

CHAPITRE I : INTRODUCTION A LA MECANIQUE DES FLUIDES**Objectifs pédagogiques :**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant doit être capable de :

- Définir les différents types des fluides.
- Connaître les propriétés physiques d'un fluide.

CHAPITRE I :

INTRODUCTION A LA MECANIQUE DES FLUIDES

La mécanique des fluides est une science qui s'intéresse aux comportements des fluides au repos et en mouvement. On distingue :

- La statique des fluides : hydrostatique
- La dynamique des fluides : hydrodynamique

I - Définition d'un fluide :

Un fluide est un milieu matériel continu, sans rigidité, et qui peut subir des grandes déformations, même sous l'effet des petites forces, il a la propriété d'épouser la forme du récipient qui le contient.

Les fluides se divisent en deux groupes :

- Liquides : Corps peu compressibles et dont la masse volumique est importante (eau, huile,...)
- Gaz : corps très compressibles et même extensibles (dioxyde de carbone, Air,...)

Avec les fluides, un phénomène nouveau apparaît lorsque l'on veut les déplacer, c'est la viscosité qui introduit alors la notion de fluide parfait et de fluide réel.

- Un fluide parfait est un fluide dont les molécules se déplacent sans aucun frottement les unes par rapport aux autres (viscosité nulle)
- Un fluide réel est un fluide dont les molécules glissent les unes sur les autres avec un certain frottement (viscosité prise en compte).

II- Propriétés physiques d'un fluide :

1) Masse volumique :

La masse volumique est le rapport entre une masse de matière homogène m et le volume V occupé par cette masse :

On écrit :

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{Unité : Kg/m}^3$$

Pour les liquides la masse volumique varie très peu avec la pression, mais plus sensiblement avec la température.

Contrairement à celle des liquides, la masse volumique des gaz varie beaucoup avec la pression et la température.

Pour les gaz parfaits, l'équation d'états est donné par :

$$PV = rT$$

Avec :

P : pression absolue (N/m^2)

V : volume massique (m^3/Kg)

r : constante du gaz ($\text{J/Kg}^\circ\text{K}$)

T : température en $^\circ\text{K}$

La masse volumique d'un gaz parfait est donnée par :

$$\rho = 1/V = P/rT$$

Exemples :

à 20°C sous 1.013 bar on mesure

| composées | Masse volumique (Kg/m^3) |
|-----------|--|
| Benzène | 880 |
| Eau | 998 |

| | |
|---------------|-------|
| Ethanol | 791 |
| Glycérine | 1260 |
| Huile d'olive | 918 |
| Mercure | 13546 |
| Air sec | 1.205 |

2) Poids volumique :

Le poids volumique d'un corps est le poids de l'unité de volume du corps, soit

$$\bar{\omega} = \frac{\|\vec{P}\|}{V} = \frac{M\|\vec{g}\|}{V} = \rho\|\vec{g}\|$$

où :

$\bar{\omega}$: poids volumique N/m³

$\|\vec{P}\|$: poids du corps en N

$\|\vec{g}\|$ = accélération de pesanteur N/Kg ou m/s².

3) Densité :

La densité d'un corps est le rapport entre la masse d'un certain volume de ce corps et la masse du même volume d'un corps de référence, ce volume étant pris dans les mêmes conditions de température et de pression.

Cette définition se traduit par la relation suivante :

$$d = \frac{m}{m_0} = \frac{\frac{m}{v}}{\frac{m_0}{v}} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Avec :

d: densité du corps

m : masse du corps

m₀ :masse du corps de référence

ρ : masse volumique du corps

ρ₀ : masse volumique du corps de référence

Les fluides de référence sont : - L'eau pour les liquides
- L'air pour le gaz

4) Compressibilité d'un fluide :

Considérons une petite masse m de fluide à la pression P et à un volume V à la température T , lorsque la pression passe de P à $P+dP$, le volume de V à $V+dV$ la compressibilité isotherme est alors caractérisée par :

$$\chi = -\frac{1}{dP} \left(\frac{dV}{V} \right)$$

Unité : [Pa^{-1}]

En toute rigueur, il n'existe pas de fluide incompressible ($\chi = 0$) cependant pour les liquides, la compressibilité extrêmement faible pour l'eau $\chi = 5.04.10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$ à 0°C .

En générale, les liquides sont incompressibles et les gaz sont compressibles. La compressibilité ou non d'un fluide peut être caractérisée par la variation ou non de la masse volumique.

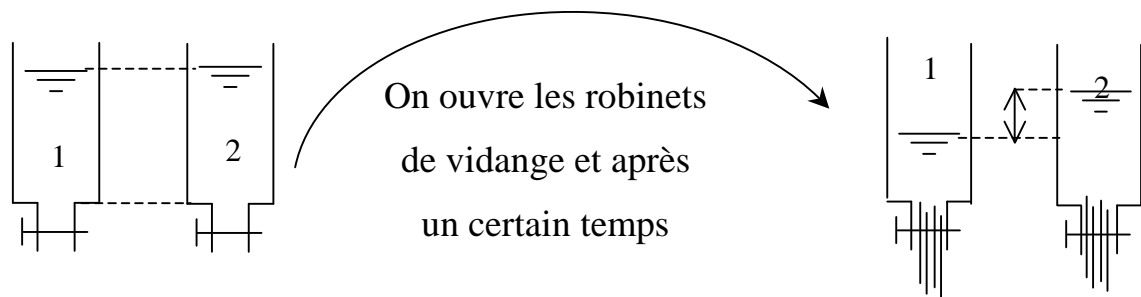
Quelque soit l'action mécanique sur une masse d'un fluide, la masse ne change pas mais le volume peut changer :

- Si le volume change, donc ρ varie et le fluide est compressible \rightarrow c'est un gaz.
- Si le volume ne change pas ρ est Cte et le fluide est incompressible \rightarrow c'est un liquide.

5) Viscosité :

On appelle viscosité la propriété qui traduit la résistance d'un fluide à l'écoulement.

Considérons 2 récipients identiques contenant une même quantité de 2 liquides différents.



On constate que le liquide 1 se vide plus rapidement que le liquide 2.

On Dit que : la viscosité du liquide 1 est plus faible que celle du liquide 2, ou le liquide 1 est moins visqueux que le liquide 2.

La viscosité est caractérisée par :

- **la viscosité cinématique**, notée ν . Son unité dans le S.I. est le (m^2/s). On utilise souvent le Stokes (St) ou le centiStokes (cSt).

$$1\text{St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

1 cSt = $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ correspondant approximativement à la viscosité cinématique de l'eau à 20° C.

• **La viscosité dynamique**, notée μ . Son unité dans le S.I. est le Poiseuille (PI) ou (Pa.s).

$$\mu = \rho \cdot \nu$$

On trouve comme autre unité le Poise (Po). $10\text{Po} = 1 \text{ PI}$

Exemple :

à 20°C $\nu_{\text{eau}} = 1 \text{ cSt}$ et $\nu_{\text{air}} = 15 \text{ cSt}$

à 40°C $\nu_{\text{eau}} = 0.66 \text{ cSt}$ et $\nu_{\text{air}} = 17 \text{ cSt}$

Remarque :

La viscosité des liquides diminue si la température augmente. Au contraire, la viscosité des gaz augmente avec la température.