



Collège Édouard-Montpetit
ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

PLAN DE COURS
PLAN DE COURS

No du cours
280-142

Session
AUTOMNE 99

Nom du cours	:	<i>Fonctionnement et réparation des moteurs à pistons d'aéronefs (3-3-2)</i>
Nom du (des) professeur(s)	:	Michel Clavet – Marc Girard – Didier Morin – Serge Renaud – Dany Charrette
Département	:	Propulseur



Nom de l'étudiant : _____ Groupe (TH) _____ (PR) _____

Ce cours s'adresse aux élèves d'entretien d'aéronefs à voilure fixe et à voilure rotative. Il est fortement recommandé, bien que non exigé, que l'élève ait préalablement acquis et maîtrisé certaines connaissances de base concernant la conception, le fonctionnement et l'entretien de moteurs à combustion interne, et plus particulièrement celles des moteurs à pistons de cycle Otto.

MISE EN GARDE

Le cours "Fonctionnement et réfection de moteurs à piston d'aéronefs" (280-142) permettra à l'élève de se familiariser et de se préparer à rencontrer les exigences de sa profession ainsi que celles du milieu aéronautique actuel.

L'élève sera ainsi incité(e) à développer une approche globale et compréhensive de la discipline ainsi qu'une démarche professionnelle nécessaire pour accomplir l'entretien de moteurs à pistons d'aéronefs et ce, en conformité avec les normes et standards reconnus.

Même si le cours 280-142 s'inscrit dans le cadre de la formation de base obligatoire pour l'obtention d'un brevet de Technicien d'Entretien d'Aéronefs, celui-ci ne se veut point un cours sur type visant à ne répondre qu'aux besoins et qu'aux attentes particuliers d'un seul manufacturier de moteurs à pistons ou d'un seul organisme d'entretien ou d'un seul opérateur d'aéronefs.

Cependant, le cours 280-142 amènera quand même l'élève à utiliser des équipements spécifiques dans le but d'accomplir l'entretien de moteurs selon des méthodes et procédures spécifiques. L'objectif visé est d'acquérir une compréhension de la stratégie globale à employer dans l'exécution d'une intervention d'entretien ainsi que d'acquérir un niveau de compétences et d'habiletés génériques pour accomplir les différentes opérations d'entretien sur un moteur à pistons d'aéronef.

Après avoir terminé son apprentissage en établissement d'enseignement, c'est à chaque individu, et à son milieu de travail, qu'incombe la responsabilité de spécialiser et de raffiner son curriculum technique dans le but de répondre à ses propres besoins professionnels et aux normes exigibles en vigueur.

OBJECTIFS TERMINAUX

1. Décrire le fonctionnement et la conception des motrices d'aéronefs de type opposé et radial ainsi que celles de leurs accessoires.
 - 1.1 Définir les termes du vocabulaire spécialisé relatif à l'entretien des moteurs à pistons d'aéronefs.
 - 1.2 Identifier les modèles de moteurs.
 - 1.3 Nommer les pièces et les sous-assemblages constituants.
 - 1.4 Décrire et analyser le fonctionnement de ces moteurs et de leurs accessoires.
 - 1.5 Démontrer les contraintes métallurgiques et opérationnelles des diverses composantes d'un moteur.
 - 1.6 Décrire les méthodes et procédés de construction et d'assemblage de ces moteurs.
2. Identifier, commenter et expliquer les différents processus, procédés et opérations utilisés dans le cadre de l'entretien de moteurs à pistons d'aéronefs et de leurs accessoires.
 - 2.1 Définir les différents types d'interventions nécessaires pour accomplir l'entretien de ces moteurs et de leurs accessoires.
 - 2.2 Déterminer les séquences de travail à suivre.
 - 2.3 Identifier et déterminer les limites dimensionnelles et opérationnelles de ces moteurs et de leurs accessoires.
 - 2.4 Respecter les normes, standards et les directives émises par le manufacturier et la législation.

- 2.5 Énoncer, commenter et expliquer les procédés et opérations à accomplir pour la révision, la réparation et la remise en service de ces moteurs et leurs accessoires.
 - 2.6 Analyser le comportement et le rendement d'un groupe moteur.
3. Exécuter les différentes opérations et interventions requises pour le maintien de la navigabilité d'un groupe moteur.
 - 3.1 Déterminer l'état de navigabilité d'un moteur à pistons d'aéronef et de ses accessoires.
 - 3.2 Exécuter l'inspection majeure d'un moteur à pistons d'aéronefs.
 - 3.3 Exécuter la révision d'un assemblage cylindre.
 - 3.4 Mettre un groupe moteur en marche en respectant la procédure à suivre et les limites du manufacturier.
 - 3.5 Identifier des bris et des pannes du groupe moteur afin d'y apporter les correctifs requis.
 - 3.6 Utiliser et respecter les méthodes et les procédures en vigueur pour exécuter les travaux d'entretien selon les normes et les règles de sécurité.
 - 3.7 Exécuter des interventions de prévention, de réglage, d'inspection et de diagnostics dans le cadre de l'entretien routinier d'un groupe moteur.
 4. S'exprimer en utilisant le vocabulaire spécialisé, afin de communiquer, sous forme écrite ou orale, de façon professionnelle.
 - 4.1 Rédiger un bilan d'inspection en respectant la langue française (grammaire, orthographe, syntaxe et ponctuation).
 - 4.2 S'exprimer de façon cohérente et compréhensible.

ÉVALUATION DE L'APPRENTISSAGE DE L'ÉLÈVE

Une note finale sur 100 points sera décernée à la fin de l'apprentissage.

Soit :	50 points	Théorie
	+ 50 points	Laboratoire
	100 points	Final

En aucun cas, les notes de théorie ou de laboratoire ne peuvent être dissociés l'une de l'autre afin d'obtenir une accréditation partielle.

- Les évaluations sommatives sont traditionnelles et/ou à choix multiples.
- Les évaluations formatives sont sous forme de questionnaires écrits et/ou oraux.

Compte tenu de l'importance accordée à la qualité du français, les textes écrits présentés par les élèves, pour fins d'évaluation, devront l'être de façon structurée et compréhensible.

Le(s) professeur(s) n'interpréteront pas ce que l'élève a tenté de dire.

Le vocabulaire spécialisé devra être utilisé conformément aux définitions élaborées dans le lexique. Conséquemment, le mauvais usage de termes ou d'expressions spécialisés peut à lui seul causer l'échec à une question d'une évaluation.

Évaluations de la théorie

Les cinquante (50) points de théorie seront cumulés par trois (3) interrogations écrites. Chacune de ces évaluations ayant une valeur égale de **50 points**.

- 1^{ère} évaluation prévue à la cinquième semaine. (15 pts)
- 2^{ème} évaluation prévue à la onzième semaine. (15 pts)
- 3^{ème} évaluation sommative récapitulative pendant la semaine d'évaluation finale de session. (20 pts)

L'élève qui éprouve des difficultés en français, en ce qui concerne les erreurs de syntaxe, de grammaire et d'orthographe, sera invité à fréquenter le Centre d'Aide en Français. Suite à la présentation d'une attestation officielle de fréquentation du C.A.F., la moitié des points perdus du français écrit seront "remboursés".

Évaluation du laboratoire

Les cinquante (50) points seront cumulés de la façon suivante :

10 points	Travail de recherches concernant le circuit de lubrification d'un moteur à pistons d'aéronefs
10 points	Rédaction d'un bilan d'inspection d'un moteur à pistons d'aéronef
10 points	Évaluation de mi-session (interrogation écrite) ; (développement)
15 points	Évaluation sommative de fin de session (interrogation écrite) ; (développement)
+ 5 points	Évaluation à déterminer par l'enseignant

50 points TOTAL

CONTENU DE LA THÉORIE

1. Introduction

- 1.1 Historique descriptive de l'évolution technologique des moteurs à pistons d'aéronefs en fonction des besoins du marché aéronautique.
- 1.2 Identification des différents motoristes dont les produits sont encore exploités.
- 1.3 Identification des moteurs en fonction de l'agencement des cylindres : opposé, radial et en ligne. Système de codification.
- 1.4 Définitions et terminologie :
 - moteur;
 - groupe moteur;
 - accessoires moteur;
 - révision;
 - réfection;
 - inspection interne;
 - révision sur le "Top";
 - périodicité des inspections majeures et de routine;
 - entretien;
 - inspection de routine.

2. Utilisation de la documentation d'entretien des groupes moteur d'aéronefs

- 2.1 Certificat d'homologation.
- 2.2 Manuel de révision.
- 2.3 Catalogue de pièces.
- 2.4 Manuel de l'opérateur du moteur.
- 2.5 Manuel de l'opérateur de l'aéronef.
- 2.6 Manuel d'entretien de l'aéronef.
- 2.7 Carnet technique du moteur.
- 2.8 Formulaires :
 - feuille de routine d'une inspection de routine;
 - liste des items à inspecter;
 - feuille de cueillette de données lors d'une inspection majeure.
- 2.9 Dispositions et règlements divers :
 - manuel de navigabilité;
 - personnel autorisé;
 - certification;
 - consignes de navigabilité, bulletins de service, lettres de service, instructions de service.

3. Fonctionnement théorique et performances

- 3.1 Révision du cycle Otto.
- 3.2 Calculs :
 - puissance indiquée (I.H.P.);
 - cylindrée;
 - rapport volumétrique;
 - friction (F.H.P.);
 - puissance au frein (B.H.P.);
 - puissance corrigée;
 - efficacité volumétrique.
- 3.3 Rapport volumétrique et carburants :
 - classification en fonction d'agent anti-détonnant;
 - détonation;
 - avgas et mogas.
- 3.4 Réglages de puissance.
- 3.5 Définitions :
 - légèreté;
 - fiabilité;
 - économie d'opération;
 - flexibilité;
 - équilibre.

4. Construction et entretien des composantes d'un moteur à pistons d'aéronefs

- 4.1 Nomenclature des pièces et sous-assemblages.
- 4.2 Description des procédés d'assemblage.
- 4.3 Identification des métaux utilisés.
- 4.4 Fonctionnement interne et comportement normal des composantes.
- 4.5 Inspection et usure normale et anormale.
- 4.6 Comportements anormaux.
- 4.7 Rectification de bris et entretien routinier.

5. Systèmes d'allumage et de démarrage

- 5.1 Principe de fonctionnement d'une magnéto.
- 5.2 Identification des différents manufacturiers et des divers modèles.
- 5.3 Synchronisation interne de la magnéto.
- 5.4 Synchronisation de la mise à feu de deux magnétos et l'ordre d'allumage des divers moteurs.
- 5.5 Aides à l'allumage :
 - coupleur à impulsion;
 - bobine de surtension;
 - oscillateur à induction.
- 5.6 Construction du câblage :
 - différents manufacturiers;
 - problèmes de transport haut voltage;
 - vérification de l'isolant électrique.
- 5.7 Les bougies :
 - identification des manufacturiers;
 - construction interne;
 - fonctionnement;
 - entretien.
- 5.8
 - Démarreur électrique, les tensions et les intensités.
 - Démarreur à engrenage et système d'embrayage.
 - Démarreur à inertie.
 - Démarreur à pression d'air.

6. Circuits d'alimentation du carburant

- 6.1 Le carburateur "à flotteur" :
 - les modèles;
 - nomenclature des pièces;
 - système de dosage d'essence;
 - anti-givrage → réchauffage carburateur;
 - dépiégeage de panne.
- 6.2 Carburateur pressurisé :
 - nomenclature;
 - principe de dosage;
 - dépiégeage de panne.
- 6.3 Système d'injection :
 - identification et analyse d'un système à injection à débit continu dosée en fonction du régime et d'un système à pression différentielle des tubulures d'admission;
 - dépiégeage de panne.

7. Système de refroidissement

- 7.1 Au liquide.
- 7.2 Par air forcé et tôle.
- 7.3 Contrôle des températures.

8. Circuit de graissage (lubrification)

- 8.1 Les fonctions d'un système de lubrification.
- 8.2 Le système de refroidissement d'huile.
- 8.3 Les circuits typiques.
- 8.4 Filtres et crépines, pompes, régulateurs.

9. Suralimentation

- 9.1 Étude des divers principes.
- 9.2 Turbocompresseur.
- 9.3 Super compresseur.
- 9.4 Les composantes de contrôle.
- 9.5 Les performances en altitude.
- 9.6 Turbines de récupération.

10. Recherches et analyse de pannes

- 10.1 Pression différentielle (boroscope / "trend monitoring" / "on Condition").
- 10.2 Symptômes, causes, diagnostics et rectification.

CONTENU DU LABORATOIRE

1. Projet principal : inspection interne d'un moteur à pistons d'aéronefs

- 1.1 Méthodes de travail et sécurité aux différents postes.
- 1.2 Utilisation de la documentation et des procédures pour accomplir les travaux en conformité avec les normes et standards en vigueur.
- 1.3 Séquence de travail :
 - identification du moteur;
 - démontage complet du moteur;
 - nettoyage;
 - inspection visuelle, dimensionnelle et (A) non destructive;
 - bilan d'inspection (B);
 - réparations, remplacements et rectifications (C);
 - remontage;
 - essais fonctionnels (D);
 - certification.

Notes :

- (A) L'inspection non destructive sera démontrée par le professeur, l'élève devra exécuter subséquemment cette opération. Particules magnétiques.
- (B) L'élève devra rédiger un bilan d'inspection à la suite duquel il devra déterminer l'état de navigabilité des pièces et indiquer le mode correctif pertinent à apporter aux divers bris. Ce bilan sera soumis à une évaluation.
- (C) et (D) font l'objet de projets d'entretien.

2. Projets d'entretien

2.1 Réparations, remplacements et rectification

Le professeur démontrera les procédés d'installation d'un guide et d'un siège de soupape. L'élève procédera au déglacage d'un cylindre et à la rectification d'une soupape, de son siège et de son guide.

2.2 Essais fonctionnels

Les essais fonctionnels auront lieu sur un moteur en banc d'essai. L'élève fera trois expériences, soit :

- 1^{ère} mise en marche d'un moteur opposé se servant des procédures et en respectant les limites opérationnelles. Manipulations et observation sous supervision.
- 2^{ème} Recherche de pannes. L'élève devra identifier les symptômes visibles d'un moteur en marche et devra analyser son comportement dans le but d'en identifier la cause exacte. Manipulations et observations sous supervision.
- 3^{ème} Mise en marche d'un moteur radial en respectant les procédures et limites. Manipulations et observations sous supervision.

2.3 Étude du circuit de lubrification

L'élève devra rédiger un document expliquant la chronologie et les procédés du circuit de lubrification d'un moteur. Ces explications devront être suffisamment claires, exactes et techniquement adéquates pour qu'un technicien breveté puisse retracer le circuit et poser des gestes d'entretien. Ce travail de l'élève sera soumis à une évaluation.

2.4 Synchronisation (calage) des magnétos

Le professeur démontrera comment effectuer le calage des magnétos. L'élève devra subséquemment exécuter à son tour cette opération sous supervision.

2.5 Compression différentielle

Le professeur démontrera cette opération, l'élève devra l'exécuter dans le but d'identifier l'origine de fuites de la chambre à combustion. Manipulations sous supervision.

2.6 Réglage d'un système à injection de carburant

Réglage en simulation conformément à la procédure du manufacturier. Démonstration du professeur et manipulations sous supervision.

**CHRONOLOGIE ET SYNCHRONISATION DE L'ENSEIGNEMENT
DE LA THÉORIE ET DU LABORATOIRE**

Semaine	Théorie	Laboratoire
1	Introduction.	Distribution moteurs, explications livres + procédures.
2	Utilisation de la documentation.	Désassemblage.
3	Fonctionnement théorique et performances.	Désassemblage, nettoyage, explications inspection.
4	Construction et entretien.	Banc d'essais 0-200-inspection.
5	Construction/entretien. 1 ^{ère} évaluation.	Banc d'essais 0-200-inspection.
6	Construction et entretien (fin). 1 ^{ière} évaluation.	Évaluation - mise à jour retardataires.
7	Allumage.	Réfection d'un cylindre, soupapes, (dém.) + explication système de lubrification.
8	Allumage/démarrreur.	Banc d'essais 0-470, lubrification.
9	Carburation.	Banc d'essais 0-470, lubrification.
10	Carburation/injection.	Magnétos + bougies.
11	2 ^{ème} évaluation. Injection (fin).	Remontage (avec suivi) + test de compression différentielle.
12	Refroidissement/lubrification.	Remontage (avec suivi).
13	Suralimentation.	Banc d'essais R-985. Injection / ajustements. Mise à jour - retardataires.
14	Recherches de pannes.	Évaluation finale.
15	Évaluation sommative.	

MÉDIAGRAPHIE

Bent, R.D. et McKinley, J.L., Aircraft Powerplant, 5e éd. McGraw-Hill, Montréal, 1985, 586 p.

Airframe and Powerplant Mechanics: Powerplant Handbook, AC65-12A, Federal Aviation Administration, Department of Transportation, Aviation Maintenance, Basin, WY, 1976, 500 p.

Overhaul Manual for Aircraft Engine form X30010, Aircraft products Division, Teledyne Continental Motors, Mobile, AL, 1981, 123 p.

Illustrated Parts Catalog for C-75, C-85, C-90 and O-200 Aircraft Engines, form X300IIA, Mobile, Aircraft Products Division, Teledyne Continental Motors, AL, 1981, pagination multiple.

Sky Ranch Engineering Manuel, John Schwaner, Sacramento Sky Ranch Inc., Sacramento, Ca., 500 p.

Aircraft Reciprocating Engines (EA-ARE), International Aviation Publishers, Casper, WY, 113 p.

Aircraft Fuel Metering Systems (EA-FMS), International Aviation Publishers, Casper, WY, 70 p.