

Vu
en 2^{de}

Les états de la matière

Particules proches
et fixes.

État solide

Elle permet de calculer
la masse du corps :

$$m = \rho \times V$$

À 20 °C
 $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$



Particules proches et se déplaçant
les unes par rapport aux autres.

État liquide

ÉTATS DE
LA MATIÈRE

Masse
volumique

Quel que soit l'état
physique d'un corps,
sa masse volumique est :

ρ en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

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

m en kg
 V en m^3

À 20 °C
 ρ_{air} est de l'ordre de
un kilogramme par mètre cube.



État gazeux

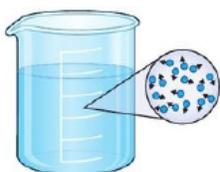
Particules éloignées et
se déplaçant dans tout
l'espace disponible.

Elle permet de calculer
le volume du corps :

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

1 Les fluides au repos

A Échelles de description d'un fluide au repos



> La description d'un fluide au repos dépend de l'échelle choisie. À l'échelle macroscopique, le liquide dans le bécher et l'air de la pièce sont immobiles dans le référentiel terrestre mais, à l'échelle microscopique, les molécules qui les constituent se déplacent les unes par rapport aux autres.

À l'échelle **macroscopique**, un fluide (liquide ou gaz) au repos n'a pas de mouvement d'ensemble. À l'échelle microscopique pourtant, les molécules qui le constituent sont en mouvement incessant et désordonné (schéma **A**).

Les grandeurs **macroscopiques** de description du fluide reflètent le comportement **microscopique** des entités qui le constituent (schéma **B**).

FLUIDE AU REPOS	
À l'échelle macroscopique	À l'échelle microscopique
Le fluide n'a pas de mouvement d'ensemble.	Les entités du fluide sont en mouvement incessant et désordonné.
Température T (en °C), mesurée avec un thermomètre.	Agitation des entités. Plus il y a d'agitation, plus la température est élevée.
Pression P (en Pa), mesurée avec un manomètre.	Chocs des entités. Plus il y a de chocs, plus la pression est élevée.
Masse volumique $\rho = \frac{m}{v}$ (en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$), plus élevée pour un liquide que pour un gaz.	Proximités des entités. Elles sont plus proches dans un liquide que dans un gaz.

2 La force pressante

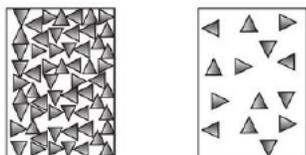
Un fluide appuie sur toute paroi avec laquelle il est en contact.

Cette action est modélisée par une force pressante.



Exemple : Ce scaphandre, très rigide, permet à son occupant de ne pas subir les forces pressantes exercées par l'eau lors d'une plongée profonde.

B Différence entre un liquide (1) et un gaz (2)

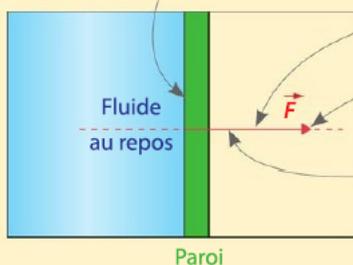


(1) (2)

> On observe, à l'échelle macroscopique, que $\rho_{\text{liq}} > \rho_{\text{gaz}}$. Cela s'interprète par le fait qu'à l'échelle microscopique, les entités du fluide sont plus ou moins éloignées.

Lorsqu'un fluide au repos est au contact d'une paroi, il exerce sur celle-ci une **force pressante** \vec{F} .

Surface de contact S



La **direction** de cette force est perpendiculaire à la paroi.

Le **sens** de cette force va du fluide vers la paroi.

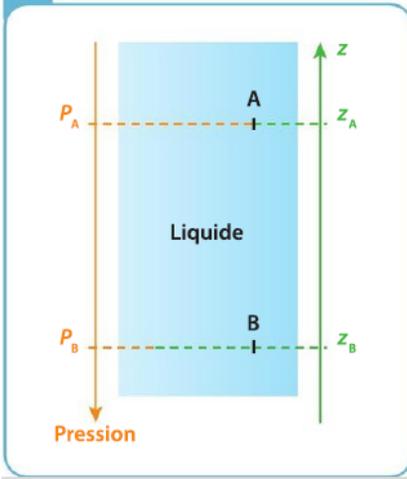
La **valeur** F de cette force dépend de la pression P du fluide et de la surface S de contact.

$$F \text{ en N} \quad \rightarrow \quad F = P \times S \quad \left\{ \begin{array}{l} P \text{ en } \text{N} \cdot \text{m}^{-2} \text{ ou pascal (Pa)} \\ S \text{ en } \text{m}^2 \end{array} \right.$$

Unités de pression couramment utilisées

- En météorologie : l'hectopascal (hPa)
 $1 \text{ hPa} = 1 \times 10^2 \text{ Pa}$.
- En plongée sous-marine : le bar (bar)
 $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$.

C Différence de pression et différence de coordonnée verticale



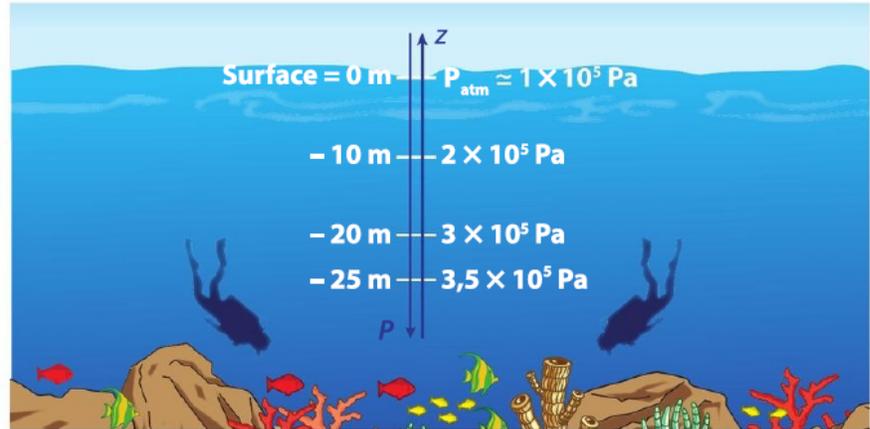
Les fluides incompressibles

La masse volumique d'un gaz change lorsque sa pression varie alors que celle des liquides ne varie presque pas.

Les gaz sont des fluides **compressibles**, les liquides des fluides **incompressibles**. La loi ci-contre ne s'applique pas aux gaz.

3 La pression dans un fluide incompressible au repos

La pression dans l'eau augmente avec la profondeur.



La loi fondamentale de la statique des fluides permet :

- de relier la différence de pression entre deux positions dans un fluide incompressible et la différence des coordonnées verticales de ces positions ;
- d'en déduire la pression P en une position de coordonnée verticale z donnée ou la coordonnée verticale z pour une pression P donnée.

La loi fondamentale de la statique des fluides pour un fluide au repos et incompressible (masse volumique ρ constante) s'écrit :

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

ρ en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ z en m
 P en Pa g en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$

L'axe des coordonnées verticales z est orienté vers le haut.

Exemple : Deux points A et B situés dans un même liquide (schéma C) de coordonnées verticales différentes ($z_A \neq z_B$) sont à des pressions différentes ($P_A \neq P_B$).

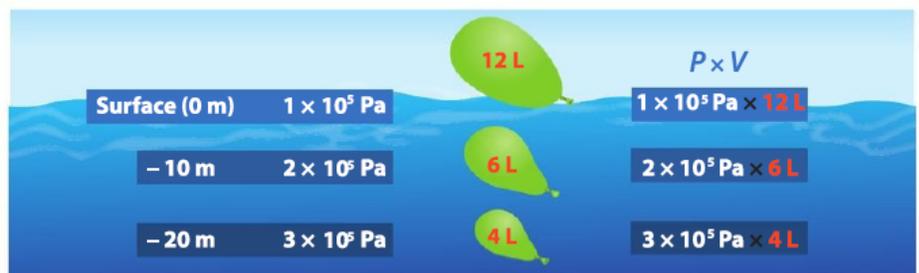
4 La pression dans un gaz au repos

Loi de MARIOTTE

À 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 :

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

Exemple : Pour trois états 1, 2 et 3 du gaz, $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = P_3 \times V_3$.



La loi de MARIOTTE est un **modèle** qui décrit correctement le comportement des gaz aux faibles pressions (photographies D). Pour d'autres conditions de pression, il existe d'autres modèles.

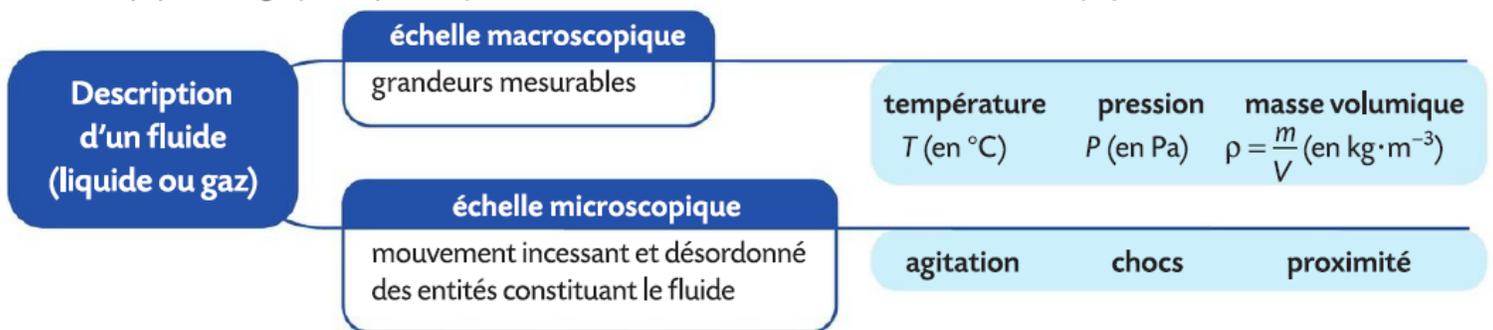
D La loi de MARIOTTE



> Lorsque l'on monte en altitude, la pression diminue. La loi de MARIOTTE implique que le volume d'air contenu dans un paquet de chips non ouvert augmente puisque $P \times V$ reste constant. Le paquet gonfle.

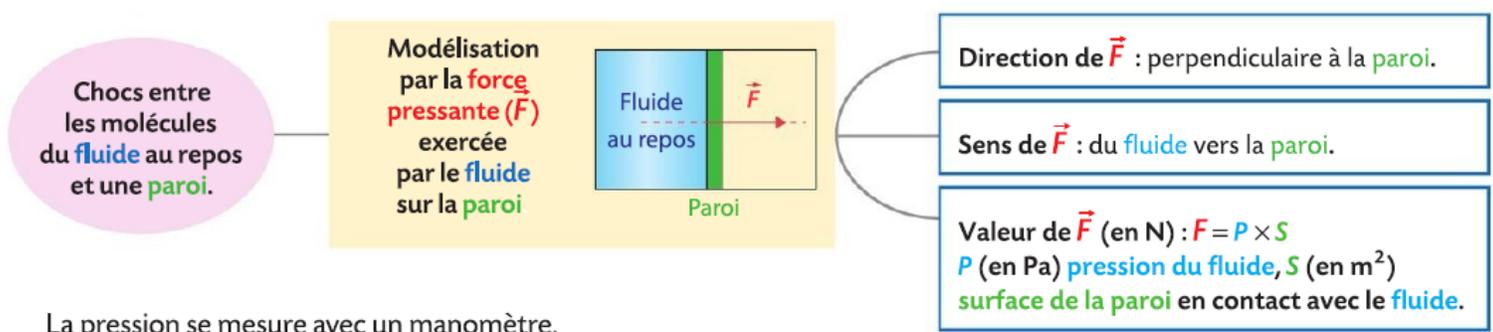
1 Les fluides au repos

Un fluide (liquide ou gaz) au repos n'a pas de mouvement d'ensemble à l'échelle macroscopique.



- Les grandeurs macroscopiques de description du fluide reflètent le comportement microscopique des entités qui le constituent.
- Les liquides ont une masse volumique plus élevée que celle des gaz : $\rho_{\text{liq}} > \rho_{\text{gaz}}$

2 La force pressante



3 La pression dans un fluide incompressible au repos

La loi fondamentale de la statique des fluides

permet :

- de relier la différence de pression entre deux positions dans un fluide incompressible et la différence des coordonnées verticales de ces positions ;
- d'en déduire la pression P en une position.

montre que la relation entre la différence de pression et la différence des coordonnées verticales dépend de la nature du fluide incompressible.

4 La pression dans un gaz au repos

La loi de MARIOTTE

À la même température et à quantité de matière constante ($n_1 = n_2$)

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante}$$

Ici, V_1, V_2 , alors $P_1 \cdot P_2$.

