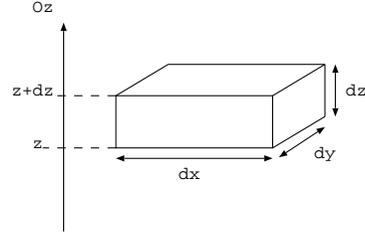


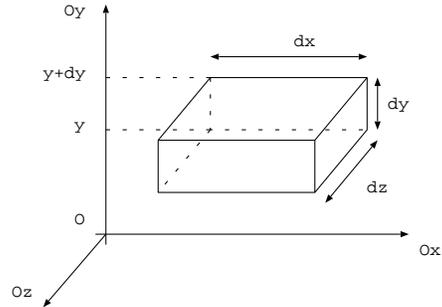
Cours de mécanique des fluides

1. Démontrer l'équation de conservation de la masse en considérant un système élémentaire de section  $S$  compris entre  $x$  et  $x + dx$  tel que le vecteur densité de courant de masse s'écrit  $\vec{j} = j(x, t)\vec{e}_x$ .

2. Soit une particule fluide de volume élémentaire  $d\tau = dxdydz$ . Exprimer la résultante des forces de pression exercées sur cette particule fluide pour  $P = P(z)$ . En déduire l'expression générale de la résultante des forces de pression exercée sur une particule fluide de volume  $d\tau$ .



3. Soit un écoulement décrit par le champ des vitesses  $\vec{v} = v_x(y)\vec{e}_x$ . On donne la force de viscosité exercée sur la couche de fluide de surface  $dS$  placée en  $y$  de la part du fluide au dessus d'elle:  $d\vec{F}_v(y) = \eta \frac{\partial v_x(y)}{\partial y} dS \vec{e}_x$ . Soit une particule fluide de volume élémentaire  $d\tau = dxdydz$ . Exprimer la résultante des forces de viscosité exercées sur cette particule fluide. En déduire l'expression générale de la résultante des forces de viscosité exercées sur le volume  $d\tau$ .



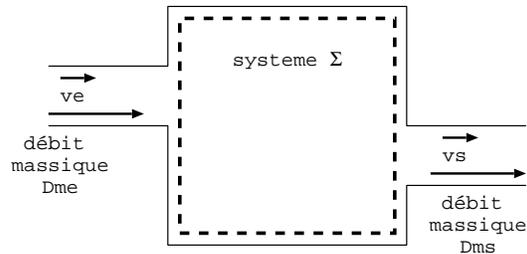
4. Ecrire l'équation de Navier-Stokes, préciser son unité et commenter chaque terme.

5. Définir le nombre de Reynolds et évaluer son ordre de grandeur pour conclure sur la nature de l'écoulement et sur le choix du modèle de traînée linéaire ou quadratique.

6. On donne  $(\vec{A} \cdot \text{grad}) \vec{A} = \text{rot} \vec{A} \wedge \vec{A} + \frac{1}{2} \text{grad}(\vec{A}^2)$ . Enoncer et démontrer la relation de Bernoulli en précisant les hypothèses (pour un écoulement non irrotationnel). Préciser le sens physique de cette relation.

7. Ecrire l'équation de Navier-Stokes, préciser son unité et commenter chaque terme.

8. Soit un fluide en écoulement, on définit un volume de contrôle entre deux parois fictives fixes. Ce volume de contrôle constitue le système ouvert  $\Sigma$ . On note  $\delta m_e$  et  $\delta m_s$  les masses entrante et sortante de  $\Sigma$  entre  $t$  et  $t + dt$ , respectivement aux vitesses  $\vec{v}_e$  et  $\vec{v}_s$ . On se place en régime stationnaire.



8.a. Etablir, en utilisant le système ouvert  $\Sigma$ , un bilan de masse.

8.b. Définir le système fermé  $\Sigma^*(t)$  et  $\Sigma^*(t + dt)$  et établir un bilan de masse.

8.c. Exprimer  $\frac{d\overline{p}_{\Sigma^*}}{dt}$ .

8.d. Exprimer  $\frac{dE_{m,\Sigma^*}}{dt}$ .

8.e. Enoncer la loi de la quantité de mouvement et le théorème de la puissance mécanique.

Tout exercice CLASSIQUE de mécanique des fluides

Exercices de statique des fluides en référentiel non galiléen: fluide homogène incompressible dans un chariot en mouvement rectiligne uniformément accéléré ou dans un bûcher en rotation