

Conception des véhicules aérospatiaux hypersoniques portants <i>Design of Hypersonic Aerospace Vehicles</i>		
Code cours <i>Course code:</i> CVA		
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: J.-Y. Andro, R. Wuilbercq, A. Tremolet (Intervenants extérieurs <i>Guests speakers</i>)	Cours <i>Lectures</i> : 12h30 T.D. <i>Tutorials</i> : T.P. <i>Laboratory sessions</i> : Projet <i>Project</i> : Non encadré <i>Unsupervised</i> : Horaire global <i>Total hours</i> : 12h30 Travail personnel <i>Homework</i> :
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: QCMs pendant le cours <i>Multiple choices questions tests</i>	
Langue d’instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	
Type de cours <i>Type of course</i>	: Electif <i>Elective</i>	
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	

Compétences attendues : *S’initier aux problématiques des véhicules aérospatiaux hypersoniques portants, depuis l’ancienne navette spatiale jusqu’aux concepts les plus prospectifs d’applications militaires (avions de reconnaissance, missiles de croisière, planeurs) et civiles (avions de transport, lanceurs réutilisables aillés d’accès à l’espace, véhicules portants de rentrée atmosphérique).*

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Ce cours se donne comme ambition d’initier les étudiants aux problématiques des véhicules aérospatiaux hypersoniques portants, depuis l’ancienne navette spatiale jusqu’aux concepts les plus prospectifs d’applications militaires (avions de reconnaissance, missiles de croisière, planeurs) et civiles (avions de transport, lanceurs réutilisables aillés d’accès à l’espace, véhicules portants de rentrée atmosphérique). Après une introduction dédiée aux différentes classes de véhicules avec leurs spécificités, les bases théoriques et technologiques disciplinaires (aérothermodynamique, propulsion, thermique, matériaux, structures) caractéristiques des domaines de vol à haute vitesse seront approfondies. Ce cours se terminera par une initiation à l’application des méthodes de conception & optimisation multidisciplinaire pour ce type de véhicules.

- **Cours 1 (J.Y. Andro – 0h45) : Introduction au domaine de vol hypersonique**
Spécificités physiques & technologiques du domaine de vol hypersonique, Classes de véhicules, Critères de dimensionnement & performances
- **Cours 2 (J.Y. Andro – 2h00) : Véhicules stratosphériques**
Revue historique des projets & réalisations d’avions très grande vitesse et de missiles de croisière hypersoniques, Exemples de problématiques technologiques, Planification & contraintes de mission, Optimisation de trajectoire
- **Evaluation (J.Y. Andro – 0h15) : Evaluation QCM 1**
- **Cours 3 (R. Wuilbercq – 1h30) : Véhicules trans-atmosphériques**
Revue historique des projets & réalisations de planeurs hypersoniques et de véhicules aillés réutilisables d’accès à l’espace & rentrée atmosphérique, Exemples de problématiques technologiques, Planification & contraintes de mission, Optimisation de trajectoire
- **Cours 4 (R. Wuilbercq - 1h30) : Aérothermodynamique grande vitesse**
Description des types d’écoulement en fonction du domaine de vol. Bases d’aérodynamique hypersonique (Mach>5) et d’aérothermique (flux thermiques convectifs externes). Bonnes pratiques de conception du plan de forme externe d’un véhicule hypersonique ailé. Principaux points durs scientifiques.
- **Evaluation (R. Wuilbercq – 0h15) : Evaluation QCM 2**
- **Cours 5 (J.Y. Andro - 1h30) : Systèmes propulsifs grande vitesse**
Principe de fonctionnement, comparaison des performances, domaine d’utilisation, limites de fonctionnement des différents systèmes propulsifs pouvant être mis en œuvre. Architectures de combinaison de systèmes propulsifs en fonction des besoins de la mission. Bonnes pratiques de conception de moteurs à cycle combiné. Principaux points durs technologiques.

- **Cours 6 (J.Y. Andro - 1h30) : Matériaux, Structures, Management thermique**
Description des problématiques de tenue thermo-structurale et de management thermique. Critères de choix et bonnes pratiques de conception des structures & matériaux et des systèmes de management thermique. Principales solutions technologiques.
- **Evaluation (J.Y. Andro – 0h15) : Evaluation QCM 3**
- **Cours 7 (A. Tremolet - 1h30) : Analyse & Optimisation multidisciplinaire**
Notions de base des principes d'analyse & optimisation multidisciplinaire. Sensibilisation aux outils de conception multidisciplinaire. Exemples de problèmes pour différentes missions.
- **Cours 8 (A. Tremolet - 1h15) : Dimensionnement d'un avion civil hypersonique**
- **Evaluation (A. Tremolet – 0h15) : Evaluation QCM 4**

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To learn about hypersonic aerospace vehicles, from the old space shuttle to the most forward-looking concepts for military applications (reconnaissance aircraft, cruise missiles, gliders) and civilian applications (transport aircraft, reusable winged space launchers, atmospheric re-entry vehicles).

Prerequisites: None

Content:

After an introduction dedicated to the different classes of vehicles and their specific features, the theoretical and technological bases (aerothermodynamics, propulsion, thermodynamics, materials, structures) characteristic of high-speed flight domains will be explored in depth. The course concludes with an introduction to the application of multidisciplinary design & optimization methods for this type of vehicle.

- **Course 1 (J.Y. Andro - 0h45): Introduction to the hypersonic flight domain**
Physical & technological specifics of the hypersonic flight domain, Vehicle classes, Sizing & performance criteria
- **Course 2 (J.Y. Andro - 2h00): Stratospheric vehicles**
Historical review of very high-speed aircraft and hypersonic cruise missile projects & achievements, Examples of technological issues, Mission planning & constraints, Trajectory optimization
- **Course 3 (R. Wuilbercq - 1h30): Trans-atmospheric vehicles**
Historical review of hypersonic glider and reusable winged space access & re-entry vehicle projects & achievements, Examples of technological issues, Mission planning & constraints, Trajectory optimization
- **Course 4 (R. Wuilbercq - 1h30): High-speed aerothermodynamics**
Description of flow types as a function of flight envelope. Basics of hypersonic aerodynamics (Mach>5) and aerothermodynamics (external convective heat flows). Good practice in designing the external shape of a winged hypersonic vehicle. Main scientific hard points.
- **Course 5 (J.Y. Andro - 1h30): High-speed propulsion systems**
Operating principle, performance comparison, field of use, operating limits of the various propulsion systems that can be used. Architectures for combining propulsion systems according to mission requirements. Best practices in combined-cycle engine design. Key technological issues.
- **Course 6 (J.Y. Andro - 1h30): Materials, Structures, Thermal Management**
Description of thermo-structural resistance and thermal management issues. Selection criteria and best practices for the design of structures & materials and thermal management systems. Main technological solutions.
- **Course 7 (A. Tremolet - 1h30) : Multidisciplinary Analysis & Optimization**
Basic understanding of the principles of multidisciplinary analysis & optimization. Introduction to multidisciplinary design tools. Example problems for different missions.
- **Course 8 (A. Tremolet - 1h15): Example of sizing a civil hypersonic aircraft**

Recommended reading: None