

<b>Aéroacoustique</b> <i>Aeroacoustics</i>	
<b>Code ECUE</b> <i>Course code: AAC</i>	<b>UE : UE5-2a</b>
<b>Département</b> <i>Department</i> : MFA	<b>Cours Lectures</b> : 10h00
<b>Coordonnateurs</b> <i>Lecturers</i> : P. Jordan (CNRS), E. Martini Rodrigues Da Silva	<b>T.D. Tutorials</b> : 10h00
<b>Période</b> <i>Year of study</i> : 3 <sup>ème</sup> année 3 <sup>rd</sup> year	<b>T.P. Laboratory sessions</b> :
<b>Semestre</b> <i>Semester</i> : 5 <sup>ème</sup> semestre 5 <sup>th</sup> semester	<b>Projet</b> <i>Project</i> :
<b>Evaluation</b> <i>Assessment method(s)</i> : 1 examen 1 exam	<b>Non encadré</b> <i>Unsupervised</i> :
<b>Langue d'instruction</b> <i>Language of instruction</i> : Français <i>French</i>	<b>Horaire global</b> <i>Total hours</i> : 20h00
<b>Type de cours</b> <i>Type of course</i> : Obligatoire <i>Compulsory</i>	<b>Travail personnel</b> <i>Homework</i> : 08h00
<b>Niveau</b> <i>Level of course</i> : Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	

**Compétences attendues** : Avoir les connaissances de base pour appréhender les difficultés spécifiques à la résolution des problèmes d'aéroacoustique, à savoir la génération et la propagation du son par et dans les écoulements turbulents, caractéristiques du rayonnement acoustique des jets de turboréacteur des avions par exemple.

Savoir interpréter physiquement les mécanismes sous-jacents et introduire des modèles classiques de prévision des effets de convection et de réfraction associés à la propagation d'ondes acoustiques en écoulement anisotrope cisaillés et de génération de bruit dû aux fluctuations turbulentes (analogies aéroacoustiques).

**Pré-requis** : Mécanique des fluides, turbulence, acoustique fondamentale

**Contenu** :

#### **Introduction**

- Présentation générale de quelques problèmes génériques d'aéroacoustique,
- Nature des sources et phénomènes physiques associés.

#### **Chapitre 1 - Rappels généraux d'acoustique fondamentale**

- Equations du fluide compressible en régime instationnaire,
- Equation des ondes, vitesse du son, solution générale, impédance,
- Energie, puissance et intensité acoustiques,
- Niveaux acoustiques.

#### **Chapitre 2 - Propagation acoustique en écoulement**

- Equations de propagation d'ondes acoustiques linéaires en écoulement,
- Convection des ondes, effet Doppler,
- Réfraction des ondes en écoulement.

#### **Chapitre 3 - Génération de bruit par les écoulements turbulents libres**

- Equation des ondes avec second membre, fonction de Green,
- Analogie de Lighthill,
- Loi en puissance et introduction à l'estimation statistique du bruit de jet.

#### **Chapitre 4 - Bruit des obstacles en écoulement**

- Analogie de Curle,
- Loi en puissance et estimation statistique du bruit d'un cylindre en écoulement.

#### **Bibliographie** :

M.E. Goldstein, *Aeroacoustics*, Mc Graw Hill International, 1976

D. Crighton, A. Dowling, J. Ffowes Williams, M. Heckel and F. Leppington, *Modern methods in analytical acoustics*, Springer Verlag, 1994

**Expected competencies:** Basic knowledge to grasp the specific difficulties in solving problems in aeroacoustics; such as sound generation and propagation by and in turbulent flow, characteristics of the acoustic emission of aircraft turbojets for example. Physic interpretation of underlying mechanisms and an introduction to the standard estimation models of convection and refraction effects associated with the propagation of acoustic waves in shear and non isothermal flows, and of generation of sound due to turbulent fluctuations (aeroacoustics analogy).

**Prerequisites:** Fluid mechanics, turbulence, fundamentals of acoustics

**Content:**

**Introduction**

- General presentation of some basic aeroacoustics problems,
- Origin of the sources and associated physical phenomena

**Chapter 1 - General reminders of fundamental acoustics**

- Equations of compressible fluid in unsteady flow,
- Wave equations, sound velocity, general solution, impedence,
- Acoustic energy, power and intensity - Sound levels.

**Chapter 2 - Sound propagation in flow**

- Equations of linear acoustic wave's propagation in flow (Linearized Euler Equations, LEE),
- Wave convection, Doppler effect,
- Wave refraction in flow.

**Chapter 3 - Noise generation from free turbulent flows**

- Wave equations, Green's function,
- Lighthill's analogy,
- Power law and introduction to statistical estimation of jet noise.

**Chapter 4 - Noise from wall-bounded unsteady flows**

- Curle's analogy,
- Power law and statistical estimation of the sound of a cylinder in flow.

**Recommended reading:**

M.E. Goldstein, *Aeroacoustics*, Mc Graw Hill International, 1976

D. Crighton, A. Dowling, J. Ffowcs Williams, M. Heckel and F. Leppington, *Modern methods in analytical acoustics*, Springer Verlag, 1994