



I Description microscopique d'un fluide

1) Définition

Par opposition à un solide, un **fluide** Il est susceptible de s'écouler et prend la forme du récipient qui le contient.

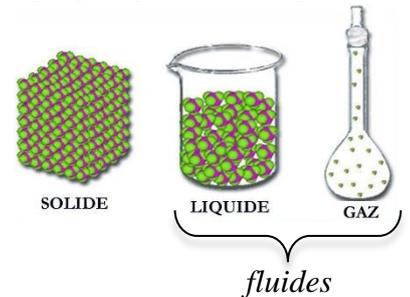
On distingue deux types de fluide :

- les qui occupent tout le volume disponible. Ils sont : on peut changer leur volume.
- les qui ont un volume constant. Ils sont : il n'est pas possible de les comprimer.

2) Description microscopique d'un fluide

On décrit le fluide comme étant un (molécules ou atomes). Ces particules ont en effet un mouvement d'agitation permanent qui explique qu'un fluide puisse se déformer facilement.

- Pour un, ces particules sont en contact, les unes des autres. Elles peuvent « glisser » les unes sur les autres.
- Dans un, elles sont les unes des autres, avec de grands espaces vides entre elles. Elles sont très agitées et sont en mouvement désordonné les unes par rapport aux autres.



3) Description macroscopique d'un fluide

Il est impossible de connaître le comportement de chaque particule constituant un fluide. Pour décrire celui-ci, des (mesurables à notre échelle) sont utilisées, elles reflètent le comportement microscopique des particules.

Ces grandeurs sont la, la et la

a) La masse volumique

La, notée ρ (rho) est liée au Elle se mesure en ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) dans les unités légales.

Dans un liquide, les particules sont très proches les unes des autres, il y en a donc beaucoup plus dans un même volume que dans un gaz.

Ainsi,

Quelques masses volumiques de gaz ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)		Quelques masses volumiques de liquides ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	
Air 0 °C	1,293	Eau 20 °C	1 000
Air 20 °C	1,204	Éthanol 20 °C	789
Hélium 0 °C	0,178	Glycérine 20 °C	1 260

Rappel : la masse volumique est définie par la relation : $\rho = \frac{m}{V}$ avec m en kilogramme et V en m^3 .

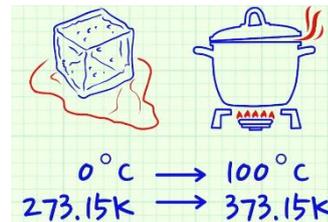
b) La température

La température d'un fluide est liée à la **vitesse** de ses constituants. A 20°C, la vitesse moyenne des molécules constituant l'air est d'environ $500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (c'est-à-dire $1\,800 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$!!). Elle atteint près de $600 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à 100°C.

Quand il n'y a plus de mouvement des molécules, on obtient la température la plus basse possible qui vaut , c'est une limite basse. En revanche, la température peut être aussi élevée que l'on veut ! Les physiciens ont voulu que les températures se comptent à partir du plancher de température. Une nouvelle unité de mesure de la température est née, graduée en (symbole :). C'est la même échelle que celle des degrés Celsius mais décalée vers le bas de 273,15 unités.

La température en (°C) est souvent notée (thêta) pour ne pas la confondre avec la température en

Attention : on dit « kelvin » tout court, et non « degré kelvin ».



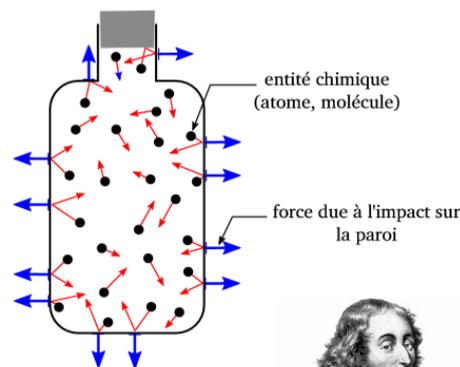
Pour convertir une température de degré Celsius (°C) en kelvin, on utilise :

Exemple : Pour $\theta = 25^\circ\text{C}$, on a $T = \dots\dots\dots$ Pour $\theta = 0^\circ\text{C}$, on a $T = \dots\dots\dots$

La, notée T, est une grandeur liée à Elle s'exprime en kelvin (symbole : K). Plus la température est élevée, plus les particules sont

c) La pression

A cause de l'agitation thermique, les particules d'un fluide entrent constamment **en avec les parois** du récipient qui les contient. Ces chocs sont à l'origine d'une action mécanique exercée par le fluide sur la paroi, qui est responsable de la du fluide.



La d'un fluide, notée P, rend compte de la contre une paroi. Elle se mesure en (symbole :) avec un

Cette unité rend hommage aux travaux de Blaise Pascal (1623 – 1662) sur les fluides et la notion de pression.

L'unité légale de pression est le pascal, mais on utilise également très souvent :

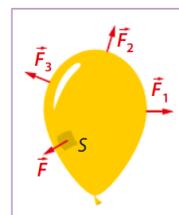
- l'..... (symbole :) : $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$, souvent utilisé en météorologie.
- le (symbole : bar) : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1000 \text{ hPa}$.
- l'..... (symbole :) : $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} \approx 1 \text{ bar}$. Elle représente

II La force pressante

L'action mécanique exercée par le fluide est modélisée par une force appelée Cette force est toujours à cette paroi et dirigée du fluide

Par définition, la norme de la force pressante est donnée par la relation :

F : norme de la force pressante en newton (N)
 P : pression du fluide en pascal (Pa)
 S : surface de la paroi en mètre carré (m²)



Doc. 6.
La force pressante est perpendiculaire à la paroi.

On en déduit : $P = \dots\dots\dots$ Une pression de correspond à une force de exercée sur

La pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer vaut $1\,013\text{ hPa} = 101\,300\text{ Pa}$. Elle correspond donc à une force de $101\,300\text{ N}$ sur une vitre de 1 m^2 , ce qui représente le poids d'une masse d'environ 10 t !

Exercices :

1) Un fluide exerce une pression de $8,0\text{ hPa}$. Il est en contact avec une paroi de $4,0\text{ m}^2$. Calculer la force pressante exercée sur cette paroi.

.....

2) Une paroi de 30 m^2 subit une force pressante de $3,0 \times 10^6\text{ N}$. Calculer la valeur de la pression du fluide.

.....

III La loi de Mariotte

Cette loi concerne uniquement les qui sont , leur volume peut changer et dépend de la pression.

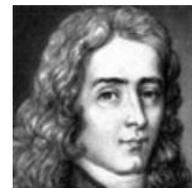
A température constante et pour une quantité de matière de gaz donnée,
..... :

Cela signifie que la pression P d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume V

.....

La constante n n'est ni une constante universelle, ni une donnée de l'énoncé. Il faut toujours traduire la loi de Mariotte en considérant le gaz dans **l'état initial**, où la pression vaut P_1 et le volume V_1 , et dans **l'état final** où la pression vaut P_2 et le volume V_2 , puis écrire :

Remarque n°1 : Cette loi a en fait été découverte d'abord par Robert Boyle, physicien et chimiste irlandais, puis redécouverte un peu plus tard, indépendamment de Boyle par Edme Mariotte, physicien et botaniste français.



Edme Mariotte
1620 - 1684

Cette loi est donc souvent appelée « **loi de Boyle-Mariotte** », et même plus simplement « loi de Boyle » dans le monde anglo-saxon. En France, on préfère « loi de Mariotte » ...

Remarque n°2 : La loi de Mariotte est un modèle qui décrit correctement des gaz aux faibles pressions. Pour des pressions importantes, il existe d'autres modèles.

Exercice : On place 50 cm^3 d'air à pression atmosphérique ($1\,013\text{ hPa}$) dans une seringue fermée. Calculer la pression de l'air dans la seringue quand on le comprime jusqu'à un volume de 30 cm^3 .

.....

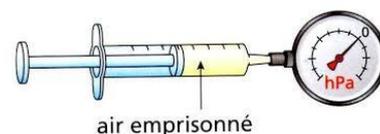
.....

.....

.....

.....

.....



IV La loi fondamentale de la statique des fluides

Cette loi concerne uniquement les fluides , c'est-à-dire les , et

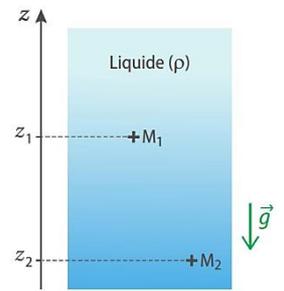
On parle de

Remarque : Quand le liquide s'écoule (bouge), on parle de dynamique des fluides. Cette notion sera vue en spécialité Physique en Terminale.

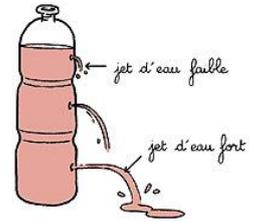
On constate que

Sur le schéma, la pression au point M_2 est à la pression au point M_1 .

.....



Dans une bouteille d'eau, la pression est plus forte au fond de la bouteille que proche de la surface. Si on perce des trous à différentes altitudes, la force pressante ($F = P \times S$) sera plus grande au fond de la bouteille, le jet d'eau qui sort sera donc plus fort.



On peut montrer que, dans un liquide, la

Pour un fluide incompressible et au repos, la s'écrit :

- P_1 et P_2 : aux points M_1 et M_2 en (.....)
- ρ : masse volumique du fluide en kilogramme par mètre cube (.....)
- g : intensité de la pesanteur en newton par kilogramme (.....)
- z_1 et z_2 : des points M_1 et M_2 en (.....)

Si on prend un point M_1 d'altitude z_1 et un point M_2 d'altitude z_2 , on peut écrire :

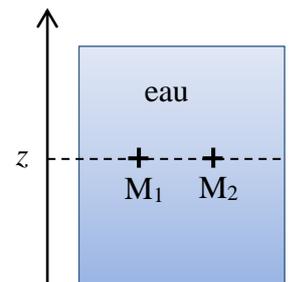
.....

La loi fondamentale de la statique des fluides peut également s'écrire :

.....

Remarque : Cette loi n'est valable que si l'axe z est orienté vers le haut, cela entraîne le signe « - ». Si l'axe z était orienté vers le bas, il ne faudrait pas mettre ce signe « - ».

On prend deux points M_1 et M_2 à la même altitude : $z = z_1 = z_2$, on applique la loi fondamentale de la statique des fluides :



On en déduit que

.....

Exercice : En plongeant au fond d'une piscine, on peut avoir mal aux oreilles, à cause de la pression exercée par l'eau sur les tympans. Calculer la pression au fond d'une piscine de 4,0 m de profondeur.

Données : $P_{atm} = 1\ 013\ \text{hPa}$ $\rho_{eau} = 1000\ \text{kg.m}^{-3}$ $g = 9,81\ \text{N.kg}^{-1}$

.....

