# CHAPITRE 2.5 :

# MOUVEMENTS D'UN FLUIDE

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mai 2022

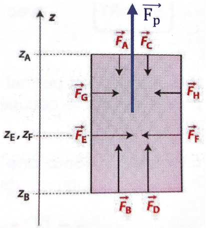
# THÈME 2 - CHAPITRE 2.5 :

# MOUVEMENTS D'UN FLUIDE

# I. Poussée d'Archimède

## 1. Origine de la poussée d'Archimède

- Sur toute surface d'un corps immergé dans un fluide, une force de pression (ou force pressante) s'exerce perpendiculairement à cette surface, vers l'intérieur du corps immergé.
- Cette force pressante $F$ qui s'exerce sur une surface $S$ dépend de la pression $p$ dans le fluide car $F = p \times S$ par définition de la pression.
- Or plus la profondeur augmente, plus la pression augmente. Il en résulte que la pression exercée sur les différentes surfaces d'un corps immergé n'est pas la même partout.
- Horizontalement, ces forces pressantes se compensent mais les forces pressantes exercées sur la base du corps immergé sont plus intenses que celles exercées à son sommet et ces forces ne se compensent pas verticalement.
- La poussée d'Archimède trouve son origine dans la résultante des forces pressantes exercées sur le corps immergé.



# I. Poussée d'Archimède

## 2. Expression de la poussée d'Archimède

- La poussée d'Archimède est modélisée par une force unique, $\overrightarrow{F_p}$, appliquée au centre de gravité de la partie immergée du corps.
- Si l'on considère un corps immergé dans un fluide de masse volumique $\rho_{\text{fluide}}$ et dont la partie immergée occupe un volume $V_{\text{imm}}$, alors l'intensité de la poussée d'Archimède se calcule par la relation $\boxed{F_p = \rho_{\text{fluide}} \times V_{\text{imm}} \times g}$
- Cette force est verticale et dirigée vers le haut.
- En d'autres termes, l'intensité de la poussée d'Archimède est égale à celle du poids du volume de fluide déplacé (c'est-à-dire le volume de fluide dont le corps immergé a pris la place) mais est dirigée verticalement et vers le haut.

# I. Poussée d'Archimède

## 3. Exemples d'application

- Flottabilité des corps
- Ascension d'une montgolfière
- **Exercice : glaçon flottant dans un verre d'eau**

  Un glaçon immobile, de volume $V_{\text{glace}} = 4{,}8\ \text{cm}^3$, flotte à la surface d'un verre d'eau. Son volume immergé est $V_{\text{imm}} = 4{,}3\ \text{cm}^3$. La masse volumique de l'eau est $\rho_{\text{eau}} = 1{,}0\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$, celle de la glace $\rho_{\text{glace}} = 0{,}90\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ et l'intensité de la pesanteur est $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

  **a.** Calculer l'intensité de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le glaçon.

  **b.** Une fois le glaçon fondu, le niveau de l'eau dans le verre sera-t-il plus faible, plus élevé ou identique ?

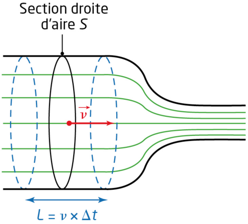
# II. Vitesse d'écoulement d'un fluide

## 1. Débit volumique

- Le débit volumique $D_v$ est la grandeur physique qui quantifie le volume de fluide qui traverse une section $S$ donnée par unité de temps.
- En d'autres termes, le débit volumique est le volume de fluide, en $\mathrm{m}^3$, qui traverse une surface $S$ pendant une seconde.
- Dans le système international, l'unité du débit volumique $D_v$ est donc le $\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{s}^{-1}$.

# II. Vitesse d'écoulement d'un fluide

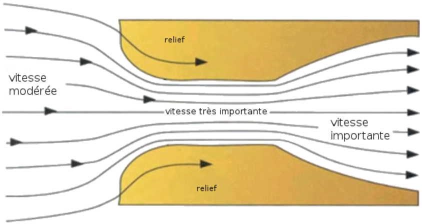
## 2. Vitesse du fluide




- Si l'on considère un fluide qui s'écoule à la vitesse $v$ dans un tube cylindrique de section $S$, le volume de fluide qui traverse la section $S$ pendant la durée $\Delta t$ est tel que $V = S \times L = S \times v \times \Delta t$
- Le débit volumique s'exprime donc par $D_v = \dfrac{V}{\Delta t} = \dfrac{S \times v \times \Delta t}{\Delta t} = S \times v$
- Débit volumique et vitesse d'écoulement sont donc liés par la relation $\boxed{D_v = v \times S}$
- **Le débit volumique d'un fluide incompressible en régime permanent est constant.**

# II. Vitesse d'écoulement d'un fluide

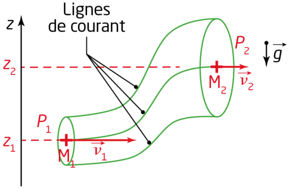
## 3. Effet Venturi




- Si le débit volumique doit demeurer constant, alors, lorsque la section $S$ offerte à l'écoulement du fluide diminue, la vitesse de l'écoulement doit augmenter.
- C'est que l'on peut observer entre deux montagnes ou entre deux immeubles : le vent y souffle plus fort car l'étranglement que représente le relief diminue la section $S$ et il en résulte une augmentation de la vitesse d'écoulement du fluide.
- Cet effet est appelé l'effet Venturi.

## III. Loi de Bernoulli

### 1. Définition




- Soit l'écoulement permanent d'un fluide incompressible parfait (pas de frottements, pas de tourbillons) de masse volumique $\rho$ entre les sections $S_1$ et $S_2$ entre lesquelles ne se trouve aucune pompe, ni aucune turbine.
- Dans ce cas, la loi de Bernoulli indique que
$$P_1 + \rho \times g \times z_1 + \frac{1}{2} \times \rho \times v_1^2 = P_2 + \rho \times g \times z_2 + \frac{1}{2} \times \rho \times v_2^2$$
- En d'autres termes, la quantité $P + \rho \times g \times z + \frac{1}{2} \times \rho \times v^2$ est constante.
- En divisant par $\rho$ on a aussi $\boxed{\frac{v^2}{2} + \frac{P}{\rho} + g \times z = \text{constante}}$

# III. Loi de Bernoulli

## 2. Applications

- Si l'une des grandeurs $P$, $v$ ou $z$ diminue le long d'une ligne de courant, alors au moins l'une des deux autres doit augmenter pour que la loi de Bernoulli soit vérifiée.

- Dans un pistolet à peinture, par exemple, on rétrécit le diamètre du tube par lequel on fait passer l'air sous pression afin d'augmenter sa vitesse par effet Venturi. Il en résulte une diminution de la pression $P$ qui permet de vaporiser la peinture plus facilement.

- Pour un fluide au repos ($v = 0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$), on retrouve la loi de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho \times g \times (z_1 - z_2)$.

- La loi de Bernoulli permet aussi de comprendre l'origine de la portance d'une aile d'avion.

## EXERCICES

### EXERCICES PP329-334 n°19, 23, 27, 29, 30 et 32