

PLAN DE COURS

COURS : Traitement et transformation des matériaux d'aéronefs II

PROGRAMME : 280.B0 Techniques de génie aérospatial

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

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

Professeur du cours	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Roger Chakour	A-183	4727	rocher.chakour@ena.ca
Pierre-luc vachon	A-183	4488	pierre-luc.vachon@ena.ca

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.

Coordonnateurs du département	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Audrée Duguay-Gosselin	A-183	4392	a.duguay-gosselin@ena.ca
Stéphan Jacques	A-183	4706	stephan.jacques@ena.ca

1 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 (de la) 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.

Ce cours se situe à la troisième session du programme de génie aérospatial. Il s'inscrit dans une séquence d'apprentissage, précédé par le cours traitement et transformation des matériaux 1 (280-1A4-EM) qui est un cours préalable absolu à ce cours.

Au terme de ce cours, l'étudiant(e) aura développé sa capacité à connaître les matériaux des composants d'aéronefs, leur usinabilité, leurs traitements thermiques et leurs traitements de protection de leur surface contre la corrosion et de l'usure.

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.

2 COMPÉTENCE(S) DU PORTRAIT DU DIPLÔMÉ

Volet Conception / Volet Planification / Volet Qualité

3 COMPÉTENCE(S) MINISTÉRIEL(S)

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

4 OBJECTIF TERMINAL DE COURS

À la fin de ce cours, l'étudiant sera en mesure d'optimiser la performance des matériaux utilisés en aéronautique.

5 ORIENTATIONS PÉDAGOGIQUES

Partie théorique

Méthodes d'enseignement

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

Activités d'apprentissage

- Exercices.
- Travail de réflexion à partir de questions.

Partie pratique

Méthodes d'enseignement

- Présentations brèves des concepts théoriques.
- Démonstrations.

Activités d'apprentissage

- Réalisation des essais mécaniques.

- Réalisation des traitements thermiques.
- Préparation des pièces pour la métallographie.
- Réalisation des traitements de protection contre la corrosion et l'usure.

L'étudiant effectuera des travaux de laboratoire concernant les sujets mentionnés ci-dessus.

6 PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

1. Caractériser des matériaux et leur usinabilité.
2. Décrire et rédiger les séquences des principaux traitements thermiques des alliages d'aluminium et leur influence sur les performances des composants d'aéronefs. Insertion de ces séquences dans une gamme de fabrication.

SEMAINES	NUMÉRO DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE	CONTENU	MODE DE FONCTIONNEMENT ET LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE	RESSOURCES, DOCUMENTS, OUTILS TECHNOLOGIQUES ET LIENS URL
1 à 4	1 (Voir la case ci-dessus)	<p>Caractéristiques des matériaux et leur usinabilité</p> <p>1.1 Les alliages d'aluminium, les aciers, les alliages de cuivre, les alliages de titane, les alliages de nickel, les alliages de magnésium, les aciers inoxydables et les céramiques.</p> <p>1.2 Usinabilité des matériaux et matériaux des outils de coupe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Exercices. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p><u>Étude</u> : Module 1.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p>
4 à 8	2 (Voir la case ci-dessus)	<p>Les alliages d'aluminium et leurs traitements thermiques</p> <p>2.1 Diagramme d'équilibre.</p> <p>2.2 Avantages et inconvénients des traitements thermiques.</p> <p>2.3 Caractérisation des propriétés mécaniques obtenues par ces traitements thermiques.</p> <p>2.4 Étude de la microstructure avant et après ces traitements.</p> <p>2.5 Rédaction selon les spécifications des dessins de définition.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Exercices. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p><u>Étude</u> : Module 2.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p>

Période des activités : Semaine 7

EXAMEN

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE (SUITE)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

<p>3. Décrire les principaux traitements thermiques des aciers et leur influence sur les performances des composants d'aéronefs. Insertion de ces séquences dans une gamme de fabrication.</p> <p>4. Décrire les principaux types de corrosion et l'influence des traitements anti-corrosion sur les performances des composants d'aéronefs. Rédiger des séquences de traitement anticorrosion et les insérer dans les gammes de fabrication de composants d'aéronefs.</p>
--

SEMAINES	NUMÉRO DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE	CONTENU	MODE DE FONCTIONNEMENT ET LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE	RESSOURCES, DOCUMENTS, OUTILS TECHNOLOGIQUES ET LIENS URL
9 à 12	3 (Voir la case ci-dessus)	<p>Les aciers et leurs traitements thermiques</p> <p>3.1 Diagramme d'équilibre. 3.2 Avantages et inconvénients des traitements thermiques. 3.3 Caractérisation des propriétés mécaniques obtenues par des traitements thermiques. 3.4 Étude de la microstructure avant et après ces traitements. 3.5 Rédaction selon les spécifications des dessins de définition.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Exercices. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p><u>Étude</u> : Module 3.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p>
13 à 14	4 (Voir la case ci-dessus)	<p>La corrosion</p> <p>4.1 Corrosion galvanique. 4.2 Moyens de lutte contre la corrosion : anodisation, placage au cadmium, Alodine, etc. 4.3 Rédaction des séquences selon les spécifications des dessins de définition.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Exercices. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p><u>Étude</u> : Module 4.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p>

Période des activités : Semaine 15

EXAMEN FINAL

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE
ESSAIS MÉCANIQUES, TRAITEMENTS THERMIQUES ET CORROSION

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

1. Comparer, à l'aide des essais mécaniques, les propriétés mécaniques des principaux matériaux utilisés en aéronautique.
2. Réaliser des traitements thermiques des alliages d'aluminium et vérifier la nécessité de ces traitements à l'aide des essais mécaniques.
3. Réaliser les traitements anticorrosion d'anodisation, d'Alodine, de cadmiage, etc.
4. Comparer la résistance mécanique des assemblages rivetés, collés et soudés.

SEMAINES	NUMÉRO DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE	CONTENU	MODE DE FONCTIONNEMENT ET LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE	RESSOURCES, DOCUMENTS, OUTILS TECHNOLOGIQUES ET LIENS URL
1 à 5	1 (Voir la case ci-dessus)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Démonstration sur : <ul style="list-style-type: none"> - essai de dureté; - essai de traction; - essai de résilience. ▪ Les éléments d'un rapport de laboratoire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Démonstrations. - Travaux pratiques. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p><u>Étude</u> : Module 1.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p>
6 à 10	2, 3 et 4 (Voir la case ci-dessus)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procédure de traitement thermique des alliages d'aluminium. ▪ Caractérisation à l'aide des essais mécaniques des propriétés mécaniques obtenues par ces traitements thermiques. ▪ Procédure et paramètres du traitement d'anodisation, d'Alodine et de cadmiage. ▪ Essais de traction et de cisaillement sur des pièces assemblées par rivetage, collage et soudage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Démonstrations. - Travaux pratiques. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p><u>Étude</u> : Module 4.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p>

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE (SUITE)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

5. Réaliser des traitements thermiques des aciers et vérifier la nécessité de ces traitements à l'aide des essais mécaniques.
6. Examiner la structure microscopique des aciers à l'aide d'un microscope optique.
7. Réaliser le traitement de durcissement de la surface de carburation.

SEMAINES	NUMÉRO DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE	CONTENU	MODE DE FONCTIONNEMENT ET LES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE	RESSOURCES, DOCUMENTS, OUTILS TECHNOLOGIQUES ET LIENS URL
11 à 15	5, 6 et 7 (Voir la case ci-dessus)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procédure de traitement thermique des aciers. ▪ Caractérisation à l'aide des essais mécaniques des propriétés mécaniques obtenues par ces traitements thermiques. ▪ Procédure de métallographie des métaux. ▪ Procédure et paramètres du traitement de carburation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement magistral. - Pédagogie par discussion et par questionnement. - Démonstrations. - Travaux pratiques. - Travail de réflexion à partir de questions. 	<p>Étude : Modules 3 et 4.</p> <p>Consultation des sites Internet.</p> <p>Consultation des livres de référence.</p>

7 MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

Partie théorique

Mode d'évaluation et description de l'activité	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 (%)
Travail sur les traitements thermiques des alliages d'aluminium.	Individuel, à la maison.	2	1,2,3,4,8,9	Semaine 7	2%
Examen écrit portant sur la caractérisation des matériaux, l'usinabilité des matériaux, les matériaux de coupe et les traitements thermiques des alliages d'aluminium.	Individuel, en classe, d'une durée de 2 heures. Réponses à court développement.	1 et 2	1 à 9	Semaine 7	25%
Travail sur les traitements thermiques des aciers.	Individuel, à la maison.	3	1,2,3,4,10 et 11	Semaine 13	3%
Évaluation Terminale Examen final écrit portant sur l'usinabilité, les essais mécaniques, les traitements thermiques et les traitements qui permettent d'optimiser la performance des matériaux utilisés en aéronautique.	Individuel, en classe, d'une durée de 2 heures. Réponses à court développement.	Tous	1 à 14	Semaine 15	30%

Sous-total : 60%

- 1- Clarté et précision des réponses ;
- 2- Justification appropriée des réponses ;
- 3- Respect des unités ;
- 4- Respect de la terminologie ;
- 5- Calcul précis des propriétés mécaniques obtenues à l'aide des essais mécaniques ;
- 6- Interprétation juste de l'usinabilité ;
- 7- Choix judicieux des matériaux de coupe ;
- 8- Description juste des principaux traitements thermiques des alliages d'aluminium et leur influence sur les performances des composants d'aéronefs;
- 9- Insertion juste des séquences des traitements thermiques des alliages d'aluminium dans une gamme de fabrication;
- 10- Description juste des principaux traitements thermiques et des principaux traitements de surface des aciers et leur influence sur les performances des composants d'aéronefs;
- 11- Insertion juste des séquences des traitements thermiques et des traitements des surfaces des aciers dans une gamme de fabrication;
- 12- Choix judicieux des moyens de lutte contre la corrosion;
- 13- Description juste de l'influence de la corrosion sur les performances des composants d'aéronefs;
- 14- Rédaction appropriée des séquences des traitements contre la corrosion dans une gamme de fabrication.

Partie pratique

Mode d'évaluation et description de l'activité	Contexte de réalisation	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 (%)
Par ordre, essais sur : • dureté; • traction; • résilience. Rédaction d'un rapport sur chacune de ces activités dans lequel l'étudiant répond aux questions et analyse les résultats obtenus.	En équipes.	1	1 à 7	Semaine 4 Semaine 5 Semaine 6	2% 2% 3%
Mini-test portant sur les essais suivants : • traction, • dureté, • résilience.	Individuel, en classe, d'une durée d'au plus 20 minutes.	1	1,2, 3, 4 et 6	Semaine 6	7%
Par ordre, essais de cisaillement; • traitement anticorrosif; • traitements thermiques de l'aluminium. Rédaction d'un rapport sur chacune de ces activités dans lequel l'étudiant répond aux questions et analyse les résultats obtenus. .	En équipes.	2,3 et 4	1 à 9	Semaine 9 Semaine 10 Semaine 11	3% 3% 3%
Mini-test portant sur les expériences suivantes : • cisaillement, • traitement anticorrosif; • traitement thermique de l'aluminium.	Individuel, en classe, d'une durée d'au plus 20 minutes.	2 ,3 et 4	1, 2, 3, 4,6, 7,9 et10	Semaine 11	8%
Par ordre : • traitements thermiques des aciers; • métallographie • traitement de durcissement de la surface. Rédaction d'un rapport sur chacune de ces activités dans lequel l'étudiant répond aux questions et analyse les résultats obtenus.	En équipes.	3, 5 et 7	1 à 7 et 10	Semaine 13 Semaine 14 Semaine 15	3% 3% 3%

Sous-total : 40%

TOTAL : 100%

- 1- Clarté et précision des réponses ;
- 2- Justification appropriée des réponses ;
- 3- Respect des unités ;
- 4- Respect de la terminologie ;
- 5- Respect de la présentation ;
- 6- Calcul précis des propriétés mécaniques obtenues à l'aide des essais mécaniques ;
- 7- Analyse appropriée des résultats.
- 8- Description juste des principaux traitements thermiques des alliages d'aluminium et leur influence sur les performances des composants d'aéronefs ;
- 9- Choix judicieux des moyens de lutte contre la corrosion et description juste de l'influence de la corrosion sur les performances des Composants d'aéronefs.
- 10- Description juste des principaux traitements thermiques et des principaux traitements de surface des aciers et leur influence sur les performances des composants d'aéronefs et analyse juste de la microstructure obtenue.

8 MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

Cahiers de notes de cours (Cahiers COOP) ; calculatrice scientifique; règle; lunettes de sécurité; combinaison ÉNA ; chaussures de sécurité.

9 BIBLIOGRAPHIE

Bouchy, G. *Métallurgie*. Paris, France : Armand Collin

Campa, A. *Technologie professionnelle, tome II*. Paris, France : Foucher

De Garmo, E. P. *Materials and Processes in Manufacturing*, Toronto, Ontario: Collier McMillan Canada

Allen, D. K. *Metallurgy Theory and Practice*. Chicago, IL: American Technical Society.

Dorlot, I.M., Baillon, J. P. et Masounave, S. *Des matériaux*, Montréal, Québec : École polytechnique
FRIER. *Elementary Metallurgy*, McGraw-Hill.

HILLY & Chaisson. *Cours de métallurgie*. Paris, France : Dunod

Levinson, I.J. *Mechanics of Materials*. Mishawaka, IN: Prentice-Hall.

Lignon, J. et Nijon, M. *Matériaux, propriétés, traitements normalisation*. Paris, France : Delagrave

10 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. Le seul modèle de calculatrice autorisé pour les périodes d'examens est le SHARP EL 531.

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 :

<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 :

<http://guideena.cegepmontpetit.ca/regles-des-departements/>

5. Qualités 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 :

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

6. Plagiat et autres manquements à l'honnêteté intellectuelle (Voir PIEA, article 5.6.1)

Toute forme de plagiat entraîne la note de zéro. En voici quelques exemples tirés de la PIEA :

- "copier les réponses d'examen d'un autre étudiant ou reproduire le travail d'une autre personne";
- "aider un autre étudiant à copier";
- "copier, avec ou sans le consentement de l'auteur, des extraits de ses textes parus, entre autres, sur Internet sans en indiquer la source";
- "utiliser des citations sans les identifier", etc.

11 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 représente 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 techniques 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 règles peut mener à l'exclusion de l'étudiant de la classe.

12 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/>.

Tous les travaux doivent être remis à la date, à l'heure et au local désignés par le professeur. Tout travail remis en retard sera noté 0 à moins qu'une entente préalable n'ait été convenue avec l'enseignant.

13 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.

14 LE CENTRE DE SERVICES ADAPTES – POUR LES ETUDIANTS 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

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.