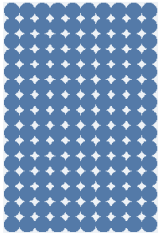


Chapitre 1: Aperçu de mécanique des fluides

I- INTRODUCTION

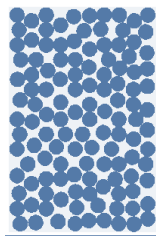
1- Etat de la matière

La matière peut exister en général sous 3 états différents : solide, liquide et vapeur (ou gaz). L'état sous lequel se trouve la matière dépend de 2 paramètres : la température et la pression. Quand la matière passe d'un état à un autre on dit tout simplement qu'il y a changement d'état. La matière est constituée de petites particules (atomes ou molécules selon la matière) : par exemple l'eau est constituée de molécules d'eau; le fer, lui est constitué d'atomes de fer.



Solide:

Particules
ordonnées
condensées
liées



Liquide:

Particules
ordre local
condensées
peu liées

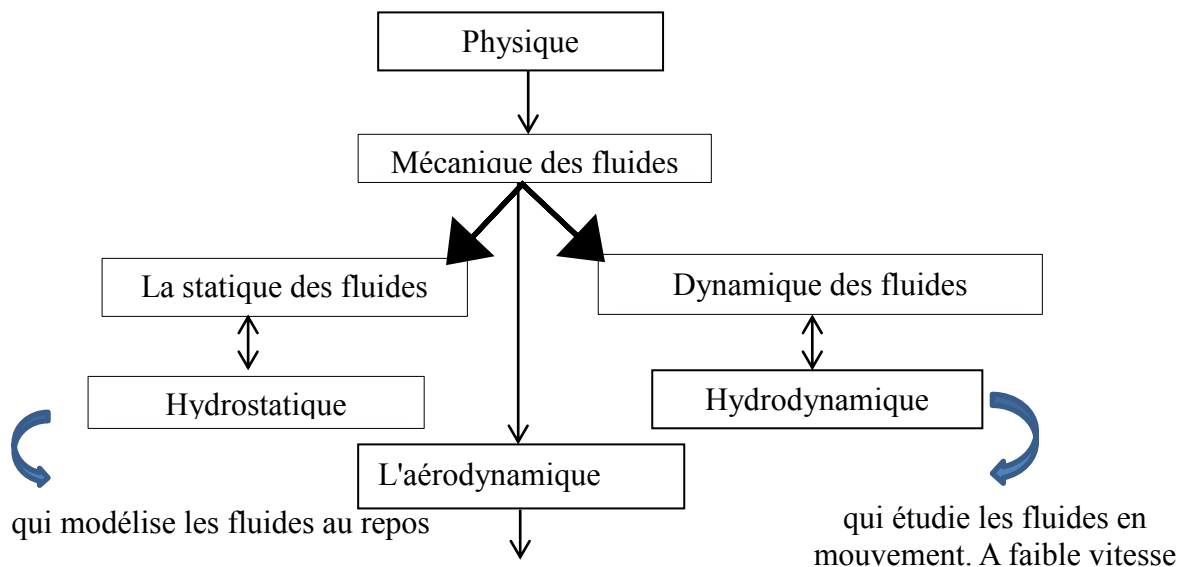


Gaz:

Particules
désordonnées
espacées
non liées

2- Mécanique des fluides :

La mécanique des fluides est partie des sciences physiques qui étudie le comportement des fluides au repos ou en mouvement comme le montre le diagramme ci-dessous.



Comportement des gaz lorsque les changements de vitesse et de pression sont trop importants.

II. QUELQUES DEFINITIONS :

1- Fluide On appelle fluide un corps susceptible de s'écouler facilement. Un fluide doit donc être déformable ; c'est-à-dire qu'il n'a pas de forme propre. L'état fluide englobe donc principalement deux états physiques :

- l'état gazeux
- l'état liquide

a- Fluide parfait

C'est un fluide dans lequel ne s'exerce aucune force de frottement. Pas de phénomène de viscosité.

b- Fluide réel : Le glissement des molécules les unes sur les autres entraîne des forces de frottement dues au phénomène de Viscosité , l'écoulement se fait avec un dégagement de chaleur.

c- Fluide incompressible : Fluide dont le volume ne dépend pas (ou très peu) de la pression. Les lois sur les fluides incompressibles ne seront donc pas valables pour les gaz.

III- PROPRIETES PHYSIQUES DES FLUIDES :

III-1 Les densités

La Densité d'un fluide est la quantité de matière contenue dans une unité de volume de cette substance . Elle peut être exprimée de différentes manières :

a- Densité de masse ou ‘ Masse Volumique ‘ :

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{Unités : kg/m}^3 \quad \text{Dimensions : ML}^{-3}$$

Valeurs Particulières :

- Eau : $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Mercure : $\rho_{Hg} = 13546 \text{ kg/m}^3$

b- Poids Spécifique :

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{Mg}{V} \Rightarrow \gamma = \rho g \quad \text{Unités : N/m}^3 \quad \text{Dimensions : ML}^{-2}\text{T}^{-2}$$

Valeurs Particulières :

- Eau : $\gamma_w = 9814 \text{ N/m}^3$
- Mercure : $\gamma_{Hg} = 132943 \text{ N/m}^3$

c- Densité Relative :

Elle représente la masse spécifique d'une substance exprimée par rapport à celle d'une substance de référence : L'eau :

$$D = \frac{\rho}{\rho_w} \quad \text{Unité : Adimensionnel (sans unité)}$$

Valeurs Particulières :

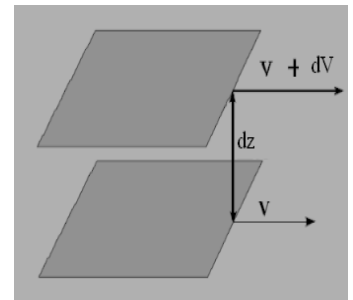
- Eau : $D_w = 1$
- Mercure : $D_{Hg} = 13,6$

III-2 Viscosité

a- Viscosité dynamique

Deux couches de fluide circulent parallèlement à des vitesses différentes.
 La force de frottement que chacune exerce l'une sur l'autre est :

$$F = \eta \cdot S \cdot \frac{\Delta v}{\Delta z}$$



S : est la surface commune aux deux lames (m²)

Le facteur de proportionnalité η est le coefficient de viscosité dynamique du fluide.

Dimension : $[\eta] = M.L^{-1}.T^{-1}$.

Unité : Dans le système international (SI), l'unité de viscosité dynamique est le **Pascal seconde (Pa·s)** ou **Poiseuille (Pl)** : $1 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 1 \text{ Pl} = 1 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$

b- Viscosité cinématique

Dans de nombreuses formules apparaît le rapport de la viscosité dynamique η et de la masse volumique ρ . Ce rapport est appelé **viscosité cinématique ν** :

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

Dimension : $[\nu] = L^2.T^{-1}$.

Unité : Dans le système international (SI), l'unité de viscosité n'a pas de nom particulier : (m²/s). Ou Stokes (St) : $1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St}$.

c- Ordre de grandeur ; Influence de la température

Fluide et Température °C	η (Pa·s)
eau (0 °C)	$1,787 \cdot 10^{-3}$
eau (20 °C)	$1,002 \cdot 10^{-3}$
eau (100 °C)	$0,2818 \cdot 10^{-3}$
huile d'olive (20 °C)	$\approx 100 \cdot 10^{-3}$
glycérol (20 °C)	$\approx 1000 \cdot 10^{-3}$
H ₂ (20 °C)	$0,86 \cdot 10^{-5}$
O ₂ (20 °C)	$1,95 \cdot 10^{-5}$
Sang complet (20°C)	$3,015 \cdot 10^{-3}$
Sang complet (37°C)	$2,084 \cdot 10^{-3}$
Plasma sanguin (20°C)	$1.810 \cdot 10^{-3}$
Plasma sanguin (37°C)	$1.257 \cdot 10^{-3}$

La viscosité des liquides diminue beaucoup lorsque la température augmente.

Contrairement, la viscosité des gaz augmente avec la température.

Le Système d'Unités SI

En mécanique des fluides , le système d'unités SI (" **Système International** ") comporte 3 unités primaires à partir desquelles toutes les autres quantités peuvent être décrites :

Grandeur de Base	Nom de L'Unité	Symbole	Dimension
<i>Longueur</i>	<i>Mètre</i>	<i>m</i>	<i>L</i>
<i>Masse</i>	<i>Kilogramme</i>	<i>kg</i>	<i>M</i>
<i>Temps</i>	<i>Seconde</i>	<i>s</i>	<i>T</i>

Le tableau suivant résume les unités **SI** des différentes caractéristiques utilisées en mécanique des fluides :

Caractéristique	Unité SI	Dimension
<i>Vitesse</i>	$m/s, m \cdot s^{-1}$	LT^{-1}
<i>Accélération</i>	$m/s^2, m \cdot s^{-2}$	LT^{-2}
<i>Force</i>	$Kg \cdot m/s^2, N (Newton), kg \cdot m \cdot s^{-2}$	MLT^{-2}
<i>Energie</i>	$Kg \cdot m^2/s^2, N \cdot m, J (Joule), kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$	ML^2T^{-2}
<i>Puissance</i>	$Kg \cdot m^2/s^3, N \cdot m/s, W (Watt), kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$	ML^2T^{-3}
<i>Pression</i>	$Kg/m \cdot s^2, N/m^2, Pa (Pascal), kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$	$ML^{-1}T^{-2}$
<i>Masse Spécifique</i>	$Kg/m^3, kg \cdot m^{-3}$	ML^{-3}
<i>Poids Spécifique</i>	$Kg/m^2/s^2, N/m^3, kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-2}$	$ML^{-2}T^{-2}$
<i>Viscosité</i>	$Kg/m \cdot s, N \cdot s/m^2, kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$	$ML^{-1}T^{-1}$