

- Mesurer la pression en un point d'un fluide.
- Calculer une pression et la convertir dans une unité adaptée à la situation
- Vérifier expérimentalement la loi de Boyle-Mariotte.



Alexandre et Médina vérifient leur voiture avant de partir en vacances. Ils passent par la station-service pour mesurer la pression des pneus. Sur la notice technique Médina constate que les pneus avant doivent être gonflés à 2,2 bars et les pneus arrière à 2,1 bars. Alexandre pense que la pression de la notice est valable pour des pneus froids et qu'il faut l'augmenter pour des pneus chauds

Problématique

Alexandre a-t-il raison au sujet de la pression des pneus à chaud ? Comment vérifier, à volume constant, la variation de la pression lorsque la température augmente ?

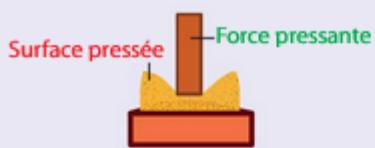
1/ Comprendre la notion de pression

Cet hiver, Lisa et Ryan partent à la montagne pour un week-end. Ils décident d'aller se promener mais après un quart d'heure de marche ils sont déjà épuisés. Ils constatent que leurs pieds laissent des empreintes profondes dans la neige. Pour marcher plus facilement Lisa conseille à Ryan de chauffer des raquettes. Ryan n'est pas convaincu et pense que cela ne changera rien, a-t-il raison ?



Réaliser

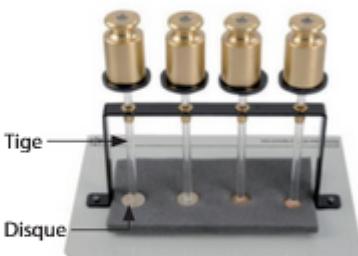
Doc. 1



Force pressante et surface pressée

Une **force pressante** est répartie sur une surface. Cette force pressante est susceptible de déformer la surface sur laquelle elle s'applique : on parle de **surface pressée**. La force se mesure en **newtons (N)** et la surface pressée en **mètres carrés (m²)**.

Une masse marquée est placée sur une tige à plateau vertical et exerce, par son poids, une force pressante au centre d'un disque posé sur un bloc de mousse.



1 Expérience 1 : influence de la valeur de la force pressante

- Placer sous chaque tige un disque identique.
- Placer sur les plateaux des masses marquées de valeurs croissantes.

Comparer la déformation du bloc de mousse sous chaque disque.

2 Expérience 2 : influence de la surface pressée

- Placer sous les tiges des disques de surface croissante.
- Placer sur les plateaux quatre masses marquées identiques.

Comparer la déformation du bloc de mousse sous chaque disque.

Valider/Communiquer

3 Identifier, dans les deux expériences, la surface pressée et la force pressante.

4 La déformation du bloc de mousse étant liée à la pression, indiquer de quoi dépend la pression.

5 En déduire la relation entre la pression p , la force pressante F (poids de la masse marquée) et la surface pressée S (aire du disque sur le bloc de mousse) en cochant la bonne réponse :

$p = \frac{S}{F}$ $p = \frac{F}{S}$ $p = F \times S$ $p = F + S$

6 Que peut-on dire à Ryan ? Expliquer.

2/ Déterminer une force pressante

L'altitude de croisière d'un avion à réaction est d'environ 10 000 m d'altitude.

À cette altitude, la pression atmosphérique est très faible, environ 264 hPa, l'air est pauvre en oxygène et la température chute. Comme on ne peut pas vivre dans de telles conditions, il faut donc maintenir à l'intérieur de l'avion une pression suffisante équivalente à celle régnant aux alentours de 2 000 m, soit environ 795 hPa, c'est la pressurisation. À cause de la pressurisation la porte de l'avion subit une force pressante très importante. Comment déterminer cette force ?



S'approprier

- 1 Relever la pression à 2 000 m d'altitude :

À 10 000 m :



$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$$
$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

- 2 Convertir les pressions précédentes en pascals (Pa), puis en bars.

Analyser/Raisonner

- 3 Comment peut-on mesurer la valeur de la pression à 0 m, appelée pression atmosphérique ? **Expliquer.**

- 4 La pression est-elle plus importante à l'intérieur ou à l'extérieur de l'avion en vol ?

- 5 Quel est l'effet de la force pressante qui s'exerce à l'intérieur de l'avion ?

Réaliser

- 6 Sachant que la porte de l'avion est assimilée à un rectangle de 81 cm de largeur sur 185 cm de hauteur, **calculer** l'aire de la surface pressée S en m^2 . **Arrondir** à 0,01.

- 7 **Calculer** la différence de pression, en pascals, entre l'intérieur et l'extérieur de l'avion.

- 8 En **déduire** la valeur F de la force pressante, qui s'applique sur la porte de l'avion, à l'aide de la formule ci-contre. **Exprimer** le résultat en kilonewtons (kN) et **arrondir** à l'unité.

MATHS +/-

Voir la fiche 5, p. 216



$$p = \frac{F}{S}$$

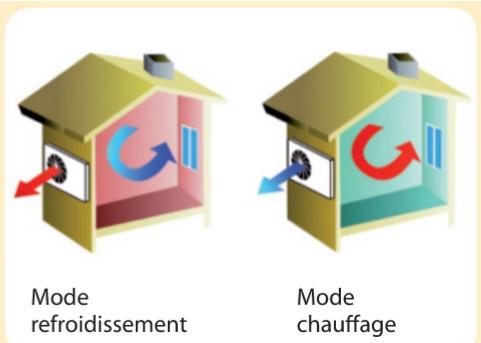
3/ Vérifier la loi de Boyle-Mariotte

Killian souhaite équiper sa maison d'une pompe à chaleur réversible. Il consulte un artisan pour en comprendre le fonctionnement.

Une pompe à chaleur comporte quatre éléments importants qui agissent sur un gaz : le compresseur, le condenseur, le détendeur et l'évaporateur.

Deux éléments provoquent un changement d'état et deux autres une variation de la pression.

Comment faire varier la température du gaz sans le chauffer ?



Analyser/Raisonner

- 1 Citer les deux éléments qui font intervenir une variation de pression.

- 2 Expliquer quel peut être le rôle du compresseur et celui du détendeur sur le volume d'un gaz.

Réaliser

3 Mesure de la pression

- Positionner le piston de la seringue à 60 mL.
- Relier la seringue à un pressiomètre par un tube en plastique.
- Noter la pression initiale en hPa.
- Appuyer lentement sur le piston jusqu'à 55 mL et relever la pression.
- Faire de même pour les autres volumes V_{seringue} .



$V_{\text{seringue}} (\text{mL})$	60	55	50	45	40	30
$p (\text{hPa})$						

4 Calcul du volume

Pour raisonner sur le volume d'air total de l'expérience, il faut aussi tenir compte du volume d'air contenu dans le tuyau.

Le tuyau peut être assimilé à un cylindre dont le volume V_{tuyau} se calcule à l'aide de la formule $V = \pi R^2 \times h$.

- Mesurer le diamètre intérieur du tube. $D =$
- Convertir le rayon en cm. $R =$
- Mesurer la longueur en cm du tuyau utilisé. $h =$
- Calculer le volume du tuyau en cm^3 et arrondir à l'unité. $V_{\text{tuyau}} =$
- Exprimer le volume en mL. $V_{\text{tuyau}} =$



$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

5 Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats se fera avec un tableur.

- Recopier les données de l'expérience dans le tableau suivant, avec $V = V_{\text{seringue}} + V_{\text{tuyau}}$

	A	B	C	D	E	F	G
1	$p (\text{hPa})$	<input type="text"/>					
2	$V (\text{mL})$	<input type="text"/>					
3	$1/V$	$=1/B2$					

- Ouvrir un tableur et saisir les deux premières lignes du tableau dans la feuille de calcul.

- Calculer $\frac{1}{V}$ dans la troisième ligne en insérant en B3 la formule $=1/B2$ puis copier cette formule jusqu'en G3.
- Régler le format des cellules à 4 chiffres après la virgule.
- Masquer la ligne 2 en faisant un clic droit sur le numéro de la ligne.
- Sélectionner l'ensemble des cellules des deux lignes restantes.
- Représenter la pression p en fonction de $\frac{1}{V}$ à l'aide d'un graphique :
 - avec Excel 2007/2010, choisir **Insertion** puis **Nuage de points**.
 - avec Calc, cliquer sur l'icône **Diagramme** puis choisir **XY (dispersion)**.
- Relier les points en ajoutant une courbe de tendance (clic droit sur un des points).
- Choisir l'option linéaire.
- Modifier l'échelle sur l'axe des abscisses avec un minimum à 0 (clic droit sur l'axe).

MATHS +/-

Voir la fiche 1, p. 214

Valider

- 6 Dire si la pression diminue ou augmente lorsque le volume diminue.

- 7 Décrire l'allure de la courbe obtenue représentant p en fonction de $\frac{1}{V}$.

MATHS +/-

Voir la fiche 3, p. 215

- 8 Peut-on dire que les grandeurs p et $\frac{1}{V}$ sont proportionnelles ? Justifier la réponse.

Doc.

Loi de Boyle-Mariotte

$$\text{Pression (Pa)} \leftarrow pV = \text{Constante} \downarrow \text{Volume (m}^3\text{)}$$

Les grandeurs p et $\frac{1}{V}$ sont proportionnelles.

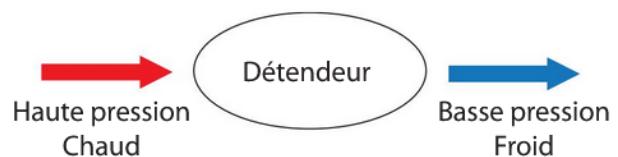
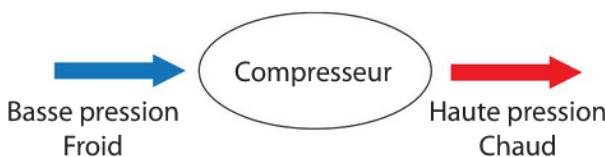
La loi de Boyle-Mariotte n'est vérifiée que pour un **gaz** et à **température constante**. Si la **température** du gaz augmente ou diminue, alors la **pression** augmente ou diminue aussi. Par conséquent, lorsque la pression du gaz est modifiée (par un compresseur ou un détendeur par exemple) la température de ce gaz évoluera elle aussi.

- 9 En appuyant lentement sur le piston lors des mesures, on considère que la température reste constante. La loi de Boyle-Mariotte est-elle vérifiée par l'expérience ?

Communiquer

L'utilisation d'un compresseur et d'un détendeur permet de faire varier les grandeurs physiques : p , T et V .

- 10 Compléter les schémas suivants en y ajoutant la variation de chaque grandeur par une flèche oblique.



p T V

p T V

- 11 Peut-on faire varier la température d'un gaz sans le chauffer ? Justifier la réponse.

4/ Étudier l'influence de la température sur la pression

Problématique :

Alexandre a-t-il raison au sujet de la pression des pneus à chaud ?

Comment peut-on vérifier, à volume constant, la variation de la pression lorsque la température augmente ?



ÉTAPE 1 Je formule une hypothèse

Cocher la (ou les) bonne(s) proposition(s).

- Je pense qu'Alexandre a raison.
- Je pense qu'Alexandre a tort.
- Je pense qu'à volume constant la pression augmente lorsque la température

ÉTAPE 2 Je propose un protocole expérimental

Schématiser l'expérience et cocher le matériel nécessaire.

A large grid for drawing a schematic diagram of the experiment. A small icon of a pencil is located in the top-left corner of the grid.

ÉTAPE 3 Je réalise l'expérience

Noter les résultats de l'expérience.

ÉTAPE 4 Je valide

Conclure sur la variation des grandeurs physiques.

ÉTAPE 5 Je communique

Valider les hypothèses de départ.

Trace écrite : Distinguer force pressante et pression

1/ Force pressante et surface pressée

• Une force pressante (**F**) est une force répartie sur une surface (**S**) et susceptible de la déformer. La surface de contact est appelée surface pressée.

• Les fluides (liquides et gaz) et les solides exercent sur les objets et les personnes des forces pressantes.

Exemples :

1/ Un promeneur qui marche à l'aide de ses raquettes : contact solide / solide

2/ L'air dans le pneu : les molécules d'air viennent frapper les parois (surface) du pneu crée ainsi des forces qui gonflent le pneu contact air / solide

• La pression (**p**) est mesurée en chaque point de la surface de contact entre un objet et le fluide (ou le solide) qui agit sur lui.

2/ Pression

• L'unité de pression du système international est le pascal, **de symbole Pa**.

• La pression atmosphérique (la pression de l'air qui nous entoure) est mesurée avec un **baromètre**. Au niveau de la mer, la pression atmosphérique est de l'ordre de **1 bar soit 1 000 hPa = 100 000 Pa**.

• La pression d'un fluide (liquide ou gaz) est mesurée à l'aide d'un **manomètre** dans le monde professionnel et d'un **pressiomètre** en classe.

• La pression **p** exercée par une force pressante de valeur **F** sur une surface plane d'aire **S** est définie par :

$$p = \frac{F}{S}$$

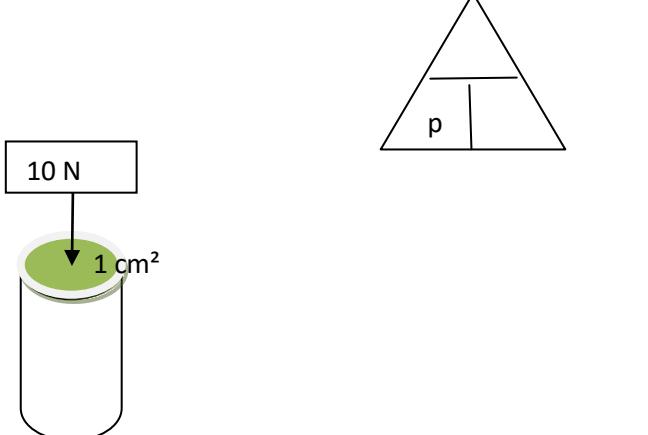
Avec **F** en N, **S** en **m²** et **p** en Pa

Exemples

1/ on donne les dimensions du piston suivant :

On appuie sur la tige du piston avec 10 N

Surface disque : 1 cm² = m²



Calculer la pression en Pa qui règne dans le cylindre en pascals puis en bars

3/ Principe de Pacal

Un fluide incompressible transmet intégralement la pression en tous ses points. La pression est la même dans tout le fluide si celui-ci est soumis à une force pressante.

Exemple : presse hydraulique

Petit piston : $F_1 = 100 \text{ N}$ $S_1 = 2 \text{ cm}^2$

Grand piston: $F_2 = ?$ $S_2 = 6 \text{ cm}^2$



4/ Loi de Boyle-Mariotte

• Au XVII ème siècle, Boyle et Mariotte ont montré que, à température constante et pour une quantité donnée de gaz, le produit de la pression p et du volume V est constant.

$$pV = \text{Constante}$$

• Si la température n'est pas constante, la relation entre pression et volume est différente. On peut retenir que plus la température augmente, plus la pression augmente et inversement

EXERCICES :

Je teste mes acquis

Cocher la (ou les) bonne(s) réponse(s).

→ lienmini.fr/4935-102



- 1** La pression de l'air qui nous entoure, c'est :
- la force pressante
 - la pression atmosphérique
 - le poids de l'air
- 2** La pression atmosphérique est égale à :
- 1 013 hPa
 - 10 130 Pa
 - 1 bar environ
- 3** La relation entre la pression, la force pressante et la surface pressée est :
- $$a. \boxed{p = \frac{F}{S}} \quad b. \boxed{p = \frac{F}{S}} \quad c. \boxed{F = p \times S}$$
- 4** Une pression se mesure avec :
- un pressiomètre
 - un manomètre
 - un voltmètre
- 5** Si on augmente la surface pressée, la pression :
- augmente
 - diminue
 - ne varie pas
- 6** D'après la loi de Boyle-Mariotte, si la pression augmente alors le volume :
- augmente
 - diminue
 - ne varie pas
- 7** Une pression de 3,2 bar est égale à :
- 320 000 Pa
 - 32 000 Pa
 - 3 200 hPa
- 8** La valeur d'une force s'exprime en :
- kg
 - Pa
 - N
- 9** La pression sous-marine augmente de 1 bar tous les 10 mètres. À 30 m de profondeur sous la mer, la pression sera égale à :
- 3 bar
 - 4 bar
 - 5 bar
- 10** Un fluide peut être :
- un liquide
 - un solide
 - un gaz

2 Bouteille de plongée



Une bouteille de plongée est remplie d'air comprimé à la pression de 200 bars.

3 Gonflage des pneus

Les profils de trois pneus sont représentés en coupe. Cocher les bonnes réponses.

	Profil 1	Profil 2	Profil 3
Pneu gonflé à la pression conseillée par le constructeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pneu sur-gonflé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pneu sous-gonflé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Convertir la pression en pascals.

2. Il est nécessaire d'équiper la bouteille de plongée d'un robinet pour détendre le gaz et ainsi pouvoir respirer. Indiquer l'effet du détendeur sur la valeur de la pression.