

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

Les instruments contribuent à la sécurité des aéronefs : ils permettent de contrôler le vol, de manœuvrer et de diriger l'appareil, de surveiller le fonctionnement des moteurs et des systèmes, et de respecter les limites d'exploitation de l'aéronef. Ils contribuent également à l'intégrité des équipements avioniques parce qu'ils en sont des éléments importants.

Par conséquent, pour accomplir les tâches inhérentes au technicien(ne) en entretien d'aéronefs, il est primordial de connaître le rôle, les caractéristiques et les principes de fonctionnement des instruments d'aéronefs.

Ce cours, qui s'adresse aux élèves en Entretien, traite des caractéristiques des instruments et présente un panorama relativement complet de tous les types d'instruments rencontrés à bord des aéronefs.

## OBJECTIFS MINISTÉRIELS OU COMPÉTENCES

- Connaître le rôle des instruments de vol, de navigation et de contrôle moteurs et systèmes d'aéronefs.
- Décrire les phénomènes électriques, magnétiques, mécaniques, atmosphériques ou autres qui constituent la base du fonctionnement des instruments d'aéronefs.
- Décrire le fonctionnement d'un système de pilotage automatique et d'un système directeur de vol.
- Utiliser le vocabulaire spécialisé de la discipline, notamment la terminologie particulière aux instruments de bord.
- Interpréter les informations affichées par les instruments de bord.
- Connaître la réglementation aérienne et les normes relatives à l'installation, à la vérification, ainsi qu'à la certification d'instruments d'aéronefs.

## STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

### **Théorie**

Exposé magistral et présentation d'acétates ou autres documents audiovisuels.

### **Pratique**

Les élèves travaillent en équipes de deux et exécutent différentes activités de vérification d'instruments de bord.

## PLANIFICATION DU COURS – THÉORIE

**Période des activités :**           **Semaines 1, 2, 3 et 4**

### 1- LES INSTRUMENTS DE BORD

#### Objectifs

- Connaître différentes notions de base liées aux instruments de bord.
- Expliquer les principes de fonctionnement des instruments pitot-statiques et gyroscopiques.
- Connaître les contraintes d'installation d'une prise statique et d'un tube de Pitot.
- Déterminer les avantages, les inconvénients, les erreurs inhérentes aux instruments de vol et les méthodes de réglage ou de compensation.
- Connaître le rôle de chacun des instruments de vol.
- Identifier les instruments de vol en utilisant la bonne terminologie.
- Énoncer les normes de navigabilité relatives aux instruments de vol.

#### Contenu

- Les éléments et caractéristiques d'un instrument.
- L'affichage de l'information.
- Les transmetteurs électriques.
- Les instruments pitot-statiques : • tube de Pitot et prise statique; • altimètre, variomètre, anémomètre, machmètre; • la centrale aérodynamique; • les instruments asservis.
- Le compas magnétique.
- Les instruments gyroscopiques : • les propriétés du gyroscope; • l'indicateur de virage et de pente latérale, le directionnel, l'horizon artificiel ADI, HSI, EADI, EHSI; • le compas gyromagnétique, RMI; • le gyro laser.
- Affichage sur écrans cathodiques (EFIS, ND, PFD).
- RAC Partie V, chapitres 523, 525, 571.

#### Activités d'étude personnelle

Lecture du cahier de cours.

Quiz à la 4<sup>ème</sup> semaine.

---

**Période des activités :**           **Semaine 5 – Examen 1**

---

**Période des activités :**           **Semaines 5, 6, 7, 8**

### 2- LES INSTRUMENTS DE CONTRÔLE MOTEURS ET SYSTÈMES D'AÉRONEFS

#### Objectifs

- Expliquer les différentes méthodes utilisées pour mesurer des pressions, températures, vitesses de rotation, vibrations, quantités, débits.
- Connaître le rôle des différents paramètres mesurés sur un moteur à pistons, un turbopropulseur et un turboréacteur.
- Identifier les instruments en utilisant la bonne terminologie.

## Contenu

- Caractéristiques et erreurs des instruments.
- Les paramètres mesurés : pression, température, vitesse de rotation, vibration, quantité, débit.
- Méthodes et principes de fonctionnement.
- Rôles et importance des paramètres mesurés.
- Instrumentation particulière aux moteurs à pistons, aux turbopropulseurs et aux turboréacteurs.
- Affichage sur écrans cathodiques (EICAS, ECAM).

## Activités d'étude personnelle

Lecture du cahier de cours.

---

Période des activités :            **Semaine 9**

### 3- LES INSTRUMENTS DE NAVIGATION

#### Objectifs

- Expliquer les principes de base de la navigation aérienne.
- Déterminer le rôle de chacun des instruments de radio-navigation.
- Distinguer entre les systèmes de navigation à infrastructure et les systèmes de navigation autonomes.
- Identifier les instruments de navigation en utilisant la bonne terminologie.
- Identifier les éléments essentiels d'un dispositif de navigation (dispositif de bord et dispositif au sol).

## Contenu

La navigation courte distance : ADF, VOR.

## Activités d'études personnelle

Lecture du cahier de cours.

Quiz à la 9<sup>ème</sup> semaine.

---

Période des activités :            **Semaine 10 – Examen 2**

---

Période des activités :            **Semaines 10, 11 et 12**

### LES INSTRUMENTS DE NAVIGATION (suite)

#### Contenu

- La navigation courte distance : DME, ILS, MLS.
- La navigation longue distance : LORAN, INS, IRS, GPS.
- Le radar météorologique, le radio altimètre, le transpondeur ATC.
- Le dispositif d'évitement des collisions (TCAS).
- Le dispositif d'avertissement de proximité du sol (GPWS, EGPWS).

## Activités d'étude personnelle

Lecture du cahier de cours.

Période des activités :           **Semaine 13**

#### **4- LE PILOTAGE AUTOMATIQUE**

##### **Objectifs**

- Distinguer entre un système de pilotage automatique et un système directeur de vol.
- Expliquer la fonction de base et les fonctions supérieures d'un système de pilotage automatique.

##### **Contenu**

- Circuits de sécurité (*interlock*).
- Stabilité : "*Mach Trim*", "*Pitch Trim*" et "*Yaw Damper*".
- Manœuvre : "*Alt Hold*", "*Mach Hold*", "*IAS Hold*", "*HDG Hold*".
- Guidage : couplage VOR, ILS.
- Automanette (*autothrottle*).
- Atterrissage automatique (*autoland*).
- Directeur de vol (*flight director*).
- ADI.

##### **Activités d'étude personnelle**

Lecture du cahier de cours.

---

Période des activités :           **Semaine 14**

#### **5- LES ENREGISTREURS DE BORD**

##### **Objectifs**

- Décrire les différents types de dispositifs d'enregistrement des données de vol et de communications vocales.
- Connaître la réglementation aérienne relative aux enregistreurs de bord.

##### **Contenu**

- Enregistreur de vol (*FDR*).
- Enregistreur de voix (*CVR*).
- Durée de l'enregistrement.
- Paramètres enregistrés.
- Émetteur de localisation sous l'eau (*ULB*).
- Protection et emplacement.
- Analyse des données.
- Normes OACI, Annexe 6 de la Convention de Chicago.
- Normes canadiennes (RAC 551, 605-625).

##### **Activités d'étude personnelle**

Lecture du cahier de cours.

Quiz.

---

Période des activités :           **Semaine 15 – Examen 3**

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 o période d'examen)	Pondération (%)
Examen à choix multiple et à court développement.	Individuel. Durée : 1h30.	1	Semaine 5	20%
Examen à choix multiple et à court développement.	Individuel. Durée : 1h30.	2 et une partie de 3	Semaine 10	20%
Examen à choix multiple et à court développement.	Individuel. Durée : 1h30.	La suite de 3 ainsi que 4 et 5	Semaine 15	20%

**TOTAL : 60%**

## PLANIFICATION DU COURS – PRATIQUE

### Déroulement de la session

- Semaines 1, 2, 3 (possiblement 4), le professeur fera la démonstration des sept différents bancs d'essai qui seront utilisés par les élèves durant la session.
- Les semaines suivantes, les élèves exécutent chacune des activités (exercices) prévues par équipe de deux.
- Les autres périodes (semaines) de la session seront consacrées à l'évaluation et à la révision.
- Les exercices sont exécutés en utilisant les manuels disponibles au laboratoire.
- Les manuels au laboratoire peuvent comprendre :
  - des extraits des normes du RAC;
  - des extraits de manuels de maintenance d'aéronefs;
  - des manuels de composants;
  - des manuels de procédure d'utilisation d'équipements d'essais.
- Pour chaque exercice, l'élève aura à compléter les fiches techniques incluses dans le cahier de cours (laboratoire).
- Les informations inscrites par l'élève dans son cahier de cours serviront de guide d'étude pour les deux examens.

### Activités d'apprentissage

#### 1- VÉRIFICATION D'UN CIRCUIT PITOT-STATIQUE

Objectifs	Contenu
Vérifier un circuit pitot-statique conformément aux normes de navigabilité.	Normes du RAC • Procédures du fabricant du banc d'essai.
Distinguer les différents essais exigés par le RAC.	Essais d'étanchéité (RAC 571) • Essai d'étalonnage (RAC 605/625).
Connaître les normes de certification d'un circuit pitot-statique.	Fréquence d'exécution • Points de test à simuler • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Décrire l'appareil de vérification.	Composants • Fonctionnement.
Décrire le circuit pitot-statique.	Composants • Fonctionnement.

#### 2- VÉRIFICATION D'UN ALTIMÈTRE

Objectifs	Contenu
Vérifier l'état de navigabilité d'un altimètre conformément aux normes de navigabilité.	Normes du RAC.
Connaître les normes de certification d'un altimètre barométrique.	Fréquence d'exécution • Points de tests à simuler • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Faire la distinction entre les différents tests à exécuter.	Erreur d'échelle • Erreur d'hystérésis • Persistance d'effet • Erreur de frottement • Étanchéité du boîtier • Erreur d'échelle barométrique.
Décrire les appareils de vérification.	Baromètre numérique • Chambre à vide • Pompes à vide.
Décrire l'altimètre barométrique.	Plaque d'identification • Composants • Fonctionnement.

### 3- VÉRIFICATION D'UN INDICATEUR DE VIRAGE ET DE PENTE LATÉRALE

Objectifs	Contenu
Vérifier l'état de navigabilité d'un indicateur de virage et de pente latérale.	▪ Spécifications du manufacturier.
Connaître les normes de certification d'un indicateur de virage et de pente latérale	▪ Essais à exécuter • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Distinguer les différents tests à effectuer.	▪ Pour vérifier la bille • Pour vérifier l'aiguille.
Décrire les appareils de vérification.	▪ Source d'alimentation • Table tournante • Lampe stroboscopique.
Décrire l'indicateur de virage et de pente latérale.	▪ Plaque d'identification • Composants • Fonctionnement.

### 4- VÉRIFICATION D'UN DIRECTIONNEL

Objectifs	Contenu
Vérifier l'état de navigabilité d'un directionnel.	▪ Spécifications du manufacturier.
Connaître les normes de certification d'un directionnel.	▪ Essais à exécuter • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Distinguer les différents tests à effectuer.	▪ Rotation libre du rotor • Vitesse de rotation du rotor • Dérive • Mécanisme érecteur • Mécanisme de blocage • Démarrage du rotor • Étanchéité du boîtier • Débit.
Décrire les appareils de vérification.	▪ Source d'alimentation pneumatique • Table Scorby.
Décrire le directionnel.	▪ Plaque d'identification • Composants • Fonctionnement.

### 5- VÉRIFICATION D'UN TACHYMÈTRE

Objectifs	Contenu
Vérifier l'état de navigabilité d'un tachymètre.	Normes du RAC • Spécifications du banc d'essais.
Connaître les normes de certification d'un tachymètre.	Essais à exécuter • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Distinguer les différents tests à effectuer.	Erreur d'échelle • Erreur de frottement • Erreur d'hystérésis.
Décrire les appareils de vérification.	Composants • Fonctionnement.
Décrire le tachymètre.	Plaque d'identification • Composants • Fonctionnement.

### 6- VÉRIFICATION D'UN MANOMÈTRE

Objectifs	Contenu
Vérifier l'état de navigabilité d'un manomètre.	Spécifications du banc d'essais.
Connaître les normes de certification d'un manomètre.	Essais à exécuter • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Distinguer les différents tests à effectuer.	Erreur d'échelle • Erreur de frottement • Erreur d'hystérésis.
Décrire les appareils de vérification.	Composants • Fonctionnement.
Décrire le manomètre.	Composants • Fonctionnement.

### 7- COMPENSATION D'UN COMPAS MAGNÉTIQUE

Objectifs	Contenu
Vérifier l'état de navigabilité d'un compas magnétique.	Procédure d'exécution • Normes du RAC.
Connaître les normes de certification d'un compas magnétique.	Fréquence d'exécution • Points de test à simuler • Tolérances • Étalonnage des équipements d'essais.
Distinguer les différents tests à effectuer.	Liquide • Mécanisme de compensation • Frottement • Neutralisation des aimants • Carte de compensation.
Décrire le compas maître.	Composants • Fonctionnement.
Décrire le compas magnétique.	Plaque d'identification • Composants • Fonctionnement.

SYNTHÈSE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION SOMMATIVE

**Partie pratique**

Activité d'évaluation	Contexte de réalisation	Objectif(s) d'apprentissage	Période d'évaluation	Pondération (%)
Examen 1.	Examen à développement. Individuel. Durée : 2h00.	Trois premiers exercices.	Semaine 7, lorsque les trois premiers exercices seront terminés.	15%
Examen 2.	Examen à développement. Individuel. Durée : 2h00.	Quatre derniers exercices.	Semaine 15.	15%
Évaluation sur la session.	Observations du professeur.	Professionalisme. * Assiduité. * Intérêt. *	Note attribuée à la fin de la session.	10%

**TOTAL : 40%**

\* Professionalisme : démonstration d'aptitudes et de comportements face à un travail, comprend la capacité de réaliser un travail (habiletés), savoir reconnaître ses limites et le souci d'améliorer ses compétences (perfectibilité) et observer les procédures d'exécution.

\* Assiduité : démontrer une présence régulière et de la ponctualité.

\* Effort : s'appliquer à exécuter son travail avec soin et minutie.



## CONDITIONS DE RÉUSSITE AU COURS

### (1) Note de passage

La note de passage du cours est de 60% résultant de l'addition des notes théorique et pratique.

### (2) Présence aux évaluations sommatives

La présence aux activités d'évaluation sommative est obligatoire. L'étudiant doit se conformer aux prescriptions de réalisation de l'activité d'évaluation prévues par l'enseignant et inscrites au plan de cours.

Tout retard non justifié de l'étudiant à une activité d'évaluation sommative peut amener l'enseignant à lui refuser le droit de participer à ladite activité.

Toute absence non motivée pour des raisons graves (maladie, décès, événement de force majeure, etc.) à une activité d'évaluation sommative peut entraîner la note zéro (0) pour ladite activité.

Il revient à l'étudiant de prendre les mesures pour rencontrer son enseignant avant la tenue de l'activité d'évaluation ou dès son retour à l'ÉNA, et lui expliquer les motifs de son absence avec pièces justificatives à l'appui. Si les motifs sont graves et reconnus comme tels par l'enseignant, des modalités de report de l'activité d'évaluation seront convenues entre l'enseignant et l'étudiant.

### (3) Remise des travaux

Tous les travaux doivent être remis à la date, l'heure et au local désigné par l'enseignant. Tout devoir ou travail à la maison remis en retard sera noté avec 10% de moins par jour de retard et la note "0" sera attribuée après une semaine.

### (4) Présentation matérielle des travaux

L'enseignant 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 l'enseignant. Dans ce cas, les pénalités prévues pour les retards dans la remise des travaux s'appliquent.

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

Un enseignant qui considère un travail présenté dans un français incorrect le refuse ou en retarde l'acceptation. Dans le cas du refus, la note "0" est attribuée au travail. Si le professeur en retarde l'acceptation, le travail est alors soumis aux pénalités prévues dans la règle « Remise des travaux ».

## MATÉRIEL REQUIS OBLIGATOIRE

Cahier de cours COOP #4869.

## MÉDIAGRAPHIE

ASH Georges et collaborateurs. Les capteurs en instrumentation industrielle, Éditeur Dunod, 1983. 620.0044A812C1983

Aviation Technician Training Series. Avionics Fundamentals, Éditeur I.A.P., 1987.

CHAPPUY J.P. et J.P. Grégori. Instruments de bord, Éditeur Paris, Institut aéronautique Jean Mermoz, 1978. *TOME 1 : Mesure de vitesse, incidence, température, dispositifs de sécurité, compas de navigation, contrôle moteurs. TOME 2 : Équipements électroniques. TOME 3 : Instruments gyroscopiques, altimètre, variomètre, compas magnétique.* 629.135C46711978

CRANE Dale. Aircraft Instruments Systems, Éditeur Aviation Maintenance Publishers Inc. 629.135C891a

Oxford Air Training School. Navigation aérienne, Les aides radio, Éditeur Modulo. P629.1351098r4Fq

Oxford Air Training School. Navigation aérienne, Instruments de bord, Québec, Ministère de l'éducation, SGME 1981. 629.1352098iFq

PALLETT EHJ. Automatic Flight Control, Éditeur Granada, Toronto, 1983. 629.1352p166 1983

PALLETT EHJ. Aircraft Instruments, Éditeur Pitman Publishing Limited. 629.135p1662 édition 1972-79  
629.135p1662 édition 1981

PALLETT EHJ. Aircraft Instruments and Integrated System, Édition Longman Scientific & Technical, 1992. 629.135P166ai

POWELL J. Aircraft Radio Systems, Éditeur Pitman Publishing Limited, 1981. 629.135p8843

Canada, Transports Canada Aviation, Partie V du RAC. Navigabilité, RAC 523, 525, 551 et 571, Ottawa, Approvisionnement et services Canada, 1996.

Canada, Transports Canada Aviation, Partie VI du RAC. Règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs, RAC 605-625, Ottawa, Approvisionnement et services, 1996.

## 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](http://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

### **(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 de l'étudiant est objet d'évaluation 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 Entretien d'aéronefs (280.03) et Avionique (280.04) 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.

### **(3) Retards aux cours**

L'étudiant-e doit attendre dix minutes avant de considérer l'enseignant absent pour la période de cours et se doit de se présenter à la deuxième heure sauf si un avis d'absence a été émis.

Un-e étudiant-e qui arrive plus de dix minutes après le début de la première période d'un cours est considéré-e comme absent-e pour cette période. Aucun retard n'est toléré pour les autres périodes subséquentes de ce même cours.