



Collège  
Édouard-Montpetit  
École nationale d'aérotechnique

280-424-EM  
HIVER 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

<b>Professeur(s)</b>	<b>Bureau</b>	<b>☎ poste</b>	<b>✉ courriel ou site web</b>
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					

<b>Coordonnateur(s)</b>	<b>Bureau</b>	<b>☎ poste</b>	<b>✉ courriel ou site web</b>
Pierre Ménard	C-160	4207	pierre.menard@college-em.qc.ca

## PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Ce cours s'adresse aux élèves de 4<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> 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"> <li>▪ Moteurs, matériaux, précession gyroscopique, changement de pas, battement, avance-retard, plateau cyclique, système anti-couple, historique de l'évolution des hélicoptères.</li> </ul>	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"> <li>▪ Variation de la vitesse tangentielle (<math>U = 2\pi RN</math>) le long d'une pale en rotation.</li> <li>▪ Importance de la force centrifuge (<math>F_c = M\omega^2R</math>) exercée sur une pale en rotation.</li> <li>▪ Construction d'une pale.</li> <li>▪ Résistance de l'air (<math>R = \frac{1}{2}\rho U^2SK</math>) sur une pale en rotation.</li> </ul>	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"> <li>▪ Variation de la pression différentielle produite par une pale en rotation.</li> <li>▪ Effet et solutions de la variation de la force aérodynamique résultante (<math>F_r = \frac{1}{2}\rho v^2 S C_r</math>) le long d'une pale (flexion verticale) et sur l'ensemble des pales (conicité, axes, plans, angles).</li> <li>▪ Équilibre des forces et effet de sol lors d'un vol en stationnaire.</li> </ul>	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"> <li>▪ Changement de l'orientation de la force aérodynamique résultante pour obtenir un déplacement et combattre les parasites.</li> <li>▪ Phénomène de la précession gyroscopique.</li> <li>▪ Source et solutions du couple de réaction du rotor principal.</li> <li>▪ Commandes de vol.</li> </ul>	Notes de cours.
1.5 Expliquer les principes et les phénomènes reliés au vol de l'hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Effet et solution à la dissymétrie latérale de la portance.</li> <li>▪ Effet du battement des pales (Forces de Coriolis).</li> <li>▪ Solutions aux moments de flexion horizontale.</li> <li>▪ Types et dispositions des rotors principaux.</li> <li>▪ Équilibre des forces en présence.</li> </ul>	

**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"> <li>▪ Définition de l'autorotation.</li> <li>▪ Forces autorotatives et anti-autorotatives.</li> <li>▪ Variation de l'angle d'attaque le long d'une pale en régime d'autorotation.</li> <li>▪ Zones autorotatives et anti-autorotatives.</li> <li>▪ Influence de la vitesse de translation sur la zone autorotative.</li> <li>▪ Contrôle du régime rotor en autorotation.</li> </ul>	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"> <li>▪ Décrochage et compressibilité.</li> <li>▪ Puissances.</li> </ul>	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"> <li>▪ Causes et solutions à la résonance au sol.</li> <li>▪ Variation des sources et de l'intensité des vibrations.</li> <li>▪ Solutions aux problèmes des vibrations.</li> </ul>	Notes de cours.
3.3 Expliquer les types et les causes des vibrations.		
3.4 Expliquer les dispositifs de suppression des vibrations.		
1.1 Reconnaître les principales étapes de l'évolution des giravions.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les étapes et les embûches auxquelles ont été confrontés les pionniers lors des phases de développement des principes de l'aéronautique des giravions.</li> </ul>	

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"> <li>▪ L'histoire des hélicoptères.</li> <li>▪ Nomenclature des éléments constituant l'hélicoptère.</li> <li>▪ Règles de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>
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"> <li>▪ Types de moteurs utilisés.</li> <li>▪ Éléments apportés aux moteurs pour les rendre fonctionnels sur les hélicoptères.</li> <li>▪ Vérification du rendement des moteurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**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"> <li>▪ Types d'atterrisseurs possibles sur les hélicoptères.</li> <li>▪ Les différentes structures et les modes de construction.</li> <li>▪ L'évolution des roulements et leurs fonctions distinctes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**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"> <li>▪ L'évolution des pales du rotor principal et du rotor de queue.</li> <li>▪ Matériaux utilisés.</li> <li>▪ Construction des pales.</li> <li>▪ Formes et nombre de pales.</li> <li>▪ L'excentration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**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"> <li>▪ Les commandes de vol.</li> <li>▪ Le plateau cyclique.</li> <li>▪ La variation de pas collective et cyclique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**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"> <li>▪ Les rotors articulés.</li> <li>▪ Les rotors semi-articulés.</li> <li>▪ Les rotors rigides.</li> <li>▪ Les rotors semi-rigides.</li> <li>▪ Le mouvement d'avance-retard.</li> <li>▪ Le mouvement de battement.</li> <li>▪ Le changement de pas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**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"> <li>▪ Les rotors de queue classiques.</li> <li>▪ La liaison K.</li> <li>▪ Le couplage battement de pas.</li> <li>▪ Le fenestron.</li> <li>▪ Le rotor.</li> <li>▪ Les birotors.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**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"> <li>▪ La force centrifuge.</li> <li>▪ La portance.</li> <li>▪ Le disque et le cône rotor.</li> <li>▪ Les effets de la variation du vent relatif sur les pales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**Période des activités : 2 heures (approximativement)**

**CHAPITRE 9 : La chaîne mécanique et l'autoration**

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"> <li>▪ Les arbres de puissance.</li> <li>▪ Les arbres d'entraînement du rotor de queue.</li> <li>▪ La roue libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>
2.2 Expliquer les réglages de régime en autorotation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'autorotation et l'inertie des pales.</li> </ul>	

**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"> <li>▪ Introduction aux vibrations.</li> <li>▪ Provenance des vibrations sur les hélicoptères.</li> <li>▪ Démonstration de certains moyens mécaniques conçus par les différents fabricants d'hélicoptères pour atténuer les vibrations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

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"> <li>▪ Application de procédures.</li> <li>▪ Alignement et équilibrage statique.</li> <li>▪ Méthode de la ficelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>
1.6 Distinguer les différentes méthodes appropriées au réglage des rotors.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introduction à l'analyse de vibrations sur rotors en rotation.</li> </ul>	
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 <sup>ème</sup> semaine	20%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir module 4.	11 <sup>ème</sup> semaine	20%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir modules 5, 6 et 7.	15 <sup>ème</sup> 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 <sup>e</sup> semaine	10%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir chapitres 5, 6, 7 et 8.	11 <sup>e</sup> semaine	10%
Présentation des projets par les élèves.	En équipe de 2 ou 3.	Tous.	12 <sup>e</sup> semaine	10%
Examen écrit.	Seul, sans les notes de cours.	Voir chapitres 9, 10, 12 et "soufflerie".	15 <sup>e</sup> semaine	10%

**Sous-total : 40%**

**TOTAL : 100%**



## CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

### (1) Note de passage

La note de passage d'un cours est de 60%.

### (2) Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire.

### (3) Remise des travaux

Les travaux exigés doivent être remis à la date, au lieu et au moment fixés par l'enseignant. En cas de retard les pénalités sont :

### (4) Présentation matérielle des travaux

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 : <http://ww2.college-em.qc.ca/biblio/normes.pdf>

### (5) Qualité de la langue française

Un enseignant 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 le professeur en retarde l'acceptation, le travail est alors soumis aux pénalités prévues dans la règle « Remise des travaux ».

## MODALITÉS DE PARTICIPATION AU COURS

### MESURES DE SÉCURITÉ AUX HANGARS

1. Interdiction de fumer.
2. Interdiction de s'asseoir sur les établis ou les machines.
3. Des souliers sont obligatoires en tout temps. (Sandales interdites)
4. Ne se servir des machines qu'avec autorisation du professeur seulement.
5. Casquette ou filet pour chevelure longue, lorsque vous travaillez avec la machinerie.
6. La cravate placée dans la chemise (ou enlevée) lorsque vous travaillez avec la machinerie.
7. Pas de manches avec poignets larges ou franges lorsque vous travaillez ou êtes près de la machinerie.
8. Lunettes obligatoires pour travailler sur la machinerie.
9. Nettoyer la machinerie et les établis après usage.
10. Nettoyer l'atelier après chaque cours.
11. Plieuse : personnel autorisé seulement.
12. Pas d'aluminium, matériel non ferreux sur les meules ("grinders").
13. Valises, serviettes ou porte-documents : "INTERDIT".
14. Circulation dans le hangar interdite aux personnes non autorisées.
15. Pas de visiteurs sans autorisation.

## 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](http://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](http://www.college-em.qc.ca/ena/preenvol/reglements)