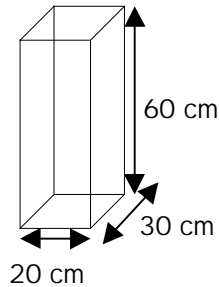


CH IV Forces pressantes – Pression.

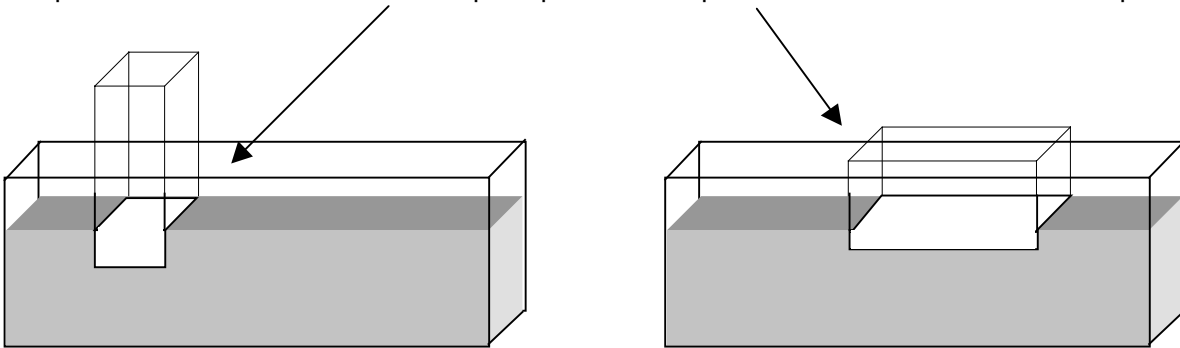
I) Forces pressantes :

1) Expérience : On dispose d'un solide de type parallélépipède rectangle



On pose ce solide sur une cuve en verre contenant du sucre en poudre, de deux façons différentes.

On pose le solide sur sa face la plus petite. On pose le solide sur sa face la plus grande.



Dans les 2 cas, le solide exerce une force de contact avec le sucre en poudre identique. On dit que le solide exerce une force pressante. Cette force correspond au poids de l'objet. Le solide s'enfonce plus dans le sucre lorsque la surface de contact est plus petite.

2) Définition :

Une force pressante est une force répartie sur une surface.

La pression que l'on note P est le quotient de l'intensité de la force \vec{F} par l'aire de la surface pressée S . L'unité de pression est le pascal (Pa)

$$P = \frac{F}{S} \quad F \text{ est exprimé en N et } S \text{ en m}^2. \quad 1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Le pascal étant une unité très petite, on mesure la pression en bars.

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}$$

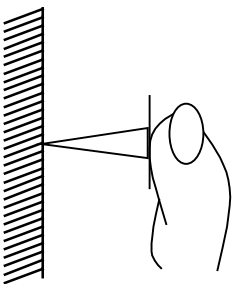
L'effet de la force pressante est :

- proportionnel à l'intensité de la force.
- inversement proportionnel à l'aire de la surface pressée.

3) Exercices :

Exercice N° 1 : Sachant que le solide précédent à une masse de 3 kg, calculer dans chacun des cas la pression exercée par le solide sur le sucre. (Prendre $g = 10 \text{ N/kg}$)

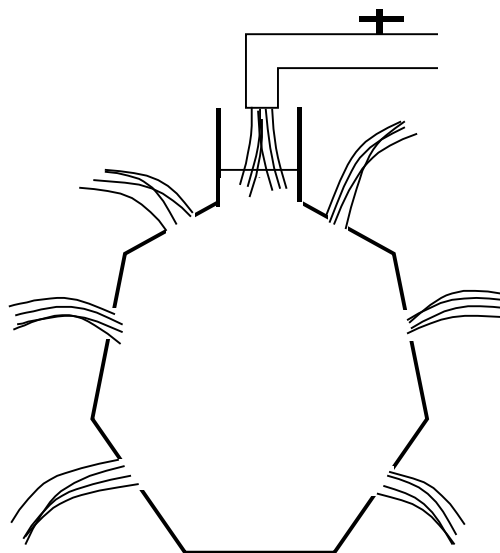
Exercice N° 2 : Pour enfoncer une punaise dans un mur, on exerce une force de 15 N sur la surface de la tête de la punaise qui est de 300 mm^2 . Calculer la pression exercée le doigt et par la pointe de la punaise qui est de $0,5 \text{ mm}^2$.



II) Pression exercée par les liquides :

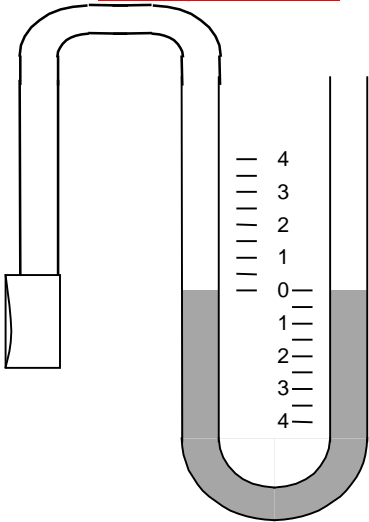
1) Expérience :

Faisons couler de l'eau dans un récipient polygonal percé sur chacune de ses faces.



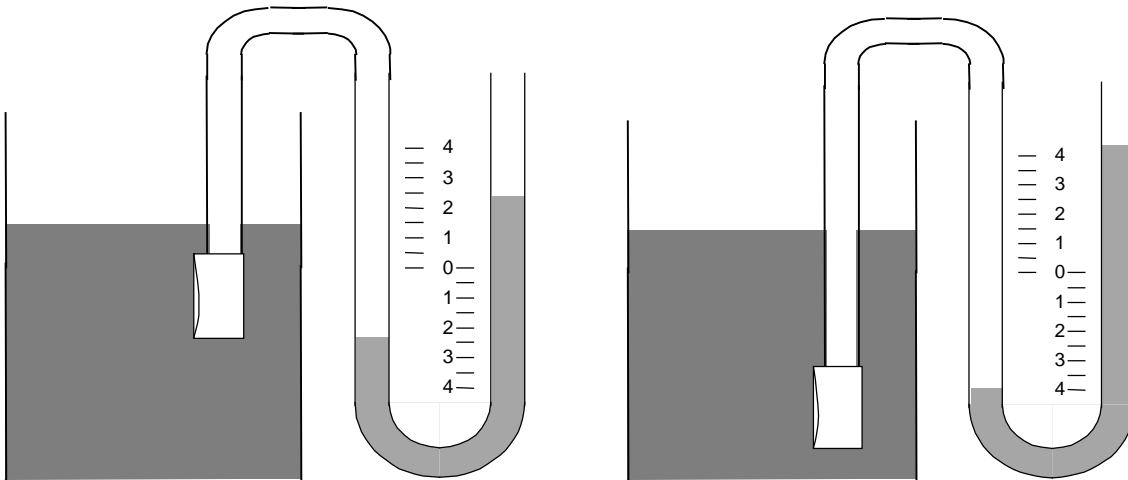
L'eau s'écoule du récipient perpendiculairement à la paroi. La droite d'action de la force pressante est perpendiculaire à la surface pressée.

2) Expérience :



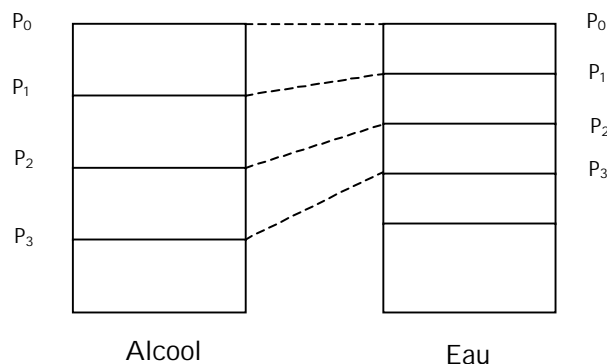
Une capsule manométrique constituée d'une boîte cylindrique dont une des parois est élastique est reliée à un tube en U contenant de l'eau colorée.
L'eau colorée est au même niveau dans chaque branche du tube en U.

On plonge la capsule dans un récipient contenant de l'eau, il se crée une dénivellation dans le tube en U.



La dénivellation dans le tube en U est fonction de la pression exercée par le liquide, donc de la profondeur d'immersion. Si l'on oriente la capsule autour d'un même point en la faisant tourner sur elle-même, la dénivellation dans le tube en U n'est pas modifiée. Il n'existe donc qu'une seule pression en un point donné d'un liquide.

On effectue la même expérience en remplaçant l'eau par de l'alcool, on obtient le même dénivelé pour les profondeurs suivantes :

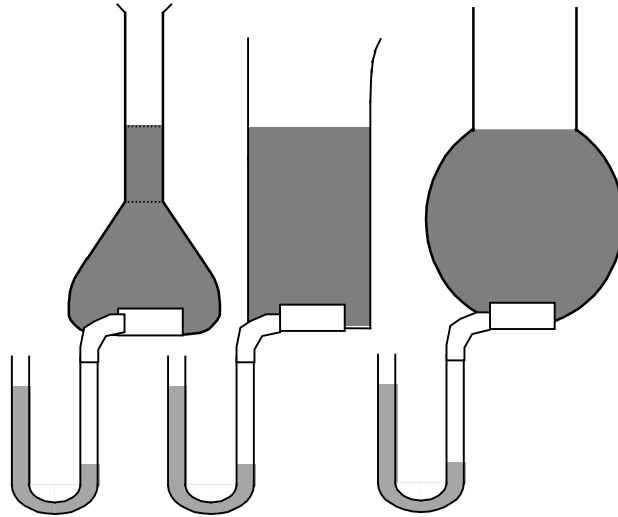


La pression en un point d'un liquide dépend :

- De la profondeur de ce point
- De la masse volumique du liquide

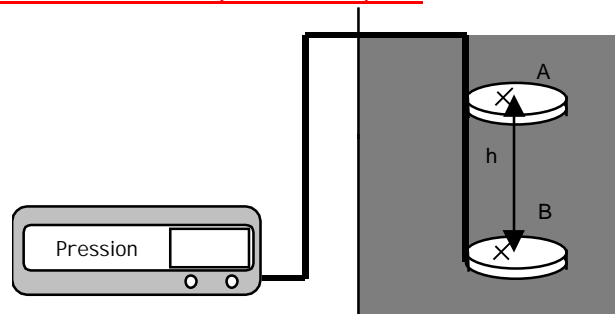
3) Expérience :

On mesure la pression dans des récipients de formes différentes contenant un même liquide, à une même profondeur.



On constate que la pression est la même, elle est donc indépendante de la quantité de liquide contenu dans le récipient, elle ne dépend que de la profondeur.

4) Principe fondamentale de l'hydrostatique :



La différence de pression entre deux points d'un liquide au repos est donnée par la relation :

$$P_B - P_A = r g(h_B - h_A) = r g h$$

$P_B - P_A$ est en Pa

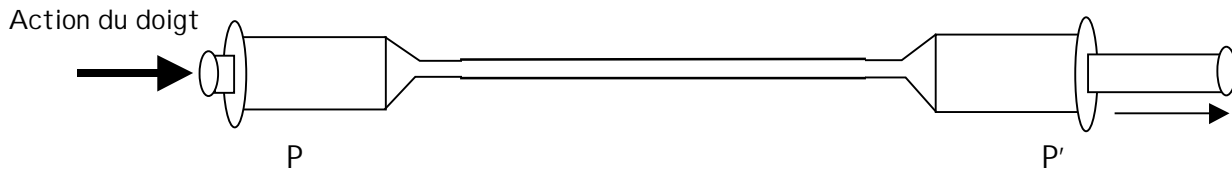
r est la masse volumique exprimée en kg/m^3

g est l'intensité de la pesanteur exprimée en N/kg

h est la différence de niveau exprimée en m.

Exercice : Calculer la pression de l'eau subie par un plongeur à une profondeur de 50 m.
On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$ et $r_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

5) Théorème de Pascal :



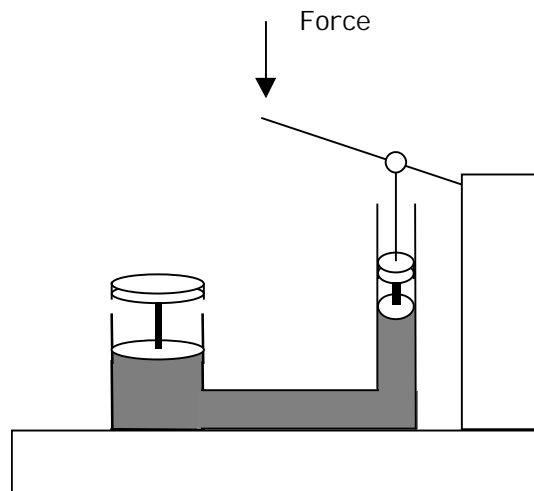
Les liquides sont incompressibles. Toute variation de pression en un point d'un liquide se transmet intégralement en tous points du liquide.

De l'égalité des pressions on déduit :

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

Exercice : Le cric hydraulique

Un cric hydraulique destiné à soulever un véhicule est représenté par la figure suivante.



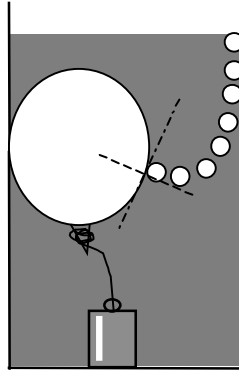
La section du petit piston est de 2 cm^2 , celle du grand piston de 12 cm^2 .

- On suppose que le petit piston exerce une force sur le liquide de 48 daN. Calculer en pascals la pression exercée par le piston sur le liquide. Convertir ce résultat en bars.
- On suppose que la pression exercée par le petit piston est $25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Énoncer le théorème de Pascal, en déduire la pression exercée par le liquide sur le grand piston. Calculer l'intensité de la force pressante exercé par le liquide sur le grand piston.

III) Pression exercée par les gaz :

1) Expérience :

On gonfle un ballon de baudruche. Après immersion dans l'eau, on perce le ballon. Que se passe-t-il ?



Les bulles d'air s'échappent perpendiculairement à la surface percée.

Un gaz en équilibre exerce des forces pressantes sur tout élément en contact avec lui.

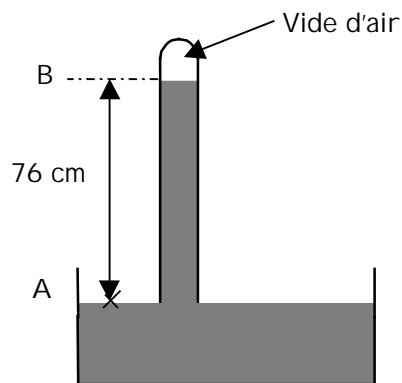
2) Pression atmosphérique :

La pression atmosphérique correspond à la pression de l'air constituant l'atmosphère.

Expérience : On remplit un tube d'environ 1 m de long avec du mercure et on le retourne sur une cuve contenant également du mercure.

Le mercure baisse dans le tube, il se forme alors à l'extrémité de celui-ci un vide d'air.

On mesure la hauteur de mercure dans le tube et on trouve à peu près 76 cm .



Nb : On ne peut plus faire une telle expérience au laboratoire, l'usage du mercure est interdit.

On considère que la pression en B est nulle (vide d'air), la pression atmosphérique s'exerce en A.

Appliquons le principe de l'hydrostatique :

$$P_A - P_B = r_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h \quad r_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,8 \text{ N/kg}$$

$$P_{\text{air}} - 0 = 13\,600 \times 9,8 \times 0,76 = 101\,292,8 \text{ Pa}$$

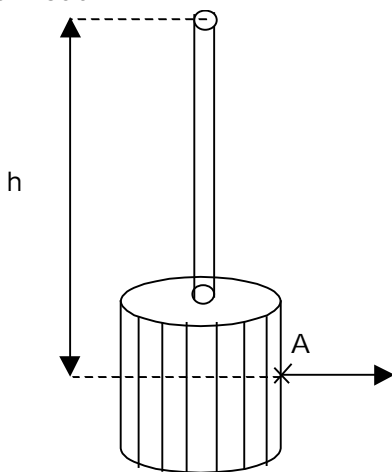
L'unité de pression atmosphérique est très souvent donnée en hPa

$P_{\text{air}} = 101\,292,8 \text{ Pa} = 1\,012,928 \text{ hPa}$ soit sensiblement $1\,013 \text{ hPa}$; On dira également que la pression atmosphérique est 1 atm (atmosphère).

Lorsque la pression atmosphérique est inférieure à $1\,013 \text{ hPa}$, on dit que l'on subit une dépression, au dessus de $1\,013 \text{ hPa}$, on a un anticyclone. Cette augmentation de pression (anticyclone) gêne la progression des nuages, c'est bien souvent le signe de beau temps.

IV) Exercice : L'expérience du crève-tonneau de Pascal.

Un tonneau de 1 m de hauteur est surmonté d'un tube fin de $9,5 \text{ m}$ de haut. Le tonneau est plein d'eau et le tube est vide. Calculer la pression due au liquide au centre A du tonneau.

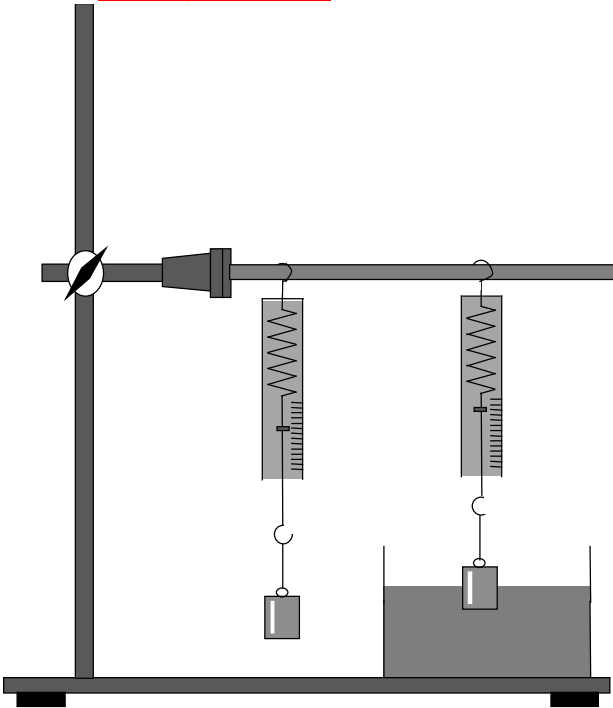


Calculer la force qui s'exerce sur 1 dm^2 de surface autour du point A.

On remplit le tube sur une hauteur de $9,5 \text{ m}$. Calculer la nouvelle pression due au liquide en A. Quelle est la nouvelle force pressante qui s'exerce sur 1 dm^2 autour du point A (Le tonneau n'est plus capable de résister à une telle pression et fuit de toute part).

IV) La poussée d'Archimède dans les liquides :

1) Expérience :



On dispose de deux solides identiques et de même masse. On accroche chacun de ces solides à un dynamomètre. Le premier reste en suspend, le second est en partie plongé dans une cuve contenant de l'eau.

L'eau exerce une force verticale sur le solide, cette force s'exerce de bas en haut et est contraire à la force de pesanteur : c'est la poussée d'Archimède.

2) Énoncé :

Tout corps plongé dans un liquide subit, de la part de ce liquide, une force verticale dirigée vers le haut appelée : poussée d'Archimède. On montre que l'intensité F_A de cette force est égale au poids du liquide déplacé.

$$F_A = r_{\text{liquide}} \cdot g \cdot V$$

F_A en N r_{liquide} en kg/m^3 g en N/kg V en m^3

Le densimètre : La poussée d'Archimède dépend de la masse volumique du liquide donc de sa densité. Plongé dans un liquide, le densimètre flotte et permet grâce à un système de graduation de mesurer directement la densité du liquide.

3) Exercice :

On plonge un corps A en cuivre de 237,6 g dans une éprouvette cylindrique de 10 cm de diamètre contenant de l'eau. Le corps A est totalement immergé dans l'eau.

$$r_{\text{cuivre}} = 8,8 \text{ g/cm}^3 \quad g = 10 \text{ N/kg} \quad r_{\text{eau}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

- Calculer le volume du corps A.
- Calculer le poids du corps A.
- Calculer l'intensité de la poussée d'Archimède exercée sur le corps A.