

Aéroélasticité des avions
Plane Aeroelasticity

Code cours <i>Course code: AEE5</i>	Crédits ECTS <i>ECTS Credits: 1</i>
Coordonnateurs <i>Lecturers</i> : I. Barber (Extérieur <i>Guest speaker</i>)	Cours <i>Lectures</i> : 12h30
Période <i>Year of study</i> : 3 ^e année <i>3rd year</i>	T.D. <i>Tutorials</i> :
Semestre <i>Semester</i> : 5 ^e semestre <i>5th semester</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i> :
Evaluation <i>Assessment method(s)</i> : 1 examen <i>1 exam</i>	Projet <i>Project</i> :
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i> : Français <i>French</i>	Non encadré <i>Homework</i> :
Type de cours <i>Type of course</i> : Electif <i>Elective</i>	Horaire global <i>Total hours</i> : 12h30
Niveau <i>Level of course</i> : Graduate	

Compétences attendues : Comprendre les phénomènes fondamentaux d'aéroélasticité sur les aéronefs, grâce une approche industrielle.

Pré-requis : Cours d'aérodynamique, de résistance des matériaux et des vibrations

Contenu :

- Partie 1 : Rappel des notions fondamentales

La première partie permettra de rappeler les notions fondamentales des deux domaines aérodynamique et structure, indispensables à l'étude de l'aéroélasticité : coefficients de pression, pression dynamique, bases modales...

- Partie 2 : Couplages divergents statiques et dynamiques

La seconde partie traitera des couplages divergents statiques et dynamiques. Le flutter (flottement) est un phénomène divergent conduisant à la destruction de la structure en quelques secondes. L'excitation aérodynamique entraîne une déformation de la structure qui crée un écoulement aérodynamique amplifiant le mouvement de la structure... Après la mise en équation du phénomène, on s'attachera à comprendre les notions d'amortissement et de raideurs aérodynamiques et leur influence sur ce phénomène. Pour une meilleure compréhension physique, le couplage sera également analysé sur un système à deux degrés de libertés : flexion et torsion d'une aile. Enfin, la démarche appliquée dans l'industrie aéronautique pour étudier et repousser ce phénomène (avec une marge suffisante) en dehors du domaine de vol sera présentée.

- Partie 3 : Charges et efficacité des gouvernes

Cette dernière partie s'intéressera aux conséquences de l'aéroélasticité sur les charges de dimensionnement de la structure et sur l'efficacité des gouvernes : potentielle perte d'efficacité pouvant aller jusqu'à son inversion. Le braquage d'une gouverne crée un moment aérodynamique qui modifie la forme de la structure (par exemple, la forme d'une voilure dans le cas du braquage d'un aileron) et peut rendre moins efficace ce braquage, voire conduire à un moment inverse de celui souhaité.

Enfin, la performance d'un avion dépend de sa forme en vol, différente de celle au sol, rendant nécessaire le calcul de la forme au sol qui donnera la forme en vol la plus performante.

Bibliographie :

R.L. Bisplinghoff and H. Ashley, *Principles of Aeroelasticity*, Dover Publications, 1962

E.H. Dowell, H.C. Curtiss, R.H. Scanlan, F. Sisto, *A modern course in Aeroelasticity*, Sijtoff and Nordhoff, 1978



Expected competencies: Understand fundamental phenomena in aeroelasticity of aircraft, thanks to an industrial approach.

Prerequisites: Courses in aerodynamics, strength of materials and vibrations

Content:

- Part 1: Reminder of fundamentals

The first part will remember the fundamentals of both aerodynamic and structural domains, essential for the study of aeroelasticity: pressure coefficients, dynamic pressure, modal bases...

- Part 2: Diverging static and dynamic couplings

The second part will treat diverging static and dynamic couplings. Flutter is a divergent phenomenon leading to the destruction of the structure in a few seconds. The aerodynamic excitation leads to a deformation of the structure that creates an airflow amplifying the movement of the structure ... After setting equation of the phenomenon, we will seek to understand the concepts of aerodynamic damping and stiffness and their influence on this phenomenon. For a better physical understanding, the coupling will also be analyzed on a system with two degrees of freedom: bending and torsion of a wing. Finally, the approach applied in

the aviation industry to study and push away this phenomenon (with an adequate margin) outside the flight envelope will be presented.

- Part 3: Loads and efficiency of the control surfaces

This last part will focus on the effects of aeroelasticity on the design loads of the structure and the effectiveness of control surfaces: potential loss of efficiency up to its inversion. Deflection of a control surface creates an aerodynamic moment that changes the shape of the structure (for instance the shape of the wing in the case of the aileron deflection) and may make this deflection less effective and even lead to a moment opposite to that desired.

Finally, the performance of an aircraft depends on its shape in flight, different from the one on ground, necessitating the calculation of the shape on the ground that will lead to the most efficient shape in flight.

Recommended reading:

R.L. Bisplinghoff and H. Ashley, *Principles of Aeroelasticity*, Dover Publications, 1962

E.H. Dowell, H.C. Curtiss, R.H. Scanlan, F. Sisto, *A modern course in Aeroelasticity*, Sijtoff and Nordhoff, 1978