

PRESSION

(exercices expérimentaux)

MT22403



DVD scientifique et pédagogique de 20 minutes

Ce film s'adresse aux élèves de troisième des collèges pour travailler sur le chapitre concernant la pression, mais il peut aussi être utilisé pour l'option sciences expérimentales de première scientifique.

Ce film comporte 20 séquences indépendantes appelées "exercices expérimentaux". Chaque séquence présente une expérience ou une observation souvent difficile à réaliser en classe. L'ensemble des séquences est un panorama assez complet de ce que l'on peut réaliser sur ce sujet.

Il est conçu pour être utilisé en deux temps:

- 1) faire passer une séquence sans le son de telle façon que le professeur puisse poser des questions, par exemple celles que nous vous proposons dans cette notice;
- 2) passer la même séquence avec le son qui donne la réponse aux questions posées.

Pour chaque séquence où cela est utile, nous avons ajouté les données et les résultats de quelques applications numériques possibles.

ATTENTION les manipulations de mercure sont dangereuses et nécessitent des précautions importantes qui ont été prises lors du tournage et qui ne sont pas forcément visibles à l'image.

Les principales séquences du DVD (la durée de chaque séquence est indiquée en italique à la fin)

Exercice expérimental 1 : pression sur plâtre.

Nous disposons de deux éprouvettes remplies de plâtre. Deux surfaces identiques sont fixées à l'extrémité de tiges. A l'autre extrémité se trouve un plateau sur lequel nous allons placer deux masses différentes. La pression exercée sur le plâtre est la plus importante, à surface égale, du côté de la masse la plus grande.

Recommençons l'expérience avec des surfaces différentes. Utilisons cette fois deux masses égales. La pression exercée sur le plâtre est la plus importante, à masse égale, du côté de la surface la plus petite.

- Application numérique :
- masse du plateau: 100 g
- petite surface: diamètre de 22 mm, donc $3,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- grande surface: diamètre de 35 mm, donc $9,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- première comparaison: pressions 5000 Pa et 8000 Pa environ
- deuxième comparaison : pressions 8000 Pa et 3000 Pa environ

Durée :55 secondes

Exercice expérimental 2: découpe et pression.

Le tranchant de la lame est une petite surface qui permet de couper la banane. Le plat de la lame est une grande surface qui ne permet pas de couper. De la même façon, la pointe de la punaise peut seule s'enfoncer dans le carton. Une pression sur une très faible surface est utilisée tous les jours pour couper ou déformer de nombreux objets.

Durée : 30 secondes

Exercice expérimental 3: pression et surface.

La statue est placée sur un socle de grande surface pour empêcher son enfoncement dans le sol. Les pneus larges du tracteur ont une surface suffisante pour rouler sur un sol meuble.

Durée :45 secondes

Exercice expérimental 4: l'oeuf et la carafe.

Enflammons du papier et introduisons-le dans la carafe. L'air chauffé s'échappe en partie de la carafe. Posons un oeuf pour empêcher l'air extérieur de rentrer. Normalement l'oeuf ne peut entrer dans la carafe sans être détruit. Après combustion du papier, l'oeuf se déforme pour entrer dans la carafe. La pression de l'air extérieur est exercée uniformément sur l'ensemble de la surface supérieure de l'oeuf.

Durée: 55 secondes

Exercice expérimental 5 : le ballon perce.

De l'eau est envoyée sous pression dans un ballon percé. Les jets d'eau semblent provenir du centre de la sphère. Ils sont perpendiculaires à la surface en chaque point.

Durée: 10 secondes

Exercice expérimental 6 : le crève-vessie.

Plaçons une membrane sur un tube. Une pompe permet de faire le vide dans le tube. La membrane se creuse sous les forces pressantes dues à l'air extérieur, qui ne sont plus compensées par les forces pressantes dues à l'air intérieur. Les forces pressantes s'exercent perpendiculairement à la surface de contact, d'où la déformation sphérique.

* Application numérique

- diamètre du tube: 100 mm

- force pressante exercée : 750 N (poids d'une masse de 75 Kg)

Durée : 40 secondes

Exercice expérimental 7 : le ballon de baudruche.

Fermons un ballon avant de le placer sous la cloche à vide. Les forces pressantes dues à l'air extérieur au ballon diminuent au fur et à mesure que le vide s'établit. Les forces pressantes dues à l'air emprisonné dans le ballon le gonflent. L'arrivée d'air provoque le phénomène inverse.

Durée: 50 secondes

Exercice expérimental 8 : l'implosion du téléviseur.

Le choc d'une masse sur un écran de téléviseur provoque son implosion. L'entrée brutale d'air dans un tube normalement vide projette des éclats de verre, en particulier vers l'avant. L'épaisseur du verre du tube lui permet de résister à un vide poussé.

* Application numérique

- dimension de la surface : 300 mm X 400 mm

- force pressante exercée: 12000 N (poids d'une masse de 1,2 t) Durée . 45 secondes

Exercice expérimental 9 : les hémisphères de Magdebourg.

Faisons le vide à l'intérieur de deux hémisphères simplement accolés. Les forces pressantes exercées par l'air extérieur sur les hémisphères sont très supérieures aux forces exercées par les pompiers. Lorsque l'air agit sur les deux côtés de la paroi, les hémisphères se séparent.

Application numérique

- diamètre des hémisphères: 200 mm

- force pressante: 12600 N (poids d'une masse de 1260 Kg, soit 200 Kg par pompier!)

Durée: 40 secondes

3 Exercice expérimental 10: l'écrasement du bidon.

Versons un peu d'eau dans un bidon métallique. Portons l'eau à ébullition pendant plus d'une heure, pour que la vapeur d'eau chasse l'air. Le bidon étant hermétiquement fermé, refroidissons-le avec de l'eau. La vapeur d'eau à l'intérieur se condense. La pression intérieure diminue et le poids de l'air extérieur écrase le bidon.

* Application numérique

- dimensions du bidon: hauteur 880 mm, diamètre 580 mm
- surface calculée: $2,3 \text{ m}^2$
- force pressante: 213 000 N (poids d'une masse de 21,3 tonnes)

Durée: 1 minute 30 secondes

Exercice expérimental 11: pesée de l'air.

Faisons le vide dans une ampoule. Mesurons sa masse. Remplissons-la d'air. Mesurons sa nouvelle masse. Elle est supérieure de 0,26 g, donc la masse volumique de l'air est de 1,3 g par litre.

* Application numérique

- 200 mL d'air pèsent 0,26 g: masse volumique de 1,3 g/L Durée .~ 40 secondes

Exercice expérimental 12 : le baromètre à mercure.

Le baromètre mesure la pression atmosphérique. Sa valeur moyenne est de 760 millimètres de mercure. Pour fabriquer un baromètre, remplissons un tube en verre avec du mercure. Le tube plein est retourné dans une cuve contenant du mercure. Il s'équilibre à une hauteur précise. La hauteur est une mesure de la pression atmosphérique en millimètres de mercure.

Durée: 1 minute 20 secondes

Exercice expérimental 13 : du baromètre à mercure au baromètre à eau.

Installons des tubes barométriques de formes différentes. La dénivellation du mercure est strictement la même, la forme du tube n'influence donc pas la valeur mesurée.

Construisons un baromètre à eau sur le même principe que le baromètre à mercure. Remplissons un tube de plus de 12 mètres avec de l'eau. Une fois plein, ouvrons le bas du tube dans une cuve à eau. Introduisons un bouchon pour visualiser le niveau de l'eau. Attendons que le niveau se stabilise. La pression atmosphérique mesurée est de 10,25 mètres d'eau.

Comparons avec un baromètre à mercure. La dénivellation de l'eau est 13,6 fois plus importante que celle du mercure alors que le mercure est 13,6 fois plus dense que l'eau.

Durée: 3 minutes 20 secondes

Exercice expérimental 14: le crève-tonneau de Pascal.

Remplissons un tonneau d'eau. Fixons un tube de plus de 15 mètres de haut sur le tonneau. Remplissons le tube d'eau. La surpression importante liée à la hauteur d'eau disjoint les douves, malgré le peu d'eau ajoutée.

Durée: 1 minute 10 secondes

Exercice expérimental 15 : l'altimètre.

Plaçons un altimètre sous une cloche à vide. En faisant le vide, l'altitude affichée augmente rapidement. La pression atmosphérique diminue avec l'altitude, il suffit donc de graduer un baromètre en mètres pour fabriquer un altimètre.

Durée: 25 secondes

Exercice expérimental 16 : l'ébullition de l'eau à 20°

Un béccher rempli d'eau froide est placé sous la cloche à vide. Enlevons l'air de la cloche, l'eau bout à 20 degrés Celsius sous une pression réduite à 18 mm de mercure. La température de l'eau n'a pas changé.

L'autoclave est une enceinte dans laquelle on peut faire bouillir de l'eau sous une pression supérieure à 760 mm de mercure à plus de 100 degrés Celsius. Attention, le manomètre indique 0 pour la pression atmosphérique.

Durée: 1 minute 5 secondes

Exercice expérimental 17 : traverser sans couper.

Installons sur un bloc de glace un fil de fer tendu par des masses. Le fil progresse lentement dans la glace. L'énorme pression exercée sur la glace, la fait fondre. Elle se reconstitue en arrière du fil, à pression atmosphérique. Le bloc a été traversé sans rupture.

Le patinage se fait donc davantage sur de l'eau que sur de la glace.

Durée: 55 secondes

Exemple de questionnement pour la classe de troisième

Exercice expérimental 1:

- 1.1- Comparez pour chaque expérience la surface en contact avec le plâtre contenu dans les éprouvettes.
- 1.2- Comparez de la même façon les masses utilisées.
- 1.3- De quel côté, pour chaque expérience, la pression est-elle la plus importante?

Exercice expérimental 2:

- 2.1- Comparez les surfaces de contact entre les objets dans les différents cas.
- 2.2- Dans quelle condition y-a-t-il déformation d'un des objets?

Exercice expérimental 3:

- 3.1- Pourquoi cette statue possède-t-elle un large socle au contact du sol?
- 3.2- Pourquoi le tracteur peut-il rouler sur un sol meuble?

Exercice expérimental 4 : la combustion du papier consomme du dioxygène et chauffe l'air qui s'échappe en partie de la carafe. En posant l'oeuf, on empêche l'air de rentrer. L'air de la carafe se refroidit rapidement et crée une différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur. Pourquoi l'oeuf passe-t-il sans être détruit dans ce cas?

Exercice expérimental 5 : d'où semblent issus les jets d'eau sortant du ballon?

Exercice expérimental 6:

6.1- Pourquoi la membrane se creuse-t-elle?

6.2- Quelle forme prend la membrane et pourquoi?

Exercice expérimental 7: pourquoi le ballon se gonfle-t-il lorsque l'on fait le vide sous la cloche et se dégonfle-t-il lorsque l'air extérieur entre dans la cloche?

Exercice expérimental 8: pourquoi le verre d'un téléviseur est-il si épais?

Exercice expérimental 9: pourquoi les pompiers ne peuvent-ils pas séparer les deux hémisphères?

Exercice expérimental 10 : après avoir fait bouillir longuement de l'eau, on ferme hermétiquement le bidon.

10.1- Que se passe-t-il à l'intérieur lorsqu'on le refroidit avec de l'eau?

10.2- Pourquoi le bidon s'écrase-t-il?

Exercice expérimental 11: quelle est la masse d'un litre d'air à 200C et à pression atmosphérique?

Exercice expérimental 12:

12.1- Que mesure un baromètre?

12.2- Quelle est la valeur moyenne de la pression atmosphérique?

Exercice expérimental 13:

13.1- La forme du tube a-t-elle une influence sur la valeur mesurée?

13.2- Quelle est la valeur de la pression atmosphérique moyenne avec un baromètre à eau ? Pourquoi?

Exercice expérimental 14: expliquez pourquoi le tonneau fuit lorsqu'une faible quantité d'eau est ajoutée dans le tube vertical.

Exercice expérimental 15 : pourquoi l'altitude semble-t-elle diminuer sous la cloche lorsque l'on fait le vide?

Exercice expérimental 16 : pourquoi peut-on faire bouillir de l'eau à température ambiante?

Exercice expérimental 17 : quelle est la conséquence d'une forte pression appliquée par un fil ou un patin sur la glace?

Exercice expérimental 18 : calculez dans les 4 mesures le produit pression par volume puis concluez.

Exercice expérimental 19 : comment varie la pression de l'air emprisonné lorsque la température augmente?

Exercice expérimental 20: comment varie le volume de l'air emprisonné lorsque la température augmente?

Etude de **la loi des gaz parfaits:**

$$P.V = (n.R). T$$

P = pression du gaz en Pa

V = volume du gaz en m³

n = quantité de matière en mol

R = constante des gaz parfaits

T = température absolue en K

Exercice expérimental 18: étude avec n et T fixés.

* Application numérique

P en 10 ⁵ Pa	V en mL	PXV en PaXm ³
0,989	50	4,95
0,673	75	5,05
1,72	30	5,16
0,971	50	4,85

Exercice expérimental 19: étude avec n et V fixés. La pression augmente si la température augmente.

Durée: 45 secondes

Exercice expérimental 20: étude avec n et P fixés. Le volume augmente si la température augmente.

Durée: 55 secondes

Notes