Programme de colles

Semaine 20
du 10/03 au 14/03

Mécanique des fluides

Chapitres au programme (cours & exercices)

- *Révisions : Statique des fluides (y compris en référentiel non galiléen)*
- Description cinématique d'un fluide en mouvement
- Viscosité d'un fluide : caractérisation, aspects dynamiques
- Étude dynamique de quelques écoulements visqueux
- Modèle de l'écoulement parfait : lois & applications
  (cours & applications directes uniquement)

Valeurs numériques & Ordres de grandeur utiles

À connaître par cœur : tous les ordres de grandeur des semaines 1 à 19

Détails sur le contenu des chapitres

Description cinématique d'un fluide en mouvement

Champ eulérien des vitesses. Lignes de champ. Tubes de champ.	Définir et utiliser l'approche eulérienne.
Écoulement stationnaire.	Discuter du caractère stationnaire d'un écoulement en fonction du référentiel d'étude.
Dérivée particulaire de la masse volumique. Écoulement incompressible.	Établir l'expression de la dérivée particulaire de la masse volumique. Utiliser l'expression de la dérivée particulaire de la masse volumique pour caractériser un écoulement incompressible.
Débit de masse. Débit de volume.	Définir le débit de masse et l'écrire comme le flux du vecteur densité de courant de masse à travers une surface orientée. Définir le débit de volume et l'écrire comme le flux du champ de vitesse à travers une surface orientée.
Équation locale de conservation de la masse.	Établir l'équation locale de conservation de la masse dans le le seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne. Citer et utiliser une généralisation en géométrie quelconque à l'aide de l'opérateur divergence et son expression fournie.
Caractérisation d'un écoulement incompressible par la divergence du champ des vitesses.	Traduire localement, en fonction du champ de vitesses, le caractère incompressible d'un écoulement.
Dérivée particulaire du champ de vitesse : terme local, terme convectif.	Associer la dérivée particulaire de la vitesse à l'accélération de la particule de fluide qui passe en un point. Utiliser l'expression de l'accélération, le terme convectif étant écrit sous la forme $\left(\vec{v}\cdot\overrightarrow{\mathrm{grad}}\right)\vec{v}$. Utiliser l'expression fournie de l'accélération convective en fonction de $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\, v^2/2$ et $\left(\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\vec{v}\right)\wedge\vec{v}$.
Écoulement irrotationnel défini par la nullité du rotationnel du champ des vitesses en tout point ; potentiel des vitesses.	Traduire localement, en fonction du champ de vitesses, le caractère irrotationnel d'un écoulement et en déduire l'existence d'un potentiel des vitesses.

Viscosité d'un fluide : caractérisation, aspects dynamiques

Forces de pression. Équivalent volumique.	Exprimer la force de pression exercée par un fluide sur une surface élémentaire. Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient.
Contraintes tangentielles dans un écoulement $\overrightarrow{v} = v_x(y)\,\overrightarrow{e_x}$ au sein d'un fluide newtonien ; viscosité. Équivalent volumique des forces de viscosité dans un écoulement incompressible.	Utiliser l'expression fournie $\overrightarrow{\mathrm{d}F} = \eta\,\dfrac{\partial v_x}{\partial y}(y)\,\mathrm{d}S\,\overrightarrow{e_x}$. Établir l'expression de l'équivalent volumique des forces de viscosité dans le cas d'un écoulement de cisaillement à une dimension et utiliser sa généralisation admise pour un écoulement incompressible quelconque.

Étude dynamique de quelques écoulements visqueux

Équation de Navier-Stokes dans un fluide newtonien en écoulement incompressible. Terme convectif. Terme diffusif. Nombre de Reynolds dans le cas d'une unique échelle spatiale.	Utiliser l'équation de Navier-Stokes dans un fluide newtonien en écoulement incompressible. Évaluer en ordre de grandeur le rapport du terme convectif sur le terme diffusif et le relier au nombre de Reynolds dans le cas d'une unique échelle spatiale.
Trainée d'une sphère solide en mouvement rectiligne uniforme dans un fluide newtonien : nombre de Reynolds ; coefficient de traînée C_x : graphe de $C_x = f(\mathrm{Re})$.	Évaluer un nombre de Reynolds pour choisir un modèle de traînée linéaire ou un modèle de traînée quadratique.

Modèle de l'écoulement parfait : lois & applications

Notion d'écoulement parfait et de couche limite.	Exploiter l'absence de forces de viscosité et le caractère isentropique de l'évolution des particules de fluide. Utiliser la condition aux limites sur la composante normale du champ des vitesses.
Relation de Bernoulli pour un écoulement parfait, stationnaire, incompressible et homogène dans le champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen.	Établir et utiliser la relation de Bernoulli pour un écoulement parfait, stationnaire, incompressible et homogène dans le champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen.