

PLAN DE COURS

COURS : Introduction à la thermodynamique des propulseurs

PROGRAMME : 280.B0 Techniques de génie aérospatial

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

PONDÉRATION : Théorie : 0 Pratique : 3 Étude personnelle : 1

Professeur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Champagne Robert	D-113C	4696	robert.champagne@cegepmontpetit.ca
Ladouceur Patrick	D-113C	4732	patrick.ladouceur@cegepmontpetit.ca
Michel Vincent	D-113D	4676	vincent.michel@cegepmontpetit.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	A134-A	4730	rejean.gauvreau@cegepmontpetit.ca

PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Ce cours est la suite du cours 280-135. Il se veut une suite logique à l'Introduction au propulseur, de façon à former un tout pour la sensibilisation aux connaissances nécessaires sur les propulseurs.

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.

OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S) OU COMPÉTENCE(S)

011X : Établir des relations entre les caractéristiques de fonctionnement d'un aéronef et les principes de construction.

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

Partie théorique :

Ce cours ne comporte pas de partie théorique.

Partie pratique :

- Démonstrations.
- Essais sur moteurs.
- Exemples de calculs.
- Courbes caractéristiques par l'élève.
- Tableaux des résultats par l'élève.
- Cours magistraux.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

Période des activités

Une partie pratique (3 périodes par semaine).

Une partie de travaux d'apprentissage (1 période minimum par semaine de travail à la maison).

Objectifs d'apprentissage

1. Démontrer les concepts de la thermodynamique sur des propulseurs à pistons ou à turbine.
2. Appliquer les concepts de travail, puissance et chaleur aux propulseurs.
3. Utiliser les concepts de température, pression, vitesse et consommation pour étudier les résultats de tests de propulseurs.
4. Tester les propulseurs en appliquant la loi des gaz parfaits et le théorème de Bernoulli.
5. Calculer des rendements énergétiques à partir de tests moteur.

Contenu

INTRODUCTION

(SEMAINE 1)

- Révision des unités de base.
- Conversion du système impérial au système international.

ÉTUDE PRATIQUE DU CYCLE OTTO

(SEMAINES 2 ET 3)

- Loi des gaz parfaits, théorème de Bernoulli appliqué aux mesures de débit des gaz (orifices étalonnés), énergie interne, enthalpie.
- Le frein dynamométrique – outil mathématique.
- Familiarisation à l'utilisation du frein dynamométrique – moteur diesel.
- Essai du moteur 4 courses sous le cycle OTTO.
- Prise de données (température, pression, débit, force, vitesse de rotation, etc.).
- Calculs des résultats : débit (air-carburant), couple, puissance, consommation spécifique.
- Analyse des résultats.
- Courbes caractéristiques.

ÉTUDE PRATIQUE DU CYCLE BRAYTON

(SEMAINE 4)

- Révision du cycle Brayton.
- La construction des freins dynamométriques.
- Essai d'un moteur à turbine sous le cycle Brayton.
- Prise de données (température, pression, débit, vitesse de rotation, etc.).
- Calculs des résultats : débit (air-carburant), puissance, consommation spécifique, etc.
- Analyse des résultats.
- Courbes caractéristiques.

EXAMEN 1

(SEMAINE 5)

ÉTUDE PRATIQUE DU CYCLE BRAYTON

(SEMAINE 6)

- Essai d'un moteur turbopropulseur sous le cycle Brayton.
- Prise de données N_F , N_G , couple, débit de carburant.
- Calculs des résultats : $N_{\text{Hélice}}$, puissance, consommation spécifique.
- Analyse des résultats.

ÉTUDE DE L'EFFET DE LA VARIATION DU RAPPORT ESSENCE/AIR

(SEMAINE 7)

- Révision de la notion de rapport essence/air pour moteurs sous le cycle OTTO et le cycle BRAYTON.
- Essai d'un moteur 4 courses sous le cycle OTTO.
- Prises de données (température, pression, débit, force, etc.).
- Calculs des résultats : couple, puissance, ratio A/E, consommation spécifique.
- Analyse des résultats.
- Courbes caractéristiques.

BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN MOTEUR 4 COURSES SOUS LE CYCLE OTTO

(SEMAINE 8)

- Premier principe de la thermodynamique.
- Notions de bilan énergétique.
- Essai d'un moteur 4 courses sous le cycle OTTO.
- Prise de données.
- Calculs des résultats.
- Analyse des résultats.
- Tableaux des résultats.

ÉCHANGE DE CHALEUR AVEC LA MAQUETTE THERMOPOMPE

(SEMAINES 9)

- Essai d'une maquette thermopompe.
- Prise de données : (température, pression, etc.)
- Calcul des échanges de chaleur.
- Analyse des résultats.
- Tableaux des résultats.

EXAMEN 2

(SEMAINE 10)

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES COMPOSANTES DES MOTEURS À TURBINE SOUS LE CYCLE BRAYTON

(SEMAINES 11 À 12)

- Second principe de la thermodynamique.
- Conversion de la masse.
- Rendement mécanique.
- Rendement thermique.
- Essai d'un moteur à turbine sous le cycle BRAYTON.
- Prise de données.
- Calculs des résultats.
- Analyse des résultats.

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE D'UN MOTEUR 4 COURSES SOUS LE CYCLE OTTO

(SEMAINE 13)

- Essai d'un moteur turbo sous le cycle Otto.
- Prise de données (température, pression, débit, vitesse de rotation, etc.).
- Calculs des résultats : débit (air-carburant), puissance, consommation spécifique, etc.
- Analyse des résultats.

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE D'UN MOTEUR ÉLECTRIQUE

(SEMAINE 14)

- Essai d'un moteur électrique avec hélice.
- Prise de données (poussée, puissance).
- Calculs des résultats : poussée/puissance.
- Analyse des résultats.

EXAMEN FINAL

(SEMAINE 15)

Activités d'étude personnelle

Révision du cours 280-135.
Lectures sur les propulseurs à pistons et à turbine.

SYNTHÈSE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

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 1	Avec documentation	1, 2, 3, 4	Semaine 5	30%
Examen 2	Avec documentation	1, 2, 3, 4	Semaine 10	30%
Examen final	Avec documentation	1, 2, 3, 4, 5	Semaines 15	40%

Total : 100%

CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

(1) Note de passage

La note de passage du cours est de 60%.

(2) Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire.

(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.

Les **pénalités départementales** concernant le non-respect des normes de présentation matérielle des travaux (PIEA, article 5.3.2) sont : <http://guideena.cegepmontpetit.ca/regles-des-departements/>.

MODALITÉS DE PARTICIPATION AU COURS

- Faire fonctionner les bancs d'essais.
- Relever les données sur les bancs d'essais.
- Calculer les résultats.
- Mettre les résultats en forme.

MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

- Calculatrice SHARP EL 531.
- Papier millimétrique ou quadrillé ¼ po.

MÉDIAGRAPHIE

Lichty, L.C. Combustion Engine Processes, 7e éd., McGraw-Hill, Toronto, 1967.

Megatech Corporation, Megatech Mark III, 1971.

NIT, Powerplants for Aerospace Vehicules, McGraw-Hill Book Co., 1965.

Principles of Engine Analysis, Go Power Systems, 1969.

Salmon, B. et J. Grossetête, Moteurs, École nationale de l'aviation civile, 1962.

Skrotzki, Basic Thermodynamics, McGraw-Hill Book Co., 1963.

Smith et Cooper, Elements of Physics, McGraw-Hill Book Co., 1963.

Van Wylen & Sonntag, Fundamentals of Classical Thermodynamics, John Wiley & Sons Inc., 1965.

Van Wylen & Sonntag, Thermodynamique appliquée, Éd. du Renouveau pédagogique, 1981.

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.

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/>.

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.