

<b>Hélicoptères</b> <i>Helicopters</i>			
<b>Code cours</b> <i>Course code:</i> <b>HEL</b>			
<b>Coordonnateurs</b> <i>Lecturers</i>	: A. Thomas, C. Plassard, F. Pascal, P. Panico (Intervenants extérieurs <i>Guests speakers</i> )	<b>Cours</b> <i>Lectures</i>	: 12h30
<b>Période</b> <i>Year of study</i>	: 2 <sup>ème</sup> année <i>2<sup>nd</sup> year</i>	<b>T.D.</b> <i>Tutorials</i>	:
<b>Semestre</b> <i>Semester</i>	: 4 <sup>ème</sup> semestre <i>4<sup>th</sup> semester</i>	<b>T.P.</b> <i>Laboratory sessions</i>	:
<b>Evaluation</b> <i>Assessment method(s)</i>	: QCMs pendant les heures de cours <i>Multiple choices questions tests</i>	<b>Projet</b> <i>Project</i>	:
<b>Langue d’instruction</b> <i>Language of instruction</i>	: Anglais <i>English</i>	<b>Non encadré</b> <i>Unsupervised</i>	:
<b>Type de cours</b> <i>Type of course</i>	: Electif <i>Elective</i>	<b>Horaire global</b> <i>Total hours</i>	: 12h30
<b>Niveau</b> <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	<b>Travail personnel</b> <i>Homework</i>	:

**Compétences attendues** : Comprendre la mécanique du vol, spécifique à l’hélicoptère, ainsi que le fonctionnement du rotor, comprendre le phénomène de résonance sol lié à un couplage rotor/structure.

**Pré-requis** : Aucun

**Contenu** :

#### **Partie 1 : Mécanique du rotor et du vol - Technologies rotors**

##### **1. Mécanique du rotor et mécanique du vol hélicoptère**

Débattement, équation de traînée, les articulations du rotor, contrôle du rotor (pilotage), équilibre longitudinal et latéral de l’appareil en stationnaire et en vol de palier.

##### **2. Résonance sol**

Description du phénomène, couplage des modes pales avec les modes structure, description du rôle des adaptateurs de fréquence.

##### **3. Technologies rotors**

Fournir une vue générale des concepts, technologies et matériaux employés pour les rotors principaux et arrières des hélicoptères, aussi bien d’Airbus Helicopter que de la concurrence

#### **Partie 2 : Architecture générale, dimensionnement, survivabilité**

##### **1. L’architecture générale du véhicule**

La description des différentes architectures (les appareils civils, militaires), les principaux composants, leur localisation, les réseaux et principes de ségrégation

##### **2. La structure et ses “équipements” (fuel, train, aménagements internes, optionnels de missions, système de conditionnement d’air)**

Les principes constructifs des structures, et les technologies, les équipements de la structure, quelles sont leurs fonctions, leur dimensionnement

##### **3. La survivabilité**

Le concept de protection au crash, les dimensionnements

##### **4. Le dimensionnement général en phase avant-projet**

Le dimensionnement des rotors, performances

##### **5. Les ensembles dynamiques des hélicoptères (boîtes, rotor), leur fonctionnement et dimensionnement**

Les paramètres dimensionnant des rotors, les justifications de résistance en statique et fatigue

#### **Partie 3 : Performances du vol de l’hélicoptère**

##### **1. Présentation du principe**

##### **2. Puissance nécessaire**

Théorie de Froude, Puissance nécessaire en stationnaire, Puissance nécessaire en vol d’avancement, Grandeurs réduites caractéristiques : masse réduite /puissance réduite, Répartition de la puissance nécessaire

##### **3. Puissance disponible**

Puissance Moteur/Régimes Moteur, Pertes d’installation, Limitations boîte de transmission

##### **4. Limitations (enveloppe de vol, VNE, MGW, masse réduite, . . .)**

##### **5. Analyse des spécificités performances hélicoptère grâce au modèle établi**

6. Présentations des aspects des performances au décollage liés à la prise en compte de la panne moteur

Notions du Diagramme Hauteur/Vitesse et Fly-away, Présentation des classes de performances (JAR-OPS 3), Procédures des décollages associés, Analyses des paramètres déterminant ces performances

7. Présentation des aspects “calculs de mission”

Modélisation, Mise en évidence du processus d’itération à appliquer, Diagramme Payload/Range, Exemples

**Bibliographie :** Aucune

---

**Expected competencies:** Understand helicopter-specific flight mechanics and rotor operation, as well as the ground resonance phenomenon associated with rotor/structure coupling.

**Prerequisites:** None

**Content:**

General training on helicopters provided by Airbus Helicopters engineers with a focus on (1) rotor design and analysis, (2) helicopter architecture and sizing and (3) helicopter performance.

**Part 1: Flight mechanics – rotor technologies – introduction to fatigue analysis**

1. Flight rotor mechanics

Blade aerodynamic basics, rotor hinges, pilot control inputs

2. Vibrations and resonance phenomenon

Ground and flight resonance description, role of the lead-lag frequency adapter.

3. Rotor technologies

Global view of concepts, technologies and materials used on main and tail rotors at Airbus and competition.

4. Rotor loads and introduction to fatigue strength

**Part 2: General architecture, sizing, survivability**

1. General vehicle architecture

Description of different helicopter architectures (civil and military), main components, location, networks and principles of segregation

2. Airframe and its “equipments” (fuel, landing gear, internal layout, mission optionals, air conditioning...): technologies, function, sizing

3. Survivability

Crash protection concept, sizing

4. General sizing in pre-project phase

Rotor sizing, performances

5. Dynamic systems of helicopters (drive and rotor systems): function and sizing

**Part 3 : Performance of helicopters**

1. Introduction to flight performance

2. Required power

Froude theory, required power in hover, required power in level flight, required power distribution

3. Available power

Engine power, Installation losses, Main Gear Box limitations

4. Limitations (flight domain, VNE, MGW, reduced mass, . . .)

5. Analysis of helicopter performance specificities using the established model

6. Take-off performances in case of engine failure

Height-velocity diagram, helicopter category and associated procedure, parameters analysis

7. Mission performance

Performance requirements/constraints, Payload-Range diagram, mission examples

**Recommended reading:** None