

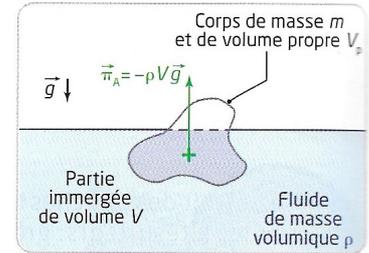
Révisions et échauffements pages 402 et 403

I. La poussée d'Archimède

Tout corps immergé, tout ou en partie, dans un fluide subit de la part du fluide des actions mécaniques modélisées par une force verticale vers le haut de valeur égale au poids du volume de fluide déplacé.

L'expression de cette force nommée poussée d'Archimède $\vec{\pi}$ est :

$$\vec{\pi} = -m_f \cdot \vec{g} = -\rho_f \cdot V \cdot \vec{g}$$



Question : Quelle est la proportion immergée d'un cube de glace qui flotte dans un verre d'eau ? ($\rho_{\text{glace}} = 925 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

II. Écoulement d'un fluide

1. Charge d'un fluide en régime permanent

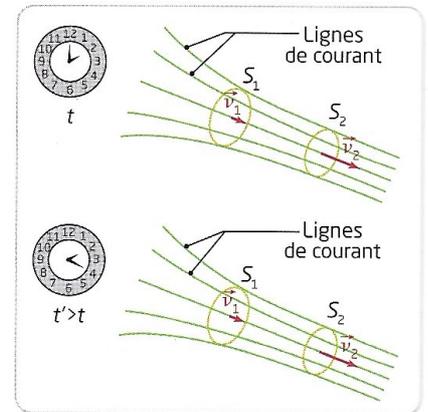
Pour décrire l'écoulement d'un **fluide incompressible**, on subdivise le fluide en unités appelées **particules de fluide**, une particule de fluide étant un système fermé de dimensions **mésoscopiques**.

Une particule de fluide a des dimensions mésoscopiques (typiquement $0,1 \mu\text{m}$), c'est-à-dire qu'elle est petite par rapport à l'échelle macroscopique mais suffisamment grande pour contenir un grand nombre d'entités microscopiques.

Les **vecteurs vitesses** des particules de fluide sont tangents en tout point à des courbes appelées lignes de champ de vitesse ou **lignes de courant**. Elles permettent de cartographier le champ de vitesse du fluide.

L'écoulement est en **régime permanent** si la vitesse d'écoulement en tout point ne varie pas au cours du temps.

Question : Combien de molécules d'eau dans un cube de dimension mésoscopique ($0,1 \mu\text{m}$ de côté) ?

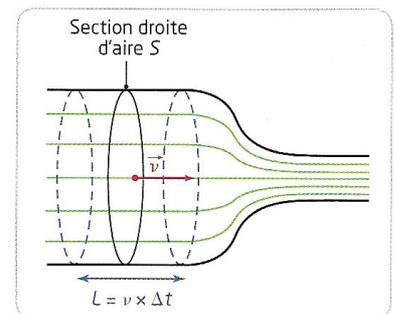


2. Conservation du débit volumique

Le débit volumique D_V d'un fluide correspond au volume V de fluide qui traverse une section droite par unité de temps :

$$D_V = \frac{V}{\Delta t}$$

Le volume V de fluide qui traverse une section droite d'aire S pendant une durée Δt , avec une vitesse d'écoulement v , est contenu dans un cylindre de longueur $L = v \times \Delta t$ et de base d'aire S . Le débit volumique du fluide s'exprime :



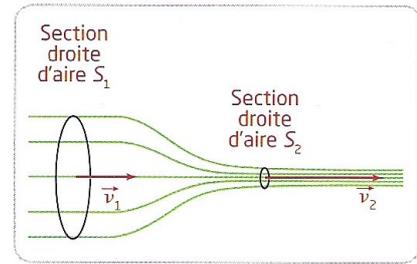
$$D_V = \frac{v \times \Delta t \times S}{\Delta t} = v \times S$$

Pour un fluide incompressible, le débit volumique est le même en tout point d'un conduit. Si l'aire de la section droite du conduit change, la relation suivante, appelée équation de continuité, est vérifiée :

$$D_{V1} = D_{V2}$$

Soit :

$$v_1 \times S_1 = v_2 \times S_2$$

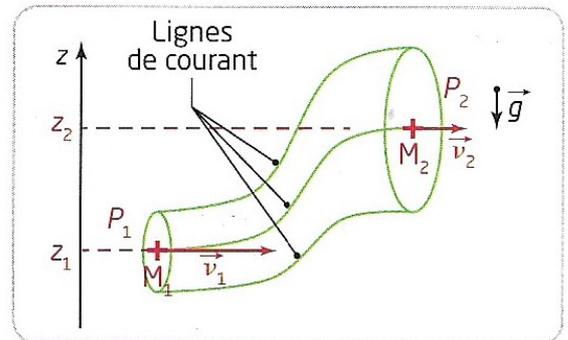


3. Relation de Bernoulli et effet Venturi

Quand les frottements sont négligeables, l'écoulement d'un fluide incompressible de masse volumique ρ constante, en régime permanent, vérifie la relation de Bernoulli entre deux points M_1 et M_2 :

$$P_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot z_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$$

Cette relation résulte d'un bilan d'énergie volumique. Elle s'applique pour des points sur une même ligne de courant, ou pour tous les points au sein du fluide si l'écoulement est non tourbillonnaire.



Cohérence : quelle est l'unité dans le S.I. de la pression P,

l'énergie potentielle volumique $\rho \times g \times z$ et de l'énergie cinétique volumique $\frac{1}{2} \times \rho \times v^2$?

Loi fondamentale de la statique des fluides

Pour un fluide au repos ($v_1 = v_2 = 0$), on retrouve la loi fondamentale de la statique des fluides étudiée en Première :

$$P_2 - P_1 = \rho \cdot g(z_1 - z_2)$$

Si $z_2 > z_1$, alors $P_2 < P_1$

Effet Venturi

Pour un écoulement horizontal $z_2 = z_1$, l'équation de Bernoulli devient :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 \Leftrightarrow P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot g(v_1^2 - v_2^2)$$

C'est le cas quand un fluide incompressible s'écoule dans un étranglement.

Exercices : 18 p. 415 (résolu) 28 p. 418 ; 33 p. 419 ; 35 p. 420 ; 38 et 39 p. 421 ; 40 p. 422