



Plan de cours

COURS : Performances de moteurs d'aéronefs

PROGRAMME : 280.C0 Entretien d'aéronefs



DISCIPLINE : 280 Aéronautique

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

| Professeur-s du cours | bureau |  poste |  courriel ou site Web |
|-----------------------|--------|---|--|
| Vincent Michel | D-113D | 4676 | vincent.michel@ena.ca |
| Patrick Ladouceur | D-113C | 4732 | patrick.ladouceur@cegepmontpetit.ca |

Période de disponibilité aux étudiants

| | LUNDI | MARDI | MERCREDI | JEUDI | VENDREDI |
|------------|-------|-------|----------|-------|----------|
| Avant-midi | | | | | |
| Après-midi | | | | | |
| Autre | | | | | |

| Coordonnateur du département | bureau |  poste |  courriel |
|------------------------------|--------|---|--|
| Louis Deschênes | D-113D | 4607 | louis.deschenes@ena.ca |

1 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.
- être capable de comparer les performances de divers aéronefs avec différents types de moteurs.

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 [Ma réussite à l'ÉNA](#) sous la rubrique « Privilèges accordés par Transports Canada ».

2 COMPÉTENCE(S) DU PORTRAIT DU DIPLÔMÉ

Effectuer la maintenance de propulseurs.

3 OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S)

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

4 OBJECTIF TERMINAL DE COURS

– À la fin du cours, l'étudiant sera en mesure de vérifier les performances des moteurs à pistons et turbines.

5 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.

Partie pratique :

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

- notes de cours Powerpoint,
- pièces et moteurs opérationnels,
- moteur Volvo Diesel,
- moteurs Chrysler et Volkswagen à essence,
- turbopropulseur PT6A,
- 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.

6 PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

| SEM | NUMÉRO DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE | CONTENU | MODE DE FONCTIONNEMENT ET LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE | RESSOURCES ET OUTILS TECHNOLOGIQUES (Lien URL) |
|-----|--------------------------------------|---|---|--|
| 1 | 1 | – Introduction à le thermodynamique | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 2 | 2 | – Loi des gaz parfait | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 3 | 2, 3 | – Correction de la puissance – Courbes de puissance des moteurs à piston | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 4 | 4 | – Chaleur | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 5 | 1, 2, 3 | – Travail | Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 6 | 4 | – 1 ^{ère} Loi systèmes fermés | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 7 | 1, 2, 3, 4 | – Examen 20% | – En présentiel. | |
| 8 | 6 | – Performance des turbopropulseurs | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 9 | 6 | – Performance des turbosoufflantes | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 10 | 7 | – 1 ^{ère} Loi systèmes ouverts | Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 11 | 8 | – Rendement moteur | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 12 | 8 | – Rendement moteur | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 13 | 9 | – Analyse de performance ECTM | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 14 | 9 | – Analyse de performance ECTM | – Formation en présence. | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 15 | Tous | – Examen final 30% | En présentiel. | |

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.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

Période des activités : 1^{ère} à 4^e semaines

| Objectif d'apprentissage | Contenu |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Expliquer le Fondement de la thermodynamique 2. Maîtrise de calcul simple et des unités avec l'équation des gaz parfaits et du travail. 3. Déterminer les facteurs ayant une influence sur les performances | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Historique des machines thermiques et leur relation avec la propulsion ▪ Unités de bases employées dans le système international, leur interrelation et leur simplification. ▪ Identification et utilisation à des fins d'analyse, des variables thermodynamiques suivantes : pression, température, masse volumique, ▪ Équation des gaz parfait ▪ Équations de correction et tables de l'atmosphère |

Période des activités : 6^e à 9^e semaines

| Objectif d'apprentissage | Contenu |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 4. Faire le lien entre la chaleur et le travail. 5. Appliquer le premier principe de thermodynamique dans un système fermé 6. Expliquer les performances des types de moteurs à turbines | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Développer les équations pour le calcul du couple, du travail mécanique et électrique et de la puissance ▪ Maîtrise de l'équation de la première Loi en système fermé, ses limites, le concept des chaleurs massiques (constantes et variables) s'y rattachant. ▪ Identifier les calculs de performance liés aux différents types de moteur à turbine |

Période des activités : 11^e à 14^e semaines

| Objectif d'apprentissage | Contenu |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 7. Appliquer le premier principe de thermodynamique dans un système ouvert 8. Calculez le rendement d'une machine thermique. 9. Analyse des performances | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maîtrise de l'équation de la première Loi en système ouvert, volume de contrôle, le principe de conservation de la masse, l'écoulement en régime permanent, etc. ▪ Distinction juste des types de moteurs d'aéronefs à vérifier et des différents concepts de rendement ▪ Liens entre la thermodynamique et les vérifications prescrites par le manufacturier ▪ Procédure de vérification en relation avec le résultat recherché et des variables pertinentes |

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

| SEM | NUMÉRO DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE | CONTENU | MODE DE FONCTIONNEMENT ET LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE | RESSOURCES ET OUTILS TECHNOLOGIQUES (Lien URL) |
|-----|--------------------------------------|--|---|---|
| 1 | 1,1 | – Introduction aux performances moteurs | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ ou Teams |
| 2 | 1,1 - 1,2 | – Performances moteur diesel Volvo | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 3 | 1,1 - 1,2 | – Rendement volumétrique | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 4 | 1,1 - 1,2 | – Performances moteur Jet fuel SR-30 | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 5 | 1.1-1.2-1.3 | – Examen 15% | – En présentiel, à livre ouvert | – |
| 6 | 4 | – Performances moteurs Piston vs Turbine | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 7 | 4 | – Mélange Air/Essence sur moteur Chrysler | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 8 | 4 | – Bilan énergétique sur moteur Chrysler | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 9 | 2,1 – 2,2 | – Principe d'une thermopompe | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 10 | 5 | – Examen 15% | – En présentiel, à livre ouvert | – |
| 11 | 4 - 5 | – Performances moteur JT-8/ Étude de cas | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 12 | 1,1 -1,2 - 4 | – Rendement turbopropulseur PT6A | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 13 | 5 | – Performances moteur Volkswagen | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 14 | | – Poussée et traction / Calcul de rendements | – En présentiel | Présentation du cours disponible sur LEA et/ou Teams |
| 15 | Tous | – Examen final 20% | – En présentiel, à livre ouvert | |

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.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

Période des activités : **Toute la session**

| Objectifs d'apprentissage | Contenu |
|---|---|
| <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"> ▪ 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. |
| <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"> ▪ Avec la mesure des pressions et des températures, calcul des échanges de chaleur. |
| <p>3. Étudier l'effet du mélange air/essence dans un moteur à piston.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Calcul théorique du mélange air/essence. ▪ Mesure et calcul des effets d'un mélange différent sur la température à l'échappement, le couple, la puissance et la consommation spécifique. |
| <p>4. Établir les bilans énergétiques des différents moteurs à pistons et à turbines.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Avec l'énergie provenant du carburant, mesure et calcul de la répartition de cette énergie dans un moteur. |
| <p>5. Calculer les rendements des différentes composantes des moteurs à turbines.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesure et calcul de la puissance reçue ou fournie et le rendement de chaque composante et de la poussée globale du moteur. |

7 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. | 1, 2, 3 | Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des concepts | 7 ^e semaine | 20% |
| Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines. | Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice. | Tous | Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs. | 15 ^e semaine | 30% |

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, 3 | Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs. | 5 ^e semaine | 15% |
| Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines. | Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice. | 1, 3 | Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs. | 10 ^e semaine | 15% |
| Analyse des performances des moteurs à pistons et turbines. | Examen écrit individuel sur 3 périodes, avec calculatrice. | Tous | Précision des calculs. Respect des unités. Analyse juste des performances des moteurs. | 15 ^e semaine | 20% |

Sous-total : 50%

TOTAL : 100%

8 MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

Calculatrice **SHARP EL 531.**

9 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

10 CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

1. Note de passage

La note de passage du cours (PIEA, article 5.1m) est de 60 %.

2. Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire (PIEA 5.2.5.1).

N.B. : Les calculatrices programmables ne sont pas tolérées aux examens.

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 départementales** sont : Pénalité de 10 % par jour de retard, la note «0» sera attribuée après 6 jours.

<https://mareussite.cegepmontpetit.ca/ena/mon-parcours/mon-programme/regles-departementales>

4. Présentation matérielle des travaux

L'étudiant doit respecter les « Normes de présentation matérielle des travaux écrits » adoptées par le Cégep. Ces normes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://rmsh.cegepmontpetit.ca/normes-de-presentation-materielle-des-travaux-ecrits-du-cegep/>.

Les **pénalités départementales** concernant le non-respect des normes de présentation matérielle des travaux (PIEA, article 5.3.2) sont : Le travail sera remis à l'étudiant afin qu'il réponde aux normes fixées. Une perte de 10 % par jour de retard sera effective, la note «0» sera attribuée après 6 jours.

<https://mareussite.cegepmontpetit.ca/ena/mon-parcours/mon-programme/regles-departementales>

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.

Article 5.3.1 de la PIEA : « La maîtrise de la langue des étudiants est évaluée dans tous les cours où le français est la langue d'enseignement. » Au regard de l'importance d'une bonne maîtrise du français, nous vous invitons à consulter le site du Cégep Le français s'affiche (www.cegepmontpetit.ca/lefrançais-saffiche).

La **procédure départementale** d'évaluation de la qualité du français est : Jusqu'à 10% retranché sur la note finale.

<https://mareussite.cegepmontpetit.ca/ena/mon-parcours/mon-programme/regles-departementales>

11 MODALITÉS DE PARTICIPATION AU COURS

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

En cas de cours offert en visioconférence :

En participant à un cours donné en bimodal par le biais d'une plateforme de visioconférence, l'étudiant comprend et accepte que son image et sa voix puissent être captées dans le cadre de la prestation de cours. Cette captation sera uniquement visible en direct, par le professeur et les autres étudiants du groupe.

Pour des raisons pédagogiques, certaines captations pourraient être enregistrées. Le professeur devra informer clairement les étudiants, avant le début chaque enregistrement, que leur image et leur voix seront enregistrées. Si un étudiant s'oppose à ce que son image et/ou sa voix soient enregistrés, il pourra participer au cours en fermant sa caméra et son micro et communiquer par écrit selon les modalités précisées par le professeur. Autrement, l'étudiant qui utilise sa caméra ou son micro sera réputé avoir donné son consentement à l'enregistrement de sa voix et de son image. Les enregistrements de cours par visioconférence pourront être mis à la disposition uniquement des étudiants de tous les groupes du cours pour la durée de la session. Il est interdit de diffuser ces enregistrements de façon publique ou d'en faire une utilisation autre que pédagogique.

Aucun enregistrement d'un cours donné par visioconférence ne peut être fait par un étudiant sans obtenir l'accord du professeur au préalable. Les étudiants dont les renseignements (voix et images) sont recueillis peuvent exercer les recours pour les droits d'accès et de rectification prévus par la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels auprès de la Secrétaire générale du Cégep.

12 RÈGLES DÉPARTEMENTALES

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

<https://mareussite.cegepmontpetit.ca/ena/mon-parcours/mon-programme/regles-departementales>

13 POLITIQUES ET RÈGLES INSTITUTIONNELLES

Tout étudiant inscrit au 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.

14 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 plus d'information, veuillez consulter <https://mareussite.cegepmontpetit.ca/ena/mes-ressources/soutien-aux-apprentissages/centre-de-services-adaptes/>.

Pour avoir accès à ce service, faites parvenir votre diagnostic soit par MIO à "Service, CSA-ENA" ou par courriel à 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.

15 ANNEXE

GRILLE D'ÉVALUATION DU FRANÇAIS ÉCRIT

<https://mareussite.cegepmontpetit.ca/ena/mon-parcours/mon-programme/regles-departementales>

*Ces grilles d'évaluation ont été créées avec la collaboration de M. Jean-Sébastien Ménard, enseignant de littérature.