Description d'un fluide en écoulement stationnaire dans une conduite

Description eulérienne d'un fluide

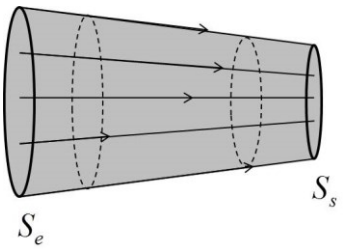
La **description eulérienne** du fluide consiste à étudier le fluide en un point donné M et en un instant donné t .

Visualisation d'un écoulement

Carte de champ : représentation graphique plane où apparait le vecteur vitesse en un certain nombre de points.

Définition :
Ligne de courant : ligne, qui en chacun de ses points, est tangente à la vitesse de l'écoulement.

Définition :
Tube de courant : surface formée par l'ensemble des lignes de courant s'appuyant sur un contour fermé.



Exemples d'écoulements

Ecoulement **uniforme** : la vitesse de l'écoulement est la même en tout point

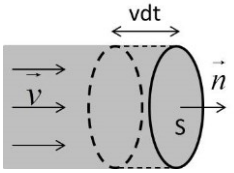
Ecoulement **divergent** : le volume de la particule de fluide varie au cours du mouvement ($div\vec{v} \neq 0$).

Ecoulement **rotationnel** : certaines lignes de courant se referment sur elles-mêmes ($\overrightarrow{rot}\vec{v} \neq \vec{0}$).

Débit massique

Définition :

Soit une surface S dans un fluide avec $\vec{n}$ le vecteur normal à cette surface. Débit massique D_m (kg.s^{-1}) au travers de la surface S = masse de fluide δm la traversant par unité de temps : $\boxed{D_m = \dfrac{\delta m}{dt}}$



Soit un écoulement homogène (masse volumique μ constante) et uniforme (vitesse v constante), S une surface perpendiculaire à l'écoulement : $\boxed{D_m = \mu S v}$

Cas d'un écoulement quelconque : $D_m = \iint_S \mu(M)\vec{v}(M)\cdot\overrightarrow{dS}$

En régime stationnaire, le débit massique se conserve le long d'un tube de courant.

Débit volumique

Définition :

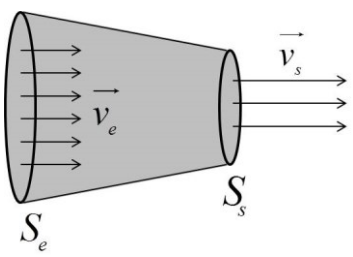
Débit volumique D_V (m^3.s^{-1}) = volume du fluide dV traversant une surface S par unité de temps : $\boxed{D_V = \dfrac{dV}{dt}}$

Soit un écoulement homogène et uniforme : $\boxed{D_V = Sv}$

Relation entre débit massique et volumique : $\boxed{D_m = \mu D_V}$

Cas d'un écoulement quelconque : $D_V = \iint_S \vec{v}(M)\cdot\overrightarrow{dS}$

Pour un fluide incompressible et homogène en écoulement stationnaire, il y a conservation du débit volumique sur un tube de courant.

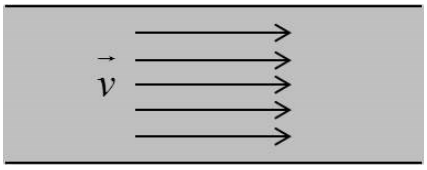


Conséquence :
Augmentation de la vitesse du fluide quand les lignes de courant se rapprochent.

Fluide parfait

Définition :

Fluide parfait s'il est possible de choisir un profil de vitesse uniforme au sein d'une section du fluide. Le fluide glisse sur les parois de la conduite, il n'y a aucune adhérence.



Fluide newtonien

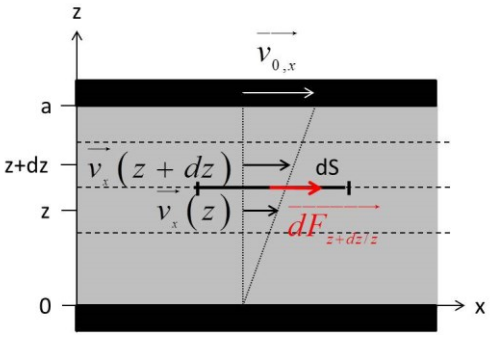
L'immobilité de la paroi impose celle du fluide à son contact. Si le fluide n'est pas parfait, il est dit **visqueux**.

Force de cisaillement :

La force élémentaire $\overrightarrow{dF}$, appelée **force de cisaillement**, qu'exerce une couche de fluide de surface élémentaire dS sur une couche de fluide située juste au-dessous de même surface se met sous la forme :

$$\overrightarrow{dF} = -\eta \frac{\partial v_x}{\partial z} dS \vec{u}_x$$

avec η la viscosité du fluide en Pl (poiseuille).



Ordres de grandeur de viscosité :

$\eta(air\ à\ 15°C) = 1,8.10^{-5}\ Pl$

$\eta(eau\ à\ 20°C) = 1,0.10^{-3}\ Pl$

$\eta(huile\ pour\ moteur\ à\ 40°C) \approx 0,1 Pl$

Point de vue thermodynamique : viscosité implique irréversibilité

Point de vue énergétique : dissipation de l'énergie cinétique en thermique