AER102 - Dynamique des gaz en écoulements compressibles

Mis à jour le 02-02-2024

Code : AER102

Unité d'enseignement de type mixte

6 crédits

Volume horaire de référence (+/- 10%) : **50 heures**

Responsabilité nationale : EPN04 - Ingénierie mécanique et matériaux / Nicolas ALFEREZ

Contact national :

EPN04 Ingénierie mécanique et matériaux

2 rue Conté
31.0.47
75003 PARIS 03
01 58 80 84 37
Habsatou DIA
habsatou.dia@lecnam.net

Présentation

Prérequis

Avoir un niveau Bac + 3/4
Avoir le niveau des UE AER104 (Mécanique des fluides) et UTC404 (Fondamentaux de thermodynamique et mécanique des fluides) ou être agréé par l'enseignant.

Objectifs pédagogiques

A l'issue de ce cours, vous serez capable :

D'employer le formalisme mathématique dédié à la modélisation des écoulements isentropiques dans des conduites;

D'intégrer l'apparition possible d'un phénomène d'onde de choc dans une configuration;

D'utiliser un outil de calcul numérique associé à une bibliothèque métier dans un environnement de développement intégré (IDE python) afin d'obtenir des solutions numériques approchées.

Sur banc d'essai, de collecter et mesurer des données expérimentales associées aux différents régimes de fonctionnement d'une tuyère, dans le cadre de l'analogie hydraulique.

Compétences

Modéliser des écoulements à haute vitesse, en phase de pré-dimensionnement, dans un contexte de bureau d'étude;

Utiliser un outil de calcul numérique associé à une bibliothèque métier pour obtenir des solutions numériques approchées;

Réaliser et exploiter les résultats d'une campagne expérimentale sur banc d'essai.

Programme

Contenu

Cet enseignement est organisé en quatre séquence pédagogiques dont les intitulés et objectifs d'apprentissage sont détaillés ci-après.
Chaque séquence listée comprend un cours à étudier, des TD basés sur le cours (à effectuer seul·e ou à plusieurs et à remettre à l'enseignant), ils donnent lieu à un *feedback* détaillé. Un TP de calcul numérique complète le thème abordé dans la séquence. Conçus de manière progressives et guidés par l'enseignant, ces TP permettent des calculs d'intérêt pour l'ingénieur, sinon impossible à obtenir (quelques connaissances de bases du langage de programmation python seront utiles).

Séquence 1/ **Formalisme thermodynamique et mécanique des fluides :**

- Utiliser le formalisme thermodynamique pour définir un écoulement compressible et décrire les différents régimes d'écoulement associés;
- Employer le formalisme thermodynamique pour décrire mathématiquement les échanges d'énergies dans les écoulements à haute vitesse;
- Utiliser les bilans globaux en mécanique des fluides pour calculer des quantités d'intérêts utiles à l'ingénieur dans un écoulement en régime compressible simplifié.

Séquence 2/ **Écoulements isentropiques - formalisme dédié :**

- Utiliser le formalisme thermodynamique pour définir un écoulement compressible et décrire les différents régimes d'écoulement associés;
- Employer le formalisme thermodynamique pour décrire mathématiquement les échanges d'énergies dans les écoulements à haute vitesse;
- Utiliser les bilans globaux en mécanique des fluides pour calculer des quantités d'intérêts utiles à l'ingénieur dans un écoulement en régime compressible simplifié.

Séquence 3/ **Cas limite : un phénomène d'écoulement non isentropique :**

- Décrire le phénomène d'onde de choc et anticiper son apparition pour une configuration donnée ;
- Calculer les propriétés de l'écoulement à travers une onde de choc normale et oblique ;
- Utiliser la théorie des ondes de choc pour calculer les performances d'une entrée d'air d'un moteur d'avion évoluant en régime supersonique.

Séquence 4/ **Les écoulements isentropiques bidimensionnels :**

- Décrire les hypothèses de travail nécessaire à l'utilisation de la méthode des caractéristiques;
- Utiliser une version simplifiée de la méthode des caractéristiques (la méthode choc-détente) en phase de pré-dimensionnement en aérodynamique externe;
- Décrire les étapes de l'algorithme (complet) de résolution d'écoulement par la méthode des caractéristiques ;
- Appliquer la méthode des caractéristiques au calcul de la forme en plan de tuyère propulsive en phase de pré-dimensionnement ;
- Appliquer la méthode des caractéristiques au calcul des performances de tuyère propulsive de forme donnée en phase de pré-dimensionnement.

Vous trouverez des informations complémentaires sur nos formations à l'adresse : https://mecanique-materiaux.cnam.fr/

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Examen final

Description des modalités de validation

Examen final qui consistera à mobiliser le formalisme mathématique étudié dans ce cours pour répondre à un problème posé sous la forme d'une étude de cas, mettant en jeu des écoulements à hautes vitesses. Notes de TP.

Bibliographie

Titre	Auteur(s)
Traité D'aérodynamique Compressible - Volume 1-3 (Hermès Science Publications, 2008)	J. DELERY
Mécanique des fluides (Cépaduès Editions, 1997)	P. CHASSAING
Modern Compressible Flows (McGraw Hill, 2004)	J.D. ANDERSON