

PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Ce cours se situe à la première session du programme.

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

- Distinguer les différents types de moteurs à pistons d'aéronefs.
- Expliquer les principes de base du fonctionnement des moteurs à pistons et de leur système.
- Reconnaître les composants, pièces et accessoires d'un moteur et leurs fonctions.
- Expliquer le fonctionnement des différents systèmes du moteur.
- Identifier les règles de santé et sécurité au travail concernant les moteurs à pistons.
- Identifier les lois, normes et règlements de transports Canada associés aux moteurs à pistons.
- Utiliser les différents manuels et documents associés aux moteurs à pistons.
- Distinguer les systèmes et leurs composants et effectuer les opérations nécessaires à leur fonctionnement.
- Diagnostiquer les anomalies.

Ce cours est préalable absolu aux cours 280-234-EM et 280-526-EM.

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 laboratoire). Le département compile les absences des étudiant(e)s inscrit(e)s aux programmes *Techniques 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 ».

COMPÉTENCE DU PORTRAIT DU DIPLÔMÉ

Effectuer la maintenance de propulseurs

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

025V Effectuer des activités relatives à la vérification du fonctionnement de moteurs à pistons d'aéronefs.

025Y Effectuer des activités relatives à la révision de moteurs à pistons d'aéronefs.

OBJECTIF TERMINAL DE COURS

À la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre le fonctionnement de divers moteurs à pistons ainsi que leurs systèmes.

ORIENTATIONS PÉDAGOGIQUES

Partie théorique :

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

Partie pratique :

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

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, la partie pratique est composée de manipulations des composantes et de systèmes constituant un moteur à pistons d'aéronef ainsi que de technologies de laboratoire dispensées de façon magistrale ponctuées de certaines démonstrations.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

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

la première : GÉNÉRALITÉ DES MOTEURS couvrant le fonctionnement général des divers moteurs à pistons utilisés en aérospatiale;

la seconde : LES SYSTÈMES où l'on couvre essentiellement les systèmes nécessaires au fonctionnement des moteurs à pistons à quatre temps d'aéronefs;

la troisième : Calculs de performance relié au fonctionnement des moteurs d'aéronefs.

PÉRIODE DES ACTIVITÉS

PHASE 1 : Généralité des moteurs (semaines 1 à 4)

Objectifs d'apprentissage : 1.1 – 1.2 – 1.3 – 1.5

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 constituant d'un moteur à pistons.

Contenu

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

1.2 Expliquer les principes de base de fonctionnement des moteurs à pistons

- Définition des temps moteur, admission, compression, combustion/détente, échappement.
- Étude de cycle Otto et moteur 2 temps, synchronisation des soupapes et effet sur le moteur.
- Facteurs influençant le rendement et performances d'un moteur à pistons.

1.3 Associer les moteurs selon l'usage des aéronefs

- Différence entre les types de moteurs et leurs applications dans le milieu.
- Fonctionnement du moteur par rapport aux contraintes d'opérations.

1.5 Énumérer les composants, pièces et accessoires d'un moteur et leurs fonctions

- Nomenclature et définitions des pièces de moteur, types de matériaux, fonctions et particularités.

PHASE 2 : Les systèmes (semaines 5 à 12)

Objectifs d'apprentissage : 1.4 – 1.6 – 3.1 – 4.1 – 5.1 – 6.1 – 7.1

Contenu

1.4 Distinguer les types de carburant des moteurs à pistons

- AVGAS, 100LL, propriétés et caractéristiques.

1.6 Expliquer le fonctionnement des différents systèmes du moteur

- Connaissance des systèmes moteur tels que : carburation, allumage, refroidissement, suralimentation, induction, échappement, lubrification.

3.1 Distinguer les types de systèmes d'allumage ainsi que leurs composants et fonctions

- Systèmes d'allumage par magnétos, électroniques, pressurisé, systèmes d'aide au démarrage tels que : induction par vibration, coupleur à impulsions, bobine de surtension.
- Construction du câblage : manufacturiers, isolant, gaines, intérieur, fil conducteur, terminaux et installation.
- Bougies d'allumage : codification du numéro de modèle, manufacturiers, construction, fonctionnement, types d'électrodes et isolants, maintenance.
- Démarreurs à inertie (hélice), électrique, à engrenage et systèmes d'embrayages.

4.1 Distinguer les types de systèmes de carburation ainsi que leurs composants et fonctions

- Carburateur à flotte, systèmes d'injection, anti-givrage, préchauffe, carburateur pressurisé.

5.1 Distinguer les types de systèmes de lubrification ainsi que leurs composants et fonctions.

- Circuits complets : réservoir, pompe, filtre, conduits, indicateurs de pression et température et leur sonde, soupape régulatrice de pression, clapet de dérivation et anti-retour, refroidisseur d'huile, etc.
- Systèmes à puisard sec et humide, de moteur acrobatique, dilution d'huile.
- Connaissance des types d'huile et leurs propriétés, usage.

6.1 Distinguer les types de systèmes de chaînes de mesures ainsi que leurs composants et fonctions

- Dynamomètre, indications moteur tels que : pression et température d'huile, température des gaz d'échappement (EGT), température des têtes de cylindres (CHT), pression de tubulure d'admission (MAP), régime (RPM), débit de carburant.

7.1 Distinguer les types de systèmes de contrôles moteurs ainsi que leurs composantes et fonctions

- Contrôle de régime, mélange carburant, pas de pales d'hélice et suralimentation.

PHASE 3 : Calculs de performances (semaines 13 et 14)

Objectifs d'apprentissages : 9.3

Contenu

9.3 Vérifier les performances et les limites prescrites par le manufacturier

- Calculs de performances, comparaisons avec graphiques du manufacturier.

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 : Fonctionnement des moteurs à pistons et Fonctionnement des différents systèmes périphériques.

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, la partie pratique est essentiellement composée ponctuellement de technologie de laboratoire dispensée de façon magistrale ainsi que majoritairement de manipulations d'équipements et/ou systèmes permettant la connaissance détaillée du fonctionnement de moteurs à pistons d'aéronefs et de ses systèmes.

THÈME 1 : Fonctionnement des moteurs à pistons (semaines 1 à 8)

Objectifs d'apprentissages : 1.5 – 1.7 – 8.1 – 8.2 – 8.3

Contenu

1.5 Énumérer les composantes, pièces et accessoires d'un moteur et leurs fonctions

- Nomenclature et définition des pièces du moteur, types de matériaux, fonctions et particularités.

1.7 Identifier les règles de santé et sécurité au travail concernant les moteurs à pistons

- Précautions à prendre autour de l'hélice, dans le hangar, établir des zones de sécurité.
- Identification des travaux (étiquettes d'avertissement).
- Équipement de sécurité (gants, lunettes, bottes, visièrre, etc.).
- Équipement de sécurité des travaux tels que : barres de sécurité, goupille, bagues de retenues.

8.1 Ranger les lieux de travail

- Remiser les accessoires utilisés tels que seaux, échelles, lumières, etc.
- Balayer les lieux et s'assurer que le plancher et l'aire de travail soient propre et sécuritaires.

8.2 Remiser aux endroits appropriés les composantes, équipements et outils utilisés tels que : échafaudage, crics, adaptateur, câbles, clés dynamométriques et autres

8.3 Appliquer des règles de santé et sécurité au travail

- Disposer des fluides aux endroits appropriés.
- Disposer des linges dans les contenants prévus à cet effet ainsi que les autres produits toxiques utilisés.
- S'assurer de la propreté et de la sécurité des lieux.

THÈME 2 : fonctionnement des différents systèmes périphériques (semaines 9 à 15)

Objectifs d'apprentissages : 3.2 à 3.6 / 4.2 – 4.3 / 5.2 à 5.6 / 6.2 à 6.6 / 7.2 à 7.6

Contenu

3.2 Vérifier des composantes du système d'allumage

- Vérification des bougies, jeux aux électrodes, nettoyage et ajustement, création d'étincelles.
- Vérification des fils haute tension : inspection visuelle du fil et isolant, terminaux.
- Vérification des magnétos : ouverture d'électrodes (E-gap), usure des électrodes création d'étincelles, mécanisme de distribution des étincelles, condensateur, aimant.
- Vérification de l'interrupteur : test de continuité électrique, inspection visuelle des pièces.
- Inspection de la batterie et démarreur : fils, terminaux, brosse, etc.

3.3 Effectuer un test de fonctionnement du système d'allumage

- Vérification des normes du manufacturier.
- Conformité des opérations avec les normes de santé et sécurité applicables.
- Utilisation de l'équipement et de l'instrumentation nécessaires à la tâche.
- Création d'étincelles, synchronisation de l'allumage, intensité.

3.4 Repérer les anomalies de fonctionnement

- Types d'anomalies.
- Ajustements des systèmes.

3.5 – 5.5 – 6.5 – 7.5 Remplir la documentation nécessaire

- Étiquettes de pièces, livre de bord et autres documents.
- Certification du travail en conformité avec Transports Canada et le manufacturier.

3.6 Appliquer les règles de sécurité relatives à l'inspection de systèmes d'allumage de moteurs à pistons d'aéronefs

- Utilisation de l'équipement de protection, zone de sécurité, respect des précautions d'usage lors des manipulations, outillage approprié.

4.2 Vérifier des composantes du système d'alimentation en carburant de moteurs à piston

- Chambre à flotte, papillon, venturi, filtres, pompe d'accélération, conduits etc.
- Pompe, injecteurs, distributeur de carburant, contrôleur de mélange.

4.3 Effectuer les tests de fonctionnement du système d'alimentation en carburant de moteurs à piston

- Vérification du débit du carburant, du mélange selon les normes du manufacturier.
- Démarrage du moteur avec la liste de procédures, vérification du fonctionnement et ajustements.
- Niveau de fluide, ajustements du mélange et régime, fuites et fonctionnement général.
- Application des tests et normes du manufacturier.
- Conformité des opérations avec les normes de santé et sécurité applicables.
- Utilisation de l'équipement et de l'instrumentation nécessaires à la tâche.

5.2 Vérifier des composants du système de lubrification de moteurs à pistons

- Inspection des composantes du système selon les normes.
- Vidange d'huile et analyse (détection de particules métalliques et SOAP).

5.3 Effectuer les tests de fonctionnement du système de lubrification de moteurs à pistons

- Démarrage du moteur avec la liste de procédures, vérification du fonctionnement et ajustements, pression et température selon les normes du manufacturier, vérification de niveau d'huile et consommation.
- Vérification des normes du manufacturier sur la consommation, température et pression.
- Conformité des opérations avec les normes de santé et sécurité applicables.

5.4 – 6.4 – 7.4 Repérer les anomalies de fonctionnement

- Détection d'anomalies, analyses et résolutions.
- Ajustements des systèmes.

5.6 Appliquer les règles de sécurité relatives à l'inspection de systèmes de lubrification de moteurs à pistons d'aéronefs

- Utilisation de l'équipement de protection, zone de sécurité, respect des précautions d'usage lors des manipulations, outillage approprié.

6.2 Vérifier les composantes du système de chaînes de mesures utilisées sur des moteurs à pistons

- Vérification des composantes du système selon les normes telles que : date de calibration, condition générale des systèmes d'indication.

6.3 Effectuer les tests de fonctionnement des systèmes de chaînes de mesures utilisées sur des moteurs à pistons

- Démarrage moteur et comparaison des données obtenues versus normes du manufacturier.

6.6 Appliquer les règles de sécurité relatives à la vérification du fonctionnement de chaînes de mesures utilisées sur des moteurs à pistons d'aéronefs

- Utilisation de l'équipement de protection, zone de sécurité, respect des précautions d'usage lors des manipulations, outillage approprié.

7.2 Vérifier les composantes du système de contrôle de moteurs à pistons

- Câbles, manette, terminaux, vérification pour la sécurité et état selon les normes.

7.3 Effectuer les tests de fonctionnement du système de contrôle de moteurs à pistons

- Vérification des normes du manufacturier.
- Conformité des opérations avec les normes de santé et sécurité applicables.
- Utilisation de l'équipement et de l'instrumentation nécessaires à la tâche.
- Vérification et ajustements des contrôles (gréage).
- Vérification du mouvement des manettes et réponses des composantes associées avec moteur en opération.
- Vérification des performances atteintes par le moteur et comparaisons avec les chartes du manufacturier.

7.6 Appliquer les règles de sécurité relatives à la vérification du fonctionnement du système de contrôle de moteurs à pistons

- Utilisation de l'équipement de protection, zone de sécurité, respect des précautions d'usage lors des manipulations, outillage approprié.

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.

MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

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

Partie théorique

Description de l'activité d'évaluation	Contexte de réalisation et mode d'évaluation	Objectif(s) d'apprentissage(s)	Critères d'évaluation	Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)	Pondération (%)
Principes de physiques. Principes de fonctionnement. Historique et nomenclature	De façon individuelle d'une durée d'au plus 3 heures.	1.1 à 1.3 / 1.5	Principes de fonctionnement et nomenclatures	Semaine 5	15%
Systèmes de carburants	De façon individuelle d'une durée d'au plus 3 heures.	1.4 / 1.6 / 3.1 / 4.1 / 5.1 / 6.1 / 7.1	Systèmes moteurs	Semaine 10	15%
Principes de physiques. Principes de fonctionnement. Historique et nomenclature. Systèmes de carburants. Magnétos, lubrification, suralimentation et calculs de performance.	De façon individuelle d'une durée d'au plus 3 heures.	1.1 à 1.6 / 3.1 / 4.1 / 5.1 / 6.1 / 7.1 / 9.3	Récapitulatif	Semaine 15	20%

Sous-total : 50%

Partie pratique

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 (%)
Évaluation sur les particularités de fonctionnement du moteur Honda, la nomenclature des pièces	Individuel d'une durée d'au plus 1 heure.	1.5 / 1.7 / 8.1 à 8.3 3.2 à 3.6 / 5.2 à 5.6	Moteur Honda Cahier 1	Semaine 8	25%

Plan de cours 280-185-EM : Fonctionnement de moteurs à pistons d'aéronefs

Moteur Honda, carburateur, système injection, banc d'essais, lubrification. Partie pratique sur la synchronisation des magnétos.	Individuel d'une durée d'au plus 2 heures. Évaluation théorique et/ou pratique.	1.7 / 3.2 à 3.6 4.2 / 4.3 / 5.2 à 5.6 / 6.2 à 6.6 7.2 à 7.6 / 8.1 à 8.3	Récapitulatif cahier 1 et 2 À livres ouverts	Semaine 15	25%
--	--	---	---	------------	-----

Sous-total : 50%

TOTAL : 100%

CHRONOLOGIE ET SYNCHRONISATION THÉORIE/LABORATOIRE

Sem	Théorie 3 heures	Laboratoire 2 heures
1	Plan de cours Introduction Historique	Plan de cours. Procédures de laboratoire. Équipe et distribution des moteurs.
2	Fonctionnement et nomenclature des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes.	Démontage moteur.
3	Suite : Fonctionnement et nomenclature des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes.	Démontage moteur.
4	Fonctionnement et nomenclature des moteurs à combustion interne à 2 temps, Wankel, diésel et leurs composantes.	Fin démontage moteur Début assemblage du moteur.
5	Examen 15%	Assemblage du moteur.
6	Processus de la combustion Systèmes de carburant, types de carburant. Fonctionnement et composantes.	Assemblage du moteur.
7	Suite : Systèmes de carburant, types de carburant, fonctionnement et composantes.	Examen (1 heure) 25% Fin assemblage moteur
8	Systèmes d'allumage.	Démarrage moteur (Ajustements nominaux et démarrage).
9	Suite : Systèmes d'allumage, fonctionnement et composantes.	Carburateur démontage, inspection, remontage Maquette de carburateur et contrôles moteurs.
10	Examen 15%	Maquette système à injection.
11	Systèmes de contrôle moteur (régime, mélange, pas de pale, suralimentation).	Introduction au banc d'essai moteur.
12	Systèmes de lubrification. Systèmes de refroidissement.	Synchronisation interne de magnéto (Bendix).
13	Calcul de performances.	Synchronisation de magnéto sur le moteur (Bendix et Slick).
14	Suite : calcul de performances et exercices.	Système de lubrification
15	Examen final (récapitulatif) 20%	Examen final (récapitulatif) 25%

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.

MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

- Cahiers de cours et manuel appropriés tel que spécifié par l'enseignant en début de session.
- Calculatrice (ENA).

MÉDIAGRAPHIE

LIVRES de langue française :

Le moteur diesel, Schulz 621.4368S388d
Manuel complet de l'automobile, Reader's Digest CAA 629.28722S464m

LIVRES de langue anglaise :

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

Site Web

https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/FAA-H-8083-32-AMT-Powerplant-Vol-1.pdf

https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/FAA-H-8083-32-AMT-Powerplant-Vol-2.pdf

AUDIO-VISUEL :

Vidéo Carburator 629.2533c264ad
Vidéo Moteur 629.13435m917

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 (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.

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 AUX COURS

Port d'équipement de sécurité obligatoire en laboratoire

- ✓ Le port d'équipement de sécurité est obligatoire dans les cours de laboratoire :
 - o Chaussures de sécurité
 - o Lunettes de sécurité
 - o Sarrau ou combinaison ÉNA.
- ✓ Chiffons (ENA)

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.