

## 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 :**

#### **Stratégie d'enseignement**

Utilisant diverses méthodes pédagogiques, 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 :**

#### **Stratégie d'enseignement**

La partie laboratoire tourne essentiellement autour de la manipulation de divers moteurs et maquettes afin de visualiser la fabrication des divers composants qui constitue 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 des divers moteurs, maquettes et équipements par de 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 petite 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'allumage et démarrage :

- divers systèmes

Système d'alimentation (air-carburant) :

- carburateur
- injection
- suralimentation (turbo)

Autres systèmes

Performances moteurs à piston

- Révision notions de physique (travail, couple, puissance).

**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.

**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, faire les questions formatives utilisées dans les notes de cours.

## 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 performance.

### **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	20%
Examen écrit contenant des questions à choix multiples et des questions à développement. (sommatif)	Individuel	Objectif phase 2 (inspection)	Semaine 15	30%

**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	Semaine 8	20%
Remettre un compte rendu ou questionnaire par poste à la demande du professeur (sommatif)	Individuel ou par équipe	Objectif fin de la 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	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 » des centres de documentation du Collège. Voici les adresses :

CRD du campus de Longueuil :  
[www.college-em.qc.ca/biblio](http://www.college-em.qc.ca/biblio)

CRD de l'ÉNA :  
[www.ena.college-em.qc.ca/crdena](http://www.ena.college-em.qc.ca/crdena)

### **(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.

À la demande de la Direction de l'ÉNA, les élèves de 3e année, en provenance du collège John Abbott, seront exonérés de l'application de la PVLf, l'intention étant de leur faciliter la transition au système francophone. L'élève du collège John Abbott peut se prévaloir du privilège de répondre aux épreuves d'évaluation en anglais, après entente avec le professeur concerné.

Par contre, ces mêmes élèves doivent démontrer la même qualité et la même rigueur quant à la formulation de leurs réponses et ainsi se conformer à l'article 4.1.2 de la PVLf, dans le sens que l'élève doit présenter ses travaux dans un anglais correct.

## 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. 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 resté propre. Pour tout manquement à ces règles des points pourront être enlevés par le professeur.

## MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

Cahiers de cours et manuel appropriés

Calculatrice

Sarrau (ENA), chiffon (ENA), lunettes de sécurité....

## 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.collegeem.qc.ca](http://www.collegeem.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

### (1) Présence aux cours

Il est de la responsabilité de l'étudiant d'être présent à tous ses cours et de participer activement aux activités d'apprentissage prévues par l'enseignant.

Dans le cas d'absence pour des raisons graves (maladie, décès d'un proche, événement de force majeure, etc.), l'élève est seul responsable de faire toutes les démarches nécessaires dans les trois jours suivant son retour à l'ÉNA :



- a) rencontrer ou tenter de rencontrer le professeur en déposant, dans sa case postale, un message écrit, daté par le secrétariat pédagogique au jour du retour de l'élève à l'ÉNA. L'élève devra y faire apparaître les périodes où il sera disponible pour rencontrer le professeur. À la suite de ceci, le professeur s'engage à fixer, à l'intérieur d'une période de 24 heures, un rendez-vous avec l'élève. L'élève n'ayant pas exercé ses responsabilités se verra octroyer une absence non motivée;
- b) informer le professeur du motif justifiant son absence afin de suivre les dispositions applicables advenant une absence à la date de remise ou à la date de réalisation d'une évaluation;
- c) convenir avec le professeur, s'il y a lieu, pour reprendre ou remettre un travail évalué;
- d) s'enquérir des sujets enseignés et des objectifs atteints pendant son absence;
- e) prendre connaissance des exigences applicables (contenu, critères d'évaluation et échéance) concernant les travaux évalués ayant été requis pour, pendant ou après son absence.

## **(2) Présence aux cours – normes de Transports Canada**

Le Département compile les absences des étudiants inscrits aux programmes d'études Avionique (280.04) et Entretien d'aéronefs (280.03) selon les exigences de Transports Canada. L'application de la politique de Transports Canada sur le contrôle des absences est disponible dans l'agenda étudiant sous la rubrique « Privilèges accordés par Transports Canada ».

## **(3) Retards**

Un élève qui arrive plus de 10 minutes après le début de la première période d'un cours peut être considéré absent pour cette période à la discrétion du professeur.

Aucun retard n'est toléré pour les périodes subséquentes de ce même cours.

À la suite d'une pause entre les périodes, l'élève doit se présenter à l'heure fixée par le professeur. L'élève qui arrive en retard au-delà des délais des pauses entre les périodes peut se voir refuser l'accès à la période de cours.

## **(4) Absence du professeur**

Sauf pour le cas où un avis d'absence du professeur a été émis, l'élève doit attendre 10 minutes avant de considérer le professeur absent pour la première période de cours. Un avis d'absence du professeur, lorsqu'il y a lieu, sera affiché à l'écran de téléaffichage.

## **(5) Critères d'évaluation**

Les évaluations sommatives sont de type traditionnel (à développement), ou à choix multiples, ou combinent les deux formes.

Les évaluations formatives sont sous forme de questionnaires écrits ou oraux, de rapports écrits et de travaux pratiques.

L'élève se doit de répondre aux interrogations en fonction du contenu de la question posée.

Le professeur, évaluant une épreuve, n'interprétera pas ce que l'élève a tenté de communiquer, mais bien ce qui a été dit ou écrit par l'élève.

L'énoncé, soumis par l'élève en guise de réponse à une épreuve d'évaluation, sera évalué en fonction des critères suivants :

- respect de la consigne émise dans l'interrogation (ex. : décrire, expliquer, commenter, définir, etc.);
- véracité et validité de l'énoncé;
- précision et exactitude technique;
- qualité du contenu et complétude.

Le vocabulaire technique spécialisé devra être utilisé conformément aux définitions élaborées en classe.

La somme des épreuves donne une note finale de 100%. Cette valeur première est une évaluation de l'apprentissage technique de l'élève, par contre d'autres critères auront pour effet une correction négative (ex. : présentation, PVLf, retard, etc.).

Le succès de l'élève ne repose pas que sur sa maîtrise de la discipline technique suivie mais aussi sur la qualité de ses ouvrages et de son rendement personnel.

La forme et la qualité de présentation d'un travail rédigé par l'élève seront évaluées jusqu'à concurrence de -10% de la valeur de l'épreuve.

#### **(6) Révision de notes**

Ne sera prise en considération que la révision de note accompagnée d'un motif valable. Les motifs suivants seront considérés : erreur de compilation de notes, erreur de correction d'une évaluation pour laquelle l'étudiant n'a pas eu la possibilité de demander une révision en cours de session.

Dans le cas où la révision de note est perçue comme irrecevable, le formulaire de révision de note est signé par la coordination du Département et retourné à la Direction des études.

Si un étudiant désire être entendu par le comité de révision, il devra se présenter à la date et à l'heure fixées par le comité de révision.

#### **(7) Plagiat**

Voir l'article 6.6 de la Politique institutionnelle des apprentissages (PIÉA).

### 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**

<b>SEMAINE</b>	<b>THÉORIE</b>	<b>LABORATOIRE</b>
1	Introduction	Introduction
2	Cycle Otto (piston)	Moteur B & S (ensemble de pièces mobiles)
3	Pièces constituantes d'un moteur d'aéronef (piston)	Moteur "0" 200 Continental (cylindre)
4	Carburants et combustion (piston)	Moteur "0" 200 Continental (carter)
5	Allumage et démarrage (piston)	Pouvoir calorifique supérieur (bombe calorimétrique)
6	Carburant (piston)	Banc d'essais du "0" 200 Continental (familiarisation)
7	Performances de moteur (piston)	Dynamomètre et banc d'essais (calcul de performances)
8	<b>Examen #1</b>	<b>Examen #1</b>
9	Cycle Brayton et types de moteurs (turbine)	Divers types de moteurs à turbines (moteurs en coupe et vues en coupe)
10	Sections et pièces constituantes (turbine)	Démontage et remontage flasque C (moteur PT6)
11	Pièces constituantes (suite)	Démontage et remontage boîtier accessoires (moteur PT6)
12	Carburant et circuit d'alimentation (turbine)	Système de lubrification (moteur PT6)
13	Allumage et démarrage (turbine)	Système d'air et système carburant (moteur PT6)
14	Lubrifiants et circuits de lubrification ses moteurs (piston et à turbine)	Familiarisation avec le banc d'essais (moteur PT6)
15	<b>Examen final</b>	<b>Examen final</b>