

Chapitre 6

Mécanique des fluides

1. Introduction

La mécanique des fluides est une branche de la physique, elle consiste à étudier les écoulements de fluides, (liquide, gaz) lorsque ceux-ci subissent des forces ou des contraintes.

La mécanique des fluides se compose de deux parties principales :

- **Statique des fluides** ou **hydrostatique** qui concerne les fluides au repos observés par Archimète.

- **Dynamique des fluides.** Ou **hydrodynamique** Qui s'intéresse aux fluides en mouvement selon leur viscosité.

2. Principe fondamental de l'hydrostatique

Considérons un fluide au repos et isolons un volume élémentaire de forme parallélépipédique à l'intérieur d'un récipient et de volume : $dV = dx \cdot dy \cdot dz$

Deux types de force agissant sur le volume de cet élément: les forces de surface qui sont des forces de pression et les forces de volume qui est la force de pesanteur : le poids « P »

Si pour un niveau de référence « z_0 » la pression vaut, « p_0 » alors la pression pour un niveau « z » quelconque s'exprime comme (figure.1) :

$$p(z) = p_0 + \rho g(z - z_0)$$

On peut également exprimer cette même pression en fonction de la **profondeur** : $h = z - z_0$
L'équation fondamentale de l'hydrostatique est donc:

$$p(h) = p_0 + \rho gh \quad (1)$$

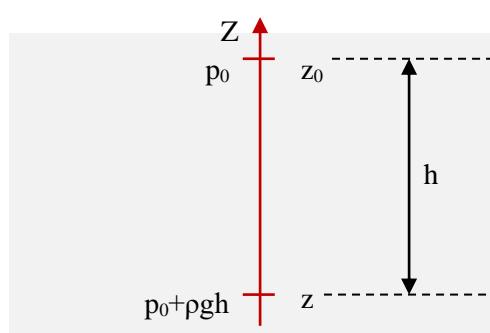


Figure.1. position de deux points différents dans un fluide

3. Théorème de Pascal

Un liquide étant considéré comme incompressible, toute variation de pression en un point de ce fluide confiné dans une enceinte fermée est transmise intégralement à tous les points. (à travers tout le fluide) (figure.2).

De ce fait : $p_{ZA} + \Delta p + \rho g z_A = C^{te} = p_{ZB} + \Delta p + \rho g z_B$ (2)

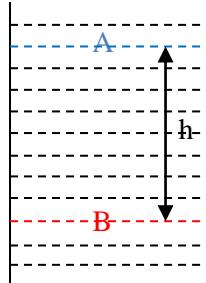


Figure.2. Pression au sein d'un

4. Poussée d'Archimède

4.1. Enoncé

Tout corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale, appliquée à son centre de gravité. Cette force est appelée poussée d'Archimède, du nom du célèbre savant grec qui l'a découverte (figure.3).

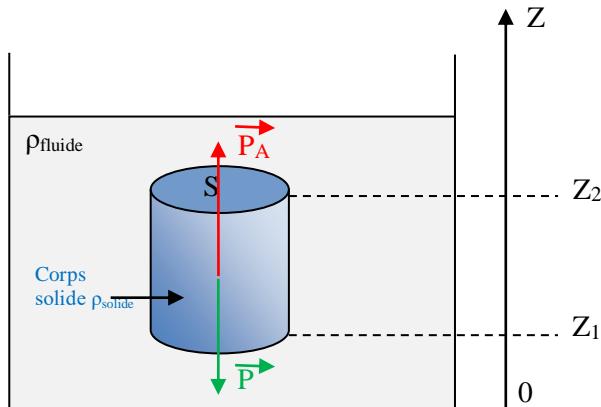


Figure.3. Cylindre immergé dans un fluide

4.2. Équilibre d'un corps immergé

- Poids apparent

Désigné par « P_{app} » le poids apparent est plus faible que le poids réel. Il est la différence entre le poids réel « $P_{réel}$ » et la poussée d'Archimède « P_A ».

$$P_{app} = P_{réel} - P_A \Leftrightarrow P_{app} = \rho_s \times V_s \times g - \rho_l \times V_l \times g \quad (3)$$

- Si la densité du corps immergé est supérieure à celle du fluide, le corps tombe car son poids est supérieur à la poussée exercée par le fluide ($P_{app} > 0$).
- Si la densité du corps immergé est égale à celle du fluide, le corps est en équilibre ($P_{app} = 0$)
- Si la densité du corps immergé est inférieure à celle du fluide, le corps flotte car son poids est inférieur à la poussée exercée par le fluide ($P_{app} < 0$).

2. Hydrodynamique

2.1.Théorème de Bernoulli

Le théorème de Bernoulli exprime simplement que l'énergie mécanique (totale) d'un fluide parfait est constante dans un circuit dans lequel il circule à débit constant au cours du temps, mais les différentes formes d'énergie potentielle et cinétique peuvent se transformer (figure.4).

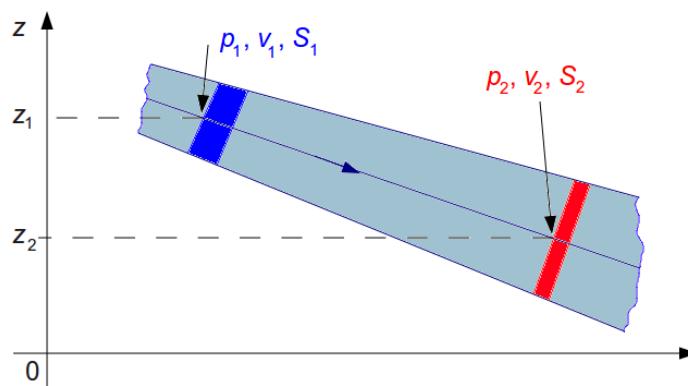


Figure.4. Energie mécanique constante pour un débit constant aux points 1 et 2

$$p + \rho \times g \times z + \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = C^{te}$$

$$\frac{p}{\rho \times g} + z + \frac{v^2}{2 \times g} = C^{te} \quad (4)$$

2.2.Différents régimes d'écoulement

Lors de l'écoulement de divers fluides réels dans une conduite cylindrique rectiligne, deux régimes d'écoulement se produisent : laminaire et turbulent

a. Régime laminaire

Lorsqu'un fluide s'écoule dans un tuyau comme s'il glissait parallèlement aux parois (en couches cylindriques coaxiales) qui le guident, on dit que l'écoulement est laminaire.

Grâce à la répartition des vitesses qui est bien régulière et ordonnée, ces écoulements génèrent très peu de bruit à cause de leur structure de vitesse. (figure.5.a).

b. Régime transitoire

Le régime transitoire est le régime qui se situe entre les deux régimes, dans lequel l'écoulement est instable pouvant être soit laminaire, soit turbulent soit il passe d'un régime à un autre. (figure.5.b).

c. Régime turbulent

Lorsqu'un fluide s'écoule avec des variations de vitesse brusques et aléatoires en chaque point de la conduite à diamètre varié, on dit que l'écoulement est turbulent (formation de mouvement tourbillonnant dans le fluide). A cause de leur structure chaotique ces écoulements génèrent du bruit. Cela a été constaté selon des expériences faites par Reynolds. (figure.5.c)

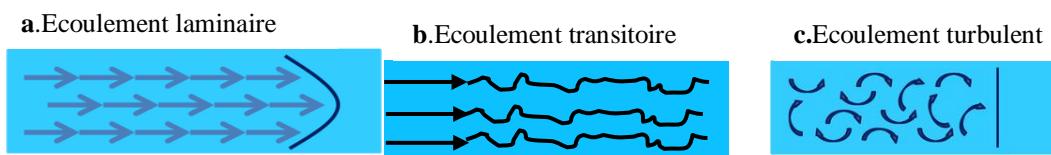


Figure.5. Différents régimes d'écoulement