

Intitulé de l'Unité d'Enseignement	Equations thermomécaniques et cinétique des milieux réactifs	Code de l'UE	NS
Rédacteurs (principaux, 3 maxi) de l'UE			
Nom, Prénom, qualité	MORIN Céline Maître de Conférences UPMC	GAFFIE Daniel Ingénieur de Recherches Responsable de l'Unité de Recherche de Modélisation de la Combustion Turbulente Multiphasique	
Laboratoire ou équipe de recherche	Institut Jean Le Rond d'Alembert	ONERA Département Energétique Fondamentale et Appliquée	
Adresse	2 place de la Gare de Ceinture 78210 Saint-Cyr-l'Ecole	29, avenue de la division Leclerc 92322 CHATILLON CEDEX	
Téléphone :	01.30.85.48.70	01.46.73.43.32	
e-mail:	celine.morin@upmc.fr	daniel.gaffie@onera.fr	
Descriptif de l'UE			
Volumes horaires globaux (CM + TD + TP+ autre...)	30 h CM + 6 h TD		
Nombre de crédits de l'UE	3 ECTS		
Spécialité où l'UE est proposée	Energétique et Environnement		
Semestre où l'enseignement est proposé	S3		
Effectifs prévus (rentrée 2009)	60		
<p>a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement (6 lignes maximum)</p> <p>Donner les connaissances théoriques et fondamentales nécessaires à la compréhension et l'analyse des écoulements turbulents réactifs rencontrés dans les différents modes de propulsion et machines. Acquérir les notions fondamentales en combustion, à savoir : Equations de bilan avec processus de combustion ; Transport de masse et d'énergie ; Flamme laminaire (prémélange, diffusion) ; Combustion turbulente ; Cinétique chimique de la combustion (mécanismes élémentaires, mécanismes de formation des polluants, schémas cinétiques, réduction de modèles cinétiques). Equations générales de l'Aérothermochimie.</p>			
<p>b) Contenu de l'Unité d'Enseignement (15 lignes)</p> <p>PARTIE I : EQUATIONS THERMOMECHANIQUES</p> <p>CHAPITRE 0 : RAPPELS UTILES DE MECANIQUE DES FLUIDES : Descriptions du mouvement du point de vue eulérien et lagrangien - Théorème d'Ostrogradsky - Equations de conservation de la masse et de la quantité de mouvement - Théorème de Cauchy - Introduction du tenseur des contraintes</p> <p>CHAPITRE 1 : ETABLISSEMENT DES EQUATIONS (DE L'INCOMPRESSIBLE AU MULTISPECE REACTIF) : Equations de conservation - Flamme de diffusion et flamme de prémélange - Classification sommaire des flammes Description d'un processus de combustion</p> <p>CHAPITRE 2 : DESCRIPTION STATISTIQUE DE LA TURBULENCE : Caractéristiques des écoulements turbulents - Echelles caractéristiques et théorie de Kolmogorov - Positionnement des opérateurs « moyenne » par rapport aux approches RANS et LES - Etablissement des équations de Reynolds pour le cas incompressible</p> <p>CHAPITRE 3 : MODELES DE TURBULENCE USUELLEMENT CONSIDERES DANS LE CADRE DES ECOULEMENTS TURBULENTS GENERAUX ET DE COUCHE LIMITE : Bilan énergétique pour les écoulements turbulents - Etablissement de l'équation pour l'énergie cinétique turbulente.</p> <p>CHAPITRE 4 : DESCRIPTION STATISTIQUE DES ECOULEMENTS TURBULENTS COMPRESSIBLES - MULTISPECE REACTIF ET COMBUSTION TURBULENTE : Extension des équations RANS à la caractérisation des écoulements turbulents et réactifs</p> <p>PARTIE II : CINETIQUE DES MILIEUX REACTIFS</p> <p>CHAPITRE 1 : RAPPELS : APPLICATION DES PRINCIPES DE THERMODYNAMIQUE AUX REACTIONS CHIMIQUES : Description d'une réaction chimique - Chaleurs de réaction - Potentiel chimique - Affinité d'une réaction chimique - Définition des pouvoirs calorifiques - Calcul de la température adiabatique de flamme - Bilan d'une chambre de combustion - Composition d'un système à l'équilibre</p> <p>CHAPITRE 2 : CINETIQUE CHIMIQUE DE LA COMBUSTION : Définition et mesure de la vitesse d'une réaction chimique - Réactions en chaîne - Moyens d'étude de la combustion - Approximation de l'état quasi-stationnaire - Mécanismes de combustion des hydrocarbures : classes de modèles cinétiques, mécanismes moléculaires à plusieurs étapes, mécanismes de réaction de basse température, validation d'un mécanisme -</p>			

Mécanismes de formation des polluants - Classification des différentes combustions

c) Pré-requis (2 lignes)

UE de Thermodynamique, Thermique et Mécanique des Fluides de Master 1^{ère} année.

d) Modalités de contrôle des Connaissances

Type de formation : classique : 36 heures (3 ECTS) qui se répartissent :

- cours en amphithéâtre (10 séances de 3 heures soit 30 heures)
- par demi-promotion : 1 séance de TD (2 heures) pour la partie « Cinétique des milieux réactifs » et 2 séances de TD (2*2 heures) pour la partie « Equations thermomécaniques ».

Les étudiants auront à leur disposition les diapositives des cours ainsi que des exercices et les examens des années précédentes. Ces documents seront mis en ligne sur le site Internet du Master 2.

e) Examens (répartis), Oraux, TP, Projet

4 contrôles continus au cours du semestre sur les 2 parties « Cinétique des milieux réactifs » et « Equations thermomécaniques ».

f) Références bibliographiques

- J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Combustion: Physical and chemical fundamentals, modeling and simulation, experiments pollutant formation. 3rd Edition. Springer. 2001.
- B. Lewis, G. von Elbe, Combustion, flames and explosions of gases, 3rd edition, Academic Press, 1987.
- J.F. Griffiths and J.A. Barnard, Flame and combustion, 3rd edition, Blackie Academic and Professional, 1995.

Organisation pédagogique

Enseignements présentiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	30	3	60
Enseignements dirigés	6	2	30
Travaux pratiques			
Décrire le titre de chaque TP			
Projet			
Définir le type de projet			
Autre			

Course Title: Thermomechanics equations and kinetics of reactive systems

Description of the course:

a) Objective

To give theoretical and fundamental knowledge for the understanding and the analysis of reactive turbulent flows in different modes of propulsion and combustion.

To acquire fundamental notions in combustion, namely: thermomechanics equations, mass and energy transport, premixed and diffusion flames in laminar flow, chemical kinetics (mechanisms of pollutant formation, kinetics schemes...).

b) Content

Part I : Thermomechanics equations : Review of fluids mechanics (theorem of Ostrogradsky, Cauchy...) - Conservation equations - Diffusion and premixed flames - Description of combustion process - Statistical description of turbulence (characteristics scales, theory of Kolmogorov, equations of Reynolds in incompressible flows) - Turbulence models - Statistical description of compressible turbulent flows.

Part II : Kinetics of reactive systems : Application of thermodynamics to chemical reactions (heats of reaction and formation, adiabatic flame temperature, free energy and equilibrium constant) - Chemical kinetics of combustion (reaction rate, chain reactions, global kinetics, technical combustion processes, approximation of quasi-steady state, combustion mechanisms of hydrocarbons, mechanisms of pollutant formation).

c) Prerequisites

Know ledges in thermodynamics, mechanics of fluids (1st year of Master).