

## PLAN DE COURS

**COURS :** **Diagnostics sur le fonctionnement de moteurs d'aéronefs**

**PROGRAMME :** 280.D0 Techniques d'avionique

**DISCIPLINE :** 280 Aéronautique

**PONDÉRATION :** Théorie : 2                      Pratique : 4                      Étude personnelle : 2

<b>Professeur (s)</b>	<b>Bureau</b>	<b>(poste</b>	<b>(courriel ou site web</b>
Saint-Jean Daniel	D-113B	4652	<a href="mailto:daniel.saint-jean@cegepmontpetit.ca">daniel.saint-jean@cegepmontpetit.ca</a>

### 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>
Réjean Gauvreau	A-134A	4730	<a href="mailto:rejean.gauvreau@cegepmontpetit.ca">rejean.gauvreau@cegepmontpetit.ca</a>

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

Ce cours se situe à la sixième session du programme.

Au terme de ce cours, l'étudiant aura développé ses habilités à :

- Distinguer les différents types de propulseurs d'aéronefs.
- Expliquer les principes d'opération des systèmes annexes reliés au fonctionnement des propulseurs.
- Déterminer les paramètres de fonctionnement des systèmes à être contrôlés.
- Localiser les composantes à vérifier et déterminer la méthode d'essais appropriée.
- Déterminer les méthodes de vérification des éléments à contrôler à partir de la documentation.
- Effectuer les essais pouvant être exécutés avec le moteur en arrêt ou en fonctionnement réel et selon les directives du manufacturier.
- Prendre des lectures sur les composantes à vérifier.
- Analyser les résultats en relation avec les procédures manufacturières.
- Déterminer les causes des anomalies et des défauts.

Ce cours n'a pas de préalable absolu.

**Ce plan de cours doit être conservé par l'étudiant tout au long de ses études, car il sera utile au moment de l'activité d'intégration.**

**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 pratique). Le département compile les absences des étudiants(es) inscrits(es) aux programmes Technique de maintenance d'aéronefs (280.C0) et Technique 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 du Collège et dans l'agenda étudiant sous la rubrique « Privilèges accordés par Transports Canada ».

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

**026 Z** Poser des diagnostics au fonctionnement de moteurs d'aéronefs.

## STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

### **Partie théorique :**

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, présentation sur écran électronique ou simple tableau, description de maquettes de propulseurs et de pièces moteurs, la théorie se veut essentiellement magistrale avec quelques exercices formatifs au terme de certains éléments.

### **Partie pratique :**

Stratégie d'enseignement : La partie laboratoire tourne essentiellement autour de techniques permettant l'apprentissage du fonctionnement de moteurs à pistons, turbomachine et de leurs systèmes périphériques.

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, la partie pratique est composée d'utilisation de maquettes de propulseurs et de manipulations des composantes ainsi que de technologies de laboratoire dispensées de façon magistrale ponctuée de certaines démonstrations portant sur les pièces et systèmes constituant des moteurs d'aéronef.

## PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

Il est à noter que la partie théorique est divisée en trois grandes phases :

la première : GÉNÉRALITÉ DES MOTEURS À PISTONS couvrant le fonctionnement général des divers propulseurs à piston utilisés en aérospatiale ainsi que des problèmes reliés à la combustion;

la seconde : GÉNÉRALITÉ DES TURBOMACHINES où l'on couvre essentiellement le fonctionnement de ces types de propulseurs d'aéronefs ainsi que des systèmes périphériques qui assurent le fonctionnement sécuritaire;

la troisième : CALCUL DE PERFORMANCE ET ANALYSE DES RÉSULTATS RELATIFS AUX ESSAIS DES MOTEURS EN BANC D'ESSAI.

### PÉRIODE DES ACTIVITÉS :

#### **PHASE 1 : Généralités des turbomachines (semaines 1 à 6)**

---

##### **Objectifs d'apprentissage d'après le plan-cadre : 1.1 – 1.2**

L'étudiant devra pouvoir comparer les différents types de moteurs et décrire leur cycle de transformation de l'énergie.

Nommer et expliquer l'usage des pièces constituantes d'un moteur à pistons.

#### **Contenu**

##### **1.1 Distinguer les différents types de propulseurs à piston d'aéronefs**

- Survol de l'historique et de l'évolution des moteurs à pistons d'aéronefs à travers les années.
- Types de moteurs, disposition des cylindres et modes de fonctionnement.
- Définition des temps moteurs, admission, compression, combustion/détente, échappement.
- Étude du cycle Otto, de la synchronisation des soupapes et des effets sur le moteur.
- Facteurs influençant le rendement et performance d'un moteur à pistons.
- Problèmes liés à la combustion.

##### **1.2 Décrire les principes d'opération des systèmes annexes reliés au fonctionnement des moteurs à pistons.**

- Systèmes et accessoires des moteurs à pistons tels que : refroidissement, allumage, carburation et autres.
- Définition de moteur, groupe moteur, cycles, course, alésage, fiabilité, temps d'opération, flexibilité, légèreté, équilibre, économie d'opération.

## **PHASE 2 : Généralités des moteurs à pistons (semaines 7 à 13)**

---

**Objectifs d'apprentissage d'après le plan-cadre : 1.1 – 1.2**

### **Contenu**

#### **1.1 Distinguer les différents types de propulseurs à turbines d'aéronefs**

- Survol de l'histoire et de l'évolution des turbomachines d'aéronefs à travers les années.
- Types de moteurs, disposition des turbines et modes de fonctionnement.
- Définition des temps moteurs, admission, compression, combustion/détente, échappement.
- Étude de cycle Brayton.
- Facteurs influençant le rendement et performance des turbomachines.

#### **1.2 Décrire les principes d'opération des systèmes annexes reliés au fonctionnement des turbomachines.**

- Systèmes et accessoires des turbomachines tels que : refroidissement, allumage, contrôle du débit de carburant et autres.
- Définition de moteur, groupe moteur, compresseur, chambre à combustion, entrée d'air, tuyère, fiabilité, temps d'opération, flexibilité.

## **PHASE 3 : Calculs de performances et analyse des résultats des moteurs en banc d'essai**

---

### **PÉRIODE DES ACTIVITÉS : Semaines 13 et 14**

**Objectifs d'apprentissage d'après le plan-cadre : 1.3 - 5.1**

**CONTENU :** Analyser les résultats en relation avec les procédures manufacturières et les tableaux de données standards.

#### **1.3 Déterminer les paramètres de fonctionnement des systèmes à être contrôlés.**

- Consultation des manuels des manufacturiers et l'histoire des moteurs.

#### **5.1 Analyser les résultats en relation avec les procédures manufacturières et les tableaux de données standards**

- Analyser des résultats et comparaisons des données recueillies avec des valeurs de référence.

### **Activités d'étude personnelle**

De façon hebdomadaire, l'étudiant doit faire les lectures de la leçon qui précède le cours. Il doit aussi, au fur et à mesure que le cours avance, répondre, si tel est le cas, aux questions formatives utilisées dans les notes de cours.

## PLANIFICATION DU COURS – PARTIE LABORATOIRE

La partie laboratoire se divise en deux grands thèmes :

- 1- Fonctionnement des moteurs à pistons et turbomachine.
- 2- Fonctionnement des différents systèmes périphériques des propulseurs d'aéronefs.

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, la partie pratique est essentiellement composée de technologie de laboratoire dispensée de façon magistrale et majoritairement combinée de manipulations d'équipements et/ou systèmes permettant la connaissance détaillée du fonctionnement des propulseurs d'aéronefs et de leurs systèmes de contrôles. Après chaque poste de formation, un examen formatif sera disponible à l'étudiant pour analyser ses connaissances. L'examen de fin de session portera sur les postes d'apprentissages.

### **THÈME 1 : Fonctionnement des différents systèmes périphériques des moteurs à piston. (Semaines 1 à 7)**

---

**Objectifs d'apprentissage d'après le plan-cadre : 2.1, 6.1, 7.1, 7.2**

#### **Contenu**

**2.1 À partir de la documentation appropriée, déterminez les méthodes de vérification des éléments à contrôler.**

- Choix de méthodes d'essais, d'instrumentation et de l'endroit de travail.
- Zone de travail sécuritaire pour effectuer la tâche.

**6.1 Selon les résultats obtenus, évaluer précisément la cause probable de la défectuosité.**

**7.1 Appliquer les règles de santé et sécurité relative au travail.**

**7.2 Appliquer les règles environnementales en regard du lieu de travail**

### **THÈME 2 : Fonctionnement des turbomoteurs. (Semaines 8 à 14)**

---

**Objectifs d'apprentissage d'après le plan-cadre : 1.2 – 1.3 – 1.4 – 3.1 – 3.2 – 3.3 – 4.1 – 5.1 – 6.2 – 6.3 – 6.4 – 8.1**

#### **Contenu**

**1.2 Décrire les principes d'opération des systèmes annexes reliés au fonctionnement des propulseurs.**

- Fonctionnement du système d'alimentation en carburant.
- Fonctionnement du système d'allumage de haute et basse tension.
- Fonctionnement de prises de température et de pression.

**1.3 Déterminer les paramètres de fonctionnement des systèmes à être contrôlés.**

- Décodage des plaques d'identification.
- Déterminer les instrumentations de contrôle approprié avec le type d'énergie électrique.
- Consultation des manuels et de l'historique du moteur.

**1.4 Localiser les composantes à vérifier et déterminer la méthode d'essais appropriée.**

- Utilisation des schémas généraux et électriques des propulseurs et des composantes à vérifier.
- Essais des composantes détachées de l'ensemble propulseur.

**3.1 Effectuer des ajustements pouvant être exécutés avec les moteurs en arrêt selon les procédures manufacturières.**

- Fonctionnalité des capteurs installés sur les maquettes de moteur.

**3.2 Effectuer les essais avec les moteurs en situation de fonctionnement réel.**

- Utilisation des cellules de banc d'essai pour moteur à piston et pour turbomachine.
- Sécurité à observer dans et autour des cellules de banc d'essai.
- Instrumentation de contrôle des cellules.
- Vérification et application des paramètres de fonctionnement en accord avec les manufacturiers.
- Contrôle des paramètres en situation de fonctionnement des propulseurs

**3.3 Prendre des lectures sur les composantes à vérifier.**

- Inspecter visuellement l'instrumentation à utiliser.
- Prendre les mesures.
- Interprétation juste des résultats obtenus en fonction des paramètres déterminés par les manufacturiers.

**4.1 Vérifier les différents capteurs en situation de fonctionnement réel.**

- Contrôle du rendement adéquat des capteurs en fonction des résultats obtenus par la lecture du panneau d'instrumentation de la cellule.
- Comparaison des résultats en fonction des paramètres déterminés par les manufacturiers.
- Consignations des résultats et calibration des instruments.

**5.1 Analyser les résultats en relation avec les procédures manufacturières et les tableaux de données standards.**

- Analyser les résultats et comparaisons des données recueillies avec des valeurs de référence.

**6.2 Vérifier adéquatement la chaîne de transmission et déterminer précisément l'élément défectueux.**

- Vérification visuelle et électrique des fils et connecteurs de l'instrumentation.

**6.3 Déterminer la nécessité d'essais additionnels.**

- Selon les nouvelles données recueillies et les recommandations du manufacturier, évaluer la pertinence de l'utilisation d'appareils d'essais supplémentaires.

**6.4 Identifier les étapes de rectification.**

- Après l'analyse des résultats, établir les procédures de réparation et de remplacement et de calibration.

**8.1 Rédiger un rapport sur les résultats obtenus.**

- Consigner dans un rapport la démarche de vérification du système, les résultats d'analyse ainsi que le travail de réparation effectué. Élaboration d'une hypothèse de la cause de la défectuosité.

**Activités d'études personnelles**

De façon hebdomadaire, l'étudiant doit faire les lectures de la leçon qui précède le cours. Il doit aussi, au fur et à mesure que le cours avance, répondre, si tel est le cas, aux questions formatives utilisées dans les notes de cours.

**SYNTHÈSE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Les évaluations sont de type traditionnel et/ou de choix multiples.

**Partie théorique**

Description de l'activité d'évaluation	Contexte de réalisation	Objectif (s) d'apprentissage (s)	Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)	Pondération (%)
Examen.	De façon individuelle d'une durée d'au plus 2 heures.	Objectif : 1.1, 1.2, 5.1	Semaine 6	20 %
Examen récapitulatif	De façon individuelle d'une durée d'au plus 2 heures.	Objectif : 1.1, 1.2, 1.3, 5.1,	Semaine 15	20 %

**Sous-total : 40 %**

**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	Individuel, assemblage du moteur Honda.	Objectif : 1.2, 1.3, 1.4, 5.1, 6.2, 6.3	Semaine 5	15%
Rapport de laboratoire.	En équipe suite à un atelier sur les maquettes.	Objectif : 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 6.1, 6.4, 7.1, 7.2.	Semaine 11	10 %
Analyse sous forme de rapport.	Individuel. Mise en situation de diagnostic de panne des systèmes appris .	Objectif : 1.2, 1.3, 1.4, 5.1, 6.2, 6.3.	Semaine 14	15 %
Vérification de la compétence.	Individuel	Objectif : 4.1, 5.1, 6.3, 7.1, 7.2, 8.1	Semaine 15	20 %

**Sous-total : 60 %**

**TOTAL : 100 %**

CHRONOLOGIE ET SYNCHRONISATION THÉORIE/LABORATOIRE

<b>Sem</b>	<b>Théorie 2 heures</b>	<b>Laboratoire 4 heures</b>
1	Plan de cours. Introduction/historique. Classification des moteurs et cycles Otto.	Plan de cours. Procédures de laboratoire. Équipe et distribution des moteurs. Démontage moteur.
2	Fonctionnement des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes.	Démontage moteur. Vérification de fonctionnement interne.
3	<b>Suite</b> : Fonctionnement des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes.	Assemblage du moteur. Moteur : ajustements nominaux, bougie ajustement et vérification.
4	Problèmes liés à la combustion. Calculs de performance des moteurs à pistons.	Assemblage du moteur. Essai moteur Honda
5	Fin des calculs de performance des moteurs à pistons. Fonctionnement du moteur Diésel et 2 temps.	Introduction au banc d'essai, essai du moteur piston O-200
6	<b>Examen 20 %</b>	<b>Examen 15 % les semaines antérieures</b> Carburateur
7	Fonctionnement des turbomachines.	Maquette carburateur et contrôles moteurs. Maquette système à injection. Synchronisation interne et externe des magnétos sur le moteur.
8	Fonctionnement des turbomachines (suite).	HSI sur les ST6 ou PT6.
9	Fonctionnement des turbomachines (suite).	Sonde de vitesse et du circuit électrique.
10	Processus et contrôle de la combustion.	Sonde de température et du circuit électrique.
11	Introduction aux différents systèmes moteurs. Systèmes de contrôle moteur (circuit d'air, carburant, ignition, huile, hélice).	Banc d'essai turbomachine. <b>Remise du rapport de laboratoire. 10 %</b>
12	Systèmes de lubrification. Systèmes de refroidissement.	Contrôles mécaniques de carburant du PT6. Vérification de sonde de pression et du circuit électrique.
13	Contrôle électronique de carburant et contrôle de l'allumage des turbomachines.	Contrôle électronique de carburant. Contrôle électronique du moteur.
14	Calcul de performances et exercices	<b>Examen final (récapitulatif). 15 %</b>
15	<b>Examen final (récapitulatif). 20 %</b>	<b>Exécution d'un diagnostic en situation de laboratoire 20 %</b>



## 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.

### (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 : 10% de moins par jour de retard et la note "0" sera attribuée après une semaine.

### (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 « Aide » du centre de documentation du Cégep dont voici l'adresse : <http://ena.cegepmontpetit.ca/liens-eclair>.

## MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

- Cahiers de cours COOP 5489 et manuel approprié.
- Calculatrice (ENA).
- Sarrau (ENA).
- Chiffon (ENA).
- Lunettes de sécurité.
- Chaussures de sécurité.

## MÉDIAGRAPHIE

### LIVRES de langue anglaise :

<u>Aircraft Fuel Metering Systems</u> , International Aviation Publishers	629.134351C891a
<u>Aircraft Powerplants</u> , Kroes & Wild	629.13435M158a
<u>Airframe and Powerplant Mechanics</u> , AC65-12A, FAA	629.1343E83a-4
<u>Automotive Engines Theory &amp; Servicing</u> , James D. Halderman	629.2504E46a
<u>Illustrated Parts Catalog for C-75, C-85, C-90 and 0-200 Aircraft Engines</u> , Teledyne Continental Motors	X30011A1985
<u>Sky Ranch Engineering Manual</u> , John Schwaner	629.134353S398s

### **Aircraft Powerplant Maintenance. Avotek Information Resources®**

<u>PW100. Customer training</u> , Pratt&Whitney Canada	
<u>PT6A-38/41/41AG/42. Descriptive notes</u> , Pratt&Whitney Canada	
<u>Maintenance Manuel volume 1 et 2</u> , PW124A, PW126, PW126A, Pratt&Whitney Canada	

### AUDIOVISUEL :

Vidéo <u>Carburator</u>	629.2533c264a
Vidéo <u>Moteur</u>	

## POLITIQUES ET RÈGLES INSTITUTIONNELLES

Tout étudiant inscrit à l'École nationale d'aérotechnique du cégep Édouard-Montpetit doit prendre connaissance du contenu des politiques et règlements institutionnels et s'y conformer. Notamment, les politiques d'évaluation des apprentissages, des conditions d'admission et de cheminement scolaire, de la langue française et le traitement des plaintes étudiantes.

Le texte intégral de ces politiques et règlements est accessible sur le site web du Cégep à l'adresse suivante : <http://ena.cegepmontpetit.ca/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.

## 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/>

## ANNEXE

Les périodes des activités inscrites dans les plans de cours du département propulseur le sont à titre indicatif seulement. Des modifications pourraient être apportées à ces périodes pour s'adapter à des problèmes de logistique.