

Thermo-mécanique des milieux continus fluides ou solides

Vendredi 8 février 2019

La mécanique des milieux continus concerne tout autant la mécanique des fluides que la mécanique des solides déformables. Il s'agit ici d'en donner une approche unifiée dans un cadre thermodynamique. Fluides ou solides déformables soumis à de grandes transformations (déplacements, déformations, rotations) sont alors traités mathématiquement de manière équivalente.

Ce stage de formation a pour objectif le renforcement des compétences théoriques dans le domaine de la mécanique des fluides en premier lieu, et la mise en perspective des enseignements théoriques de CPGE en regard de milieux solides déformables, de leur (hyper-)élasticité ou de leur viscosité. On présentera les formes globales et locales des 1^{er} et 2nd principes de la thermodynamique appliquée aux milieux continus. On montrera leurs conséquences en termes de lois d'état et d'équation de la chaleur.

Format : Cours théorique avec exemples.

Objectifs : Donner le cadre théorique commun des milieux continus, fluides en milieux ouverts et solides anélastiques.

Contenu :

Les thèmes traités sont :

1°) Cinématique des milieux continus : Gradient de la transformation, tenseurs de déformation, tenseurs gradients lagrangien et eulérien des vitesses, taux de déformation, taux de rotation, vorticité d'un fluide.

2°) Principe de conservation de la masse : Formes globales et locales du principe de conservation de la masse. Démonstration à partir de la dérivée du déterminant et du théorème de Cayley-Hamilton. Intérêt de travailler avec des grandeurs spécifiques (massiques).

2°) Forme globale des lois de conservation : Conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie des milieux continus (fluides ou solides déformables). Energie interne, énergie cinétique, puissance des effort extérieurs, des effort intérieurs, des quantités d'accélération, chaleur reçue. Tenseur des contraintes pour un fluide, pour un solide.

3°) Formes locales du 1^{er} et du 2nd principe de la thermodynamique : expressions à partir du lemme fondamental de la mécanique des milieux continus.

4°) Energie libre et enthalpie libre spécifiques / Inégalité de Clausius-Duhem / lois d'état: Application aux fluides, aux solides déformables élastiques ou non.

5°) Equation de la chaleur : Sa forme générique unifiée fluides/solides prenant en compte les couplages thermo-mécanique. Source de chaleur interne due au couplage thermo-mécanique.

Exemples (gaz parfaits, de van der Waals, échauffement dû aux irréversibilités locales, trombone métallique).

5°) **Diverses formulation de l'équation de la chaleur en mécanique des fluides** : formulations en température, en enthalpie... Cas des fluides visqueux, de l'élasticité et de l'endommagement des solides

Public visé : Professeurs de physique et de sciences industrielles des classes préparatoires scientifiques

Effectifs : 20 personnes

Durée : 1 journée

Lieu : *Amphi E-Média du bâtiment Léonard de Vinci, escalier 8 du campus de l'ENS Cachan, (appel possible au département Génie Civil depuis l'escalier 1)*

Déroulement envisagé :

Une journée :

- 9h-9h30 : Accueil
- 9h30-12h30 : Cours (avec pauses)
- 12h30-14h : Déjeuner offert
- 14h-17h30 : Cours (avec pauses)

Enseignant responsable et formateur :

Rodrigue Desmorat

(rodrigue.desmorat@ens-paris-saclay.fr)

Contact pour inscription :

Pascale Boutard, Secrétariat du département DGC,

61 Avenue du président Wilson, 94230 Cachan

(pascale.boutard@ens-paris-saclay.fr)

01 47 40 74 60

Possibilité d'hébergement :

Au Pavillon des jardins, réservation par mail :

Lynda.Lecordier@ens-paris-saclay.fr

