



Collège Édouard-Montpetit
ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

PLAN DE COURS
PLAN DE COURS

No du cours
280-157

Session
AUTOMNE 2000

Nom du cours : ***Théorie de vol des voilures tournantes***

Nom du (des) professeur(s) : Roger Bernier Michel Paquette
André Garneau Michèle Rivest
Louis Guimont

Département : **Préenvol**

Périodes de consultation :

Théorie Professeur _____ Local _____

	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
HEURE					

Pratique Professeur _____ Local _____

	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
HEURE					

Nom de l'étudiant : _____

Groupe (théorie) _____ (pratique) _____



PRÉSENTATION DU COURS

SITUATION DU COURS DANS LE PROGRAMME

Ce cours s'adresse aux élèves de 3^{ième} session du programme d'entretien.

Les connaissances de base acquises dans ce cours sont indispensables pour tout élève qui travaillera dans (ou cotoiera) le milieu de l'hélicoptère.

Il est **FORTEMENT RECOMMANDÉ** que ce cours soit suivi avant de s'inscrire aux cours de stage des 5^{ième} et 6^{ième} sessions.

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur l'hélicoptère dans différentes configurations de vol. **(40%)**

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques limitant le vol de l'hélicoptère. **(8%)**

Expliquer les phénomènes mécaniques causant des problèmes particuliers à l'hélicoptère. **(8%)**

Identifier les origines de l'hélicoptère et décrire le milieu de ce dernier. **(4%)**

Expliquer les principes mécaniques particuliers à la conception de l'hélicoptère. **(40%)**

<i>Conformément à la PIÉA, il sera tenu compte de la Politique de valorisation de la langue française.</i>
--

THÉORIE

INTRODUCTION

Présentation du plan de cours.

Objectif spécifique #1

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un point fixe.

- CONTENU :
- Variation de la vitesse tangentielle ($U = 2\pi RN$) le long d'une pale en rotation.
 - Importance de la force centrifuge ($F_c = M\omega^2 R$) exercée sur une pale en rotation.
 - Construction d'une pale.
 - Résistance de l'air ($R = \frac{1}{2}\rho U^2 SK$) sur une pale en rotation.

Objectif spécifique #2

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un vol en stationnaire.

- CONTENU :
- Variation de la pression différentielle produites par une pale en rotation.
 - Effet et solutions de la variation de la force aérodynamique résultante ($F_r = \frac{1}{2}\rho v^2 S C_r$) le long d'une pale (flexion verticale) et sur l'ensemble des pales (conicité, axes, plan de rotation...)
 - Équilibre des forces et effet de sol lors d'un vol en stationnaire.

Objectif spécifique #3

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un déplacement à basse vitesse.

- CONTENU :
- Changement de l'orientation de la force aérodynamique résultante pour obtenir un déplacement et combattre les parasites.
 - Phénomène de la précession gyroscopique.
 - Source et solutions du couple de réaction du rotor principal.
 - Commandes de vol.

Objectif spécifique #4

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un vol en translation.

- CONTENU :
- Effet et solution à la dissymétrie latérale de la portance.
 - Effet du battement des pales (Forces de Coriolis).
 - Solutions aux moments de flexion horizontale.
 - Types et dispositions des rotors principaux.
 - Équilibre des forces en présence.

Objectif spécifique #5

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un vol en autorotation.

- CONTENU :
- Définition de l'autorotation.
 - Forces autorotatives et anti-autorotatives.
 - Variation de l'angle d'attaque le long d'une pale en régime d'autorotation.
 - Zones autorotatives et anti-autorotatives.
 - Influence de la vitesse de translation sur la zone autorotative.
 - Contrôle du régime rotor en autorotation.

Objectif spécifique #6

Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques limitant la vitesse de translation et l'altitude de vol des hélicoptères.

- CONTENU :
- Décrochage et compressibilité.
 - Puissances.

Objectif spécifique #7

Expliquer les phénomènes mécaniques causant des problèmes de résonance et de vibrations.

- CONTENU :
- Causes et solutions à la résonance au sol.
 - Variation des sources et de l'intensité des vibrations.
 - Solutions aux problèmes des vibrations.

Objectif spécifique #8

Classifier les moments marquants de l'évolution de l'hélicoptère ainsi que les fabricants et leurs produits. Identifier les diverses missions de l'hélicoptère.

- CONTENU :
- Évolution des hélicoptères à travers l'histoire.
 - Bell, Sikorsky, Hughes, Aérospatiale...
 - Missions civiles, para-militaires et militaires.

PRATIQUE

1. Introduction au laboratoire

(durée : 1 pér.)

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 1.1 Discerner la structure générale du laboratoire.
- 1.2 Connaître les attentes du professeur.
- 1.3 Sécurité.

CONTENU : - Présentation des participants, du plan de cours.
- Déroulement et encadrement.
- Planification du premier laboratoire.

2. Introduction aux aéronefs à voilure tournante

(durée : 2 pér.)

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 2.1 Acquérir la terminologie de base sur cet aéronef.
- 2.2 Localiser les composants de base.
- 2.3 Localiser les commandes de vol.
- 2.4 Localiser les stations de référence et les axes sur un hélicoptère.

CONTENU : - Introduction à l'hélicoptère Bell 247.

3. Le fonctionnement mécanique des rotors

(durée : 2 pér.)

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 3.1 Acquérir la terminologie spécifique à ce genre de rotor.
- 3.2 Expliquer la nécessité de l'alignement de ce type de rotor.
- 3.3 Expliquer une méthode spécifique d'équilibrage statique de rotor.
- 3.4 Effectuer une étude des roulements.
- 3.5 Analyser les éléments qui reprennent la force centrifuge.

CONTENU : - Étude du rotor semi-rigide type Bell 206 et du Bell 212.
- Étude du rotor semi-articulé AS 350 et du Bell 412.
- Étude du rotor articulé type Hughes 500.
- Étude d'amortisseurs de traînée.

4. Étude des pales et systèmes anti-couple

(durée : 2 pér.)

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 4.1 Connaître les matériaux utilisés dans la fabrication d'une pale.
- 4.2 Identifier et localiser les paramètres de vol sur un rotor, à l'aide de la soufflerie.
- 4.3 Définir les systèmes anti-couple.
- 4.4 Visualiser et définir les angles, plans et axes du rotor.

CONTENU : - Divers profils de pale en coupe, le centre de poussée, le centre de gravité.
- Divers profils de système anti-couple.
- Étude de divers éléments en coupe.

5. Le contrôle de la portance du rotor

(durée : 2 pér.)

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 5.1 Expliquer le cheminement de la variation collective du pas et le cheminement de la variation cyclique du pas.
- 5.2 Démontrer le concept d'un plateau cyclique.
- 5.3 Expliquer les conséquences engendrées par le rotor de queue.

CONTENU : - Le plateau cyclique.
- La variation collective du pas.
- La variation cyclique du pas.

6. La chaîne mécanique

(durée : 2 pér.)

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 6.1 Expliquer les méthodes utilisées pour entraîner les rotors.
- 6.2 Expliquer le fonctionnement de tous les éléments retrouvés.

CONTENU : - Étude d'une boîte de transmission principale et ses méthodes de réduction.
- Étude d'une boîte de transmission arrière.
- Étude des engrenages retrouvés sur diverses transmissions et des méthodes de lubrification utilisées.
- Étude de roues libres, d'un embrayage, des divers arbres de puissance et d'entraînement.

7. Les vibrations

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

- 7.1 Distinguer les vibrations sur un rotor selon leur fréquence et leur orientation.
- 7.2 Appliquer des méthodes correctives.

CONTENU : - Équilibrage aérodynamique, équilibrage statique, équilibrage dynamique de rotors.

MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT

Cours magistraux et visualisation sur les hélicoptères et leurs composants.

MOYENS DIDACTIQUES

Acétates ; soufflerie ; maquettes ; hélicoptères et leurs composants ; diapositives ; vidéos :

The story of the helicopter, 629.13335209 S887.
Rotor et son royaume, 629.133352 R848.
Vertical flight, 629.13A958 V. 11 Ex. 2
Les missions d'hélicoptère, 629.13335 P724m.
Manipulation prévol d'hélicoptère, disponible à la bibliothèque.

MODALITÉS DES ÉVALUATIONS SOMMATIVES

THÉORIE

TYPE D'ÉVALUATION				
	Examen écrit	Examen oral	Rapport écrit	Travail pratique
1				
2				
3				

La partie théorique est comptabilisée pour **60 points** de la note finale qui seront répartis de la façon suivante :

20 points : 1ière évaluation sur les objectifs #1, #2 et #3.

20 points : 2ième évaluation sur les objectifs #3, #4 et #5.

20 points : 3ième évaluation sur les objectifs #6, #7 et #8.

Le type d'examen sera précisé par le professeur lors du premier cours.

Dans tout examen, dix pour cent (10%) de la note sera attribuée pour la qualité du français et de la propreté si nécessaire.

PRATIQUE

TYPE D'ÉVALUATION				
	Examen écrit	Examen oral	Rapport écrit	Travail pratique
1				
2				

L'évaluation de l'apprentissage de l'élève en laboratoire se fera au cours de 2 examens, soit un à la mi-session regroupant les 3 premiers laboratoires et un second à la fin de la session regroupant les 4 derniers laboratoires. Le type d'examen sera précisé par le professeur de laboratoire lors du premier cours. La partie pratique est comptabilisée pour 40 points de la note finale.

RÉVISION DE NOTES

Se référer aux articles 4.8, 4.12.1 et 4.12.2 de la PIÉA inscrite dans l'AGENDA.

BIBLIOGRAPHIE

Raletz, Roger, Théorie élémentaire de l'hélicoptère, Suresne, Aérospatiale Hélicoptère, 1983, 73 pages.
Réf.: 629.13335 R 163 T

Lefort, Pierre et Hamann J., L'hélicoptère: théorie et pratique, Lyon, Chiron, 1983, 303 pages.
Réf.: 629.13335 L 494 h

Schafer, Joseph, Basic Helicopter Maintenance, Basin Wyo., Aviation Maintenance, © 1980, 343 pages.
Réf.: 629.1346 S 296 b

OU

Schafer, Joseph, Helicopter Maintenance, Jeppesen Sandersen.