

Activité cours – Description d'un fluide au repos

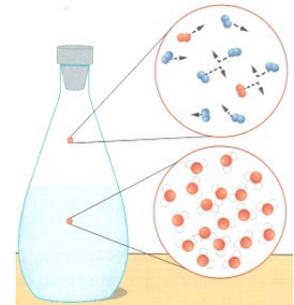
I/ GRANDEURS MACROSCOPIQUES DE DESCRIPTION D'UN FLUIDE

A/ LES TROIS ETATS DE LA MATIERE

Les trois états peuvent être décrits ainsi :

- l'état solide est un état compact et ordonné ;
- l'état liquide est un état compact et désordonné ;
- l'état gazeux est un état dispersé et désordonné.

Un **fluide** est caractérisé par un mouvement incessant et désordonné de ses entités (molécules, atomes ou ions) : c'est le cas de l'état liquide et de l'état gazeux.



La description du mouvement de chaque entité d'un fluide est impossible. Les **grandeurs macroscopiques** (masse volumique, température et pression) sont caractéristiques du fluide à une échelle grande devant la taille des entités et reflètent leur comportement moyen.

B/ MASSE VOLUMIQUE

La **masse volumique** ρ (rho) est le rapport entre la masse m de matière et le volume V occupé par cette matière :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Remarque : A 25°C , la masse volumique de l'eau est $\rho =$

Application : La masse volumique de l'air atmosphérique vaut $\rho = 1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Le volume d'air dans les poumons d'une personne est $V = 2,0 \text{ L}$. Calculer la masse d'air correspondante.

C/ TEMPERATURE

La **température absolue** est une grandeur macroscopique qui caractérise l'agitation des entités dans un milieu. Sa valeur T exprimée en kelvin (K), unité du S.I., et la température θ (thêta), exprimée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$), sont liées : $T = \theta + 273,15$

Applications : 1/ Que vaut la température absolue lorsqu'il fait 25°C ?
2/ A quelle température en $^{\circ}\text{C}$ correspond le zéro absolu ?

Chap. 16

D/ PRESSION

La **pression** P est une grandeur macroscopique qui mesure l'action mécanique qu'un fluide exerce sur une surface donnée. Sa valeur est exprimée en pascal (Pa), unité du S.I. La pression se mesure à l'aide d'un manomètre.

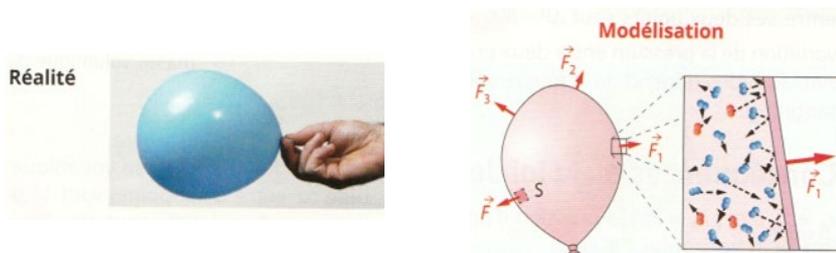
Autres unités de pression :

- le bar (bar) utilisé en plongée sous-marine $1 bar = 1 \times 10^5 Pa$
- l'hectopascal (hPa) utilisé en météorologie $1 hPa = 1 \times 10^2 Pa$

Application : La pression atmosphérique moyenne de l'air au niveau de la mer est $P = 1,013 \times 10^5 Pa$. Convertir cette pression en hPa et en bar .

II/ LA FORCE PRESSANTE

Un fluide appuie sur toute paroi avec laquelle il est en contact. Cette action est modélisée par une **force pressante**. Elle a pour origine les chocs des entités contre la paroi.



Lorsqu'un fluide au repos est au contact d'une paroi, il exerce sur celle-ci une **force pressante** \vec{F} dont les caractéristiques sont les suivantes :

- direction : perpendiculaire à la paroi ;
- sens : du fluide vers la paroi ;
- valeur : elle dépend de la pression du fluide et de la surface S de contact.

$$F = P \times S$$

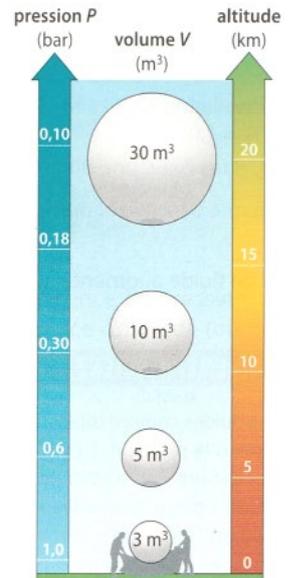
Application : Une bouteille cylindrique de diamètre intérieur $D = 25 cm$, contient du gaz propane à la pression $P = 2,5 bar$. Calculer la valeur de la force pressante exercée par le gaz sur le couvercle. Représenter cette force avec une échelle que vous indiquerez.

Chap. 16

III/ LA PRESSION DANS UN GAZ AU REPOS

Un gaz est un fluide compressible et expansible, le volume qu'il occupe dépend de la pression. Ces deux grandeurs sont reliées par la **loi de Mariotte**.

A température constante et à quantité de matière constante, le produit de la pression P d'un gaz par le volume V qu'il occupe est constant :



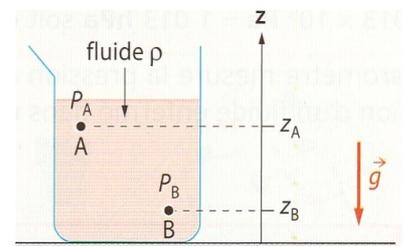
Remarque : la valeur de la constante est indépendante de la nature du gaz. Cette loi est valable pour des pressions modérées (inférieures à 10 bar) et quelles que soient les unités de pression et de volume utilisées.

Application : Une quantité de matière de gaz occupe un volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ à la pression $P_1 = 1013 \text{ hPa}$. L'enceinte contenant le gaz est réduite à un volume $V_2 = 5 \text{ cm}^3$, la température demeurant constante. Calculer la pression P_2 correspondante.

IV/ LA PRESSION DANS UN LIQUIDE AU REPOS

Un liquide est un fluide incompressible. Tout corps immergé dans un fluide incompressible est soumis à une pression exercée par le volume de fluide situé au-dessus de lui.

La **loi fondamentale de la statique des fluides** permet de relier la différence de pression entre deux points d'un liquide à la différence d'altitude de ces deux points.



Dans un fluide incompressible au repos, la différence de pression entre deux points A et B du fluide est donnée par la relation :

Chap. 16

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

P_A et P_B : pressions (Pa)
 ρ : masse volumique du fluide (kg.m^{-3})
 g : intensité de la pesanteur (N.kg^{-1})
 z_A et z_B : altitudes (m)

Remarque : Cette loi s'écrit aussi $\Delta P = \rho \times g \times \Delta z$ en considérant la différence de pression et d'altitude

où $\Delta P = P_B - P_A$, différence de pression entre les points B et A ;

et $\Delta z = z_A - z_B$, différence d'altitude entre les points A et B.

Conséquence de la loi de la statique des fluides :

On considère un point A à la surface de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = \rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$), alors $P_A = P_{\text{atm}}$

Pour tout point B dans l'eau : $P_B - P_{\text{atm}} = \rho \times g \times \Delta z$ soit $P_B = P_{\text{atm}} + \rho \times g \times \Delta z$

Pour une dénivellation de 10 m : $P_B = 1,013 \times 10^5 + 1000 \times 9,81 \times 10 \approx 2,0 \times 10^5 \text{ Pa} = 2,0 \text{ bar}$

A 20 m, la pression sera d'environ 3,0 bar etc...

Pression supplémentaire subie tous les 10 mètres

Tous les 10 mètres, le plongeur subit une pression supplémentaire d'environ 1 bar.

