

Volume horaire total : 25
Volume horaire cours magistraux (CM) : 25
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

À la croisée de la mécanique des fluides et de la thermodynamique, ce domaine explore des phénomènes complexes mais essentiels dans de nombreux secteurs de pointe. Vous découvrirez comment ces écoulements interviennent dans l’aérodynamique des avions, le fonctionnement des moteurs (turboréacteurs, propulseurs, moteurs-fusées), ou encore dans les grandes infrastructures énergétiques. Les enjeux de la conversion d’énergie y seront également abordés, en particulier ceux liés à l’utilisation de carburants décarbonés, la formation des polluants, les bases de la combustion, à travers l’étude des flammes laminaires et des flammes de prémélange.

Compétences acquises

- Savoir calculer un écoulement compressible (y compris avec onde de choc) avec une théorie simplifiée.- Etre capable de calculer un écoulement compressible en conduite avec perte de charge ou transfert de chaleur.- Connaître les bases du fonctionnement et du calcul des turbomachines aéronautiques- Connaître les nouveaux carburants/combustibles (hydrogène, biomasse, ammoniac)- Maîtriser les bases de la thermochimie de la combustion, les bases de la théorie des flammes- Connaître les principaux polluants issus de la combustion et leur mécanismes de formation

Prérequis

Bases de mécanique des fluides (domaine incompressibles), bases de thermodynamique (1er et 2ème principe)

Evaluation

- Exercices à rendre par groupe de travail- Mini projet avec rapport et exposé oral

Programme pédagogique

Le cours adopte un format hybride combinant des séances en ligne préenregistrées, à suivre à votre rythme, et des séances en présentiel centrées sur l’échange, la clarification des concepts et la mise en pratique. Les notions fondamentales seront introduites en amont, accompagnées d’exercices à préparer, dont la correction et la discussion auront lieu en classe. Vous explorerez les bases des écoulements compressibles : nombre de Mach, compressibilité des gaz, vitesse du son... Ces notions clés permettront d’aborder une première modélisation : la théorie unidimensionnelle des écoulements compressibles, incluant les cas avec ou sans pertes de charge ou transferts de chaleur. La modélisation des ondes de choc normales sera également traitée, ce qui vous permettra de comprendre la transition entre régimes supersonique et subsonique. Les concepts seront appliqués au contexte des turbomachines aéronautiques, offrant une illustration concrète et une transition naturelle vers la thématique de la conversion de l’énergie par combustion. Les bases de la thermochimie nécessaires à la compréhension des phénomènes de combustion seront introduites, ainsi qu’un aperçu des nouveaux carburants décarbonés ou neutres en carbone. Le cours abordera également la formation des polluants issus de la combustion, en particulier les gaz à effet de serre. Enfin, les fondements de la théorie des flammes — en régime de prémélange et de diffusion — viendront clore le cours.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6

Objectifs du module

Ce cours est centré principalement autour de la notion d'interface entre deux fluides (bien que les interfacesfluides/solides soient également évoqué). Il s'agit ici de détailler la notion de tension interfaciale, de son originemicroscopique à son interprétation macroscopique. Les applications sont ici la notion de mouillage ou la forme desgouttelettes. La modélisation des écoulements multiphasiques est ensuite abordée en étendant la notion de bilanintégrale vue en première année aux cas multiphasiques. On en déduit la notion de "condition de saut" à l'interfacequi sera essentiel pour aborder la modélisation des changement de phase.

Compétences acquises

Tension de surface et tension interfacialeModélisation théorique des écoulements multiphasiquesModélisation numérique des écoulements multiphasiques

Prérequis

Mécanique des fluides de première année.Méthodes des volumes finis

Evaluation

L'évaluation est faite via la remise d'un rapport de bureau d'étude sur le calcul analytique et numérique avec le logicielFluent de l'instabilité de Kelvin-Helmholtz.

Programme pédagogique

Le cours se découpe en six parties1- Notion de tension de surface2- Equation de bilan en multiphasique3- Condition de saut aux interfaces4- Modélisations macroscopiques des écoulements multiphasiques (Eulerienne, Eulerienne/Eulerienne,Eulerienne/Lagrangienne)5- Méthodes numériques:a) méthode des volumes finis (rappel)b) méthode VOF/PLIC de suivi de l'interfacec) méthode CSF Continuum Surface Force (CSF) de discrétisation des forces interfaciales6- Cartes d'écoulement et pertes de charge en multipasiquesTP (2x3h): Instabilité de Kelvin-Helmholtz et apparition de vagues sur une interface cisailée. Théorie et calculs CFDavec Fluent.

EC ?	Modélisation de la turbulence	UE ? 9_11 Mécanique des fluides avancée	O. Caballina
Volume horaire total : 15 Volume horaire cours magistraux (CM) : 10 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 5			
Objectifs du module			
La modélisation de la turbulence est essentielle pour comprendre et prédire les écoulements complexes rencontrés dans de nombreuses applications industrielles. Elle permet d’optimiser les performances des systèmes tout en réduisant les coûts liés aux essais expérimentaux grâce aux simulations numériques. Dans des secteurs comme l’aéronautique, l’énergie ou l’automobile, elle aide à concevoir des équipements plus efficaces et durables. Objectifs du cours : Acquérir les bases de la turbulence, connaître les principaux modèles (RANS, LES...), savoir les appliquer à des cas industriels et interpréter les résultats pour guider la conception.			
Compétences acquises			
Compréhension des phénomènes turbulents Maîtrise des modèles de turbulence et de leurs domaines d’application. Utilisation d’outils de simulation : Compétence dans l’utilisation de logiciels de calcul (CFD) pour simuler des écoulements turbulents en contexte industriel. Analyse critique des résultats : Aptitude à interpréter les résultats des simulations, à évaluer leur fiabilité et à en tirer des conclusions pertinentes.			
Prérequis			
	Mécanique Appliquée (S6), UE Mécanique des fluides pour l'ingénieur (S8), UE Modélisation & Simulation numérique en Thermique, Mécanique des Fluides et Solides (S8)		
Evaluation			
	Rapport sur le projet TP sous Fluent		
Programme pédagogique			
	Modèles de turbulence RANS (k-ε, k-ω), LES, DNS, limites et comparaisons Dispersion turbulente (polluants, chaleur, espèces chimiques) Simulation numérique (CFD) Outils de simulation, maillage, implémentation des modèles Projet / TP appliqué Étude de cas complète avec simulation, analyse et rapport		