



Collège
Édouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

280-118-90
AUTOMNE 2005
Avionique

PLAN DE COURS

COURS : **Machines électriques aéronautiques**

PROGRAMME : 280.04 Avionique

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

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

Professeur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Boyer Serge	A-192	546	serge.boyer@college-em.qc.ca
Dubois Marcel	A-192	680	marcel.dubois@college-em.qc.ca
Giroux Jean-Pierre	B-122	588	jean-pierre.giroux@college-em.qc.ca
Lemoyne Pierre	A-192	681	pierre.lemoyne@college-em.qc.ca
Phung Phu Thanh	B-123	387	phuthanh.phung@college-em.qc.ca
Rivière Frantz	A-192	675	frantz.riviere@college-em.qc.ca
Tran Quoc Tuy	A-187	232	quoctuy.tran@college-em.qc.ca
Truong Phuc Quoc	B-123	713	phucquoc.truong@college-em.qc.ca

PÉRIODE DE DISPONIBILITÉ AUX ÉTUDIANTS

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
Avant-midi					
Après-midi					

Coordonnateur(s)	Bureau	☎ poste	✉ courriel ou site web
Jean-Pierre Giroux	B-122	588	jean-pierre.giroux@college-em.qc.ca

PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Analyser et comprendre le fonctionnement des machines électriques à partir des lois fondamentales, des paramètres internes de ces machines, de leurs courbes caractéristiques, en insistant particulièrement sur les machines utilisées en aéronautique.

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

Aucun.

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

Partie théorique

Comprend 2 périodes de cours magistraux. L'étudiant devra également effectuer les exercices hebdomadaires en classe.

Partie pratique

Comprend 2 périodes de laboratoire. L'étudiant devra réaliser le montage et effectuer les vérifications décrites dans le cahier de laboratoire.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
<u>Semaine 1</u> 1. Décrire, de façon qualitative et quantitative, le flux et la tension induite dans diverses situations.	▪ Nature du magnétisme. ▪ Flux et densité magnétique (calcul). ▪ Circuit magnétique simple (force magnéto-motrice et reluctance). ▪ Hystérésis. ▪ Tension induite dans un conducteur (caractéristiques et équations).	Relire les notes de cours et effectuer les exercices de fin de chapitre.
<u>Semaine 2</u> 2. À partir des caractéristiques d'un transformateur, l'étudiant saura prédire le comportement d'un transformateur dans les divers branchements possibles.	▪ Transformateur (description et calcul).	Relire les notes de cours et effectuer les exercices de fin de chapitre.
<u>Semaine 3</u> 3. Décrire, en ses propres termes, la tension induite dans un cadre en mouvement. 4. Décrire le commutateur de la génératrice. 5. Calculer le "SHUNT" nécessaire pour une situation de mesure de courant donné. 6. Calculer la résistance nécessaire au mouvement d'Arsonval pour l'utiliser comme voltmètre.	▪ Description sommaire des génératrices. ▪ Tension induite dans un cadre en rotation (polarité, grandeur et fréquence). ▪ Alternateur à cadre tournant. ▪ Génératrice à courant continu. ▪ Forces électromotrices (caractéristiques et équations). ▪ Appareils de mesure à courant continu. ▪ Le mouvement d'Arsonval. ▪ Ampèremètre et milliampèremètre. ▪ Voltmètre.	Exercices du cahier.
<u>Semaine 4</u> 7. Expliquer, en ses propres termes, les avantages de l'alternateur sur la génératrice. 8. Expliquer, en ses propres termes, le fonctionnement de l'alternateur à sortie c.c. 9. Expliquer, en ses propres termes, le fonctionnement de l'alternateur haute puissance.	▪ L'alternateur (généralités) : - avantages et désavantages - pourquoi un alternateur plutôt qu'une génératrice ? - distinction dans les termes entre alternateur, alternateur à sortie DC et génératrice ▪ L'alternateur à sortie DC : - principe de fonctionnement - schéma électrique - composantes - vérification des pièces - régulation de la tension ▪ L'alternateur de haute puissance : - principe de fonctionnement - composantes	Exercices du cahier.

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
Semaines 5 et 6 10. Décrire, en ses propres termes, le fonctionnement de la génératrice "SHUNT". 11. Décrire les caractéristiques de la génératrice "SHUNT". 12. Décrire, en ses propres termes, le fonctionnement de la génératrice série. 13. Décrire le fonctionnement du circuit d'une génératrice/démarreur. 14. Décrire, en ses propres termes, le fonctionnement des circuits de contrôle de la tension et du courant. 15. Décrire les principaux tests statiques à effectuer sur une génératrice. 16. Décrire le fonctionnement des régulateurs.	▪ Introduction (utilisation des génératrices) : <u>La génératrice Shunt</u> : - avantages - principe de fonctionnement - contrôle de la tension - types de régulateur - composantes de la génératrice - vérification statique ▪ Génératrice/démarreur : - mode démarreur - mode génératrice	Exercices du cahier.
Semaine 7	▪ Examen 1	Exercices du cahier.
Semaines 8 et 9 17. À partir d'un circuit électrique, décrire le fonctionnement du circuit. 18. À partir du schéma d'un circuit défectueux et la description de la panne, déduire l'origine de la panne. 19. À partir du schéma d'un circuit électrique défectueux, déduire l'origine de la panne. 20. Décrire, en ses propres termes, le fonctionnement du relais de courant inverse. 21. À partir du schéma d'un circuit électrique défectueux, déduire l'origine de la panne. 22. Expliquer, en ses propres termes, l'usage d'un seul régulateur pour deux alternateurs à sortie c.c. 23. Expliquer, en ses propres termes, le fonctionnement des régulateurs en parallèle. 24. Expliquer, en ses propres termes, le fonctionnement des circuits de contrôle utilisés par les génératrices d'un bimoteur. 25. Tracer, sur un circuit donné, le chemin suivi par le signal lors d'un démarrage. 26. À partir du schéma d'un circuit électrique défectueux, déduire l'origine de la panne.	▪ Le système électrique du monomoteur à pistons : - les sources d'énergie - branchement et débranchement de la batterie - la gestion des sources d'énergie - le contrôle des sources d'énergie - le monitoring des sources d'énergie - les protections du système électrique ▪ Circuit électrique de l'aéronef équipé d'un alternateur à sortie DC. ▪ Barre de distribution avionique. ▪ Aéronef équipé d'une génératrice. ▪ Circuit électrique du monomoteur équipé d'une génératrice : - relais de courant inverse - méthode de dépannage ▪ Le système électrique du bimoteur à pistons : - sélection des alternateurs ou génératrices - le contrôle par régulateurs séparés - le contrôle par régulateurs parallèles - le monitoring des sources d'énergie ▪ Cas particuliers des bimoteurs équipés de génératrices.	Exercices du cahier.

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
27. À partir d'un circuit électrique, décrire le fonctionnement du circuit.	▪ Système monomoteur (turbine) : <u>Démarrateur/génératrice</u> : - sélection de la "génératrice démarrage" en mode génératrice - sélection des trois sources d'énergie du monomoteur à turbine - le contrôle des sources d'énergie - le contrôle de la batterie - le contrôle de l'alimentation externe de sol - le contrôle de la génératrice démarrage - contrôle de base de la génératrice démarrage - génératrice démarrage en mode "démarrateur"	
<u>Semaine 10</u> 28. Tracer, sur un circuit donné, le chemin suivi par le signal lors d'un démarrage. 29. À partir du schéma d'un circuit électrique défectueux, déduire l'origine de la panne. 30. À partir d'un circuit électrique, décrire le fonctionnement du circuit. 31. À partir du schéma d'un circuit électrique défectueux, déduire l'origine de la panne.	▪ Système bimoteur (turbine) démarrage/génératrice : - génératrice/démarrateur en mode "génératrice" - sélection de la batterie - sélection de l'alimentation externe de sol - sélection des "génératrices/démarrateurs" en mode génératrice	Exercices du cahier
<u>Semaines 11 et 12</u>	▪ Aéronef à turbines ▪ Génératrices/démarrateurs ▪ Monomoteur à turbine : - généralités - en mode démarrage - en mode génératrice - contrôle des sources d'énergie ▪ Bimoteurs (turbines) : - généralités - en mode démarrage - en mode génératrice - contrôle des sources d'énergie ▪ Moteur à courant continu : - force magnétomotrice - construction de base d'un moteur DC - courant dans l'induit en fonction de la vitesse - enroulement des moteurs DC - caractéristiques des moteurs DC - inversion de la rotation	Exercices du cahier.

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
	▪ Moteur à courant continu ▪ Démarreur-générateur	
Semaines 13 et 14	▪ Moteur à courant alternatif : - type du moteur AC. - moteur à induction. - moteur synchrone. - actionneur. - moteur pas à pas. - onduleur. - circuit d'allumage.	Exercices du cahier.
Semaine 15	▪ Examen synthèse	

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
Semaine 1 1. Effectuer le branchement d'un GPU en respectant les précautions à prendre. NOTE : Le groupe sera séparé en deux afin d'effectuer la manipulation sur l'aéronef de façon individuelle.	- Exposé sur la structure des manuels techniques d'un aéronef. - Exposé sur les sources auxiliaires d'énergie électrique. - Visite des bibliothèques techniques (hangars avion et hélicoptère). - Démonstration de l'utilisation des sources auxiliaires d'énergie électrique.	Recherche dans les manuels techniques et exercices de branchement d'une source auxiliaire d'énergie électrique (1 ^{ère} partie du groupe).
Semaines 2 et 3 2. Effectuer le branchement d'un GPU en respectant les précautions à prendre.	- Exposé sur la structure des manuels techniques d'un aéronef. - Exposé sur les sources auxiliaires d'énergie électrique. - Visite des bibliothèques techniques (hangars avion et hélicoptère). - Démonstration de l'utilisation des sources auxiliaires d'énergie électrique.	Recherche dans les manuels techniques et exercices de branchement d'une source auxiliaire d'énergie électrique (2 ^{ème} partie du groupe).
Semaine 4 3. Prédire le comportement du transformateur dans les différentes configurations.	Le transformateur.	Effectuer les calculs demandés avant d'arriver au laboratoire. Tracer les branchements nécessaires à l'emploi du transformateur en autotransformateur.
Semaines 5 et 6 4. Identifier les branchements d'un relais qui lui est présenté et diagnostiquer l'état du relais.	Les relais (2 semaines).	
Semaine 7 5. Prévoir, pour une situation de charge et de vitesse de rotation donnée, l'impact sur la tension de sortie de la génératrice.	Tension de sortie d'une génératrice DC.	Répondre aux questions de fin de labo.
Semaine 8 6. Pour un alternateur donné, faire et expliquer les divers tests statiques à faire afin de vérifier l'état de l'alternateur.	Vérification statique d'un alternateur.	Répondre aux questions de fin de labo.

Objectif d'apprentissage	Contenu	Activités d'étude personnelle
<u>Semaine 9</u>		
7. Pour un alternateur donné, expliquer le comportement en charge d'un alternateur.	▪ L'alternateur.	Répondre aux questions de fin de labo.
<u>Semaine 10</u>		
8. Expliquer, en ses propres termes, le comportement de deux alternateurs branchés en parallèle et décrire les différents paramètres agissant sur la performance.	▪ Mise en parallèle des alternateurs.	Répondre aux questions de fin de labo.
<u>Semaine 11</u>		
9. Décrire les caractéristiques propres aux divers branchements du moteur c.c. et expliquer le comportement propre à chacun.	▪ Moteur DC et AC.	Répondre aux questions de fin de labo.
10. Expliquer, en ses propres termes, les modes de démarrage utilisés par les moteurs alternatifs monophasés.		Effectuer une recherche pour trouver la façon d'inverser le sens de rotation du moteur.
<u>Semaine 12</u>		
11. Effectuer les mesures pertinentes sur le système électrique monophasé, afin d'établir l'état du système.	▪ Lecture de plan et identification des composants.	Planifier à l'avance les points d'intérêt nécessitant une mesure.
<u>Semaines 13, 14, 15</u>		
12. Pour une panne donnée, effectuer le dépannage de façon systématique et ce, dans moins d'une heure.	▪ Dépannage monomoteur (sur panneau).	

SYNTHÈSE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE**Partie théorique**

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 écrit	Période de 2 heures	1 à 10 inclus	Semaine 7	25%
Examen écrit	Période de 2 heures	Synthèse	Semaine 15	25%
Devoirs hebdomadaires	En classe à chaque semaine		À chaque semaine	10%

Sous-total : 70%**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 (%)
Dépannage sur un relais.	Un relais disponible au labo.	Diagnostiquer le relais en moins d'une heure.	Période d'examen.	5%
Dépannage sur mono-moteur.	À l'aide d'une maquette fonctionnelle.	Trouver une panne en moins d'une heure sur une base individuelle.	Période d'examen.	5%
Laboratoire (hebdomadaire) Effectuer les tâches décrites dans le cahier de labo.	À l'aide de l'équipement disponible, réaliser les montages demandés. Répondre à une série de questions à chaque semaine.	Objectif(s) de la semaine.	À la semaine suivante.	20%

Sous-total : 30%**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. Toute absence non motivée pour des raisons graves ou de force majeure – raison médicale (certificat à l'appui), mortalité dans la famille immédiate (certificat à l'appui), cause légale (certificat à l'appui), entraîne la note zéro (0) pour la présence à l'activité et pour tous les travaux (rapports ou autres) qui en résultent.

Les motifs de l'absence et les pièces justificatives doivent être présentés avant l'absence, si possible, ou dans les plus brefs délais après l'absence. Si les motifs sont reconnus comme graves, les modalités de report de l'activité d'évaluation seront convenues entre le professeur et l'étudiant.

(3) Remise des travaux

Les travaux exigés doivent être remis à la date, au lieu et au moment fixés par le professeur. En cas de retard, les pénalités sont un retrait de 10 % par jour ouvrable et la note zéro (0) sera attribuée au sixième jour de retard.

(4) Présentation matérielle des travaux

Au département d'avionique, le professeur fournit aux étudiants les informations et les directives relatives à une présentation méthodique et une composition ordonnée des travaux. Lorsqu'un travail remis est jugé inacceptable en raison de la présentation, la correction de ce travail sera retardée jusqu'à ce que le travail soit rendu dans les normes fixées par le professeur. Dans ce cas, les pénalités prévues pour les retards dans la remise des travaux s'appliquent.

En l'absence de normes établies par le professeur, l'étudiant doit respecter les « Normes de présentation matérielle des travaux écrits » adoptées par le Collège. Ces normes sont disponibles sous la rubrique « Aides à la recherche » des centres de documentation du Collège. Voici les adresses :

CRD du campus de Longueuil : CRD de l'ÉNA :

www.collegeem.qc.ca/biblio www.ena.collegeem.qc.ca/crdena

(5) Qualité de la langue française

Les professeurs favorisent l'utilisation de la terminologie française exacte sans exclure la connaissance de la terminologie anglaise exacte.

L'évaluation formative porte aussi sur la qualité du français oral et écrit. Au besoin, les professeurs recommandent aux étudiants de s'inscrire au Centre d'aide en français.

Lorsqu'un travail remis est jugé inacceptable en raison de la qualité du français écrit, la correction de ce travail sera retardée jusqu'à ce que le travail soit rendu dans les normes fixées par le professeur. Dans ce cas, les pénalités prévues pour les retards dans la remise des travaux s'appliquent.

Le professeur peut allouer 10% de la note d'un travail à la qualité du français oral ou écrit.

MODALITÉS DE PARTICIPATION AU COURS

Un cours magistral, suivi d'exercices à chaque semaine.

MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

Notes de cours et cahier de laboratoire.

MÉDIAGRAPHIE

Aircraft Ignition and Electrical Power Systems, IAP Manual.

Airframe & Powerplant Mechanics General Handbook EA-AC 65-9A.

ALERICH, Walter N. Electricity 3, Delmar Publisher.

BOISVERT, Ernest. Machines à courant continu, Gouvernement du Québec, ministère de l'Éducation.

BOISVERT, Ernest. Machines à courants alternatifs, Gouvernement du Québec, ministère de l'Éducation.

McKINLEY, James I. and BENT, Ralph D. Aircraft Electricity and Electronics, McGraw-Hill.

McKINLEY, James I. Electricity and Electronics for Aerospace Vehicles, McGraw-Hill.

PALLET, E.H.J. Aircraft Electrical Systems, Pitman Publishing.

RICARDSON, Donald V. and CAISSE, Arthur J. jr. Machines tournantes, Les éditions Reynald Goulet.

TOZZI, J. Électricité avion, Institut aéronautique Jean Mermoz.

WILDI, Théodore. Électrotechnique, Les presses de l'Université Laval.

POLITIQUES ET RÈGLES INSTITUTIONNELLES

Tout étudiant inscrit au collège 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, les conditions particulières concernant le maintien de l'admission d'un étudiant, la Politique de valorisation de la langue française, la Politique pour un milieu d'études et de travail exempt de harcèlement et de violence, les procédures et règles concernant le traitement des plaintes étudiantes.

Le texte intégral de ces politiques et règlements est accessible sur le site WEB du Collège à l'adresse suivante : www.collegeem.qc.ca. 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

(1) Présence aux cours

Il est de la responsabilité de l'étudiant d'être présent à tous ses cours et de participer activement aux activités d'apprentissage prévues par l'enseignant. Dans le cas où le comportement ou les habiletés de l'étudiant sont évalués lors d'une activité d'apprentissage (stage, clinique, laboratoire, etc.), la règle « Présence aux évaluations sommatives » s'applique.

(2) Présence aux cours – normes de Transports Canada

Le Département compile les absences des étudiants inscrits aux programmes d'études Avionique (280.04) et Entretien d'aéronefs (280.03) selon les exigences de Transports Canada. L'application de la politique de Transports Canada sur le contrôle des absences est disponible dans l'agenda étudiant sous la rubrique « Privilèges accordés par Transports Canada ».