

Physique Chimie



Je travaille seul en silence.

J'aide ou je suis aidé,
seul mon voisin m'entend.Je travaille en équipe sans
déranger personne.

1. Découvrir

Je consulte les ressources :

- Capsule
- Ressources à découvrir sur le site
<http://physchileborgne.free.fr>
- Activité du livre

Je mets en pratique :

- TP :

2. S'exercer

Je m'entraîne en réalisant les exercices :

Noter les exercices à faire

Je m'entraîne en ligne :

- Quiz :

3. Mémoriser

Je mémorise :

- Utiliser les cartes mentales (sur papier, à l'aide de FreeMind ou SimpleMindFree)
- Utiliser les fiches de cours.

Recommencer souvent en espaçant les séances pour une mémorisation à long terme.

4. Se tester

Je vérifie que je maîtrise les objectifs du chapitre :

- Expliquer qualitativement le lien entre les grandeurs macroscopiques de description d'un fluide et le comportement microscopique des entités qui le constituent.
- Utiliser la loi de Mariotte.
- Exploiter la relation $F = P.S$ pour déterminer la force pressante exercée par un fluide sur une surface plane S soumise à la pression P .
- Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$.

J'ai réalisé :

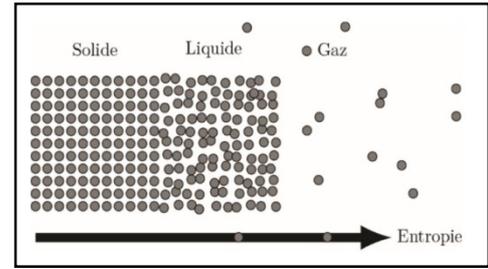
- Un compte rendu de TP
- Une rédaction complète d'exercice
- Un calcul
- Une carte mentale
- Un résumé de cours
- Des exercices du devoir surveillé de la session précédente

1. Description

L'état fluide regroupe l'état liquide et l'état gazeux.

Un fluide est un milieu qui se déforme et s'écoule sous l'action de pressions.

Il s'agit d'un état **désordonné** étudié au niveau macroscopique.



Liquides et gaz diffèrent par l'ordre de grandeur :

- de leur **masse volumique** (en moyenne 1 000 fois supérieure pour un liquide)
- de leur aptitude à subir une variation de volume à température constante (en moyenne 100 000 fois supérieure pour un gaz).

| Fluide | Etat | Masse molaire M (kg.mol ⁻¹) | Masse volumique ρ (kg.m ⁻³) |
|--------|---------|---|--|
| Air | Gaz | 29×10^{-3} | 1,3 |
| Eau | Gaz | 18×10^{-3} | 0,80 |
| Eau | liquide | 18×10^{-3} | $1,0 \times 10^3$ |

× 1000

Liquide → fluide dense et presque incompressible, masse volumique constante

Gaz → fluide peu dense et compressible, masse volumique variable

| T en °C | ρ en kg/m ³ |
|---------|-----------------------------|
| -10 | 1,341 |
| -5 | 1,316 |
| 0 | 1,293 |
| +5 | 1,269 |
| +10 | 1,247 |
| +15 | 1,225 |
| +20 | 1,204 |
| +25 | 1,184 |
| +30 | 1,164 |
| +35 | 1,146 |

Air sec

Grandeurs usuelles

- **Pression P : les unités**
 - Pascal **Pa** : est égal à une force de 1 newton (N) répartie sur une surface de 1 m². C'est l'unité légale de pression.
 - le bar (bar) : **1 bar = 10⁵ Pa**
 - l'atmosphère (atm) : **1 atm = 1,013 · 10⁵ Pa = 1,013 bar**
 - le millimètre de mercure (mm de Hg) 760 mm de Hg = 1 atm
 - le mètre colonne d'eau (m CE) **10 m CE = 1 bar**
- **Température T** : grandeur qui traduit le degré d'agitation des particules.
 - Kelvin (K) C'est l'unité légale de température.
 - Degré Célcius (°C) : **T(K) = T(°C) + 273,15**
 - Degré Fahrenheit (°F) : **T(°F) = $\frac{9}{5}$ T(°C) + 32**
- **Volume V** : partie de l'espace occupée en m³
- **Masse volumique ρ (« rhô »)** : **$\rho = \frac{m}{V}$**
avec m = masse de fluide occupant le volume V.

2. Modèle de comportement : loi de Boyle-Mariotte ou comment calculer un volume

A température constante

Pour un fluide subissant une variation de pression et volume, le produit de la pression P par le volume V reste constant entre l'état initial et l'état final:

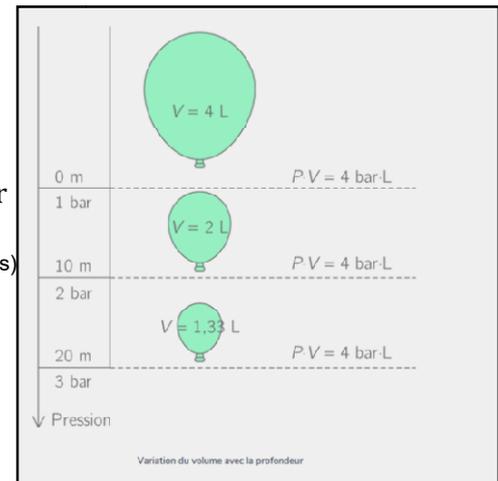
$$P_{\text{initial}} \times V_{\text{initial}} = P_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

Exemple :

Un ballon à la surface de l'eau de volume $V_{\text{initial}} = 4,0\text{L}$ sous $P_{\text{initial}} = 1,0\text{bar}$ Est amené à 20 mètres de profondeur.

La pression est de $P_{\text{final}} = 3,0\text{bar}$ (car $10\text{m CE} = 1\text{bar}$, 1bar en surface + $20\text{mCE} = 1+2=3\text{bars}$)
On en déduit le volume du ballon à 20 mètres de profondeur :

$$V_{\text{final}} = \frac{P_{\text{initial}} \times V_{\text{initial}}}{P_{\text{final}}} = \frac{1,0\text{bar} \times 4,0\text{L}}{3,0\text{bar}} = 1,3\text{L}$$



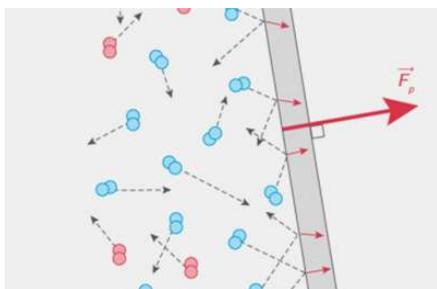
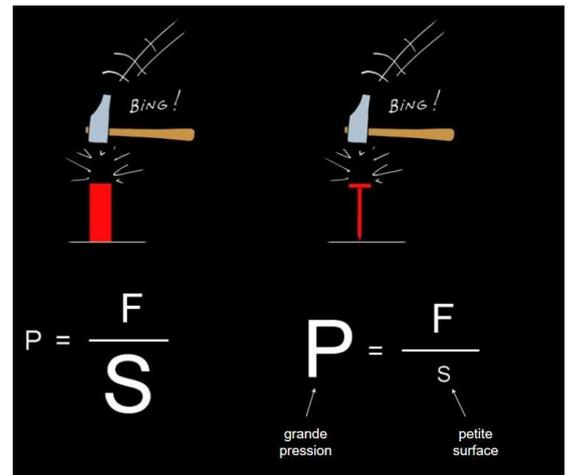
3. Forces pressantes

La **pression** est égale à la **force** appliquée par unité de **surface**. Pour calculer la valeur d'une pression, on divise la force par la surface.

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

Force en Newton N
Pression en Pa
Surface en m^2

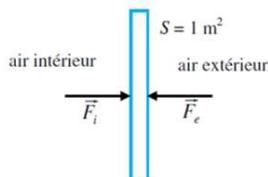
Pour diminuer la pression, on augmente la surface (skis, raquettes, roues larges de camion).
Pour augmenter la pression, on diminue la surface (clou, couteau, punaise).



Une force de pression est localement normale à l'élément de surface sur lequel elle s'exerce.

Calculez la force exercée de part et d'autre sur 1 m^2 de vitre ; on supposera que la pression atmosphérique est la même de chaque côté et égale à 1 bar.

Solution



$F_e = F_i = p_{\text{atm}} \cdot S = 10^5 \times 1 = 10^5\text{ N}$
C'est environ le poids d'une masse de 10^4 kg (10 tonnes).
Tout se passe comme si un éléphant tenait verticalement sur chaque côté de la vitre.
 $S = 1\text{ m}^2$

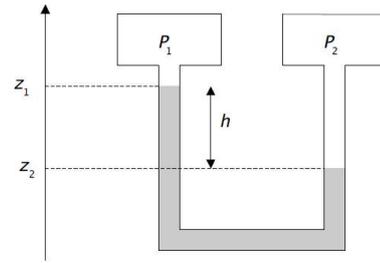
EXEMPLE

Un jour de mauvais temps, l'air exerce une force pressante de valeur $1,92 \times 10^5\text{ N}$ sur une porte de surface $1,94\text{ m}^2$, sa pression est donc :

$$p = \frac{F_p}{S} = \frac{1,92 \times 10^5}{1,94} = 9,90 \times 10^4\text{ Pa}$$

4. Loi fondamentale de la statique des fluides ou comment calculer une pression

Dans le cas d'un fluide incompressible au repos,
La pression du fluide est liée à l'altitude à laquelle il se trouve :
on considère le fluide en deux points distincts 1 et 2



$$P_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 = P_2 + \rho \cdot g \cdot z_2$$

Cette relation n'est valable que si l'axe Oz des altitudes est orienté vers le haut !

P_1 et P_2 : pression en Pascal (Pa)
 ρ : masse volumique du fluide
 $\rho(\text{eau}) = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ intensité de la pesanteur
 z_1 et z_2 : altitude en mètre (m)

Exemple

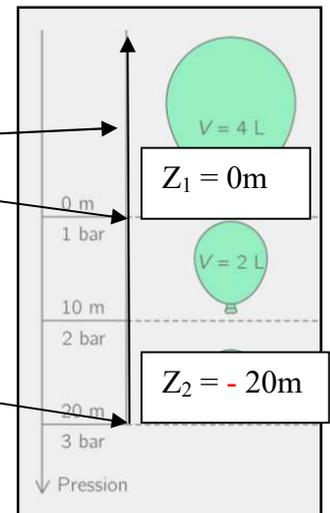
Pour connaître la pression P_2 à la profondeur $z_2 = -20\text{m}$

$$P_2 = P_1 + \rho \cdot g \cdot (z_1 - z_2) = 1,0 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot (0 - (-20)) = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 3,0 \text{ bar}$$

Axe des altitudes orienté vers le haut

Point 1

Point 2



Exemple : pourquoi utiliser un baromètre au mercure ?

- Le liquide est de l'eau :

$\rho_{\text{eau}} (25^\circ\text{C}) \approx 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $g \approx 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Si l'on souhaite mesurer au maximum des différences de pression $\Delta P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, il faut un dénivelé en eau de $(z_2 - z_1) = h = 10,2 \text{ m}$. Un baromètre à eau est encombrant.

- Le liquide est du mercure

$\rho_{\text{Hg}} (25^\circ\text{C}) \approx 1,36 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \gg \rho_{\text{eau}}$, $g \approx 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Si l'on souhaite mesurer au maximum des différences de pression $\Delta P = 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$, il faut un dénivelé en mercure de $(z_2 - z_1) = h = 760 \text{ mm}$. C'est de là que vient l'unité de mesure le mm de Hg pour les pressions. Le mercure étant plus dense, il est plus efficace pour réaliser un baromètre. Il présente cependant des dangers inhérents à l'absorption accidentelle des métaux lourds.