

## PLAN DE COURS

**COURS :** Hélicoptère

**PROGRAMME :** 280.C0 Techniques de maintenance d'aéronefs

**DISCIPLINE :** 280 Aéronautique

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

Professeur du cours	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Paul Boudreau	B-124	4329	<a href="mailto:paul.boudreau@cegepmontpetit.ca">paul.boudreau@cegepmontpetit.ca</a>

### PÉRIODE DE DISPONIBILITÉ AUX ÉTUDIANTS

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
Avant-midi					
Après-midi					

Coordonnateur-s du départ.	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Dany Charette	B-125	4661	<a href="mailto:dany.charette@cegepmontpetit.ca">dany.charette@cegepmontpetit.ca</a>
Louis Guimont	B-125	4703	<a href="mailto:louis.guimont@cegepmontpetit.ca">louis.guimont@cegepmontpetit.ca</a>

## 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.

**Ce plan de cours doit être conservé par l'étudiant tout au long de la session, car il sera utile au moment des activités d'intégrations.**

**Transports Canada** : Ce plan de cours respecte les exigences de Transports Canada mentionnées dans le Manuel de contrôle de la formation (MCF). 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 *Techniques de maintenance d'aéronefs* (280.C0) et *Techniques d'avionique* (280.D0) selon les exigences de Transports Canada. L'application de la politique de Transports Canada sur le contrôle des absences est disponible sur le site de l'ÉNA et dans l'agenda étudiant sous la rubrique « Privilèges accordés par Transports Canada ».

## COMPÉTENCE DU PORTRAIT DU DIPLÔMÉ

Maîtriser les bases scientifiques et celles de la fonction de travail.

## OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S) (CODE ET ÉNONCÉ)

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

## OBJECTIF TERMINAL DE COURS

- Établir des liens entre les principes de l'aérodynamique et le vol d'un hélicoptère.
- Établir des liens entre les principes de l'aérodynamique et les divers composants d'un hélicoptère.
- Effectuer des activités relatives à l'équilibrage de rotors.

## ORIENTATIONS PÉDAGOGIQUES

### **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 neuf 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.	<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 : 4 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 le long d'une pale en rotation.</li> <li>▪ Importance de la force centrifuge exercée sur une pale en rotation.</li> <li>▪ Construction d'une pale.</li> <li>▪ Matériaux utilisés.</li> <li>▪ Formes et nombre de pales.</li> <li>▪ Résistance de l'air 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 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.		
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 : 8 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> <li>▪ L'excentration.</li> </ul>	

**Période des activités : 3 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> <li>▪ L'autorotation et l'inertie des pales.</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 : 1 heure (approximativement)**

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

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>▪ Les étapes et les embûches auxquelles ont été confrontés les pionniers lors des phases de développement des principes de l'aéronautique des giravions.</li> <li>▪ L'évolution des pales du rotor principal et du rotor de queue.</li> </ul>	Notes de cours.

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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>
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>	
3.1 Reconnaître les règles de sécurité relatives à la circulation autour d'un hélicoptère en marche.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Règles de sécurité.</li> </ul>	

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

**CHAPITRE 1 : Les atterrisseurs CHAPITRE 2 : Les structures**

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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

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

**CHAPITRE 3 : 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 : 6 heures (approximativement)**

**CHAPITRE 4 : Postes de travail**

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

**CHAPITRE 5 : 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"> <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>

**Période des activités : 6 heures (approximativement)**

**CHAPITRE 6 : Pré vol hélicoptère**

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
3.1 Reconnaître les règles de sécurité relatives à la circulation autour d'un hélicoptère en marche.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Règles de sécurité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

**Période des activités : 4 heures (approximativement)**

**CHAPITRE 7 : Équilibrage statique d'un rotor CHAPITRE 8 : Équilibrage dynamique d'un rotor**

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1.2 Reconnaître la nomenclature reliée aux forces, vitesses, moments, couples, axes, plans et angles.  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.  3.4 Expliquer les dispositifs de suppression des vibrations.  3.5 Expliquer les exigences, l'analyse et les corrections en matière d'alignement et d'équilibrage des pales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Application de procédures.</li> <li>▪ Alignement et équilibrage statique.</li> <li>▪ Méthode de la ficelle.</li> <li>▪ Introduction à l'analyse de vibrations sur rotors en rotation.</li> <li>▪ Simulateur de vibrations. SIMENA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours.</li> </ul>

MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

Description de l'activité d'évaluation	Contexte de réalisation et mode d'évaluation	Objectif(s) d'apprentissage	Critères d'évaluation	Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)	Pondération (%)
Examen écrit no. 1	Seul, sans les notes de cours.	<p><u>Partie théorique :</u> Voir modules 1, 2, 3 et une petite partie du 4 <i>Objectifs d'apprentissage :</i> 1.2; 1.4; 1.3 et 1.5</p> <p><u>Partie pratique :</u> Voir introduction et chapitres 1, 2, 3. <i>Objectifs d'apprentissage :</i> 1.1; 2.1; 3.1;</p>	Les critères d'évaluation seront présentés par écrit aux étudiants lors de la première semaine.	6 <sup>ème</sup> semaine du cours de théorie	<p><u>Théorie :</u> 20%</p> <p><u>Laboratoire :</u> 10%</p> <p><b><u>Total :</u></b> <b>30%</b></p>
Examen écrit no. 2	Seul, sans les notes de cours.	<p><u>Partie théorique :</u> Voir module 4. <i>Objectifs d'apprentissage :</i> 1.4 et 1.5</p> <p><u>Partie pratique :</u> Voir chapitres 4 et 5. <i>Objectifs d'apprentissage :</i> 1.2; 1.6; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5</p>		10 <sup>ème</sup> semaine du cours de théorie	<p><u>Théorie :</u> 20%</p> <p><u>Laboratoire :</u> 10%</p> <p><b><u>Total :</u></b> <b>30%</b></p>
Présentation des projets par les élèves.	En équipe de 3 ou 4.	Tous	Les critères d'évaluation seront présentés par écrit aux étudiants la semaine précédant l'activité sommative.	12 <sup>ème</sup> semaine du cours de laboratoire	<u>Laboratoire :</u> 10%
Examen écrit no. 3	Seul, sans les notes de cours.	<p><u>Partie théorique :</u> Voir modules 5, 6 et 7. <i>Objectifs d'apprentissage :</i> 2.2; 2.3; 3.2; 3.3; 3.4 et 1.1</p> <p><u>Partie pratique :</u> Voir chapitres 6, 7, 8. <i>Objectifs d'apprentissage :</i> 2.1; 2.3; 3.1</p>	Les critères d'évaluation seront présentés par écrit aux étudiants lors de la première semaine.	15 <sup>ème</sup> semaine du cours de laboratoire	<p><u>Théorie :</u> 20%</p> <p><u>Laboratoire :</u> 10%</p> <p><b><u>Total :</u></b> <b>30%</b></p>

Sous-total théorie : 60%

Sous-total laboratoire : 40%

**TOTAL : 100%**

## 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.



## CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

### (1) Note de passage

La note de passage du cours est de 60% (PIEA, article 5.1m).

### (2) Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire (PIEA, article 5.2.5.1).

### (3) Remise des travaux

Les travaux exigés par un professeur doivent être remis à la date, au lieu et au moment fixés. Les **pénalités** entraînées par les retards sont établies **selon les règles départementales** (PIEA, article 5.2.5.2).

En cas de retard les pénalités sont :

- Voir la section « Règles des départements » à l'adresse suivante :  
<http://guideena.cegepmontpetit.ca/regles-des-departements/>

### (4) Présentation matérielle des travaux

L'étudiant doit respecter les « *Normes de présentation matérielle des travaux écrits* » adoptées par le Cégep. Le non-respect de ces normes peut retarder l'acceptation du travail ou affecter la note accordée. Ces normes sont disponibles dans **Liens éclair, Bibliothèques** sous la rubrique « **Méthodologie** » des centres de documentation du Cégep dont voici l'adresse : [www.cegepmontpetit.ca/normes](http://www.cegepmontpetit.ca/normes).

Les **pénalités départementales** concernant le non-respect des normes de présentation matérielle des travaux (PIEA, article 5.3.2) sont :

- Voir la section « Règles des départements » à l'adresse suivante :  
<http://guideena.cegepmontpetit.ca/regles-des-departements/>

### (5) Qualité de la langue française

L'évaluation de la qualité de la langue (PIEA, article 5.3.1) doit respecter les critères et les valeurs établis par le département.

La **procédure départementale** d'évaluation de la qualité du français est :

- Voir la section « Règles des départements » à l'adresse suivante :  
<http://guideena.cegepmontpetit.ca/regles-des-departements/>

## 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'attrouper;
- 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.

## AUTRES RÈGLES DÉPARTEMENTALES

Les étudiants sont invités à consulter le site web pour les règles particulières à ce cours :  
<http://guideena.cegepmontpetit.ca/regles-des-departements/>.

## POLITIQUES ET RÈGLES INSTITUTIONNELLES

Tout étudiant inscrit à l'École nationale d'aérotechnique du cégep 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* (PIEA), la *Politique institutionnelle de la langue française* (PILF), la *Politique pour un milieu d'études et de travail exempt de harcèlement et de violence* (PPMÉTEHV), les *Conditions d'admission et cheminement scolaire*, la *Procédure concernant le traitement des plaintes étudiantes dans le cadre des relations pédagogiques*.

Le texte intégral de ces politiques et règlements est accessible sur le site Web du Cégep à l'adresse suivante : <http://www.cegepmontpetit.ca/ena/a-propos-de-l-ecole/reglements-et-politiques>. En cas de disparité entre des textes figurant ailleurs et le texte intégral, ce dernier est la seule version légale et appliquée.