PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE
Semaine du 15/01 au 20/01

MF1 - Statique des fluides

Tout exercice sur le sujet.

MF2 - Description d'un fluide en écoulement

Tout exercice sur le sujet.

MF3 - Bilan énergétique de l'écoulement d'un fluide parfait (cours + exercices)

– Notion de viscosité : exemple de l'écoulement de Couette plan.

Un écoulement est parfait lorsque
- la viscosité est nulle
- il n'y a pas de transfert thermique

On peut alors considérer que chaque particule fluide évolue de manière adiabatique réversible.

– Théorème de Bernoulli : démonstration à partir de l'expression du premier principe appliqué au systèmes ouverts.

Pour un écoulement parfait, stationnaire, homogène ($\rho = cte$ dans tout le fluide), on peut écrire, en l'absence de pièces mobiles (turbines, pompes), le long d'une ligne de courant $\mathcal{L}$

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = C(\mathcal{L})$$

avec $C(\mathcal{L})$ une constante attachée à la ligne de courant considérée.

– Une propriété utile : si on considère un écoulement parfait, stationnaire, homogène ($\rho = cte$) dont les lignes de courant sont suivant une direction horizontale $\vec{u}_x$, on retrouve la loi de la statique des fluides dans chaque plan perpendiculaire à la direction de l'écoulement.
– Conséquence du théorème de Bernoulli : effet Venturi. Applications : vaporisateur, trompe à eau.
– Mesure d'un débit avec un tube de Venturi
– Mesure d'une vitesse avec un tube de Pitot
– Effet Magnus
– Vidange d'un récipient : formule de Toricelli (**à savoir refaire absolument !**).

MF4 - Pertes de charge (cours)

– Écoulement de Poiseuille dans une conduite cylindrique. Le profil des vitesses étant admis, calcul du débit volumique et de la vitesse débitante U définie par :

$$D_v = SU = \pi R^2 U$$

– Résistante hydraulique d'une conduite cylindrique horizontale de rayon R, de longueur L parcourue par un fluide de viscosité dynamique η en écoulement laminaire

$$R_h = \frac{P(0) - P(L)}{D_v} = \frac{8\eta L}{\pi R^4}$$

– Transition vers la turbulence : nombre de Reynolds.
– Pertes de charge. Expression générale :

$$\left[P_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g z_B\right] = \left[P_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g z_A\right] - J + \frac{\mathscr{P}_u}{D_v} \qquad (\text{Pa} = \text{ J.m}^{-3})$$

où A et B désignent respectivement les grandeurs d'entrée et de sortie et J correspond aux pertes de charge (homogène ici à une énergie par unité de volume donc à une pression).

Savoir passer si nécessaire aux expressions équivalentes :

- bilan en hauteur :

$$\left[\frac{P_B}{\rho g}+\frac{v_B^2}{2g}+z_B\right]=\left[\frac{P_A}{\rho g}+\frac{v_A^2}{2g}+z_A\right]-h_J+h_u \qquad (\text{ m})$$

- bilan en énergie massique :

$$\left[\frac{P_B}{\rho}+\frac{1}{2}v_B^2+gz_B\right]=\left[\frac{P_A}{\rho}+\frac{1}{2}v_A^2+gz_A\right]-w_J+w_u \qquad (\text{ J.kg}^{-1})$$

– pertes de charge régulières (se produisent tout au long de la conduite). On pose :

$$J_{\text{reg}}=f\frac{L}{D}\rho\frac{U^2}{2}$$

le coefficient f se lit sur le diagramme de Moody.
– pertes de charge singulières (se produisent ponctuellement au niveau des changements de section, ou de direction de conduites et au niveau d'éléments tels que des vannes...). On pose :

$$J_{\text{sing}}=\xi\frac{1}{2}\rho U^2$$

ξ dépend de la forme de la singularité. Ses valeurs sont tabulées.

Description d'un fluide en écoulement en régime stationnaire	
Énergétique des écoulements parfaits dans une conduite	Définir un écoulement parfait. Énoncer, à l'aide d'un bilan d'énergie, la relation de Bernoulli en précisant les hypothèses. Établir un bilan de puissance pour un circuit hydraulique ou pneumatique avec ou sans pompe.
Perte de charge singulière et régulière.	Modifier la relation de Bernoulli afin de tenir compte de la dissipation d'énergie mécanique par frottement.