

Cours Biophysique
Chapitre .III Mécanique des Fluides
Dr Boudemagh
Partiel

1-Introduction

La mécanique des fluides est la science des lois de l'écoulement des fluides. C'est une branche de la physique qui étudie les écoulements de fluides, c'est-à-dire des liquides et des gaz lorsque ceux-ci subissent des forces ou des contraintes. Elle comprend deux grandes sous branches:

- La statique des fluides, ou hydrostatique qui étudie les fluides au repos.
- La dynamique des fluides qui étudie les fluides en mouvement

-Rappel

a-Masse volumique

Elle exprime le rapport de la masse m d'un corps rapporté à son volume V

- **Masse volumique** : ==> **Symbole** : ρ ==> **Unité** : en kg/m^3
$$\rho = \frac{m}{V}$$

b-Volume massique V_m

Le volume massique V_m exprime le rapport du volume d'un corps rapporté à sa masse m



V_m est l'inverse de ρ
peut être utilisée pour exprimer la compressibilité des matériaux polymères (dépendance vis-à-vis de la température et de la pression)

Vitesse : ==> **Symbole** : v ==> **Unité** : en m/s
$$v = \frac{L}{t}$$

c-Densité d

La densité d d'un corps exprime le rapport de la masse volumique de ce corps ρ vis-à-vis de la masse volumique d'un corps de référence ρ_{ref} .



$d > 1$: le corps étudié est plus lourd que le corps de référence
 $d < 1$: le corps étudié est plus léger que le corps de référence
le corps de référence est souvent l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

2- Définition et unités légales de pression

La pression p est une grandeur physique qui quantifie l'action d'une force sur une surface donnée. Elle est égale à la force par unité de surface. La pression en un point M d'un fluide en équilibre est le quotient du module dF de la force normale qui s'exerce sur un élément différentiel de surface dS , de centre le point de mesure. Dans le cas où la force F est constante sur toute la surface. La pression est :

$$p = \frac{\|F\|}{S}$$

Les pressions se transmettent intégralement et instantanément conformément au principe de Pascal.

L'unité légale de pression dans le système international est le Pascal, noté Pa . Une pression d'un Pascal est équivalente à une force de 1 Newton exercée sur une surface de 1 mètre carré.

En météorologie deux autres unités sont admises, le bar qui vaut $10^5 Pa$ et l'atmosphère (atm) qui vaut 1,013 bar.

En médecine, le millimètre de mercure ($mmHg$) est utilisé pour mesurer la pression artérielle et le centimètre d'eau (cmH_2O) pour mesurer la pression veineuse. $1 mmHg = 133,3 Pa$ et

$1 cmH_2O = 98 Pa$.

3-Définition d'un fluide

Un fluide peut être considéré comme étant une substance formé d'un grand nombre de particules matérielles, très petites et libres de se déplacer les unes par rapport aux autres. C'est donc un milieu matériel continu, déformable, sans rigidité et qui peut s'écouler.

Il se caractérise :

I- par sa vitesse:

par son accélération

II- du point de vue dynamique:

- par une masse élémentaire

4. Classement des Fluides

4.1. Fluide incompressible

Un fluide est dit incompressible lorsque le volume occupé par une masse donnée ne varie pas en fonction de la pression extérieure. La masse volumique ρ Kg/m^3 est constante (eau, huile).

4.2. Fluide compressible

Un fluide est dit incompressible lorsque le volume occupé par une masse donnée varie en fonction de la pression extérieure. La masse volumique est variable. Les gaz sont des fluides compressibles

4.3 Fluide Parfait

Dans un fluide parfait, les forces de contacts sont perpendiculaires aux éléments de surfaces sur lesquelles elles s'exercent.

4.4 .Fluide Réel

Dans un fluide réel, il existe des forces élémentaires qui s'opposent au mouvement.

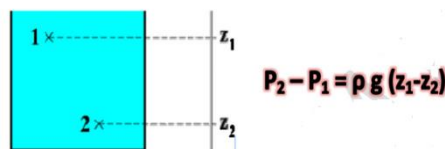
Note : Un fluide réel au repos , peut être considéré comme parfait.

5. Hydrostatique (Statique des fluides incompressibles)

Ou Statique d'un fluide au repos.

- Le fluide doit être au repos.
- Le fluide doit être homogène.

On considère au sein de ce fluide homogène et au repos, deux points distincts 1 et 2, d'altitudes respectives z_1 et z_2 , alors on peut écrire la relation suivante entre les pressions P_1 et P_2 :



Lorsqu'un fluide est soumis à une force, le gradient de la pression est proportionnel à celle-ci et le coefficient de proportionnalité est la densité ρ du fluide.

$$\overrightarrow{\text{grad}}(p) = \rho \cdot \vec{F}$$

Si la force F est uniquement la force de pesanteur, alors:

$$\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}}(gh).$$

h étant compté positivement vers le haut. De ce fait, si p est constante

$$\overrightarrow{\text{grad}}(p) = \rho \vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}}(\rho \cdot g \cdot h) \implies \overrightarrow{\text{grad}}(P + \rho \cdot g \cdot h) = 0$$

et par intégration, on aboutit à la loi de Pascal : $P + \rho \cdot g \cdot h = \text{Constante}$.

Cette loi résume les lois physiques de la statique des fluides et exprime la condition nécessaire et suffisante de l'équilibre d'un fluide immobile.

Le principe d'Archimède repose sur le fait que tout corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale de bas en haut égale au poids du volume du fluide déplacé. Le centre de poussée étant au centre de gravité du volume fluide déplacé.

Cette loi résume les lois physiques de la statique des fluides et exprime la condition nécessaire et suffisante de l'équilibre d'un fluide immobile.

Le principe d'Archimède repose sur le fait que tout corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale de bas en haut égale au poids du volume du fluide déplacé. Le centre de poussée étant au centre de gravité du volume fluide déplacé.

$$\Delta P = \rho g h$$

