PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE
Semaine du 13/01 au 18/01

MF1 - Statique des fluides

Tout exercice sur le sujet.

MF2 - Description d'un fluide en écoulement (cours +exercices)

– Description lagrangienne, description eulérienne.
– Champ eulérien de vitesse. Ligne de courant. Tube de courant.
– Écoulement stationnaire, dans un référentiel donné.
– Débit volumique, débit massique à travers une surface Σ :

$$D_v = \iint_\Sigma \vec{v}.\mathrm{d}\vec{S} \qquad D_m = \iint_\Sigma \vec{j}.\mathrm{d}\vec{S}$$

avec $\vec{j} = \rho\vec{v}$ le vecteur densité de flux de masse.
Cas particulier d'un écoulement 1D où $\vec{v}$ est uniforme dans toute une section de conduite S et perpendiculaire à cette section

$$D_v = Sv \qquad D_m = jS = \rho S v = \rho D_v$$

– Flux d'un champ vectoriel à travers une surface. Théorème d'Ostrogradski. Définition de la divergence.
– Bilan de matière **en régime stationnaire**. Savoir établir à l'aide du théorème d'Ostrogradski que

$$\mathrm{div}\,\vec{j} = 0$$

$\vec{j}$ est à flux conservatif : le débit massique D_m est constant à travers toute section d'un tube de courant.
– Pour un écoulement stationnaire de champ de masse volumique ρ uniforme :

$$\mathrm{div}\,\vec{v} = 0.$$

Dans ce cas le débit volumique D_v est le même à travers toute section d'un tube de courant et $D_m = \rho D_v$.

Description d'un fluide en écoulement en régime stationnaire	
Grandeurs eulériennes Champ de vitesse Ligne de courant, tube de courant Régime stationnaire	Décrire les propriétés thermodynamiques et mécaniques d'un fluide à l'aide des grandeurs locales pertinentes. Évaluer le caractère divergent ou rotationnel d'un écoulement uniforme, à symétrie sphérique, à symétrie axiale (radiale ou orthoradiale) en connaissant l'expression du champ des vitesses.
Débit volumique et débit massique	Exprimer les débits volumique et massique. Définir le vecteur densité de flux de masse.
Écoulement stationnaire dont le champ des masses volumiques est uniforme	Établir un bilan local et global de matière en régime stationnaire. Établir qu'en régime stationnaire le champ des vitesses est à flux conservatif. Connaître les propriétés d'un écoulement pour lequel le champ des vitesses est à flux conservatif.
Écoulement stationnaire et irrotationnel	Connaître les propriétés d'un écoulement pour lequel le champ des vitesses est à circulation conservative.

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 !**).