



PLAN DE COURS

COURS : **Théorie de vol des aéronefs à voilures tournantes**

PROGRAMME : 280.03 Entretien d'aéronefs

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

PONDÉRATION : Théorie : 2 Pratique : 1 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

PÉRIODE DE DISPONIBILITÉ AUX ÉTUDIANTS

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
Avant-midi					
Après-midi					

Coordonnateur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Ménard Pierre	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 3^{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.

Ce cours doit être réussi (préalable absolu) avant de s'inscrire au cours "Stage d'entretien hélicoptère II" (280-169).

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)

Le programme d'Entretien d'aéronefs est en révision par compétence.

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 sept modules 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

Période des activités : 3 heures (approximativement)

MODULE 1 – NOTIONS DE BASE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
Reconnaître les principales étapes de l'évolution des giravions.	<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
Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un point fixe.	<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
Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un vol en stationnaire.	<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.

Période des activités : 10 heures (approximativement)

MODULE 4 – VOL DE TRANSLATION

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
a) Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un déplacement à basse vitesse.	<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.
b) Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un vol en translation.	<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
Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques observés sur un hélicoptère lors d'un vol 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
Expliquer les phénomènes mécaniques et aérodynamiques limitant la vitesse de translation et l'altitude de vol des hélicoptères.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrochage et compressibilité. ▪ Puissances. 	Notes de cours.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 7 – L'ATTERRISSAGE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
Expliquer les phénomènes mécaniques causant des problèmes de résonance et de vibrations.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Causes et solutions à la résonance au sol. ▪ Variation des sources et de l'intensité des vibrations. ▪ Solutions aux problèmes des vibrations. 	Notes de cours.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

Période des activités : 3 heures (approximativement)

MODULE 1 – Nomenclature / sécurité / les roulements

Objectif d'apprentissage	Contenu
Reconnaître les composants majeurs d'un hélicoptère léger. <u>Critères</u> : au moins huit (8) parties sur 10; peu importe les parties demandées.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principaux composants d'un hélicoptère. ▪ Les connaissances font appel à un cours antérieur, i.e. "Introduction à l'aéronautique".
Déterminer les règles de sécurité primordiales autour d'un hélicoptère en situation normale et d'urgence et expliquer sommairement un E.L.T.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Règles de sécurité autour d'un hélicoptère en marche au sol. ▪ Règles à suivre en cas de "crash" en forêt. ▪ Caractéristique d'un E.L.T.
Reconnaître et nommer les types de roulement utilisé dans certains composants de l'hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roulement : à bille, rouleau, aiguille, conique.
Expliquer le fonctionnement de certains montages de roulement retrouvés sur un hélicoptère. <u>Critères</u> : reconnaître un montage particulier et expliquer les forces impliquées.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montage dos à dos, face à face et dos, face ou face, dos. ▪ Roulement à : à bille, rouleau, conique. ▪ Dos, face, cage interne, cage externe.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 2 – Ensemble rotor principal

Objectif d'apprentissage	Contenu
Expliquer la fonction des éléments constituant une pale d'hélicoptère typique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pale : bois, aluminium, composite. ▪ Matériaux constituant chaque type de pale ci-haut mentionnée. ▪ Fonction des poids de balancement du sens "corde" et envergure. ▪ Tab aérodynamique. ▪ Type de profil et effet sur le centre de pression.
Différencier les deux types de mât et expliquer leurs avantages et désavantages majeurs.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mât rotor des appareils de l'ÉNA : Hughes 500, 300, Bell 206, Astar 350 ▪ Mât statique. ▪ Mât dynamique.
Expliquer le fonctionnement de l'ensemble "tête rotor" sur un hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contraintes/mouvement : force centrifuge, battement, avance/retard, variation de pas. ▪ Articulation de battement. ▪ Tête rotor articulée, semi-articulée et semi-rigide.
Spécifier l'importance de l'alignement des pales et du balancement statique de l'ensemble rotor semi-rigide. <u>Critères</u> : identifier les axes et nommer les effets d'un mauvais équilibrage.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Axe longitudinal et axe de la corde, d'une pale. ▪ Moment piqueur. ▪ Moment cabreur. ▪ Poids d'équilibrage.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 3 – Structure - contrôle de vol

Objectif d'apprentissage	Contenu
Distinguer les concepts de construction structurale sur les hélicoptères de l'ÉNA. <u>Critères</u> : explication quant à la reprise des charges du rotor à la structure.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reprise des charges. ▪ Parallélogramme de l'Astar 350. ▪ Forme de l'œuf et de la boîte du Hughes 500. ▪ Bell 206 et sa boîte.
Reconnaître les parties d'un système de contrôle de vol. <u>Critères</u> : nommer un minimum de 8 composants du système de contrôle de l'appareil.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bielle de changement de pas. ▪ Tube de contrôle avec embout fileté réglable. ▪ L'ensemble de levier mixte. ▪ Plateau cyclique. ▪ Collectif, cyclique palonnier.
Expliquer le fonctionnement d'un plateau cyclique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Étude du plateau cyclique du Bell 206.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 4 – Système anti-couple

Objectif d'apprentissage	Contenu
Reconnaître des montages particuliers relatifs au rotor de queue classique sur différents hélicoptères.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liaison K. ▪ Couplage battement/pas. ▪ Couple de rappel à plat.
Expliquer brièvement des systèmes anti-couple autres que le rotor de queue classique. <u>Critères</u> : expliquer clairement au moins un autre moyen que le rotor de queue classique pour contrer le couple de renversement.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Système Notar. ▪ Effet Magnus ou Coanda sur la poutre de queue de l'Astar 355. ▪ Fenestron d'une gazelle AS 315.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 5 – Chaîne mécanique I : boîte de transmission principale - boîte de transmission R/Q

Objectif d'apprentissage	Contenu
Expliquer le fonctionnement des boîtes de transmission retrouvées sur un hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boîte de transmission principale du Bell 206. ▪ Boîte de transmission du rotor de queue du Bell 206. ▪ Boîte de transmission intermédiaire du Bell 212. ▪ Lubrification : barbotage, injection. ▪ Sonde : température, pression. ▪ Détecteur de limailles.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 6 – Chaîne mécanique II : roue libre - embrayage - arbre d'entraînement

Objectif d'apprentissage	Contenu
Expliquer le fonctionnement de la roue libre retrouvée dans la chaîne mécanique d'un hélicoptère. <u>Critères</u> : expliquer la fonction d'au moins un type de roue libre.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roues libres : à gallet, à bille.
Distinguer le type d'embrayage retrouvé sur certains hélicoptères. <u>Critères</u> : expliquer la fonction d'au moins un type d'embrayage.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Embrayage du rotor principal : sabot, centrifuge; courroie, Hughes 300; turbine libre.
Reconnaître les types d'arbres d'entraînement ainsi que les accouplements correspondants, retrouvés sur les hélicoptères de l'ÉNA.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbre d'entraînement du rotor de queue. ▪ Arbre de puissance. ▪ Joints flexibles. ▪ Joints cardans. ▪ Joints à cannelure.
Esquisser les éléments contenus dans la chaîne mécanique d'un hélicoptère typique. <u>Critères</u> : incorporer les 7 éléments de la chaîne mécanique dans un schéma.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B.T.P. ▪ Arbre de puissance. ▪ Moteur/turbine libre. ▪ Roue libre. ▪ Arbre d'entraînement du rotor de queue. ▪ B.T.R.Q.

Période des activités : 2 heures (approximativement)

MODULE 7 – Vibrations : moyennes, hautes, basses

Objectif d'apprentissage	Contenu
Nommer les types de vibrations retrouvées sur un hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Basses : verticales, latérales. ▪ Moyennes. ▪ Hautes : verticales, latérales.
Décrire les méthodes de correction des vibrations verticales et latérales. <u>Critères</u> : expliquer au moins 2 méthodes d'atténuation des vibrations retrouvées sur l'hélicoptère.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atténuation automatique : de vibrations latérales de l'Astar 350; de vibrations verticales de l'Astar 350; bielle ajustable Bell 214. ▪ Strobex – drapeau – perche – R.A.D.S.

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, principalement à choix multiple de réponses.	En classe, individuel, sans les notes de cours, calculatrice nécessaire. Sera suivi d'un cours.	Voir le module 1, 2, 3 et une partie du 4a.	Semaine 5	20%
Idem.	En classe, individuel, sans les notes de cours Sera suivi d'un cours.	Voir le module 4.	Semaine 10	20%
Idem.	En classe, individuel, sans les notes de cours. Aucun cours par la suite.	Voir le module 5, 6, 7, la partie "historique" du module 1 et les objectifs généraux du cours.	Semaine 15	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, principalement à réponses courtes et à choix multiple.	En classe, individuel, en deux parties : sans les notes de cours (matière seulement); avec les notes de cours (exercices seulement). Sera suivi d'un cours.	Voir le module 1 à 4.	Semaine 8	20%
Idem.	En classe, individuel. Durée : 2 périodes.	Voir les modules 5 à 7 et les objectifs généraux du cours.	Semaine 15	20%

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 doit se conformer aux prescriptions de réalisation de l'activité d'évaluation prévues par l'enseignant et inscrites au plan de cours.

Tout retard non justifié de l'étudiant à une activité d'évaluation sommative peut amener l'enseignant 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 de prendre les mesures pour rencontrer son enseignant 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. Si les motifs sont graves et reconnus comme tels par l'enseignant, des modalités de report de l'activité d'évaluation seront convenues entre l'enseignant et l'étudiant.

(3) Remise des travaux

Tous les travaux doivent être remis à la date, l'heure et au local désigné par l'enseignant. 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 fournit aux étudiants 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. 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 : <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'examen 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

(1) Présence aux cours

Il est de la responsabilité de l'étudiant d'être présent à tous ses cours et de participer activement.

Dès que les absences équivalent à 10% des heures de la partie pratique du cours, l'étudiant(e) recevra un avis l'informant de son dossier d'absences; lorsque les absences atteignent 20% des heures de la partie pratique du cours, l'étudiant(e) recevra un avis d'exclusion du cours.

La sanction pour cause d'absences se traduira par la note cumulée au moment de l'exclusion **ou** par la note de 55% si la note cumulée dépasse 60% au moment de l'application de ladite sanction.

Une absence justifiée par des raisons graves et pour laquelle l'enseignant(e) n'a pas pu offrir une activité de rattrapage ne pourra être comptabilisée aux fins de sanction.

L'étudiant(e) qui s'estime lésé(e) pourrait en appeler à l'adjoint(e) responsable du département concerné.

(2) Présence aux cours – Normes de Transports Canada

Le Département applique la norme de Transports Canada qui fixe à 5 % les absences tolérées aux cours (théorie et laboratoire). Le département compile les absences des étudiant(e)s inscrit(e)s aux programmes Entretien d'aéronefs (280.03) et Avionique (280.04) selon les exigences de Transports Canada. L'application de la politique de Transports Canada sur le contrôle des absences est disponible sur le site du Collège et dans l'agenda étudiant sous la rubrique « Privilèges accordés par Transports Canada ».

(3) Retards aux cours

Un-e étudiant-e qui arrive plus de dix minutes après le début de la première période d'un cours est considéré-e comme absent-e pour cette période. Aucun retard n'est toléré pour les autres périodes subséquentes de ce même cours.

(4) Absence du professeur

L'étudiant-e doit attendre dix minutes avant de considérer l'enseignant absent pour la période de cours et se doit de se présenter à la deuxième heure sauf si un avis d'absence a été émis.

(5) Sécurité et utilisation des locaux et des services du département

Voir Règles du département de préenvol dans le site Web du Collège, sous la rubrique Règles et politiques de l'ÉNA.

(6) Révision de notes

Voir l'article 6.6.2 de la Politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages.