

CHAPITRE 12
OREN 331 – DÉCRIRE LES PRINCIPES DE VOL



**CADETS DE L'AVIATION
ROYALE DU CANADA**

NIVEAU DE QUALIFICATION TROIS

GUIDE PÉDAGOGIQUE



SECTION 1

OCOM M331.01 – DÉCRIRE LA STABILITÉ D'UN AÉRONEF

Durée totale :

60 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans l'A-CR-CCP-803/PG-002, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant d'enseigner la leçon.

Monter les quatre stations comme elles sont décrites à l'annexe A.

Créer un transparent de l'annexe B.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

Une activité en classe a été choisie pour le PE 1, parce que c'est une façon interactive de présenter la stabilité des aéronefs.

L'exposé interactif a été choisi pour les PE 2 à 5 afin de réviser les axes de rotation et de présenter la stabilité en fonction des axes.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit avoir décrit la stabilité d'un aéronef.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets décrivent la stabilité d'un aéronef de façon à ce qu'ils comprennent pourquoi un aéronef est conçu avec certaines caractéristiques. Les cadets comprendront comment un aéronef réagira pendant des vols turbulents ou lorsqu'il est mis à l'épreuve pendant des manœuvres agressives.

Point d'enseignement 1

Démontrer les caractéristiques de la stabilité

Durée : 15 min

Méthode : Activité en classe

CARACTÉRISTIQUES DE LA STABILITÉ

Stabilité. La tendance d'un aéronef en vol de maintenir sa position horizontale, verticale et en ligne droite, et de revenir à son assiette sans aucune mesure corrective du pilote, quand il en a été écarté.

Stabilité statique. La tendance générale d'un aéronef à reprendre son assiette initiale, quand il en a été écarté.

Stabilité dynamique. La tendance générale d'un aéronef à reprendre son assiette initiale.

Stabilité positive. L'aéronef peut reprendre son assiette initiale sans aucune mesure corrective.

Stabilité neutre. L'aéronef maintient la nouvelle attitude de vol, après y avoir été déplacé, sans retourner à son attitude initiale ni continuer de s'en éloigner.

Stabilité négative. L'aéronef continue de s'éloigner de son attitude initiale après s'en être écarté.

ACTIVITÉ

Durée : 10 min

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de fournir une méthode tactile pour illustrer les différents types de stabilité d'un aéronef.

RESSOURCES

- une balle de tennis,
- trois billes,
- une table,
- du ruban, et
- deux bols.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Monter les quatre stations conformément à l'annexe A.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Diviser les cadets en groupes de quatre personnes de la même taille.
2. Assigner une station à chaque groupe.
3. Demander à chaque groupe d'effectuer l'activité à chaque station.
4. Une fois que les cadets sont passés à toutes les stations, leur demander ce qu'ils ont observé.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

La participation des cadets à l'activité de stabilité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 2

Réviser les axes d'un aéronef

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

AXES DE L'AÉRONEF



Présenter aux cadets le transparent qui se trouve à l'annexe B.

Démontrer chaque axe avec le modèle réduit d'un aéronef.

Chaque axe est une ligne droite imaginaire qui passe à travers l'aéronef dans une direction particulière. Les trois axes se croisent au centre de gravité.



Demander aux cadets quels sont les trois axes d'un aéronef.

Axe longitudinal et roulis

Cet axe passe dans la longueur de l'aéronef, de l'extrémité du nez à l'empennage. Le mouvement autour de cet axe est le roulis.



Demander aux cadets quelle gouverne contrôle le roulis.

Axe latéral et tangage

Cet axe passe à travers les ailes des aéronefs, du bout d'une aile au bout de l'autre aile. Le mouvement autour de cet axe est le tangage.



Demander aux cadets quelle gouverne contrôle le tangage.

Axe normal (vertical) et lacet

Cet axe passe à travers l'aéronef à la verticale de haut en bas. Le mouvement autour de cet axe est le lacet.



Demander aux cadets quelle gouverne contrôle le lacet.



Demander aux cadets de fabriquer un avion de papier et de marquer chaque axe. Demander de tenir leur avion en l'air pendant que vous dictez un mouvement (p. ex., le roulis) dont ils devront faire la démonstration individuellement à l'aide de leur avion.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

La participation des cadets à l'activité de manipulation des avions de papier servira de confirmation de l'apprentissage de cette leçon.

Point d'enseignement 3

Expliquer la stabilité longitudinale

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

STABILITÉ LONGITUDINALE

La stabilité longitudinale représente la stabilité autour de l'axe latéral, qui est connue comme la stabilité en tangage. Pour atteindre la stabilité longitudinale, les aéronefs sont conçus pour avoir le nez pesant lorsqu'ils sont chargés adéquatement.

Deux facteurs principaux influencent la stabilité longitudinale :

- le plan fixe horizontal, et
- le centre de gravité.

Les effets du plan fixe horizontal

Le plan fixe horizontal se situe à la queue de l'aéronef. Sa fonction est semblable à un contrepoids à l'extrémité d'un levier. Lorsque le nez de l'aéronef est poussé vers le haut, cela entraîne la queue vers le bas. Puisque le plan fixe entre maintenant en contact avec le débit d'air à un angle d'attaque plus élevé, il génère maintenant plus de portance. Cette portance supplémentaire atténue la perturbation initiale.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer les effets du plan fixe horizontal.

Les effets du centre de gravité

Le centre de gravité est un facteur important de la stabilité d'un aéronef. Chaque aéronef a un centre de gravité naturel inhérent à sa conception. Lorsque l'aéronef est chargé, la position du centre de gravité peut changer. Si ce changement est radical, cela peut causer des effets négatifs sur la stabilité d'un aéronef.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer un centre de gravité situé à l'avant.

Si le centre de gravité est trop vers l'avant, cela provoque une tendance à piquer du nez. Cela oblige le pilote à exercer une contre-pression sur les contrôles pour maintenir le vol normal. Si on ne corrige pas immédiatement, l'aéronef prend de la vitesse et perd de l'altitude.

Si le centre de gravité est trop à l'arrière, le nez de l'aéronef a tendance à se lever. Cela oblige le pilote à exercer une pression excessive vers l'avant sur les contrôles pour maintenir le vol normal. Si on ne corrige pas immédiatement, l'aéronef ralentit et éventuellement effectue un décrochage.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer un centre de gravité à l'arrière.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS

- Q1. Qu'est-ce que la stabilité longitudinale?
 Q2. Comment le plan fixe horizontal agit-il?
 Q3. Quel est le danger d'un centre de gravité situé à l'arrière?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. La stabilité autour de l'axe latéral.
 R2. Un contre-poids à l'extrémité du levier.
 R3. Le décrochage.

Point d'enseignement 4

Expliquer la stabilité latérale

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

STABILITÉ LATÉRALE

La stabilité latérale représente la stabilité autour de l'axe longitudinal, qui est appelée la stabilité en roulis. Pour atteindre la stabilité latérale, certaines caractéristiques de conception sont intégrées dans l'aéronef. Trois de ces caractéristiques de conception sont :

- l'angle de dièdre,
- l'aile en flèche, et
- l'effet de quille.

Les effets de l'angle de dièdre et de l'angle de dièdre négatif

L'angle de dièdre est l'angle que les ailes produisent avec le plan horizontal. Si on regarde l'aéronef de l'avant, on remarque que les ailes sont légèrement inclinées vers le haut de sorte que le bout de l'aile est plus haut que l'emplanture.

Cela aide l'aéronef à maintenir la stabilité latérale en changeant l'angle que le bord d'attaque produit avec le débit d'air.

Lorsqu'un aéronef aux ailes avec dièdre est forcé dans un glissement de côté, l'aile qui s'abaisse rencontre le débit d'air à angle droit. Cela augmente la portance produite sur cette aile, ce qui force l'aéronef à revenir en place.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer l'angle de dièdre.

Certains aéronefs ont été conçus avec un dièdre négatif. L'angle de dièdre négatif agit à l'opposé du dièdre, ce qui crée moins de stabilité. On le trouve habituellement dans un aéronef avec l'aile en flèche et effet de quille.

L'aile en flèche

Semblable à l'angle de dièdre, l'aile en flèche est une caractéristique de conception où les ailes sont orientées vers l'arrière plutôt que sortant tout droit du fuselage.

Cela aide l'aéronef à maintenir la stabilité latérale en changeant l'angle que le bord d'attaque fait avec le débit d'air.

Lorsqu'un aéronef aux ailes en flèche est forcé dans un glissement de côté, l'aile qui s'abaisse rencontre le débit d'air à angle droit. Cela accroît la portance produite par cette aile, ce qui force l'aéronef à revenir en place.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer l'aile en flèche.

Effet de quille

Bien qu'on trouve habituellement le dièdre et la flèche dans l'aéronef à ailes basses, l'aéronef à ailes hautes possède une stabilité intégrée. Car la masse de cet aéronef qui est située sous le plan des ailes agit comme une quille. Lorsqu'une aile est soulevée par la turbulence, le fuselage agit comme un pendule qui ramène l'aéronef en position.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer l'effet de quille.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 4

QUESTIONS

Q1. Qu'est-ce que la stabilité latérale?

- Q2. Quels sont les trois caractéristiques de conception qui procure la stabilité latérale?
 Q3. Comment l'effet de quille fonctionne-t-il?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. La stabilité latérale est la stabilité autour de l'axe longitudinal.
 R2. Le dièdre, la flèche et l'effet de quille.
 R3. Lorsqu'une aile est soulevée par la turbulence, le fuselage agit comme un pendule qui ramène l'aéronef en position.

Point d'enseignement 5

Expliquer la stabilité directionnelle et les effets du plan fixe vertical

Durée : 5 min

Méthode : Exposé interactif

STABILITÉ DIRECTIONNELLE

La stabilité directionnelle est la stabilité autour de l'axe vertical ou normal. Le facteur principal qui influence la stabilité directionnelle est la surface verticale de la queue ou le plan fixe vertical.

Les effets du plan fixe vertical

Les aéronefs, tout particulièrement les avions, ont tendance à toujours voler en fonçant dans le débit d'air relatif. Cette tendance, appelée girouette, est un résultat direct du plan fixe vertical. Si l'aéronef s'éloigne de sa trajectoire dans un mouvement de lacet, le débit d'air frappe le plan fixe vertical par le côté et force l'aéronef à reprendre sa trajectoire.

Cela peut fonctionner seulement si la surface latérale de l'aéronef est plus grande à l'arrière du centre de gravité que la surface latérale à l'avant du centre de gravité.



Utiliser le modèle réduit d'avion pour démontrer les effets du plan fixe vertical.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 5

QUESTIONS

- Q1. Qu'est-ce que la stabilité directionnelle?
 Q2. Quel est le principal facteur qui influence la stabilité directionnelle?
 Q3. Quel est l'effet du plan fixe vertical?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. La stabilité directionnelle est la stabilité autour de l'axe vertical ou normal.
 R2. Le facteur principal qui influence la stabilité directionnelle est la surface verticale de la queue ou du plan fixe vertical.

R3. Si l'avion s'éloigne de sa trajectoire, le débit d'air frappe le plan fixe vertical par le côté et force l'avion à reprendre sa trajectoire.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS

- Q1. Qu'est-ce que la stabilité dynamique?
- Q2. Quel est le danger d'un centre de gravité situé à l'arrière?
- Q3. Quels sont les trois caractéristiques de conception qui procure la stabilité latérale?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. La tendance générale d'un aéronef à reprendre sa position initiale.
- R2. Le décrochage.
- R3. L'angle de dièdre, l'aile en flèche et l'effet de quille.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

Cet OCOM est évalué conformément aux indications du chapitre 3, annexe B (COREN des sujets en aviation - évaluation combinée).

OBSERVATIONS FINALES

Les aéronefs, les avions en particulier, nécessitent beaucoup de stabilité pour voler de façon sécuritaire. Tous les avions possèdent une stabilité intégrée. Les avions commerciaux et privés ont tendance à avoir une stabilité positive, tandis que les chasseurs militaires ont tendance à avoir une stabilité neutre ou négative.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Si l'OCOM C331.01 (Réviser les principes de vol, section 2) est choisi comme période complémentaire, il doit être prévu avant cet OCOM.

Pendant l'élaboration des activités pour la journée de vol de familiarisation et d'instruction propre à l'élément, il est recommandé de donner l'occasion aux cadets d'identifier et de décrire la stabilité de l'aéronef.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- C3-116 (ISBN 0-9680390-5-7) MacDonald, A.F. et Pepler, I. L. (2000). *Entre ciel et terre : Édition du millénaire*. Ottawa, Ontario, Aviation Publishers Co. Limited.
- C3-229 (ISBN 0-521-02128-6) Abzug, M. J., & Larrabee, E. E. (2002). *Airplane Stability and Control* (deuxième édition). Cambridge, Angleterre, Cambridge University Press.



**CADETS DE L'AVIATION
ROYALE DU CANADA**

NIVEAU DE QUALIFICATION TROIS

GUIDE PÉDAGOGIQUE



SECTION 2

OCOM C331.01 – RÉVISER LES PRINCIPES DE VOL

Durée totale :

30 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans l'A-CR-CCP-803/PG-002, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant d'enseigner la leçon.

Photocopier le document qui se trouve à l'annexe C, et en remettre une copie à chaque cadet.

Produire un transparent de l'annexe C.

Apporter un modèle réduit d'avion.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

Une activité en classe a été choisie pour cette leçon, parce que c'est une façon interactive pour les cadets de réviser les trois axes d'un aéronef et les gouvernes.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit avoir révisé les principes de vol.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets révisent les principes de vol qui servent de base à l'apprentissage de nouvelles connaissances et habiletés. La compréhension des principes de vol élémentaires améliorera toute activité de vol de familiarisation.

Point d'enseignement 1

Réviser les trois axes d'un aéronef

Durée : 5 min

Méthode : Activité en classe

ACTIVITÉ

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de réviser les trois axes d'un aéronef.

RESSOURCES

- le document qui se trouve à l'annexe C,
- le transparent de l'annexe C, et
- un rétroprojecteur.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Aménager la salle de classe pour permettre un travail de petit groupe.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Diviser les cadets en groupes d'au plus quatre personnes.
2. Distribuer le document à chaque groupe.
3. Demander aux cadets d'identifier le schéma.
4. Demander à un cadet de chaque groupe de se déplacer à un autre groupe et de contre-vérifier leurs réponses. Une fois terminé, demander aux cadets de retourner à leur groupe.
5. Projeter le transparent sur un écran ou un mur.
6. Demander à un représentant de trois des groupes d'identifier un des axes sur le transparent projeté.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

La participation des cadets à l'activité en classe servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 2

À titre de membre d'un groupe, demander au cadet de décrire une gouverne et ses effets sur les assiettes et les mouvements

Durée : 20 min

Méthode : Activité en classe

ACTIVITÉ

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de réviser les gouvernes et leurs effets sur les assiettes et les mouvements.

RESSOURCES

- un modèle réduit d'avion,
- des feuilles de tableau de papier, et
- des marqueurs pour tableau de papier.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Aménager la salle de classe pour permettre un travail en petits groupes.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Répartir les cadets en groupes égaux.
2. Attribuer à chaque groupe une gouverne (le gouvernail de direction, les ailerons ou le gouvernail de profondeur).
3. Demander aux cadets d'illustrer, avec le plus de détails possibles, la gouverne assignée à leur groupe. Allouer 10 minutes aux cadets pour terminer leur illustration.
4. Demander aux cadets d'afficher l'illustration de leur groupe sur le mur. Demander aux cadets de circuler pour regarder les illustrations pendant cinq minutes.
5. Pendant les cinq dernières minutes, animer une discussion avec les cadets sur chacune des gouvernes. Utiliser le modèle réduit d'avion à des fins de démonstration.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

La participation des cadets à l'activité en classe servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

La participation des cadets à l'activité du PE 2 servira de confirmation de l'apprentissage de cette leçon.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Une révision des principes de vol est importante pour comprendre la matière de niveau supérieur. Les cadets qui souhaitent poursuivre l'instruction en aviation doivent avoir une bonne compréhension de la façon dont un aéronef vole.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Si cet OCOM complémentaire est choisi, il doit être prévu avant tous les autres OCOM de cet OREN.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-116 (ISBN 0-9680390-5-7) MacDonald, A.F. et Pepler, I. L. (2000). *Entre ciel et terre : Édition du millénaire*. Ottawa, Ontario, Aviation Publishers Co. Limited.



**CADETS DE L'AVIATION
ROYALE DU CANADA**

NIVEAU DE QUALIFICATION TROIS

GUIDE PÉDAGOGIQUE



SECTION 3

OCOM C331.02 – LIRE LES INSTRUMENTS DU CIRCUIT STATIQUE DU SYSTÈME PITOT

Durée totale :

60 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans l'A-CR-CCP-803/PG-002, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant d'enseigner la leçon.

Photocopier les feuilles de travail qui se trouvent aux annexes D, F et H, et en remettre une copie à chaque cadet.

Faire des transparents des clés de correction qui se trouvent aux annexes E, G et I.

Fabriquer un modèle fonctionnel de chaque instrument du circuit statique du système Pitot conformément aux consignes de l'annexe J.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

Un exposé interactif a été choisi pour les PE 1 à 4 pour présenter les instruments du circuit statique du système Pitot.

Une activité en classe a été choisie pour le PE 5, parce qu'il s'agit d'une façon interactive de confirmer la compréhension des cadets relativement aux instruments du circuit statique du système Pitot.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit être en mesure de lire l'anémomètre, l'altimètre et le variomètre.

IMPORTANTANCE

Il est important que les cadets puissent lire les instruments du circuit statique du système Pitot afin de savoir ce qui se passe dans l'aéronef lorsqu'ils participent à un vol de familiarisation ou utilisent un simulateur de vol.

Point d'enseignement 1

Expliquer que les instruments de base d'un aéronef dépendent de la prise de pression Pitot et de la prise de pression statique comme sources d'information

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

INSTRUMENTS DE BASE D'UN AÉRONEF

Les instruments du circuit statique du système Pitot reçoivent les données en provenance de deux sources principales. La première est la prise de pression Pitot et la deuxième est la prise de pression statique.

Les prises de pression Pitot et statique fournissent les données à l'anémomètre

La prise de pression Pitot d'un aéronef léger est généralement un tube de Pitot qui est fixé au nez ou à l'aile d'un aéronef. Les données reçues de prises de pression Pitot et statique se rendent directement à l'anémomètre, qui convertit ensuite la pression en vitesse. Étant donné que la prise de pression Pitot fait face vers l'avant, elle agit comme source d'admission d'air. Donc, plus l'aéronef se déplace rapidement, plus la pression à la prise de pression Pitot est importante, ce qui signifie que le relevé de l'anémomètre indique une donnée plus élevée.

L'anémomètre reçoit aussi des données de la prise statique. Ces données permettent à l'anémomètre de compenser pour les changements de pression d'air selon l'altitude.

La prise statique fournit les données à l'altimètre

La prise statique est un petit évent sur le côté de l'aéronef. Il capte la pression environnante de l'air et la transmet à l'altimètre. La prise statique utilise les changements de pression d'air pour fonctionner. Par exemple, lorsque l'altitude de l'aéronef augmente, la pression d'air diminue. L'altimètre indique donc une altitude plus élevée.

La prise statique fournit les données au variomètre

Le port statique fournit également des données au variomètre. Lorsque l'aéronef change d'altitude, le VSI indique le taux de changement. Cette indication est basée sur le taux de changement de la pression d'air environnante.



L'anémomètre est le seul instrument du circuit statique du système Pitot qui reçoit des données de pression en provenance des deux sources.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS

- Q1. Quel est le seul instrument à utiliser la prise de pression Pitot?
- Q2. À quel endroit la prise de pression Pitot est-elle située sur un aéronef léger?
- Q3. De quelle façon la pression a-t-elle effet sur l'altimètre?

RÉPONSES ANTICIPÉES

R1. L'anémomètre.

R2. La prise de pression Pitot est habituellement fixée au nez ou à l'aile.

R3. Lorsque la pression diminue, l'altitude indiquée sur l'altimètre augmente.

Point d'enseignement 2

Expliquer la façon de lire l'anémomètre

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

LECTURE DE L'ANÉMOMÈTRE

La lecture de l'anémomètre est simple et se fait presque de la même façon que la lecture de l'indicateur de vitesse d'un véhicule. Il y a une aiguille et elle pointe vers la vitesse à laquelle l'aéronef se déplace. La plus grande différence entre l'indicateur de vitesse et l'anémomètre est que l'anémomètre est muni d'un code de couleur marquant l'échelle de vitesse.

Chaque arc représente une plage de vitesse pour certaines conditions de vol. Les trois couleurs que l'on retrouve sur tous les anémomètres sont :

- vert,
- jaune, et
- rouge.



« Flight Instruments », North American Powered Parachute Federation. Extrait le 30 octobre 2007 du site http://www.nappf.com/nappf_flight_instruments.htm

Figure 12-3-1 Anémomètre

Plage d'utilisation normale

L'arc vert indique les vitesses de vol normales et sécuritaires. Pendant le vol normal, le pilote modifie la puissance des moteurs et l'assiette en tangage pour que la vitesse de vol se situe dans l'arc vert. Ce n'est pas le cas au début du décollage ni dans la dernière partie de l'atterrissage, et peut ne pas être le cas pendant les voltiges aériennes.

Zone de prudence

L'arc jaune indique une plage de vitesse où il faut être prudent. L'aéronef peut voler de façon sécuritaire à des vitesses qui se trouvent dans la zone de prudence, mais seulement si les manœuvres sont légères et effectuées doucement. Des manœuvres agressives à des vitesses se trouvant dans l'arc jaune peuvent entraîner des dommages structuraux à l'aéronef.

Vitesse à ne pas dépasser

La ligne rouge indique la vitesse maximale à laquelle l'aéronef doit voler en toute circonstance. Si la vitesse dépasse la ligne rouge, l'aéronef doit être posé au sol et être soumis à une inspection structurale. Le dépassement de la ligne rouge peut entraîner des dommages structuraux.

Unités de mesure

Pendant la lecture de l'anémomètre, il est très important de connaître les unités de mesure utilisées. Pour la plupart des anémomètres, l'unité de mesure utilisée est la vitesse indiquée exprimée en nœuds (KIAS). Dans les aéronefs moins rapides, les anémomètres peuvent utiliser les milles à l'heure (mi/h) comme unité de mesure. La différence entre les deux unités est qu'un mille nautique (utilisé pour KIAS) représente 6080 pieds, tandis qu'un mille terrestre mesure 5280 pieds.

ACTIVITÉ

Durée : 5 min

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets de se pratiquer à lire un anémomètre.

RESSOURCES

- une feuille de travail portant sur l'anémomètre qui se trouve à l'annexe D, et
- un transparent du corrigé qui se trouve à l'annexe E.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

S.O.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Répartir les cadets en paires.
2. Remettre une feuille de travail portant sur l'anémomètre à chaque cadet.
3. Les cadets disposeront de deux à trois minutes pour remplir la feuille de travail.
4. Laisser deux minutes aux cadets pour partager et réviser leurs réponses avec leur partenaire.
5. Présenter le transparent du corrigé.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 3**Expliquer la façon de lire un altimètre**

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

LECTURE DE L'ALTIMÈTRE

L'altimètre est l'instrument qui indique au pilote la hauteur à laquelle se trouve l'aéronef au-dessus du niveau de la mer (ASL). En Amérique du Nord, l'altimètre exprime les mesures en pieds ASL.

Unités de mesure

Chaque altimètre comprend au moins trois aiguilles : une longue, une courte et épaisse et une longue et mince avec un triangle à l'extrémité.



« Flight Instruments », North American Powered Parachute Federation. Extrait le 30 octobre 2007 du site http://www.nappf.com/nappf_flight_instruments.htm

Figure 12-3-2 L'altimètre

L'aiguille longue indique l'altitude en centaines de pieds ASL. C'est l'aiguille qui se déplace le plus rapidement des trois et un changement d'altitude provoquera son déplacement.

L'aiguille courte indique l'altitude en milliers de pieds ASL. Cette aiguille se déplace lentement au fur et à mesure des changements d'altitude. Chaque fois que l'aiguille longue fait un tour de 360 degrés, l'aiguille courte se déplace vers le chiffre suivant sur le cadran.

La troisième aiguille est la plus mince et celle qui se déplace le plus lentement. Elle indique l'altitude en dizaine de milliers de pieds ASL. Lorsque l'aiguille courte fait une rotation de 360 degrés, l'aiguille mince se déplace vers le chiffre suivant indiquant dix mille, vingt mille, trente mille pieds ASL et ainsi de suite.

Échelle de pression

Du côté droit de l'altimètre se trouve une échelle de pression. Cette échelle de pression sert à régler l'altimètre afin qu'il tienne compte des différences de pression de l'air environnant. L'altimètre est sensible à la pression de l'air et les indications sont modifiées avec les changements de pression. Les pilotes doivent être vigilants et s'assurer que l'échelle de pression est bien réglée.

Altitude d'un aérodrome par rapport à l'altitude-pression

L'échelle de pression compte sur l'altitude-pression pour étalonner l'altimètre. L'altitude-pression est l'altitude perçue en fonction de la pression d'air actuelle. Si cette information n'est pas disponible, les pilotes peuvent

régler leur altimètre à l'altitude du terrain d'aviation, que l'on appelle l'altitude d'un aérodrome. Cela règlera l'échelle de pression de l'altimètre à l'indication appropriée.

Altitude au-dessus du niveau de la mer (ASL)/au-dessus du sol (AGL)

L'altimètre doit être utilisé par rapport au niveau de la mer et pour les longs vols où l'altitude du terrain varie. Pendant l'atterrissage et le décollage d'un aéroport, toutes les procédures sont suivies en fonction de l'altitude au-dessus du sol. C'est ce qu'on appelle l'altitude AGL.



La lecture d'un altimètre est très semblable à celle d'une horloge analogique. Chaque fois que l'aiguille des secondes passe le 12, l'aiguille des minutes avance à la minute suivante. Chaque fois que l'aiguille des minutes passe le 12, l'aiguille des heures avance à l'heure suivante. L'altimètre fonctionne de la même façon.

ACTIVITÉ

Durée : 5 min

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets de se pratiquer à lire un altimètre.

RESSOURCES

- une feuille de travail portant sur l'altimètre qui se trouve à l'annexe F, et
- un transparent du corrigé qui se trouve à l'annexe G.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

S.O.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Remettre une feuille de travail portant sur l'altimètre à chaque cadet.
2. À l'aide des deux premières questions à titre d'exemple, montrer aux cadets la façon de lire l'altimètre.
3. Demander aux cadets de remplir la feuille de travail avec un partenaire.
4. Présenter le transparent du corrigé.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 4**Expliquer la façon de lire un variomètre**

Durée : 10 min

Méthode : Exposé interactif

LECTURE DU VARIOMÈTRE

Le variomètre est un instrument qui mesure le rythme auquel l'aéronef change d'altitude.

Unités de mesure

Le variomètre est différent de l'altimètre, car ce dernier mesure l'altitude ASL exacte et le variomètre mesure la rapidité à laquelle l'aéronef gagne ou perd de l'altitude en pieds par minute.

Vitesse ascensionnelle nette ou négative

Le variomètre est divisé en deux soit la partie supérieure et la partie inférieure. Les deux moitiés sont graduées en incréments de 100 pieds, représentés par les chiffres 1 à 10 ou 1 à 20. Lorsque l'aiguille du variomètre pointe vers le chiffre 1, cela signifie 100 pieds par minute. La moitié supérieure représente la vitesse nette ou la vitesse de variation d'altitude ou la vitesse ascensionnelle, tandis que la moitié inférieure représente la vitesse de variation d'altitude négative ou la vitesse de descente.



« Flight Instruments », North American Powered Parachute Federation. Extrait le 30 octobre 2007 du site http://www.nappf.com/nappf_flight_instruments.htm

Figure 12-3-3 Le variomètre

ACTIVITÉ

Durée : 5 min

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets de se pratiquer à lire le variomètre.

RESSOURCES

- une feuille de travail portant sur le variomètre qui se trouve à l'annexe H, et
- un transparent du corrigé qui se trouve à l'annexe I.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

S.O.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Remettre une feuille de travail portant sur le variomètre à chaque cadet.
2. Demander aux cadets de remplir la feuille de travail.
3. Présenter le transparent du corrigé.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 4

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 5

Demander aux cadets de lire les instruments du circuit statique du système Pitot

Durée : 10 min

Méthode : Activité en classe

ACTIVITÉ

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets de se pratiquer à lire les instruments du circuit statique du système Pitot.

RESSOURCES

- un modèle fonctionnel de chaque instrument du circuit statique du système Pitot, y compris :
 - l'anémomètre,
 - l'altimètre, et
 - le variomètre;
- les questions qui se trouvent à l'annexe K.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

S.O.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Répartir les cadets en deux équipes.
2. Régler un instrument à la fois (aucun ordre particulier) et accorder cinq secondes à chaque équipe pour lire l'instrument.
3. Demander aux équipes de répondre chacun leur tour. Les équipes obtiennent un point pour chaque bonne réponse donnée.

4. Si une équipe ne peut répondre correctement à la question dans les cinq secondes, l'autre équipe peut voler le point.
5. L'équipe qui répond correctement au plus grand nombre de questions gagne la partie.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 5

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

La participation des cadets aux activités servira de confirmation de l'apprentissage de cette leçon.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Il est essentiel de savoir comment lire les instruments du circuit statique du système Pitot pour faire voler un aéronef. Même si un pilote ne vole pas selon les conditions IFR, ces trois instruments sont requis pour piloter l'aéronef de façon sécuritaire. Ils permettent également au pilote d'agir en coordination avec d'autres pilotes et le service de circulation aérienne afin d'assurer des manœuvres d'évitement ou d'effectuer des circuits à un aérodrome.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

S.O.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- C3-116 (ISBN 0-9680390-5-7) MacDonald, A.F. et Peppler, I. L. (2000). *Entre ciel et terre : Édition du millénaire*. Ottawa, Ontario, Aviation Publishers Co. Limited.
- C3-139 (ISBN 0-7715511-5-0) Transports Canada. (1999). *Manuel de pilotage - 4^e édition révisée*. Ottawa, Ontario, Transports Canada.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC



**CADETS DE L'AVIATION
ROYALE DU CANADA**

NIVEAU DE QUALIFICATION TROIS

GUIDE PÉDAGOGIQUE



SECTION 4

OCOM C331.03 – IDENTIFIER LES ASPECTS DE L'AÉRODYNAMIQUE D'UN HÉLICOPTÈRE

Durée totale :

30 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans l'A-CR-CCP-803/PG-002, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant d'enseigner la leçon.

Créer des transparents des annexes L et M.

Apporter un modèle réduit d'hélicoptère en classe. Si possible, utiliser un hélicoptère radio-guidé pour illustrer l'aérodynamique d'un hélicoptère.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L'exposé interactif a été choisi pour cette leçon afin de présenter aux cadets les aspects de l'aérodynamique d'un hélicoptère.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de la cette leçon, les cadets devront être en mesure d'identifier les aspects de l'aérodynamique d'un hélicoptère.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets identifient les aspects de l'aérodynamique d'un hélicoptère pour qu'ils puissent reconnaître les différences entre les avions et les hélicoptères.

Point d'enseignement 1**Décrire le rotor principal d'un hélicoptère**

Durée : 15 min

Méthode : Exposé interactif

LE ROTOR PRINCIPAL D'UN HÉLICOPTÈRE

Les hélicoptères, comme les avions, ont des profils aérodynamiques. Contrairement aux avions qui sont munis de profils aérodynamiques fixes (ailes), les profils aérodynamiques d'un hélicoptère ne sont pas immobiles. Les profils aérodynamiques d'un hélicoptère sont appelés des pales de rotor, qui sont attachées au point de rotation sur le dessus de la cellule de l'hélicoptère. L'ensemble au complet est appelé le rotor principal ou l'ensemble rotor.

Les termes « voilure fixe » (avion) et « voilure tournante » (hélicoptère) sont issus des différences physiques entre les profils aérodynamiques d'un avion et d'un hélicoptère.



Utiliser le modèle réduit d'hélicoptère pour illustrer chacun des points suivants. Si possible, on doit utiliser un modèle réduit d'hélicoptère radio-guidé pour illustrer de façon dynamique les concepts de la poussée du rotor et la traînée rotor.

Ensembles rotors

Les ensembles rotors d'un hélicoptère comportent plusieurs pièces. Trois des pièces de base sont :

- les pales de rotor,
- la tête de rotor, et
- l'arbre d'entraînement.

Les pales de rotor sont attachées à la tête du rotor. La tête du rotor repose sur le dessus de l'arbre d'entraînement. Quand l'arbre d'entraînement tourne, il déplace les pales dans l'air.

Lorsque les pales tournent, elles agissent comme les ailes d'un avion. La forme d'une pale de rotor est symétrique, ce qui signifie que la partie supérieure de la pale a la même forme que sa partie inférieure. Au fur et à mesure que chaque pale tourne dans l'air, le débit d'air au-dessus de la pale crée une poussée en se servant des mêmes principes qu'une aile.

Pour qu'un hélicoptère se déplace dans une direction horizontale, l'ensemble rotor doit être tourné dans la direction de déplacement. Cela change l'angle du plan dans lequel les pales tournent et les pales de rotor agissent comme des hélices.

Faire voler un hélicoptère est compliqué. Une fois que l'angle du plan de rotation a été changé, la quantité de portance produite ne sera plus suffisante pour maintenir l'altitude de l'hélicoptère. Le pilote doit augmenter la puissance pour compenser cela. La portance totale nécessaire pour maintenir l'altitude de l'hélicoptère et le mouvement vers l'avant s'appelle la poussée totale du rotor.

Traînée rotor

La traînée rotor est l'opposé de la poussée du rotor. On l'appelle communément le couple et il agit en sens contraire au déplacement de chaque pale. La traînée rotor essaye de ralentir la rotation des pales et une augmentation de la puissance du moteur est nécessaire pour maintenir la vitesse des pales. Si la force de la traînée rotor est plus grande que la poussée du rotor, alors le couple fait tourner le fuselage de l'hélicoptère plutôt que les pales.

On ne doit pas confondre la traînée rotor avec la traînée aérodynamique.



La traînée aérodynamique est une force qui agit sur le fuselage de l'aéronef lorsqu'il se déplace dans les airs. Elle agit à l'opposé de la poussée (se référer aux quatre forces qui agissent sur un aéronef).

Facteurs qui influencent la poussée du rotor

Quatre facteurs influencent la poussée du rotor, y compris :

- **Densité de l'air.** Lorsque les pales du rotor tournent dans l'air, la réaction entre les molécules d'air et la surface de la pale produit la portance. L'augmentation de molécules d'air génère une plus forte réaction. On peut dire qu'il y a plus de portance produite dans l'air à plus grande densité contrairement à l'air à moindre densité, du fait que l'air dense a plus de molécules. La densité d'air peut diminuer avec les augmentations de température ou les diminutions de la pression.
- **Révolutions du rotor par minute (tr/min).** Une augmentation de tr/min du rotor augmente la poussée totale du rotor, tandis qu'une diminution de tr/min réduit la poussée totale du rotor.
- **Angle de la pale (tangage).** Une augmentation de l'angle de la pale augmente la poussée totale du rotor, tandis qu'une diminution de l'angle de la pale réduit la poussée totale du rotor. Elle est semblable aux effets de tangage sur les ailes d'un avion.
- **Surface du disque.** La surface du disque est la surface totale dans laquelle les pales du rotor tournent et la longueur des pales du rotor détermine cette surface. Plus la surface du disque est grande, plus la poussée totale du rotor sera élevée. Ce principe est le même pour les avions, plus l'aile est grande, plus il y a de portance produite.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS

- Q1. Quelles sont les trois pièces de base d'un ensemble rotor?
- Q2. Quelle est la force qui agit à l'opposé de la poussée du rotor?
- Q3. Comment la surface du disque influence-t-elle la poussée du rotor?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. Les pales du rotor, la tête du rotor et l'arbre d'entraînement.
- R2. La traînée rotor.
- R3. Plus la surface du disque est grande, plus la poussée totale du rotor sera élevée.

Point d'enseignement 2

Décrire le rotor anticouple d'un hélicoptère

Durée : 5 min

Méthode : Exposé interactif

LE ROTOR ANTICOUPLE



Présenter le transparent de l'annexe L.

L'emplacement sur la cellule

Le rotor anticouple est une version plus petite du rotor principal. Il est fixé verticalement à l'extrémité de la queue. La plupart des hélicoptères sont équipés d'un rotor anticouple qui est fixé sur le côté droit de la queue, bien que certains modèles soient équipés d'un rotor anticouple sur le côté gauche ou sont intégrés dans la queue.



Force Aérienne – Galerie d'images, 2008, CH-149 Cyclone. Droit d'auteur 2006 par Sikorsky Aircraft Corporation. Extrait le 9 avril, 2008, du site http://www.airforceimagery.forces.gc.ca/netpub/server.np?find&catalog=casimages&template=detail2_e.np&field=itemid&op=matches&value=3018&site=casimages

Figure 12-4-1 Emplacement du rotor anticouple

Fonction

La fonction du rotor anticouple est de compenser le couple produit par le rotor principal. Sans le rotor anticouple, la rotation du rotor principal serait transférée à la cellule et tournerait la cellule plutôt que les pales de rotor. En installant un rotor anticouple, la cellule reste relativement stable tandis que les pales du rotor tournent au-dessus de la cellule. Le rotor anticouple sert à contrôler le mouvement autour de l'axe vertical de l'hélicoptère.

Source d'alimentation

Le rotor anticouple reçoit la puissance du moteur principal à l'aide d'un arbre d'entraînement qui passe le long de la queue.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

QUESTIONS

- Q1. Où se situe habituellement le rotor anticouple?
- Q2. Quelles sont les fonctions du rotor anticouple?
- Q3. De quelle façon le rotor anticouple reçoit-il de la puissance?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. Il est fixé verticalement à l'extrémité de la queue.
- R2. Les fonctions du rotor anticouple sont de compenser le couple produit par le rotor principal et de contrôler le mouvement autour de l'axe vertical.

R3. Le rotor anticouple reçoit la puissance du moteur principal à l'aide d'un arbre d'entraînement qui traverse le long de la queue.

Point d'enseignement 3

Expliquer les commandes de gouvernes d'un hélicoptère

Durée : 5 min

Méthode : Exposé interactif

COMMANDES DE GOUVERNES D'UN HÉLICOPTÈRE

Il y a trois commandes de gouvernes principales d'un hélicoptère. Elles sont différentes des commandes de gouvernes d'un avion à certains égards, par contre elles sont semblables en d'autres. Les trois commandes de gouverne sont :

- la commande de collectif,
- la commande cyclique, et
- les pédales.



Présenter le transparent de l'annexe M.

Commande de collectif

La commande de collectif est un bras de levier situé sur le côté gauche du siège du pilote (dans la plupart des hélicoptères, le pilote s'assoie au côté droit dans le poste de pilotage). La commande de collectif contrôle l'angle d'attaque des pales du rotor, ce qui modifie la quantité de portance produite. Tirer sur la commande de collectif augmente l'angle d'attaque et augmente la portance. Abaisser la commande de collectif diminue l'angle d'attaque et réduit la portance.

Une manette de poussée est située à l'extrémité de la commande de collectif. La manette de poussée d'un hélicoptère est une poignée tournante. La manette de poussée contrôle les tr/min des pales. Une augmentation des tr/min augmente la quantité de portance produite et la vitesse à laquelle l'hélicoptère se déplace.

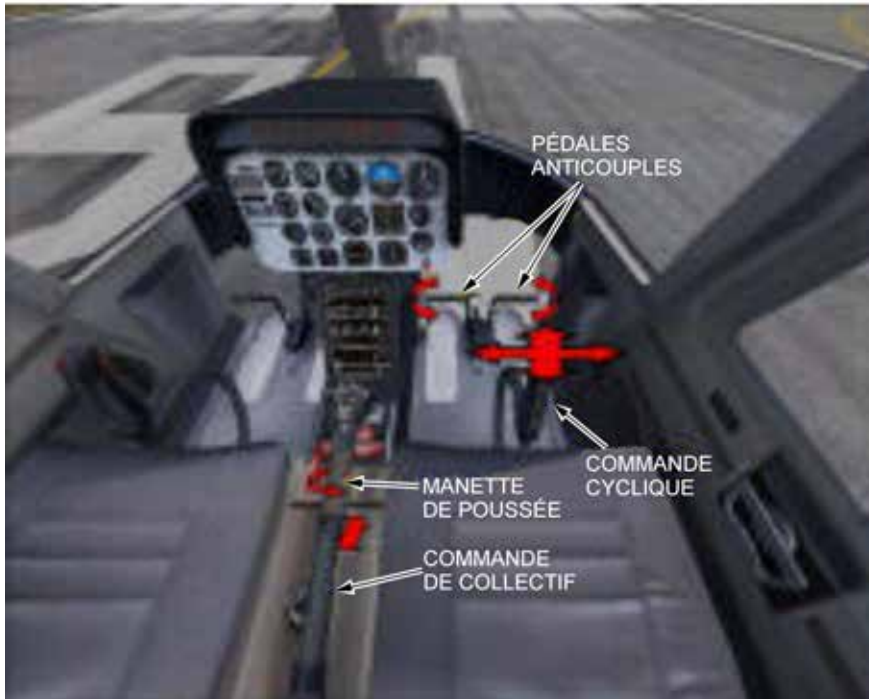
Il est important de se rappeler que les rotors agissent de la même façon que les ailes et l'hélice d'un avion. Ils produisent la portance et la poussée. Il en va de même pour les mouvements vers l'avant, vers l'arrière et vers la droite.

Commande cyclique

Dans un hélicoptère, le manche s'appelle la commande cyclique. La commande cyclique contrôle l'angle du plan dans lequel les pales du rotor bougent. Bouger la commande cyclique vers la gauche sert à diriger la rotation des pales vers la gauche. Garder cet angle assez longtemps fait déplacer l'hélicoptère vers la gauche.

Pédales

Les pédales dans un poste de pilotage d'hélicoptère sont semblables aux palonniers. Elles contrôlent le rotor anticouple, qui procure la stabilité directionnelle. Elles contrôlent aussi la direction dans laquelle le nez de l'hélicoptère est pointé. Une des capacités uniques d'un hélicoptère est que le nez peut pointer dans une direction différente de la direction de déplacement. Ce qui augmente la manœuvrabilité de l'hélicoptère.



AVSIM Online, par S. Cartwright, 2004, Helicopter Tutorial. Droit d'auteur 2004 par AVSIM Online. Extrait le 8 avril, 2008, du site <http://www.avsim.com/pages/0604/heli/helitutorial.htm>

Figure 12-4-2 Commandes de gouverne de l'hélicoptère

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS

- Q1. Qu'est-ce que la commande de collectif contrôle?
- Q2. Qu'est-ce que la commande cyclique contrôle?
- Q3. Qu'est-ce que les pédales contrôlent?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. L'angle d'attaque des pales de rotor.
- R2. L'angle du plan dans lequel les pales de rotor se déplacent.
- R3. Elles contrôlent le rotor anticouple, qui procure la stabilité directionnelle. Elles contrôlent aussi la direction vers laquelle le nez de l'hélicoptère pointe.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

QUESTIONS

- Q1. Comment les ensembles rotor principaux produisent-ils la portance?
- Q2. Quelle est la fonction du rotor anticouple?
- Q3. Nommer l'une des capacités uniques des hélicoptères?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. Au fur et à mesure que chaque pale passe dans l'air, le débit d'air au-dessus de la pale crée une poussée en se servant des mêmes principes qu'une aile.
- R2. La fonction du rotor anticouple est de compenser le couple produit par le rotor principal.
- R3. Une des capacités uniques d'un hélicoptère est que le nez peut pointer dans une direction différente de la direction de déplacement.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

On pilote les hélicoptères à l'aide d'applications très différentes de la physique newtonienne. Certaines parties de l'hélicoptère sont semblables à celles des avions mais elles ont des fonctions différentes. Ces différences font de l'hélicoptère un aéronef plus manœuvrable et plus excitant à voler.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Il est recommandé que cet OCOM soit prévu pour le même temps que l'OCOM C331.05 (Participer à une présentation donnée par un conférencier invité du milieu de l'aviation local, A-CR-CCP-803/PG-002, chapitre 4, section 13) lorsque des hélicoptères se trouvent à l'installation.

Si l'escadron a l'occasion de participer à des vols de familiarisation à bord d'un hélicoptère, cet OCOM devrait être donné à ce moment.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- C3-249 (ISBN 978-1-56027-649-4) Wagtendok, W. J. (2006). *Principles of Helicopter Flight: Second US Edition*. Newcastle, Washington, Aviation Supplies & Academics, Inc.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC



**CADETS DE L'AVIATION
ROYALE DU CANADA**

NIVEAU DE QUALIFICATION TROIS

GUIDE PÉDAGOGIQUE



SECTION 5

**OCOM C331.04 – FAIRE LA DÉMONSTRATION DES ASSIETTES
ET DES MOUVEMENTS DANS UN SIMULATEUR DE VOL**

Durée totale :

90 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans l'A-CR-CCP-803/PG-002, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant d'enseigner la leçon.

Créer un scénario pour le simulateur informatisé conformément au manuel fourni avec le logiciel. Les directives pour ce scénario sont l'utilisation d'un aéroport local, aucune condition météorologique et une altitude de départ de 5500 pieds ASL.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L'exposé interactif a été choisi pour les PE 1 et 2 afin d'expliquer les procédures et de présenter la matière de base ou des renseignements généraux à propos de la simulation de vol.

Une simulation a été choisie pour le PE 3 parce que c'est une façon interactive de permettre aux cadets de faire l'expérience des assiettes et des mouvements dans un environnement sécuritaire et contrôlé. Cette activité contribue au perfectionnement des compétences et des connaissances des principes de vol dans un environnement amusant et stimulant.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, le cadet doit être en mesure de faire la démonstration des assiettes et des mouvements et de lire les instruments du circuit statique du système Pitot dans un simulateur de vol.

IMPORTANTANCE

Il est important que les cadets mettent en pratique ces connaissances dans un simulateur de vol pour améliorer la valeur d'apprentissage des assiettes et des mouvements. Cela servira aussi de base solide pour les cadets qui participeront à la formation au pilotage dans le futur.

Point d'enseignement 1

Expliquer les mesures de sécurité concernant l'emplacement ou la conception du simulateur de vol

Durée : 5 min

Méthode : Exposé interactif



Placer les cadets de façon à ce qu'ils puissent entendre la séance d'information sur les mesures de sécurité avant d'utiliser le simulateur de vol.



Cette séance d'information est nécessaire pour transmettre les facteurs de sécurité avant l'utilisation du simulateur de vol. Le contenu de la séance d'information peut varier selon la région et l'escadron, en fonction de l'équipement disponible à l'escadron, de l'emplacement des équipements et d'autres facteurs environnementaux. La séance d'information doit au moins mentionner :

- la réglementation du MDN concernant l'utilisation adéquate des ordinateurs, y compris :
 - l'OAIC 11-07 (Utilisation acceptable d'Internet – Programme des cadets),
 - la DOAD 6001 (Internet),
 - les ordonnances régionales, et
 - les Ordres permanents de l'escadron;
- l'emplacement de la sortie d'urgence la plus près en cas d'incendie;
- la prise de conscience de toutes les pièces mobiles du simulateur; et
- les techniques d'entrée et de sortie adéquates pour éviter des dommages à l'équipement.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

La confirmation de l'apprentissage de ce PE dépend de la matière qui a été présentée.

Point d'enseignement 2**Expliquer la façon de manipuler les commandes nécessaires et l'emplacement des instruments nécessaires**

Durée : 15 min

Méthode : Exposé interactif

MANCHE OU VOLANT

Il est préférable d'utiliser un manche ou un volant dans un simulateur de vol. Si un manche est utilisé au lieu d'un volant, le texte suivant devra être ajusté en conséquence.

Le volant se trouve directement devant le pilote, au centre du côté pilote du tableau de bord. Le volant est très semblable au volant d'une voiture, par son apparence et son fonctionnement. Le volant est conçu pour les déplacements effectués sur deux plans de mouvement.

Le premier plan de mouvement est le déplacement vers la gauche et la droite. Le volant se déplace habituellement d'environ 45 degrés vers la gauche ou la droite du centre lorsqu'il est tourné comme un volant de voiture. Ce mouvement permet de contrôler les ailerons de l'aéronef simulé. Pour faire un tonneau vers la gauche, tourner le volant vers la gauche. Pour faire un tonneau vers la droite, tourner le volant vers la droite. Ne pas oublier qu'il faut utiliser le volant ainsi que le gouvernail de direction pour faire tourner l'aéronef adéquatement.

Le volant se déplace aussi vers l'avant et vers l'arrière. La colonne de direction du volant se déplace vers l'intérieur de l'ensemble principal. Ce mouvement contrôle le gouvernail de profondeur de l'aéronef simulé. Pour effectuer un mouvement d'autocabrage, il faut tirer le volant vers l'arrière (vers le pilote). Pour effectuer un mouvement de piqué, il faut pousser le volant vers l'avant (à l'opposé du pilote).



Le tangage modifiera l'altitude, mais surtout la vitesse indiquée.

PALONNIERS

Deux pédales se trouvent sur le plancher du simulateur. Si la pédale gauche est enfoncée, la pédale droite se déplace vers l'arrière et vice versa. Ces pédales contrôlent le gouvernail de direction de l'aéronef simulé. Pour effectuer un mouvement de lacet vers la gauche, appuyer sur la pédale gauche. Pour effectuer un mouvement de lacet vers la droite, appuyer sur la pédale droite.



Les palonniers se déplacent dans des directions différentes, alors la pression doit être retirée de la pédale opposée pour que le mouvement puisse avoir lieu.

EMPLACEMENT DES INSTRUMENTS

Les instruments du simulateur d'aéronef sont placés devant le pilote et disposés sur ce que l'on appelle un tableau de bord. Les trois instruments importants sont les instruments du circuit statique du système Pitot : l'anémomètre, le variomètre et l'altimètre. Ils sont habituellement situés juste au-dessus du volant parmi un groupe de six instruments.

L'anémomètre. L'anémomètre est situé sur la rangée supérieure du tableau de bord, à l'extrême gauche.

Le variomètre. Le variomètre est situé sur la rangée inférieure du tableau de bord, à l'extrême droite.

L'altimètre. L'altimètre est situé sur la rangée supérieure du tableau de bord, à l'extrême droite, juste au-dessus du variomètre.



« Design a Virtual Cockpit Instrument Panel », Ngee Ann Polytechnic, 2007. Extrait le 31 octobre 2007 du site <http://www.learnerstogether.net/avionics-project-design-problem-based-learning/56>

Figure 12-5-1 Tableau des instruments de vol d'un Cessna



Il n'est pas nécessaire de présenter en détail les trois autres instruments qui se trouvent sur la figure.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

QUESTIONS

- Q1. Où est situé le volant?
- Q2. Où sont situés les instruments du circuit statique du système Pitot?
- Q3. Avec quoi contrôle-t-on le tangage?

RÉPONSES ANTICIPÉES

- R1. Devant le pilote, au centre du tableau de bord.
- R2. Ensemble, juste au-dessus du volant.
- R3. En déplaçant le volant vers le pilote ou à l'opposé de celui-ci.

Point d'enseignement 3**Superviser les cadets pendant qu'ils pratiquent les assiettes et les mouvements à l'aide du simulateur de vol**

Durée : 60 min

Méthode : Simulation

ACTIVITÉ

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets de pratiquer les assiettes et les mouvements et de prendre conscience des effets que ces derniers ont sur les instruments du circuit statique du système Pitot.

RESSOURCES

- un simulateur de vol pour ordinateur (le logiciel Flight Simulator de Microsoft, un ordinateur, un volant et des palonniers), et
- un scénario utilisant un aéroport local, aucune condition météorologique et une altitude de départ de 5500 pieds ASL.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Le déroulement est en fonction de l'endroit où se trouve le simulateur.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Démarrer le simulateur avec le scénario créé avant la leçon.
2. Permettre aux cadets d'utiliser le simulateur à tour de rôle et pratiquer les assiettes et les mouvements.
3. Chaque cadet doit avoir droit au même temps. Cela signifie que les 60 minutes doivent être réparties aussi uniformément que possible selon le nombre de cadets dans la classe.
4. Si un cadet saisit rapidement les concepts, passer au prochain cadet. Cela donnera une certaine flexibilité dans les cas où un cadet ne saisisse pas les concepts rapidement.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

La participation des cadets à cette activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

La participation des cadets à la pratique des assiettes et des mouvements à bord du simulateur de vol servira de confirmation de l'apprentissage de cette leçon.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Plusieurs instructeurs de vol ont remarqué qu'il y a une différence importante en terme d'habileté entre les cadets qui ont déjà utilisé un simulateur de vol et ceux qui n'en ont jamais utilisé. Les Forces armées sont un grand consommateur de simulateurs de vol informatisés, tout comme Air Canada et West Jet. On encourage les cadets à s'entraîner sur des simulateurs de vol car, cela ils seront mieux préparés pour l'entraînement de pilotage éventuel.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Des activités simultanées seront requises selon le nombre de simulateurs disponibles.

Tous les membres du personnel doivent se familiariser avec le fonctionnement du simulateur de vol avant l'enseignement de cet OCOM. Ils seront alors mieux préparés pour le dépannage et l'instruction.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- C3-139 (ISBN 0-7715511-5-0) Transports Canada. (1999). *Manuel de pilotage - 4^e édition révisée*. Ottawa, Ontario, Transports Canada.
- C3-156 *Computerized Aircraft Simulation Center*. (2007). Extrait le 2 octobre 2007 du site http://www.regions.cadets.forces.gc.ca/pac/aircad/flight/casc_lessons_e.asp.

DIFFÉRENTS TYPES DE STABILITÉ DES QUATRE SAISONS

Station 1 : Balle de tennis – Stabilité statique et dynamique

On devrait installer cette station dans une partie de la salle de classe où l'on dispose d'un espace de six pieds (2 mètres) de long non obstrué sur le sol. Placer un morceau de ruban sur le plancher pour marquer la position de départ. Placer une balle de tennis sur le morceau de ruban.

1. Demander aux cadets de ramasser la balle et l'amener jusqu'à la hauteur des épaules (en la déplaçant ainsi de sa position initiale) et puis de la laisser tomber au sol.
2. Demander aux cadets d'observer la balle de tennis quand elle bondit.
3. Le bond initial est la stabilité statique, tandis que les bonds suivants reflètent la stabilité dynamique.

Station 2 : Bille avec un bol – Stabilité positive

Au centre de la table, placer un bol, à l'endroit. Placer une bille au centre du bol.

1. Demander aux cadets de pousser la bille avec leurs doigts jusqu'au-dessous du rebord du bol.
2. Laisser la bille retomber au fond du bol.
3. Observer les résultats.
4. Comme résultat final la bille retourne à sa place initiale reflétant ainsi la stabilité positive.

Station 3 : Bille sur une surface plane – Stabilité neutre

Placer une bille à l'une des extrémités d'une table.

1. Demander aux cadets de pousser délicatement la bille vers l'autre extrémité de la surface.
2. Observer la bille quand elle roule et ensuite s'arrête.
3. La bille est maintenant dans une nouvelle position, sans s'éloigner davantage ou revenir à son point de départ.

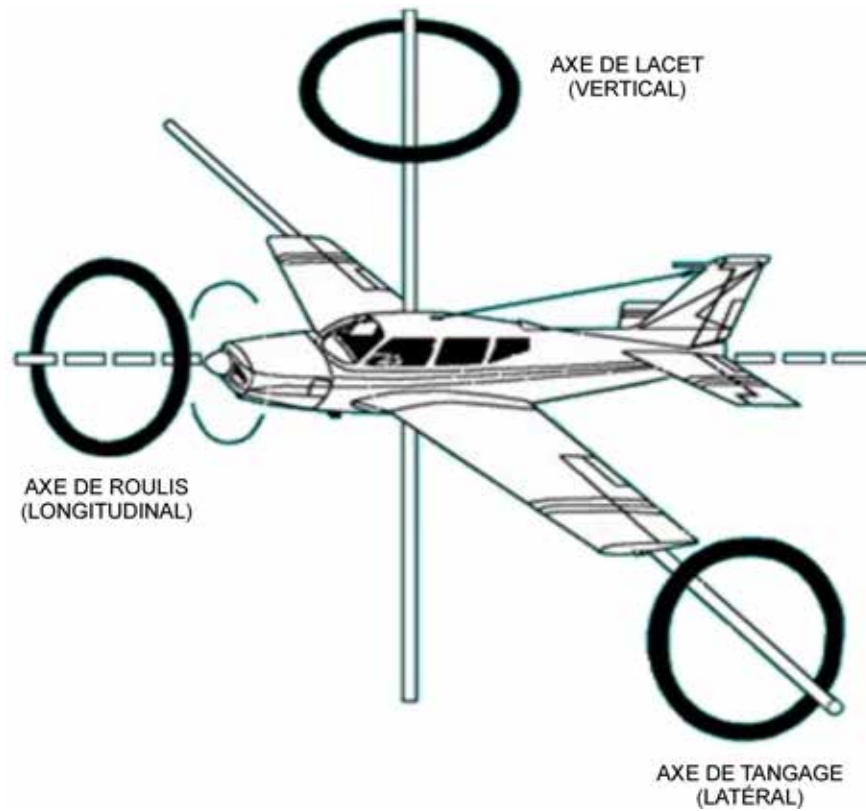
Station 4 : Bille avec un bol – Stabilité négative

Cette station doit être installée sur une table. Au centre de la table, placer un bol, à l'envers. Placer une bille sur le dessus du bol.

1. Demander aux cadets de pousser délicatement la bille vers le bord de la base du bol.
2. Regarder la bille qui continue à s'éloigner de son point de départ. Cela est la stabilité négative.
3. Demander aux cadets d'aller chercher la bille et la replacer. Replacer la bille ne fait pas partie de la démonstration de la stabilité négative.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

GOUVERNES

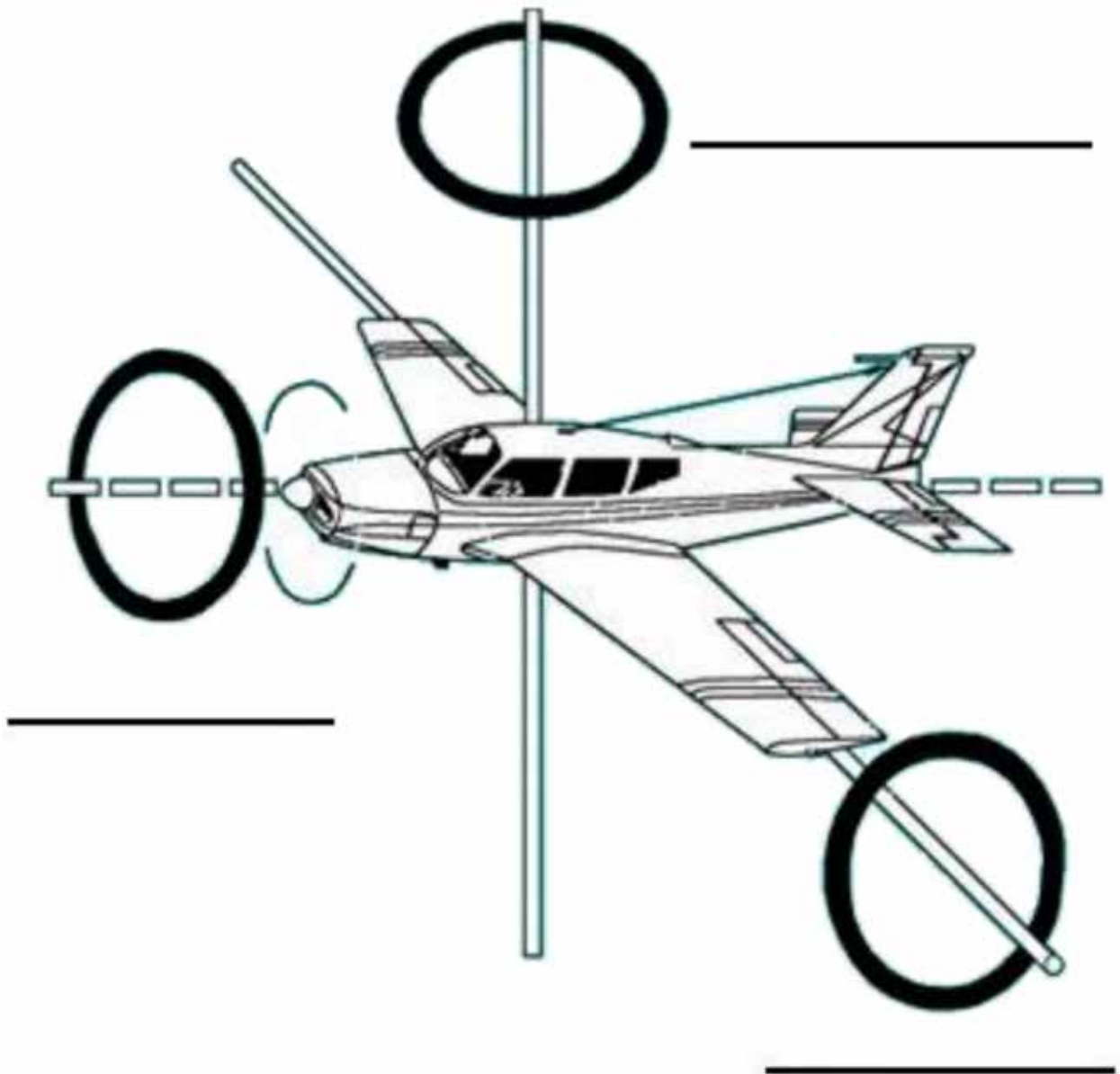


« Start Flying », *Controlling the Aircraft*, (2007). Extrait le 24 octobre 2007
du site http://www.startflying.com/new%20site/controlling_aircraft.htm

Figure 12B-1 Les axes de rotation

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

LES AXES DE ROTATION



« Controlling the Aircraft », *Start Flying*, (2007). Extrait le 24 octobre 2007
du site http://www.startflying.com/new%20site/controlling_aircraft.htm

Figure 12C-1 Les axes de rotation

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

FEUILLE DE TRAVAIL POUR L'ANÉMOMÈTRE



_____ NŒUDS



_____ NŒUDS



_____ NŒUDS



_____ NŒUDS



_____ NŒUDS



_____ NŒUDS

Directeur des cadets 3, 2008, Ottawa, Ontario, Ministère de la Défense nationale

Figure 12D-1 Feuille de travail pour l'anémomètre

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

CORRIGÉ POUR L'ANÉMOMÈTRE



30 NŒUDS



50 NŒUDS



170 NŒUDS



98 NŒUDS



120 NŒUDS



65 NŒUDS

Directeur des cadets 3, 2008, Ottawa, Ontario, Ministère de la Défense nationale

Figure 12E-1 Corrigé pour l'anémomètre

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

FEUILLE DE TRAVAIL POUR L'ALTIMÈTRE



_____ PIEDS ASL



_____ PIEDS ASL



_____ PIEDS ASL



_____ PIEDS ASL



_____ PIEDS ASL



_____ PIEDS ASL

Directeur des cadets 3, 2008, Ottawa, Ontario, Ministère de la Défense nationale

Figure 12F-1 Feuille de travail pour l'altimètre

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

CORRIGÉ POUR L'ALTIMÈTRE



500 PIEDS ASL



1000 PIEDS ASL



1300 PIEDS ASL



1750 PIEDS ASL



2100 PIEDS ASL



2750 PIEDS ASL

Directeur des cadets 3, 2007, Ottawa, Ontario, Ministère de la Défense nationale

Figure 12G-1 Corrigé pour l'altimètre

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

FEUILLE DE TRAVAIL POUR LE VARIOMÈTRE



____ PIEDS PAR MINUTE



____ PIEDS PAR MINUTE



____ PIEDS PAR MINUTE



____ PIEDS PAR MINUTE



____ PIEDS PAR MINUTE



____ PIEDS PAR MINUTE

Directeur des cadets 3, 2007, Ottawa, Ontario, Ministère de la Défense nationale

Figure 12H-1 Feuille de travail pour le variomètre

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

CORRIGÉ POUR LE VARIOMÈTRE



0 PIEDS PAR MINUTE



+200 PIEDS PAR MINUTE



+700 PIEDS PAR MINUTE



-50 PIEDS PAR MINUTE



-400 PIEDS PAR MINUTE



-800 PIEDS PAR MINUTE

Directeur des cadets 3, 2007, Ottawa, Ontario, Ministère de la Défense nationale

Figure 12I-1 Corrigé pour le variomètre

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

INSTRUCTIONS POUR LA FABRICATION DE MATÉRIEL DIDACTIQUE DES INSTRUMENTS ANÉMOMÉTRIQUES

RESSOURCES

- un carton bristol par matériel didactique,
- une attache Acco en laiton par matériel didactique,
- un crayon,
- le compas d'un ensemble de géométrie,
- une règle ou un bord droit,
- des marqueurs de couleur, et
- un carton pour affiche pour fabriquer les aiguilles.

INSTRUCTIONS – ANÉMOMÈTRE

1. Tracer un anémomètre au centre du carton bristol. Le dessin doit comprendre tous les chiffres et les arcs et toutes les lignes de couleur. Utiliser les figures qui se trouvent à l'annexe D à titre d'indication pour le traçage.
2. Colorier les arcs et les lignes des couleurs appropriées pour l'arc vert, l'arc jaune et la ligne rouge. Le coloriage de l'arc blanc est facultatif, car il n'est pas traité dans l'OREN 331.
3. Découper une aiguille avec le carton pour affiche.
4. Fixer l'aiguille au centre de l'anémomètre à l'aide de l'attache Acco en laiton.
5. S'assurer que l'aiguille peut se déplacer au besoin, mais qu'il y a suffisamment de friction pour empêcher qu'elle se déplace toute seule.

INSTRUCTIONS – ALTIMÈTRE

1. Tracer un altimètre au centre du carton bristol. Le dessin doit comprendre tous les chiffres et toutes les lignes graduées entre les chiffres. Utiliser les figures qui se trouvent à l'annexe F à titre d'indication pour le traçage.
2. Découper des aiguilles avec le carton pour affiche afin de représenter les aiguilles d'un altimètre.
3. Colorier l'altimètre. Pour ajouter une variété de couleur, utiliser du jaune et du noir pour la forme polygonale sous le point de pivot des aiguilles.
4. Fixer les aiguilles au centre de l'altimètre à l'aide de l'attache Acco en laiton.
5. S'assurer que les aiguilles peuvent se déplacer au besoin, mais qu'il y a suffisamment de friction pour empêcher qu'elles se déplacent toute seule.

INSTRUCTIONS – VARIOMÈTRE

1. Tracer un variomètre au centre du carton bristol. Le dessin doit comprendre tous les chiffres des échelles positives et négatives. S'assurer que le zéro est situé du côté gauche. Utiliser les figures qui se trouvent à l'annexe H à titre d'indication pour le traçage.
2. Colorier le variomètre.
3. Découper une aiguille avec le carton pour affiche et la fixer au centre du variomètre à l'aide de l'attache Acco en laiton.

4. S'assurer que l'aiguille peut se déplacer au besoin, mais qu'il y a suffisamment de friction pour empêcher qu'elle se déplace toute seule.

QUESTIONS POUR QUELQUES ARPENTS DE PIÈGES

Voici des suggestions de questions qui peuvent être utilisées pour le jeu Quelques arpents de pièges du PE 5. L'instructeur peut modifier cette liste au besoin. Avant de poser une question, régler d'abord le matériel didactique à l'indication requise. Demander ensuite à une équipe de donner la réponse. S'assurer de tourner les instruments à chaque question.

QUESTIONS PORTANT SUR L'ANÉMOMÈTRE

Pour chaque question, régler le matériel didactique de l'anémomètre à la valeur voulue. Ces valeurs peuvent être demandées dans n'importe quel ordre.

1. 125 KIAS
2. 65 KIAS
3. 40 KIAS
4. 50 KIAS
5. 75 KIAS
6. 180 KIAS
7. 210 KIAS
8. 98 KIAS
9. 110 KIAS
10. 55 KIAS

QUESTIONS PORTANT SUR L'ALTIMÈTRE

Pour chaque question, régler le matériel didactique de l'altimètre à la valeur voulue. Ces valeurs peuvent être demandées dans n'importe quel ordre.

1. 8900 pieds ASL
2. 1300 pieds ASL
3. 2600 pieds ASL
4. 11 000 pieds ASL
5. 7500 pieds ASL
6. 1250 pieds ASL
7. 600 pieds ASL
8. 400 pieds ASL
9. 300 pieds ASL
10. 1000 pieds ASL

QUESTIONS PORTANT SUR LE VARIOMÈTRE

Pour chaque question, régler le matériel didactique du variomètre à la valeur voulue. Ces valeurs peuvent être demandées dans n'importe quel ordre.

1. +200 pieds par minute

2. +300 pieds par minute
3. +150 pieds par minute
4. +500 pieds par minute
5. +800 pieds par minute
6. - 1000 pieds par minute
7. - 250 pieds par minute
8. - 400 pieds par minute
9. - 900 pieds par minute
10. - 1200 pieds par minute

EMPLACEMENT DU ROTOR ANTICOUUPLE

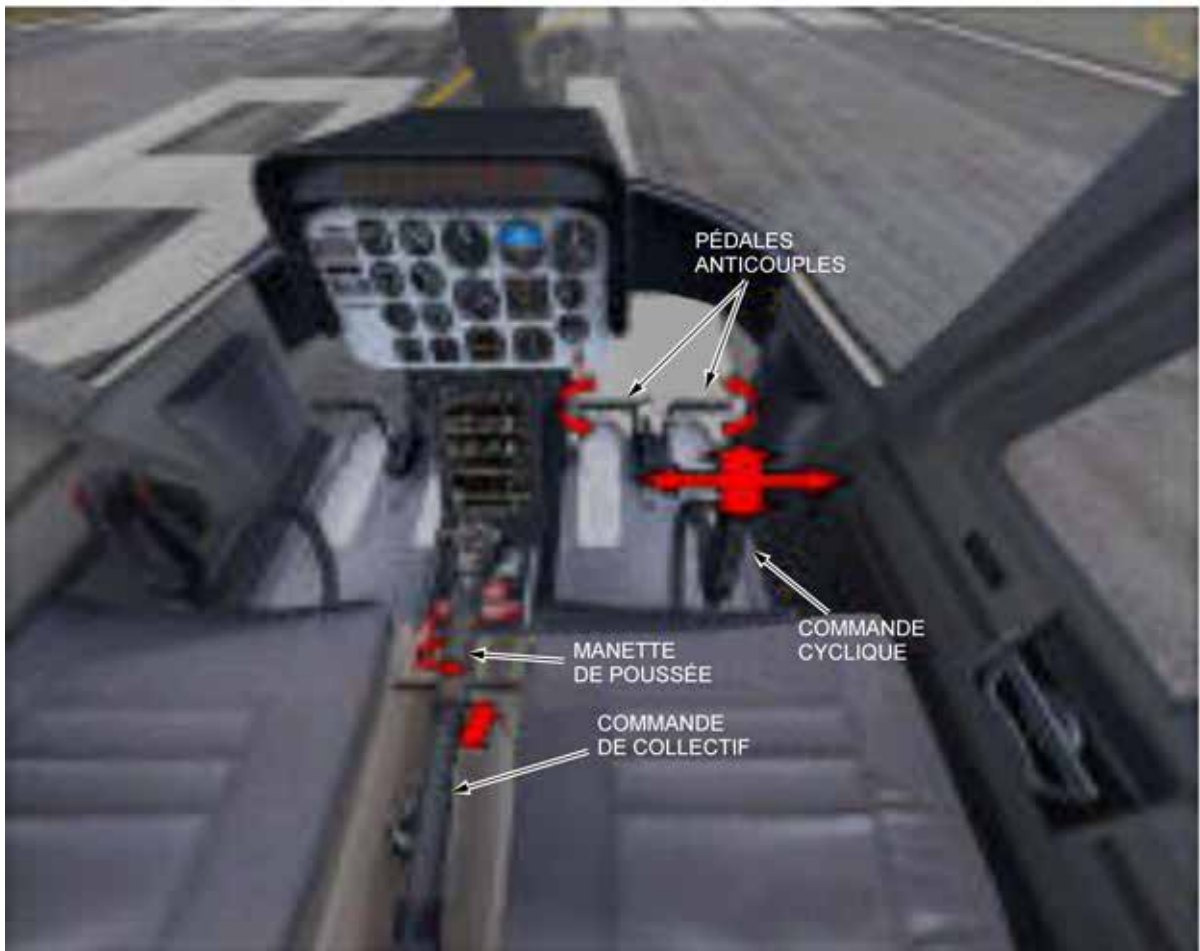


Force Aérienne – Galerie d'images, 2008, CH-149 Cyclone. Droit d'auteur 2006 par Sikorsky Aircraft Corporation. Extrait le 9 avril, 2008, du site http://www.airforceimagery.forces.gc.ca/netpub/server.np?find&catalog=casimages&template=detail2_e.np&field=itemid&op=matches&value=3018&site=casimages

Figure 12L-1 Emplacement du rotor anticouple

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

COMMANDES DE GOUVERNE DE L'HÉLICOPTÈRE



AVSIM Online, par S. Cartwright, 2004, Helicopter Tutorial, Droit d'auteur 2004 par AVSIM Online. Extrait le 8 avril, 2008, du site <http://www.avsim.com/pages/0604/heli/helitutorial.htm>

Figure 12M-1 Commandes de gouverne de l'hélicoptère

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC