PCSI

Thème3-6 **Statique des fluides dans un référentiel galiléen**

- Forces surfaciques, forces volumiques.
  Citer des exemples de forces surfaciques ou volumiques.
- Résultante de forces de pression.
  Exprimer une surface élémentaire dans un système de coordonnées adaptées.
  Utiliser les symétries pour déterminer la direction d'une résultante de forces de pression.
  Évaluer une résultante de forces de pression.
- Équivalent volumique des forces de pression.
  Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient.
- Équation locale de la statique des fluides. Établir l'équation locale de la statique des fluides.
- Statique dans le champ de pesanteur uniforme : relation $dP/dz = -\rho g$.
  Citer des ordres de grandeur des champs de pression dans le cas de l'océan et de l'atmosphère.
  Exprimer l'évolution de la pression avec l'altitude dans le cas d'un fluide incompressible et homogène et dans le cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait.
  Capacité numérique : à l'aide d'un langage deprogrammation, étudier les variations de température et de pression dans l'atmosphère.
- Poussée d'Archimède.
  Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède.
  Exploiter la loi d'Archimède.
- Facteur de Boltzmann.
  S'appuyer sur la loi d'évolution de la densité moléculaire de l'air dans le cas de l'atmosphère isotherme pour illustrer la signification du facteur de Boltzmann.
  Utiliser kT comme référence des énergies mises en jeu à l'échelle microscopique.

PC*

Meca4.2 **Dynamique dans un référentiel non galiléen**

- Équilibre d'un fluide dans un référentiel non galiléen en translation ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen.
  Établir et utiliser l'expression de la force d'inertie d'entraînement volumique

Meca4.3-1 **Description 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 massique. Débit volumique.
  Définir le débit massique et l'écrire comme le flux du vecteur densité de courant de masse à travers une surface orientée.
  Définir le débit volumique 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 seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne.

Citer et utiliser une généralisation admise en géométrie quelconque utilisant 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 vecteur-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 avec le terme convectif sous la forme $(\overrightarrow{v} \cdot \overrightarrow{\mathrm{grad}})\overrightarrow{v}$.

  Utiliser l'expression fournie de l'accélération convective en fonction de $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,(v^2/2)$ et $\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\overrightarrow{v} \wedge \overrightarrow{v}$.

- 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.

Meca4.3-2 Actions de contact dans un fluide en mouvement

- 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 $\overrightarrow{v} = v_x(y)\overrightarrow{u_x}$ au sein d'un fluide newtonien ; viscosité.

  Utiliser l'expression fournie $\overrightarrow{dF} = \eta \dfrac{\partial v_x}{\partial y} dS\vec{u_x}$.

- Équivalent volumique des forces de viscosité dans un écoulement incompressible.

  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.

- Traînée d'une sphère solide en mouvement rectiligne uniforme dans un fluide newtonien : nombre de Reynolds ; coefficient de traînée C_x ; graphe de C_x en fonction du nombre de Reynolds.

  Évaluer un nombre de Reynolds pour choisir un modèle de traînée linéaire ou un modèle de traînée quadratique.

Meca4.3-3 Équations dynamiques locales

- 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.

- 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.

Meca3.3-4 Bilans macroscopiques

- Bilans de masse.

  Établir un bilan de masse en raisonnant sur un système ouvert et fixe ou sur un système fermé et mobile.
- Bilans de quantité de mouvement ou d'énergie cinétique pour un écoulement stationnaire unidimensionnel à une entrée et une sortie.

  Associer un système fermé à un système ouvert pour faire un bilan.

  Utiliser le théorème de la quantité de mouvement et le théorème de l'énergie cinétique pour réaliser un bilan.

  Exploiter la nullité (admise) de la puissance des forces intérieures dans un écoulement parfait et incompressible..