

Pression et forces pressantes

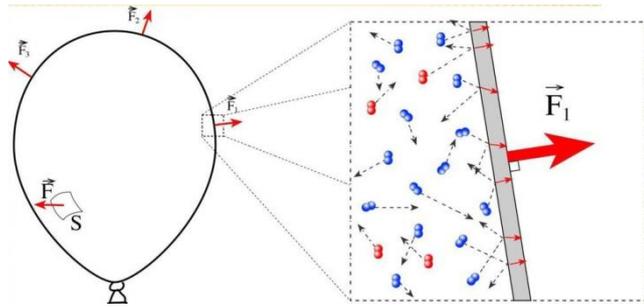
1) Notion de force

Une **force** est une action pouvant provoquer la modification du mouvement d'un objet **dans un référentiel donné** (modification de la vitesse ou modification de la trajectoire). Cette définition a été donnée par **Isaac Newton** en 1687.

Dans le système international SI une force s'exprime en **Newton (N)**. ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

Il existe des forces de contact (effet d'un choc entre objets, traction d'une remorque,...) et des forces qui s'exercent à distance (effet de la gravitation sur un objet, action d'un champ électrique, ...).

2) Forces pressantes



Les liquides et les gaz sont des fluides constitués de molécules en mouvement. Contrairement aux solides, les fluides sont déformables, ils n'ont pas de forme propre. **Les gaz sont compressibles** alors que **les liquides sont non compressibles**.

Lorsqu'un fluide est en contact avec un solide, les molécules en mouvement qui constituent le fluide percutent la paroi du solide, provoquant ainsi une **force pressante** perpendiculaire à la paroi.

Modélisation : La force pressante est la somme des forces des molécules percutant la paroi. Chaque force peut être modélisée par un vecteur. La force pressante peut être modélisée par un vecteur qui est la somme de tous ces vecteurs forces.

3) Pression

Les forces pressantes étant réparties sur la paroi, l'effet de ces forces dépend de la surface S de cette paroi. La pression P peut être définie comme l'intensité de la force pressante F par unité de surface :

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

F en Newton (N), S en mètre carré (m^2), P en pascal (Pa)

La pression atmosphérique (P_{atm}) moyenne au niveau de la mer est de $1,013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1013 \text{ hPa}$.

En plongée sous-marine, l'unité de pression utilisée est le **bar** : $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$.

La pression d'un fluide se mesure avec un **manomètre**.

La pression atmosphérique se mesure avec un **baromètre**.

4) Pression dans un liquide

A la surface d'un liquide à l'air libre, la pression est égale à la pression atmosphérique. La pression dans le liquide augmente avec la profondeur z . En effet la pression totale est égale à la somme de la pression atmosphérique et de la pression P_{liquide} exercée par le poids de la colonne de liquide sur une surface S .

$$P_{\text{liquide}} = \frac{m \times g}{S}$$

m : masse du liquide (kg), g : intensité de la pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)

de plus $m = \rho \times V$, on en déduit :

$$P_{\text{liquide}} = \frac{\rho \times V \times g}{S}$$

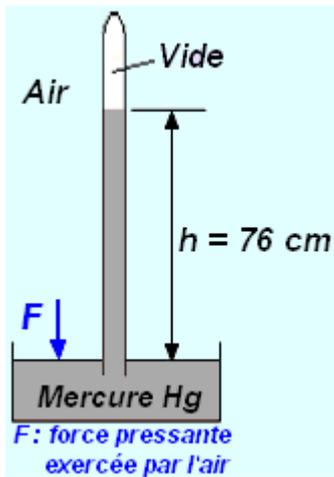
Comme par ailleurs $V = S \times z$: $P_{\text{liquide}} = \rho \times z \times g$

Dans un liquide, à la profondeur z , la pression P est donnée par : $P = P_{\text{atm}} + \rho \times g \times z$

P_{atm} : pression à la surface (Pa), ρ : masse volumique ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$), g intensité de la pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$), z : profondeur (m)

On en déduit la différence de pression entre deux points d'un liquide : **$P_2 - P_1 = \rho \times g \times (z_2 - z_1)$**

Application : le baromètre de Torricelli



La valeur de la pression atmosphérique peut se mesurer avec le baromètre de Torricelli.

Un tube, plein de mercure (Hg), est fermé à une extrémité.

On le retourne dans un bac contenant du mercure Hg.

La pression en haut de la colonne de mercure est nulle. Au niveau de la surface libre du mercure, la pression est égale à la pression atmosphérique.

La hauteur de la colonne de mercure est donc proportionnelle à la pression atmosphérique : $P_{atm} = \rho \times g \times h$

Une colonne de 76 cm de mercure représente la valeur de la pression atmosphérique normale, c'est-à-dire au niveau de la mer.

$$\rho_{Hg} = 13\,546 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}, P_{atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$h = \frac{101\,300}{13\,546 \times 9,81} \approx 76 \text{ cm}$$

Si la pression atmosphérique augmente alors le niveau du mercure monte dans le tube.

5) Loi de Boyle-Mariotte

Pour une quantité de matière donnée de gaz, à température constante, le produit de la pression et du volume est constant :

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

On pourrait aussi formuler la loi de Boyle-Mariotte ainsi : à température donnée, si le volume augmente alors la pression diminue proportionnellement (et inversement si le volume diminue alors la pression augmente).

Remarque : le volume occupé est indépendant de la nature du gaz.

6) Solubilité d'un gaz dans un liquide

Toutes les espèces chimiques rencontrées à l'état gazeux sont solubles dans les liquides. Le liquide est le solvant, le soluté est le gaz. La solubilité d'un gaz dans un liquide est limitée et elle augmente avec la pression. Cela explique l'apparition de bulles lors de l'ouverture d'une boisson gazeuse. Lorsque la bouteille est ouverte, la pression diminue et la quantité de gaz dissous doit diminuer, d'où l'apparition des bulles.



Application : l'accident de décompression en plongée

La quantité de gaz dissous dans le sang augmente avec la pression, donc avec la profondeur de la plongée.

Lors de la remontée, la pression diminue et la solubilité des gaz diminue. Des bulles de gaz se forment dans le sang. Ces bulles peuvent être éliminées par la respiration si la remontée est lente (avec des paliers de décompression).

En cas de remontée trop rapide, les bulles de gaz peuvent bloquer la circulation du sang dans les veines, le cerveau ou le cœur. C'est l'accident de décompression.