



Collège
Édouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

280-129-88
AUTOMNE 2009
Propulseur

PLAN DE COURS

COURS : Introduction aux propulseurs

PROGRAMME : 280.04 Avionique et 280.03 Entretien d'aéronefs

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

PONDÉRATION : Théorie : 3 Pratique : 3 Étude personnelle : 2

Professeur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Lalonde Marc	D-113B	4731	marc.lalonde@college-em.qc.ca
Morin Didier	B-121	4258	didier.morin@college-em.qc.ca

PÉRIODE DE DISPONIBILITÉ AUX ÉTUDIANTS

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
Avant-midi					
Après-midi					

Coordonnateur(s) du départ.	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Gauvreau Réjean	D-113B	4730	rejean.gauvreau@college-em.qc.ca

PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Ce cours n'a pas de préalable absolu.

Ce cours s'inscrit dans la formation d'aérotechnicien d'avionique et d'entretien d'aéronefs. Il est situé en première année pour les étudiants d'entretien et en troisième année pour les étudiants d'avionique.

Au terme de ce cours, l'étudiant aura acquis des connaissances générales sur les propulseurs et sera capable de remettre en état de fonctionnement un petit moteur simple à combustion interne.

Pour les étudiants d'entretien d'aéronefs, ce cours est le premier d'une série de cours sur les propulseurs à piston et à réaction d'aéronefs. Pour les étudiants d'avionique il est le seul cours de propulseur.

La propulsion, qu'elle soit par combustion interne ou autre, est l'élément moteur, la puissance qui donne le mouvement à une machine. Sans moteur, il n'y aurait pas d'auto, d'avion, de fusée, de mouvement. L'étude de la propulsion et des sciences qui s'y rattachent est prioritaire au domaine de l'aéronautique.

OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S) (Cahier collégial 89-92)

Énoncer les principes de base du fonctionnement des moteurs à combustion interne. Identifier les mécanismes qui entrent en jeu dans la transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique.

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

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 au terme de chaque thème, certains exercices formatifs.

Partie pratique :

La partie laboratoire tourne essentiellement autour d'une remise à neuf d'un petit moteur à combustion interne. Utilisant diverses méthodes pédagogiques, la partie pratique est essentiellement composée de technologie de laboratoire dispensée de façon magistrale ponctuée de certaines démonstrations et suivie d'une mise en pratique par l'étudiant ou par petits groupes d'étudiants (souvent 2) sous forme de manipulations de composants d'un petit moteur à combustion interne.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

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

- la première : GÉNÉRALITÉ DES MOTEURS où l'on couvre le fonctionnement général des divers moteurs utilisés en aérospatiale;
- la seconde : LES SYSTÈMES où l'on couvre essentiellement les systèmes nécessaires au fonctionnement des moteurs à piston à quatre temps;
- et la troisième phase : PERFORMANCES DES MOTEURS où l'on couvre les notions de performances plus particulièrement des moteurs à piston.

Période des activités : Phase 1 : GÉNÉRALITÉ DES MOTEURS (semaines 1 à 6)

Objectif d'apprentissage 1 :

- 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 piston.

Contenu :

Introduction :

- plan de cours
- calendrier
- évaluation
- règle des locaux
- historique

Définitions :

- moteur : moteur à combustion interne
- cycles : mécaniques et thermodynamiques

Classification des moteurs :

- selon le mode :
 - . de propulsion
 - . thermodynamique
 - . thermique
 - . cinématique

Fonctionnement :

- particularités
- nomenclature cycle
- diagramme P\V des moteurs à quatre temps à essence

Fonctionnement :

- particularités, nomenclature, cycle et diagramme P\V des moteurs suivants :
 - . deux temps
 - . diesel
 - . Wankel

Activités d'étude personnelle :

Pour chaque thème, contenu d'une ou deux semaines, dans les notes de cours utilisées, 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 aux questions formatives utilisées dans les notes de cours.

Période des activités : **Phase 2 : LES SYSTÈMES** **(semaines 7 à 11)**

Objectif d'apprentissage 2 :

L'étudiant devra pouvoir décrire et expliquer le fonctionnement des différents systèmes nécessaires au fonctionnement des moteurs à combustion interne.

Contenu :

Processus de la combustion :

- éléments qui influencent la combustion

Système d'allumage et ses composantes :

- généralité
- allumeur par bobine et rupteurs mécaniques :
 - . avance à l'allumage
- par une magnéto
- par électronique

Système de carburation :

- alimentation :
 - . par gravité
 - . par pompe
- carburation :
 - . mélange 15/1
 - . courbes :
 - . puissance/mélange
 - . mélange/R.P.M. :
 - . ralenti
 - . croisière
 - . pleine puissance
- carburateur à flotteur :
 - . systèmes : principal, de ralenti, d'économiseur, d'accélération
- injection : directe, indirecte

Système de suralimentation :

- utilité et effet sur la puissance :
 - . surcompresseur
 - . turbocompresseur

Système de lubrification.

Système de refroidissement.

Activités d'étude personnelle :

Pour chaque thème, contenu d'une ou deux semaines, dans les notes de cours utilisées, 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 aux questions formatives utilisées dans les notes de cours.

Période des activités : Phase 3 : PERFORMANCES MOTEUR (semaines 12 à 15)

Objectif d'apprentissage 3 :

L'étudiant devra être capable d'utiliser correctement les formules se rattachant aux performances des moteurs à combustion interne et les appliquer à des essais moteur.

Contenu :

Calculs théoriques.

Révision sommaire de physique.

Définition des termes :

- chambre à combustion
- cylindrée
- rapport volumétrique

Puissance :

- IHP
- FHP
- BHP
- puissance corrigée :
 - . pression
 - . température
 - . humidité
- puissance standard
- rendement mécanique
- rendement volumétrique
- rendement thermique
- consommation spécifique

Introduction aux moteurs à réaction (les réacteurs font partie normalement de la généralité des moteurs où l'on voit les divers moteurs mais pour des fins de logistique et afin d'harmoniser avec la partie laboratoire ceux-ci sont vues à la fin de la session).

Activités d'étude personnelle :

Pour chaque thème, contenu d'une ou deux semaines, dans les notes de cours utilisées, 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 aux questions formatives utilisées dans les notes de cours.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

Il est à noter que la partie pratique ou laboratoire tourne essentiellement autour de la remise à neuf d'un petit moteur à combustion interne qui est effectué par équipe de deux étudiants. Cette remise à neuf du moteur est divisée en trois phases :

- DÉMONTAGE ET INSPECTION;
- REMONTAGE ET DÉMARRAGE;
- et ESSAI SUR DYNAMOMÈTRE.

Les connaissances et compétences acquises lors de cette remise à neuf sont complétés tout au long de la session par divers autres POSTES supplémentaires qui sont aussi effectués par équipes de plusieurs étudiants.

Objectif terminal :

L'étudiant devra pouvoir faire une révision complète d'un moteur à piston simple, c'est-à-dire démonter, nettoyer, inspecter, remonter, démarrer, diagnostiquer et réparer un moteur à piston d'après les procédures établies.

Période des activités : Phase 1 : DÉMONTAGE & INSPECTION (semaines 1 à 9)

Objectif d'apprentissage 1 :

- L'étudiant devra être capable d'interpréter le manuel du manufacturier.
- L'étudiant devra être capable d'appliquer les méthodes de travail aéronautiques. L'étudiant devra être capable d'effectuer une inspection des composantes d'un moteur selon les normes du manufacturier.

Contenu :

Introduction :

- plan de cours : évaluation, visite et sécurité, distribution des moteurs.

Démontage :

- objectif de la révision d'un moteur :
 - . familiarisation avec le moteur : manuel de réparation; les outils spéciaux; couple de serrage.
 - . nomenclature des pièces moteur
 - . procédure de démontage
 - . procédure de nettoyage
 - . rangement par système
 - . bilan de démontage

Inspection :

- visuelle en surface
- visuelle en profondeur (ressuage)
- dimensionnelle
- bilan d'inspection

Réparation :

- au besoin, les diverses pièces non conformes du moteur peuvent être commandées ou réparées.

Activités d'étude personnelle :

Pour chaque thème, contenu d'une ou deux semaines, dans les notes de cours et manuel utilisées, 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, maintenir et présenter au besoin les bilans des diverses étapes de la remise à neuf de son moteur.

Période des activités : Phase 2 : REMONTAGE & DÉMARRAGE (semaines 10 à 13)

Objectif d'apprentissage 2 :

- L'étudiant devra être capable d'effectuer les réparations d'un moteur à piston d'après le manuel du manufacturier.
- L'étudiant devra être capable de diagnostiquer des pannes de moteur.
- L'étudiant devra obligatoirement remonter, démarrer, diagnostiquer et réparer son moteur d'après les procédures établies avant la fin de la session.

Contenu :

Remontage et démarrage :

- réparation au besoin :
 - . rectification de pièces, rodage
 - . bilan de réparation
- remontage

Démarrage et recherche de pannes :

- ajustement final et démarrage
- recherche de pannes

Activités d'étude personnelle :

Pour chaque thème, contenu d'une ou deux semaines, dans les notes de cours et manuel utilisées, 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, maintenir et présenter au besoin les bilans des diverses étapes de la remise à neuf de son moteur.

Période des activités : Phase 3 : DYNAMOMÈTRE (semaine 14)

Objectif d'apprentissage 3:

- L'étudiant devra pouvoir identifier et utiliser correctement les différentes constituantes d'un banc d'essai pour moteur à piston.
- L'étudiant devra être capable de récolter et d'utiliser les données recueillies sur le banc d'essai pour fin de calculs de performances et de traçage des courbes de puissance, de couple en fonction du régime du moteur à piston.

Contenu :

Dynamomètre : (moteur Briggs & Stratton)

- couple et puissance
- calculs et courbes
- normaliser aux conditions atmosphériques standards

Activités d'étude personnelle :

L'étudiant doit faire la lecture des notes de cours de pratique ainsi que les notions vues en théorie se rapportant au banc d'essai et calculs de performances.

Période des activités : **Postes** (au cours de la session, en fonction de la disponibilité des équipements)

Objectif d'apprentissage 4:

- L'étudiant devra être capable d'identifier les principales sections/composantes d'un moteur à turbine.
- L'étudiant devra être capable d'identifier, de définir les différentes parties constituant d'un banc d'essai de moteur à piston et d'utiliser les règles d'utilisation en usage.

Contenu :

Poste #1 : Moteurs à turbines : identification des composantes; identification du système d'air.

Poste #2 : Règles de sécurité et utilisation d'un moteur à piston au banc d'essai.

Activités d'étude personnelle :

Pour chaque poste, l'étudiant doit faire les lectures de la leçon qui précède le cours contenu dans les notes de cours et manuels utilisées. L'étudiant doit faire la lecture des notes de cours de pratique ainsi que les notions vues en théorie se rapportant au moteur à turbine et l'utilisation des bancs d'essai.

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 contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif)	Individuel	Objectif de la phase 1 (partiellement)	Semaine 5	15%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif)	Individuel	Objectif fin de la phase 1 et phase 2	Semaine 10	15%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif et normatif)	Individuel	Objectif des phases 1 à 3.	Semaine 15	20%

Sous-total : 50%

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 contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif)	Individuel	Objectif partiel phase 1 (démontage nettoyage)	Semaine 4	10%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif)	Individuel	Fin de l'objectif phase 1 (inspection)	Semaine 9	10%
Evaluation pratique : démarrage et recherche de pannes du moteur	Par équipe moteur (souvent 2 étudiants)	Objectif de la phase 2	Semaine 13	10%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif et normatif)	Individuel	Objectif de la phase 3 et 4 Et survole des phases 1 et 2	Semaine 15	20%

Sous-total : 50%

TOTAL : 100%

CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

(1) Note de passage

La note minimale de réussite d'un cours, dans le but d'obtenir un diplôme d'études collégiales émis par le ministère de l'Éducation, est de 60 % des points cumulés de la partie « théorie » et de la partie « laboratoire ».

En aucun cas, les notes de ces deux parties du cours ne peuvent être dissociées l'une de l'autre, même à des fins d'accréditation partielle.

Advenant l'échec au cours, l'élève devra reprendre intégralement le cours (parties théorique et laboratoire), se soumettre à toutes ses exigences, notamment toutes les évaluations et le respect de l'article concernant la présence aux cours.

(2) Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire.

Toute absence non motivée par des raisons graves (maladie, décès d'un proche, événement de force majeure) lors d'une activité évaluée entraîne la note zéro (0) et un échec à cette évaluation.

Pour justifier son absence, l'élève devra se conformer à l'article « Présence aux cours ».

L'élève pourra en appeler auprès du département dans le cas où il juge ne pas avoir reçu le traitement adéquat pour une absence en raison de force majeure.

(3) Remise des travaux

Les travaux exigés doivent être remis à la date, au lieu et au moment fixés par l'enseignant.

Pour des raisons d'équité, tout travail évalué remis après l'échéance sera sanctionné de -10 % par jour de retard, et ce, jusqu'à concurrence d'une semaine de retard; le cas échéant, la note zéro (0) sera attribuée au travail, à moins d'avis contraire de l'enseignant.

(4) Présentation matérielle des travaux

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

Compte tenu de l'importance que le Département accorde au français écrit, les textes présentés par les élèves doivent l'être de façon structurée et compréhensible, le professeur n'interprétant pas ce que l'élève a tenté de dire.

Le professeur peut refuser un travail écrit s'il le juge inacceptable du point de vue de la qualité du français écrit. Il remettra ce travail à l'élève pour qu'il le reprenne et il pourra alors pénaliser cet élève jusqu'à un maximum de 5% par jour de retard. Si l'élève ne présente pas un travail corrigé acceptable, il aura la note zéro.

Dans les travaux et les examens, le professeur peut enlever des points pour le non-respect de l'orthographe et de la grammaire, jusqu'à un maximum de 10%.

L'élève qui s'inscrit au CAF et qui présente un certificat d'attestation satisfaisant au professeur, pourra récupérer une partie des points qu'il a perdus pour l'orthographe ou pour la grammaire dans ses travaux ou examens.

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

MODALITÉS DE PARTICIPATION AU COURS

En théorie :

Pour des fins de gestion de classe certaines interdictions et obligations peuvent être émises par le professeur en début ou en cours de session. À défaut, seul le règlement du département, de l'ÉNA et du CÉM s'appliquent.

En laboratoire :

Pour des fins de gestion de classe certaines interdictions et obligations peuvent être émises par le professeur en début ou en cours de session. Les étudiants sont responsables de garder le matériel qui leur est prêté en bon état. Ils sont aussi responsable de respecter les normes de sécurité en vigueur ainsi que de garder propre et bien rangé le local. Un responsable de cours peut-être nommé chaque semaine à cette fin.

Dans le laboratoire, il est interdit d'apporter de la nourriture ou un breuvage. Pour les laboratoires de l'aile A, B et D du rez-de-chaussée, ainsi que le C-21, le port des souliers à coquille fermée et du sarrau ou de la salopette ÉNA est obligatoire; de même que d'avoir une paire de lunettes de sécurité à portée de main.

En période d'examen (ou en période d'évaluation - au choix des enseignants) vous devez désactiver les sonneries des cellulaires et des téléavertisseurs, d'éteindre les baladeurs et tout autre appareils de communication, ceux-ci devant être rangés dans votre sac d'école et ne devant, en aucun temps, être utilisés en classe.

MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

- Cahiers de cours et manuel appropriés.
- Calculatrice SHARP EL 531.
- Chiffon (ÉNA).

MÉDIAGRAPHIE

LIVRES :

De langue française :

Le moteur diesel, Schulz.	621.4368S388d
Les réacteurs, traduit par Didier Féminier.	629.134353T784j
Manuel de réparation, Briggs & Stratton.	621.437B854m
Manuel complet de l'automobile, Reader Digest CAA.	629.28722S464m

De langue anglaise :

Aircraft Gas Turbine and Technology, Irwin E. Treager.	629.134353T784a
Aircraft Gas Turbine Powerplants, Charles E. Otis.	629.134353O88a
Aircraft Powerplants, Bent McKinley, Kroes & Wild	629.13435M158a
Automotive Engines Theory & Servicing, James D. Halderman	629.2504E46a

AUDIO-VISUEL :

Vidéo Carburator	629.2533c264a
Vidéo Comment fonctionne le moteur à jet	629.134353J63c
Vidéo Essais non destructifs	620.1127N812aF
Vidéo Moteur	

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

Les étudiants sont invités à consulter le site web pour les règles particulières à ce cours :

www.college-em.qc.ca/ena/propulseur/reglements

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.

Chronologie et synchronisation de l'enseignement de la théorie et du laboratoire

	Théorie		Laboratoire
1	Plan de cours. Introduction. Historique.	1	Plan de cours. Introduction. Visite et sécurité. Introduction à la révision d'un moteur à 4 temps selon la procédure aéronautique.
2	Classification selon leur mode. Définitions moteur.	2	Familiarisation avec : manuel du manufacturier, les outils, les réquisitions, le moteur et le cahier de laboratoire. S.I.M.D.U.T. Outils spéciaux. Explication du fil frein. Début du démontage étudiant.
3	Fonctionnement des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes.	3	Démontage (suite et fin). Nettoyage. Bilan de démontage et commande des pièces manquantes.
4	Fonctionnement des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes (suite et fin).	4	Fin nettoyage et inspection visuelle. Évaluation #1 10%
5	Évaluation #1 (15%).	5	Inspection dimensionnelle : dénivellation, alésage/diamètre, conicité/ovalisation, outils de mesure, jeux, gauchissement, couple de serrage.
6	Fonctionnement des moteurs à combustion à 2 temps. Correction de l'examen. Fonctionnement des moteurs à combustion interne Diesel et Wankel ainsi que leurs composantes.	6	Inspection dimensionnelle (suite) : jeux de segments, face, portée et marge de la soupape/siège et le guide.
7	Processus de la combustion.	7	Bancs d'essai. (O-200 ou IO-540) Inspection dimensionnelle (suite).
8	Système de carburation.	8	Inspection dimensionnelle (suite et fin).
9	Système d'allumage et ses composantes. Système de lubrification, refroidissement et de suralimentation.	9	Évaluation #2 (10%). Réparation du moteur.
10	Évaluation #2 (15%).	10	Correction de l'examen. Remontage: piston et segments, piston et bielle, soupape, jeux (soupape, vilebrequin), début du remontage.
11	Correction de l'examen. Calculs théoriques : révision de physique, cylindrée, rapport volumétrique, etc.	11	Remontage et ajustement des systèmes (suite).
12	Puissance : IHP, BHP, FHP. Facteurs de correction.	12	Remontage (suite et fin). Démarrage et recherche de panne(s).
13	Rendement : mécanique, volumétrique, thermique. Consommation spécifique. Introduction aux moteurs à réaction (début).	13	Démarrage. Dépannage. Évaluation pratique 10%
14	Moteur à réaction (suite et fin).	14	Postes : dynamomètre, turbine,
15	Évaluation sommative (20%).	15	Évaluation sommative (20%).