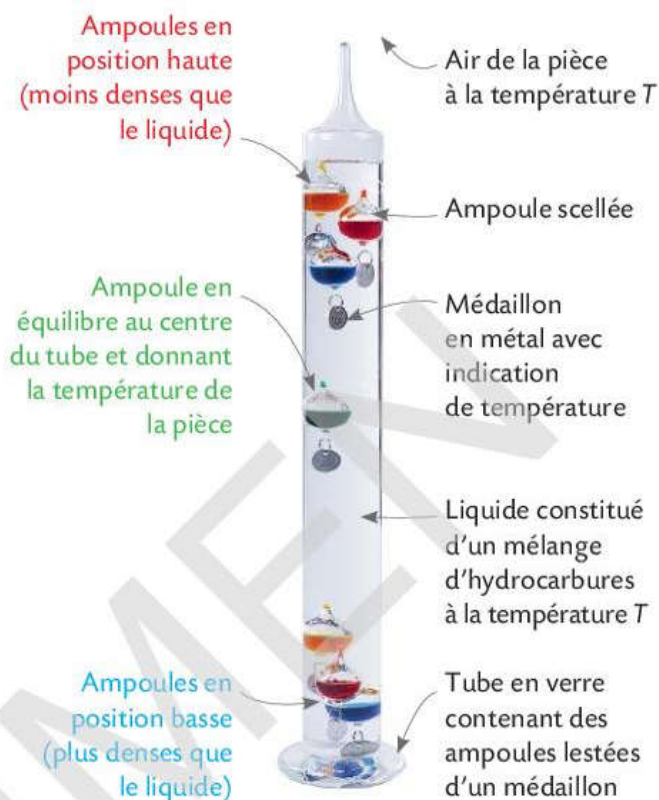
**Tooth squeeze**<sup>1</sup> occurs during a **scuba diving**<sup>2</sup> ascent when air is trapped in a dental filling or cavity. As a diver goes deeper under water, air can enter a cavity or dental **filling area**<sup>3</sup>. As the diver ascends that air (or gas) expands and is «trapped» resulting in pain to that area. Tooth squeeze is more likely to occur to divers with **tooth decay**<sup>4</sup>.

**Vocabulary** : 1. *tooth squeeze* : traumatisme dentaire lié à un changement de pression ; 2. *scuba diving* : plongée sous-marine ; 3. *filling area* : plombage ; 4. *tooth decay* : carie.

1. Which law of physic about gases applies in these conditions?
2. What is the formula that describes this law?
3. Justify the air expansion.

## 30 Le thermomètre de GALILÉE

Exploiter des informations ; interpréter des observations.



Dans un thermomètre de GALILÉE, la masse volumique de chaque ampoule est constante alors que celle du liquide décroît quand la température augmente.

1. L'ampoule indiquant 20 °C est en équilibre dans la partie centrale du tube.
  - a. Comparer alors la masse volumique  $\rho_{\text{liquide}}$  à celle de l'ampoule  $\rho_{20^\circ}$ .
  - b. Quelle est alors la position de l'ampoule de masse volumique  $\rho_{18^\circ}$  et dont le médaillon indique 18 °C ?
2. Si la température ambiante passe de 20 à 18 °C :
  - a. dans quel sens va se déplacer l'ampoule indiquant 20 °C ?
  - b. dans quel sens va se déplacer celle de 18 °C ?
  - c. Expliquer l'origine microscopique de cette baisse de température.

## 31 Exercice à caractère expérimental

### La loi de MARIOTTE

Confronter un modèle à des résultats expérimentaux.

Pour vérifier la loi de MARIOTTE, on dispose d'une seringue reliée à un capteur de pression comme le montre la photo ci-dessous :





On rassemble les mesures dans le tableau suivant :

V (mL)	10	20	30	40	50	60
P (kPa)	610	303	205	153	124	102

1. Vérifier que les résultats expérimentaux sont en accord avec la loi de MARIOTTE.

2. À l'aide du langage de programmation Python, on souhaite tracer le graphe de l'évolution de la pression en fonction de l'inverse du volume. Un extrait du code est donné ci-dessous :

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 #Liste des volumes
3 V=[10*(i+1) for i in range( )]
4 #Liste des inverses de volume
5 inverseV=[1/V[i] for i in range(len(V))]
6
7 #liste des pressions
8 P=[610,303,205, , , ]
9
10 #liste des produits pression x volume
11 PV=[ *V[i] for i in range(len(V))]
12 #moyenne du produit Pression x volume
13 PVmoy=sum( )/len(PV)
```

Compléter les champs manquants surlignés dans les premières lignes de code.

3. Tracer le graphique de l'évolution de la pression en fonction de l'inverse du volume. On pourra utiliser le programme en langage Python disponible.

[lycee.hachette-education.com/pc/1re](http://lycee.hachette-education.com/pc/1re)

4. Expliquer pourquoi le graphique obtenu est en accord avec la loi de MARIOTTE.

### 32 Une canette écrasée

Mobiliser et organiser ses connaissances ; rédiger une argumentation.

On fait chauffer un peu d'eau liquide contenue dans une canette ouverte. Lorsque l'eau bout, la vapeur d'eau remplace l'air à l'intérieur de la canette. On retourne alors la canette dans un bol rempli d'eau froide. Au contact de l'eau froide, on entend un froissement métallique et on constate le changement observable sur la photographie suivante.



1. Sans faire de calcul, indiquer quelle est la pression à l'intérieur de la canette ouverte, lorsque celle-ci contient la vapeur d'eau et n'a pas encore été retournée.

2. Proposer une explication de l'observation, en termes de forces pressantes.

3. En déduire comment a évolué la pression à l'intérieur de la canette lorsque celle-ci est mise au contact de l'eau froide.

4. Quel changement d'état peut expliquer ce phénomène ?

### 33 À chacun son rythme

#### Info ou intox

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés passer à l'énoncé détaillé.

Une bouteille d'eau de volume  $V_1 = 1,5$  L, en plastique très souple, est remplie d'air et fermée hermétiquement alors que la pression atmosphérique  $P_1$  est  $1,01 \times 10^5$  Pa. La bouteille est descendue progressivement à 20 m de profondeur par un plongeur.

La pression  $P$  de l'air dans la bouteille est mesurée à différentes profondeurs. Le relevé des mesures est consigné dans le tableau ci-dessous. La température de l'eau est considérée constante.

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	$1,16 \times 10^5$	
2,0	$1,21 \times 10^5$	
2,5	$1,26 \times 10^5$	
3,0	$1,30 \times 10^5$	
10	$1,99 \times 10^5$	
15	$2,48 \times 10^5$	
20	$2,97 \times 10^5$	

#### Commentaire d'un internaute amateur de plongée

Hippocampe 16

15/02/2019

20 h 05

#### Impressionnant !!!

« Bouteille remplie d'air en surface puis bouchée... Et amenée à 20 m de profondeur dans une fosse de plongée ! »



#### Énoncé compact

- La dessin publié par l'internaute est-il réaliste ?

#### Énoncé détaillé

1. La loi de MARIOTTE est-elle vérifiée pour les trois premières lignes du tableau ?

2. En considérant que la loi est vérifiée pour toutes les profondeurs du tableau, donner l'expression du volume  $V$  de la bouteille en fonction de la pression  $P$ .

3. Compléter la dernière colonne du tableau.

4. En déduire le volume  $V$  de la bouteille au fond de la fosse.

5. Le dessin publié par l'internaute est-il réaliste ?

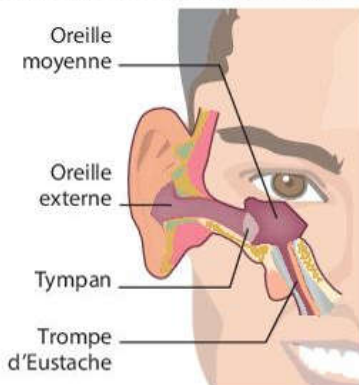


37  
CORRIGÉ 30 min

## La manœuvre de VALSALVA

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs ; faire un schéma adapté.

Lorsqu'on s'immerge, la pression de l'eau au niveau de l'oreille externe augmente. Elle devient supérieure à la pression de l'air dans l'oreille moyenne égale à la pression atmosphérique. Le tympan se déforme ce qui provoque une douleur vive. Pour pallier ce phénomène, il existe la manœuvre de VALSALVA. Elle consiste à souffler par le nez tout en le pinçant et en maintenant la bouche fermée. La trompe d'Eustache s'ouvre et de l'air entre dans l'oreille moyenne. Les pressions entre les oreilles externe et moyenne s'équilibrent. Les coordonnées verticales des positions sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.



1. Un plongeur s'immerge en position B et se stabilise à une profondeur de 10 m.

Calculer la pression  $P_B$  à la position B en utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides :

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

Utiliser le réflexe 1

2. Calculer la valeur  $F$  de la force pressante exercée par l'eau sur le tympan du plongeur dont la surface est  $S = 80 \text{ mm}^2$ .

Utiliser le réflexe 2

3. Représenter en indiquant l'échelle choisie la force pressante  $\vec{F}$  qui s'exerce sur le tympan.

4. On suppose que la trompe d'Eustache du plongeur ne s'ouvre pas lors de son immersion.

a. Calculer la valeur  $F'$  de la force pressante exercée par l'air de l'oreille moyenne sur le tympan avant d'effectuer la manœuvre de VALSALVA.

Utiliser le réflexe 2

b. Justifier la déformation du tympan à l'origine d'une vive douleur.

### Données

$$g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

### Faire un schéma adapté

Question 3 réussie ?

😊 S'entraîner encore

→ ex. 8

😊 Relever un autre défi

→ ex. 23

38  
CORRIGÉ 30 min

## Le parachute de palier

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Un parachute de palier permet de signaler à la surface de l'eau la présence d'un groupe de plongeurs prêts à faire surface.

Il existe deux types de parachutes de palier.

- Les parachutes de palier sans soupape qui sont ouverts à une de leurs extrémités. Ceci permet au plongeur d'y injecter de l'air. Lorsque le parachute de palier remonte, le volume d'air qu'il contient augmente. Si ce volume est supérieur au volume maximal du parachute, une certaine quantité d'air s'évacue par l'ouverture du parachute. Les coordonnées verticales des positions sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.



- Les parachutes de palier avec soupape. Le principe est le même sauf que l'air injecté reste emprisonné dans le parachute de palier tant que la pression de cet air ne dépasse pas une certaine valeur. Si cette valeur est dépassée, la soupape s'ouvre afin de libérer une certaine quantité d'air.

La température de l'eau est considérée comme constante.

1. À 8,0 m de profondeur à la position B, un plongeur injecte un volume  $V_B = 6,2 \text{ L}$  d'air dans le parachute de palier sans soupape et le laisse remonter à la surface. La pression de l'air dans le parachute de palier est égale à la pression de l'eau qui l'entoure.

a. À l'aide de la loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$ , calculer la pression  $P_B$  à 8,0 m de profondeur.

Utiliser le réflexe 1

b. En déduire la pression de l'air dans le parachute de palier à cette profondeur.

c. Calculer le volume  $V$  qu'occupe l'air injecté dans le parachute de palier lorsqu'il atteint la surface. Utiliser le réflexe 3

2. Dans les mêmes conditions, le plongeur utilise un parachute de palier à soupape dont le volume peut atteindre au maximum une valeur  $V' = 9,0 \text{ L}$ .

Calculer la pression de l'air contenu dans le parachute de palier à soupape lorsque la soupape s'ouvre. Utiliser le réflexe 3

3. Quelle est l'origine microscopique de la pression ?

### Données

$$g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

### Effectuer des calculs

Question 1.a réussie ?

😊 S'entraîner encore

→ ex. 15

😊 Relever un autre défi

→ ex. 24