

MECANIQUE DES FLUIDES

MF0 : RÉVISIONS DE STATIQUE DES FLUIDES (COURS ET EXERCICES)

Équilibre d'une particule fluide dans un référentiel quelconque, relation fondamentale de l'hydrostatique, évolution de la pression dans un atmosphère isotherme (facteur de Boltzmann) et dans une atmosphère polytropique, invariant hydrostatique dans une phase condensée ($P + \rho gz = Cste$), poussée d'Archimède, Calculs de poussées.

MF1 : ÉTUDE PHÉNOMÉNOLOGIQUE DES FLUIDES (COURS ET EXERCICES)

1. Modèle du fluide : État fluide, approximation des milieux continus,
2. Fluide en écoulement : Approche Lagrangienne, approche Eulérienne, Représentation et visualisation des écoulements (lignes de courant, trajectoires, lignes d'émission, cas des régimes stationnaires)
3. Dérivée particulière : dérivée locale, dérivée particulière d'un champ scalaire, dérivée particulière d'un champ de vecteur (vecteur accélération).
4. Conservation de la masse :
 - ✓ Débit massique, vecteur densité de courant massique.
 - ✓ Équation de conservation de la masse.
 - ✓ Cas des régimes stationnaires.
 - ✓ Cas où il existe des termes de source.
5. Forces spécifiques aux fluides.
 - ✓ Force de pression : Définition, résultante des forces de pression exercée sur une particule fluide, équilibre d'une particule fluide.
 - ✓ Forces de viscosité : Loi de Newton, résultante des forces tangentielles s'exerçant sur une particule fluide : force de viscosité.

MF2 : CINÉMATIQUE DES FLUIDES (COURS ET EXERCICES)

1. Caractéristiques du champ des vitesses d'un fluide :
 - ✓ Exemples d'évolution de la particule fluide dans différents écoulements (dilatation, rotation, déformation).
 - ✓ Relation entre les phénomènes de dilatation et rotation de la particule fluide et le champ des vitesses (divergence et rotationnel)
2. Caractéristiques des écoulements : stationnaire ; incompressible, tourbillonnaire, potentiel (non tourbillonnaire).
3. Condition limites : conditions limites à l'infini, condition limite sur un obstacle fixe ou en mouvement.
4. Exemple d'écoulement tourbillonnaire (La tornade) :
 - ✓ Etude du champ des vitesses, détermination du champ des vitesses connaissant les paramètres ($a, \vec{\Omega}$) de la tornade.
 - ✓ Cas particulier du Vortex.
5. Exemple d'écoulement potentiel incompressible (écoulement bidimensionnel) :
 - ✓ Écoulement potentiel incompressible : Équation de Laplace pour le potentiel des vitesses.
 - ✓ Description d'un écoulement bidimensionnel (conduite percée de trous répartis uniformément) : Étude du champ des vitesses, calcul du champ des vitesses connaissant le débit volumique linéaire.

MF3 : DYNAMIQUE DES FLUIDES PARFAITS (COURS et exercices simples)

1. Equation d'Euler :

- √ Équation d'Euler.
- √ Équation locale de la statique des fluides.
- √ Recherche d'un système complet d'équations.
- √ Évolution de la pression dans un plan perpendiculaire à un écoulement 1D.
- √ Influence de la courbure sur les lignes de courant - Effet Coanda

2. Théorèmes de Bernoulli :

- √ Projection de l'équation d'Euler sur une ligne de courant.
- √ Cas d'un écoulement parfait incompressible.
- √ Cas d'un écoulement parfait incompressible stationnaire.
- √ Cas d'un écoulement parfait incompressible stationnaire non tourbillonnaire.
- √ Cas d'un écoulement parfait incompressible non tourbillonnaire (avec ϕ).

3. Applications :

- √ Jet homocinétique dans l'air.
- √ Vidange d'un réservoir – Formule de Torricelli.
- √ Effet Venturi : Exemples simples (Voir site de la classe), trompe à eau, débitmètre à effet Venturi.
- √ Effet Magnus (approche qualitative) - Théorème de Kutta (HP), application à différents sports de balle, aile d'avion.

MF4 : FLUIDES RÉELS EN ÉCOULEMENT (Début du COURS)

Équation de Navier-Stokes :

1. Équation de Navier – Stokes.
2. Conditions limites.
3. Écoulement de Couette.
4. Écoulement de Poiseuille.

Interprétation physique de la viscosité :

1. Transport convectif/diffusif de la quantité de mouvement : vecteurs densité de courant associés.
2. Comparaison des deux types de transfert avec le nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{\|\vec{a}_{convective}\|}{\|\vec{f}_{viscosite,m}\|} = \frac{\|\vec{J}_{convectif}\|}{\|\vec{J}_{diffusif}\|} = \frac{\tau_{diff}}{\tau_{conv}}$$

3. Écoulement laminaire/écoulement turbulent, exemples d'écoulements laminaires (écoulements rampants et écoulements potentiels incompressibles), écoulement parfait.