

Objectifs

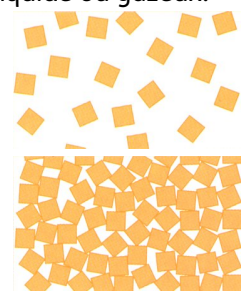
- Exploiter la relation $F = P \cdot S$ pour déterminer la force pressante exercée par un fluide sur une surface plane S soumise à la pression P .
- Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot (z_1 - z_2)$
- 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 Boyle-Mariotte.

1. Fluide

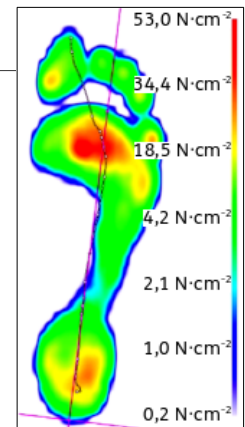
- Parmi les trois états de la matière, le terme « fluide » désigne les états déformables, liquide ou gazeux.

↳ L'espace important entre les particules (molécules ou atomes) des gaz en font des fluides compressibles : l'espace entre particules peut être diminué.

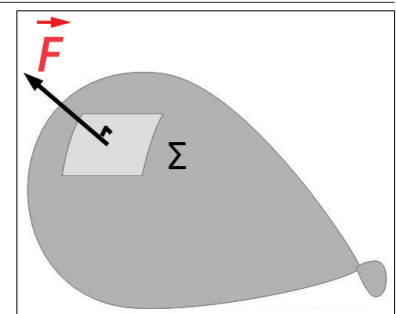
↳ Les liquides au contraire sont incompressibles : les particules qui les constituent ne peuvent pas s'éloigner les unes des autres. Leur masse volumique ρ est généralement constante.

**2.1. Notion de pression**

- Lorsqu'une personne se tient debout, son poids est transféré au sol par ses pieds. Ces derniers exercent une force pressante sur la surface du sol.
- Un scanner plantaire permet de visualiser l'intensité de la force pressante répartie par le patient à la surface de ses pieds. Une échelle de couleur représente la pression exercée par chaque zone du pied.

**2.2. Force pressante d'un fluide sur une surface**

- Tout comme un pied, un fluide en contact avec une paroi exerce une force pressante sur celle-ci.
- On étudie un fluide – de l'eau ou de l'air par exemple – emprisonné dans un ballon, et au repos dans le référentiel terrestre. On délimite une portion de surface Σ du ballon.
- La force pressante \vec{F} exercée par le fluide sur la surface Σ a les caractéristiques suivantes :



↳ La force s'exerce en tous les points de la surface Σ , il n'y a pas de point d'application particulier : l'action est répartie. Pour la représentation, on choisit arbitrairement un point de Σ quelconque.

↳ La force pressante est perpendiculaire à la surface au point choisi.

↳ La force s'exerce du fluide vers la paroi.

↳ La valeur de la force pressante est proportionnelle à la pression qui règne dans le fluide et à l'aire de Σ .

2.3. Pression d'un fluide

La pression exercée par le fluide sur la surface Σ , est le rapport de la valeur de la force pressante, à l'aire S de la surface :

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

P s'exprime en Pascal de symbole Pa, F valeur de la force pressante en Newton (N) et S aire de la surface en mètres carrés (m^2) La pression d'un gaz se mesure à l'aide d'un manomètre.

• Il existe d'autres unités de mesure de la pression, mais toutes se rapportent au Pascal qui est l'unité du système international.

↳ Le bar : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

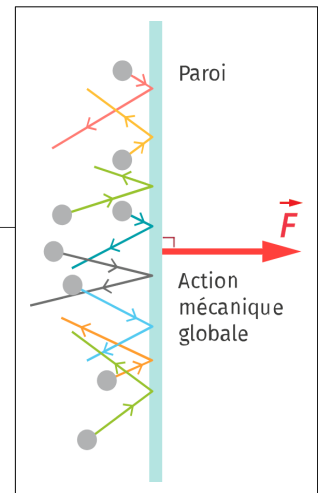
↳ L'atmosphère : $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

↳ Le millimètre de Mercure : $760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$ (cf. ex. 36)

2.4. Pression d'un fluide à l'échelle microscopique

• Que le fluide soit compressible ou non, les particules qui le constituent sont en mouvement d'agitation incessant et désordonné.

La pression mesurée à l'échelle macroscopique résulte des chocs permanents des particules sur la paroi, en exerçant une force sur celle-ci.

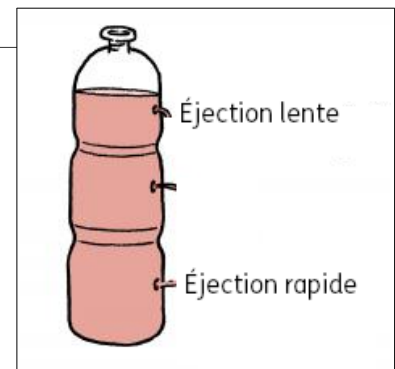


3.1. Bouteille percée remplie d'un liquide

• Une bouteille en matière plastique est percée de trois trous identiques à trois hauteurs différentes. On remplit la bouteille avec un fluide incompressible – par exemple de l'eau –

• L'eau s'échappe par les trous avec des vitesses d'autant plus grandes que le trou est proche du fond de la bouteille.

La vitesse d'écoulement étant directement liée à la pression du fluide (cf. SpéPC de T^{le}) on en déduit que la pression augmente avec la profondeur.



3.2. La pression en un point augmente avec la hauteur de fluide qui le surplombe

• La loi fondamentale de la statique des fluides modélise cette augmentation de la pression avec la profondeur.

• Cette loi relie la différence de pression entre deux points A et B d'un fluide incompressible de masse volumique ρ avec la différence de hauteur entre ces deux points :

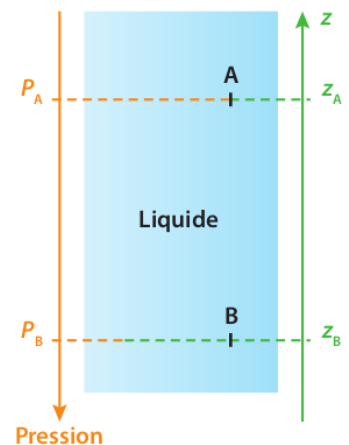
Loi fondamentale de la statique des fluides :

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

Les unités sont les suivantes :

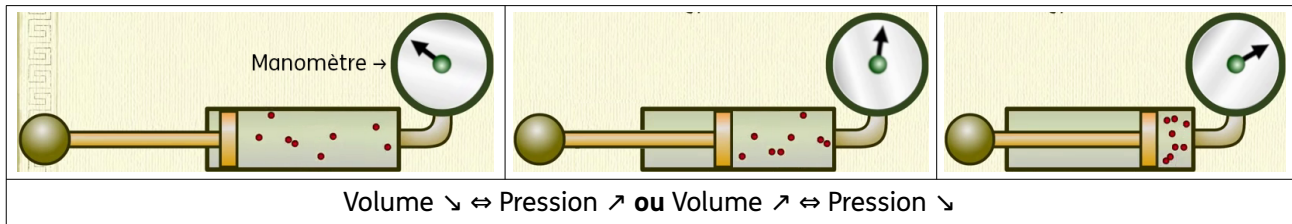
P en Pa ; z en m ; ρ en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$; g intensité de la pesanteur en $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$.

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



4.1. Relation entre la pression et le volume pour un fluide compressible

- On emprisonne une quantité d'air dans une seringue étanche munie d'un manomètre. On agit lentement sur le piston de façon à diminuer ou augmenter le volume disponible, tout en conservant une température constante.



- On observe que le volume et la pression varie en sens inverse :
 - ↳ la pression augmente lorsque le volume diminue
 - ↳ la pression diminue lorsque le volume augmente

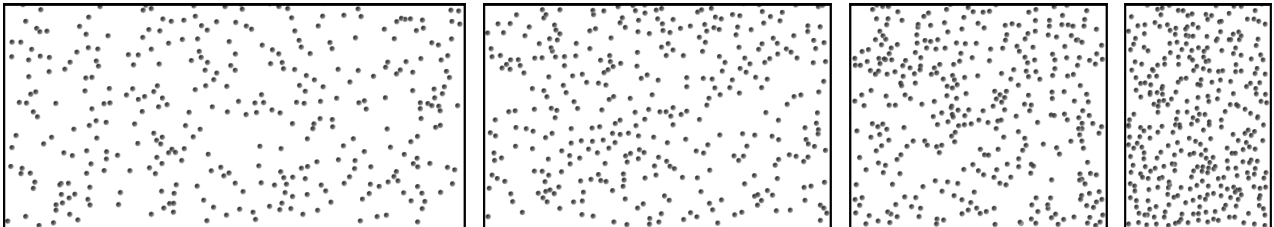
La pression et le volume sont inversement proportionnels.

- La modélisation mathématique de ces observations a été établie par Boyle et Mariotte sous la forme suivante :

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

4.2. Fluide compressible à l'échelle microscopique

- Les quatre enveloppes ci-dessous :
 - ↳ renferment le même nombre de particules
 - ↳ chaque particule s'agite en moyenne à la même vitesse (La température est la même pour les quatre situations)



- Comme elles se déplacent à la même vitesse, lorsque l'espace disponible entre elles diminue, les particules rencontrent plus fréquemment une paroi sur laquelle elles exercent une interaction.
- À mesure que l'espace disponible décroît, le nombre de chocs sur les parois augmente. Comme la pression correspond au nombre de chocs sur la paroi, on retrouve la loi de Boyle-Mariotte.