

## PLAN DE COURS

**COURS :** Forces et contraintes appliquées aux aéronefs I

**PROGRAMME :** 280.B0 Techniques de génie aérospatial

**DISCIPLINE :** 280 Aéronautique

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

Professeur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Chakour Roger	A-183	4727	<a href="mailto:roger.chakour@cegepmontpetit.ca">roger.chakour@cegepmontpetit.ca</a>
Girardot Jean	A-183	4667	<a href="mailto:jean.girardot@cegepmontpetit.ca">jean.girardot@cegepmontpetit.ca</a>
Grenier Denis	A-183	4386	<a href="mailto:denis.grenier@cegepmontpetit.ca">denis.grenier@cegepmontpetit.ca</a>

### PÉRIODE DE DISPONIBILITÉ AUX ÉTUDIANTS

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
Avant-midi					
Après-midi					

*En dehors des heures de disponibilité, il est possible de contacter l'enseignant par MIO pour prendre un rendez-vous.*

Coordonnateur(s) du départ.	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Audrée Duguay-Gosselin	A-183	4392	<a href="mailto:a.duguay-gosselin@cegepmontpetit.ca">a.duguay-gosselin@cegepmontpetit.ca</a>
Dominique Gonthier	A-183	4671	<a href="mailto:dominique.gonthier@cegepmontpetit.ca">dominique.gonthier@cegepmontpetit.ca</a>

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

Ce cours s'inscrit dans les fonctions de travail de l'agent(e) de planification au Bureau des méthodes, du dessinateur (trice) à la conception et de l'agent(e) de contrôle de la qualité. Il contribue à optimiser la performance des matériaux utilisés en aéronautique.

Sa réussite est nécessaire pour suivre le cours *Forces et contraintes appliquées aux aéronefs II* (280-334-EM).

**Ce plan de cours doit être conservé par l'étudiant tout au long de ces études, car il sera utile au moment de l'activité d'intégration.**

## **COMPÉTENCE DU PORTRAIT DU DIPLÔMÉ**

Volet Conception / Volet Planification / Volet Qualité

## **OBJECTIF(S) MINISTÉRIEL(S) (CODE ET ÉNONCÉ)**

**011W** Optimiser la performance des matériaux utilisés en aéronautique.

## **OBJECTIF TERMINAL DE COURS**

Effectuer des essais et des calculs de forces, de moments de forces, de centre de gravité et de moments d'inertie afin de déterminer le comportement en service des composants d'aéronefs.

## **ORIENTATIONS PÉDAGOGIQUES**

### **Partie théorique**

Méthodes d'enseignement :

- Pédagogie par discussion et par questionnement.
- Enseignement magistral.

Activités d'apprentissage :

- Exercices.

### **Partie pratique**

Méthodes d'enseignements :

- Présentations brèves des concepts théoriques.
- Démonstrations.

Activités d'apprentissage :

- Travaux pratiques dirigés.
- Réalisation des essais.

L'étudiant pourra bénéficier de livres de référence disponibles à la bibliothèque.

**PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE ET PRATIQUE**

**Période des activités :** Semaines 1 à 3 (théorie) THÈME 1 :  
 Semaines 1 à 7 (pratique et essais) LES FORCES ET LES MOMENTS

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
1. Distinguer "couple de forces" et "moment de force".	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trigonométrie.</li> <li>▪ Forces et vecteurs : définitions et caractéristiques.</li> <li>▪ Résultantes de forces.</li> <li>▪ Moment de force.</li> <li>▪ Couple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Étudier les chapitres 1 et 2.</li> <li>▪ Faire des exercices dans les chapitres 1 et 2.</li> </ul>

**Période des activités :** Semaines 4 et 5 (théorie) THÈME 2 :  
 Semaines 8 et 9 (pratique et essais) CENTROÏDE ET CENTRE DE GRAVITÉ D'UN CORPS

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
2. Déterminer le centre de gravité d'un aéronef et de ses composants.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Différence entre le centroïde et le centre de gravité.</li> <li>▪ Localisation du centre de gravité par les méthodes algébriques et expérimentales de pièces simples et de composants d'aéronefs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Étudier le chapitre 3.</li> <li>▪ Faire des exercices dans le chapitre 3.</li> </ul>

**Période des activités :** Semaines 6 et 7 (théorie) THÈME 3 :  
 Semaines 10 et 11 (pratique et essais) LE MOMENT D'INERTIE D'UN CORPS

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
3. Calculer des moments d'inertie et expliquer leur influence sur la rigidité de composants structuraux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Moment d'inertie de surfaces simples et composées de composants d'aéronefs.</li> <li>▪ Théorème des axes parallèles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Étudier le chapitre 3.</li> <li>▪ Faire des exercices dans le chapitre 3.</li> </ul>

**Période des activités :** Semaine 8 : EXAMEN

**Période des activités :** Semaines 9 à 14 (théorie) THÈME 4 :  
 Semaines 12 à 15 (pratique et essais) LES SYSTÈMES MÉCANIQUES EN ÉQUILIBRE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
4.1 Analyser l'équilibre des forces qui agissent sur un aéronef en vol à vitesse constante ainsi que sur ses composants.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Catégorisation des appuis aux interfaces d'un composant.</li> <li>▪ Diagramme du corps libre (DCL).</li> <li>▪ Équations d'équilibre.</li> <li>▪ Calculs de forces, de couples et de moments appliqués, à l'aide des équations d'équilibre, sur des composants d'aéronefs.</li> <li>▪ Couple de serrage des attaches.</li> <li>▪ Analyse expérimentale et analytique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Étudier le chapitre 4.</li> <li>▪ Faire des exercices dans le chapitre 4.</li> </ul>
4.2 Différencier les forces externes (charges aérodynamiques, poids, frottement, etc.) et forces internes (dans les treillis, poulies de gouverne, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DCL de structure de treillis articulés.</li> <li>▪ Calculs de forces internes dans les treillis articulés.</li> <li>▪ Système de poulie, palans, etc.</li> <li>▪ Frottement et basculement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Étudier les chapitres 4 et 5.</li> <li>▪ Faire des exercices dans les chapitres 4 et 5.</li> </ul>

**Période des activités :** Semaine 15 : EXAMEN FINAL

**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 montrés en dessous de ce tableau	Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)	Pondération (points)
Devoirs portant sur les forces et les moments.	Individuel à la maison.	1	1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7	Semaines 3 et 4	1 % total (0.5 % chaque)
Devoirs portant sur le calcul du centre de gravité et du moment d'inertie.	Individuel à la maison.	2 et 3	1, 2, 3, 6, 8 et 9	Semaines 5, 6 et 7	3% total (1% chaque)
Examen écrit portant sur les forces, les moments, le centre de gravité et le moment d'inertie.	Individuel en classe.	1, 2 et 3	1 à 9	Semaine 8	20%
Devoirs portant sur les diagrammes du corps libre (DCL) et le calcul des forces et des moments dans des systèmes mécaniques tels que : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ trains d'atterrissage;</li> <li>▪ systèmes de gouverne</li> <li>▪ vérins hydrauliques;</li> <li>▪ etc.</li> </ul>	Individuel à la maison.	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 et 11	Semaines 9, 10 et 11	3 % total (1 % chaque)
Devoirs portant sur les poulies, les treillis articulés et le frottement.	Individuel à la maison.	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 et 14	Semaines 12, 13 et 14	3 % total (1% chaque)
Examen final écrit	Individuel en classe.	1 à 4	1 à 14	Semaine 15	30 %

Sous-total : 60%

**Critères d'évaluation**

- 1- Application conforme des unités;
- 2- Application conforme des termes techniques;
- 3- Respect des règles de présentation. Par exemple, tableaux, graphiques, etc.
- 4- Calcul juste des forces et de leur résultante par les méthodes trigonométrique, algébrique et graphique ;
- 5- Application adéquate des équations d'équilibre;
- 6- Analyse des résultats;
- 7- Calcul précis des moments;
- 8- Calcul juste du centre de gravité tout en spécifiant sa position exacte sur le composant ;
- 9- Calcul approprié du moment d'inertie;
- 10- Établissement précis du DCL
- 11- Application adéquate des équations d'équilibre  $\sum F_x$ ,  $\sum F_y$  et  $\sum M$ ;
- 12- Calcul précis des réactions sur les différents composants d'un mécanisme quelconque;
- 13- Calcul juste des réactions sur les différents composants d'une structure quelconque (Par exemple les treillis);
- 14- Calcul approprié des réactions en tenant compte du frottement sur des composants d'un mécanisme quelconque.

**Partie pratique**

<b>Description de l'activité d'évaluation</b>	<b>Contexte de réalisation et mode d'évaluation</b>	<b>Objectif(s) d'apprentissage</b>	<b>Critères d'évaluation montrés en dessous de ce tableau</b>	<b>Échéance (date de remise d'un travail ou période d'examen)</b>	<b>Pondération (points)</b>
Travaux pratiques dirigés portant sur la trigonométrie, les forces et les moments.	Individuel en classe.	1	1, 2, 3, 4,5, 6 et 7	Semaines 1, 3 et 5	6% total (2% chaque)
Par ordre, essais sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ système de forces;</li> <li>▪ moment de forces;</li> <li>▪ couple de forces.</li> </ul> Rédaction d'un rapport ou un mini -test pour chacun de ces essais.	En équipe, à l'aide des poulies, des cordes, des barres et des poids.	1	1 à 7	Semaines 2, 4 et 6	12% total (4% chaque)
Travaux pratiques dirigés portant sur le centre de gravité et le moment d'inertie.	Individuel en classe.	2 et 3	1, 2, 3, 6, 8 et 9	Semaine 7	2%
Essai sur la position du centre de gravité. Rédaction d'un rapport ou un mini -test.	En équipe, à l'aide des pièces, des balances et des poids.	2	1, 2, 3, 6 et 8	Semaine 8	4%
Essai sur la déflexion des pièces (moment d'inertie). Rédaction d'un rapport ou un mini -test.	En équipe, à l'aide des barres, des poulies, des indicateurs à cadran et des poids	2 et 3	1, 2, 3, 6, 8 et 9	Semaines 9	4%
Travaux pratiques sur le moment d'inertie et les diagrammes du corps libre et le calcul des forces et des moments dans des systèmes mécaniques tels que : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ trains d'atterrissage;</li> <li>▪ vérins hydrauliques;</li> </ul> etc.	Individuel en classe.	3 et 4	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10,11 et 12	Semaines 10 et 11	4%  4% total (2% chaque)
Travaux pratiques sur les systèmes mécaniques, poulies, les treillis et le frottement.	Individuel en classe.	4	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12 et 13	Semaines 12, 14 et 15	6% total (2% chaque)
Essai sur le frottement. Rédaction d'un rapport ou un mini -test.	En équipe, à l'aide de petits blocs de matériaux différents et de surfaces métalliques.	4	1, 2, 3, 4, 5, 6,10,12 et 14.	Semaine 13	2%

Sous-total : 40%

TOTAL : **100%**

### **Critères d'évaluation**

- 1- Application conforme des unités;
- 2- Application conforme des termes techniques;
- 3- Respect des règles de présentation. Par exemple, tableaux, graphiques, etc.
- 4- Calcul juste des forces et de leur résultante par les méthodes trigonométrique, algébrique et graphique ;
- 5- Application adéquate des équations d'équilibre;
- 6- Analyse des résultats;
- 7- Calcul précis des moments;
- 8- Calcul juste du centre de gravité tout en spécifiant sa position exacte sur le composant ;
- 9- Calcul approprié du moment d'inertie;
- 10- Établissement précis du DCL
- 11- Application adéquate des équations d'équilibre  $\sum F_x$ ,  $\sum F_y$  et  $\sum M$ ;
- 12- Calcul précis des réactions sur les différents composants d'un mécanisme quelconque;
- 13- Calcul juste des réactions sur les différents composants d'une structure quelconque (Par exemple les treillis);
- 14- Calcul approprié des réactions en tenant compte du frottement sur des composants d'un mécanisme quelconque.

### **MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE**

- Cahier de notes de cours (valable pour la théorie et le laboratoire), cartable de 1½".
- Calculatrice scientifique.
- Règle.
- Compas.
- Rapporteur d'angles.
- Papier graphique.

### **MÉDIAGRAPHIE**

BEER, JOHNSTON, Vector Mechanics for Engineers: Statics, McGraw- Hill.

MERIAM J.L., Engineering Mechanics: Statics, Wiley.

KERMODE A.C., Mécanique du vol, Modulo éditeur.

RALETZ Roger, Théorie élémentaire de l'hélicoptère, Aérospatiale.

## CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

### (1) Note de passage

L'étudiant doit satisfaire aux exigences suivantes pour réussir : obtenir un minimum de 60% à l'évaluation théorique; obtenir un minimum de 60% à l'évaluation pratique;

À défaut de répondre à ces exigences, l'étudiant obtient, à son bulletin, la note la plus basse enregistrée : celle de l'évaluation théorique ou celle de l'évaluation pratique du cours.

### (2) Présence aux évaluations sommatives

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

**N.B. :** Les calculatrices programmables ne sont pas tolérées aux examens; **seule la Sharp EL-531 est autorisée.**

### (3) Remise des travaux

Les travaux exigés par un professeur doivent être remis à la date, au lieu et au moment fixés par le professeur. 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 : <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**

L'utilisation des appareils, des machines et des locaux de laboratoire du Département par l'étudiant en dehors de ses heures de cours est absolument interdite à moins d'avoir obtenu l'accord du coordonnateur du Département.

Une tenue vestimentaire adéquate ainsi que le port des lunettes de sécurité seront exigés dans les ateliers. Ne seront pas tolérés les sandales, les culottes courtes et tout autre vêtement jugé inadéquat pour des raisons de sécurité.

Tout étudiant dont le comportement au laboratoire présente un risque pour les autres personnes présentes sera, après avertissement par le professeur, exclu du laboratoire jusqu'à révision du cas par le professeur et le coordonnateur du Département de génie aérospatial.

Un usage ou entretien non conforme aux règles enseignées d'un instrument mis à la disposition de l'étudiant(e) peut entraîner une suspension des cours de l'étudiant(e) jusqu'à révision du cas par le professeur du cours et le coordonnateur du Département.

Pour assurer le bon déroulement du cours, l'étudiant :

- 1- ne dérange ni son professeur ni ses collègues;
- 2- doit éteindre son téléphone cellulaire et le ranger dans son sac ou dans sa poche;
- 3- ne doit utiliser aucun appareil électronique en classe sans autorisation des autorités concernées
- 4- doit être ponctuel.

Le non-respect de ces règlements peut mener à l'exclusion de l'étudiant de la classe.

Puisque la porte sera fermée au début de chaque cours, dans une situation de retard et selon le cas, l'étudiant devra attendre à l'extérieur de la classe le temps nécessaire avant que le professeur l'autorise de rentrer en classe.

## **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.