

Chapitre 8: Pression et forces pressantes

I Introduction

1/ Définition d'une force

Une force désigne, en physique, une action mécanique capable d'imposer une accélération induisant la modification du vecteur vitesse (une force exercée sur l'objet fait aller celui-ci plus vite, moins vite ou le fait tourner).

Concrètement, la force permet de transmettre un mouvement d'un objet à un autre.

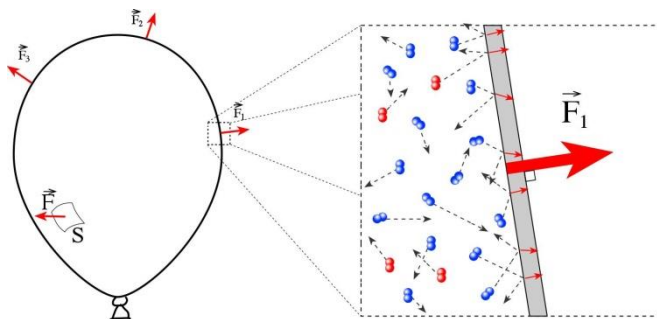
Elle s'exprime, en unité SI, en kg.m.s^{-2} . On appelle cette unité le Newton (N).

2/ Forces exercées par les fluides

Les molécules qui constituent les fluides (gaz ou liquide) sont en perpétuel mouvement. Chacune d'entre elle se déplace dans une direction rectiligne, jusqu'à rencontrer une autre molécule ou une paroi (voir schéma 1). En percutant une paroi, les molécules exercent une force perpendiculaire à la paroi, entraînant sa déformation.

On représente la force par un vecteur, dont :

- La direction et le sens orientent la force.
- La norme du vecteur indiquent la puissance de la force.



Sur une paroi d'un ballon, le vecteur force est perpendiculaire à la paroi.

II A l'échelle macroscopique:

L'ensemble des molécules exerçant une force sur la paroi permet de définir à l'échelle macroscopique la pression. La pression s'exprime en Pascal (Pa) est définie par :

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

P : Pression en Pascal (Pa). F : Force en Newton (N). S Surface en mètre carré (m²).

NB : Unité SI des Pascal : $\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$.

III Rappels sur les conversions d'unité de pression et grandeurs utiles

Différentes grandeurs peuvent exprimer la pression:

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$$

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

Pression atmosphérique : $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$. **Cette valeur est souvent appelée P_0**

IV Mesure de la pression d'un gaz

1/ Pression atmosphérique

La pression atmosphérique est une valeur considérée comme standard de la pression de l'air à une altitude de 0m. NB : La pression atmosphérique se mesure à l'aide d'un baromètre (inventeur : Robert Boyle (1627-1691)).

La pression gazeuse varie peu jusqu'à quelques centaines de mètres d'altitude puis diminue ensuite.

Si la pression au niveau de la mer est inférieure à 1013 hPa, on parle de dépression, et d'anticyclone dans le cas contraire.

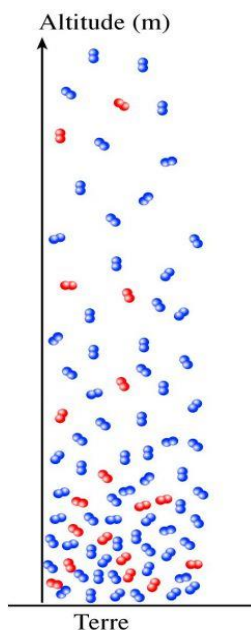


Figure 1 : Densité des molécules d'air en fonction de leur altitude.

2/ Surface libre

La surface libre est l'interface d'un liquide en contact avec l'atmosphère. Cette surface est horizontale (sauf vers les parois...). En tout point de cette interface la pression est égale à la pression atmosphérique.

V Pression dans un liquide

1/ Relation entre pression et hauteur

La pression en un point d'un liquide dépend de la hauteur h de liquide qui le surmonte et de la pression à la surface libre de ce liquide.

La pression P_M d'un point M dans un liquide dépend de la hauteur h_M de liquide entre la surface libre de ce liquide et le point M. On peut calculer P_M en utilisant la relation :

$$P_M - P_0 = \rho g h$$

P_M : Pression au point M; P_0 : Valeur de la pression atmosphérique ($P_0 = 1,013.10^5$ Pa); ρ : masse volumique du liquide (kg.m^{-3}). g : accélération de la pesanteur sur Terre ($9,81 \text{ N.kg}^{-1}$); h : profondeur du point M (en m)

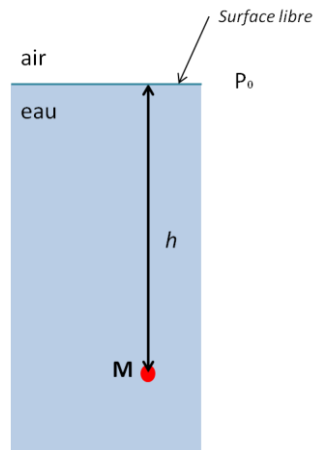


Figure 2 : Représentation de la pression d'un point M en fonction de sa profondeur dans un liquide

2/ Calcul de différence de pression entre deux points

Pour calculer la différence de pression entre deux points M_1 et M_2 , on utilise la relation ci-dessous, ce qui conduit à :

$$P_{M1} - P_0 = \rho g h_1 \quad \text{et} \quad P_{M2} - P_0 = \rho g h_2$$

$$\text{Donc : } P_{M1} = P_0 + \rho g h_1$$

$$P_{M2} = P_0 + \rho g h_2$$

Donc la différence de pression entre M_1 et M_2 est par définition :

$$\Delta P = P_{M1} - P_{M2} = P_0 + \rho g h_1 - (P_0 + \rho g h_2)$$

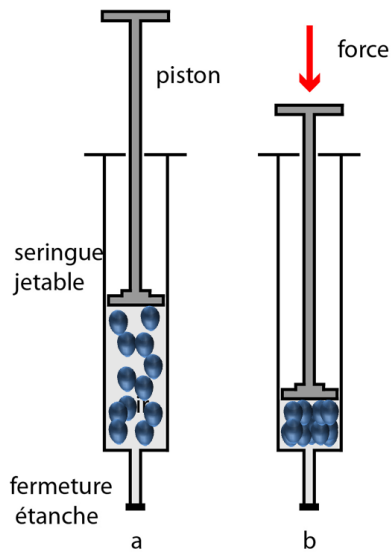
$$\Delta P = \rho g (h_1 - h_2).$$

VI Loi de Boyle-Mariotte

Pour une quantité de matière donnée d'un gaz, à température constante, le produit de la pression et du volume reste constant.

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

NB : cette loi est uniquement valable pour des pressions faibles ($\leq 10^6$ Pa).



Exemple : Air dans une seringue

Lorsqu'un certain volume d'air est emprisonné dans une seringue (Figure 3-a), à température constante, la loi de Boyle Mariotte s'applique :

$$P_a \times V_a = \text{Cste}$$

Lorsque le piston de la seringue est comprimé, les molécules composant l'air sont comprimées, ce qui se traduit par une augmentation de la pression. En revanche le volume occupé de cette même quantité d'air diminue, ce qui conduit d'après la loi de Boyle-Mariotte à :

$$P_b \times V_b = \text{Cste}$$

NB : $P_a < P_b$ et $V_a > V_b$

VII Solubilité d'un gaz dans un liquide

Toutes les espèces rencontrées à l'état gazeux sont solubles dans les liquides.

Le liquide est donc le solvant et le gaz, le soluté et comme pour un soluté solide, la quantité d'espèce gazeuse dissoute dans un volume donné de liquide ne peut pas dépasser une valeur maximale, à pression et température données : il y a saturation.

Lorsqu'un gaz est dissous dans un liquide, on peut écrire la réaction suivante :

