

UM5MEE32 – Thermohydraulique diphasique: modélisation et simulation numérique (Two-phase Thermohydraulics: modelisation and numerical simulation)

Sophie Mergui

2025-07-15 15:09:24 +0200

Informations générales

Title (EN)	Two-phase Thermohydraulics: modelisation and numerical simulation
Titre (FR)	Thermohydraulique diphasique: modélisation et simulation numérique
Nom du ou de la responsable de l'UE	Sophie Mergui
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	14
Volume h TP / Amount of practical work hours	14
ECTS	3
Période (pour les cours M2)	Dec-Feb
Langue	Français
Localisation	CEA Saclay
Code de l'UE	UM5MEE32

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Cette UE se déroule au est constituée de trois parties. ### Partie : Écoulements diphasiques à interfaces résolues (méthode Front-Tracking) Cette première partie présente les enjeux industriels et académiques liés aux écoulements diphasiques, en particulier bouillants, dans le domaine de l'énergie. Les différentes échelles de simulation en mécanique des fluides sont rappelées pour motiver l'intérêt des approches locales, où les interfaces sont représentées explicitement. La méthodologie d'établissement des équations de conservation en présence de discontinuités est

introduite, ainsi que leur discrétisation et le traitement numérique des interfaces. 1. Introduction aux écoulements diphasiques et à la CFD diphasique (contexte industriel et académique, applications à la crise d'ébullition, introduction au concept de remontée d'échelles). 2. Concepts associés à l'échelle locale (modélisation des interfaces à l'échelle locale, physique des interfaces discontinues, équations de bilan sur un volume de contrôle contenant une interface, conditions de transmission aux interfaces, formulation instantanée des équations, discrétisation de l'approche monofluide). 3. Panorama des méthodes numériques de capture et de suivi d'interfaces (méthodes Volume of Fluid, Méthode Level-Set, Transition vers la méthode Front-Tracking. 4. Méthode Front-Tracking. 5. Cas tests et applications à la remontée d'échelles (cas tests en vitesse, température, et changement de phase, applications à la turbulence et aux transferts de chaleur) 6. Simulation avec la méthode Front-Tracking dans TrioCFD

Partie : Écoulements diphasiques à interfaces diffuses (méthode du champ de phase)

Cette partie présente une approche basée sur la thermodynamique hors équilibre de la mécanique des milieux continus pour modéliser les écoulements diphasiques. 1. notions thermodynamiques (potentiel d'énergie libre et fonctionnelle, chaleur latente, etc.). 2. théorie du champ de phase: terme d'énergie de gradient et équations d'évolution de Cahn-Hilliard, Allen-Cahn et sa version conservative. 3. Couplage avec les équations de Navier-Stokes. Exemples de validation et d'applications des modèles de "Navier-Stokes/Cahn-Hilliard" (NS/CH) et "Navier-Stokes/Allen-Cahn conservatif" (NS/CAC) pour les écoulements de deux phases immiscibles. 4. Couplages des modèles NS/CH et NS/CAC avec prise en compte de la température ou de tensioactifs et des effets Marangoni. 5. Modèle de changement de phase basé sur les équations de Navier-Stokes/Korteweg. 6. Extensions du modèle diphasique incompressible: écoulements de trois phases fluides immiscibles, diphasique en interaction avec une phase solide et mélanges ternaires et liens avec les bases thermodynamiques.

#Partie diphasique moyenné : Cette partie vise à fournir aux étudiants les bases théoriques et pratiques nécessaires pour comprendre, modéliser et simuler des écoulements diphasiques moyennés dans un contexte industriel. 1. Caractérisation des écoulements diphasiques (régimes d'écoulement, grandeurs et nombres adimensionnés, cartes de régimes) 2. Equations moyennées 3. Modélisation spécifique au diphasique moyenné (forces appliquées aux gouttes et aux bulles, bilans de population, turbulence diphasique) 4. Introduction aux codes industriels : Neptune_CFD, TrioCFD et OpenFoam 5. CFD diphasique au travers de l'IHM de Neptune_CFD

Prérequis (FR)

Equations de Navier-Stokes et conservation de l'énergie, thermodynamique, méthodes numériques de résolution (volumes finis et différences finies), modélisation des écoulements turbulents

Acquis d'Apprentissage Visés

- Comprendre le contexte industriel et la nécessité de recourir à différentes échelles de simulation.
- Formuler les équations de Navier-Stokes en présence de discontinuités et appréhender la modélisation physique spécifique aux écoulements diphasiques.
- Maîtriser les approches

numériques de traitement et de transport des discontinuités (Volume of Fluid, Level-Set, Front-Tracking). • Situer les simulations locales dans une démarche globale de remontée d'échelle (CFD vers les échelles systèmes). • Utiliser un code académique (TrioCFD) et ses outils de post-traitement pour simuler des écoulements diphasiques avec Front-Tracking. • Identifier les hypothèses sous-jacentes aux différents jeux d'équations utilisés dans les codes industriels • Utiliser le code Neptune_CFD • Utiliser une interface de CFD pour configurer et lancer des simulations simples d'écoulements diphasiques

Version PDF