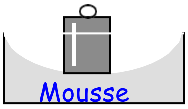
Chap Pression / Force / Surface.

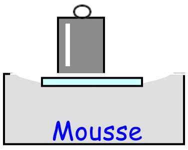
forces pressantes :

Les solides :

Cas n°1 :



cas n°2 :



1. Placez la masse sur le morceau de mousse. Que se passe t-il à l'équilibre ?

La mousse s'écrase sous l'effet de la masse.

2. Placez la plaque sur le morceau de mousse puis la masse sur la plaque. Que remarquez-vous ?

- La masse utilisée est la même dans les 2 cas.
- ⇒ La force pressante **F** exercée par la masse sur la mousse est identique dans les 2 cas.
- La surface pressée **S** est plus grande dans le 2° cas.
- ⇒ La pression exercée par la masse sur la mousse augmente lorsque la surface pressée diminue.
- ⇒ La pression exercée par la masse sur la mousse diminue lorsque la surface pressée augmente.

La pression P et la surface pressée S sont 2 grandeurs inversement proportionnelles.

Conclusion : La pression en un point dépend de :

- ➢ La surface pressée
- ➢ La force pressante

La relation entre la pression **P**, la force pressante **F** et l'aire de la surface pressée **S** est :

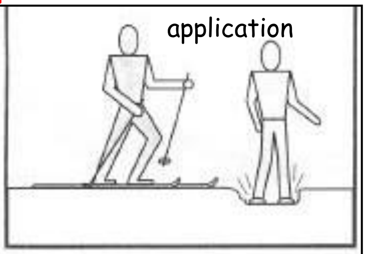
$$P = \frac{F}{S}$$

P est en Pascals ou en Bars → 1 Bar = 10^5 Pa

F est en Newtons

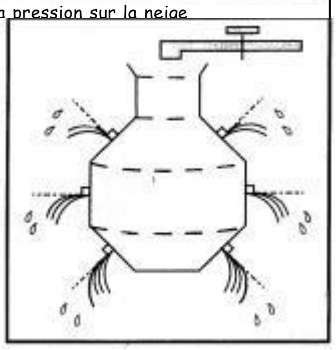
S est en m^2

application



les skis diminuent la pression sur la neige

Les liquides :



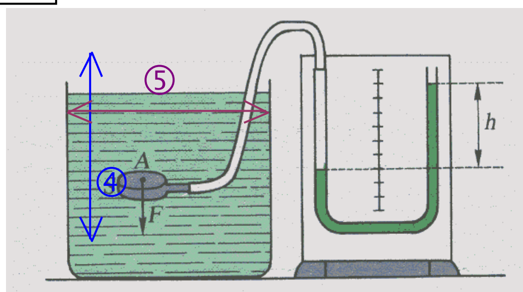
On remplit un flacon d'eau sur lequel on a placé des bouchons qui empêchent l'eau de s'écouler par des orifices situés à différentes hauteurs.

1. Remplir le flacon.
2. Enlever le bouchon situé le plus près du goulot de la bouteille. Observez.

L'eau s'écoule perpendiculairement à la surface des parois du récipient

3. Remplir à nouveau le flacon puis enlever successivement les bouchons dans l'ordre du haut vers le bas. Que remarquez – vous ?

Plus on s'éloigne de la surface du liquide, plus l'écoulement est rapide.



4. A l'aide de la capsule manométrique reliée au tube en U rempli d'eau colorée, mesurez la hauteur **h** lorsque la profondeur varie. Complétez le tableau. Que remarquez-vous ?

Profondeur (cm)	2	4	6	8
Hauteur h (cm)	2	4	6	8

La pression indiquée par le tube en U augmente lorsque la profondeur augmente.

5. Déplacez la capsule manométrique horizontalement, puis inclinez la, la hauteur « h » change t-elle ?

A profondeur constante, la pression est constante.

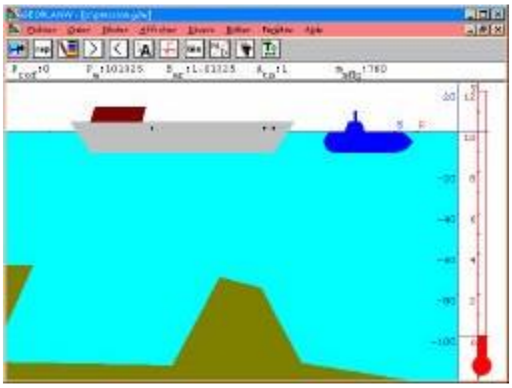
Conclusion : Dans un liquide, les forces pressantes sont perpendiculaires aux parois du récipient.
La pression diminue lorsque la surface pressée augmente.
La pression dans un liquide se mesure avec une capsule manométrique.
La pression est identique pour tous les points d'un liquide situés à un même profondeur.
L'inclinaison de la capsule manométrique est sans effet sur la valeur de la pression.
La pression est due aux chocs entre les molécules du liquide et les parois.

- Dans un flacon, la pression d'un gaz est également due aux chocs entre les molécules du gaz et les parois.
  - La pression est la même en tout point du gaz. (ceci est dû au fait qu'un gaz est très peu dense)
  - Elle se mesure avec un manomètre.
- La **pression atmosphérique** correspond à la pression de l'air.
  - Elle dépend de plusieurs paramètres : principalement l'altitude et la météo.
  - Elle se mesure à l'aide d'un baromètre. La valeur normale est de environ 1 bar ou 100 000 pa.

ACTIVITE 2 : Principe fondamental de l'hydrostatique.

Un sous-marin relève la valeur de la pression à laquelle il est soumis lorsqu'il plonge en profondeur. Les valeurs qu'il a relevées sont reportées dans le tableau ci-dessous :

- P_S est la pression relevée par le sous-marin en profondeur.
- P_0 est la pression atmosphérique à la surface : $P_0 = 10^5$ Pa.
- $P_S - P_0$ est donc la différence de pression entre la profondeur et la surface. C'est la pression due à la hauteur d'eau au dessus du sous-marin.



P_S (Pa)	100 000	145 000	198 000	400 000	1 080 000
$P_S - P_0$ (Pa)	0	$4{,}5 \times 10^4$	$9{,}8 \times 10^4$	3×10^5	$9{,}8 \times 10^5$
h (m)	0	4,59	10	30,61	100
$\frac{P_S - P_0}{h}$	impossible	9804	9800	9801	9800

1. Que remarquez-vous ?

Les résultats de la dernière ligne du tableau. Il y a proportionnalité entre $P_S - P_0$ et h

2. La masse volumique « ρ »(lire rho) de l'eau est de 1 000 kg par m^3. Calculer :

$$\frac{\frac{P_S - P_0}{h}}{\rho} = \frac{9\,800}{1\,000} = 9{,}8$$

Que représente cette valeur ? C'est la valeur de la gravité terrestre g

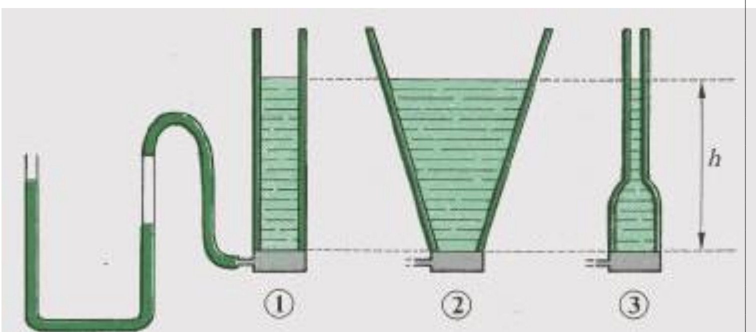
La quantité d'eau colorée dans ces trois récipients est-elle la même ?

Non, elle est beaucoup plus importante dans le récipient ②

La hauteur d'eau est-elle la même dans les 3 cas ?

Oui, quelle que soit la forme du récipient

Si on place de l'huile dans les récipients, la dénivellation dans le tube en U va t-elle changer ?



Oui car l'huile étant moins dense que l'eau, la pression exercée sur la capsule sera moins importante et la dénivelletion sera plus petite.

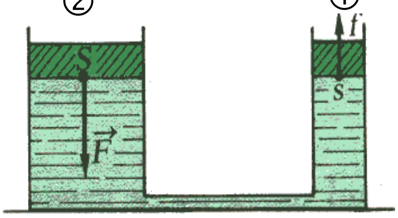
Principe fondamental de l'hydrostatique :

- **La pression P dans un liquide augmente avec la profondeur. Elle ne dépend pas de la forme du récipient mais seulement de la hauteur de liquide.**
- **Si la pression est mesurée avec un manomètre contenant le même liquide, la dénivellation dans le tube en U et la profondeur sont identiques.**
- **Entre 2 points A et B d'un liquide, la différence de pression est donnée par :**

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (h_B - h_A)$$

$(P_B - P_A)$ est en Pascals, (ρ) est en $kg.m^{-3}$, (g) est en $N.kg^{-1}$, $(h_B - h_A)$ est en mètres

ACTIVITE 3 : **Transmission des pressions.**



A l'aide du dispositif utilisant les 2 seringues, appuyez sur une des seringues puis sur la deuxième et observez :

Il est plus facile d'appuyer sur le petit piston que sur le gros.

Videz une des 2 seringues de V_1 = 20 ml. De quel volume V_2 la seconde seringue se remplit-elle ? V_2 = 20 ml

Que pouvez-vous en conclure ?

Un liquide est pratiquement incompressible. Toute variation de pression en un point d'un récipient fermé entraîne la même variation de pression sur tous les autres points du liquide.

La pression dans la seringue ① est $P_1 = \frac{F_1}{S_1}$. La pression dans la seringue ② est $P_2 = \frac{F_2}{S_2}$.

Que peut-on dire de P_1 et de P_2 ? Quelle relation obtient-on alors entre F_1, S_1, F_2 et S_2 ?

P_1 et P_2 sont égales puisque le liquide est incompressible

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

Le rapport entre les forces F_1 et F_2 et le rapport entre les aires S_1 et S_2 sont égaux.

La valeur de la force à exercer la plus importante est obtenue sur le plus grand piston.

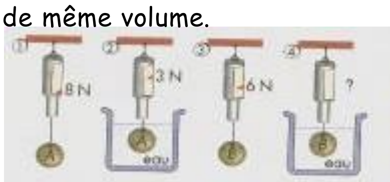
Dans quels systèmes, ce principe est-il très utilisé ?

Les vérins hydrauliques….

Applications :

1. Un surf des neiges a une semelle d'aire 65 dm². Le surfeur et son équipement ont une masse de 83 kg.
   A) Calculer le poids du surfeur (g= 10 N.kg-1)
   B) Calculer la pression exercée par le surf sur la neige.

2. Les solides A et B sont de natures différentes mais de même volume.



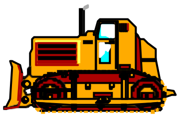
a) Calculer la poussée d'Archimède sur le solide A
b) Quelle est la poussée d'Archimède sur le solide B ? Déduisez-en la valeur indiquée par le dynamomètre en ④.

1.
Ne pas confondre P le poids et P la pression
A) P = m x g ⇒ P = 83 x 10 ⇒ P = 830 N
B) Ici la force est le poids donc F = P

$P = \frac{F}{S} \Rightarrow P = \frac{830}{0,65} \Rightarrow P \cong 1277$ Pa

2.
a) La poussée d'Archimède est de 8 – 3 = 5 N
b) Le volume de la boule B étant le même que celui de la boule A, les 2 boules seront soumises à la même poussée dArchimède soit 5 N.
La valeur indiquée en ④ est de 6 – 5 = 1 N

3. Une pelle mécanique a une masse de 6 tonnes. Les empreintes de ses chenilles sur le sol sont assimilées à 2 rectangles de 2,20 m sur 0,5 m. Calculer la pression exercée par l'engin sur le sol.



4. Calculer la pression que subit un plongeur à une profondeur de 132 m ; la pression atmosphérique étant égale à 101400 Pa. Exprimer le résultat en Pascal, en bars, en mm de mercure.

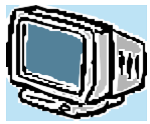
ρ_{au} = 1000 kg.m^{-3}.

3.
On calcule d'abord le poids :
P = 6 000 x 10 ⇒ P = 60 000 N
On calcule ensuite la pression :

$P = \frac{F}{S} \Rightarrow P = \frac{60000}{2 \times 2,2 \times 0,5} \Rightarrow P \cong 27\ 273$ PaS

4. $P_B - P_A =$ r x g x ($h_B - h_A$)
P_B = r x g x ($h_B - h_A$) + P_A
P_B = 1 000 x 9,8 x(132 –0) + 101 400
⇒ P_B = 1 395 000 Pa soit ≅1,4 bar.
La surface de l'eau est considérée comme le niveau 0. A cet endroit la pression est égale à la pression atmosphérique.

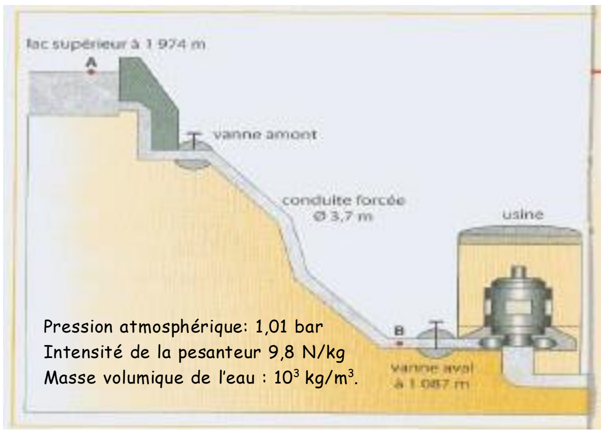
5. Déterminez l'intensité de la force qui s'exerce sur l'écran du téléviseur sachant qu'un vide très poussé règne dans le tube cathodique. On considère l'écran comme un rectangle :
   - L = 50 cm
   - ℓ = 40 cm



La pression atmosphérique appuie sur le devant de l'écran tandis qu'à l'intérieur règne le vide. On a donc une force pressante qui s'exerce sur la totalité de l'écran :

F = P x S ⇒ F = 101 325 x (0,5 x 0,4) ⇒ $\boxed{F = 20\ 265\ N}$

6. L'usine hydroélectrique de Villarodin comporte une retenue d'eau située à l'altitude 1974 m, alimentant, par l'intermédiaire d'une conduite forcée, deux turbines située à l'altitude 1087 m. Lors d'une révision des turbines, on ferme la vanne aval située au niveau des turbines: l'eau située dans la conduite est donc au repos.
   a) Quelle est la pression de l'eau au point A?
   b) Calculer la pression de l'eau au point B.
   c) En déduire la force pressante exercée par l'eau sur le clapet de la vanne aval sachant que la section de celle-ci est de 40 dm².
   d) Quelle est la masse d'un corps dont l'intensité du



poids aurait la même valeur que cette force?

a) La pression au point A est égale à la pression atmosphérique. Soit $\boxed{P_A = 101\ 000\ Pa}$

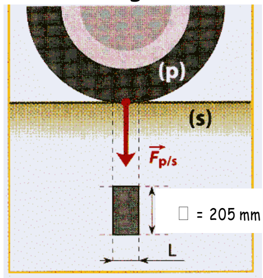
b) Au point B il est nécessaire de rajouter la « hauteur d'eau » à la pression atmosphérique.

Soit $P_B = 101\ 000 + 10^3 \times 9{,}8 \times (1974 - 1087) \Rightarrow \boxed{P_B = 8\ 793\ 600\ Pa}$ soit $\boxed{P_B \approx 88\ bars}$

c) $F_B = P_B \times S \Rightarrow F_B = 8\ 793\ 600 \times (40 : 100) \Rightarrow \boxed{F_B = 3517{,}44\ KN}$

d) $m = \dfrac{P}{g} \Rightarrow m = \dfrac{3\ 517\ 440}{9{,}8} \Rightarrow \boxed{m \approx 359\ tonnes}$

7. Le pneu d'une roue d'automobile exerce sur le sol une force pressante d'intensité 400 daN ; la largeur de la semelle du pneu est ℓ = 205 mm.



Le pneumatique étant gonflé à la pression recommandée P_N, on mesure la longueur de son empreinte au sol : L = 10 cm.

a) Quelle est l'aire de la surface pressée ?

b) Calculer la valeur de la pression P_N.

Le pneu est maintenant surgonflé ; on mesure sa pression : P' = 2,2 Bars.

a) Comment la surface de contact avec le sol a t-elle varié ?

b) Quelle est la longueur de la nouvelle empreinte au sol ?

c) Sur sol verglacé, on sous-gonfle les pneus : expliquer l'intérêt d'une telle manipulation.

7.1.a) $S = L \times \ell \Rightarrow S = 0{,}205 \times 0{,}1 \Rightarrow \boxed{S = 0{,}0205\ m^2}$

7.1.b) $P_N = \dfrac{F}{S} \Rightarrow P_N = \dfrac{400 \times 10}{0{,}0205} \Rightarrow \boxed{P_N \approx 195\ 122\ Pa}$ ou $\boxed{P_N \approx 1{,}95\ bar}$

7.2.a) La surface a dû diminuer puisque le pneu est plus gonflé et donc sa circonférence plus « tendue ».

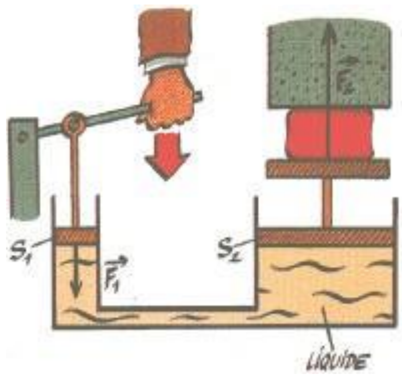
7.2.b) $L = \dfrac{\frac{F}{P}}{\ell} \Rightarrow L = \dfrac{\frac{400 \times 10}{2{,}2 \times 10^5}}{0{,}205} \Rightarrow \boxed{L \approx 0{,}089}$ m soit $\boxed{L \approx 8{,}9\ cm}$

7.2.c) Si on sous-gonfle les pneus, on diminue la pression et on augmente donc la surface de contact avec le sol. Les frottements seront donc plus importants que si le pneu était gonflé normalement, ce qui est l'effet recherché lorsque la chaussée est glissante.

8. Sachant $S_1 = 20\ cm^2$, $F_1 = 2000$ daN, $S_2 = 100\ cm^2$, calculez :

a) La force F_2 exercée par le grand piston.

b) Le déplacement d_2 du grand piston lorsque le petit piston se déplace de d_1 = 5 cm.

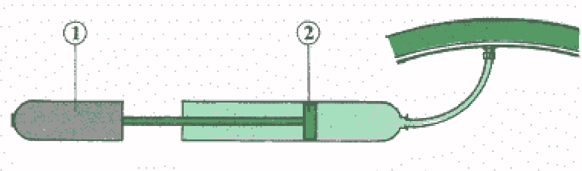


a) $\dfrac{F_1}{S_1} = \dfrac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = \dfrac{F_1 \times S_2}{S_1} \Rightarrow F_2 = \dfrac{2\ 000 \times 0{,}01}{0{,}002} \Rightarrow \boxed{F_2 = 10\ 000\ N}$

b) Le volume étant constant puisque les liquides sont incompressibles :

$S_1 \times d_1 = S_2 \times d_2\ (V_1 = V_2) \Rightarrow d_2 = \dfrac{S_1 \times d_1}{S_2} \Rightarrow d_2 = \dfrac{20 \times 5}{100} \Rightarrow \boxed{d_2 = 1\ cm}$

9. Quelle force faut-il exercer en ① pour gonfler le pneu à une pression de 7 bars, sachant que le diamètre du piston ② de la pompe est de 2 cm ?



$F = P \times S \Rightarrow F = 7 \times 10^5 \times \pi \times 0{,}01^2 \Rightarrow \boxed{F \approx 220\ N}$

10. Suivant les normes de la F.F.F, la pression intérieure d'un ballon de football doit vérifier la condition suivante :

- 0,7 bar " $P_{int} - P_{etm}$ " 750 mmHg

Calculez les limites de la force pressante exercée par le gaz intérieur sur l'enveloppe.

- P_{atm} = 1013 hPa
- Le diamètre réglementaire est de 222 mm.

L'aire d'une sphère de rayon R est $S = 4\pi R^2$

- Calculons la pression minimale intérieure :

  $P_{int\ mini} = 0{,}7 \times 10^5 + 101\ 300 \Rightarrow \boxed{P_{int\ mini} = 171\ 300\ Pa.}$

  Calculons la force pressante intérieure minimale :

  $F_{mini} = P \times S \Rightarrow F_{mini} = 171\ 300 \times 4 \times \pi \times 0{,}111^2 \Rightarrow \boxed{F_{mini} \approx 26\ 522\ N}$

- Calculons la pression maximale intérieure :

  $P_{int\ maxi} = \frac{750}{760} \times 101\ 325 + 101\ 300 \Rightarrow \boxed{P_{int\ maxi} = 201\ 292\ Pa.}$

  Calculons la force pressante intérieure maximale :

  $F_{maxi} = P \times S \Rightarrow F_{maxi} = 201\ 292 \times 4 \times \pi \times 0{,}111^2 \Rightarrow \boxed{F \approx 31\ 166\ N}$

Matériel nécessaire :

- 1 éponge ou un morceau de mousse
- 1 plaque de surface suffisante ;
- 1 masse de 500 g.
- 1 tube en U relié à une capsule manométrique
- 1 flacon percé en plusieurs endroits de sa hauteur
- 1 kit (Jeulin ou autre) permettant de comprendre le principe de transmission des pressions.