



Collège
Édouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

280-424-EM
AUTOMNE 2009
Préenvol

PLAN DE COURS

COURS : Hélicoptère

PROGRAMME : 280.CO Techniques de maintenance d'aéronefs

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

PONDÉRATION : Théorie : 2 Pratique : 2 Étude personnelle : 2

Professeur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Bernier Roger	B-125	4385	roger.bernier@college-em.qc.ca
Guimont Louis	B-125	4703	louis.guimont@college-em.qc.ca
Ménard Pierre	C-160	4207	pierre.menard@college-em.qc.ca

PÉRIODE DE DISPONIBILITÉ AUX ÉTUDIANTS

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
Avant-midi					
Après-midi					

Coordonnateur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Pierre Ménard	C-160	4207	pierre.menard@college-em.qc.ca
Rousseau Jean-Yves	C-183	4610	jean-yves.rousseau@college-em.qc.ca

PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Ce cours s'adresse aux élèves de 4^{ème} session du programme d'entretien.

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

Il est aussi RECOMMANDÉ de l'avoir suivi avant de s'inscrire aux cours de stage des 5^{ème} et 6^{ème} sessions.

L'objectif général du cours est d'appliquer des principes d'aérodynamique au vol et à l'entretien d'un hélicoptère.

OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S) OU COMPÉTENCE(S)

0268 Appliquer des principes d'aérodynamique au vol et à l'entretien d'un hélicoptère.

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

Partie théorique :

Cette partie du cours se compose de sept modules traitant de notions de base en aéronautique, de l'aérodynamique, des hélicoptères.

Les exposés magistraux seront appuyés par des exemples, des exercices, des illustrations, des animations et de l'équipement. L'élève complètera ses apprentissages par ses notes de cours.

Partie pratique :

La partie pratique se divise en dix chapitres portant sur la nomenclature et divers aspects mécaniques particuliers à l'hélicoptère. Cette partie du cours se fera à l'aide de mises en situation, de plénières, de démonstrations, d'exercices de repérage et de manipulations.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

0268 Appliquer des principes d'aérodynamique au vol et à l'entretien d'un hélicoptère.

Période des activités : 3 heures (approximativement)

MODULE 1 – NOTIONS DE BASE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.2 Reconnaître la nomenclature reliée aux forces, vitesses, moments, couples, axes, plans et angles. (Rappel de 280-265-EM)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moteurs, matériaux, précession gyroscopique, changement de pas, battement, avance-retard, plateau cyclique, système anti-couple, historique de l'évolution des hélicoptères. 	Notes de cours.

Période des activités : 5 heures (approximativement)

MODULE 2 – DÉMARRAGE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.4 Distinguer de façon précise les facteurs qui ont de l'influence sur : la traînée, la portance, le basculement, la stabilité et les performances.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 ($R = \frac{1}{2}\rho U^2 S K$) sur une pale en rotation. 	Notes de cours.

Période des activités : 4 heures (approximativement)

MODULE 3 – DÉCOLLAGE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.3 Appliquer les formules et les équations se rapportant aux principes de l'aérodynamique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variation de la pression différentielle produite 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, plans, angles). ▪ Équilibre des forces et effet de sol lors d'un vol en stationnaire. 	Notes de cours.
1.4 Distinguer de façon précise les facteurs qui ont de l'influence sur : la traînée, la portance, le basculement, la stabilité et les performances.		

Période des activités : 10 heures (approximativement)

MODULE 4 – VOL DE TRANSLATION

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.4 Distinguer de façon précise les facteurs qui ont de l'influence sur : la traînée, la portance, le basculement, la stabilité et les performances.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. 	Notes de cours.
1.5 Expliquer les principes et les phénomènes reliés au vol de l'hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. 	

Période des activités : 4 heures (approximativement)

MODULE 5 – L'AUTOROTATION

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.2 Expliquer les réglages de régime en autorotation.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. 	Notes de cours.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 6 – LES PERFORMANCES

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.3 Effectuer une vérification d'une performance moteur à turbine sur hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrochage et compressibilité. ▪ Puissances. 	Notes de cours.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 7 – RETOUR AU SOL : L'ATTERRISSAGE ET L'HISTORIQUE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
3.2 Expliquer les principes de base des vibrations et ses effets.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Causes et solutions à la résonance au sol. 	Notes de cours.
3.3 Expliquer les types et les causes des vibrations.		
3.4 Expliquer les dispositifs de suppression des vibrations.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solutions aux problèmes des vibrations. 	
1.1 Reconnaître les principales étapes de l'évolution des giravions.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les étapes et les embûches auxquelles ont été confrontés les pionniers lors des phases de développement des principes de l'aéronautique des giravions. 	

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

0268 Appliquer des principes d'aérodynamique au vol et à l'entretien d'un hélicoptère.

Période des activités : 6 heures (approximativement)

Introduction – Les notions de bases

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.1 Reconnaître les principales étapes de l'évolution des giravions.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'histoire des hélicoptères. ▪ Nomenclature des éléments constituant l'hélicoptère. ▪ Règles de sécurité. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.
3.1 Reconnaître les règles de sécurité relatives à la circulation autour d'un hélicoptère en marche.		

Période des activités : 2 heures

CHAPITRE 1 : La propulsion

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.3 Effectuer une vérification d'une performance moteur à turbine sur hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Types de moteurs utilisés. ▪ Éléments apportés aux moteurs pour les rendre fonctionnels sur les hélicoptères. ▪ Vérification du rendement des moteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 3 heures

CHAPITRE 2 : Les atterrisseurs

CHAPITRE 3 : Les structures

CHAPITRE 4 : Les roulements

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.1 Expliquer le fonctionnement des différents éléments de la chaîne mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Types d'atterrisseurs possibles sur les hélicoptères. ▪ Les différentes structures et les modes de construction. ▪ L'évolution des roulements et leurs fonctions distinctes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 2 heures

CHAPITRE 5 : Les pales

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.1 Reconnaître les principales étapes de l'évolution des giravions.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'évolution des pales du rotor principal et du rotor de queue. ▪ Matériaux utilisés. ▪ Construction des pales. ▪ Formes et nombre de pales. ▪ L'excentration. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 2 heures

CHAPITRE 6 : Les commandes de vol et portance

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.1 Expliquer le fonctionnement des différents éléments de la chaîne mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les commandes de vol. ▪ Le plateau cyclique. ▪ La variation de pas collective et cyclique. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 4 heures

CHAPITRE 7 : Les têtes rotor

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.2 Reconnaître la nomenclature reliée aux forces, vitesses, moments, couples, axes, plans et angles.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les rotors articulés. ▪ Les rotors semi-articulés. ▪ Les rotors rigides. ▪ Les rotors semi-rigides. ▪ Le mouvement d'avance-retard. ▪ Le mouvement de battement. ▪ Le changement de pas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 3 heures (approximativement)

CHAPITRE 8 : Les systèmes anti-couple

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.1 Expliquer le fonctionnement des différents éléments de la chaîne mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les rotors de queue classiques. ▪ La liaison K. ▪ Le couplage battement de pas. ▪ Le fenestron. ▪ Le rotor. ▪ Les birotors. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

Soufflerie

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.4 Distinguer de façon précise les facteurs qui ont de l'influence sur : la traînée, la portance, le basculement, la stabilité et les performances.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La force centrifuge. ▪ La portance. ▪ Le disque et le cône rotor. ▪ Les effets de la variation du vent relatif sur les pales. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

CHAPITRE 9 : La chaîne mécanique et l'autorotation

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2.1 Expliquer le fonctionnement des différents éléments de la chaîne mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les arbres de puissance. ▪ Les arbres d'entraînement du rotor de queue. ▪ La roue libre. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.
2.2 Expliquer les réglages de régime en autorotation.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'autorotation et l'inertie des pales. 	

Période des activités : 2 heures (approximativement)

CHAPITRE 10 : Le contrôle des vibrations

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
3.4 Expliquer les dispositifs de suppression des vibrations.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction aux vibrations. ▪ Provenance des vibrations sur les hélicoptères. ▪ Démonstration de certains moyens mécaniques conçus par les différents fabricants d'hélicoptères pour atténuer les vibrations. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Notes de cours.

Période des activités : 2 heures

CHAPITRE 12 : Équilibrage statique d'un rotor semi-rigide

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.2 Reconnaître la nomenclature reliée aux forces, vitesses, moments, couples, axes, plans et angles.	<ul style="list-style-type: none">▪ Application de procédures.▪ Alignement et équilibrage statique.▪ Méthode de la ficelle.▪ Introduction à l'analyse de vibrations sur rotors en rotation.	<ul style="list-style-type: none">▪ Notes de cours.
1.6 Distinguer les différentes méthodes appropriées au réglage des rotors.		
3.2 Expliquer les principes de base des vibrations et ses effets.		
3.3 Expliquer les types et les causes des vibrations.		
3.5 Expliquer les exigences, l'analyse et les corrections en matière d'alignement et d'équilibrage des pales.		

SYNTHÈSE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE**Partie théorique**

Description de l'activité d'évaluation	Contexte de réalisation	Objectif(s) d'apprentissage	Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)	Pondération (%)
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir modules 1, 2, 3 et une petite partie du 4.	6 ^{ème} semaine	20%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir module 4.	11 ^{ème} semaine	20%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir modules 5, 6 et 7.	15 ^{ème} semaine	20%

Sous-total : 60%**Partie pratique**

Description de l'activité d'évaluation	Contexte de réalisation	Objectif(s) d'apprentissage	Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)	Pondération (%)
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir introduction et chapitres 1, 2, 3, 4.	6 ^e semaine	10%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir chapitres 5, 6, 7 et 8.	11 ^e semaine	10%
Présentation des projets par les élèves.	En équipe de 2 ou 3.	Tous.	12 ^e semaine	10%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir chapitres 9, 10, 12 et "soufflerie".	15 ^e semaine	10%

Sous-total : 40%**TOTAL : 100%**

CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

(1) Note de passage

La note de passage du cours est de 60% résultant de l'addition des notes théorique et pratique.

(2) Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire. L'étudiant(e) doit se conformer aux prescriptions de réalisation de l'activité d'évaluation prévues par l'enseignant(e) et inscrites au plan de cours.

Tout retard non justifié de l'étudiant(e) à une activité d'évaluation sommative peut amener l'enseignant(e) à lui refuser le droit de participer à ladite activité.

Toute absence non motivée pour des raisons graves (maladie, décès, événement de force majeure, etc.) à une activité d'évaluation sommative peut entraîner la note zéro (0) pour ladite activité.

Il revient à l'étudiant(e) de prendre les mesures pour rencontrer son enseignant(e) avant la tenue de l'activité d'évaluation ou dès son retour à l'ÉNA, et lui expliquer les motifs de son absence avec pièces justificatives à l'appui : • raison médicale (certificat médical), • mortalité dans la famille immédiate (certificat de décès), • cause légale (preuve de convocation à la cour), etc. Si les motifs sont graves et reconnus comme tels par l'enseignant(e), des modalités de report de l'activité d'évaluation seront convenues entre l'enseignant(e) et l'étudiant(e).

(3) Remise des travaux

Tous les travaux doivent être remis à la date, l'heure et au local désigné par l'enseignant(e). Tout devoir ou travail à la maison remis en retard sera noté avec 10% de moins par jour de retard et la note "0" sera attribuée après une semaine.

(4) Présentation matérielle des travaux

L'enseignant(e) fournit aux étudiants(es) les informations et les directives relatives à une présentation méthodique et une composition ordonnée des travaux. Lorsqu'un travail remis est jugé inacceptable en raison de la présentation, la correction de ce travail sera retardée jusqu'à ce que le travail soit rendu dans les normes fixées par l'enseignant(e). Dans ce cas, les pénalités prévues pour les retards dans la remise des travaux s'appliquent.

L'étudiant doit respecter les « Normes de présentation matérielle des travaux écrits » adoptées par le Collège. Ces normes sont disponibles sous la rubrique « **Aides à la recherche** » du centre de documentation du Collège dont voici l'adresse : ww2.college-em.qc.ca/biblio/normes.pdf

(5) Qualité de la langue française

Un(e) enseignant(e) qui considère un travail présenté dans un français incorrect le refuse ou en retarde l'acceptation. Dans le cas du refus, la note "0" est attribuée au travail. Si l'enseignant(e) en retarde l'acceptation, le travail est alors soumis aux pénalités prévues dans la règle « Remise des travaux ».

MODALITÉS DE PARTICIPATION AU COURS

QUE L'ÉTUDIANT(E) SOIT :

en classe, dans un atelier ou dans un hangar :

- il est interdit d'apporter nourriture, breuvage, téléphone cellulaire, téléavertisseur, MP3, IPOD, caméra ou toute autre chose semblable.

dans un atelier ou dans un hangar :

- la combinaison ÉNA et les chaussures de sécurité sont OBLIGATOIRES. Ceux et celles qui ne les auront pas se verront refuser l'accès à l'atelier ou le hangar et l'absence sera comptabilisée dans leur dossier.
- les lunettes de sécurité sont OBLIGATOIRES pour travailler sur les souffleries et doivent être à la portée de la main dans les hangars.
- il (elle) ne peut se servir des aéronefs et de l'équipement qu'avec l'autorisation de l'enseignant(e) et en respectant les consignes d'utilisation.
- il est interdit de monter sur un tabouret, une table ou un établi.
- il ne doit jamais y avoir plus de 3 étudiants(es) par équipe à moins d'une indication contraire de la part de l'enseignant(e), et jamais plus d'une équipe par établi ou par aéronef.
- il (elle) doit nettoyer l'établi et ranger l'équipement après usage, bref il (elle) doit s'assurer de laisser le local propre et bien rangé.

dans les hangars :

IL EST INTERDIT :

- d'apporter valises, serviettes ou porte-documents de même que sac à dos;
- de circuler dans les hangars sans l'autorisation de l'enseignant(e);
- de changer de hangar sans la permission de l'enseignant(e);
- d'utiliser les escaliers en tire-bouchon;
- de déposer un cartable ou tout autre objet sur les ailes ou toute autre partie externe des avions;
- d'exposer une flamme nue (ex. briquet, allumettes);
- de toucher aux hélices;
- d'ouvrir les trappes et les capots d'aéronefs;
- de toucher aux manettes, boutons, interrupteurs et commandes des aéronefs. Respecter les informations écrites sur les étiquettes de maintenance;
- de s'attouper;
- de déranger ceux et celles (étudiants(es) d'un autre cours) qui travaillent sur un aéronef.
- seul l'enseignant(e) peut déverrouiller et verrouiller les portes des aéronefs. Ne jamais forcer l'ouverture ou la fermeture des portes. Les manipuler avec soin.
- si un avion est sur vérins, ne pas le brasser inutilement. De plus, être vigilant.
- au moment de descendre d'un aéronef, ne pas sauter.
- c'est la responsabilité de l'étudiant(e) de terminer les exercices à temps.
- une fois que le temps prescrit par l'enseignant(e) est écoulé, il est OBLIGATOIRE de revenir en classe.
- le respect des consignes de sécurité et de travail n'est pas facultatif, il est OBLIGATOIRE.

MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

- Cahier de notes de cours théorique (le numéro sera identifié par le professeur au premier cours).
- Cahier de notes de cours pratique (le numéro sera identifié par le professeur au premier cours).
- Le seul modèle de calculatrice autorisé pour les périodes d'examens est le modèle SHARP EL 531.

MÉDIAGRAPHIE

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

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

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.

Films vidéo :

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.

POLITIQUES ET RÈGLES INSTITUTIONNELLES

Tout étudiant inscrit au collège Édouard-Montpetit doit prendre connaissance du contenu de quelques politiques et règlements institutionnels et s'y conformer. Notamment, la *Politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages*, *les conditions particulières concernant le maintien de l'admission d'un étudiant*, *la Politique de valorisation de la langue française*, *la Politique pour un milieu d'études et de travail exempt de harcèlement et de violence*, *les procédures et règles concernant le traitement des plaintes étudiantes*.

Le texte intégral de ces politiques et règlements est accessible sur le site web du Collège à l'adresse suivante : www.college-em.qc.ca. En cas de disparité entre des textes figurant ailleurs et le texte intégral, ce dernier est la seule version légale et appliquée.

AUTRES RÈGLES DÉPARTEMENTALES

Les étudiants sont invités à consulter le site web pour les règles particulières à ce cours :

<http://www.college-em.qc.ca/>

www.college-em.qc.ca/ena/preenvol/reglements