Description d'un fluide en mouvement

Savoir-faire exigibles :

- *Définir et utiliser l'approche eulérienne.*
- *Discuter du caractère stationnaire d'un écoulement en fonction du référentiel d'étude.*
- *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.*
- *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.*
- *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 à l'aide de l'opérateur divergence et son expression fournie.*
- *Traduire localement, en fonction du champ de vitesses, le caractère incompressible d'un écoulement.*
- *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 $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{grad})\vec{v}$. Utiliser l'expression fournie de l'accélération convective en fonction de $\overrightarrow{grad}\,(v^2/2)$ et $\overrightarrow{rot}\,(\vec{v}) \wedge \vec{v}$.*
- *Traduire localement, en fonction du champ de vitesses, le caractère irrotationnel d'un écoulement et en déduire l'existence d'un potentiel des vitesses.*

Actions de contact dans un fluide en mouvement

Savoir-faire exigibles :

- *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.*
- *Utiliser l'expression fournie $d\vec{F} = \eta \dfrac{\partial v_x}{\partial y} dS \vec{u}_x$.*
- *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.*
- *Évaluer un nombre de Reynolds pour choisir un modèle de traînée linéaire ou un modèle de traînée quadratique.*

Statique des fluides

Savoir-faire exigibles :

- *Citer des exemples de forces surfaciques ou volumiques.*
- *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.*
- *Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient.*
- *Établir l'équation locale de la statique des fluides.*
- *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.*
- *Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède. Exploiter la loi d'Archimède.*
- *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 $k_B T$ comme référence des énergies mises en jeu à l'échelle microscopique.*

Équations dynamiques locales

Savoir-faire exigibles :

- *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.*
- *Exploiter l'absence de forces de viscosité et le caractère isentropique de l'évolution des particules de fluide (écoulement parfait). Utiliser la condition aux limites sur la composante normale du champ des vitesses.*
- *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.*

Bilans macroscopiques

Savoir-faire exigibles :

- *Établir un bilan de masse en raisonnant sur un système ouvert et fixe ou sur un système fermé et mobile. Utiliser un bilan de masse.*
- *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.*
- *Exploiter la nullité (admise) de la puissance des forces intérieures dans un écoulement parfait et incompressible.*
- *Établir les relations $\Delta h + \Delta e = w_u + q$ et $\Delta s = s_e + s_c$ et les utiliser pour étudier des machines thermiques réelles à l'aide de diagrammes thermodynamiques (T,s) et (P,h).*

Acoustique dans les fluides

Savoir-faire exigibles :

- *Classer les ondes acoustiques par domaines fréquentiels.*
- *Valider l'approximation acoustique.*
- *Établir, par une approche eulérienne, l'équation de propagation de la surpression acoustique dans une situation unidimensionnelle en coordonnées cartésiennes.*
- *Utiliser l'opérateur laplacien pour généraliser l'équation d'onde.*
- *Exprimer la célérité des ondes acoustiques en fonction de la température pour un gaz parfait.*
- *Exploiter la notion d'impédance acoustique pour faire le lien entre les champs de surpression et de vitesse d'une onde plane progressive harmonique.*
- *Utiliser le principe de superposition des ondes planes progressives harmoniques.*

- *Utiliser les expressions admises du vecteur vecteur densité de courant énergétique. densité de courant énergétique et de la densité volumique d'énergie associés à la propagation de l'onde.*
- *Citer quelques ordres de grandeur de niveaux d'intensité sonore.*
- *Utiliser une expression fournie de la surpression d'une onde acoustique sphérique pour interpréter par un argument énergétique la décroissance en 1/r de l'amplitude.*

Fonction d'onde et équation de Schrödinger

Savoir-faire exigibles :

- *Normaliser une fonction d'onde.*
- *Faire le lien qualitatif avec la notion d'orbitale en chimie.*
- *Relier la superposition de fonctions d'ondes à la description d'une expérience d'interférences entre particules.*
- *Utiliser l'équation de Schrödinger fournie.*
- *Identifier les états stationnaires aux états d'énergie fixée. Établir et utiliser la relation :* $\psi(x,t) = \varphi(x)\exp(-iEt/\hbar)$ *pour la fonction d'onde d'un état stationnaire et l'associer à la relation de Planck-Einstein.*
- *Distinguer l'onde associée à un état stationnaire en mécanique quantique d'une onde stationnaire au sens usuel de la physique des ondes.*
- *Utiliser l'équation de Schrödinger pour déterminer la partie spatiale* $\varphi(x)$ *des fonctions d'onde stationnaires décrivant une particule libre.*
- *Identifier la vitesse d'une particule libre et la vitesse du paquet d'ondes la décrivant.*
- *Exploiter l'inégalité de Heisenberg pour relier l'étendue spatiale et l'étendue spectrale du paquet d'ondes décrivant une particule libre.*
- *Utiliser l'expression admise du courant de probabilité associé à une particule libre et l'interpréter comme un produit densité*vitesse.*