

1 Mécanique des fluides.

1.1 Actions de contact dans un fluide en mouvement.

Ce qui concerne les forces de pression est au programme des révisions de PCSI; voir ci-dessous.

- Viscosité newtonienne : contraintes tangentielles dans un écoulement $\vec{v} = v_x(y)\vec{u}_x$ au sein d'un fluide newtonien. Unité, dimension, ordres de grandeur.
- Équivalent volumique des forces de viscosité dans un écoulement incompressible (démonstration pour le cas $\vec{v} = v_x(y)\vec{u}_x$, expression admise dans le cas 3D).
- Conséquences physiques de la viscosité : continuité spatiale du champ de vitesses. Conditions aux limites (au contact d'un solide) pour un écoulement visqueux, pour un écoulement parfait.
- Observation des écoulements autour d'un corps solide (sphère ou cylindre) fixe dans un fluide dont le champ de vitesses est uniforme et constant au loin en aval, pour différentes vitesses relatives ; écoulements laminaires et turbulents. Généralisation à des corps d'autres formes. Les vortex de Von Karman ont été mentionnés pour le cas du cylindre.
- Observation dans le référentiel lié au fluide (au loin) ; le caractère stationnaire d'un écoulement dépend du référentiel.
- Nombre de Reynolds Re .
- La traînée (définition dans le cas général). La fonction $C_X(Re)$; son allure dans le cas d'une sphère. Cas des régimes laminaires (traînée linéaire, loi de Stokes) ; cas des régimes turbulents (traînée quadratique). Généralisation à des corps d'autres formes. La portance et le C_Z ont été mentionnés.

1.2 Équations dynamiques locales.

- Équation de Navier-Stokes pour l'écoulement incompressible d'un fluide newtonien dans un référentiel galiléen. Propriétés principales de cette équation ; non-linéarité du terme convectif, ce qui rend sa résolution, même numériquement, difficile. Le nombre de Reynolds apparaît comme le rapport en ordres de grandeur du terme convectif sur le terme diffusif.
- Équation d'Euler pour l'écoulement parfait d'un fluide dans un référentiel galiléen.
- Cas particulier de la statique des fluides.
- Notion de couche limite (dans le cas d'écoulements à haut nombre de Reynolds).
- Relation de Bernoulli pour un écoulement parfait stationnaire incompressible dans un champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen. Interprétation énergétique.
- Effet Venturi. Exemples d'applications.
- Écarts qualitatifs à la relation de Bernoulli dus à la prise en compte des effets d'une viscosité non nulle.

2 Électrostatique – Gravitation.

Pour tout ce qui suit, l'analogie gravitationnel a été vu et est au programme de cette semaine : les interrogations/exercices peuvent porter aussi bien sur l'électrostatique que sur la gravitation.

- Loi de Coulomb.
- Champ et potentiel électrostatiques créés par une charge ponctuelle. Relation $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$.
- Principe de superposition.
- Ordre de grandeur du champ créé par le noyau sur l'électron d'un atome d'hydrogène, du champ disruptif de l'air.
- Lignes de champ ; surfaces équipotentielles (perpendiculaires en tout point).
- Équation locale $\text{rot}\vec{E} = \vec{0}$.
- Circulation conservative du champ électrique. Énergie potentielle d'une charge q dans un champ \vec{E} .
- Densité volumique de charges (expression en fonction des densités particulières).

Ce qui suit est seulement au programme cette semaine en question de cours.

- Théorème de Gauss.
- Équation locale de Maxwell–Gauss.
- Propriétés topographiques du champ électrostatique.
- Propriétés de symétrie (translation, rotation, symétrie plane ; conjugaison de charge).

3 Rappels et compléments mathématiques.

- $(\vec{v} \cdot \vec{\nabla}) \vec{v} = \overrightarrow{\text{grad}} \frac{v^2}{2} + \overrightarrow{\text{rot}} \vec{v} \wedge \vec{v}$
- Circulation d'un champ vectoriel sur une courbe ouverte orientée, sur une courbe fermée orientée (notation \oint).
- Théorème de Stokes (admis).
- Les champs vectoriels irrotationnels sont à circulation conservative.
- $\text{div}(\overrightarrow{\text{rot}} \vec{A}) = 0$ et sa réciproque (à savoir qu'un champ à divergence nulle est un rotationnel).
- Champs vectoriels à flux conservatif : flux à travers un contour orienté.

4 Révisions de première année.

4.1 Énergies potentielles.

- Force conservative ; force non conservative.
- Énergie potentielle de pesanteur (dans un champ de pesanteur uniforme).
- Énergie potentielle gravitationnelle (dans le champ d'un astre ponctuel).
- Énergie potentielle électrostatique (dans le cas d'un champ \vec{E} uniforme, dans le cas d'un champ \vec{E} créé par une charge ponctuelle).

4.2 Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétique, uniformes et stationnaires.

- Force de Lorentz.
- Puissance de la force de Lorentz.
- Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.
- Mouvement circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétique ; rayon de la trajectoire.