



Collège
Édouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

280-133-90
AUTOMNE 2009
Avionique

PLAN DE COURS

COURS : **Systèmes de navigation**

PROGRAMME : 280.04 Avionique

DISCIPLINE : 280 Aéronautique

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

| Professeur(s) | Bureau | ☎ poste | ✉ courriel ou site web |
|----------------------|---------------|----------------|-----------------------------------|
| Boileau Michel | A-192 | 4685 | michel.boileau@college-em.qc.ca |
| Boyer Serge | A-192 | 4546 | serge.boyer@college-em.qc.ca |
| Dubois Marcel | A-192 | 4680 | marcel.dubois@college-em.qc.ca |
| Gere Andrei | A-187 | 4649 | andrei.gere@college-em.qc.ca |
| Gosselin Raymond | A-187 | 4650 | raymond.gosselin@college-em.qc.ca |
| Lemoyne Pierre | A-192 | 4681 | pierre.lemoyne@college-em.qc.ca |
| Radulescu Andrei | A-187 | 4648 | andrei.radulescu@college-em.qc.ca |
| Rivière Frantz | A-192 | 4675 | frantz.riviere@college-em.qc.ca |
| Tran Quoc Tuy | A-187 | 4232 | quoctuy.tran@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 |
|-------------------------|---------------|----------------|---------------------------------|
| Dubois Marcel | A-192 | 4680 | marcel.dubois@college-em.qc.ca |
| Rivière Frantz | A-192 | 4675 | frantz.riviere@college-em.qc.ca |

PLACE DU COURS DANS LA FORMATION DE L'ÉTUDIANT

Le cours "Systèmes de navigation à courte distance", offert à la cinquième session du programme de Techniques d'avionique, couvre une grande partie des systèmes de communication et de navigation à courte distance utilisés sur les aéronefs. Ces systèmes, qui utilisent les signaux venant des installations au sol, font partie de l'ensemble des systèmes modernes de communication et de navigation utilisés sur les aéronefs.

Ce cours vise à :

- Analyser les systèmes de communication aérienne HF et VHF et les systèmes de navigation à courte distance à bord d'aéronefs;
- Mesurer les performances des systèmes et les mettre en état de navigabilité en respectant les normes des manufacturiers et la réglementation de Transports Canada;
- Rédiger des rapports de laboratoire selon les normes en vigueur, en ayant constamment le souci d'améliorer la qualité du français écrit.

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

Ce cours s'inscrit dans un programme en révision par compétences.

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

Il y a cinq périodes de cours par semaine :

- a) trois (3) périodes de cours théoriques comprenant des exposés du professeur des concepts à étudier suivis des intervalles de discussion dans lesquels des situations pratiques sont analysées, permettant à l'étudiant de mettre à l'épreuve sa compréhension et de demander des explications supplémentaires. Les moyens didactiques suivants seront utilisés selon les besoins : acétates, diapositives, photos, schémas, notes de cours. Les périodes théoriques exigent une écoute attentive et active, l'étudiant est invité à prendre des notes.
- b) deux (2) périodes de laboratoire pendant lesquelles l'étudiant effectue des vérifications sur des appareils de communication et de navigation à courte distance, en utilisant des instruments de vérification appropriés conformément aux instructions contenues dans le cahier de laboratoire. Il est par conséquent important pour l'étudiant de lire et de comprendre les objectifs de chacun des laboratoires avant la venue à l'atelier. Les cahiers de laboratoire sont disponibles à la COOP et devront être achetés au début de la session. Les étudiants travaillent par groupes de deux et remettent un rapport de laboratoire par groupe. L'apprentissage au laboratoire fait partie intégrante du cours : l'étudiant qui serait absent ne peut pas récupérer par lui-même à domicile. La présence au laboratoire est donc obligatoire ainsi que la remise d'un rapport.

En plus de trois périodes de théorie et deux périodes de laboratoire par semaine, deux heures de travaux personnels sont normalement requises. Ces heures seront utilisées normalement par l'étudiant à la rédaction de rapport de laboratoire et à l'étude de la matière vue en théorie.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE THÉORIQUE

Période des activités : 12

Objectif d'apprentissage 1 : Présentation des systèmes

Nommer les composants principaux et décrire les méthodes d'utilisation de chacun des systèmes suivants à bord d'un aéronef :

- radiophare omnidirectionnel VHF (VOR);
- radioalignement de piste (LOCALIZER);
- radio pente (GLIDE SLOPE);
- radio bornes (MARKER BEACON);
- radiogoniomètre automatique (ADF);
- indicateur radio magnétique (RMI);
- indicateur de situation horizontale (HSI);
- console de sélection audio;
- communication VHF;
- communication HF;
- radiotéléphone;
- balise de détresse (ELT).

Contenu :

Principaux composants et méthodes d'utilisation des systèmes à bord d'un aéronef mentionnés dans l'objectif.

Période des activités : 3

Objectif d'apprentissage 2 : Système de communication air/sol

- Expliquer le fonctionnement du système de communication air/sol VHF.
- Expliquer le fonctionnement du système de communication air/sol HF.
- Expliquer le fonctionnement du système de communication SELCAL.
- Décrire le fonctionnement du radiotéléphone à bord d'un aéronef.
- Décrire le fonctionnement d'une balise de détresse (ELT).

Contenu :

- Règlements concernant les radiocommunications.
- Performances des récepteurs de communication VHF.
- Performances des récepteurs de communication HF.
- Fonctionnement du système SELCAL.
- Performances d'un radiotéléphone de bord.
- Diagramme-bloc d'une balise de détresse (ELT).
- Règlements concernant la vérification périodique des balises de détresse et les méthodes de vérification.
- Performances d'une balise de détresse (ELT).

Période des activités : 8

Objectif d'apprentissage 3 : Systèmes de radiophare omnidirectionnel VHF (VOR)

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système VOR.
- Expliquer le rôle et les caractéristiques des signaux émis par la balise au sol.
- Dessiner le schéma-bloc d'un récepteur de navigation.
- Analyser le traitement du signal capté par le récepteur de navigation.
- Analyser les erreurs du système VOR.

Contenu :

- Signal de référence VOR.
 - Signal variable VOR.
 - Modulation d'espace.
 - Diagramme-bloc d'un récepteur NAV.
 - Traitement du signal reçu.
 - Performances d'un convertisseur VOR.
-

Période des activités : 3

Objectif d'apprentissage 4 : Système de radioalignement de piste (LOC)

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système LOC.
- Décrire les diagrammes de rayonnement des signaux LOC émis par la station au sol.
- Expliquer le rôle du récepteur de navigation dans le système LOC.
- Analyser le traitement du signal dans le convertisseur LOC.
- Analyser les erreurs du système LOC.

Contenu :

- Disposition des antennes LOC au sol (différents types).
 - Signaux de modulation.
 - Diagramme de rayonnement.
 - Délimitation des zones utilisables.
 - Traitement du signal LOC reçu.
 - Performances d'un convertisseur LOC.
-

Période des activités : 2

Objectif d'apprentissage 5 : Système de radio pente (GS)

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système GS.
- Décrire les diagrammes de rayonnement des signaux GS émis par la station au sol.
- Expliquer le rôle du récepteur de navigation dans le système GS.
- Analyser le traitement du signal dans le récepteur GS.
- Analyser les erreurs du système GS.

Contenu :

- Disposition des antennes GS au sol (différents types).
- Signaux de modulation.
- Diagramme de rayonnement.
- Délimitation des zones utilisables.
- Sélection de fréquence du récepteur GS; jumelage avec le récepteur NAV.
- Diagramme-bloc du récepteur GS.
- Traitement du signal GS reçu.
- Performances d'un récepteur GS.

Période des activités : 1

Objectif d'apprentissage 6 : Système de radio bornes (MK)

- Décrire le principe de fonctionnement du système de radio bornes MK.
- Décrire le fonctionnement du récepteur de radio bornes.

Contenu :

- Diagramme-bloc du récepteur MK.
 - Fonction de chaque bloc.
 - Signal de sortie.
 - Filtres.
 - Commandes d'affichage.
 - Sortie audio.
 - Contrôle de sensibilité.
 - Performances du récepteur MK.
-

Période des activités : 6

Objectif d'apprentissage 7 : Système de radiogoniomètre automatique (ADF)

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système ADF.
- Analyser les signaux ADF reçus par les antennes.
- Décrire le fonctionnement d'un radiogoniomètre automatique à antenne cadre mobile.
- Décrire le fonctionnement d'un radiogoniomètre automatique à antenne cadre fixe.
- Décrire le fonctionnement d'un radiogoniomètre automatique avec antenne cadre fixe et antenne de levée de doute intégrée.
- Décrire les principales sources d'erreur d'un radiogoniomètre automatique et les principales mesures correctives.

Contenu :

- Antenne cadre ADF.
 - Antenne de levée de doute.
 - Diagramme-bloc d'un récepteur ADF à antenne cadre mobile.
 - Diagramme-bloc d'un récepteur ADF à antenne cadre fixe.
 - Diagramme-bloc d'un récepteur ADF avec antenne cadre fixe et antenne de levée de doute intégrée.
 - Erreur quadrantale.
 - Performances d'un récepteur ADF.
-

Période des activités : 2

Objectif d'apprentissage 8 : Système d'indication radio magnétique (RMI)

- Décrire le principe de fonctionnement des sondes magnétométriques.
- Décrire le principe de fonctionnement d'une centrale de cap à bord d'un aéronef.
- Décrire le principe de fonctionnement d'un système de référence à inertie IRS à bord d'un aéronef.
- Décrire les méthodes de couplage VOR-RMI et ADF-RMI.
- Décrire les relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur ADF, l'indicateur VOR et l'indicateur radio magnétique.

Contenu :

- Vanne de flux.
- Gyroscope directionnel.
- Système de référence à inertie IRS.
- Couplage ADF-RMI.
- Couplage VOR-RMI.
- Relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur ADF, l'indicateur VOR et l'indicateur radio magnétique.

Période des activités : 1

Objectif d'apprentissage 9 : Système d'indication de situation horizontale (HSI)

- Expliquer le rôle du HSI dans la navigation.
- Expliquer les méthodes de couplage ILS-HSI-RMI.
- Décrire les relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur VOR, l'indicateur radio magnétique et l'indicateur de situation horizontale.

Contenu :

- Rôle du HSI dans la navigation.
- Couplage ILS-HSI-RMI.
- Relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur VOR, l'indicateur radio magnétique et l'indicateur de situation horizontale.

PLANIFICATION DU COURS – PARTIE PRATIQUE

Période des activités : 30

Objectif d'apprentissage 10 :

Monter un banc d'essai avec les équipements disponibles pour mesurer les performances de chacun des systèmes suivants de communication et de navigation à courte distance :

- Indicateur NAV KI-209.
- Récepteur GLIDESLOPE KN-75.
- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-165.
- Indicateur NAV KI-206.
- Récepteur ADF KR-87.
- Indicateur ADF KI-227.
- Console audio et récepteur MARKER BEACON KMA-24.
- Récepteur ADF KDF 806.
- Indicateur HSI KI-525.
- Système RNAV KNS 80.

Objectif d'apprentissage 11 :

Effectuer les tests pour vérifier si ces systèmes rencontrent les standards de performance minimum définis par RTCA dans les documents suivants :

- DO-143 Radio Marker.
- DO-163 HF Radio.
- DO-179 ADF Equipment.
- DO-180A RNAV Equipment.
- DO-186 VHF Communications.
- DO-192 Glideslope.
- DO-195 Localizer.
- DO-196 VOR.

Objectif d'apprentissage 12 :

Rédiger des rapports selon les instructions contenues dans le cahier de laboratoire.

Liste des laboratoires

| | | |
|---------------------|---|------------|
| Laboratoire 1 : | Familiarisation aux appareils de mesure et au générateur NAV/COMM AEROFLEX | 2 périodes |
| Laboratoire 2 : | Performances et fonctionnement de la console audio KMA 24..... | 2 périodes |
| Laboratoire 3 : | Performances de l'émetteur-récepteur NAV/COMM | 2 périodes |
| | KX-165 partie (COM) | |
| Laboratoire 4 : | Performances et fonctionnement de l'émetteur-récepteur | 2 périodes |
| | NAV/COMM KX-165 partie (NAV) | |
| Laboratoire 5 & 6 : | Fonctionnement du VOR KX165 – KI 209 | 4 périodes |
| Laboratoire 7 & 8 : | Performances du VOR KX165 – KI 206 | 2 périodes |
| Laboratoire 9 : | Fonctionnement du LOC KX165 – KI 209 | 2 périodes |
| Laboratoire 10 : | Performances et fonctionnement du G-S KN 75, de l'indicateur | 2 périodes |
| | KI-209 et du MB KMA 24 | |
| Laboratoire 11 : | Performances du système ADF KR87 et de l'indicateur KI-227 | 2 périodes |
| Laboratoire 12 : | Installation des systèmes dans le cockpit..... | 2 périodes |
| | et utilisation des testeurs portatifs | |
| Laboratoire 13 : | Installation des systèmes dans le cockpit..... | 2 périodes |
| | et utilisation des testeurs portatifs | |
| Laboratoire 14 : | Vol d'avion (fonctionnement en vol des systèmes de navigation) | 2 périodes |
| Laboratoire 15 : | Examen de vérification de systèmes | 2 périodes |

SYNTHÈSE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

Évaluation de la partie théorique

Au cours de la session, il y aura trois examens écrits portant sur la matière déjà vue en classe, répartis à intervalles réguliers. Vérifier la durée de chaque examen à la rubrique synthèse des évaluations formatives. La date d'un examen et son contenu sont toujours annoncés au moins une semaine à l'avance.

Bien que ces examens servent principalement à sanctionner l'apprentissage de l'étudiant, en mesurant le niveau d'atteinte des objectifs, ils pourraient être utilisés par l'étudiant et le professeur comme instruments de perfectionnement : ils fournissent des informations permettant à l'étudiant de savoir ce qu'il a acquis, d'identifier ses lacunes et d'y apporter les correctifs appropriés et également au professeur d'ajuster son enseignement aux besoins de l'étudiant.

Les examens écrits sont une combinaison des types à choix multiples et à développement. Ces examens seront corrigés selon les critères suivants :

- **Questions à choix multiples** : choisir la bonne réponse parmi plusieurs possibilités. Des calculs complexes pourraient être nécessaires dans certains cas pour effectuer le bon choix.
- **Questions à développement** : pertinence et exactitudes des explications, qualité du français écrit , utilisation de la terminologie exacte, exactitude des calculs effectués.

Les examens sont rendus corrigés aux étudiants au début du cours de la semaine suivante sauf exception. La correction est expliquée immédiatement afin que l'étudiant puisse prendre connaissance de ses erreurs ou de ses lacunes et améliorer sa capacité d'atteindre les objectifs du cours. Les copies d'examen seront reprises et conservées par le professeur.

Évaluation de la partie pratique

Les laboratoires du cours sont conçus de manière à permettre à l'étudiant d'effectuer des tâches inhérentes au technicien en avionique dans un environnement semblable à celui de l'industrie. L'étudiant y acquiert des habiletés professionnelles indispensables pour un technicien ou une technicienne qui arrive sur le marché du travail, notamment les habiletés manuelles concernant le travail en atelier, les habiletés à communiquer par écrit et oralement en français, une meilleure maîtrise du processus de résolution de problèmes.

Le technicien en avionique travaille seul la plupart du temps, avec un minimum de supervision et un degré d'autonomie élevé. Il doit cependant échanger au niveau de l'équipe.

La qualité de communication est essentielle et occasionne un stress important en ce qu'elle peut être lourde de conséquences. Une mauvaise communication peut se traduire par des pertes de temps et d'argent importantes ou pire, des pertes de vies humaines. Dans le cadre de son travail, le technicien doit continuellement se référer à une importante documentation : manuels du manufacturier, procédures, directives, formulaires, spécifications, et consignes techniques, feuilles d'inspection, etc. De plus, il doit rédiger différents documents qui doivent décrire de façon claire la situation : feuilles d'inspection, bons de commande, rapport de défaillance, étiquette de pose et dépose, carnet de bord, etc.

L'évaluation des activités de laboratoire se fait chaque semaine, portant sur le travail en atelier et le rapport de laboratoire.

➤ Travail en atelier : 20% de la note de laboratoire. Les critères suivants seront considérés :

- capacité de travailler en équipe
- sens des responsabilités
- respect des consignes
- réactions aux situations imprévues
- sens de la planification
- souci du détail et de la précision
- qualité de communication verbale

L'évaluation du travail tient compte du travail de chaque étudiant même quand il fait partie d'une équipe.

➤ Rapport de laboratoire : 80% de la note de laboratoire. Les critères suivants seront considérés :

- pertinence et exactitude des explications
- exactitude des calculs effectués
- qualité du français écrit (10% de la note)
- pertinence et exactitude des réponses aux questions
- qualité de synthèse
- respect de la terminologie
- qualité de la présentation (référence : "Normes de la présentation des travaux écrits")

Synthèse des évaluations sommatives

| 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 | Voir évaluation de la partie théorique. | Objectifs 1 et 2 | 6 ^e semaine (2périodes) | 25% |
| Examen 2 | Voir évaluation de la partie théorique. | Objectifs 3, 4, 5 et 6 | 11 ^e semaine (2périodes) | 20% |
| Examen final | Voir évaluation de la partie théorique. | Tous | 15 ^e semaine (3périodes) | 20% |
| Devoirs | <ul style="list-style-type: none"> • Devoir 1 objectifs 1 et 2. • Devoir 2 objectifs 1 à 3. • Devoir 3 objectifs 1 à 6. • Devoir 4 objectifs 1 à 7. | À partir de questionnaires disponibles sur DecClic, ou plans à fournir | 6 ^e semaine 8 ^e semaine 11 ^e semaine 14 ^e semaine | 5% |
| Laboratoires (1-14) | Voir évaluation de la partie pratique. | Objectifs 10 à 12 | Hebdomadaire | 25% |
| Laboratoires (15) | Examen. | | 15 ^e semaine (2périodes) | 5% |

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** » du centre de documentation du Collège dont voici l'adresse :

<http://ww2.college-em.qc.ca/biblio/normes.pdf>

(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

Sécurité au laboratoire et utilisation des locaux :

L'occupation des locaux de laboratoire et l'utilisation de leur équipement par les étudiants doivent se faire sous la supervision d'un professeur ou d'un technicien, sauf indication contraire.

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 d'avionique.

MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

Cahier des laboratoires.

MÉDIAGRAPHIE

Powell, J., Aircraft Radio Systems, IAP Inc.

United Airlines, Avionics Fundamentals, IAP Inc.

FAA, Aircraft Inspection and Repair, AC43.13-1A & 2A.

Manuels d'entretien des appareils suivants :

- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-170 B
- Indicateur NAV KI-209
- Récepteur GLIDESLOPE KN-75
- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-165
- Indicateur NAV KI-206
- Récepteur ADF KR-87
- Indicateur ADF KI-227
- Console audio et récepteur MARKER BEACON KMA-24
- Récepteur ADF KDF 806
- Émetteur-récepteur COMM HF 950
- Émetteur-récepteur COMM HF AIRCOM SSB 10/100
- Indicateur HSI KI-525

Radio Technical Commission For Aeronautics, Minimum Performance Standards For Airborne

- Radio Marker (DO-143)
- HF Radio (DO-163)
- ADF Equipment (DO-179)
- RNAV Equipment (DO-180A)
- VHF Communications (DO-186)
- GLIDESLOPE (DO-192)
- LOCALIZER (DO-195)
- VOR (DO-196)

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.college-em.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

Les étudiants sont invités à consulter le site web pour les règles particulières à ce cours :
<http://www.college-em.qc.ca/>
www.college-em.qc.ca/ena/avionique/reglements