



## PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Le cours PERFORMANCES DE MOTEURS D'AÉRONEFS vise à :

- comprendre les performances des moteurs à pistons et à turbines pour pouvoir les utiliser dans leur plage d'opérations optimum;
- pouvoir effectuer de la recherche de panne d'un moteur en repérant une performance réduite et en la comparant à une performance idéale.

**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 *Techniques 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 de l'ÉNA 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)

026B – Vérifier les performances de moteurs à pistons et de moteurs à turbine.

## OBJECTIF TERMINAL DE COURS

Vérifier les performances des moteurs à pistons et turbines.

## ORIENTATIONS PÉDAGOGIQUES

### Partie théorique :

La méthode, le style d'enseignement et d'apprentissage utilisent des moyens didactiques standards comme :

- cours magistraux,
- utilisation de maquettes de moteurs,
- films,
- pièces,
- notes de cours Powerpoint.
- Pour cette session, les cours théoriques seront données à distance en mode synchrone, c'est-à-dire en directe. La plateforme Microsoft Teams sera utilisée pour la distribution des documents du cours et aussi pour la visioconférence.

### Partie pratique :

La méthode, le style d'enseignement et d'apprentissage utilisent des moyens didactiques standards comme :

- Pour cette session, les cours de laboratoire auront lieu en présentiel, car le local attribué au cours peut accepter 14 étudiants en respectant les normes du cégep pour la distanciation.
- notes de cours Powerpoint,
- pièces et moteurs opérationnels,
- moteur Volvo Diesel,

- moteurs Chrysler et Volkswagen à essence,
- turbomoteur Rover,
- turboréacteur SR-30,
- thermopompe.

Pour lectures de données et pour fins d'analyse :

- instrumentation de mesure.

L'étudiant réalisera des essais de moteur en laboratoire.

### **PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE**

**Période des activités : 1<sup>ère</sup> à 15<sup>e</sup> semaines**

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1. Maîtrise de calcul simple et des unités avec l'équation des gaz parfaits et du travail.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unités de bases employées dans le système international, leur interrelation et leur simplification.</li> <li>▪ Association des unités de base à leur concept physique (ex. : pour le travail, des Joules).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours PowerPoint</li> <li>▪ Exercices</li> </ul>

**Période des activités : 6<sup>e</sup> à 15<sup>e</sup> semaines**

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
<p>2.1 Appliquer le premier principe de thermodynamique.</p> <p>2.2 Faire le lien entre la chaleur et le travail.</p> <p>2.3 Calculez le rendement d'une machine thermique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analyse des performances des moteurs à l'aide des outils (concepts) que nous offre la thermodynamique dont : le premier principe, le système fermé, le système ouvert (volume de contrôle), le principe de conservation de la masse, le second principe, l'écoulement en régime permanent, etc.</li> <li>▪ Identification et utilisation à des fins d'analyse, des variables thermodynamiques suivantes : pression, température, masse volumique, énergie interne, enthalpie, entropie, etc.</li> <li>▪ Maîtrise de l'équation des gaz parfaits, ses limites, le concept des chaleurs massiques (constantes et variables) s'y rattachant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours PowerPoint</li> <li>▪ Exercices</li> </ul>

**Période des activités : 11<sup>e</sup> à 15<sup>e</sup> semaines**

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
3.1 Expliquer les détails se rapportant aux cycles de puissance.	Principe des cycles suivants : le cycle de Carnot, le cycle d'Otto, le cycle de Diesel, le cycle de Brayton et ses variantes (régénérateur, post-combustion).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notes de cours PowerPoint</li> <li>▪ Exercices</li> </ul>
3.2 Expliquer les performances des types de moteurs à turbines.	Turboréacteur, turbosoufflante, turbopropulseur, soufflante à réducteur.	

**PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE**

**Période des activités : Toute la session**

Objectifs d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
<p>1.1 Définir les courbes caractéristiques des différents moteurs : Diesel, à essence et à turbines.</p> <p>1.2 Utiliser les différents appareils de mesure.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avec les instruments tels que le dynamomètre, manomètre à liquide, densimètre, calcul du couple, la puissance, le débit de carburant, le débit d'air, la consommation spécifique et le rapport essence/air.</li> </ul>	
<p>2.1 Démontrer les différents principes d'une thermopompe.</p> <p>2.2 Pouvoir effectuer certains calculs d'échange d'énergie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avec la mesure des pressions et des températures, calcul des échanges de chaleur.</li> </ul>	
3. Étudier l'effet du mélange air/essence dans un moteur à piston.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calcul théorique du mélange air/essence.</li> <li>▪ Mesure et calcul des effets d'un mélange différent sur la température à l'échappement, le couple, la puissance et la consommation spécifique.</li> </ul>	
4. Établir les bilans énergétiques des différents moteurs à pistons et à turbines.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avec l'énergie provenant du carburant, mesure et calcul de la répartition de cette énergie dans un moteur.</li> </ul>	
5. Calculer les rendements des différentes composantes des moteurs à turbines.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mesure et calcul de la puissance reçue ou fournie et le rendement de chaque composante et de la poussée globale du moteur.</li> </ul>	

## MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

### Partie théorique

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 (%)
Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines.	Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice. Examen commun	1	Précision des calculs. Respect des unités.	5 <sup>e</sup> semaine Durant la période d'examen commun	15%
Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines.	Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice. Examen commun	1et 2	Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs.	10 <sup>e</sup> semaine Durant la période d'examen commun	15%
Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines.	Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice. Examen commun	tous	Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs.	14 <sup>e</sup> semaine Durant la période d'examen commun	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 (%)
Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines.	Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice.	1, 2	Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs.	7 <sup>e</sup> semaine <b>Selon l'horaire régulier des cours</b>	20%
Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines.	Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice.	3, 4, 5	Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs.	14 <sup>e</sup> semaine <b>Selon l'horaire régulier des cours</b>	30%

**Sous-total : 50%**

**TOTAL : 100%**

## CHRONOLOGIE ET SYNCHRONISATION THÉORIE/LABORATOIRE

Sem	Théorie 3 heures	Laboratoire 3 heures
1	Introduction à la thermodynamique	Introduction aux performances moteurs
2	Loi des gaz parfaits	Performances moteur diesel Volvo
3	Poussée d'Archimède	Performances moteur à essence Chrysler
4	Chaleur	Performances moteur Jet fuel SR-30
5	<b>Examen 15%</b>	Performances moteurs Piston vs Turbine
6	Travail	Mélange Air/Essence sur moteur Chrysler
7	1 <sup>ère</sup> Loi systèmes fermés	<b>Examen 20%</b>
8	Performance des turbopropulseurs	Bilan énergétique sur moteur Chrysler
9	Performance des turbosoufflantes	Principe d'une thermopompe
10	<b>Examen 15%</b>	Performances moteur JT-8/ Étude de cas
11	1 <sup>ère</sup> Loi systèmes ouverts	Performances turbomoteur Rover
12	Rendement moteur	Performances moteur Volkswagen
13	2 <sup>e</sup> Loi de la thermodynamique	Poussée et traction / Calcul de rendements
14	<b>Examen final 20%</b>	<b>Examen final 30%</b>

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

- Calculatrice SHARP EL 531.

### MÉDIAGRAPHIE

Ahmed F. El-Sayed, *Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines*, CRC Press, 2008

Saeed Faroki, *Aircraft Propulsion*, John Wiley & Sons, Inc, 2009

VAN Wylen, *Thermodynamique appliquée*, éd. Renouveau pédagogique, Montréal, 736 p., 1981.

MATTINGLY, JACK D. *elements of gaz turbine propulsion*, McGraw-hill, inc 1996

Bensimhon V. *Fonctionnement hors adaptation des turbomachines Masson, physique fondamentale et appliquée.*

Walsh P.P. et Fletcher P. *Gas Turbine Performance* The American Society of Mechanical Engineers

Wilson David Gordon et Korakianitis Theodosios *The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines* Prentice Hall

## 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](http://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 AU COURS

- Sarrau (ENA).
- Lunettes de sécurité.
- Souliers de sécurité.



## **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.

## **LE CENTRE DE SERVICES ADAPTÉS – POUR LES ÉTUDIANTS EN SITUATION DE HANDICAP**

Les étudiants ayant un diagnostic d'un professionnel (limitations motrices, neurologiques, organiques, sensorielles, troubles d'apprentissage, de santé mentale, trouble du spectre de l'autisme ou autres) ou ayant une condition médicale temporaire peuvent faire une demande pour obtenir des mesures adaptées. Pour avoir accès à ce service, faites parvenir votre diagnostic soit par MIO à "Service, CSA-ENA" ou par courriel à [servicesadaptesena@cegepmontpetit.ca](mailto:servicesadaptesena@cegepmontpetit.ca)

Si vous avez déjà un plan de mesures adaptées avec le CSA, vous êtes invités à communiquer avec votre professeur dès le début de la session afin de discuter avec lui des mesures d'accommodement déterminées par le CSA.