

Fiche POK - Circulation

C) Dynamique des fluides

Par Arnaud RIFF

Cette fiche n'est pas exhaustive mais permet de mettre au clair les différentes conditions d'application des formules. On notera que tous les fluides étudiés sont dit incompressibles.

I. Fluide Parfait

Définition : fluide parfait = non visqueux = absence de résistance à l'écoulement = il peut s'écouler à l'infini (notion théorique).

Applications possibles :

- ⇒ Equation de continuité vérifiée : $Q=S_1v_1=S_2v_2=\text{constant}$.
- ⇒ Théorème de Bernoulli : **Energie potentielle** + **Energie cinétique** = cte
Composante statique + **Composante dynamique** = cte
Energie interne de pression + **Energie de pesanteur** + **Energie cinétique** = cte
P + **ρgh** + **$0,5.\rho v^2$** = cte

Ce théorème s'applique dans le cas d'un fluide parfait en mouvement : la charge E est constante tout au long du conduit, il n'y a pas de perte de charge pour un fluide parfait.

Loi de Pascal : pour un fluide immobile (+ incompressible + isotherme) on a **$P + \rho gh$** = constante **pour n'importe quel point au sein du fluide**. Attention : ceci concerne aussi bien les fluides parfaits que réels, en effet, on parle ici de fluides immobiles : pas de raison de faire intervenir des forces de frottements.

II. Fluide réel

Définition : Fluide réel = non parfait = forces de frottements qui s'opposent à l'écoulement = visqueux.

La viscosité est noté $\eta \rightarrow F=\eta S \frac{\Delta V}{\Delta x}$

$\frac{\Delta V}{\Delta x}$ = gradient de vitesse = taux de cisaillement.

1. Fluide Non Newtonien.

2 définitions :

- ⇒ η varie en fonction du taux de cisaillement : la viscosité diminue lorsque le gradient de vitesse augmente.
- ⇒ Vitesse de déformation non proportionnelle à la contrainte.

Exemple : le sang

Attention : le sang est en effet un fluide non Newtonien, mais on devra le considérer comme Newtonien pour pouvoir appliquer les formules. Donc : répondre vrai dans un QCM où l'on vous dit « le sang est un fluide non newtonien », mais utiliser les formules des fluides Newtoniens pour le sang dans les exercices.

2. Fluide Newtonien

2 définitions :

- ⇒ η indépendant du taux de cisaillement.
- ⇒ vitesse de déformation proportionnelle à contrainte (la viscosité η est le coefficient de proportionnalité).

Deux régimes sont possibles (attention ces régimes ne concernent pas les fluides Non Newtoniens).

a. Laminaire ($R < 2\ 400$)

Loi de Poiseuille : permet de calculer la perte de charge. La viscosité entraîne des forces de frottements qui font perdre de l'énergie au fluide sous forme de chaleur = perte de charge (la charge E diminue le long du conduit).

Le théorème de Bernoulli ne s'applique plus. On a alors : $E_p + E_c + \text{chaleur} = \text{cte}$.

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta E}{8\eta \Delta L} \text{ (m}^3\text{s}^{-1}\text{)}$$

$$\Delta E = \frac{8\eta}{\pi r^4} \Delta L \cdot Q = R \cdot Q \text{ (loi d'Ohm).}$$

b. Turbulent (R > 10 000)

La loi d'Ohm et la loi de Poiseuille ne sont pas applicables !!!! → La perte de charge n'est plus proportionnelle au débit.

- $Re = \frac{d v \rho}{\eta}$ (attention à bien prendre la vitesse moyenne et non maximale et à bien **CONVERTIR DANS LES UNITES INTERNATIONALES**).