



Collège
Édouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

280-135-EM
AUTOMNE 2009
Propulseur

PLAN DE COURS

COURS : Introduction aux propulseurs d'aéronefs

PROGRAMME : 280.B0 Techniques de construction aéronautique

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

PONDÉRATION : Théorie : 3 Pratique : 2 Étude personnelle : 1

Professeur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Désautels Guy	D-113B	4395	guy.desautels@college-em.qc.ca
Ladouceur Patrick	D-113B	4732	patrick.ladouceur@college-em.qc.ca
Lalonde Marc	D-113B	4731	marc.lalonde@college-em.qc.ca
Morin Didier	B-121	4258	didier.morin@college-em.qc.ca
Neault Jean-Louis	C-163B	4204	jean-louis.neault@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 en **construction d'aéronefs**. Il est situé en première année.

Au terme de ce cours, l'étudiant sera capable d'établir des relations entre les caractéristiques de fonctionnement d'un aéronef et les principes de construction.

Il sera capable de relier les caractéristiques des composants d'un propulseur aux exigences fonctionnelles établies.

Pour les étudiants de **construction d'aéronefs** 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 sont prioritaire au domaine de l'aéronautique.

OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S) (CAHIER COLLÉGIAL 89-92)

Explorer les propulseurs à piston et à turbine et leurs systèmes avec le plus de manipulations possibles. 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 telles la présentation sur écran électronique au simple tableau, l'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 est essentiellement de la manipulation de divers moteurs et maquettes afin de visualiser la fabrication des composants qui constituent les propulseurs à piston et à turbine.

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, la partie pratique est essentiellement composée de courtes présentations magistrales de technologie de laboratoire suivies de manipulations sur moteurs, maquettes et équipements par petites équipes d'étudiants.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

Il est à noter que la partie théorique est divisée en deux grandes phases. La première sur LES MOTEURS À PISTON ou l'on découvre la construction et l'interrelation des pièces et systèmes utiles au bon fonctionnement de ceux-ci. La deuxième phase est sur LES MOTEURS À TURBINE ou l'on découvre aussi la construction et l'interrelation des pièces et systèmes utiles au bon fonctionnement de ces derniers. Il est à noter aussi qu'une courte introduction aux carburants, lubrifiants et performances moteurs nous permet ainsi de faire une brève évaluation comparative de ceux-ci.

PÉRIODE DES ACTIVITÉS : PHASE 1 LES MOTEURS À PISTON (semaines 1 à 8)

OBJECTIF D'APPRENTISSAGE 1 :

Énoncer les principes de base des propulseurs à piston à l'aide du cycle Otto. Expliquer les fonctions des pièces composantes et leurs procédés de fabrication selon les matériaux utilisés. Expliquer le fonctionnement et la construction des divers systèmes auxiliaires et la façon de mesurer la performance des moteurs.

CONTENU :

Bref historique.

Pour un moteur d'aéronef fonctionnant sous le cycle OTTO :

- définition du cycle théorique;
- application pratique du cycle (température, pression).

Types de moteurs à piston :

- pièces constituantes (fonctions et fabrication) : cylindre; piston; bielle; arbres; roulements; segments.

Carburants :

- composition;
- pouvoir calorifique;
- combustion;
- mélange air-carburant.

Système d'alimentation (air-carburant) :

- carburateur;
- injection;
- suralimentation (turbo).

Système d'allumage et démarrage :

- divers systèmes.

Autres systèmes.

Performances moteurs à piston.

ACTIVITÉS D'ÉTUDE PERSONNELLE : Pour chaque thème 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 questionnaires formatifs utilisés dans les notes de cours (s'il y a lieu).

PÉRIODE DES ACTIVITÉS : PHASE 2 LES MOTEURS À TURBINE (semaines 8 à 15)

OBJECTIF D'APPRENTISSAGE 2 :

Énoncer les principes de base des propulseurs à turbine à l'aide du cycle Brayton. Expliquer les fonctions des pièces composantes et leurs procédés de fabrication selon les matériaux utilisés. Nommer les divers systèmes auxiliaires nécessaires au fonctionnement des moteurs à turbine et expliquer la façon de mesurer la performance de ceux-ci.

Pour un moteur d'aéronef fonctionnant sous le cycle BRAYTON :

- définition du cycle théorique;
- application pratique du cycle théorique (température, pression);
- types de moteurs à turbine;
- pièces constituantes (fonction et fabrication) : manche d'entrée d'air; bâti avant; compresseur (axial, centrifuge); roulements; diffuseur; chambres de combustion; turbines; tuyère d'échappement ou canal d'éjection.

Carburants et système d'alimentation :

- composition;
- pouvoir calorifique;
- combustion;
- mélange air-carburant.

Système d'allumage et démarrage.

Évaluation rapide des performances de moteurs à turbine.

Pour les moteurs à piston et à turbine :

- lubrifiants : composition; viscosité; lubrifiants synthétiques.
- système de lubrification : pompes; filtres; refroidisseur; soupapes; gicleurs; étanchéité (joint labyrinthe, etc.).

ACTIVITÉS D'ÉTUDE PERSONNELLE : Pour chaque thème 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, réponses aux questions formatives utilisées dans les notes de cours (s'il y a lieu).

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

La partie pratique est aussi divisée en deux grandes phases, l'une sur les MOTEURS À PISTON et l'autre sur les MOTEURS À TURBINE.

Il est à noter que la partie pratique ou laboratoire tourne essentiellement autour d'une visualisation et d'une constatation de la fabrication des divers pièces et composants qui interagissent pour un bon fonctionnement des moteurs à piston et à turbine.

PÉRIODE DES ACTIVITÉS : PHASE 1 MOTEURS À PISTON (Semaines 1 à 8)

OBJECTIF D'APPRENTISSAGE 1 :

À partir des contraintes que subissent les pièces de moteurs à piston l'étudiant devra être capable d'identifier les différents matériaux et méthodes de fabrication utilisés.

CONTENU :

MOTEUR À PISTON D'AÉRONEFS

- Démontage et remontage.
- Agencement des constituantes
- Relation et synchronisation entre les différentes constituantes.
- Matériaux utilisés.
- Méthodes de fabrication.
- Systèmes.
- Pouvoir calorifique supérieur.
- Familiarisation au banc d'essais, collecte de données, calculs de performances.

PÉRIODE DES ACTIVITÉS : PHASE 2 MOTEURS À TURBINE (Semaines 9 à 15)

OBJECTIF D'APPRENTISSAGE :

À partir des contraintes que subissent les pièces de moteurs à turbine l'étudiant devra être capable d'identifier les différents matériaux et méthodes de fabrication utilisés.

CONTENU :

MOTEUR À TURBINE D'AÉRONEFS

- Démontage et remontage.
- Types de moteurs et caractéristiques.
- Système d'air.
- Système d'huile.
- Système d'alimentation.
- Familiarisation au banc d'essais, collecte de données, target.

ACTIVITÉS D'ÉTUDE PERSONNELLE : Pour chaque poste l'étudiant devra lire à l'avance et parfois trouver l'information pertinente afin de préparer le laboratoire suivant. À la demande du professeur l'étudiant ou l'équipe devra remettre les questionnaires appropriés ou faire un compte rendu du laboratoire.

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 phase 1 Moteur à piston	Semaine 8	25%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif)	Individuel	Objectif phase 2 Moteur à turbine	Semaine 15	25%

SOUS-TOTAL : 50%

PARTIE LABORATOIRE

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 (piston)	Semaine 8	20%
Remettre un compte rendu ou questionnaire par poste à la demande du professeur (sommatif)	Individuel ou par équipe	Objectif phase 1 et phase 2	Semaine suivant le laboratoire en question	10%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif et normatif)	Individuel	Objectif de la phase 2 (turbine)	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.

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 durant la 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 durant la 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 le local propre et bien rangé. Un responsable de cours peut-être nommé à chaque semaine pour cette fin. Le port du sarrau est obligatoire. Il est naturellement interdit de fumer boire et manger dans les locaux de laboratoire.

À la fin d'une manipulation, le matériel utilisé devra être nettoyé, lavé et remis en place. Les postes de travail ainsi que le local devront rester propre. Pour tout manquement à ces règles des points pourront être enlevés par le professeur.

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 (ENA).

MÉDIAGRAPHIE

ASTM (American Society for Testing and Materials), *Annual Book of ASTM Standard, Section 5 : Petroleum Products, Lubricants, Fossil Fuel*, 2002. 665.530218A512 (consultation seulement)

CHARLES &. OTIS, *Aircraft Gaz Turbine Powerplants*, Jeppesen, 1997. 629.134353088a

DALE Crane, *Aviation Maintenance Technician Series Powerplant* (pistons et turbines), ASA, 1996. 629.134350288C891a

"IAP", *Aircraft Reciprocating Engines*, EA-ARE, Training Manual.

JOLICOEUR Richard, *Carburants, lubrifiants et plastiques*, Griffon d'argile, 1992. 629.134351J75c

KROES & WILD, *Aircraft Powerplants* (pistons et turbines), Glencoe 7th edition, 1995. 629.13435M158a

PRATT & WHITNEY Canada, *The PT6A-21, 27 and 28 Turboprop Engines : Descriptive Notes*, 1984. 629.1343532P913p

TREAGER Irwin, *Aircraft Gaz Turbine Engine Technology*, 3e édition, McGraw-Hill, 1996. 629.134353T784a

TREAGER Irwin, traduction Féminier Didier, *Les réacteurs*, les éditions Richelieu Ltée, 1989. 629.13435T784JFf

Vidéo : "Comment fonctionne le moteur à jet ?" 629.134353J6

Vidéo : "Moteurs". 629.1345P913m

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 :

<http://www.college-em.qc.ca/>
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 apporté à ces périodes pour s'adapter à des problèmes de logistique.

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

SEMAINE		THÉORIE	LABORATOIRE
1	MOTEURS À PISTONS	Introduction	Introduction
2		Cycle Otto (piston)	Moteur Briggs & Stratton (ensemble de pièces mobiles)
3		Pièces constituantes d'un moteur d'aéronef (piston)	Moteur Continental 0-200 (cylindre)
4		Carburants et combustion (piston)	Moteur Continental 0-200 (carter)
5		Carburant (piston)	Pouvoir calorifique et mélange stœchiométrique (bombe calorimétrique)
6		Allumage et démarrage (piston)	Banc d'essai Continental 0-200 (familiarisation)
7		Performances de moteur (piston)	Petit banc d'essai avec dynamomètre (calculs de performances du Briggs & Stratton)
8		Examen #1	Examen #1
9	MOTEURS À TURBINE	Cycle Brayton et types de moteurs (turbine)	Divers types de moteurs à turbines (schémas de moteurs et fiches techniques)
10		Sections et pièces constituantes (turbine)	Ouverture et fermeture flasque C du ST-6 (section chaude)
11		Pièces constituantes (suite)	Ouverture et fermeture boîtier accessoires (moteur PT6)
12		Carburant et circuit d'alimentation (turbine)	Système de lubrification d'une turbomachine (circuit d'huile du moteur PT6 – A27)
13		Allumage et démarrage (turbine)	Familiarisation avec le banc d'essai (moteur PT6)
14		Lubrifiants et circuits de lubrification ses moteurs (piston et à turbine)	Système d'air et de carburant (moteur PT6)
15		Examen final	Examen final