



Le génie pour l'industrie

Département de génie mécanique
Programme de maîtrise

Enseignant :	
Groupe 01	Azzedine Soulaïmani

PLAN DE COURS – AUTOMNE 2012

SYS860 – MÉCANIQUE DES FLUIDES AVANCÉE

1. OBJECTIFS GÉNÉRAUX

L'objectif principal de ce cours est de développer chez l'étudiant une expertise dans le domaine des méthodes analytiques et numériques afin de pouvoir comprendre et utiliser les concepts avancés de la mécanique des fluides.

Analyses différentielle et intégrale des lois de conservation, tant pour les fluides visqueux que non visqueux; résolution analytique de problèmes typiques; introduction à l'instabilité des écoulements et à la transition laminaire/turbulent; concept de couche limite et méthodes analytiques de résolution des couches limites laminaires et turbulentes; modélisation de la turbulence; survol de quelques méthodes numériques de résolution des équations de Navier-Stokes et Euler. Des devoirs portant sur la résolution analytique et numérique (avec l'aide d'un logiciel commercial) permettent de mieux comprendre la matière vue au cours magistral.

Mini projet portant sur la simulation d'écoulements compressibles ou incompressibles.

2. CONTENU DU COURS

1- Cinématique des fluides

- Concept de milieu continu.
- Définitions : masse volumique, vitesse, contrainte et énergie interne.
- Descriptions du mouvement : Lagrangienne, Eulerienne et Lagrangienne-Eulerienne-Arbitraire.
- Dérivée totale.
- Tenseurs gradient de vitesse, des taux de déformation et de rotation. Vecteurs rotation et vorticité.

2- Lois de conservation

- Tenseur des contraintes de Cauchy.
- Formulations intégrale et différentielle des équations de la quantité de mouvement linéaire, de continuité, d'énergie et de l'inégalité de Clausius-Duheim.
- Loi de Stokes.
- Formes conservatives et non conservatives des équations de Navier-Stokes et d'Euler.

3- Écoulements incompressibles visqueux

- Fluides Newtoniens et non-Newtoniens.
- Équations de Navier-Stokes incompressibles.
- Forme adimensionnelle.
- Quelques solutions exactes.
- Théorie de la couche limite.
- Équation intégrale de la quantité de mouvement.

4- Dynamique des écoulements compressibles

- Écoulements isentropiques unidimensionnels.
- Équations d'Euler et de N-S compressibles sous forme conservative.
- Jacobiennes des flux de convection.
- Méthode des volumes finis.

→ Introduction du projet (3 semaines pour le remettre)

5- Écoulements turbulents

- Équations de Navier-Stokes moyennées.
- Couche limite turbulente : lois de paroi.
- Modélisation de la turbulence : modèles à zéro, une et deux équations.

3. ÉVALUATION

- *Devoirs* : 30 % – 4 à 6 devoirs à remettre à temps (tout retard sera pénalisé) ayant pour objectif de réviser régulièrement la matière.
- *Projet* : 25 % – Un mini projet consistant à soit élaborer un programme de résolution des équations de conservation ou à effectuer des simulations d'écoulements turbulents avec un logiciel commercial. Équipe de deux étudiants au plus.
- *Examen intra* : 20 %.
- *Examen final* : 25 %.

CLAUSE PARTICULIÈRE. Une note de 50 % ou plus dans les examens est nécessaire pour passer le cours.

ABSENCE À UN EXAMEN ET À UN LABORATOIRE. Dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la tenue de son activité d'évaluation, l'étudiant devra justifier son absence auprès de la Coordonnatrice – Affaires départementales (Génie mécanique) pour une activité d'évaluation durant la session et auprès du Bureau des services académiques pour un examen final. Toute absence non justifiée par un motif majeur (maladie certifiée par un billet de médecin, décès d'un parent immédiat ou autre) à un examen, entraînera l'attribution de la note zéro (0).

PLAGIAT ET FRAUDE. Les clauses du « Chapitre 10 : Plagiat et fraude » du « Règlement des études de 1^{er} cycle » s'appliquent dans ce cours ainsi que dans tous les cours du département de mécanique. Afin de sensibiliser les étudiants au respect de la propriété intellectuelle, tous les étudiants doivent consulter la page **Citer, pas plagier!**

<http://www.etsmtl.ca/zone2/administration/decanats/formation/etudsup/Deroulement/citer.html>

4. RÉFÉRENCES

1. Notes de cours : disponibles sur le web.
2. R. L. Panton: "Incompressible Flow", John Wiley & Sons.
3. T. C. Papanastasiou et al. : "Viscous Fluid Flow", CRC Press, 2000 (version électronique disponible à l'ÉTS).
4. F. M. White: "Viscous Fluid Flow", Mc Graw-Hill, ISBN 0-07-069712-4.
5. Munson and Young: "Fundamental of Fluid Mechanics". John Wiley and Sons, 5th edition, 2006.
6. I. Ryhming : "Dynamique des fluides", 2^{ème} édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, ISBN 2-88074-224-2.
7. Z.U.A. Warsi : "Fluid Dynamics, Theoretical and Computational approaches", 2nd edition, CRC Press, ISBN 0-8493-2407-6.

Courriel « ÉTUDIANTS-PROFESSEURS »

Le Service des technologies de l'information, en collaboration avec les départements et le Service des enseignements généraux, vous présentent leur service de « courriel étudiants-professeurs ».

Cet outil vise à augmenter la quantité de services offerts aux étudiants et à favoriser un échange accru d'informations entre les étudiants et les professeurs. Chaque étudiant disposera d'une boîte de courriel (15 MB) et d'une adresse normalisée. Chaque professeur pourra ainsi communiquer avec un étudiant ou avec l'ensemble des étudiants inscrits à son cours.

a) Clientèle cible :

- tous les étudiants inscrits à chaque session

b) Accessibilité :

- à partir d'un fureteur quelconque sur le site WEB de l'ÉTS sous la rubrique : **GUICHET INTERACTIF**
- à partir d'un fureteur quelconque à l'adresse suivante :
<http://webmail.ens.etsmtl.ca>
- à partir d'un logiciel client en mode POP3 ou MAPI :
 - serveur entrant : webmail.ens.etsmtl.ca
 - serveur sortant : le serveur SMTP de votre fournisseur Internet

c) Authentification au système de courriel :

- à chaque session de travail, le système de courriel vous demandera de vous identifier; une fenêtre (Mot de passe réseau) apparaîtra et vous devrez fournir à la rubrique :
 - Nom de l'utilisateur : votre code d'accès universel
 - Mot de passe : votre NIP (utilisé dans ChemiNot)

Pour connaître votre code d'accès universel? Allez dans ChemiNot, sous l'onglet intitulé : **Info.générales**. La forme générale de ce code est la suivante : AA99999. Si vous avez oublié votre NIP, allez au Bureau du registraire.

Avec la création de votre boîte de courriel, le système de courriel vous a également créé une adresse électronique dite « normalisée » que vous pouvez diffuser. Elle a la forme suivante : Prénom.nom.99@ens.etsmtl.ca (disponible dans ChemiNot).

Notez que cette adresse normalisée ne contient pas de caractères accentués, ni de caractères spéciaux comme par exemple : l'apostrophe et l'espace (les logiciels de courriel ont horreur de ces caractères).

Bonne utilisation,

Service de l'informatique et des télécommunications
23.04.2002