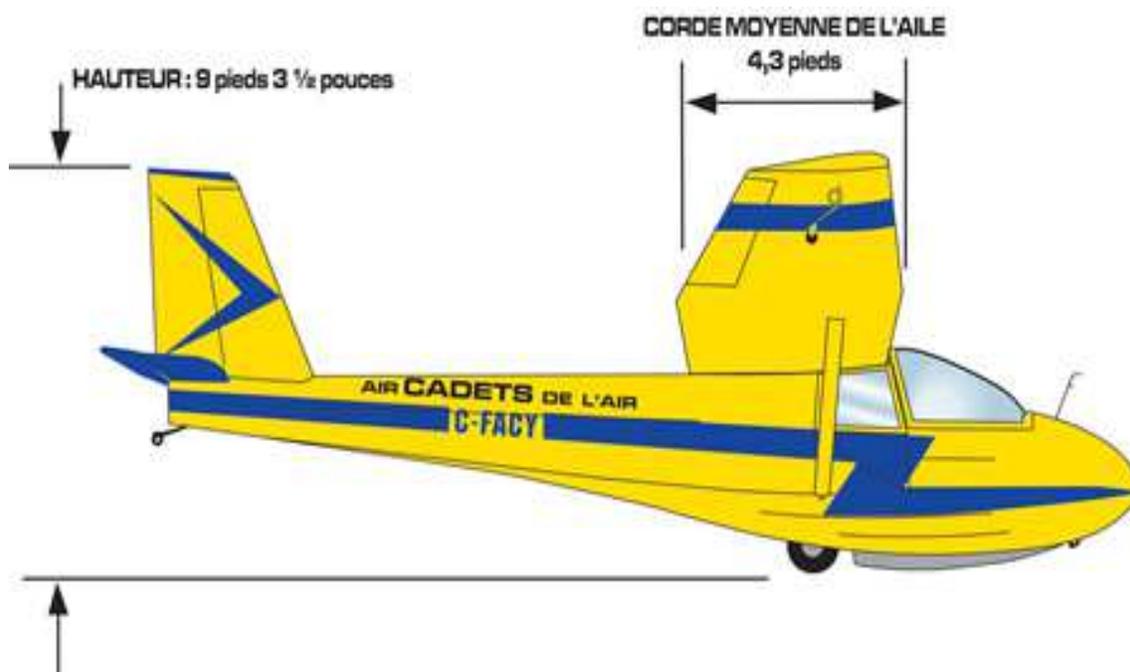




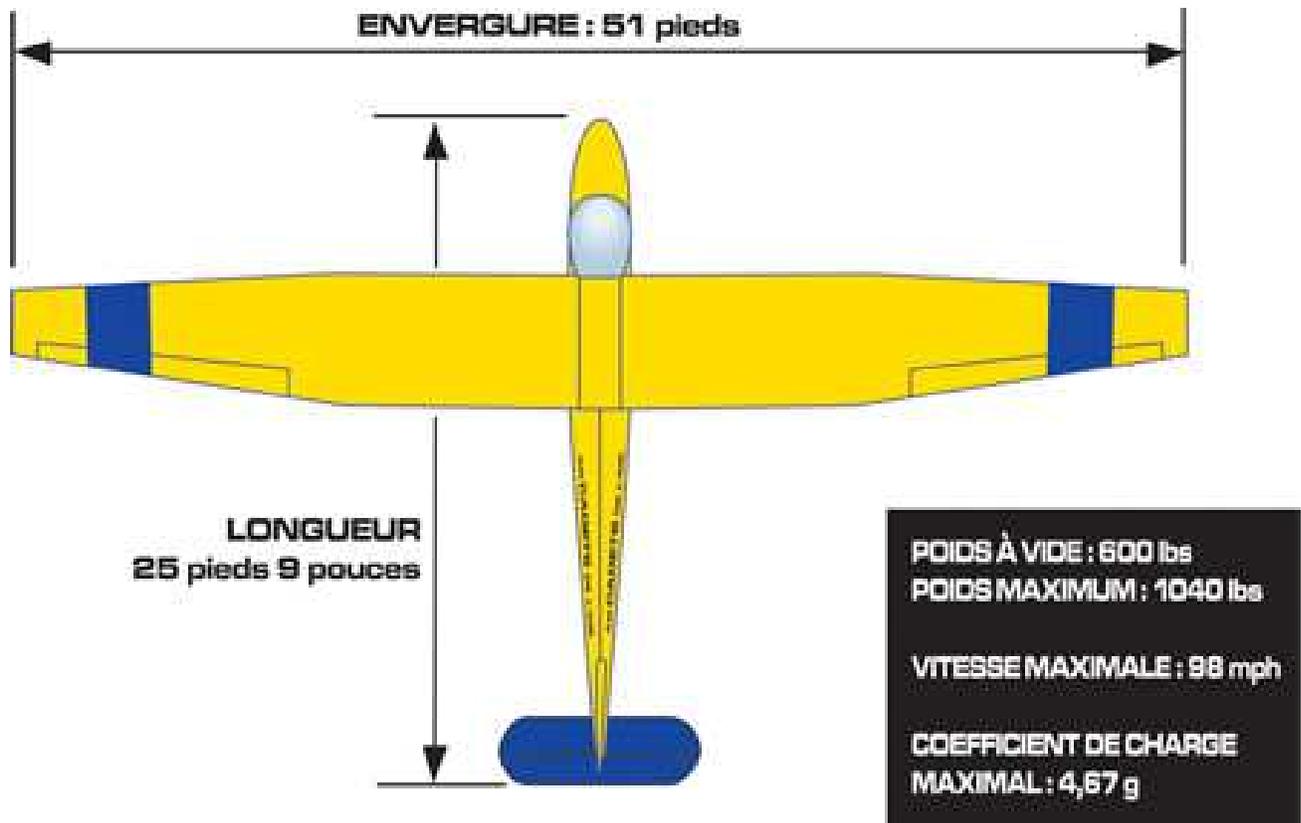
Guide d'étude en pilotage pour le cadet à l'escadron 2014/2015



Opérations Aériennes Cadets de la Région Est

URSC (Est) Garnison Saint-Jean C.P. 100
Richelain, Qc J0J 1R0

Guide d'étude en pilotage pour le cadet à l'escadron 2014/2015



Opérations Aériennes Cadets de la Région Est
URSC (Est) Garnison Saint-Jean C.P. 100
Richelain, Qc J0J 1R0

Registre des modifications

Modification		Date d'entrée	Signature
Numéro	Date		
0	2004/08/06	Document original	OPS AIR Cadets
1	2005/03/30	2005/03/30	OPS AIR Cadets
2	2005/09/01	2005/09/01	OPS AIR Cadets
3	2005/12/08	2005/12/08	OPS AIR Cadets
4	2006/09/11	2006/09/11	OPS AIR Cadets
5	2007/08/13	2007/08/13	OPS AIR Cadets
6	2008/08/15	2008/08/15	OPS AIR Cadets
7	2008/08/12	2009/08/12	OPS AIR Cadets
8	2010/08/17	2010-08-17	OPS AIR Cadets
9	2012/08/14	2012/08/14	OPS AIR Cadets
10	2013/08/14	2013/08/14	OPS AIR Cadets
11	2014/08/12	2014/08/12	OPS AIR Cadets
12			
13			
14			
15			
16			
17			

À propos du guide d'étude du cours de pilotage

Bonjour à tous,

Il me fait un grand plaisir de vous introduire aujourd'hui au merveilleux monde de l'aéronautique. Lorsque j'ai entrepris, comme vous, mon cheminement dans les cadets de l'air, j'étais loin de me douter que j'irais jusqu'à devenir instructeur de vol de planeur, pilote privé et encore moins officier en charge de l'instruction théorique. C'est donc fort de ces compétences que je vous convie à prendre cette opportunité qui vous revient de devenir l'un des nôtres.

Lors de ma carrière, j'y ai découvert un monde où les idéaux côtoient le quotidien d'appartenir à une classe de gens privilégiés. Privilégiés parce que libres d'appartenir à l'air, au vent et au même royaume que les oiseaux ont su conquérir avant nous. Privilégiés parce que certains de mes meilleurs amis partagent des rêves de planeurs qui les amènent jusqu'à pousser leur destin à vouloir conquérir l'espace. Vous allez pouvoir appartenir à cette race de géants qui ont dépassé les limites de leur détermination si vous savez saisir cette opportunité qui vous revient. Soyez les frères Wright, soyez des Jean Mermoz ou des St-Exupéry, soyez des Rodolphe Pagé, des Roméo Vachon ou des Billy Bishop. Venez contempler les paysages, les couchers de soleil qu'ont vus des Youri Gagarine ou des Marc Garneau. En fait, prenez part à l'essor aéronautique de ce monde qui sera bientôt le vôtre. Cette parcelle d'éternité vous appartient.

Cette détermination qui vous amène à entreprendre une formation en pilotage fera la différence entre passer sous silence cette graine de pilote qui sommeille en vous ou conquérir un terrain où vous allez grandir dans la discipline personnelle parce qu'il en faut pour revenir au sol. Vous allez aussi acquérir des valeurs humaines de débrouillardise, de franche camaraderie et un goût de dépassement de soi. Devant l'intensité de ce que vous allez vivre restez vous-même, c'est l'expérience qui va vous transformer.

Ce guide comprend toute la théorie nécessaire au succès de l'examen national. Pour chaque matière, il y a des exercices de révision et des questions types d'examen.

Au nom de toute l'équipe d'officiers qui ont contribué à la conception de ce guide je tiens à vous remercier et vous souhaite le meilleur des succès.

De l'équipe des instructeurs de vol.

Les bienfaits de l'instruction théorique

Voici une anecdote qui démontre toute la sagesse derrière la solide instruction théorique ainsi que les briefings pré-vols utilisés à l'EVVRE. Cette anecdote provient d'un instructeur de planeur chevronné qui a œuvré plusieurs années parmi nous. Voici son histoire :

Le propriétaire de l'école où je travaille présentement, vole planeurs et avions depuis les années quarante. 35 000 vols en planeurs, 7 000 heures de remorquage, il ne porte pas de chemises avec les manches assez longues pour y coudre toutes les badges qu'il s'est méritées. Il possède le Diamond badge #80 et il opère une école commerciale de vol à voile depuis 1965.

Or, dans les années soixante, il tenta l'expérience suivante avec un garçon de ligne qui travaillait pour lui. Il lui enseigna à piloter en ne lui donnant que de l'instruction théorique (60 à 100 heures). Ils passèrent de longues périodes de temps assis dans le 2-33 à pratiquer les manoeuvres sur le manche ou à observer et à critiquer les décollages et atterrissages des autres. Enfin, il monta, par conditions calmes, avec son étudiant, pour un seul et unique vol où l'instructeur se tait et observe (comme tout pré-solo!). Le jeune homme effectua un vol parfait d'un bout à l'autre. L'instructeur l'envoya solo au deuxième vol de planeur de sa vie!!!!

Bien que les résultats d'une expérience semblable ne puissent être les mêmes pour chaque étudiant qui apprend à voler, la théorie enseignée est une base essentielle à la formation du pilote. Souvent sous-estimées par les jeunes avides de commencer leur apprentissage en vol le plus rapidement possible, les connaissances inculquées au sol font partie intégrante du développement de la conscience et du jugement chez l'élève. Comme il est si souvent dit: *mieux vaut être celui qui utilise ses connaissances en pilotage pour éviter de se mettre dans une situation fâcheuse que celui qui doit utiliser ses compétences pour se sortir de cette situation.*

Sachez donc profiter au maximum du temps au sol qui vous est donné. Plus vous apprendrez au sol, moins vous aurez à apprendre de vos erreurs en vol. Ainsi vous pourrez tirer le maximum de l'instruction en vol qui vous est offerte et vivre une expérience inoubliable.

Bon apprentissage,

L'équipe de l'instruction théorique.

Introduction

La compréhension des sujets traités dans ce guide est nécessaire afin de réussir l'examen de sélection national qui est un pré-requis pour l'obtention de la licence de pilote planeur. L'élève devrait également lire en parallèle le livre « Entre ciel et terre » pour compléter son étude.

Voici le résumé des cours nécessaires pour réussir l'examen national de sélection :

a. Règlement de l'air canadien	401
b. Navigation aérienne	403
c. Radiotéléphonie	404
d. Météorologie	405
e. Aérodynamique, théorie du vol et instruments	406
f. Moteur (pour la Bourse de pilotage motorisé)	410

L'examen national comporte 40 questions pour le cours planeur et 50 questions pour le cours motorisé, les 10 questions supplémentaires portent sur les principes de vol spécifiques aux avions à moteurs. Toutes les questions sont à choix de réponses. La note de passage de cet examen est de 50%. Les candidats ayant réussi l'examen sont sélectionnés pour passer une entrevue comportant normalement un officier représentant les Opérations aériennes cadets et deux membres civils de la Ligue des cadets de l'air. Les éléments suivants sont tenus en compte dans l'évaluation : la note de l'entrevue, la note d'examen, la qualité du dossier académique, les lettres de recommandations du commandant d'escadron et du comité civil répondant, l'obtention du niveau 4 ou 5 du programme des cadets de l'air et la lettre de motivation du candidat. Ces données sont ensuite compilées pour faire un classement des meilleures notes finales. Le rang dans le classement détermine qui sera choisi pour le cours planeur ou motorisé en fonction du nombre de bourses disponibles selon l'année en cours.

Vous retrouverez les réponses aux examens, à la fin de chaque OREN, dans le Guide de l'instructeur.

<i>Registre des modifications</i>	3
<i>À propos du guide d'étude du cours de pilotage</i>	4
<i>Les bienfaits de l'instruction théorique</i>	5
<i>Introduction</i>	6
401 – Règlements de l'air	9
401.01 – AIM Canada et Supplément de vol Canadien	9
401.02 – Aérodrômes, règles de l'air et vol VFR	17
401.03 – Licences et documentation	32
401.04 - Espaces aériens	43
401.05 - Procédures du RAC	46
403 – Navigation aérienne	62
403.01 - Concepts de base de la navigation	62
403.02 - Cartes aéronautiques	68
403.03 - Lecture de carte	80
403.04 - Préparation d'un vol	81
404 - Radiotéléphonie	99
404.01 - Théorie de la radiophonie et phraséologie	99
404.02 - Services pour l'aviation et procédures d'urgence	107
405 – MÉTÉOROLOGIE (objectif 1 -Théorie)	124
405.01 - L'atmosphère terrestre et pression atmosphérique	124
405.02 - Aspects météorologiques de l'altimètre et des vents	130
405.03 - Température et humidité	137
405.04 - Nuages, brouillard et agents de soulèvement	145
405.05 - Masses d'air et instabilité	153
405.06 - Fronts	159
405.07 - Dangers météorologiques	162
405 - MÉTÉOROLOGIE (Objectif 2 – Bulletins météo)	170
405.01 - METAR et TAF	170
405.02 - GFA et FD	176
405.03 - Services météorologiques et autres cartes météo	189
406 - THÉORIE DU VOL (Objectif 1 - systèmes)	208

406.01 - Composantes et systèmes de l'avion.....	208
406 - THÉORIE DU VOL (Objectif 2 – théorie) _____	216
406.01 - Principes de vol et forces agissant sur un planeur	216
406.02 - Profils d'aile et cambrure.....	227
406.03 - Facteurs de charge et charges aérodynamiques.....	231
406.04 - Stabilité et masse et centrage	235
406.05 – Aérodynamique	243
406 - THÉORIE DU VOL (Objectif 3 – Instruments) _____	248
406.01 - Instruments anémométriques	248
410.01– Notions de base sur les moteurs d'avion	265
410.02– Fonctionnement et cycles des moteurs à combustion.....	267
410.03– Carburateur	269
410.04– Circuit du carburant.....	274
410.05– Refroidissement, lubrification et méthodes de lubrifications.....	278
410.06– Systèmes d'échappement, d'allumage et électrique	282
410.07– Hélices et instruments du moteur	286
QUESTIONS DE RÉVISION: _____	290
Spécimen d'examen préparatoire _____	292

401 – Règlements de l’air

401.01 – AIM Canada et Supplément de vol Canadien

1 – AIM Canada et Supplément de vol canadien

Le manuel d'information aéronautique de TC (A.I.M. de TC) a pour objet de regrouper l'information de référence avant vol de nature durable en un seul document. L'A.I.M. de TC présente aux équipages de conduite une source unique de renseignements sur les règles de l'air et les procédures pertinentes à l'exploitation des aéronefs dans l'espace aérien canadien. Il n'a pas force de loi ; il faut se référer directement au RAC pour les questions d'ordres légales. Ce document s'adresse aux pilotes et il renferme certains articles du RAC qui les concernent.

Un service de mises à jour régulier a été établi pour informer les abonnés de toute modification apportée à l'espace aérien, aux règlements et aux procédures. De nouvelles éditions de l'A.I.M. de TC sont émises deux fois l'an, soit en octobre et en avril. Il est de la responsabilité du pilote de s'assurer que ses documents sont à jour.

L'A.I.M. de TC est aussi disponible gratuitement sur le site Web de Transports Canada à l'adresse suivante:

<http://www.tc.gc.ca/CivilAviation/publications/tp14371/menu.htm>.

Supplément de vol Canada (Canada Flight supplement CFS)

Le supplément de vol Canada est une publication conjointe civile/militaire émise tous les 56 jours. Elle contient les informations sur les aérodromes terrestres et quelques hydro aérodromes et est utilisé en tant que référence pour la planification et l'exploitation aérienne sécuritaire. Seuls les aérodromes qui peuvent servir avantageusement à la communauté aérienne seront inclus. Typiquement, se trouve inclus les aérodromes qui : sont ouvert au publique, sont utilisés par plus

d'un appareil et possède un téléphone utilisable par les usagers de cet aérodrome. L'information contenu dans le CFS n'est valide que jusqu'à la date d'envoi à l'imprimerie. Un NOTAM peut amender ou annuler l'information contenue dans ce document donc le registre des NOTAM doit être consulté pour s'assurer que l'information la plus à jour est utilisée.

2 – Définitions

Aéronef: Tout appareil capable de s'élever ou de circuler dans les airs.

Aérodynes: Aéronef dont la sustentation dans l'atmosphère est obtenue par des forces aérodynamiques.

Planeur: Aérodynes qui n'est pas entraîné par moteur, dont la sustentation en vol est obtenue par des réactions aérodynamiques sur des surfaces qui restent fixes pendant le vol.

Aérodrome: Tout terrain, plan d'eau (gelé ou non) ou autre surface d'appui servant ou conçu, aménagé, équipé ou réservé pour servir, en tout ou en partie, aux mouvements et à la mise en œuvre des aéronefs, y compris les installations qui y sont situées ou leur sont rattachées.

Aéroport: Désigne un aérodrome à l'égard duquel un document d'aviation canadien est en vigueur.

Aéroport contrôlé: Aéroport doté d'une unité de contrôle de la circulation aérienne en service.

Aire de manœuvre: Désigne la partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages et les atterrissages des aéronefs et pour les manœuvres au sol qui se rattachent au décollage ou à l'atterrissage, à l'exclusion des aires de trafic. (Pistes et voies de circulations)

Aire de mouvement: Désigne la partie d'un aérodrome destinée aux manœuvres des aéronefs à la surface, y compris l'aire de manœuvres et les aires de trafic.

Aire de trafic: Désigne la partie d'un aérodrome, sauf l'aire de manœuvre, qui est destinée à l'embarquement et au débarquement des voyageurs, au chargement et au déchargement du fret, au ravitaillement en carburant, à l'entretien courant et technique, au stationnement des aéronefs, ainsi qu'aux déplacements des aéronefs, véhicules et piétons engagés dans ces activités.

Décollage: Dans le cas d'un aéronef autre qu'un dirigeable, l'action de quitter une surface d'appui, y compris le roulement au décollage et les opérations qui précèdent et suivent immédiatement cette action.

Atterrissage: Dans le cas d'un aéronef autre qu'un dirigeable, l'action de prendre contact avec une surface d'appui, y compris les opérations qui précèdent et suivent immédiatement cette action.

Autorisation du contrôle de la circulation aérienne: Désigne l'autorisation accordée à un aéronef par un organe du contrôle de la circulation aérienne d'évoluer dans des conditions déterminées dans l'espace aérien contrôlé.

Instruction du contrôle de la circulation aérienne: Désigne les directives données par une unité du contrôle de la circulation aérienne aux fins de contrôle de la circulation aérienne.

Certificat d'immatriculation: Certificat d'immatriculation délivré en application de l'[article 202.25](#), y compris le certificat d'immatriculation délivré par un État contractant ou un État étranger qui a conclu avec le Canada un accord permettant l'utilisation au Canada d'un aéronef immatriculé dans cet État.

Certificat de navigabilité: Délivré pour un aéronef qui respecte pleinement les normes de navigabilité.

En état de navigabilité: Se dit d'un produit aéronautique qui est en bon état de vol, qui présente la sécurité nécessaire pour un vol et qui est conforme à la définition de type applicable.

Itinéraire de vol: Itinéraire transmis à une personne de confiance, une unité de contrôle de la circulation aérienne, une station d'information de vol ou une station radio d'aérodrome communautaire, qui s'engage à signaler aux autorités compétentes le retard d'un aéronef.

Plan de vol: Renseignements qui doivent être communiqués sous forme de plan de vol en application de la section III de la sous-partie 2 de la partie VI.

Jour: La période qui se situe entre le début du crépuscule civil du matin et la fin du crépuscule civil du soir. (Modifié 2003/06/01)

Nuit: La période qui se situe entre la fin du crépuscule civil du soir et le début du crépuscule civil du matin. (Modifié 2003/06/01)

Licences du pilote: Être titulaires d'un permis ou d'une licence appropriée valide pour remplir les fonctions de membres d'équipage de conduite d'un aéronef.

Ministre: Le ministre des Transports.

Plafond: Désigne la moindre des deux distances suivantes: la hauteur la plus basse à laquelle existe une couche de nuages couverte ou fragmentée ou la visibilité verticale lorsque l'atmosphère est obscurcie comme dans les cas de chute de neige, de fumée ou de brouillard.

Propriétaire: La personne qui en a la garde et la responsabilité légale d'un aéronef.

Caps: Désigne l'orientation de l'axe longitudinal d'un aéronef, généralement exprimé en degrés par rapport au nord.

Route: Désigne la projection, sur la surface de la terre, de la trajectoire d'un aéronef dont le sens, en un point quelconque, est généralement exprimé en degrés par rapport au nord.

Signaux visuelles: Signaux utilisés afin de communiquer avec un autre de manière visuelle. Les plus communs seront les signaux air-sol, les signaux d'interceptions ainsi que les signaux de recherche et sauvetage.

Service du contrôle de la circulation aérienne: Services, autres que les services d'information de vol, visant à prévenir les collisions entre les aéronefs et sur les aires de manœuvres entre les aéronefs et les obstacles ainsi que d'assurer l'écoulement du trafic aérien de façon prompte et ordonnée.

Temps de vol: Le temps calculé à partir du moment où l'aéronef commence à se déplacer par ses propres moyens en vue du décollage jusqu'au moment où il s'immobilise à la fin du vol.

Trafic aérien: Désigne l'ensemble des aéronefs en vol et des aéronefs qui évoluent sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome.

Trafic d'aéroport: Désigne l'ensemble de la circulation sur l'aire de manœuvre d'un aéroport et des aéronefs qui évoluent aux abords de cet aéroport.

Unité de contrôle de la circulation aérienne:

- Un centre de contrôle régional établi pour assurer le service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs IFR et VFR contrôlés.
- Une unité de contrôle terminal établie pour assurer le service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs IFR et VFR contrôlés à l'intérieur d'une région de contrôle terminal.
- Une tour de contrôle d'aéroport établie pour assurer le service du contrôle de la circulation aérienne pour la circulation d'aéroport.

VFR: Règles de vol à vue. (Visual Flying Rules)

IFR: Règles de vol aux instruments (Instrument Flying Rules)

Visibilité: Terme servant à désigner la transparence de l'atmosphère.

Visibilité au sol: Désigne la visibilité sur un aéroport qui est communiquée par une unité de contrôle de la circulation aérienne, une FSS, une station radio d'aéroport communautaire, une station radio terrestre exploitée par un transporteur aérien ou un système automatisé d'observation météorologique.

Visibilité en vol: Désigne la distance moyenne de visibilité vers l'avant à un moment donné, à partir du poste de pilotage d'un aéronef en vol.

Vol VFR: Vol effectué selon les règles de vol à vue.

Vol VFR spécial: Vol VFR autorisé par une unité de contrôle de la circulation aérienne et qui est effectué à l'intérieur d'une zone de contrôle en VMC conformément à la section VI de la sous-partie 2 de la partie VI.

Zone de contrôle: Espace aérien contrôlé précisé comme tel dans le *Manuel des espaces aériens désignés* qui, sauf indication contraire de ce manuel, s'étend verticalement vers le haut à partir de la surface de la terre jusqu'à 3 000 pieds AGL inclusivement.

Abréviations :

AGL: au dessus du niveau du sol (Above Ground Level)

ASL: au dessus du niveau moyen de la mer (Above Sea Level)

AIM: manuel d'information aérienne

AIP: publication d'information aéronautique

FSS: station d'information de vol (Flight Services Station)

OACI: organisation de l'aviation civile internationale

VMC: conditions météorologiques de vol à vue (Visual Meteorological Conditions)

ATC: Unité de control de la circulation aérienne (Air Traffic Controller)

ATS: Unité de service à la circulation aérienne (Air Traffic Services)

3 - Immatriculation des aéronefs au Canada

Aucun aéronef autre qu'un deltaplane ou un avion téléguidé ne pourra être piloté à moins qu'il soit immatriculé conformément au RAC ou en vertu des lois d'un État membre de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) ou d'un État ayant conclu un accord avec le Canada relativement aux vols internationaux.

Aucun aéronef à l'exception d'une aile libre (deltaplane) ou d'un avion téléguidé ne peut voler au Canada à moins de porter ses marques de nationalité et d'immatriculation peintes ou fixées sur l'aéronef et une inscription sur une plaque d'identification ignifuge à l'intérieur de l'aéronef contenant l'immatriculation et les informations sur le type d'appareil.

La marque de nationalité du Canada se compose de la lettre majuscule C, CF ou CG. Tout changement de nom ou d'adresse du propriétaire doit être transmis à Transports Canada dans un délai de 7 jours. Tout changement de propriétaire doit être transmis par écrit à Transports Canada dans un délai de 7 jours.

4 - Plaquettes à bord des aéronefs et indications de masse et centrage

Exigences relatives aux aéronefs entraînés par moteur (RAC)

602.60 (1) Il est interdit d'effectuer le décollage d'un aéronef entraîné par moteur, autre qu'un avion ultraléger, à moins que l'équipement opérationnel et l'équipement de secours suivant ne soient transportés à bord : une liste de vérifications ou des affiches permettant l'utilisation de l'aéronef conformément aux limites précisées dans le manuel de vol de l'aéronef, le manuel d'utilisation de l'aéronef, le manuel d'utilisation du pilote ou dans tout autre document équivalent fourni par le constructeur.

Inscriptions et affiches (RAC)

605.05 Il est interdit d'effectuer le décollage d'un aéronef pour lequel des inscriptions ou des affiches sont exigées par les normes de navigabilité applicables, à moins que les inscriptions ou

401.02 – Aérodrômes, règles de l'air et vol VFR

1- Balisages et marques des aérodrômes

Numérotation des pistes:

Le numéro des pistes dans l'espace aérien intérieur du sud correspond à leur orientation magnétique arrondie au 10° le plus près. La piste numérotée 09 a une lecture de 090° magnétique. Toutes les orientations entre 085 et 094 portent la marque 09.

Balisage lumineux:

Phare d'aérodrome : Phare à feu blanc clignotant (20 à 30 clignotements / minute)

Feux de bord de pistes: De couleur blanche, ils sont situés aux bords de la piste sur toute sa longueur des deux côtés. (Exigences minimales de balisage de pistes) Les lumières de chaque rangée sont distancés d'un maximum de 200' excepté aux croisements de pistes.

Feux de voie de circulation: De couleur bleue, ils sont situés aux bords de la voie de circulation des deux côtés. Deux feux bleus jumelés sont placés de chaque côté de la voie de circulation à l'endroit où la voie croise une autre voie ou une piste. L'intersection de la voie de circulation et d'une aire de stationnement est indiquée en plaçant deux feux oranges adjacents l'un à l'autre, aux coins de la voie de circulation et de l'aire de trafic. Les feux d'axes de voie de circulation sont verts et encastrés dans le pavé. Ils sont espacés de 200 pieds. L'espacement est moindre dans les virages.

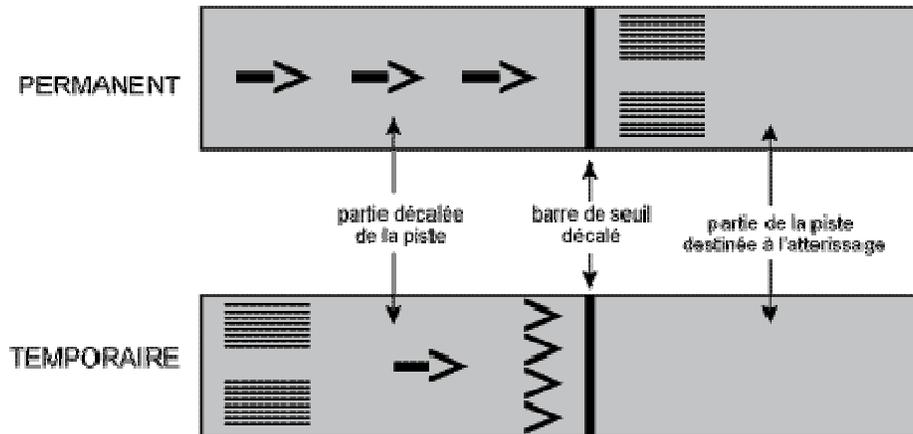
Feux de début de piste: De couleur verte, ils sont situés en début de piste de chaque côté de l'axe centrale.

Feux de fin de piste: De couleur rouge, ils sont situés en fin de piste de chaque côté de l'axe centrale.

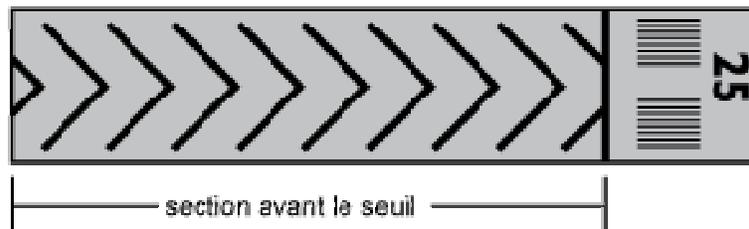
Obstacles: Les obstacles sont identifiés par des lumières rouges. (Exigences minimales)

Marques: Les marques des pistes varient selon leur longueur et leur largeur et sont de couleur blanche.

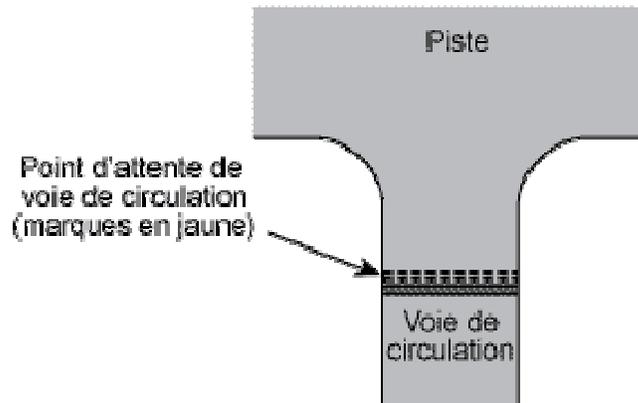
Seuils décalés: Indiqués par des flèches qui pointent dans la direction des barres du seuil décalé. La portion d'atterrissage de la piste débute après ces barres.



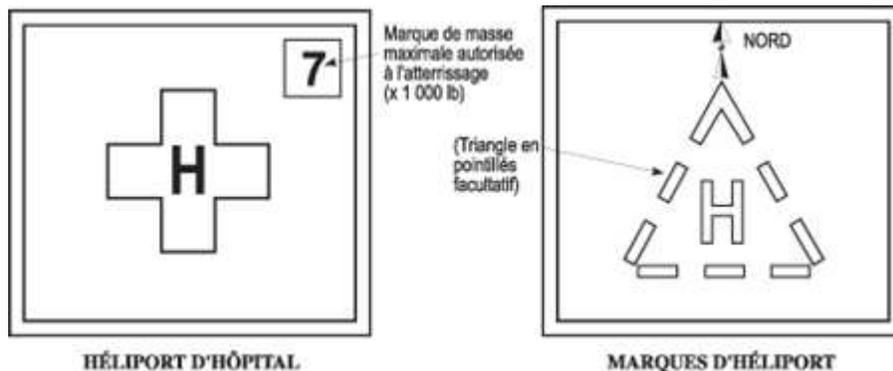
Prolongement d'arrêt: La surface pavée en avant du seuil d'une piste qui est aménagée et entretenue comme un prolongement d'arrêt doit être délimitée par des chevrons jaunes. Cette surface ne sert pas pour la circulation au sol, la course initiale au décollage ou la course de décélération. Cette surface ne doit pas être calculée dans la longueur de piste. Donne une surface supplémentaire sur laquelle un avion pourrait s'arrêter en cas de décollage interrompu.



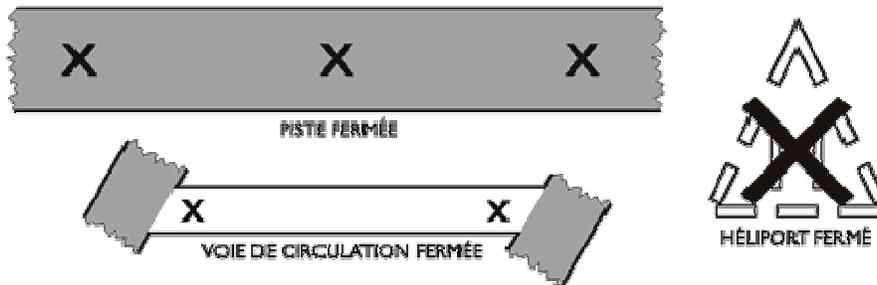
Marques de sortie de voie de circulation et de point d'attente: Situées à 200 pieds du bord d'une piste, ces marques sont composées d'une ligne pleine du côté de la voie de circulation et d'une ligne pointillée du côté de la piste. Ces marques de couleur jaune, traversant une voie de circulation ou une piste perpendiculairement, indiquent au pilote d'attendre du côté de la ligne pleine.



Héliport: Ils sont identifiés par la lettre H majuscule peinte en blanc au centre de l'aire de décollage et d'atterrissage. S'il est nécessaire de rendre la lettre H plus visible, celle-ci peut être centrée entre pointillés. Les héliports d'hôpitaux sont identifiés par un H majuscule rouge centré sur croix blanche.

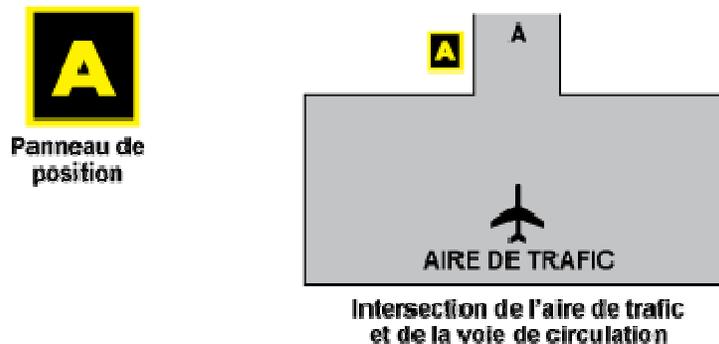


Marques de zones fermées: Toute piste, voie de circulation ou partie de celle-ci et aire de décollage et d'atterrissage d'hélicoptères dont l'accès est fermé à l'exploitation des aéronefs doivent être marquées de X blancs ou jaunes d'une longueur de 20 pieds. Les aires recouvertes de neige peuvent être marquées de X à partir de couleurs conçues de colorants très visibles. Toutes les marques, sauf les X doivent être enlevées lorsqu'une piste, voie de circulation ou aire de décollage et d'atterrissage pour hélicoptères est fermée en permanence.



Marques de zone inutilisable: Les parties inutilisables de l'aire de mouvement autres que les pistes et les voies de circulation doivent être délimitées par des petits drapeaux rouges ou des marques et, s'il y a lieu, un petit drapeau ou une autre marque appropriée doit apparaître sensiblement au centre de la partie inutilisable. Lorsque la partie inutilisable de l'aire de manœuvre est assez restreinte pour être contournée sans que la sécurité des aéronefs soit compromise.

Panneau de position: Panneau portant, en jaune sur fond noir une inscription qui indique la voie de circulation sur laquelle l'aéronef se trouve ou sur laquelle il s'engage.



Panneau de direction: Panneau portant, en noir sur fond jaune, une inscription qui annonce une intersection de voies de circulation dont s'approche un aéronef. Généralement, un panneau de position lui est adjoint pour confirmer la position de l'aéronef.



Panneau de sens interdit: Un panneau de sens interdit est installé de chaque côté d'une voie de circulation qu'il est interdit de prendre dans ce sens-là. Il s'agit d'un cercle blanc avec une barre horizontale blanche à l'intérieur sur un fond rouge.



Indicateur de direction du vent: Les pistes d'une longueur supérieure à 1 200 m seront équipées d'un indicateur de direction du vent à 150 m à l'intérieur de chacune des extrémités de la piste et à 60 m à l'extérieur de la piste, généralement du côté gauche.

Pour les aérodromes dont les pistes ont une longueur égale ou inférieure à 1 200 m, l'indicateur de direction du vent devra être placé en un endroit central de façon à être visible depuis les axes d'approche et l'aire de stationnement des aéronefs; là où il n'y a qu'une seule piste, cet indicateur doit être situé à mi-chemin entre les extrémités, à 60 m du bord de la piste.

Pour les opérations de nuit, l'indicateur doit être éclairé.

Personne ne peut marcher, demeurer sur place, stationner un véhicule ou un aéronef ou causer de l'obstruction sur l'aire de mouvement d'un aérodrome excepté si elle obtient la permission donnée par l'opérateur de l'aérodrome, par l'ATC ou la station d'information de vol approprié.

2 - Signaux visuels

Feux de position sur l'aéronef:

- Rouge sur l'aile gauche visible sur 110° et sur une distance de 2 milles.
- Vert sur l'aile droite visible sur 110° et sur une distance de 2 milles
- Blanc sur la queue visible sur 140° et sur une distance de 2 milles.
- Un feu anticollision rouge ou blanc visible sur 360°

Signaux optiques aux aéronefs en vol:

- Feu vert continu: Vous êtes autorisé à atterrir.
- Feu rouge continu: Cédez le passage à un autre aéronef et restez dans le circuit.
- Série d'éclats verts: Revenez pour atterrir.
- Série d'éclats rouges: Aéroport dangereux: n'atterrissez pas.
- Fusée rouge: N'atterrissez pas pour le moment.

Signaux optiques aux aéronefs au sol:

- Série d'éclats verts: Autorisé à circuler.
- Feu vert continu: Autorisé à décoller.
- Série d'éclats rouges: Dégagez l'aire d'atterrissage en service.
- Feu rouge continu: Arrêtez.
- Série d'éclats blancs: Retournez à votre point de départ sur l'aéroport.
- Feu de piste clignotant: Avise les véhicules et les piétons de quitter immédiatement les pistes.
- Projectiles rouge et vert (U.S.A) Lancés à intervalles de 10 secondes : Vous êtes en danger ou dans une zone réglementée.

Signaux de détresse:

Détresse: Une situation où l'on est menacé par un danger grave ou imminent et on demande une assistance immédiate.

- Code morse SOS ...---...

- Fusées rouges ou ‘flares’, lancées une à la fois à court intervalle.
- Signal de détresse normalisé consiste en trois feux formant un triangle près du site d’écrasement.
- Faire clignoter de manière irrégulière tous les feux disponibles

Signaux visuels sol-air:

Message	Symbole
Demande d'aide	V
Demande d'aide médicale	X
Non ou Négatif	N
Oui ou Affirmatif	Y
Prenons cette direction	↑
Tout va bien	LL
Besoin de vivre et d'eau	F
Besoin de carburant et d'huile	L
Besoin de réparations	W

Signaux d’interception:

Il est interdit à quiconque de donner un signal d’interception ou une instruction d’atterrir, à l’exception des personnes suivantes:

- un agent de la paix, et;
- une personne qui en a reçu l’autorisation du ministre.

Le ministre peut autoriser une personne à donner un signal d’interception ou une instruction d’atterrir si une telle autorisation est dans l’intérêt public et que la sécurité aérienne ne risque pas d’être compromise.

Le commandant de bord d’un aéronef qui reçoit une instruction d’atterrir doit, sous réserve des directives reçues d’une unité de contrôle de la circulation aérienne, se conformer à cette instruction.

Le commandant de bord d'un aéronef intercepteur et le commandant de bord d'un aéronef intercepté doivent se conformer aux règles d'interception précisées dans le Supplément de vol Canada.

3 - Règlements de l'air

Personne ne peut piloter un aéronef excepté en accord avec les règles de vol VFR ou IFR ou en accord avec des règles spéciales émises par le ministre.

Il est interdit de mettre en danger des personnes ou des biens à la surface en laissant tomber un objet d'un aéronef en vol. (RAC 602.23)

Il est interdit de transporter des marchandises dangereuses à moins que cela ne soit fait conformément à la Loi sur le transport des marchandises dangereuses.

Il est interdit d'utiliser un aéronef d'une manière imprudente ou négligente qui constitue ou risque de constituer un danger pour la vie ou les biens de toute personne. (RAC 602.01)

Il est interdit d'utiliser un avion pour le remorquage d'un objet en vol, à moins que l'avion ne soit muni d'un crochet de remorquage et d'un mécanisme de libération de remorquage conforme aux normes de navigabilité applicables. (RAC 602.22)

Minimas d'altitude

Excepté aux aéroports ou au aérodromes militaires, il est interdit d'effectuer un décollage, une approche ou un atterrissage d'un aéronef lorsque celui-ci sera utilisé au-dessus d'une zone bâtie ou d'un rassemblement de personnes en plein air, à moins que l'aéronef ne soit utilisé à une altitude qui permettrait, en cas d'une panne moteur ou toute autre urgence exigeant un atterrissage immédiat, d'effectuer un atterrissage sans constituer un danger pour les personnes ou les biens à la surface. Dans tous les cas, l'altitude ne devrait jamais être inférieure à 1000pi au-dessus du plus haut obstacle et horizontalement 2000pi de rayon centré sur l'aéronef. (RAC 602.12)

Sauf autorisation contraire de l'unité de contrôle de la circulation aérienne compétente, il est interdit au commandant de bord d'utiliser un aéronef à moins de 2000pi au-dessus d'un aérodrome sauf pour effectuer un décollage ou un atterrissage. (RAC 602.96)

Ailleurs qu'au-dessus d'une agglomération, sauf pour les besoins du décollage et atterrissage, l'altitude minimale ne sera pas inférieure à 500pi au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 500pi centré sur l'aéronef. (ECT p.4-26)

À condition de ne pas mettre en danger les personnes ou les biens se trouvant au sol, un aéronef peut voler au-dessus d'une région à faible densité de population ou d'une étendue d'eau s'il vole à une distance verticale d'au moins 500pi de toute personne, bateau, véhicule ou structure. (ECT p.4-26)

Il est interdit de survoler à moins de 2000pi AGL :

- des fermes d'élevage de volailles ou d'animaux à fourrure;
- des troupeaux de rennes, caribous, orignaux et bœufs musqués, et;
- des parcs, réserves et refuges nationaux, provinciaux et municipaux.

Il est interdit d'utiliser un aéronef au-dessus d'une région sinistrée ou de la région située à moins de 5 NM d'une région sinistrée, à une altitude inférieure à 3 000 pieds-sol. Un avis aux aviateurs (NOTAM) ne sera pas nécessairement publié pour que la réglementation sur cette restriction de l'espace aérien soit en vigueur. Toutefois, en vertu de l'article 601.16 du RAC, Transports Canada peut délivrer un NOTAM afin de restreindre davantage l'espace aérien autour d'un feu de forêt. Les pilotes doivent se rappeler de vérifier les NOTAM avant d'effectuer un vol près d'un feu de forêt.

Il existe certaines exceptions à ces minimas pour les aéronefs engagés dans des activités spéciales, comme la lutte contre les incendies, l'arrosage de récoltes, opérations policières, etc.

Acrobaties aériennes

Il est interdit d'utiliser un aéronef pour effectuer une acrobatie aérienne:

- au-dessus d'une zone bâtie ou au-dessus d'un rassemblement de personnes en plein air;
- dans l'espace aérien contrôlé, sauf si l'aéronef est utilisé aux termes d'un certificat d'opérations aériennes spécialisées;
- avec une visibilité en vol inférieure à trois milles, et;
- à une altitude inférieure à 2000pi AGL, sauf si l'aéronef est utilisé aux termes d'un certificat d'opérations aériennes spécialisées. (RAC 602.27).

Interdiction de passagers à bord

Il est interdit de monter à bord d'un aéronef en vol ou de le quitter sans en avoir obtenu la permission du commandant de bord de l'aéronef.

Il est interdit au commandant de bord d'un aéronef de permettre à quiconque de monter à bord d'un aéronef en vol ou de le quitter, sauf si la personne quitte l'aéronef pour effectuer un saut en parachute. (RAC 602.25)

Il est interdit au commandant de bord d'un aéronef de permettre à une personne d'effectuer un saut en parachute de l'aéronef et à toute personne d'effectuer un tel saut:

- dans l'espace aérien contrôlé ou sur une route aérienne, et;
- au-dessus ou à l'intérieur d'une zone bâtie ou au-dessus d'un rassemblement de personnes en plein air.

Il est interdit d'utiliser un aéronef avec un passager à bord pour effectuer une acrobatie aérienne, à moins que le commandant de bord de l'aéronef n'ait respecté les conditions suivantes:

- il a reçu au moins 10 heures d'instruction en acrobaties aériennes en double commande ou a effectué au moins 20 heures d'acrobaties aériennes, et;
- il a effectué au moins une heure d'acrobaties aériennes au cours des six mois précédents. (RAC 602.28).

Priorités de passage et risques d'abordage

Le commandant de bord d'un appareil qui a la priorité devrait sauf en cas de risque imminent de collision conserver son cap, sa vitesse et son altitude.

Le commandant de bord d'un aéronef qui a la priorité de passage doit, s'il existe un risque d'abordage, prendre les mesures nécessaires pour éviter l'abordage.

Le commandant de bord d'un aéronef qui est au courant qu'un autre aéronef est en situation d'urgence doit lui céder le passage.

Le commandant de bord d'un aéronef dont la trajectoire converge avec celle d'un aéronef qui est à peu près à la même altitude et qui se trouve à sa droite doit céder le passage à cet autre aéronef, sauf dans les cas suivants:

- le commandant de bord d'un aérodyne entraîné par moteur doit céder le passage aux dirigeables, aux planeurs et aux ballons;
- le commandant de bord d'un dirigeable doit céder le passage aux planeurs et aux ballons;
- le commandant de bord d'un planeur doit céder le passage aux ballons, et;
- le commandant de bord d'un aéronef entraîné par moteur doit céder le passage aux aéronefs qui visiblement transportent une charge à l'élingue ou remorquent un planeur ou d'autres objets.

Lorsque deux planeurs, utilisés à des altitudes différentes, ont des trajectoires qui convergent, le commandant de bord du planeur à l'altitude la plus élevée doit céder le passage au planeur à l'altitude inférieure.

Lorsque deux aéronefs s'approchent de front ou presque de front et qu'il y a risque d'abordage, le commandant de bord de chaque aéronef doit modifier le cap de l'aéronef vers la droite.

Lorsque deux planeurs convergent à la même altitude et qu'il y a risque d'abordage, celui qui voit l'autre à sa droite doit céder le passage.

Le commandant de bord d'un aéronef qui est dépassé par un autre aéronef a la priorité de passage et le commandant de bord de l'aéronef qui dépasse, en montée, en descente ou en palier, doit céder le passage à l'autre aéronef en modifiant le cap de l'aéronef vers la droite. Aucune modification ultérieure des positions relatives des deux aéronefs ne dispense le commandant de bord de l'aéronef qui dépasse de l'obligation de modifier ainsi le cap de l'aéronef jusqu'à ce qu'il ait entièrement dépassé et distancé l'autre aéronef.

Le commandant de bord d'un aéronef en vol ou qui manœuvre à la surface doit céder le passage à un aéronef qui atterrit ou qui est sur le point d'atterrir.

Le commandant de bord d'un aéronef en vol ou au sol doit céder le passage aux aéronefs en cours d'atterrissage.

Le commandant de bord d'un aéronef qui s'approche d'un aéroport en vue d'y atterrir doit céder le passage à tout aéronef qui se trouve à une altitude inférieure et qui s'approche également de l'aéroport pour y atterrir.

Le commandant de bord de l'aéronef qui se trouve à l'altitude inférieure, tel qu'il est indiqué au point précédent, ne peut ni manœuvrer devant l'aéronef qui se trouve à l'altitude supérieure ni le dépasser s'il est en approche finale.

Il est interdit d'effectuer ou de tenter d'effectuer le décollage ou l'atterrissage d'un aéronef lorsqu'il existe un risque apparent d'abordage avec un autre aéronef, une personne, un navire, un véhicule ou une structure sur la trajectoire de décollage ou d'atterrissage.

4- VFR, SVFR, NVFR, CVFR

VFR: Vol par références visuelles au sol

SVFR: Vol VFR spécial, lorsque les conditions météorologiques sont inférieures aux minimas VFR sans aller sous 1 SM de visibilité pour les aéronefs à voilures fixes. Les aéronefs doivent être exploités en dehors des nuages et en vue du sol en tout temps.

Une autorisation doit être reçue par une unité du contrôle de la circulation aérienne et le vol dans ces conditions doit rester à l'intérieur d'une zone de contrôle. L'autorisation VFR spécial pourrait être refusée ou retardée.

Le VFR spécial exige que l'aéronef reste en tout temps hors des nuages et en vue de la surface terrestre. L'exploitation de l'aéronef se fera à au moins 500 pieds au-dessus du sol, sauf au décollage et à l'atterrissage.

NVFR: Vol VFR de nuit. L'exploitation de nuit exige que les aéronefs soient bien équipés des instruments de vol suivants, approuvés et en bon état de fonctionnement: un anémomètre, un altimètre barométrique de précision, un compas magnétique à lecture directe, un indicateur de virage et d'inclinaison latérale, un compas gyroscopique ou un conservateur de cap (si le vol doit se dérouler en dehors des environs immédiats de l'aéroport) et une source lumineuse quelconque pour éclairer les instruments de bord.

Avoir accès à une horloge fiable et une lampe de poche. L'aéronef doit être équipé d'une radio en bon état de marche qui assurera les communications bilatérales.

L'exploitation de nuit, en vol ou au sol, exige que les avions soient également munis d'un système de feux de navigation et d'un feu anticollision en bon état de marche. De plus, si des passagers sont transportés, un phare d'atterrissage en état de fonctionnement est requis.

CVFR: Vol VFR contrôlé, dans l'espace aérien de classe B, le pilote en vol CVFR doit se conformer aux règles de vol aux instruments sauf qu'il doit demeurer en tout temps en conditions météorologiques VFR. Le pilote doit déposer un plan de vol et doit disposer d'un équipement radio bilatérale ainsi que l'équipement de radionavigation nécessaire pour se conformer aux mêmes instructions de navigation qu'un appareil volant selon les règles de vol aux instruments.

5 - Équipement requis pour un vol VFR de jour en planeur

605.21 : Il est interdit d'utiliser un planeur en vol VFR de jour à moins que celui-ci ne soit muni de l'équipement suivant:

- un altimètre;
- un indicateur de vitesse;
- un compas magnétique ou un indicateur de direction magnétique;
- un chronomètre (une montre fait aussi l'affaire), et ;
- un équipement de radiocommunications permettant des communications bilatérales lorsque l'aéronef est utilisé dans l'espace aérien de classe C ou D, zone MF ou dans l'ADIZ.

6 - Minimums météorologiques pour les vols VFR

Espace Aérien	Visibilité minimale en vol	Distance des nuages
Espace aérien contrôlé	3 milles	Horizontale: 1mille Verticale : 500'
Zone de contrôle	Comme espace aérien contrôlé + altitude minimale de 500' AGL	
Espace aérien non-contrôlé, 1000' AGL ou plus	1 mille (jour) 3 milles (nuit)	Horizontale: 2000' Verticale: 500'
Espace aérien non-contrôlé, en dessous de 1000' AGL	2 milles (jour) 3 milles (nuit)	Hors des nuages

Minimum météo pour les vols VFR spécial (zones de contrôle seulement)

Type d'aéronef	Visibilité minimale en vol	Distance p/r aux nuages
Aéronefs sauf hélicoptère	1 mille	Hors des nuages
Hélicoptère	1/2 mille	Hors des nuages

401.03 – Licences et documentation

1- Exigences préalables à l'obtention d'une licence de pilote planeur

La licence de pilote planeur s'obtient si les exigences suivantes sont respectées :

- âge : 16 ans
- catégorie de médical : 1, 3, ou 4
- Période de validité du médical incluant + que 40 ans : 60 mois
- connaissances : 15 hres formation théorique, 60% à l'examen GLIDE de TC
- Habiletés : test en vol (lettre)
- Expérience minimum : 6 hres total dont au moins : 1 hre en DC, 2 hres solo (incluant 20 décollages et atterrissages)

2 - Validité des documents et exigences de mises à jour des connaissances

Certificat médical

Type de permis	Age minimum	Catégorie médicale	Validité (- 40 ans)	Validité (+ 40 ans)
Élève pilote	14	1, 3 ou 4	60 mois	60 mois
Planeur	16	1, 3 ou 4	60 mois	60 mois
Ballon	17	1 ou 3	60 mois	24 mois
Pilote privé	17	1 ou 3	60 mois	24 mois
Pilote professionnel	18	1	12 mois	6 mois

Examen médical

Tous les titulaires de permis ou de licences canadiennes de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne doivent subir un examen médical périodique pour déterminer si leur forme physique leur permet de se prévaloir des privilèges conférés par leur permis ou leur licence. Cet examen médical est normalement effectué par un médecin examinateur de l'aviation civile désigné. Un examen médicale reste valide jusqu'au premier jour du prochain mois à la fin de la période de validité. Exemple : date de l'examen 15 septembre 2008, validité 5 ans, l'expiration sera : 1er octobre 2013.

Forme physique apte

Une fois l'examen terminé, l'examineur fait une recommandation sur l'aptitude physique. Si l'agent médical régional de l'aviation est satisfait de la forme physique du demandeur on procède à l'évaluation appropriée du dossier du demandeur et on envoie le document à l'agent médical régional de l'aviation du bureau régional pertinent qui l'examinera. Si la personne est déjà titulaire d'un permis ou d'une licence canadienne de pilote ou de contrôleur de la circulation aérienne et qu'elle est en bonne forme physique, selon le médecin examinateur, ce dernier peut prolonger de 90 jours la validité du permis ou de la licence du titulaire en signant le dos de son certificat médical.

Depuis janvier 1999, les médecins-examineurs de l'aviation civile ont le droit de renouveler des certificats médicaux pour toute la durée de la période de validité du permis s'ils considèrent que le demandeur satisfait aux exigences médicales de la norme 424 du RAC. Ils ne sont cependant pas autorisés à émettre un certificat médical initial ou à modifier la catégorie d'un tel certificat.

Les permis et licences du personnel peuvent être remplacés si:

- Le permis ou la licence a été perdu ou détruit. Des frais seront chargés.
- Il y a eu un changement de nom légal.
- Il y a eu un changement de citoyenneté, accompagné d'une preuve de citoyenneté. Sans frais.
- Il y a eu un changement d'adresse (Le ministère des Transports doit en être avisé par écrit dans les 7 jours suivant le changement).

Pré-requis pour un examen médical

La fréquence des examens médicaux dépend de l'âge du demandeur et du type de permis ou de licence demandée. Pour certains examens, on peut exiger des tests supplémentaires, comme un audiogramme ou un électrocardiogramme.

Mises à jour des connaissances

401.05 (1) Malgré toute disposition contraire de la présente sous-partie, il est interdit au titulaire d'un permis, d'une licence ou d'une qualification de membre d'équipage de conduite, autre qu'un titulaire de licence de mécanicien navigant, d'exercer les avantages du permis, de la licence ou de la qualification à moins qu'il ne satisfasse à l'une ou l'autre des conditions suivantes :

- il a agi en qualité de commandant de bord ou de copilote d'un aéronef dans les cinq années qui précèdent le vol;
- dans les 12 mois qui précèdent le vol, il a terminé une révision en vol, conformément aux normes de délivrance des licences du personnel, dispensée par le titulaire d'une qualification d'instructeur de vol pour la même catégorie d'aéronef,

L'instructeur de vol qui a dispensé la révision en vol a attesté dans le carnet personnel du titulaire que ce dernier a les habiletés exigées pour que lui soit délivré un permis ou une licence précisé dans les normes de délivrance des licences du personnel, le titulaire a réussi l'examen applicable précisé dans les normes de délivrance des licences du personnel.

Malgré toute disposition contraire de la présente sous-partie, il est interdit au titulaire d'un permis ou d'une licence de membre d'équipage de conduite, autre qu'un titulaire de licence de mécanicien navigant, d'exercer les avantages du permis ou de la licence à bord d'un aéronef, à moins qu'il ne satisfasse aux conditions suivantes :

- Il a terminé avec succès un programme de formation périodique conformément aux normes de délivrance des licences du personnel dans les 24 mois qui précèdent le vol;
- Lorsqu'un passager autre qu'un examinateur de test en vol désigné par le ministre se trouve à bord de l'aéronef, le titulaire a effectué, dans les six mois qui précèdent le vol :

Dans le cas d'un planeur, au moins:

- soit cinq décollages et cinq atterrissages à bord d'un planeur,
- soit deux décollages et deux atterrissages à bord d'un planeur en compagnie d'un titulaire d'une qualification d'instructeur de vol - planeur et a obtenu de celui-ci une attestation de compétence pour transporter des passagers à bord d'un planeur conformément aux normes de délivrance des licences du personnel,

3 - Privilèges conférés par la licence de pilote planeur

401.24 Le titulaire d'une licence de pilote - planeur peut, en vol VFR de jour :

- agir en qualité de commandant de bord d'un planeur à bord duquel il n'y a pas de passager;
- agir en qualité de commandant de bord d'un planeur à bord duquel il y a des passagers, si les conditions suivantes sont réunies :
 - le planeur est lancé selon une méthode attestée par le titulaire d'une qualification d'instructeur de vol - planeur dans le carnet personnel du titulaire en application des [paragraphes 401.18\(1\)](#) ou [\(2\)](#),
 - le titulaire a déjà utilisé cette méthode de lancement au cours d'au moins trois vols en solo;

4 - Documents obligatoires à bord d'un aéronef en vol

- CDI (certificat d'immatriculation)
- C de N (certificat de navigabilité)
- Rapport annuel d'informations sur la navigabilité
- Formulaire de masse et centrage
- Manuel du fabricant (POH)
- Preuve d'assurance
- Carnet de route de l'avion
- Copie des procédures à suivre en cas d'interception
- Licences et certificat de validation de licence du personnel

Exceptions du PPCA: Le certificat radio de l'appareil et le rapport annuel d'information sur la navigabilité ne sont pas exigés à bord. Le carnet de route n'est pas requis pour le vol local.

5 - Carnet de route et livre technique de l'avion

Carnet de route

Le carnet de route doit être transporté à bord de l'aéronef si le pilote commandant de bord a l'intention de se poser à un aéroport autre que celui de son départ ou si le vol dépasse 25 MN de l'aéroport de départ. Les temps de vols et temps dans les airs ainsi que les détails sur l'envolée et les défauts y sont consignés. Il doit être conservé pour une durée d'au moins un an (RAC 605.94(3)).

Items à vérifier avant le vol (9 items):

- Heures restantes avant la prochaine inspection
- Inspection 100 heures effectuée dans les 12 mois précédant le vol
- Pas de défauts
- Calibration de la boussole dans les 12 mois précédant le vol
- Inspection de la trousse de premiers soins dans les 12 mois précédant le vol
- Inspection de l'extincteur dans les 12 mois précédant le vol
- Inspection de l'ELT dans les 12 mois précédant le vol
- Remplacement de la batterie de l'ELT dans les 24 mois précédant le vol
- Calibration du transpondeur, de l'altimètre-encodeur, de la prise statique et dynamique dans les 24 mois précédant le vol si le vol est effectué dans l'espace aérien de classe A,B,C ou D dans lequel le transpondeur est requis.

Livre technique

Tout l'entretien, les installations, modifications et réparations doivent y être inscrits. Le livre technique se compose d'un carnet pour la cellule, un pour chaque moteur, un pour chaque hélice et un carnet pour les installations et modifications. Le livre technique ne doit pas être emporté à bord.

6 - Entrée des temps de vol

Double commandes: Le pilote commandant de bord doit être désigné avant le décollage. Il doit y avoir une méthode de communication entre les pilotes. Le temps de vol peut être entré sous « en double », « solo » ou « co-pilote ». Seulement le pilote commandant de bord peut faire son entrée sous temps solo.

Instruction en vol (pilotes non licencié): On peut donner de l’instruction seulement avec une annotation d’instructeur. Les élèves doivent faire leurs entrées dans leur carnet personnel en double commande seulement. L’instructeur fait ses entrées sous pilote commandant de bord.

Instruction en vol (pilote licencié): Le pilote qui donne l’instruction fait ses entrées de temps sous pilote commandant de bord alors que le pilote qui reçoit l’instruction fait ses entrées sous temps en double.

Crédit de temps de vol : Si le demandeur est titulaire d’une licence de pilote planeur, les nombres d’heures de vol suivants doivent être portés à son crédit: jusqu’à cinq heures en qualité de commandant de bord sur planeur sur le temps de vol total.

Le demandeur ou le titulaire d'un permis, d'une licence ou d'une qualification de membre d'équipage de conduite doit tenir à jour un carnet personnel conformément au paragraphe (2) et aux normes de délivrance des licences du personnel quant aux points suivants:

- l’expérience acquise relative à la délivrance du permis, de la licence ou de la qualification;
- la mise à jour des connaissances.

Le carnet personnel tenu à jour aux fins visées aux alinéas (1)a) et b) doit contenir le nom du titulaire et les renseignements suivants à l'égard de chaque vol:

- la date du vol;
- le type d'aéronef et sa marque d'immatriculation;
- le poste de membre d'équipage de conduite occupé par le titulaire;
- les conditions de vol de jour, de nuit, en VFR et en IFR;
- s'il s'agit d'un vol en avion ou en hélicoptère, les lieux de départ et d'arrivée;
- s'il s'agit d'un vol en avion, tous les décollages et atterrissages à des endroits intermédiaires;
- le temps de vol, et;
- s'il s'agit d'un vol en planeur, la méthode de lancement utilisée pour le vol.

Il est interdit à toute personne de faire une inscription dans un carnet personnel à moins qu'elle ne satisfasse à l'une ou l'autre des conditions suivantes:

- la personne est le titulaire de ce carnet, ou;
- la personne a été autorisée par le titulaire du carnet à faire l'inscription.

7 - Navigabilité et certificat de navigabilité

Il incombe au pilote de s'assurer qu'un aéronef immatriculé au Canada satisfait aux conditions de sécurité et est en bon état de vol avant d'être utilisé.

Certificat de navigabilité: Le C de N est délivré pour un aéronef qui respecte pleinement toutes les normes de navigabilité de Transports Canada.

Permis de vol: délivré à titre expérimental ou des fins spécifiques.

Rapport annuel d'information sur la navigabilité: Certifie que les informations sur la navigabilité sont exactes. Il n'est pas requis de faire une inspection, un test en vol ou d'avoir une certification. La date de la plus récente inspection ainsi que du dernier dommage sur l'aéronef, le temps de vol total à jour de l'aéronef ainsi que la signature du propriétaire doit être inclus.

Navigabilité de l'aéronef (4 items):

- entretient conforme au calendrier de maintenance;
- inspection 100 heures ou annuelle dans les 12 mois qui précèdent le vol;
- consignes de navigabilité (AD NOTES) sont effectuées, et;
- pas de déficiences dans le carnet de route de l'aéronef ou lors de l'inspection pré-vol.

Annulation d'un certificat de navigabilité (5 items):

- Détruit
- Exporté
- Papier détruit
- Utilisation hors norme du POH
- Entretien non effectué ou non-conforme

8 - Plans de vols, itinéraires de vol

Plan de vol

Un plan de vol VFR doit être déposé pour tous les vols effectués à une distance de plus de 25 milles marins de l'aérodrome de départ sauf si un itinéraire de vol à été déposé. Un plan de vol doit être déposé soit avec une unité de contrôle de la circulation aérienne (ATC), à une station d'information de vol ou à une station radio d'aérodrome communautaire.

Le but du plan de vol est de permettre aux gens d'être informés de façon la plus exacte possible sur l'endroit où vous allez, combien de temps vous estimez que cela vous prendra, le nombre de personnes à bord, etc.

Les plans de vol doivent être fermés dans l'heure suivant votre arrivée à destination, la dernière heure prévue d'arrivée ou avant l'heure d'initiation des recherches et sauvetages si spécifié dans le plan de vol.

Itinéraire de vol

Un itinéraire de vol doit être déposé pour tous les vols effectués à une distance de plus de 25 milles marins de l'aérodrome de départ sauf si un plan de vol est déposé. L'itinéraire de vol doit être déposé auprès d'une personne de confiance, qui a convenu avec celle ayant déposé l'itinéraire de vol de voir à ce que les services suivants soient avisés lorsque l'aéronef est en retard:

- une unité de contrôle de la circulation aérienne (ATC), à une station d'information de vol ou à une station radio d'aérodrome communautaire.
- un centre de coordination de sauvetage.

Un itinéraire de vol est moins spécifique qu'un plan de vol et les seules informations sûres sont l'ETA et la location.

Les itinéraires de vol doivent être fermés dans les 24 heures suivant votre arrivée à destination ou avant l'heure de déclenchement de recherche et sauvetage spécifié dans l'itinéraire si différent de 24 heures.

9 - Responsabilités des pilotes pour la préparation des vols, l'inspections pré-vol et le masse et centrage

Préparation du vol

Avant d'entreprendre un vol ou un vol-voyage, le pilote doit s'assurer d'avoir:

- Cartes aéronautiques à jour et adéquates, navigation préparée soigneusement (disponibilité et procédures d'arrivée de l'aéroport de destination)
- Plan de vol ou itinéraire déposé.
- Renseignements météorologiques obtenus par le biais de bulletin ou un briefing d'une station d'information de vol et NOTAMS.
- Déterminer les performances de l'appareil
- Calculer le masse et centrage.
- Effectué un briefing passager complet.
- Inspections pré-vol

Les inspections pré-vol doivent être effectuées conformément au manuel du fabricant, aux listes de vérifications et aux procédures de l'école avant chaque envolée. S'assurer de la validité et la conformité des documents de bord avant l'envolée et les emporter à bord.

Masse et centrage

Un graphique de masse et centrage est fait pour garder le centre de gravité à l'intérieur des limites, pour déterminer si l'aéronef est chargé adéquatement et principalement pour la SÉCURITÉ DU VOL.

10 - Contenu d'un rapport d'arrivée

Un compte-rendu d'arrivée doit se faire à l'ATC, une FSS ou une CARS (station radio d'aérodrome communautaire) dans les 60 minutes suivant l'atterrissage dans les 24 heures dans le cas d'un itinéraire de vol ou au plus tard l'heure SAR (recherche et sauvetage) indiquée sur l'itinéraire de vol. Il doit inclure:

- immatriculation de l'aéronef
- type de plan de vol
- aérodrome de départ, date et heure d'arrivée
- aérodrome d'arrivée

401.04 - Espaces aériens

1 - Espace aérien Canadien

Classe	Hauteur	VFR Autorisé	IFR Autorisé	Autorisation de l'ATC requise	Transpondeur requis	Radio bilatérale requise
A	18000' et plus	----	x	x	x	x
B	12500' à 18000'	x	x	x	x	x
C	Variée	x	x	x	x	x
D	Variée	x	x	Séparation pour IFR seulement	Si indiqué comme étant une zone à transpondeur	x
E	Variée	x	x	Séparation pour IFR seulement	Si indiqué comme étant une zone à transpondeur	----
F	Espace aérien consultatif ou réglementé (CYA ou CYR)					
G	L'ensemble de l'espace aérien intérieur non contrôlé (espace aérien qui n'a pas été assigné classe A, B, C, D, E ou F)					

- L'espace aérien classifié C ou D deviennent E lorsque l'ATC n'est pas en opération.
- L'espace aérien intérieur canadien (CDA) comprend tout l'espace aérien au-dessus de la masse continentale du Canada.
- L'espace aérien inférieur comprend tout l'espace aérien situé en-dessous de 18000 pi ASL (non inclus). L'espace aérien supérieur comprend tout l'espace aérien à partir de 18000 pi ASL inclusivement et au dessus.

2 - Contrôle aérien

But de l'ATC : Prévenir les abordages et accélérer l'écoulement du trafic. Sans relever l'ATC de leur responsabilité propre à leurs fonctions, l'évitement des collisions demeure la pleine responsabilité du pilote en tout temps.

Les services d'information de vol et de contrôle de la circulation aérienne suivants sont offerts par l'intermédiaire des centres de contrôle régional (ACC), des unités de contrôle terminal (TCU), des tours de contrôle à l'intérieur des zones de contrôle ainsi que des stations d'information de vol. Ils s'occupent des services suivants:

- contrôle d'aéroport;
- contrôle régional;
- contrôle terminal;
- radar terminal;
- service d'alerte;
- réservations d'altitudes;
- informations sur les mouvements d'aéronefs;
- informations de la douane (ADCUS), et;
- information de vol.

3 - Voies aériennes au Canada

Voie aérienne:

Dans l'espace aérien, voie établie entre des aides à la radionavigation spécifiées. Le service de contrôle de la circulation aérienne est toujours fourni.

Route aérienne:

Voie établie entre des aides à la radionavigation spécifiées. Le service de contrôle de la circulation aérienne n'y est pas fourni.

4 - Altitudes de croisière VFR

Les altitudes de croisières suivantes s'appliquent pour les vols VFR en-dessous de 18 000'ASL. Les altitudes de vols sont calculées en fonction de la route magnétique dans l'espace aérien intérieur du sud et de la route vrai dans l'espace aérien intérieur nord. Ces règles s'appliquent à partir d'une altitude de croisière de 3000pi AGL et plus.

000°-179° Milliers de pieds impairs plus 500' ASL
ex : 3500' ASL, 5500' ASL

180°-359° Milliers de pieds pairs plus 500' ASL
ex : 4500' ASL, 6500' ASL

5 - Calage de l'altimètre

Région d'utilisation du calage altimétrique

La région d'utilisation du calage altimétrique est un espace aérien de dimensions définies en-dessous de 18 000 pi ASL (non inclus), et à l'intérieur de l'espace aérien intérieur du sud, où le pilote doit caler l'altimètre de son aéronef sur le calage altimétrique courant de l'aérodrome ou, si le calage ne peut être obtenu, sur l'altitude de l'aérodrome. Il est ensuite la responsabilité du pilote d'obtenir, une fois en vol, le calage altimétrique de la station la plus proche de sa route.

Région d'utilisation de la pression standard

Comprend tout l'espace aérien intérieur canadien à 18 000 pi ASL (inclus) et plus et tout l'espace aérien inférieur à l'extérieur des limites latérales de la région d'utilisation du calage altimétrique. L'altimètre doit être calé sur 29.92 po de mercure lorsqu'en vol de croisière.

La région d'utilisation de pression standard est tout l'espace aérien en dehors de l'espace aérien inférieur sud.

Transition entre le calage altimétrique courant et le calage standard

Le pilote doit changer le calage une fois établi dans la région d'utilisation de la pression standard. S'il est en montée il affichera le calage standard immédiatement après avoir passé 18 000 pi ASL. S'il est en descente, il affichera le calage altimétrique courant immédiatement avant de passer 18 000 pi ASL.

Tous les changements se font du côté de l'utilisation de la pression standard.

401.05 - Procédures du RAC

1 - Exploitation et équipement des aéronefs

Équipement requis des aéronefs : voir leçon 401.02

Procédures d'arrivée à un aéroport contrôlé

Aéroports contrôlés: Les pilotes doivent établir et maintenir la communication radio avec la tour de contrôle appropriée avant de pénétrer à l'intérieur d'une zone de contrôle. Il est recommandé d'établir le contact initial au moins 5 minutes avant une demande d'autorisation ou avant d'entrer dans la zone.

Autorisation initiale: Lors du contact initial, le contrôleur fera connaître au pilote la piste à utiliser, la direction et la vitesse du vent, le calage altimétrique, et lui donnera tout autre renseignement pertinent. Ensuite, le contrôleur autorisera le pilote à entrer dans le circuit à l'étape approprié de ce circuit et lui attribuera un numéro de séquence si l'appareil n'est pas le premier pour l'atterrissage.

Autorisation d'atterrissage: Le pilote doit obtenir une autorisation d'atterrissage avant d'atterrir.

Procédures d'aéronef NORDO

Signaux lumineux: voir leçon 401.02.02

Circuit d'aérodrome: Le pilote devrait s'approcher du circuit d'aérodrome du côté vent debout de la piste en se joignant au circuit par vent de travers à l'altitude du circuit, par le travers d'un point situé à peu près à mi-chemin entre les deux extrémités de piste et s'intégrer au circuit en vent arrière.

Approche finale: Avant de tourner en finale, le pilote doit s'assurer visuellement qu'aucun aéronef n'effectue une approche dans l'axe au même moment.

Autorisation d'atterrissage: L'autorisation d'atterrir sera donnée lorsque l'aéronef sera en approche finale. (FEU VERT CONTINU) Si le pilote ne reçoit pas cette autorisation, il devra remonter et effectuer un autre circuit.

Procédures d'aéronef RONLY

Les procédures applicables aux aéronefs RONLY sont les mêmes que ceux NORDO. Le contrôleur d'aéroport peut cependant demander à un pilote d'accuser réception d'un message d'une façon déterminée (balancer les ailes, lumière d'atterrissage, d'afficher IDENT sur le transpondeur, etc.).

Aérodromes non contrôlé

Les aéronefs qui évoluent dans les aérodromes non contrôlés doivent garder l'écoute d'une fréquence commune désignée (MF), qui est dans la plupart des cas 123.2 MHz. Les pilotes doivent avertir de toutes leurs intentions lorsqu'ils s'approchent ou s'éloignent d'un aérodrome sur cette fréquence.

L'atterrissage et le décollage se font normalement sur la piste la plus proche du lit du vent. Comme la décision revient ultimement au pilote et que celui-ci est en dernier ressort responsable de la sécurité de l'aéronef, il peut utiliser une autre piste s'il le juge nécessaire à sa sécurité.

Les aéronefs doivent normalement entrer dans le vent arrière ou vent de travers à une altitude de 1000 pi AGL. Quand l'intégration se fait à partir du côté opposé au circuit, il faut prévoir la descente de façon à couper la piste en palier, à 1000 pi AGL ou à l'altitude publiée du circuit.

S'il est nécessaire de survoler l'aérodrome avant de s'intégrer au circuit, il est recommandé de le faire à une altitude d'au moins 500 pi au dessus de l'altitude du circuit. La descente à l'altitude du circuit doit normalement se faire du côté opposé au circuit ou franchement à l'écart du circuit.

602.101 Le commandant de bord d'un aéronef VFR qui arrive à un aérodrome non contrôlé qui se trouve à l'intérieur d'une zone MF doit signaler:

- avant l'entrée dans la zone MF et, si les circonstances le permettent, au moins cinq minutes avant l'entrée dans cette zone, la position de l'aéronef, l'altitude, l'heure d'atterrissage prévue et ses intentions concernant la procédure d'arrivée;
- au moment de l'entrée dans le circuit d'aérodrome, la position de l'aéronef dans le circuit;
- l'entrée dans l'étape vent arrière, s'il y a lieu;
- l'approche finale, et;
- la sortie de la surface sur laquelle l'aéronef a atterri.

ATTENTION: Les appareils sur une approche aux instruments se communiqueront aussi leur position lorsque dans le virage conventionnel (procedure turn). Ceci signifie qu'ils sont en train d'effectuer un virage d'alignement avec la trajectoire finale de la piste à environ 7 à 10 milles nautiques du seuil et qu'ils procéderont avec une approche directe finale pour la piste. Vous devez considérer que si vous êtes en vent arrière au moment de leur appel, vous pourriez être en conflit avec eux lors de votre virage base finale. Vous considèrerez alors l'option de poursuivre le vent arrière jusqu'au moment de les croiser sur leur courte finale.

2 - Comptes-rendus d'accidents ou d'incidents

Fait aéronautique: Tout accident ou incident associé avec l'exploitation d'un aéronef.

Accident aéronautique: Un accident résultant de l'utilisation d'un aéronef au cours duquel :

- Une personne subit une blessure grave ou décède.
- L'aéronef subit des dommages qui altèrent sa résistance structurale, ses performances ou ses caractéristiques de vol ou qu'il est porté disparu ou est inaccessible.

Domage substantiel: Tout dommage qui peut être réparé localement mais qui rend l'appareil hors d'état de vol.

Incident aéronautique : Un incident résultant de l'utilisation d'un aéronef au cours duquel, selon le cas:

- Panne moteur.
- Défaillance de transmission.
- Fumée ou incendie.
- Difficultés de pilotage de l'aéronef.
- L'aéronef dévie de l'aire d'atterrissage ou de décollage prévue.
- Équipage incapable d'accomplir ses fonctions.
- Il se produit une dépressurisation.
- Manque de carburant.
- L'aéronef est ravitaillé en carburant inadéquat ou contaminé.
- Il survient une collision ou un risque de collision.
- L'équipage déclare un cas d'urgence.
- Des marchandises dangereuses se répandent à bord de l'aéronef ou s'en échappent.

Rapport sur les faits aéronautiques

Lorsqu'un accident survient, il doit être signalé au Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST). Il doit contenir les renseignements suivants au sujet de l'accident:

- le type, le modèle, la nationalité et l'immatriculation de l'aéronef;
- le nom du propriétaire et le cas échéant de l'exploitant et du locataire de l'aéronef;
- le nom du pilote commandant de bord;
- la date et l'heure de l'accident;
- le dernier point de départ de l'aéronef et le point d'atterrissage prévu;
- la position de l'aéronef (latitude et longitude);
- le nombre de membres d'équipage à bord et le nombre de ceux qui sont morts;
- une description de l'accident;
- une description détaillée de toutes les marchandises dangereuses à bord de l'aéronef, et;
- le nom et l'adresse de la personne faisant le rapport.

Protection des lieux d'un fait aéronautique, de l'aéronef, de ses parties composantes et de la documentation

Il est interdit de déplacer ou de toucher à quoique ce soit sur les lieux d'un fait aéronautique sauf si autorisé par un enquêteur sauf pour :

- le sauvetage d'une personne;
- la protection contre l'incendie ou tout autre élément destructeur, et;
- la sécurité des personnes ou des biens.

3 - Bureau de la sécurité du transport

Effectue des enquêtes sur la sécurité aérienne lors d'un accident ou d'un incident d'aéronef. Le but de ces enquêtes est de prévenir qu'un événement semblable se reproduise. Il n'est pas de son ressort de répartir les fautes ou responsabilités. Rappelez-vous que d'autres instances pourraient distribuer les blâmes !

4 - Sièges, harnais et ceintures de sécurité à bord

Il est interdit d'utiliser un aéronef à moins que celui-ci ne soit muni, pour chaque personne à bord autre qu'un enfant en bas âge (2 ans ou moins), d'un siège comprenant une ceinture de sécurité.

Lorsque des sièges ne sont pas fournis pour les passagers ou parachutistes le pilote commandant de bord devra s'assurer qu'un ensemble de retenu soit fixé à la structure principale de l'aéronef.

Le pilote commandant de bord devra en tout temps lorsque l'aéronef est en vol demeurer dans son siège, ceinture de sécurité bouclée à moins qu'il y ait un co-pilote qualifié assis avec sa ceinture de sécurité bouclée.

Lorsqu'un enfant en bas âge (moins de 2 ans) se trouve à bord il devra être tenu dans les bras d'un passager ayant sa ceinture bouclée.

5 - Ordonnance de l'équipement en oxygène

Personne ne devra voler un aéronef pour une durée de plus de 30 minutes à une altitude pression de cabine supérieure à 10 000 pieds ASL, sans dépasser 13 000 pieds ASL à moins d'avoir une réserve d'oxygène disponible pour chaque membre d'équipage et 10% des passagers (au moins un) pour toute la durée du vol à ces altitudes. Pour tout vol au dessus de 13 000 ASL une réserve d'oxygène pour tous l'équipage et les passagers pour toute la durée du vol.

6 – Messages de détresse, d'urgence et de sécurité

Voir section radiotéléphonie (OREN 404)

7 - Turbulence de sillage

La turbulence de sillage qui est provoquée par les tourbillons en bout d'ailes est un dérivé de la portance. La pression plus forte qui règne sur l'intrados de l'aile se dirige vers la région de pression moins forte de l'extrados, tournant autour du bout de l'aile. Ce mouvement tourbillonnaire de l'air est très prononcé aux bouts des ailes. Il suit l'extrados et quitte le profil sous forme de spirale inclinée vers le bas et l'arrière. La turbulence est donc composée de deux tourbillons cylindriques dont les sens de rotation sont inverses.

La turbulence de sillage est maximale quand l'avion est lourd, à basse vitesse et configuration lisse.

Pour diminuer la traînée induite: Les tourbillons de bout d'ailes, une forme de traînée induite, peuvent être réduits seulement durant la conception de l'aéronef. Une aile avec un allongement élevé produit moins de traînée induite qu'une aile avec un allongement moindre. C'est pourquoi les planeurs sont conçus avec des ailes de grande envergure et de petite corde.

Pour éviter la turbulence de sillage: Attendez au moins 2 minutes avant le décollage ou l'atterrissage derrière un autre aéronef. Lors du décollage derrière un gros porteur, vous devriez décoller avant son point de cabrage et rester au-dessus de sa trajectoire de montée. Lors de l'atterrissage, restez en finale plus haut que sa trajectoire, notez son point de poser des roues et posez-vous au-delà de ce point.

Effet de sol: Réduction de la traînée induite lorsqu'un aéronef vol à basse vitesse très près de la surface du sol. Il ne s'agit pas de l'aéronef survolant un coussin d'air entre les ailes et le sol, comme beaucoup de pilotes le croient.

Responsabilité: Même si les contrôleurs ont leurs propres procédures à appliquer quant à la turbulence de sillage, le pilote est ultimement le seul responsable de l'évitement des turbulences de sillage ainsi que de la sécurité de son vol.

8 – Restrictions suite aux dons de sang, plongée sous-marine et anesthésie

Don de sang: Les pilotes qui volent souvent devraient généralement s’abstenir de donner du sang, mais s’ils le font, ils devraient s’abstenir de voler pendant au moins 48 heures.

Plongée sous-marine: Après des plongées sans palier de décompression, il convient de s’abstenir pendant 12 heures de voler jusqu’à des altitudes de 8 000 pi ASL. Si des paliers de décompression ont été nécessaires pour revenir à la surface, le délai doit être de 24 heures. Pour les vols effectués à plus de 8000 pi ASL, l’intervalle est de 24 heures, quel que soit le genre de plongée.

Anesthésiques: Après une anesthésie générale, vous ne devriez pas voler jusqu’à ce que votre médecin vous y autorise. Après une anesthésie locale, vous devriez attendre 24 heures avant de voler.

9 - Signes et symptômes de l’hypoxie

Hypoxie: L’hypoxie est une diminution de la quantité d’oxygène nécessaire au fonctionnement normal du corps. Les symptômes se manifestent d’abord sournement et sont souvent accompagnés d’une sensation accrue de bien-être appelée euphorie. Pour éviter l’hypoxie, il faut s’abstenir de voler à plus de 10 000 pi ASL sans utiliser d’oxygène supplémentaire le jour ou à plus de 5 000 ASL la nuit. Chez les fumeurs, les effets de l’hypoxie peuvent se faire sentir à des altitudes plus basses.

10 - Désorientation spatiale (vertige de papillotement)

La désorientation spatiale signifie perte de l'orientation ou confusion quant à la position ou au déplacement réel par rapport à la surface de la terre.

Survient, en monomoteur, lors d'une descente directement face au soleil couchant. L'hélice qui tourne au ralenti peut provoquer chez certains individus des réactions allant de la nausée à la confusion mentale et même, dans de rares cas, à la perte de conscience.

On utilise parfois le mot vertige relativement à la désorientation spatiale. Le vertige est une sensation de rotation ou de tournoiement, une hallucination du mouvement mettant en cause l'individu même ou son environnement.

11 - Consommation d'alcool et de médicaments

Alcool: La limite légale de TC est seulement de 8 heures. La limite du PPCA est de 12 heures. Après une consommation excessive d'alcool la limite de temps est de 48 heures.

Médicaments: Auparavant il nous était interdit de voler lorsqu'un médicament était pris. Aujourd'hui, l'interdiction de vol est basée sur les médicaments consommés de même que sur la condition physique du personnel concerné. Si aucun effet secondaire n'a été remarqué pendant la période initiale d'un traitement, certains médicaments sont approuvés pour le vol, sans restrictions. Pour en connaître la liste exacte consultez le A-CR-CCP-242/PT-006, chapitre 1, section 4 (Normes relatives à la médecine de l'air, aux compétences et au maintien de qualification (Restrictions d'ordre physiologique)) points 1, 2, 3 et 4.

12 - Contamination de la surface de l'aéronef au sol

Poids: Accumulation dû à la neige et la glace. Il faut l'enlever même si aucun vol n'est prévu. N'assumez jamais que la neige s'enlèvera d'elle-même. La neige peut même se transformer en glace lors de la course au décollage. Le poids de la contamination n'est pas le problème critique étant donné que l'eau, la glace ou la neige ne feront dépasser le poids maximal au décollage de l'aéronef qu'en de rares occasions. Le problème majeur avec la contamination vient du fait qu'elle diminue la portance et augmente la traînée en modifiant le profil aérodynamique et ce de façon imprévisibles. Ces modifications peuvent entraîner des conséquences catastrophiques.

Surface critique: Les « surfaces critiques » d'un aéronef sont les ailes, les gouvernes, les rotors, les hélices, les stabilisateurs horizontaux, les stabilisateurs verticaux ou toute autre surface de stabilisation d'un aéronef et, dans le cas d'un aéronef ayant des moteurs montés à l'arrière du fuselage, la surface supérieure du fuselage.

Eau: Accumulation dans les prises pitot et statique, bouche d'aération, prises d'air. Peut geler et occasionner leur mauvais fonctionnement.

Inspection pré-vol: ne laissez pas le froid dicter le nombre de minutes que vous consacrez à la vérification avant-vol. Soyez encore plus vigilant.

13 - Centres d'information de vol (FIC)

Les services d'information de vol de NAV CANADA étaient à l'origine dispensés par un réseau de stations d'information de vol. Ces stations avaient pour tâche de fournir un éventail complet de services d'information de vol - depuis les avis consultatifs d'aéroport, le contrôle de véhicules et les observations météorologiques à l'aviation jusqu'aux exposés avant vol, à la préparation de plans de vol et aux service d'alerte et de communication radio en route.

À mesure que l'industrie de l'aviation a évolué, il a fallu apporter d'importantes améliorations à la prestation de services d'information de vol. En 1998, NAV CANADA a commandé une étude

afin d'évaluer et d'améliorer les services d'information de vol offerts à la communauté de l'aviation. S'appuyant sur les conclusions de l'étude et les résultats d'une vaste consultation nationale, NAV CANADA a lancé le projet des centres d'information de vol pour regrouper les services d'information de vol.

Notre service téléphonique commun sans frais - 1-866-GOMETEO (1-866-466-3836) en français et le 1-866-WXBRIEF (1-866-992-7433) en anglais - dirige automatiquement votre appel à un FIC dans le secteur d'où vous appelez (les appels faits au 1-866-GOMETEO de partout au Canada sont dirigés vers le FIC de Québec).



QUESTIONS DE RÉVISION:

1. Lorsque deux aéronefs convergent à peu près à la même altitude :
 - (1) les deux aéronefs doivent modifier leur cap vers la gauche.
 - (2) l'aéronef de droite doit descendre pour éviter l'autre.
 - (3) celui qui a l'autre à sa droite doit céder le passage.
 - (4) celui qui a l'autre à sa gauche doit céder le passage.

2. Pour dépasser un aéronef se trouvant à votre 12 heures et à la même altitude, vous devez :
 - (1) monter
 - (2) descendre.
 - (3) changer de cap vers la droite.
 - (4) changer de cap vers la gauche.

3. Une série d'éclats verts dirigés vers un aéronef signifie respectivement :

En vol	Au sol
(1) vous êtes autorisés à atterrir;	vous êtes autorisés à circuler.
(2) revenez pour atterrir;	vous êtes autorisés à décoller.
(3) revenez pour atterrir;	vous êtes autorisés à circuler.
(4) vous êtes autorisés à atterrir;	vous êtes autorisés à décoller.

4. Une série d'éclats blancs dirigés vers un aéronef sur l'aire de manoeuvre d'un aéroport signifie:
 - (1) arrêtez.
 - (2) retournez à votre point de départ sur l'aéroport.
 - (3) vous êtes autorisés à circuler.
 - (4) dégagez l'aire d'atterrissage en usage.

5. Un aéroport est un aérodrome :
- (1) avec des pistes en asphalte.
 - (2) avec une tour de contrôle.
 - (3) enregistré
 - (4) certifié.
6. Toutes les pistes et voies de circulation ou parties de celles-ci dont l'accès est fermé aux aéronefs sont marquées par :
- (1) des drapeaux rouges.
 - (2) des panneaux carrés horizontaux rouges avec des diagonales jaunes.
 - (3) un X blanc ou jaune.
 - (4) des haltères blancs.
7. Une instruction de l'ATC :
- (1) doit être observée lorsqu'elle est reçue par le pilote, pourvu que la sécurité de l'aéronef ne soit pas compromise.
 - (2) doit être «relue» en entier au contrôleur et confirmée avant de devenir applicable.
 - (3) est en réalité un conseil donné par le ATC, et le pilote en cause n'est pas obligé de l'accepter ni même d'en accuser réception.
 - (4) est la même chose qu'une autorisation du ATC.
8. Après avoir accusé réception d'une autorisation, si le pilote se rend compte qu'il est impossible de s'y conformer, il devrait :
- (1) prendre toutes les mesures immédiates requises et en aviser l'ATC dès que possible.
 - (2) se conformer autant que possible à l'autorisation compte tenu des circonstances et ne rien dire à ATC.
 - (3) ne pas tenir compte de l'autorisation.
 - (4) se conformer aux parties qui sont acceptables.

9. Le but principal d'une enquête sur la sécurité aérienne, lors d'un accident ou d'un incident d'aéronef, est de :

- (1) répartir les blâmes et les responsabilités.
- (2) déterminer la compétence des règlements de l'assurance.
- (3) mettre les règlements en application.
- (4) prévenir la répétition de ces faits.

10. Lorsqu'il y a un accident d'aéronef, le pilote ou l'exploitant de l'aéronef en question doit s'assurer que les détails de l'accident sont signalés au BST :

- (1) dans les 7 jours qui suivent par courrier recommandé.
- (2) dans les 24 heures qui suivent par téléphone.
- (3) dans les 48 heures qui suivent par télécopieur.
- (4) aussitôt que possible par le moyen de communication le plus rapide.

11. Quel est l'équipement obligatoire pour un planeur ?

- (1) altimètre, anémomètre, variomètre, boussole
- (2) altimètre, variomètre, anémomètre, boussole, chronomètre
- (3) anémomètre, altimètre, boussole, chronomètre, radiocommunications bilatérales dans l'espace aérien de classe C, D, zone MF, ADIZ anémomètre, altimètre,
- (4) variomètre, boussole, chronomètre, radiocommunications bilatérales dans l'espace aérien de classe C, D, zone MF, ADIZ

12. La distance qu'un pilote doit maintenir p/r aux nuages, en vol VFR, à l'intérieur d'un espace aérien contrôlé est de :

- (1) 500 pieds verticalement et 1 mille horizontalement
- (2) 500 pieds verticalement et 2 milles horizontalement
- (3) 1000 pieds verticalement et 1 mille horizontalement
- (4) hors des nuages

13. Le pilote d'un aéronef en vol doit si possible rester à l'écoute des signaux de détresse sur :
- (1) la ELT en mode récepteur.
 - (2) la fréquence 121.5 du récepteur de bord.
 - (3) la fréquence 121.5 pendant les 5 premières minutes de chaque heure.
 - (4) la fréquence phonie de l'aide à la navigation utilisée.
14. À moins que de l'oxygène et des masques à oxygène ne soient disponibles, comme le spécifie le RAC, nul ne pilotera un aéronef non pressurisé à plus de :
- (1) 9 500 pieds ASL.
 - (2) 10 000 pieds ASL.
 - (3) 12 500 pieds ASL.
 - (4) 13 000 pieds ASL.
15. Le RAC définit un «enfant en bas âge» comme étant une personne :
- (1) pesant moins de 30 lb.
 - (2) ayant moins de 3 ans.
 - (3) pesant moins de 50 lb et ayant moins de 5 ans.
 - (4) ayant moins de 2 ans
16. Lorsque le PIC donne l'ordre de boucler les ceintures de sécurité, tout enfant en bas âge pour qui aucun ensemble de retenue d'enfant n'est fourni doit être :
- (1) attaché solidement à un siège au moyen d'une ceinture de sécurité.
 - (2) tenu solidement dans les bras d'un adulte ayant sa ceinture de sécurité bouclée.
 - (3) tenu solidement dans les bras d'un adulte, et la ceinture de sécurité doit être bouclée à la fois autour de l'adulte et de l'enfant.
 - (4) tenu par n'importe laquelle des méthodes susmentionnées.

17. Lorsque le plafond est signalé à 1 000 pieds et que la visibilité est de 3 milles, pour maintenir le vol VFR, un aéronef autorisé à se joindre au circuit doit le faire :

- (1) aussi haut que possible sans pénétrer dans les nuages.
- (2) à 500 pieds au-dessous de la base des nuages.
- (3) à 700 pieds AGL.
- (4) conformément au VFR spécial.

18. Avant d'entrer dans un espace aérien de classe C le pilote devra :

- (1) établir le contact radio avec l'ATC avant d'entrer dans la zone
- (2) établir le contact radio avec l'ATC une fois entré dans la zone
- (3) établir le contact radio 10 milles avant d'entrer dans la zone
- (4) le contact radio avec l'ATC n'est pas requis dans l'espace aérien de classe C

19. Le titulaire d'un permis d'élève-pilote peut, aux seules fins de son entraînement de vol agir comme PIC d'un aéronef :

- (1) seulement lorsqu'accompagné d'un instructeur de vol.
- (2) de jour et de nuit.
- (3) de jour seulement.
- (4) tout en transportant des passagers.

20. Pour éviter la turbulence de sillage au décollage, derrière un gros aéronef, un pilote devrait :

- (1) demeurer dans l'effet de sol jusqu'après le point de rotation du gros aéronef.
- (2) décoller dans l'air calme entre les tourbillons.
- (3) circuler au-delà du point de rotation du gros aéronef, puis décoller en restant au-dessous de la pente de montée de ce dernier.
- (4) décoller avant le point de rotation du gros aéronef et monter pour rester au dessus de la pente de montée ou demander un virage pour éviter la trajectoire de départ de ce dernier.

403 – Navigation aérienne

403.01 - Concepts de base de la navigation

1 - La terre

La terre sur laquelle nous vivons est une sphère ou plutôt, techniquement parlant, un sphéroïde aplatie aux pôles. La surface du globe est divisée en un modèle géométrique constitué de cercles qui s'entrecroisent et que l'on appelle le canevas. La terre tourne sur son axe d'ouest vers l'est. Son axe émerge de la surface de la terre au pôle nord et sud.

Magnétisme:

La terre est un aimant, elle possède un pôle nord et un pôle sud magnétique. Des lignes de force circulent entre ces deux pôles, créant un champ magnétique qui encercle la terre. Ces lignes de force courant du nord au sud sont appelées méridiens magnétiques.

Les lignes de force magnétiques de la terre sont horizontales à l'équateur et elles deviennent graduellement verticales à mesure qu'on approche des pôles. C'est ce que l'on nomme l'inclinaison magnétique et qui cause des erreurs sur les indications de la boussole dans les hautes latitudes et lors de manœuvres.

Les pôles nord et sud magnétiques ne coïncident pas avec les pôles nord et sud géographiques. De plus, la position du pôle magnétique varie légèrement d'année en année.

2 - Définitions

Cap: C'est la direction vers laquelle pointe le nez de l'aéronef (son axe longitudinal). Le cap vrai est mesuré à partir du nord vrai. Le cap magnétique est mesuré à partir du nord magnétique. Si l'on ne mentionne pas le type de méridien, on parle en général d'un cap vrai.

Cap compas: Cap magnétique corrigé pour les erreurs de déviation de la boussole. C'est le cap directement lu sur la boussole à bord de l'aéronef.

Déclinaison: L'angle entre le méridien vrai et le méridien magnétique sur lequel le compas s'aligne. Aussi connu sous le nom de déclinaison magnétique. La plupart des cartes sont conçues et alignées par rapport au nord vrai (géographique). Le pilote doit convertir les directions qu'il mesure sur les cartes en directions magnétiques afin de les utiliser avec la boussole. Partout sur la terre, il existe une différence angulaire donnée entre le pôle nord vrai et magnétique.

Déviaton:

C'est l'angle formé entre l'aiguille déviée du compas et le méridien magnétique. Ceci est dû à l'influence des champs magnétiques associés au métal de la cellule et du moteur de l'aéronef.

Direction vraie et magnétique: Direction mesurée en degrés vrais lorsque lue directement sur la carte ou en degrés magnétiques lorsque l'on ajoute ou enlève la déclinaison. Aussi appelé azimut.

Grand cercle (orthodromie): Cercle à la surface de la terre dont le plan passe par le centre de celle-ci et par conséquent, la coupe en deux parties égales. C'est la plus courte distance entre 2 points sur la surface. Lorsqu'on suit un arc de grand cercle, le cap nécessaire change en cours de route parce que la terre est une sphère. Tous les méridiens sont des arcs de grand cercle. L'Équateur est également un grand cercle.

Inclinaison magnétique : angle entre le plan horizontal et le plan de l'aimant sous l'influence d'une force magnétique non horizontale. Ceci fait en sorte que le compas magnétique (boussole) deviens non fiables en hautes latitudes et provoques les erreurs de virages et d'accélération de la boussole.

Lignes agones (Ligne isogones de 0°):

Lignes sur une carte reliant les points où il n'y a pas de déclinaison magnétique. Partout ou le pôle vrai et le pôle magnétique sont alignés sur la même ligne. Il y a deux lignes agones. Une en Amérique du nord et l'autre de l'autre côté de la Terre.

Lignes isogones:

Des lignes sur une carte reliant les points de même déclinaison. Les lignes isogones sont numérotées Est et Ouest selon leur position par rapport au nord vrai. Le numéro qu'ils portent donne la correction angulaire à appliquer pour convertir les degrés vrais en degrés magnétiques. Pour convertir de vrai à magnétique, on additionne les degrés ouest et on soustrait les degrés est ("West is best (+), East is least (-)"). La formule inverse convertira les degrés magnétiques en vrai.

Les lignes isogones (tout comme les lignes agones) ne sont pas droites, mais plutôt courbées et tordues en raison de l'influence du champ magnétique des corps magnétiques locaux enfouis sous la surface.

Loxodromie: Ligne courbe qui coupe tous les méridiens au même angle sur la surface terrestre. C'est une ligne droite sur une projection de Mercator. Tous les parallèles sont des loxodromies. L'Équateur a la propriété d'être la seule ligne sur la terre à être à la fois Loxodromique et Orthodromique (arc de grand cercle).

Mesure de la direction: La direction est mesurée en degrés, dans le sens des aiguilles d'une montre, à partir du nord. Nord = 0° ou 360°. Est = 90°, sud = 180°, ouest = 270°.

Orthodromie: Une ligne droite sur une projection conique conforme de Lambert est un arc de grand cercle. C'est un arc de grand cercle.

Pôle nord magnétique: La terre est un aimant. Le champ magnétique de l'aimant convergent vers 2 pôles, le pôle nord magnétique et pôle sud magnétique.

Relèvements: C'est la position d'un objet par rapport à votre aéronef. On l'appelle aussi azimut. Il est mesuré de la même façon que la direction. Il n'a rien à voir avec le cap de l'aéronef.

3 - Caractéristiques des parallèles et méridiens, coordonnées géographiques

Méridiens de longitude:

Sont des demi-grands cercles reliant les pôles vrais ou géographiques de la terre (méridiens vrais).

- Mesuré de 0° à 180° à l'est ou à l'ouest du méridien d'origine (Greenwich).
- Convergent aux pôles.
- Le 180ième méridien est l'antiméridien ou celui de la limite de date internationale.
- La terre est divisée en 24 fuseaux horaires, chacun comprenant 15° de longitude.
 - L'heure méridien d'origine correspond à l'heure Zulu (UTC).
- La longitude se mesure en degrés ($^{\circ}$), minutes ($'$) et secondes ($''$). Sur certaines cartes, des décimales sont utilisées au lieu des secondes.
- Sont des lignes nord-sud qui mesure une position est-ouest.

Parallèles de latitude

Sont des cercles imaginaires sur la surface terrestre dont le plan est parallèle à l'équateur.

- L'équateur est lui-même un grand cercle, étant équidistant des deux pôles.
- Mesuré de 0° à 90° au nord ou au sud par rapport à l'équateur.
- Exprimée en degrés ($^{\circ}$), minutes ($'$) et secondes ($''$). Sur certaines cartes, des décimales sont utilisées au lieu des secondes.

- Chaque minute de latitude représente un mille nautique.
- Sont des lignes est-ouest qui mesure une position nord-sud.

Comment déterminer des coordonnées géographiques

Intersection des lignes de latitude et de longitude indiquant une position sur une carte géographique. Utilisées pour localiser un endroit fixe sur la surface terrestre. La position d'un endroit quelconque relativement à un autre endroit est donnée par le changement de latitude et le changement de longitude entre ces deux endroits.

La méthode utilisée pour déterminer les coordonnées géographiques sera expliquée en classe. Voici tout de même une brève explication et un exercice pour introduire le sujet:

Voici une coordonnée géographique : $49^{\circ}46'55''\text{N } 77^{\circ}48'20''\text{O}$

° représente des degrés, ' des minutes et '' des secondes

Il y a 60 minutes dans un degré et 60 secondes dans une minute.

$49^{\circ}46'55''\text{N}$ représente une latitude, N parce qu'au nord de l'équateur

$77^{\circ}48'20''\text{O}$ représente une longitude, O parce qu'à l'ouest du méridien d'origine.

La numérotation angulaire des latitudes augmente vers les pôles et celle des longitudes augmente vers l'ouest pour les longitudes ouest et vers l'est pour les longitudes est.

Exemple:

1. Prenez la carte se situant à la fin de votre manuel Entre Ciel et Terre et localisez l'aéroport de Trenton en Ontario. Lorsque vous placez la carte pour être en mesure de la lire, le nord se trouve en haut, le sud en bas, l'ouest à votre gauche et l'est à votre droite.
2. Remarquez les lignes noires graduées horizontales et verticales qui couvrent la carte. Ce sont les méridiens de longitude et les parallèles de latitudes.
3. Chaque méridien et parallèles représentés comportent un chiffre en caractère gras. Trenton se situe entre le méridien $78^{\circ}00'$ et le méridien $77^{\circ}30'$ et entre le parallèle 44° et le parallèle $44^{\circ}30'$ (le chiffre $44^{\circ}30'$ n'est pas indiqué sur la carte, seules les latitudes au degré près sont indiquées)

4. Pour calculer la longitude plus précisément utilisez les graduations représentées sur les parallèles. Placez une règle à la verticale en suivant les graduations et comptez les minutes. La longitude de Trenton est de $78^{\circ}32'O$

5. Pour calculer la latitude plus précisément, utilisez les graduations représentées sur les méridiens. Placez une règle à l'horizontale en suivant les graduations et comptez les minutes. La latitude de Trenton est de $44^{\circ}07'N$

6. Les coordonnées géographiques de l'aéroport de Trenton sont de: $44^{\circ}07'N 78^{\circ}32'O$

Exercice : Tentez de trouver les coordonnées de l'aéroport d'Oshawa, située près de la grande ville de Toronto, à l'est. (Les réponses se retrouvent à la fin du présent chapitre)

403.02 - Cartes aéronautiques

1 - Unités de mesure de distances

Mesure de distance

Mille terrestre (SM) – représente une distance de 5280 pieds.

Mille marin (nm) – est la longueur moyenne d'une minute de latitude soit 6080 pieds. Aussi appelé mille nautique.

$$1 \text{ nm} = 1.85 \text{ Km}$$

$$1 \text{ nm} = 1.15 \text{ SM}$$

Kilomètre (Km) – représente une distance de 3280 pieds.

Il peut être aussi utile de savoir que 66 milles nautiques = 76 milles terrestres = 122 kilomètres.

Ex : convertir 250 kilomètres en milles nautiques.

$$122 \text{ km} \rightarrow 66 \text{ mn}$$

$$250 \text{ km} \rightarrow x = 135 \text{ mn}$$

Ex: convertir 14 milles terrestres en milles nautiques.

$$76 \text{ mt} \rightarrow 66 \text{ nm}$$

$$14 \text{ mt} \rightarrow x = 12 \text{ nm}$$

La meilleure façon de déterminer la distance entre deux points est d'utiliser la méthode papier. Vous prenez une feuille blanche de laquelle vous alignez la bordure sur les deux points dont vous mesurez la distance. Vous faites une marque pour chaque point sur votre feuille vis-à-vis chaque point sur la carte et vous rapportez ensuite la bordure sur l'échelle de la carte pour connaître la distance ou encore vous l'alignez avec un méridien et calculez la distance en minutes de latitude le long du méridien. Rappelez-vous, une minute de latitude mesure 1 nm.

2 - Unités de vitesses

Vitesse: Distance parcourue par unité de temps.

Milles à l'heure (mph) – Vitesse en mille terrestre à l'heure.

Nœud: Vitesse en mille marin à l'heure.

Kilomètre à l'heure: Vitesse en kilomètre à l'heure.

Vitesse indiquée: Vitesse affichée sur l'anémomètre.

Vitesse vraie: Vitesse réelle de l'aéronef à travers la masse d'air.

La vitesse, le temps et la distance sont en relation par l'équation :

$$\text{Vitesse} = \text{Distance} \div \text{Temps}$$

À chaque fois que vous avez au moins deux variables vous pouvez trouver la troisième à l'aide de cette équation.

3 - Calcul temps / vitesse / distance

$$D = V \times T$$

Convertir les minutes en heures. Exemple: 15 minutes divisé par 60 minutes: $15/60 = 0.25$ heure

Exemples :

1. Calculer la distance parcourue par un avion qui vole à 100 kts pendant 30 minutes:

$$D = 100 \times 0.5 \text{ heure} = 50 \text{ MN}$$

2. Calculer la vitesse d'un avion s'il vole 45 minutes et parcourt une distance de 100 MN:

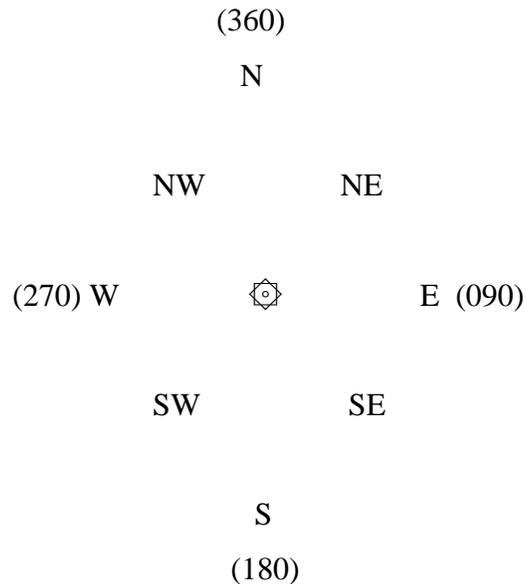
$$V = 100 / 0.75 = 133 \text{ kts}$$

3. Calculer le temps de vol d'un avion qui parcourt 60 MN à une vitesse de 70 kts: $T = 60 /$

$$70 = 0.86 \text{ heures ou } 51 \text{ minutes}$$

4 - Repères cardinaux et angles quadrantaux

Repères cardinaux : Rose des vents



5 - Mesurer la route vraie sur une carte

Voici une brève démarche permettant de calculer la route vraie sur une carte :

Vous aurez besoin d'une règle et d'un compas Protractor.

Exemple : Trouvez la route vraie pour un vol au départ de Trenton en direction d'Oshawa.

1. Localisez l'aéroport de Trenton et l'aéroport d'Oshawa sur la carte se situant à la fin de votre manuel Entre Ciel et Terre.
2. Placez un point au centre de chaque aéroport.
3. Tracez une ligne (au plomb) reliant les 2 points.
4. Prenez votre compas Protractor. Placez le centre du compas sur la route de vol, de préférence au point milieu de la route. Ceci parce que vous venez juste de tracer une ligne droite sur votre carte qui représente un arc de grand cercle sur une VNC. Rappelez vous que lorsque vous suivez une ligne de grand cercle sur la terre le cap change le long de la route pour rester sur cette dite route. En prenant votre la lecture au milieu de la route vous vous trouvez à mesurer la direction moyenne de votre route. En vol vous serez toujours à coté de la route mais vous en

resterez toujours très proche (sauf si la route était sur des milliers de milles). Assurez vous que le compas est dans le bon sens, c-à-dire le nord en haut, l'ouest à gauche etc.

5. Votre compas est quadrillé pour représenter des méridiens et des parallèles. En gardant le centre du compas sur la route de vol, alignez un méridien du compas avec un méridien de la carte. De cette manière votre compas sera aligné avec la carte et vous obtiendrez une lecture précise.

6. La route vraie pour un vol de Trenton vers Oshawa est de 258 degrés. À l'inverse si l'on part d'Oshawa vers Trenton, la route vraie sera de 079 degrés. Soyez certain de lire le Protractor dans la direction dans laquelle vous voulez aller !

Exercice : Trouvez la route vraie entre l'aéroport de Lindsay (départ) et l'aéroport de Peterborough (arrivée)._____

Les 2 se situent au nord/est d'Oshawa.

(Les réponses se retrouvent à la fin du présent chapitre)

6 - Déterminer la déclinaison sur une carte

Les lignes de déclinaison magnétiques sont des lignes pointillées obliques placées à intervalles réguliers sur la carte. Elles représentent l'angle entre le nord vrai et le nord magnétique.

Exemple:

Trouvez la déclinaison magnétique à l'aéroport de Trenton (Ontario)

1. Prenez la carte se situant à la fin de votre manuel Entre Ciel et Terre et localisez l'aéroport de Trenton Ontario.
2. Remarquez la ligne oblique qui passe tout juste à l'ouest de l'aéroport. Elle représente une déclinaison de 11 degrés ouest.

Si vous devez trouver la déclinaison pour une route de vol donnée (exemple Oshawa vers Trenton) prenez la moyenne des déclinaisons données. Dans ce cas les déclinaisons 10W et 11W passent sur cette route. La déclinaison applicable à un aéroport se trouve également dans le supplément de vol.

7 - Calcul des caps magnétiques et caps compas

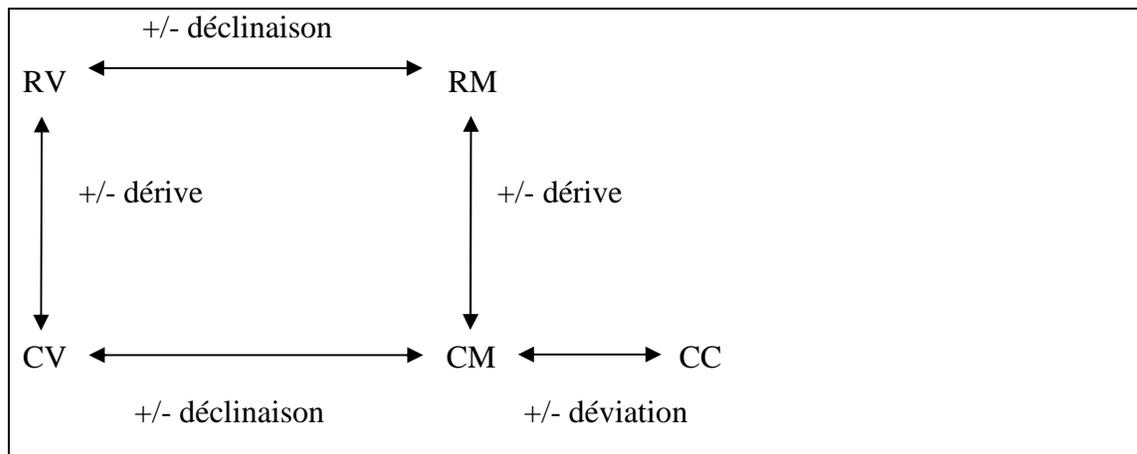
Conversion de caps

Pour convertir un cap vrai à un cap magnétique rappelez-vous de ceci:

West is best, East is least: additionner la déclinaison Ouest soustraire la déclinaison Est

Procédez à l'inverse si vous voulez passez de magnétique à vrai.

Voici la formule :



RV: route vraie RM: route magnétique CV: cap vrai CM: cap magnétique CC: cap compas

** Il y a deux façons de passer de route vraie à cap magnétique. Soit l'on convertit pour le vent et ensuite pour la déclinaison, soit l'on convertit pour la déclinaison et ensuite pour le vent. Les deux méthodes mènent au même résultat.

La dérive est la correction que l'on doit apporter à la route pour compenser les vents. Une fois cette correction ajoutée la route vraie ou magnétique devient le cap vrai ou magnétique.

La déviation est la correction que l'on doit apporter au cap magnétique pour compenser les erreurs du compas dues au magnétisme des matériaux utilisés dans la fabrication de l'avion. Une fois cette correction ajoutée le cap magnétique devient le cap compas.

Exercice : RV = 100 degrés
Déclinaison = 10W
Dérive = 5 E
Déviation = 3W
Cap magnétique _____ Cap compas _____
(Les réponses se trouvent à la fin du présent chapitre)

8 - Mesure des distances et échelle

Échelle: Relation qui existe entre une unité de distance sur la carte et la distance que représente cette unité sur la terre. Deux méthodes sont utilisées.

La fraction représentative:

La façon la plus utilisée pour exprimer l'échelle d'une carte. Exprime le rapport entre une unité de longueur sur la carte au nombre correspondant d'unités sur la terre.

Une échelle graduée:

C'est simplement une ligne imprimée en bordure des cartes et graduée pour montrer la longueur d'un mille sur la carte.

Une échelle se situe au bas de chaque carte et permet de mesurer les distances sur la carte. Une règle de navigation a aussi été fabriquée pour représenter les diverses échelles des cartes aéronautiques VNC, VTA et WAC afin de faciliter la tâche au pilote.

Échelles : WAC 1 : 1 000 000 soit 16 milles au pouce
VNC 1 : 500 000 soit 8 milles au pouce
VTA 1 : 250 000 soit 4 milles au pouce

Exercice: Mesurez la distance en milles nautiques entre les aéroports d'Oshawa et Trenton. _____ Ces aéroports sont localisés sur la carte se trouvant à la fin de votre Entre ciel et Terre. La réponse se trouve à la fin du présent chapitre.

9 - Projection conique conforme de Lambert

Les cartes

Une carte est une représentation à petite échelle d'une portion à plat de la surface terrestre.

La terre est une sphère. Sa surface ne peut donc pas être reproduite avec exactitude sur une surface plane. Il s'ensuit que toutes les cartes représenteront une portion quelconque de la planète avec une certaine déformation.

Il y a quatre éléments de base dans la fabrication des cartes.

- Régions
- Formes
- Relèvements
- Distances

Les bases mathématiques sur lesquelles repose la fabrication des cartes portent le nom de projections. La projection utilisée est spécifiée sur toutes les cartes.

Projection conique conforme de Lambert:

Le développement de la projection conique de Lambert suppose la superposition d'un cône sur la surface d'une sphère. Cette projection possède les caractéristiques suivantes:

- Les méridiens sur ce type de carte convergent vers les pôles.
- Les parallèles de latitude sont des courbes concaves par rapport au pôle le plus rapproché.
- L'échelle de distance est pratiquement uniforme.
- Une ligne droite tirée entre deux points sur la carte représente un arc de grand cercle.
- Les cartes VNC, WAC et Hi / Lo enroute sont tous bases sur cette projection.

10 - Projection de Mercator et Transverse de Mercator

Projection de Mercator:

Le principe sur lequel la projection de Mercator repose est celui d'un cylindre dont le point de tangence est l'équateur. On peut en visualiser la forme approximative en imaginant au centre du globe une lumière qui projette l'ombre des méridiens et des parallèles sur le cylindre qui l'entoure. Cette projection possède les caractéristiques suivantes:

- Les méridiens de longitude sont droits et parallèles.
- Les parallèles de latitude sont droits et parallèles.
- L'échelle de distance n'est pas constante.
- Une ligne droite tirée entre deux points sur la carte représente une loxodromie.
- Exagération considérable de la longitude dans les régions nordiques.
- Relativement précise en ce qui concerne la représentation des distances dans les régions équatoriales.
- La carte du monde est basée sur cette projection

Projection transverse de Mercator:

On applique la technique de Mercator tout en faisant pivoter le cylindre de 90° , de sorte que son point de tangence soit dorénavant un méridien de longitude plutôt que l'équateur. Utilisé normalement pour couvrir de petites régions. Cette projection possède les caractéristiques suivantes:

- La carte est précise le long du méridien choisi.
- Ses propriétés sont similaires à la projection de Mercator, à l'exception:
- L'échelle est précise peu importe la latitude.
- Les méridiens et la latitude apparaîtront courbés si la région couverte est assez grande.
- La distance est précise le long du méridien et sera constante partout sur la carte considérant que la région couverte est normalement très petite.
- Distorsion présente sur les bords de la carte.
- Les cartes VTA sont basées sur cette projection

11 - Hauteurs sur une carte

Relief: Représentation du relief ou élévation du terrain par rapport au niveau de la mer sur les cartes aéronautiques. Il y a trois façons d'illustrer le relief sur une carte:

- Des teintes hypsométriques (couches de couleurs)
- La carte est colorée de manière à identifier les différents niveaux d'élévation.
- Une légende est imprimée sur la bordure blanche de la carte pour indiquer la couleur correspondant à chaque élévation.

Les courbes de niveau:

Lignes qui relient les points d'élévation égale au-dessus du niveau moyen de la mer. Plus les courbes sont rapprochées, plus la pente de la montagne ou de la vallée est abrupte. Le gradient (escarpement) d'une pente est indiqué par la distance horizontale entre les courbes de niveau.

Les cotes:

Les élévations particulièrement hautes sont marquées d'un point accompagné de la cote. La plus haute élévation de la carte est représentée par les plus gros chiffres. L'élévation des obstacles ou groupes d'obstacles connus sont indiquées en ASL et en AGL entre parenthèses.

12 - Élévation maximale dans une région d'une carte

Chiffre maximal d'élévation : (maximum elevation figure MEF) Un gros chiffre se trouve au centre de chaque quadrilatère formé par les lignes de longitudes et de latitudes. Ce chiffre représente la plus haute altitude du terrain + 328 pieds ou la plus haute altitude d'un obstacle connu. (La plus élevée des deux) et ensuite arrondi à la centaine de pieds supérieur.

Exemple : 3₈ représente les milliers et centaines de pieds au-dessus du niveau moyen de la mer. L'altitude du terrain ou de l'obstacle le plus élevée se trouve donc à 3 800 pieds ASL.

Point culminant d'une carte : La position et l'élévation du point culminant de la carte se trouve au sommet du graphique des renseignements sur les teintes hypsométriques. Ce graphique est situé dans la légende de la carte.

13 - Types de cartes

Carte aéronautique de navigation VFR (série VNC):

Ces cartes sont principalement destinées à la navigation à vue. La carte est imprimée des deux côtés. La partie nord de la région choisie est illustrée d'un côté et la partie sud de l'autre. Chaque carte porte le nom de son point de repère principal (ex.: Toronto, Winnipeg, Montréal...). L'échelle est de 1:500 000 soit environ 8 milles au pouce. Les cartes VNC reposent sur la projection conique conforme de Lambert et sont conformes aux caractéristiques de cette projection.

Carte aéronautique du monde (série WAC):

Ces cartes sont également conçues pour la navigation à vue. Elles sont surtout utilisées pour le vol à haute altitude et à vitesse élevée et sur de longues distances. Les cartes WAC sont basées sur la projection conique conforme de Lambert et obéissent aux caractéristiques de cette projection. L'échelle de la carte est de 1:1 000 000 soit environ 16 milles au pouce.

Carte de région terminale VFR (série VTA):

La carte de région terminale VFR est une carte à grande échelle 1:250 000 publiée pour plusieurs aéroports canadiens possédant une région de contrôle terminal et où le trafic est suffisamment élevé. Les limites des cartes VTA apparaissent sur les cartes VNC pour aider les pilotes à déterminer où elles existent et aussi à déterminer quand ils doivent s'y référer. La carte VTA identifie: les points d'appel, les points de compte-rendu de position, ainsi que les procédures standard à utiliser à l'intérieur de ses limites. Les cartes de région terminale VFR sont basées sur la projection transverse de Mercator et sont conformes aux caractéristiques de cette projection.

Carte Hi / Lo Enroute:

Elles procurent les renseignements nécessaires à la radionavigation sur les réseaux de voies aériennes désignées. Principale utilisation : Vols IFR

Elles ne reproduisent pas les villes, villages ou particularités topographiques excepté les traits géographiques majeurs (ex : Montréal, le fleuve st-Laurent etc.), mais indiquent plutôt toutes les aides à la radionavigation, y compris les voies aériennes, radiophares, points de compte rendu, fréquences de communications, etc.

Supplément de vol – Canada (CFS):

Le supplément de vol – Canada liste tous les aérodromes apparaissant sur les cartes aéronautiques de région terminale VFR, VNC, WAC, à la fois pour les régions du sud et du nord du Canada. Conçu pour être utilisé conjointement avec les cartes aéronautiques, ce livre devrait accompagner tout pilote qui entreprend un vol-voyage. On retrouve à l'intérieur de celui-ci: un croquis de l'aérodrome, la configuration des pistes, emplacement des bâtiments et de la tour, code d'identification alphanumérique de l'aérodrome, ses coordonnées géographiques, distance par rapport à la localité, la déclinaison magnétique, la conversion de l'heure, l'élévation du terrain, les fréquences radio, les services offerts et de nombreux autres renseignements.

Aussi, le pilote trouvera à la page d'un aéroport en particulier sur quelle carte cet aéroport figure ainsi qu'une liste de toutes les cartes à jour auquel le pilote doit se référer avant et pendant son vol. Le pilote trouvera également des procédures VFR standards pour certains aéroports pour lesquelles aucune carte VTA n'existe.

14 - Symboles topographiques

Pratiquement tous les symboles utilisés sur les cartes figurent et sont expliqués dans la légende. Soyez certains d'y avoir référé pour toutes questions concernant les cartes car 99% du temps la réponse à votre question s'y trouve et vous y attend!

Lignes isogones

Ces lignes (qui relient les points d'égale déclinaison magnétique) sont illustrées par des lignes brisées. Le degré de déclinaison est imprimé à intervalles réguliers le long de la ligne.

Communautés, routes, chemins de fer

Les villes et villages sont représentés par des carrés de couleur jaune. Les cités ou grandes villes sont représentées par une aire de couleur jaune délimitée d'un trait noir, le tout correspondant à la forme et aux dimensions réelles de la localité. Les autoroutes sont représentées par une ligne rouge ou brune et les autoroutes à deux voies par des lignes doubles. Les chemins de fer sont représentés par des lignes noires.

Aérodromes

Les petits aérodromes sont représentés par un cercle. Les aéroports plus importants (piste dure) sont représentés à leur emplacement précis sur la carte au moyen d'un croquis de la configuration des pistes.

Zones réglementées

Les zones à l'intérieur desquelles le vol des aéronefs est réglementé sont identifiées sur les cartes aéronautiques et les renseignements qui les concernent sont imprimés sur la carte. Ceci inclus les zones d'alertes, de danger, réglementées, d'avertissements, prohibées et zones d'opérations militaires.

Rose des caps (rose compas)

Un cercle divisé en 360 degrés imprimé sur la carte centré sur les aides à la navigation (VOR et TACAN) à partir duquel on peut mesurer les directions. Orientée par rapport au nord magnétique de la carte dans l'espace aérien domestique Sud. Sur les cartes de navigation VFR (1:500 000), son diamètre est d'environ 19 milles marins.

Informations aéronautiques

La légende des renseignements aéronautiques qui explique les symboles et les données apparaissant sur la carte est toujours imprimée quelque part sur la feuille. Cette légende contient des renseignements sur les aérodromes, les installations radio, l'espace aérien, etc.

Case de renseignements sur l'aérodrome

Près des aérodromes, il y a une ligne menant à une boîte de texte pointillé. Dans cette boîte figure le nom de l'aérodrome. En dessous de la boîte figure l'information sur l'élévation de l'aérodrome, la présence de balisage lumineux, la longueur de la piste la plus longue disponible ainsi que de l'information sur le type de zone et la fréquence approprié à utiliser à cet aérodrome.

Case de données d'aide à la radio navigation ou de communication air-sol

(Voir la légende d'une carte VNC pour plus d'information)

Obstacles

Ils sont identifiés par un symbole. Normalement une tour. Sous le symbole, il y a son élévation en pieds (ASL) ainsi qu'entre parenthèse, sa hauteur en pieds (AGL).

403.03 - Lecture de carte

1 - Analyse cartographique

Image mentale d'une route établie à partir de l'analyse cartographique. La route que l'on a tracée pour un vol voyage passe en générale par-dessus plusieurs points de repères utilisables pour s'orienter ou naviguer. Un repère acceptable peut être un village, une autoroute, un club de golf ou un cours d'eau, etc. Il faut toutefois que ce repère soit facilement identifiable. Par exemple, un pilote ne se fiera pas à un petit lac sur son chemin si les alentours sont bondés de petits lacs semblables en forme et en grandeur.

À St-Jean sur le Richelieu, plusieurs montagnes telles que le mont St- Hilaire et le mont St-Grégoire peuvent être utilisées pour s'orienter car elles ont des formes distinctes facilement reconnaissables.

Un pilote qui utilise des repères fiables qu'il peut vérifier avec sa carte pourra ainsi confirmer sa position et s'assurer qu'il n'a pas dévié de sa route.

2 - Orienter une carte

Lorsqu'on vole en suivant un trajet sur une carte, il est recommandé d'orienter la carte de manière à pouvoir suivre la route à mesure que l'on avance.

Orienter la carte signifie que la carte doit être tournée dans la direction où se dirige l'aéronef, même si le lettrage apparaît sur le travers ou à l'envers. De cette façon les points géographiques apparaîtront orientés de la même façon que les vrais points au sol vue du cockpit.

3 - Plier une carte

Une carte doit être pliée en segments d'environ 11 ou 12 pouces de largeur et de manière à ce que la route soit à peu près au centre. On la pliera en « accordéon » pour que les portions successives de la route puissent être révélées simplement en tournant les volets les uns après les autres.

Si plusieurs cartes sont nécessaires, chacune devra être numérotée et placée dans l'ordre d'utilisation.

4 - Légende d'une carte

(Voir carte VNC qui vous est fournie) Encore une fois, 99% des questions sur les cartes trouvent réponses dans la légende !

403.04 - Préparation d'un vol

1 - Effet du vent sur l'avion

On doit tenir compte de l'effet du vent dans la navigation car ce dernier peut affecter notre temps de vol et/ou nous faire dévier de notre route. Un vent de face fait diminuer la vitesse sol de l'avion et un vent de dos la fait augmenter (sans affecter la vitesse vraie par contre). Un pilote qui désire économiser temps et carburant aura avantage à avoir une composante de vent de dos lors de sol vol. Le vent de travers fait dévier l'avion de sa route. Le pilote doit donc calculer sa dérive afin de garder un cap qui le maintiendra sur sa route.

2 - Route, route vraie, route à suivre, vitesse-sol, cap, erreur de route

Cap: Angle entre le méridien vrai ou magnétique survolé et l'axe longitudinal de l'avion.

Erreur de route (dérive): Angle entre la route désirée et la route suivie. Mesuré en degrés à gauche ou à droite de la route désirée.

Route: La direction que le pilote entend suivre au-dessus du sol. La route à suivre peut être représentée par une ligne droite tracée sur la carte. La direction est l'angle que fait cette ligne par rapport à un méridien, mesuré sur 360° dans le sens des aiguilles d'une montre. Elle peut être appelée vraie, magnétique ou compas.

Route prévue: Route tracée sur la carte. Elle correspond aussi à la route vraie. Aussi connue comme étant la route requise.

Route bien faite (route réellement suivi): Route réellement parcouru par l'appareil au dessus du sol.

Erreur de route: Angle entre la route désirée et la route suivie (route bien faite). Mesuré en degrés à gauche ou à droite de la route désirée.

Vitesse-sol: Vitesse de l'aéronef par rapport au sol. Si l'avion bénéficie d'un vent arrière qui favorise sa progression au-dessus du sol, la vitesse-sol excède alors la vitesse vraie. Inversement, un vent debout entrave la progression de l'avion par rapport au sol et la vitesse-sol est inférieure à la vitesse vraie.

3 - Lignes de dérive à 10 degrés et angles d'ouverture et fermeture

Lignes de dérive à 10 degrés

Ces lignes s'ouvrent à partir du point de départ et se referment au point de destination.

Chacune de ces lignes forme un angle de 10° par rapport à la route. Ces lignes sont généralement tracées avec un crayon de couleur différente afin de ne pas les confondre avec la route. Ils permettent au pilote d'évaluer les erreurs de route (souvent causés par la dérive) et de déterminer les corrections de cap à apporter.

Méthode doubler l'erreur de route

Lorsqu'en route, le pilote détermine s'il est à l'extérieur de sa route prévue. Le pilote doit évaluer de combien de degrés à côté de la route désirée il est ou s'il est à gauche ou à droite de la route désirée en se référant aux lignes de dérive à dix degrés. Ce nombre est doublé et par la suite additionné ou soustrait au cap afin d'intercepter la route désirée. S'il est à droite de sa route, le pilote devra soustraire le nombre et s'il est à gauche de sa route, il devra l'ajouter. Lorsque le pilote intercepte la route, la moitié de la correction est enlevée afin d'obtenir son nouveau cap.

Angle d'ouverture et de fermeture

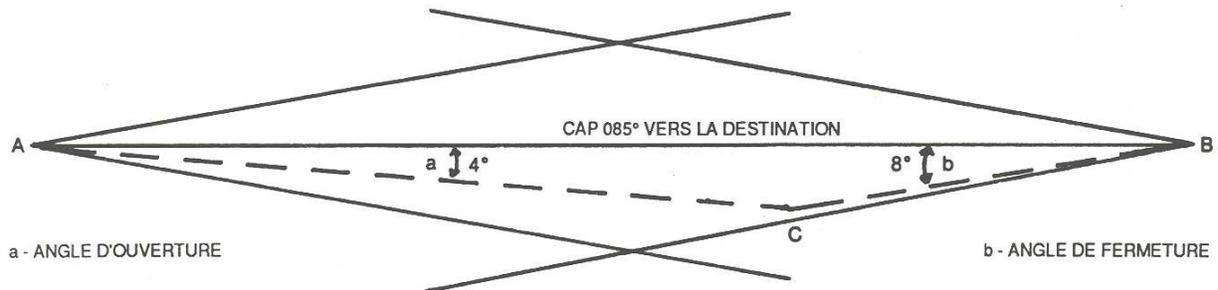
Angle d'ouverture: Angle entre la route désirée et la route suivie. Mesuré en degrés à gauche ou à droite de la route désirée.

Angle de fermeture: Angle entre l'ancienne route désirée et la nouvelle route qui permettra d'atteindre la destination.

Méthode des angles d'ouverture et de fermeture

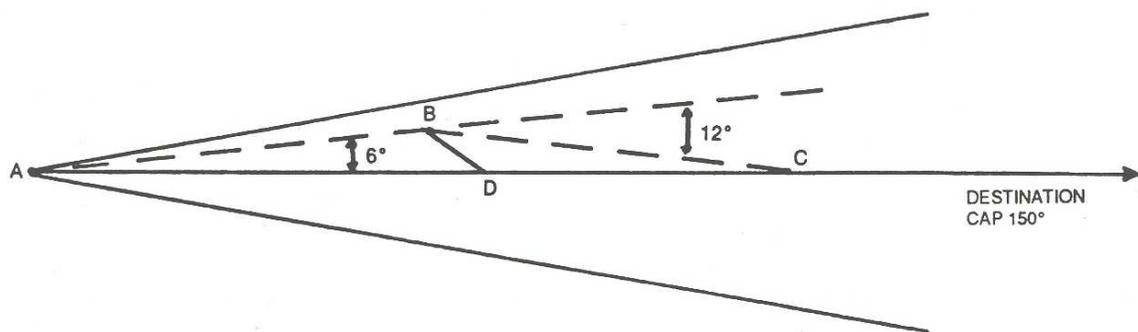
Peut être utilisé après avoir dépassé plus de la moitié de la distance à parcourir. Lorsqu'en route, le pilote détermine s'il est à l'extérieur de sa route prévue. Le pilote doit évaluer de combien de degrés à côté de la route désirée il est et s'il est à gauche ou à droite de la route désirée en se référant aux lignes de dérive à dix degrés. Pour arriver à destination, additionnez les angles d'ouverture et de fermeture et modifiez votre cap de la même valeur en l'additionnant ou en la soustrayant dépendamment de la direction de la route. i.e. : en direction de la destination. Si vous

avez dévié à droite de votre route, soustrayez les angles et si vous avez dévié à gauche additionnez-les.



Méthode d'altération de cap à vue

S'il vous est possible d'identifier positivement un point de repère situé exactement sur la route désirée, vous pouvez choisir de revenir sur votre route par cette méthode. Vous calculez le cap qui vous placerait sur une route parallèle à la route voulue et lorsque vous aurez atteint votre point de repère, vous prenez ce cap jusqu'à destination.



4 - Règle du 1 – 60

Une erreur de route de 1° occasionnera une erreur de position d'environ 1 mille sur une distance de 60 milles. Un pilote en vol-voyage qui a dévié de sa route est capable d'estimer assez facilement à quelle distance il se trouve à l'écart de sa route, mais il a de la difficulté à savoir de combien de degrés il doit modifier son cap compas pour corriger l'erreur.

Exemple : Un pilote s'aperçoit qu'il a dévié de 2 milles à droite de sa route après avoir parcouru 60 milles, soit la moitié de sa route. S'il volait sur un cap de 090, quel cap devrait-t-il prendre pour arriver à destination? Selon la règle du 1-60, le pilote a dévié de 2 degrés à droite de sa route. Pour corriger l'erreur il faut soustraire 2 degrés au cap pour ramener l'avion sur une route parallèle soit 088. Soustraire 2 degrés supplémentaire permettra à l'avion de gagner sa destination.

5 - Exercice de préparation de vol

Préparer sa route est le processus de rassembler toutes les informations nécessaires à notre voyage et de les inscrire sur une carte afin de suivre notre progression lors du vol. Pour les besoins des vols voyages, les techniques de navigation telles que le briefing météo, la planification de la carte, les repères au sol et la détermination de la position sont les éléments les plus importants à considérer.

Aucun exercice de préparation de vol n'est prévu dans ce chapitre. Le sujet est toutefois introduit en ciblant les éléments qui seront couverts en classe.

Météorologie

Des informations météorologiques adéquates sont requises pour vous permettre de prendre les décisions significatives pour le vol voyage. La meilleure façon d'obtenir les informations météorologiques est par un spécialiste à une station d'information de vol (FSS) ou par le service d'environnement atmosphérique, soit en personne ou par téléphone. Le site internet de NavCanada offre aussi ces informations.

Une fois que vous avez l'information nécessaire, vous pouvez prendre une décision avisée à savoir si vous allez voler ou non. En plus, vous pouvez aussi vous préparer à ce qui s'en vient sur votre route si vous décidez d'aller voler. Vous apprendrez à trouver les informations météo pertinentes et à les appliquer à votre préparation de vol dans les cours de météorologie et de navigation.

Planification de la route

La planification d'un vol débute au même moment que vous décidez que vous voulez aller voler quelque part. En décidant de l'endroit où vous voulez aller et où vous allez débiter ce voyage signifie que vous prenez d'importantes décisions à propos de votre route. Les lignes droites sont les routes les plus courtes, mais il y a d'autres choses à prendre en considération incluant :

- Terrain
- L'espace aérien
- Sites acceptables pour atterrissages de campagne
- Rayon d'action de l'appareil.
- Préparation de la carte

Avant de tracer quoi que se soit, assurez-vous d'avoir vos crayons plomb, marqueurs, et d'utiliser la bonne échelle de carte et d'avoir en main CR-3, Protractor, règle de navigation ainsi que les bonnes cartes.

La route est la première ligne à être tracée sur la carte. Cette ligne doit être foncée, précise et facilement reconnaissable des autres lignes sur la carte. Des lignes de dérive sont dessinées à 10° de chaque côté de la route et aux deux extrémités. Des marques de dix milles sont de petits traits en travers de la route à tout les dix milles qui vous seront utiles pour évaluer votre progression lors de votre vol. Elles sont inscrites de la fin du trajet vers le début. Les marques fractionnées de distances suivent. Elles divisent chaque intervalle en segments égaux tel un quart, une demie, ce qui permet une révision rapide du ETA et une révision de la vitesse sol. L'utilisation d'un pointeur de navigation (Protractor) détermine la direction de la route en degrés vrais (route vraie).

Faites le calcul avec la déclinaison magnétique pour trouver la direction de la route en degrés magnétiques (route magnétique). Utilisez la ligne isogone qui croise votre route ou qui en est la plus proche. Choisissez l'altitude de vol en fonction de la route magnétique (si au dessus de 3000 pieds AGL), des divers obstacles, de la direction du vent etc. Mesurez la distance à parcourir.

À l'aide du CR-3 ou du triangle des vitesses, calculez la dérive causée par les vents (cap vrai et cap magnétique) et votre vitesse sol. Vous aurez besoin de connaître votre vitesse vraie ainsi que la vitesse et direction des vents à l'altitude choisie. Le triangle des vitesses sera abordé plus loin. La déviation doit être déterminée en fonction de la carte For and Steer.

Le résultat représente le cap compas. Référez-vous à la leçon 403.02 (7) pour la procédure de conversion de la route vraie vers le cap compas. Le temps en route et la consommation d'essence peuvent ensuite être calculée à partir de la distance, de la vitesse sol prévus et de la puissance utilisée en croisière.

Triangle de vitesse (sujet optionnel)

La solution des problèmes de dérive repose sur le principe du triangle des vitesses.

- Le cap et la vitesse vraie de l'avion sont représentés par un côté du triangle.
- La direction et la vitesse du vent (VVV), tracées à la même échelle, sont représentées par un autre côté. N'oubliez pas que le vent provient d'une direction un vent provenant du 270 sera dessiné par une flèche pointant vers 090.
- La route et la vitesse-sol par le troisième.

La connaissance de quatre de ces composantes (deux côtés du triangle) est suffisante pour compléter le triangle. Les deux composantes manquantes peuvent ensuite être déterminées.

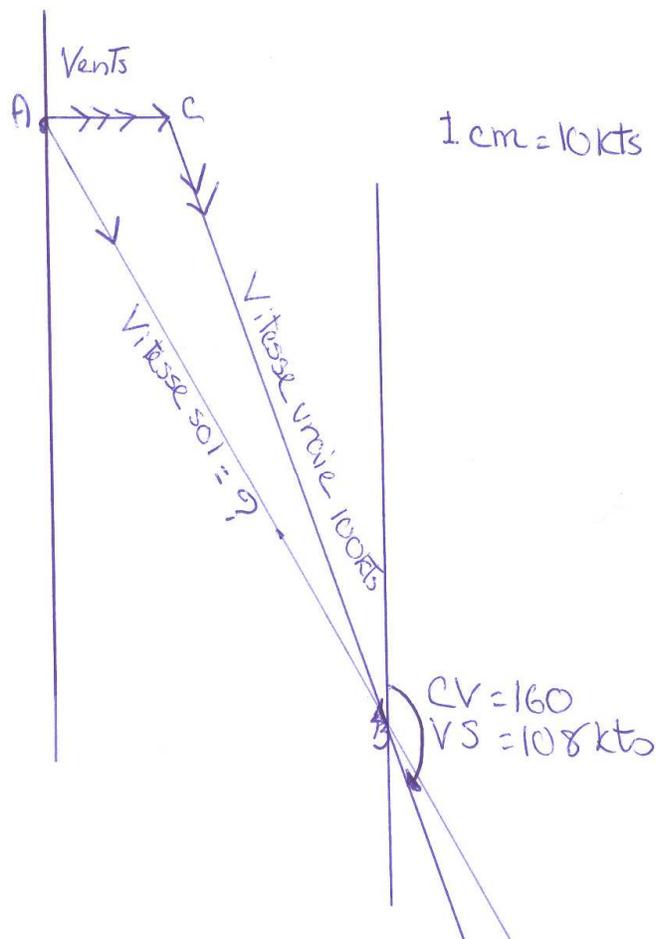
Il est essentiel que toutes les unités de vitesse et de distance soient compatibles.

Exemple : Un vent du 270°V à 20 Kts, Une vitesse vraie (TAS) de 100 kts et une route vraie (RV) de 150°V degrés. Suivre les étapes suivantes :

1. Tracez sur une feuille une ligne verticale représentant un méridien vrai.
2. Inscrite dans un coin de la feuille l'échelle qui sera utilisée pour représenter les vitesses et les distances. Exemple : 1cm = 10 kts
3. Inscrite un point nommé A sur la ligne droite tracée à l'étape 1
4. À partir de A tracez la ligne A-B pour représenter la route vraie. Utilisez le Protractor et une règle pour tracer vos lignes avec les angles et longueurs appropriés. Une flèche simple représente la route. Sa longueur n'est pas encore déterminé donc tracez la assez longue.
5. À partir du point A, tracez la ligne A-C pour représenter la vitesse et direction du vent. Angle entre méridien et ligne A-C = direction, longueur de la ligne A-C = vitesse du vent. N'oubliez pas que le vent PROVIENT d'un endroit. Un vent du 270 sera dessiné par une ligne qui s'étire en direction du 090. Une flèche triple représente les vents.
6. À partir de C (au bout du vecteur vent), tracer une ligne C-B qui ira couper la ligne A-B. Votre ligne C-B aura une longueur à la vitesse vraie de l'avion. Une flèche double représente le cap
7. La longueur de la route A-B sera alors la vitesse sol de l'avion.
8. Au point B tracer un deuxième méridien parallèle au premier. L'angle entre le nord de ce deuxième méridien et la ligne C-B au point C donnera le cap vrai

Réponse : CV = 160 degrés VS = 108 kts

La réponse peut varier en fonction de la précision.



Les longueurs de ce triangle des vélocités ne sont pas à l'échelle.

On peut imaginer le triangle de vélocité comme une partie d'échec dont le but est de rester sur la ligne de la route vraie. Le vent joue en premier déplaçant l'avion hors de la ligne, ensuite le pilote joue avec le cap vrai et la vitesse vraie. Le vent à déplacé le pilote jusqu'au point C, ensuite, de cette position, le pilote oriente une ligne de longueur proportionnel à sa vitesse vrai pour se ramener sur la ligne de la route vraie. En termes mathématiques, il s'agit d'une addition de vecteurs dont la résultante est la route vraie et la vitesse sol.

Points de vérifications

Des points de repères distinctifs tout au long de la route et à intervalles variés. Ils sont identifiés afin de permettre au pilote de déterminer son erreur de route, s'il y a lieu.

Déterminer sa position

La détermination de la position est faite en vol. Le pilote doit croiser des points de repères qu'il voit à l'extérieur sur le sol et les comparer avec ce qu'il lit sur sa carte. Les points de repères sont utilisés afin d'identifier avec précision une location. Dans bien des cas, il est utile d'inscrire le temps avec ces points de vérifications pour références futures, vérification de vitesse sol et estimation du temps d'arrivée.

Points de repères

Un bon point de repère est celui qui se voit facilement du haut des airs et est proéminent dans la région où il se trouve. Les plus communs: Cours d'eau, piste de course, routes, chemin de fer, ville, terrain de golf, montagnes, etc....

Utilisation du COMPUTER

Trouver la vitesse sol

Les données suivantes sont fournies :

Vitesse vraie (TAS)

Route vraie (RV)

Vitesse et direction du vent (VVV)

Ajuster le computer pour que la flèche au-dessus de TAS pointe sur la vitesse vraie. Ajuster le disque avec les écritures vertes pour que la valeur de la route vraie soit au dessus de la flèche noire de TC. (Maintenir l'emplacement de la vitesse vraie)

Sur le disque écrit en vert, tracer une ligne partant de la direction des vents jusqu'au centre du computer. (Ligne rouge)

Dans ce quart de quadrant, tracer un arc qui joint la force des vents sur l'axe horizontal et vertical en suivant la courbure des cercles concentriques verts (ligne bleue).

Au point de rencontre des deux lignes précédentes, tracer une ligne horizontale qui va couper l'axe vertical perpendiculairement (flèche verte horizontale).

En utilisant la même échelle que précédemment avec la force des vents, prendre la valeur sur l'axe vertical à l'endroit où la ligne le croise et la soustraire ou l'additionner à la vitesse vraie de l'avion en suivant ce qui est inscrit sur le computer ce qui donne la vitesse sol.

Head wind (-): Soustraire

Tail wind (+): Additionner

Trouver le cap vrai

Même étapes de 1 à 5.

Au point de rencontre des deux lignes précédentes, tracer une ligne verticale qui va couper l'axe horizontal perpendiculairement (flèche verte verticale).

En utilisant la même échelle que précédemment avec la force des vents, prendre la valeur sur l'axe horizontal à l'endroit où la ligne le croise et aller la trouver sur le cercle extérieur de chiffre.

Regarder vis-à-vis quel degré le plus proche sur le disque « for crosswind » la valeur se retrouve et le soustraire ou l'additionner à la route vraie de l'avion en suivant ce qui est inscrit sur le computer sur l'axe ; ce qui donne le cap vrai.

Left crosswind (-): Soustraire

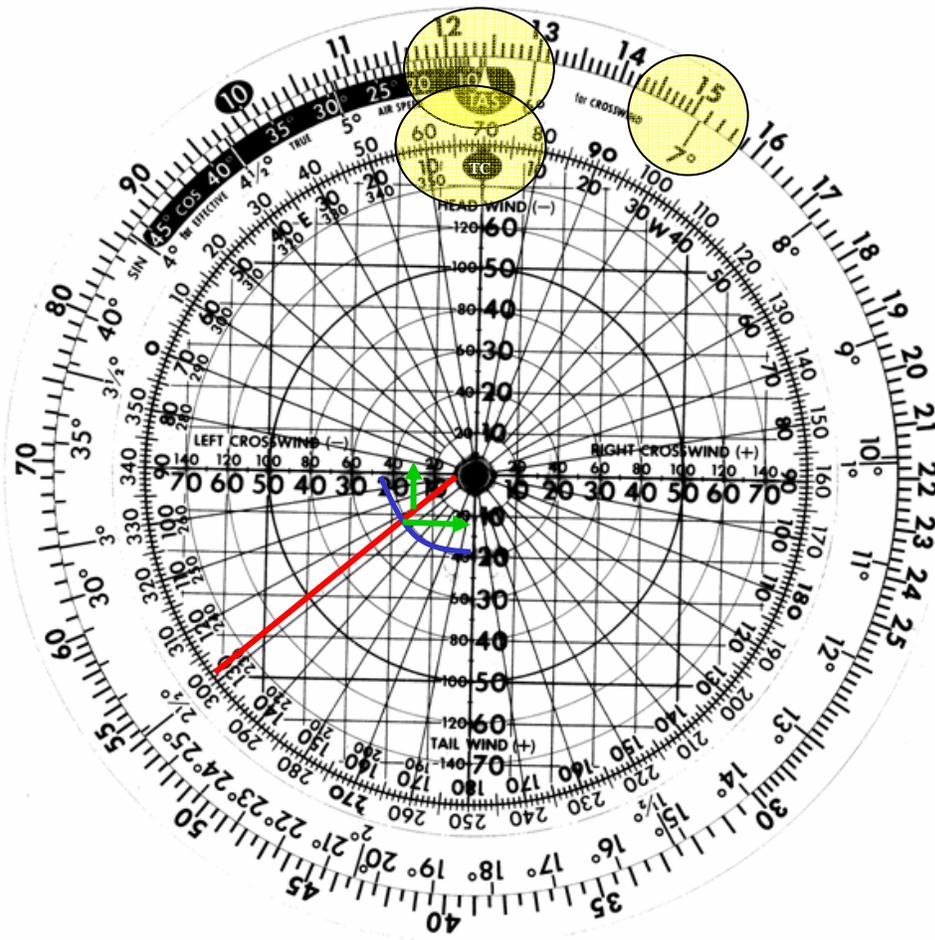
Right crosswind (+): Additionner

Exemple :

TAS : 124 kts

RV : 070°

VVV : 300° à 20 kts



Trouver la vitesse sol

Vent dans l'axe : 14 kts

(Tail wind) $124 \text{ kts} + 14 \text{ kts} = 138 \text{ kts}$

Vitesse sol : 138 kts

Trouvez le cap vrai

Vents traversiers : 15 kts

Dérive : 7°

(Left crosswind) $070^\circ - 7^\circ = 063^\circ$

Cap vrai : 063°

Il peut arriver que vous arriviez avec une correction nécessaire de plus de 10°. Dans ce cas, vous devez alors appliquer une correction à votre vitesse vraie parce qu'une partie significative de votre vitesse sert maintenant à contrer l'effet de dérive et n'est donc plus disponible pour le mouvement vers l'avant. Regardez près de TAS, il y a une bande noire avec des chiffres blancs (degrés) imprimés dessus. Ces chiffres correspondent à la correction que vous avez tout juste déterminé. Ils sont alignés avec l'échelle de vitesse vraie et indiquent donc la correction de vitesse vraie à effectuer. La nouvelle vitesse vraie corrigée devrait alors être utilisé pour calculer la vitesse sol.

Pour l'exemple ci haut, supposons que la correction de dérive soit de 15°, vous regardez donc 15° sur la bande noire et voyez alors que votre vitesse vraie applicable sera de 120 kts au lieu de 124.4 kts, ce n'est pas beaucoup mais pour la précision ils comptent !

Réponses des exercices du présent chapitre :

- 1) Coordonnées de l'aéroport d'Oshawa : 43°55' N 78°54' W
- 2) RV entre Lindsay et Peterborough : 114 degrés
- 3) Caps magnétiques et compas : 105 degrés et 108 degrés
- 4) Distance entre Oshawa et Trenton : 71 MN
- 5) Trouver le point situé à 46°05'47"N 70°42'53"O : aéroport de St-Georges

Procédures d'égarements

Il arrive parfois que même le meilleur des plans ne survive le planning original. Se perdre en vol ne signifie pas qu'il n'existe aucune façon de s'en sortir ou de retrouver sa route, de se rendre directement à la destination ou encore à un aéroport de déviation. Voici quelques procédures que vous devriez suivre afin d'éviter de se perdre ou susceptible de vous aider à vous retrouver une fois que vous vous serez perdus.

1. Assurez-vous d'avoir fait une planification consciencieuse de votre navigation
2. Soyez familiers avec la région que vous comptez survoler. Si jamais ce n'est pas le cas, étudiez soigneusement les cartes disponibles et n'hésitez pas à utiliser des outils tels que Google Earth afin de faire une reconnaissance pré-vol.
3. Assurez-vous une fois en vol d'effectuer un suivi continu de votre dérive, vitesse sol ainsi que les temps de passages. Ceci sera critique dans l'analyse de votre position probable si vous connaissez approximativement la distance que vous avez potentiellement parcourue depuis votre dernière position connue.
4. Considérez l'option du demi-tour. Vous étiez probablement dans une zone mieux connue avant de vous perdre. N'oubliez jamais que le terrain connu est stationnaire et se trouve fort probablement encore derrière vous. Il en va de même avec votre dernière position connue.
5. Si après un moment, vous n'arrivez toujours pas à déterminer votre position (et ceci n'est pas après deux heures et demi on s'entend!) faites ralentir l'avion afin d'économiser le carburant. Faites le au plus tard 15 minutes après la dernière position que vous avez pu établir. Non seulement vous économiserez votre carburant, mais aussi vous évitez de filer à travers une contrée inconnue à la vitesse de l'éclair vous éloignant rapidement de vos derniers repères. Tentez de rester au même endroit pendant que vous réévaluez votre position.
6. Estimez le carburant disponible dans vos réservoirs ainsi que la distance franchissable et le temps de vol restant.
7. Tentez d'utiliser l'équipement de radionavigation si vous en avez pour déterminer votre position.

8. Si vous êtes dans l'espace aérien contrôlé, demandez assistance de l'ATC. Ils peuvent également vous guider par vecteur radar.
9. Si vous volez dans l'espace aérien contrôlé, essayez de contacter une FSS sur 126,700 Mhz. Ils peuvent vous porter assistance par des conseils mais aussi avec le service de vecteur VDF. Voir leçon 404.02 section 4 sur les le service de radiogoniométrie VHF (VHF direction finder)
10. Tentez ensuite de contacter d'autres avions sur 126,700 Mhz ou même sur une fréquence d'aérodrome non contrôlé près de votre route prévue. Vous pourriez leur demandez par exemple leur position et l'inscrire sur votre carte. Ensuite vous dessineriez un cercle centré sur leur position (un par avion contacté) de rayon égale à leur portée radio que vous avez calculé avec l'aide de la formule suivante.
$$Portée_VHF = 1.23 \left(\sqrt{Leur_Altitude} + \sqrt{Votre_Altitude} \right)$$
 l'altitude est entrée en pieds AGL et la portée radio est en milles nautique. Vous êtes fort probablement dans la zone où les cercles s'entrecroisent. Idéalement vous devriez contacter au moins 3 appareils et oui, vous aurez besoin d'une calculatrice ! Cette technique sera plus efficace si vous l'effectuez à basse altitude avec d'autres aéronefs à basse altitude afin de limiter la dimension des rayons des cercles.
11. Si personne ne vous réponds, essayez la fréquence d'urgence 121,500Mhz. Les avions de lignes ainsi que tous les services de circulation aériens sont à l'écoute en permanence de cette fréquence.
12. L'une des dernières options à votre disposition est le vol en triangle indéfiniment. Les radars repère ce genre de vol et c'est pour eux un signal d'appareil perdu. Volez le plus haut possible et effectuer un trajet en triangle équilatéral avec les virages de 120 degrés ainsi que des lignes droites de 2 minutes. Si votre radio est hors service, faites ces virages par la gauche.
13. Conseils non officiels pour le sud du Québec : Il est possible de voler vers le fleuve St-Laurent et ensuite le suivre ! Si votre route est au sud de celui-ci, volez au nord, et volez vers le sud si votre route prévu était au nord du St-Laurent.
14. Lorsque votre carburant tirera à sa fin, considérer l'atterrissage de précaution.

QUESTIONS DE RÉVISION

1. Comment est numérotée la latitude sur la terre? _____
2. Comment est numérotée la longitude sur la terre? _____
3. Un fuseau horaire standard comprend combien de degré de longitude? (24 fuseaux horaires) _____
4. Une ligne courbe sur la surface terrestre qui coupe tous les méridiens au même angle se nomme : _____
5. La déclinaison magnétique se définit comme étant l'angle entre le _____ et le _____
6. La ligne reliant tous les points de déclinaison zéro se nomme : _____
7. L'angle formé entre l'aiguille déviée du compas et le méridien magnétique se nomme : _____
8. Quel est le nom de l'erreur due au vent? _____
9. Vous parcourez une distance de 220 MN en 120 minutes. Quelle est votre vitesse sol? _____
10. Quels sont les 4 éléments de base pour la fabrication d'une carte? _____

11. Le principe mathématique sur lequel repose la construction d'une carte se nomme : _____

12. Nommez 4 caractéristiques de la projection Conique Conforme de Lambert.
- _____
- _____
13. Nommez 2 différences entre une carte WAC et une VTA.
- _____
14. Comment sont représentées les lignes isogones (lignes reliant les points de même déclinaison magnétique) sur les cartes? _____
15. Qu'indiquent les teintes hypsométriques sur les cartes? _____
16. Trouvez la route vraie (RV) si : (Utiliser West is best à l'envers lorsque vous faites l'équation à l'envers West-, East+) CC = 250 degrés, Déclinaison = 4W, dérive = 7 E, déviation = 2 E RV = _____
17. Quelles sont les 4 choses à tracer sur votre carte lors de la préparation à un vol voyage?
- _____
- _____
18. Que signifie la vitesse vectorielle des vents (VVV) 90o à 30 kts?
- _____
19. Trouvez la vitesse sol (VS) et le cap vrai (CV). Utilisez le triangle de vélocité. VV = 90 kts, RV = 135o, VVV = 300o à 20 kts. VS:_____ CV:_____
20. Vous n'avez pas dépassé la moitié de votre route mais vous constatez que vous avez dévié vers la droite de 5o de votre cap initial de 132o. Quel sera votre nouveau cap pour poursuivre la route (utiliser la méthode de doubler l'erreur de route)?
- _____

21. La règle du 1-60 indique qu'une déviation de ____ degré sur une distance de 60 milles équivaut à une erreur de position d'environ ____ mille.

22. Comment peut-on trouver la plus haute élévation sur une carte?

23. Convertir 15 milles nautiques en milles terrestres et en kilomètres. _____

404 - Radiotéléphonie

404.01 - Théorie de la radiophonie et phraséologie

Informations importantes :

Certificat de radiotéléphoniste restreint

- Délivré par Industrie Canada
- Validité : à vie
- Pour obtenir le certificat restreint de radiotéléphoniste il faut prouver sa compétence en subissant un examen. (70% note de passage)

Licence d'équipement radio

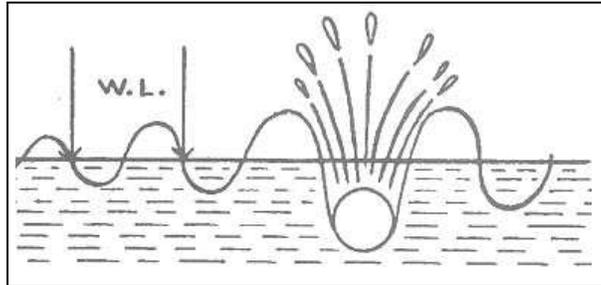
- Délivré par Industrie Canada
- L'équipement radio doit être homologué ou être déclaré techniquement acceptable par Industrie Canada pour être admissible. (Important)
- L'équipement doit être utilisé sur les fréquences allouées seulement

Licence de station radio

- Délivrée par Industrie Canada
- Obligatoire pour toutes les stations radio du Canada, à moins d'être exempté
- On y retrouve : l'indicatif d'appel assigné à la station, les fréquences à utiliser pour l'émission et autres condition particulière assujettie à la station

1 - Longueur d'onde, crête, creux, cycle, fréquence et amplitude

Longueur d'onde: Mesure linéaire réelle d'une onde, d'un cycle. Constant avec la distance.



Crête (sommets): La plus haute partie de l'onde.

Creux: La plus basse partie de l'onde.

Cycle: Vibration complète d'un sommet à un sommet ou d'un creux à un creux.

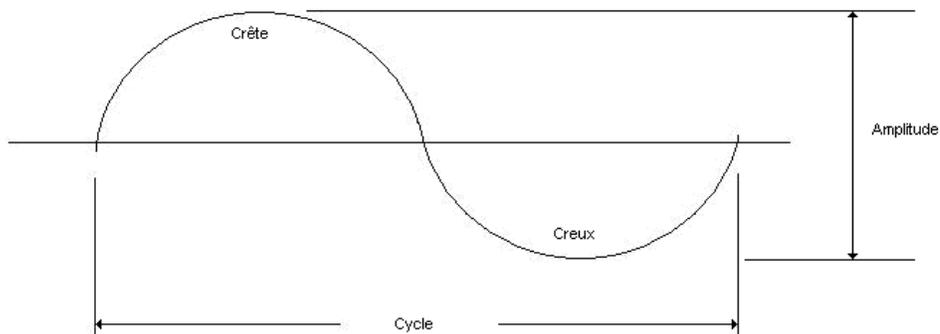
Amplitude: Hauteur de l'onde (intensité). Diminue avec la distance jusqu'à la perte du signal.

Fréquence: Nombre de cycle(s) par seconde.

Hertz: Unité de mesure utilisée pour la fréquence. Équivaut à un cycle par seconde.

Kilohertz (KHz) = 1000 Hertz

Mégahertz (MHz) = 1 000 000 Hertz



2 - Bandes de fréquences

Basses et moyennes fréquences (LF/MF)

- Entre 200 et 535 KHz.
- Utilisées par les stations de radiodiffusion commerciale et les radiophares non-directionnels (NDB).

Hautes fréquences (HF)

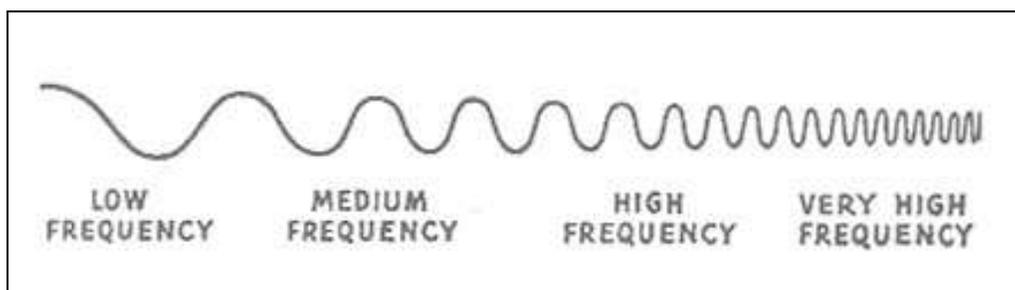
- Entre 3 et 30 MHz.
- Excellent choix pour les communications air-sol dans les régions éloignées du Canada.
- Utilisée pour les vols transatlantiques.

Très hautes fréquences (VHF)

- Entre 30 et 300 MHz.
- Utilisées par les avions commerciaux et privés.

Ultra hautes fréquences (UHF)

- Entre 300 et 3000 MHz.
- Utilisées par les avions militaires et par les services gouvernementaux spéciaux.



3 - Ondes terrestres, ondes d'espace, zones mortes (silence), portée optique

Ondes de surface

- Suivent la surface terrestre.
- Se déplacent en ligne droite.
- Capables de contourner les obstacles qui se trouvent sur leur trajectoire.

Ondes d'espace

Montent dans l'atmosphère, sont réfléchies par l'ionosphère et retournent vers la terre (située dans la thermosphère, la réflexion des ondes est dû à la grande densité d'électrons libres en cet endroit.

Zone morte (silence)

Endroit entre le point où les ondes de surfaces deviennent imperceptibles et où les ondes d'espace retouchent le sol. On entend des signaux très erratiques ou rien du tout.

Les ondes de sol, d'espace et les zones de silences sont tous caractéristiques des ondes HF. Les parasites sont un problème majeur dans cette gamme de fréquence

Portée optique

Les VHF / UHF ne rebondissent pas sur l'ionosphère, mais suivent une trajectoire en ligne droite. C'est pourquoi elles peuvent être captées seulement par les avions qui se trouvent à portée optique de la station.

Calcul de la portée optique

On peut estimer la portée en milles nautiques en calculant la racine carrée de la hauteur de l'antenne (en pieds) multiplié par 1,23 :

$$\sqrt{Alt \times 1,23}$$

4 - Messages standards

Alphabet phonétique

A	Alfa	N	November
B	Bravo	O	Oscar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Echo	R	Romeo
F	Foxtrot	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hotel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliet	W	Whiskey
K	Kilo	X	X-ray
L	Lima	Y	Yankee
M	Mike	Z	Zulu

Chiffres, heures, argent, altitude, cap

Chiffres:

0 - ZÉ-RO	5 - CINQ-e
1 - UN	6 - SIS-e
2 - DEU	7 - SET-e
3 - TROI	8 - UIT-e
4 - CA-tre	9 - NEUF-e
Décimale - DÉ-CI-MAL	Milliers - Mil

Il faut émettre tous les nombres, sauf les multiples entiers de milliers, en énonçant chaque chiffre séparément. Il faut émettre les multiples entiers de milliers en énonçant chaque chiffre du nombre de milliers, plus le mot « mille ».

Exemples :

- 10 s'énonce - un zéro
- 75 s'énonce - sept cinq
- 100 s'énonce - un zéro zéro
- 5 800 s'énonce - cinq huit zéro zéro
- 11 000 s'énonce - un un mille
- 68 009 s'énonce - six huit zéro zéro neuf

Heure:

- On utilise le système 24hrs UTC (zulu).
- On spécifie si l'heure est locale.
- Exemples : minuit = 0000hr
2h30 local = 1430hr local

Argent:

- On ajoute dollar à la fin de l'énoncé.
- Exemple : 45,32\$ = quatre, cinq, décimal, trois, deux, dollars

ATTENTION: la norme diffère de l'anglais au français. En anglais on prononce le mot dollar en début de phrase.

Altitude:

- Donnée en millier et en centaine de pieds.
- Exemples : 1000' = mille
2500' = deux mille cinq cent

Cap:

- Exprimé au moyen de trois chiffres, en degré magnétique.
- Exemple : 060° = cap zéro six zéro

Phraséologie standard

Mot ou expression	Signification
AFFIRMATIF	Oui, ou permission accordée.
ATTENDEZ	Je dois faire une pause de quelques secondes ou quelques minutes, veuillez attendre que je vous appelle.
AUTORISÉ	Autorisé à poursuivre dans les conditions spécifiées.
C'EST EXACT	Sens évident.
CHAQUE MOT DEUX FOIS	a) À titre de demande : la communication est difficile, veuillez énoncer chaque mot ou groupe de mots deux fois. b) À titre de renseignement : la communication étant difficile, chaque mot ou groupe de mots du message sera énoncé deux fois.
COMMENT RECEVEZ-VOUS?	À quel point mon émission est-elle intelligible?
CONFIRMEZ	Ai-je reçu ce qui suit...? ou Avez-vous reçu le message?
CONTINUEZ	Continuez à transmettre votre message.
DITES DE NOUVEAU	Dites-moi une nouvelle fois la totalité ou la partie précisée du message de la façon dont vous l'avez reçu (ne pas utiliser le mot « RÉPÉTEZ »).
IGNOREZ	Considérez que ce message n'a pas été envoyé.
JE REDIS	Sens évident (ne pas utiliser les mots « JE RÉPÈTE »).
MAYDAY	Mot utilisé pour les communications de détresse.
MAYDAY RELAY	Expression utilisée pour la retransmission d'un message de détresse.
NÉGATIF	Non : ou, cela n'est pas exact; ou, je ne suis pas d'accord.
PAN PAN	Mots utilisés pour les communications d'urgence.

RECTIFICATION	Une erreur a été commise dans cette transmission (ou le message indiqué). Le texte correct est...
RELISEZ	Répétez-moi tout ce message, ou la partie spécifiée, exactement comme vous l'avez reçu. (Ne pas utiliser le mot « RÉPÉTEZ »).
RÉPONDEZ	Ma transmission est terminée et j'attends une réponse de vous.
ROGER	J'ai reçu en entier votre dernière transmission.
ROGER NUMÉRO	J'ai reçu votre message numéro...
SÉPARATIF	Séparation entre parties du message (employer lorsqu'il n'y a pas de séparation distincte entre le texte et les autres parties du message).
SILENCE	Expression internationale indiquant que le silence a été imposé sur la fréquence à cause d'une situation de détresse.
SILENCE FINI	Expression internationale indiquant la fin de la situation de détresse.
SILENCE MAYDAY	Expression internationale indiquant qu'une situation de détresse est en cours. La commande SILENCE MAYDAY est émise par la station qui dirige le trafic de détresse.
TERMINÉ	Cette conversation est terminée et je n'attends pas de réponse.
VEILLEZ	Écoutez sur (fréquence).
VÉRIFIEZ	Vérifiez le code, ou le texte auprès de l'expéditeur.
VEUILLEZ ACCUSER RÉCEPTION	Faites-moi savoir si vous avez reçu et compris ce message.
VOIE	Passez à la voie ... avant de continuer.
WILCO	Vos instructions ont été reçues, comprises et seront exécutées.

5 - Priorité des communications

- 1- Communication de détresse
- 2- Communication d'urgence
- 3- Communication relative aux relèvements radiogoniométriques (VDF)
- 4- Communication relative à la sécurité des vols
- 5- Messages météorologiques
- 6- Messages relatifs à la régularité des vols
- 7- Communication relative à l'application de la charte des Nations Unies
- 8- Communication d'État pour lesquelles le droit de priorité a été demandé
- 9- Tout autre communication aéronautique

404.02 - Services pour l'aviation et procédures d'urgence

1 - Procédure pour faire un message

- Un message est considéré comme strictement confidentiel
- Transmettre ses messages radio de façon claire et concise en utilisant les expressions normalisées.
- Préparer le contenu du message avant de le transmettre.
- Écouter d'abord afin d'éviter d'interrompre une autre communication.
- Parler à un rythme normal, à un ton normal et tenir le micro à environ 3 cm de la bouche.

4 étapes d'un message

1. **Appel** : Tour de St-Jean, ici planeur Delta Whiskey Bravo
2. **Réponse** : Planeur Delta whiskey Bravo, Tour de St-Jean
3. **Message** : Tour de St-Jean, Delta Whiskey Bravo en vent arrière gauche gazon 29
Delta Whiskey Bravo, Tour de St-Jean, vents 320 à 10kts autorisé à atterrir gazon 29

4. **Accusé de réception:** Delta Whiskey Bravo

L'utilisation des 3 dernières lettres de l'immatriculation du planeur est utilisée au contact initial avec la tour de St-Jean au lieu de 4 seulement parce que les opérations sont fréquentes, ce qui fait en sorte que les immatriculations sont connues de l'ATC à cet endroit. En général les 4 dernières lettres de l'immatriculation devront être utilisées au contact initial (au premier appel).

2 - Utilisation de la radio

Bonne technique radio

- Prononcez chaque mot distinctement.
- Adoptez un rythme modéré.
- Gardez le ton de votre voix constant.
- Tenez le micro dans la bonne position, à environ 1po des lèvres.
- Évitez les « heuu » et les « umm ».
- Accusez réception de tous les messages qui vous sont envoyé.
- L'emploi d'un langage profane ou de jurons est interdit.
- Ne pas utiliser à des fins personnelles.
- Sachez ce que vous allez dire avant de commencer à parler.
- Écoutez avant d'émettre afin de ne pas interrompre une communication.

3 - Procédures radio d'urgence

Appel de détresse: Danger grave et imminent nécessitant une assistance immédiate.

Format: Mayday (3 fois)
 ICI
 Indicatif d'appel (3 fois)
 Message de détresse

Message de détresse

Le message de détresse doit suivre le plus tôt possible l'appel de détresse. Le message de détresse doit comprendre le plus grand nombre possible des éléments qui suivent, énoncés distinctement, dans l'ordre qui suit dans la mesure du possible :

1. le signal de détresse « MAYDAY »;
2. l'indicatif d'appel de la station en détresse (énoncé une fois);
3. la nature de la détresse (ce qui s'est passé) et la nature du secours demandé;
4. les intentions du responsable;
5. les renseignements relatifs à la position de l'aéronef (vitesse, altitude, cap);
6. le nombre de personnes à bord et, le cas échéant, le nombre de blessés;
7. tout autre renseignement qui pourrait faciliter le secours;
8. l'indicatif d'appel de la station en détresse.

Exemple: MAYDAY
 PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC
 FRAPPÉ PAR LA FOUDRE
 AMERRISSAGE FORCÉ
 POSITION : 20 MILLES À L'EST DE WINNIPEG
 ALTITUDE : 1 500 PIEDS
 VITESSE : 125 NOEUDS

CAP : 270

UNE PERSONNE À BORD

PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC

La première émission de l'appel et du message de détresse d'un aéronef doit se faire sur la fréquence air-sol en usage à ce moment. Si l'opérateur de la station d'aéronef ne peut pas établir la communication sur cette fréquence, il doit répéter l'appel et le message de détresse sur la fréquence aéronautique d'urgence (121,5 MHz)

Le message de détresse doit être répété à intervalles par l'aéronef en détresse jusqu'à ce qu'une réponse soit reçue ou qu'il soit impossible de continuer. Les intervalles entre les émissions du message de détresse doivent être suffisamment longs pour permettre aux stations qui ont reçu le message de répondre.

Mesures à prendre par les stations qui entendent un message de détresse

1. Continuer la veille sur la fréquence de réception du message de détresse et, dans la mesure du possible, les fréquences de détresse et d'urgence appropriées.
2. Avertir toute station munie d'une installation radar ou radiogoniométrique et demander son aide, à moins qu'elles ne sachent que cette demande a été ou sera faite par la station qui a accusé réception du message de détresse.
3. Cesser toute émission qui pourrait causer du brouillage au trafic de détresse.

Accusé de réception d'un message de détresse

L'accusé de réception d'un message de détresse est donné sous la forme suivante :

1. le signal de détresse « MAYDAY »;
2. l'indicatif d'appel de la station en détresse (énoncé trois fois);
3. le mot « ICI »;
4. l'indicatif d'appel de la station qui accuse réception (énoncé trois fois);
5. les mots « REÇU MAYDAY ».

Exemple: MAYDAY
PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC
PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC
PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC
ICI
WINNIPEG TOUR
WINNIPEG TOUR
WINNIPEG TOUR
REÇU MAYDAY

Retransmission d'un message de détresse

Un message de détresse répété par une station autre que la station en détresse comprend :

1. le signal « MAYDAY RELAY » (énoncé trois fois);
2. le mot « ICI »;
3. l'indicatif d'appel de la station qui retransmet le message (énoncé trois fois);
4. le signal de détresse « MAYDAY » (énoncé une fois);
5. tout renseignement concernant la station en détresse, comme sa position, la nature de la détresse et le nombre de personnes à bord.

Exemple: MAYDAY RELAY, MAYDAY RELAY, MAYDAY RELAY
ICI
CESSNA NOVEMBER JULIETT INDIA
CESSNA NOVEMBER JULIETT INDIA
CESSNA NOVEMBER JULIETT INDIA
MAYDAY
PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC
FRAPPÉ PAR LA FOUDRE
AMERRISSAGE FORCÉ
POSITION : 20 MILLES À L'EST DE WINNIPEG
ALTITUDE : 1 500 PIEDS
VITESSE : 125 NOEUDS
CAP : 270
UNE PERSONNE À BORD
PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC

Annulation du message de détresse

Lorsqu'une station n'est plus en détresse ou qu'il n'est plus nécessaire d'observer le silence (c'est-à-dire que l'opération de sauvetage est terminée), la station qui a dirigé le trafic de détresse doit émettre un message adressé à « TOUTES LES STATIONS » sur les fréquences de détresse utilisées pour indiquer que le trafic normal peut reprendre. Voici la procédure à suivre pour annuler un message de détresse :

1. le signal de détresse « MAYDAY » (énoncé une fois);
2. les mots « TOUTES LES STATIONS » (énoncés trois fois);
3. le mot « ICI »;
4. l'indicatif d'appel de la station émettant le message;
5. l'heure de dépôt du message;
6. l'indicatif d'appel de la station en détresse (énoncé une fois);
7. les mots « SILENCE FINI ».

Exemple: MAYDAY
TOUTES LES STATIONS, TOUTES LES STATIONS, TOUTES LES
STATIONS
ICI
WINNIPEG TOUR
HEURE 1630 ZULU
PIPER FOXTROT X-RAY QUÉBEC QUÉBEC
SILENCE FINI
TERMINÉ

La procédure vise surtout à permettre aux autres stations de reprendre le service habituel. Afin que les stations de recherche et de sauvetage soient informées qu'une station n'est plus en détresse, il FAUT faire un appel normal à la station du service aéronautique la plus proche pour préciser les raisons de l'annulation du message de détresse.

Un faux appel de détresse:

- une amende d'au plus 5000\$
- peine de prison d'au plus 12 mois

Appel d'urgence: Situation qui concerne la sécurité d'un aéronef ou d'une personne à se trouvant à bord ou en vue. Le message peut être transmis à une station spécifique.

Message d'urgence: Le message d'urgence doit comprendre le plus grand nombre requis des éléments qui suivent, prononcés clairement, dans la mesure du possible dans l'ordre suivant :

1. le signal d'urgence « PAN PAN » (énoncé trois fois);
2. le nom de la station à qui s'adresse le message ou les mots « TOUTES LES STATIONS » (énoncés trois fois);
3. le mot « ICI »;
4. l'identification de l'aéronef;
5. la nature de l'urgence;
6. les intentions du responsable;
7. la position actuelle, l'altitude de vol ou l'altitude et le cap;
8. tout autre renseignement utile.

Exemple : PAN PAN, PAN PAN, PAN PAN
TOUTES LES STATIONS, TOUTES LES STATIONS, TOUTES LES
STATIONS
ICI
CESSNA FOXTROT NOVEMBER JULIETT INDIA
PERDU, DEMANDE VÉRIFICATION RADAR
POSITION : INCONNUE
VITESSE : 112 NOEUDS
ALTITUDE : 1 050 PIEDS
CESSNA FOXTROT NOVEMBER JULIETT INDIA
TERMINÉ

Exemple de réponse:

PAN PAN
CESSNA FOXTROT NOVEMBER JULIETT INDIA
ICI WINNIPEG TOUR
VOTRE POSITION EST 20 MILLES AU SUD DE WINNIPEG
WINNIPEG TOUR
NOUS ATTENDONS

Annulation du message d'urgence

Une fois émis le message d'urgence demandant aux stations qui reçoivent le message de prendre des mesures, la station responsable de son émission doit l'annuler dès qu'elle sait qu'il n'est plus nécessaire d'y donner suite. Le message d'annulation doit être adressé à toutes les stations.

Exemple : PAN PAN
TOUTES LES STATIONS, TOUTES LES STATIONS, TOUTES LES
STATIONS
ICI
CESSNA FOXTROT NOVEMBER JULIETT INDIA
LE CESSNA FOXTROT NOVEMBER JULIETT INDIA A ÉTÉ RELEVÉ À
20 MILLES AU SUD DE L'AÉROPORT DE WINNIPEG, POURSUIVANT SA
ROUTE NORMALEMENT
CESSNA FOXTROT NOVEMBER JULIETT INDIA
TERMINÉ

4 - Services offerts par l'ATC et la FSS

Voici quelques services offerts:

(Pour plus de renseignements voir leçons 401.04 et 401.05)

Tour de contrôle (ATC):

- Contrôle tous les aéronefs au décollage et à l'atterrissage ainsi que tout le trafic VFR évoluant dans la zone de contrôle entourant l'aéroport.
- Située à l'intérieur d'une zone de contrôle.
- Permet d'accélérer la circulation aérienne de façon sécuritaire.

Contrôle au sol:

- La plupart des aéroports contrôlés en possèdent.
- Contrôle les mouvements des aéronefs au sol.

Station d'information de vol (FSS) et Centres d'informations de vol (CIF):

- On donne des informations sur le vol tel que la météo, les vents, le calage altimétrique, les Notams.
- Exploitée par NavCanada.
- Accepte les plans de vol ainsi que les itinéraires.
- Donne le service consultatif aux aéroports non contrôlés.
- Contrôle les piétons et les véhicules à ces aéroports.

UNICOM:

- Aux aéroports non-contrôlés.
- Ne constitue pas une unité de contrôle de la circulation aérienne
- On y donne seulement des informations sur le trafic, les vents, le calage altimétrique, la piste préférée, son état etc.
- Ils n'ont aucune autorité pour donner des instructions aux aéronefs.

Relèvement par radiogoniomètre (VDF)

Permet de fournir au pilote un cap à suivre, un gisement ou un radioralliement vers la station VDF. Le service sera fourni à la demande du pilote ou à la suggestion de l'ATC. Le pilote doit fournir les infos suivantes : position (si connue), cap, altitude. L'ATC ou la FSS donnera un cap pour rallier le VDF et demandera au pilote d'émettre à intervalles réguliers pour le rallier à la station.

5 - Vérifications radio

1. Appeler une autre station en donnant son indicatif d'appel.
2. Transmettre le message conventionnel : « vérification de signaux 1, 2, 3, 4, 5.
Comment me recevez-vous? Répondez »
3. Une vérification radio ne doit pas durer plus de 10 secondes.
4. Échelle d'intelligibilité :

1 :	Mauvais	(inintelligible)
2 :	Médiocre	(intelligible par instants)
3 :	Passable	(intelligible mais difficilement)
4 :	Bon	(intelligible)
5 :	Excellent	(parfaitement intelligible)

COMMUNICATION RADIO

Vous trouverez, ci-après, la majorité des communications radio estivales ayant lieu avec un planeur, un avion remorqueur et la tour de St-Jean.

SCÉNARIO # 1

Vol d'un planeur (C-GVQM) prévu pour 3000 pieds (ou autres altitudes), remorqué par un avion remorqueur (C-FTGE):

1. **TGE** : La tour de St-Jean bonjour, Bird Dog 50 plus Victor Québec Mike, on est prêt au décollage pour 3000 pieds.
2. **Tour** : Bird Dog 50, la tour de St-Jean bonjour, vents 290 à 10 kts, décollez à votre discrétion, gazon 29.
3. **TGE** : Bird Dog 50.

Lorsque le planeur est largué, l'avion procède ainsi :

4. **TGE**: Tour de St-Jean, Bird Dog 50, planeur largué, 3000 pieds.
5. **Tour**: Bird Dog 50, la tour de St-Jean, rappelez en base gauche, piste 29.
6. **TGE**: Bird Dog 50.
7. **TGE**: Tour de St-Jean, Bird Dog 50, établi base gauche, piste 29.
8. **Tour**: Bird Dog 50, la tour de St-Jean, autorisé à atterrir, piste 29.
9. **TGE**: Bird Dog 50.

Quelques minutes plus tard, lorsque le planeur entre en circuit :

10. **VQM:** Tour de St-Jean, planeur Victor Québec Mike, en vent arrière pour le champ.
11. **Tour:** Victor Québec Mike, la tour de St-Jean, vents 290 à 10 kts, atterrissez à votre discrétion, gazon 29.
12. **VQM:** Victor Québec Mike.

SCÉNARIO # 2

Vol d'un planeur (C-GVQM) prévu pour un bris de câble à 800', remorqué par un avion remorqueur (C-FTGE):

On utilise les mêmes communications qu'au scénario #1 sauf au pts 1 et 4:

1. **TGE:** La tour de St-Jean bonjour, Bird Dog 50 plus Victor Québec Mike, on est prêt au décollage pour un bris de câble simulé, circuit modifié.
4. **TGE:** Tour de St-Jean, Bird Dog 50, planeur largué, 800 pieds.

QUESTIONS DE RÉVISION:

1. Associez chaque terme à sa définition.

1. Période	a - constant avec la distance
2. Amplitude	b – temps pour faire un cycle
3. Longueur d’onde	c – nombre de cycles par seconde
4. Fréquence	d – intensité de l’onde

2. Quelle bande de fréquences est utilisée par les pilotes d’aéronef commerciaux et privés?

3. Quelle bande de fréquences est utilisée principalement pour les services gouvernementaux spéciaux? _____

4. Quel(s) type(s) d’onde(s) se déplace(nt) en ligne droite? _____

5. Qu’est-ce qu’une zone de silence? _____

6. Les précipitations peuvent créer des parasites au niveau des communications radio car il s’accumule des charges électriques. Vrai ou faux

7. Nommer 2 avantages de la communication par satellites.

8. Quelle est l’épellation correcte du mot PILOTE en alphabet phonétique?

9. Quelle est la fréquence d’urgence utilisée par le pilote? _____

10. Lequel des mots suivants signifie : "Faites-moi savoir si vous avez reçu et compris le message"?
a. _____

- b. Wilco
- c. Roger
- d. Accusez réception
- e. Terminé

11. Que signifient, en radiophonie, les mots suivants?

Ronly : _____

Nordo : _____

12. Quel type de messages a la priorité absolue sur tous les autres? _____

13. Associez le type d'appel avec le mot de début de transmission.

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Urgence | a. Mayday |
| 2. Détresse | b. Sécurité |
| 3. Sécurité | c. Pan Pan |

14. Le premier appel de détresse d'un aéronef doit se faire sur la fréquence : _____

15. Un appel d'urgence est :

16. Écrivez les étapes de transmission d'un message d'urgence.

17. Épelez le mot planeur en alphabet phonétique.

18. Qu'est ce qu'un relèvement VDF? _____

19. Nommez 3 services offerts par l'ATC. _____

20. Quelles sont les 4 étapes de la procédure de transmission d'un message?

21. Une communication radio doit être _____ et _____.

405 – MÉTÉOROLOGIE (objectif 1 - Théorie)

405.01 - L'atmosphère terrestre et pression atmosphérique

1 - Composition et propriétés physiques de l'atmosphère

Composition de l'atmosphère

L'atmosphère est un mélange de gaz invisible. Ces principaux gaz sont :

- Azote 78%
- Oxygène 21%
- Autres 1% (argon, gaz carbonique, vapeur d'eau, etc.)

Du point de vue de la météo, la vapeur d'eau est la composante la plus importante de l'air.

Noyaux de condensation: Particules microscopiques telles que poussières, fumée, sel de l'océan, graines, pollen, etc. présentent dans l'air sur lesquels la vapeur d'eau se condense.

2 - Structure verticale de l'atmosphère

Troposphère

- C'est la couche inférieure de l'atmosphère.
- La plupart des phénomènes météorologiques s'y produisent
- La hauteur varie de 28000 pieds (au-dessus du niveau de la mer) aux pôles et 54000 pieds à l'équateur.
- La pression, la densité et la température diminuent rapidement avec la hauteur jusqu'à -56°C .
- Le sommet de la couche porte le nom de tropopause (température constante de -56°C).

Stratosphère

- C'est la deuxième couche de l'atmosphère.
- S'étend jusqu'à une hauteur d'environ 160 000 pieds ASL
- La pression continue de diminuer avec l'altitude.
- La température se stabilise à environ -56°C pour environ 30 000 au dessus de la tropopause et remonte jusqu'à environ 10°C à cause de la couche d'ozone.
- La vapeur d'eau y est presque inexistante et les courants d'air minimaux.
- La couche d'ozone se situe dans la stratosphère.
- Le sommet de la couche porte le nom de stratopause.

Mésosphère

- C'est la troisième couche de l'atmosphère.
- La température qui diminue de 10°C jusqu'à environ - 100°C
- Le sommet de la couche porte le nom de mésopause.
- Le sommet de cette couche se situe à environ 275 000 pieds.
- L'ionosphère débute dans la mésosphère et s'étend verticalement jusque dans la thermosphère.

Thermosphère

- C'est la couche supérieure de l'atmosphère
- La température augmente jusqu'à 3000°C à 400 milles au-dessus de la terre.

Ionosphère

- Réfléchit les ondes de basses et moyennes fréquences vers la terre, affectant les communications radio.

Exosphère

Une couche si mince que la pression diminue au point de devenir presque un vide où les molécules peuvent s'évader de l'atmosphère vers l'espace en assez grand nombre rendant ainsi l'évaluation de la hauteur difficile. On estime que le seuil de l'espace se situe environ entre 90 et 100 milles au-dessus de la terre.

Division de l'atmosphère: Les divisions sont basées principalement sur la température de chaque couche.

3 - Atmosphère standard

Atmosphère type de l'OACI consiste en :

- Pression au niveau moyen de la mer 29.92" Hg ou 14,7 livres par pouce carré
- Température au niveau moyen de la mer 15°C.
- L'air est considéré un gaz parfaitement sec.
- Le taux de diminution de la température (gradient thermique verticale) avec l'altitude est de 1.98°C/1000pieds.

4 - Densité et pression

Densité atmosphérique

La masse volumique de l'air signifie sa masse par unité de volume. L'air froid est dense parce que les molécules qui le composent se déplacent relativement lentement et sont rapprochées les unes des autres. L'air chaud est moins dense parce que les molécules qui le composent se déplacent rapidement. Elles prennent donc davantage d'espace et par conséquent, il y a moins de molécules pour un volume d'air donné donc moins de masse et de densité.

La pression et la densité

Sont directement proportionnelles. Lorsque la pression augmente la densité augmente.

5 - Trois propriétés atmosphériques

Mobilité: La capacité de l'air de bouger.

Compressibilité: Les particules d'air d'une même masse d'air peuvent occuper un espace plus petit lorsqu'elles rencontrent une région où la pression est plus grande. En se comprimant l'air se réchauffe.

Expansibilité: Les particules d'air d'une même masse d'air peuvent occuper un espace plus grand lorsqu'elles rencontrent une région où la pression est moins grande. En prenant de l'expansion, l'air se refroidit au taux du gradient adiabatique. Ceci veut dire qu'il n'échange pas sa chaleur avec un médium plus froid. Il se refroidit plutôt parce que les molécules du gaz, en étant plus distancées par la baisse de densité entrent moins en collisions les unes avec les autres et produisent donc moins de chaleur. La propriété la plus importante de l'atmosphère est l'expansibilité.

6 - Mesures de pression et unités

Pression atmosphérique

La pression qu'exerce l'atmosphère à un endroit quelconque est due au poids de l'air qui se trouve au-dessus. Poids d'une colonne qui origine de la station et se prolonge en altitude jusqu'au sommet de l'atmosphère.

Unités de mesure

Pouces de mercure (po Hg) : 29,92 poHg = 1013,2 hPa

Millibars (mb) : 1mb = 1hPa

Hectopascal (hPa): 1hPa = 1mb = 0.1 kPa

Kilopascal (kPa): 1kPa = 10 hPa

29,92 poHg = 1013,25 hPa = 760 mm Hg = 14,7 psi

Définitions

Pression à la station: C'est la pression atmosphérique réelle à l'élévation de la station d'observation.

Pression au niveau moyen de la mer: C'est un niveau commun des différentes pressions à la station. Utilisée afin d'obtenir une annotation constante de la distribution de la pression. C'est la pression à la station à laquelle on ajoute le poids d'une colonne imaginaire d'air partant de la station et descendant jusqu'au niveau moyen de la mer. La colonne d'air ajouté à la pression à la station est à la température moyenne des douze dernières heures de la station. Elle est donnée en hectopascal dans les Metar.

Calage altimétrique: Pour que l'altimètre affiche réellement la hauteur de l'avion par rapport au niveau moyen de la mer, il doit être réglé à une pression atmosphérique normalisée (atmosphère type). Cette pression est le calage altimétrique. Ce calage diffère légèrement de la pression au niveau moyen de la mer du au fait que la plupart du temps, la station n'est pas au niveau e la mer et doit compenser ce fait avec une formule mathématique. Le calage altimétrique est donné en pouces de mercure (en Amérique du nord seulement) et donne l'élévation exacte au-dessus du niveau moyen de la mer.

7 - Systèmes de pression

Haute pression (généralement associée à du beau temps)

- Vents circulent dans le sens des aiguilles d'une montre et soufflent vers l'extérieur.
- La pression est la plus élevée au centre.
- Aussi connu sous le nom d'anticyclone.

Basse pression (généralement associée à du mauvais temps)

- Vents circulent dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre et soufflent vers l'intérieur
- La pression la plus basse est au centre, et
- Aussi connu sous le nom de cyclone ou de dépression.

Dépression secondaire

- Petite perturbation de nature cyclonique.
- Se développe à l'intérieur de la région dominée par la dépression principale.
- Tourne autour du centre principal dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.
- Fréquemment associée aux orages et l'hiver, aux coups de vent ou fortes précipitations.

8 - Basses pressions, hautes pressions, crêtes, creux et cols barométriques

Creux: Région de basse pression en forme de U allongé, flanqué de part et d'autre d'une pression plus élevée.

Crête: Est le prolongement d'une haute pression, entourée de part et d'autre d'une ceinture de pression plus basse.

Col: Est une région neutre située entre deux hautes pressions et deux basses pressions.

9 - Isobares

Isobare: Ligne courbe joignant les points de pression barométrique égale Les isobares sont tracées à intervalles de 4 hPa au-dessus et en-dessous de 1000 hPa sur les cartes météorologiques.

10 - Différences de pression sur le plan horizontal

Gradient de pression

Il se définit comme le taux de variation de la pression sur une distance donnée, mesuré à angle droit par rapport aux isobares. Le gradient est fort lorsque les isobares sont très rapprochées. Le gradient de pression détermine la force du vent. Plus les isobares sont rapprochés plus les vents sont forts.

405.02 - Aspects météorologiques de l'altimètre et des vents

1 - Altitude pression et altitude densité

Altitude pression: Affichage de l'altimètre lorsque réglé sur la pression barométrique standard (29,92 poHg)

Altitude densité: Altitude pression corrigée pour la température lorsque différent de 15°C. On calcule l'altitude densité pour connaître quelle altitude en atmosphère type de l'OACI correspond les conditions réelles d'une altitude et une température donnée. Par exemple, les conditions atmosphérique de St-Jean (alt. : 136' altimètre 27,92, température 30°C) correspondent exactement aux conditions retrouvés à 4000 pieds en atmosphère type OACI. On dirait alors que l'altitude densité au sol de St-Jean cette journée là est de 4000 pieds. Les constructeurs aéronautiques publieront en générale les données de performances selon les altitudes en atmosphère type. Ceci leurs évite d'avoir à publier des milliers de pages de données couvrant toutes les possibilités d'altitudes, de pressions et de températures. Dans l'exemple plus haut, un pilote regarderait les données de 4000 pieds dans son manuelle pour connaître les performance de son avion cette journée là au sol à St-Jean.

2 - Effets sur l'altimètre d'un vol dans des régions de pressions différentes

Formule: From a high to a low watch out below, from a low to a high watch for the sky

Lors d'un vol d'une région de haute pression vers une région de basse pression, l'altimètre tend à surestimer. Il indiquera une altitude plus haute qu'en réalité. Lors d'un vol d'une région de basse pression vers une région de haute pression, l'altimètre tend à sous-estimer. Il indiquera une altitude plus basse qu'en réalité.

La cause de ces effets: est que l'altimètre suit le niveau de pression sur lequel il est calé.

Solution: Le pilote doit s'assurer de recevoir le calage altimétrique courant de la station la plus près de sa route afin de toujours avoir le bon calage altimétrique.

L'altimètre est un peu stupide, il ne fait qu'associer les changements de pressions qu'il perçoit avec des changements d'altitude. LA pression diminue d'environ un pouce de mercure par 1000 pieds montés (en atmosphère standard dans les bas niveaux). L'altimètre est totalement incapable de faire la différence entre un changement de pression induit par une montée ou une descente des changements de pressions horizontales lorsque l'avion vol vers des régions de pressions différentes. L'altimètre enregistre donc n'importe quel changement de pression qu'il ressent comme une montée ou une descente.

3 - Vents à basse altitude, vent de surface

Formation du vent

Le vent est un phénomène qui origine des différences de pressions horizontales. Le vent résulte d'un appel d'air entre une zone de haute pression et une zone basse pression. La haute pression tend naturellement à combler la basse pression. Formé ainsi dans les bas niveaux de l'atmosphère puisque dans les niveaux supérieurs les vents sont dus aux différences de densités. L'air froid est plus dense que l'air chaud.

La pression diminue donc plus rapidement avec l'altitude qu'en air chaud. Ceci veut dire qu'en haute altitude, pour une même altitude, la pression sera plus faible dans l'air froid que dans l'air chaud ce qui engendre donc un gradient de pression sur le niveau horizontale dont la différence de densité est responsable. Ce phénomène s'observe mieux à grande échelle. Par exemple l'air froid au pôle et l'air chaud à l'équateur n'auront pas la même densité.

Vitesse du vent et direction

Vitesse du vent: Est exprimée en nœuds pour les besoins de l'aviation.

Direction du vent: est défini selon sa provenance c'est à dire de la direction d'où il vient.

Exemple: Un vent du nord souffle donc du nord vers le sud. Le vent est rapporté en degrés vrai dans les messages météo et en degrés magnétique par la tour de contrôle ou un message ATIS.

Vent de surface et topographie

Vent allant jusqu'à une altitude approximative de 2000 pieds environs. La topographie a une influence marquée sur les vents de surface (frottement de surface et turbulence mécanique).

4 - Friction du sol et gradients de vent

Frottement de surface:

C'est la friction entre la surface terrestre et l'atmosphère. Tend à ralentir le mouvement de l'air, réduisant ainsi la vitesse du vent. Ceci a pour effet de retarder la force de Coriolis. Par conséquent, l'air qui se dirige vers le centre des basses pressions ou qui s'éloigne du centre des hautes pressions a tendance à se déplacer en croisant les isobares à un angle relativement faible. Le frottement de surface agit jusqu'à une altitude d'environ 2000 pieds. À 3000 pieds et plus, le vent souffle parallèlement aux isobares et à une vitesse proportionnelle au gradient de pression.

Turbulence mécanique:

Frottement qui existe entre la masse d'air en mouvement et les particularités du terrain (collines, montagnes, vallées, arbres, édifices, etc.). Responsable des soubresauts qui signalent la présence des tourbillons. Agit généralement jusqu'à une altitude de 3000 pieds.

Onde orographique:

L'air qui souffle contre une chaîne de montagnes s'élève assez régulièrement le long de la pente, mais une fois passé le sommet, il dévale l'autre versant avec une force considérable. L'air rebondit et génère des tourbillons et de la turbulence. Si la masse d'air contient beaucoup d'humidité, des nuages d'une apparence très particulière se développeront. Ils sont:

Nuages de sommet (en capuchon): Formation de nuages sur les sommets de la chaîne de montagnes.

Nuages lenticulaires (en forme de lentille): Apparaissent sur les crêtes où ils peuvent s'étaler verticalement.

Nuages de tourbillons d'aval: Se forment dans les tourbillons de turbulence.

5 - Vents dextrogyres et lévogyres

Dextrogyre (dexter = droite) (vire ou avance)

- Le vent vire (ou avance) lorsqu'il change de direction dans le sens des aiguilles d'une montre.
- Le vent vire et augmente d'intensité en altitude parce que la friction causée par le sol diminue.
- Le jour, le vent tend à virer et augmenter en intensité.
-

Lévogyre (laevus = gauche) (recule)

- Le vent recule lorsqu'il change de direction dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.
- Le vent recule et diminue d'intensité en perdant de l'altitude.
- La nuit, le vent tend à reculer et perdre de l'intensité

6 - Grains et rafales

Rafales:

- Une fluctuation rapide et irrégulière de la vitesse du vent.
- Souvent associées à des changements rapides de la direction du vent.
- Causées par la turbulence mécanique et par le réchauffement inégal de la surface terrestre.

Définition de l'Entre Ciel et Terre: Une rafale est une fluctuation rapide et irrégulière d'intensité variable dans les mouvements ascendants et descendants des courants d'air. Elle peut être associée avec un changement rapide de la direction du vent.

Grain:

- Une augmentation soudaine de la force du vent, d'une durée plus longue que la rafale, au minimum deux minutes.
- Peut être accompagné d'un changement rapide de la direction du vent.
- Peut être causé par le passage d'un front froid rapide ou d'un orage.

7 - Effet diurne du vent

Variation diurne: Variation journalière du vent qui est causée par le réchauffement du sol durant la journée ce qui crée un fort vent de surface accompagné de rafales.

Le vent vire et augmente d'intensité durant le jour. Ceci est causé par le réchauffement du sol le jour, qui entraîne de la turbulence. La turbulence mélange l'air à bas niveaux et celui des altitudes supérieures qui circulent parallèlement aux isobares et qui ne sont pas ralentis par l'effet de friction. Ce mélange fait virer les vents et augmenter leur intensité.

Le vent recule et diminue d'intensité la nuit. Ceci est dû au refroidissement terrestre. La turbulence cesse et l'air n'est plus mélangé avec l'air des niveaux supérieurs.

8 - Forces agissant sur l'atmosphère, déviation causée par la rotation de la terre

Force de Coriolis

- Affecte le mouvement parce que la terre effectue ses rotations sous l'atmosphère.
- L'air est dévié vers la droite dans l'hémisphère nord et circule par la suite parallèlement aux isobares. (La terre tourne dans le sens antihoraire vue du pôle nord)
- Donc l'air en provenance d'une haute pression ne se dirige pas directement vers le centre d'une basse pression mais dévie vers la droite et circule parallèlement aux isobares.

Force centrifuge

Tend à accroître la vitesse du vent dans les régions de haute pression et à la diminuer dans les régions de basse pression.

Loi de Buys Ballot

Si vous vous placez dos au vent, la basse pression se trouvera sur votre gauche. La pression diminue donc sur votre gauche.

9 - Brises de terre et de mer

Brise de terre

Se produit la nuit. La terre se refroidit plus rapidement que l'eau, donc il se crée une zone de haute pression au dessus de la terre par subsidence. L'air chaud au-dessus de l'eau, moins dense que l'air froid de la terre, s'élève et crée une zone de basse pression. L'air froid se dirige alors vers la zone de pression plus basse. Le vent souffle de la terre vers la mer.

Brise de mer

Se produit le jour. La terre se réchauffe plus rapidement que l'eau, donc il se crée une zone de basse pression au dessus de la terre et l'air monte. L'air chaud au-dessus de la terre, moins dense que l'air froid de la mer, s'élève et crée une zone de basse pression. L'air froid subside augmentant ainsi la pression au dessus de l'eau et se dirige alors vers la zone de pression plus basse. Le vent souffle de la mer vers la terre.

10 - Vents anabatiques et catabatiques

Vent anabatique: Les pentes non recouvertes de neige se réchauffent le jour. À leur contact, l'air devient plus chaud et moins dense. Résultat, il se met à remonter le long des pentes.

Vent catabatique: Durant la nuit il y a refroidissement des versants de montagne. L'air avec lequel ils entrent en contact se refroidit aussi, devient plus dense, et se met à dévaler les pentes en direction des vallées. Ce phénomène se produit aussi le jour le long des pentes enneigées.

405.03 - Température et humidité

1 - Échelles Celsius et Fahrenheit

Le point de congélation est le point auquel les gouttelettes d'eau se transforment en cristaux de glace. Le point d'ébullition est le point auquel les gouttelettes se transforment en vapeur d'eau.

Échelle de température

- L'échelle Celsius a un point de congélation de 0° et un point d'ébullition de 100°(à la pression type de l'OACI). .
- L'échelle Fahrenheit a un point de congélation de 32° et un point d'ébullition de 212°.
- L'échelle absolue suppose un zéro absolu de -273°C. On calcule la température absolue en additionnant 273 à la température Celsius.

Conversion

$$\text{De Fahrenheit vers Celsius} = (\text{Fahrenheit} - 32) \times 5 / 9$$

$$\text{De Celsius vers Fahrenheit} = 9 / 5 \text{ Celsius} + 32$$

2 - Méthodes de réchauffement de l'atmosphère

Les **basses couches** de l'atmosphère sont réchauffées par:

Rayonnement: L'énergie du soleil est transmise à la terre de plusieurs façons. L'une d'entre elles est par la transmission de rayons ultraviolets. La couche d'ozone en absorbe une bonne partie mais le reste est transmis au sol. L'énergie ainsi absorbée par le sol sera transmis dans les bas niveaux de l'atmosphère sous forme de rayonnement infrarouge. Donc l'atmosphère est réchauffée par le sol, c'est-à-dire qu'il est réchauffé par le bas.

Conduction: C'est lorsque la chaleur se répand graduellement dans un objet, passant des parties chaudes aux parties froides. La conduction ne joue qu'un petit rôle.

Les **couches supérieures** de l'atmosphère sont réchauffées par:

Convection: C'est l'air qui se trouve au-dessus d'une surface très chaude qui s'agite et s'élève rapidement à travers l'atmosphère.

Advection: C'est de l'air froid qui se déplace sur une surface chaude, et se réchauffe à son contact.

Turbulence: La turbulence mécanique résultant du frottement de l'air contre le sol entraîne un certain brassage qui distribue la chaleur de surface en altitude.

Compression: Courant d'air descendant qui se produit dans les systèmes anticycloniques ou lorsque l'air dévale une pente montagneuse. À mesure qu'il descend, l'air rencontre des zones de pression atmosphérique de plus en plus élevée. Il se comprime et sa température augmente. Ce phénomène s'appelle la **subsidence**.

3 - Méthodes de refroidissement de l'atmosphère

Radiation: Au contact de la terre qui se refroidit, l'air se refroidit à son tour.

Advection: Une masse d'air chaud qui passe au-dessus d'une région plus froide, se refroidit à son contact.

Expansion: Par processus adiabatique, l'air qui est forcé de monter prend de l'expansion et se refroidit.

4 - Températures et courants verticaux selon le type de surface

Le type de surface a une influence directe sur la formation de courants verticaux. Un sol humide ou une surface d'eau entraînera beaucoup moins de convection qu'un sol sec et aride. Le vol au-dessus d'une forêt lors d'une journée chaude et ensoleillée sera en général moins turbulent qu'au-dessus de sols dénudés et de champs.

5 - Changements de température avec l'altitude et inversions

Inversion de température

Normalement, la température de l'atmosphère diminue avec la hauteur. Toutefois, ce n'est pas toujours le cas. On trouve parfois de l'air plus chaud en altitude. Une telle déviation de la norme porte le nom d'inversion si la température augmente réellement avec l'altitude.

Les inversions se rencontrent par nuit claire et calme, lorsque le sol froid refroidit l'air avec lequel il est en contact. La température au sommet d'une inversion créée de cette façon peut en fait être de 15° à 20°C plus chaude que la température au sol.

Les inversions peuvent également se produire lorsque de l'air froid, plus dense que de l'air chaud, glisse vers un terrain plus bas, une vallée par exemple, où il se retrouve prisonnier. De l'air chaud, soulevé par-dessus de l'air plus froid au-dessus d'une surface frontale est une autre cause d'inversion.

Une inversion se retrouve aussi dans la stratosphère. À la tropopause, la température se stabilise à environ -56°C et demeure constant avec l'altitude avant de commencer à remonter. Ceci est donc une inversion de température.

6 - Couche isotherme

Couche isotherme: Couche de l'atmosphère où la température ne change pas avec l'altitude.

Isotherme: ligne joignant les points de même température

7 - Humidité relative et point de rosée

Humidité: L'humidité est la présence de la vapeur d'eau dans l'air.

Humidité relative

Humidité relative est le rapport qui existe entre la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air et la quantité que ce même volume d'air contiendrait s'il était saturé. Le réchauffement et le refroidissement ont des effets sur l'humidité relative parce qu'ils affectent la capacité d'une masse d'air à retenir l'eau sous forme de vapeur. Le réchauffement d'une région diminue l'humidité relative et le refroidissement d'une région augmente l'humidité relative

Saturation: Lorsqu'une masse d'air contient la quantité maximale de vapeur d'eau qu'elle est capable de contenir à une température donnée on dit qu'elle est saturée. L'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau. Pour une même quantité de vapeur d'eau, l'air chaud aura donc une humidité relative plus faible.

Point de rosée: C'est la température à laquelle de l'air non saturé doit être refroidi, à pression constante, pour devenir saturé.

Gouttelettes d'eau surfondues: Sont des gouttelettes d'eau qui demeurent liquides à des températures bien inférieures au point de congélation.

La rosée : C'est l'humidité qui s'accumule sur les objets lors des nuit claires et calmes.

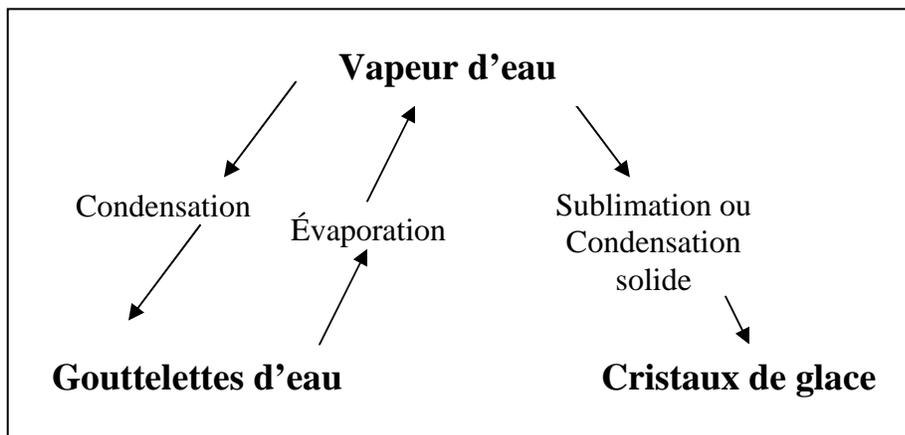
La gelée: Lorsque le point de rosée est en dessous du point de congélation, la vapeur d'eau passe directement à l'état de cristaux de glace par sublimation et adhère à toutes surfaces.

8 - Changement d'état de la matière, sublimation et condensation

Condensation : Lorsque la vapeur d'eau refroidit, se condense et se transforme en gouttelettes d'eau.

Sublimation : Lorsque la vapeur d'eau se transforme directement en cristaux de glace sans passer par l'étape visible des gouttelettes d'eau.

Évaporation : Lorsque les gouttelettes d'eau se réchauffent, prennent de l'expansion et se transforment en vapeur d'eau.



Vapeur d'eau = état gazeux

Gouttelettes d'eau = état liquide

Cristaux de glace = état solide

9 - Types de précipitations

Précipitations

Les précipitations surviennent lorsque les gouttelettes d'eau (visibles sous forme de nuages) atteignent le poids et la dimension nécessaires pour tomber par gravité.

Dans les nuages où la température est au-dessus du point de congélation, les courants verticaux remuent les gouttelettes d'eau. Ce faisant, elles se heurtent à d'autres gouttelettes et grossissent

progressivement à mesure qu'elles absorbent les gouttelettes avec lesquelles elles entrent en collision. Elles acquièrent de l'inertie jusqu'à ce qu'elles tombent enfin sous forme de pluie. Ce processus s'appelle la coalescence.

Les nuages formés à une température bien en dessous du point de congélation se composent ordinairement de petites particules de glace appelées cristaux de glace. Ces cristaux se forment directement à partir de la vapeur d'eau par sublimation.

Formes de précipitations

- **Bruine:** Minuscules gouttelettes d'eau semblant flotter dans l'air.
- **Pluie:** Grosses gouttelettes d'eau.
- **Grêle:** Couche transparente et dure de glace recouvrant une boule de glace molle.
- **Neige roulée** (granule de neige ou grésil): Glace molle et blanche (grêle sans couche transparente et dure de glace).
- **Neige:** Regroupement de plusieurs cristaux de glace.
- **Prismes de glaces:** Sont de minuscules cristaux de glace ayant l'apparence d'aiguilles.
- **Granules de glace** (aussi grésil): Résultent de la congélation de gouttes de pluie.

10 - Gradients adiabatiques sec et saturé

Répartition verticale de la température

Le taux de diminution avec la hauteur s'appelle le gradient vertical de température (ou gradient thermique vertical). Il y a différents types de taux.

Standard de l'OACI **1.98°C / 1000 pi**

Ceci veut dire qu'en condition d'atmosphère type de l'OACI la température extérieur indiqué sur le thermomètre à bord de votre avion diminuerait de 1,98°C par 1000 pieds (vous verriez deux en réalité !) lors d'une montée en altitude. Mais ceci, en atmosphère type de l'OACI (29,92'' et 15°C au sol).

Dans la vraie vie, le gradient thermique verticale peut prendre plusieurs valeurs différentes de 1,98°C par 1000 pieds. Par exemple, dans la stratosphère il devient d'abord zéro (température

constante avec l'altitude) et ensuite négatif (inversion de température). La stabilité de l'air est fortement affectée par la valeur de ce gradient. Le refroidissement thermique vertical de l'air est dû au fait que les couches plus élevées sont plus loin de la source radiative de chaleur, le sol.

Gradient adiabatique: Lorsqu'une masse d'air est forcée de prendre de l'altitude, celle-ci prend du volume (se dilate) parce que la pression diminue avec l'altitude. Se faisant, elle se refroidit donc de manière adiabatique par expansion. Il n'y a donc aucun échange de chaleur avec l'air environnant et la masse d'air s'élevant se refroidit donc à un taux précis. Un facteur régissant le gradient adiabatique est l'humidité relative.

- Adiabatique sec $3^{\circ}\text{C} / 1000 \text{ pi}$
- Adiabatique humide $1.5^{\circ}\text{C} / 1000 \text{ pi}$ (air saturée)

La raison pour laquelle le gradient sec et humide sont différents est la suivante. Lorsque l'eau contenue dans l'air saturé est forcée de se condenser à cause de la diminution de température, celui-ci libère de la chaleur latente dans l'air combattant ainsi l'effet de refroidissement.

Assurez-vous de ne pas confondre le gradient thermique vertical du gradient adiabatique.

Le gradient thermique vertical est réellement des lectures de températures prises à différentes altitudes de différentes couches d'air. Alors que le gradient adiabatique est le taux de chute en température d'une même masse d'air forcée de s'élever dans l'atmosphère.

La stabilité de l'air est fortement influencée par la valeur du gradient thermique vertical.

Petite valeur = air stable

Grande Valeur = air instable.

Si une masse d'air est plus chaude que son environnement, elle sera moins dense et par le principe d'Archimède (flottaison) elle sera forcée de s'élever et se refroidira au taux adiabatique. Notez que le taux adiabatique sec de refroidissement est plus élevé que le gradient thermique vertical.

Ceci implique qu'une masse d'air s'élevant se refroidira plus rapidement que l'air autour qui est stationnaire. Elle finira donc par rattraper la température extérieure et cessera de s'élever ayant

retrouvé la stabilité. Plus le gradient thermique vertical est fort, plus il est difficile pour une masse d'Aire plus chaude de rattraper la température de son environnement, et plus d'altitude elle requiert avant d'y parvenir. L'air est donc plus instable.

Altitude des nuages

La connaissance de la température de surface, du point de rosée vous permet d'estimer la hauteur de la base des nuages.

Exemple

Température en surface	15 °C
Point de rosée	5 °C
Air	Sec
Élévation du terrain	1500 pi

1. Soustraire le point de rosée à la température. Diviser le résultat par 3. Ceci donnera la hauteur de la base des nuages au-dessus du sol. $10\text{oC} / 3\text{oC} = 3.333 * 1000 \text{ pi} = 3333 \text{ pi AGL}$
2. Additionner l'élévation du terrain à la réponse trouvée à l'étape A pour obtenir la hauteur de la base des nuages p/r au niveau moyen de la mer.

$3333 \text{ pi} + 1500 \text{ pi} = 4833\text{pi ASL}$. Faites attention de ne pas confondre AGL et ASL

Tentez de résoudre le prochain exercice:

1. Trouver l'altitude du niveau de congélation par rapport au n.m.m.

Température au sol : 20°C

Point de rosée : 10°C

Élévation du terrain : 2000'

Réponse : 11999' ASL

On peut pousser l'audace plus loin en tentant de déterminer la hauteur du point de congélation dans un nuage. Vous utiliseriez la même formules en substituant le gradient sec pour l'humide et en utilisant la différence de température entre le point de rosée et zéro.

Le solutionnaire du dernier problème:

$(20^\circ - 10^\circ) / 3 \times 1000 = 3333$ pi AGL pour la base des nuages.

Ensuite: $(10^\circ - 0^\circ) / 1.5 \times 1000 = 6666$ pi ABN (au dessus de la base des nuages !)

$6666 + 3333 = 9999$ pi AGL + élévation = 11999 or 12000 pi ASL.

405.04 - Nuages, brouillard et agents de soulèvement

1 - Classes de nuages

Deux types de forme

Cumuliforme: Les cumuliformes prennent naissance dans les courants d'air ascendant et témoignent de la présence d'air instable. Ils sont en monceaux et ressemblent à des boules de coton.

Stratiforme: Les nuages stratiformes prennent naissance dans les courants d'air à déplacement lent, ils apparaissent en couches horizontales et témoignent de la présence d'air stable.

Famille des nuages hauts

- La base se situe entre 16500 pi et 45000 pi.
- Composé de cristaux de glace.
- Trois types : CI, CC, CS

Cirrus (CI)

- Très hauts, traînées de fins nuages blancs, d'aspect fibreux et délicat.
- Généralement pas de signification particulière.
- Peut signifier l'arrivée d'un front chaud éloigné.

Cirro Cumulus (CC)

- Nuages minces, ressemblant à du coton ou à des écailles.
- Avec des rides comme le sable au bord de la mer.
- Peu commun.
- Aucune indication sur la météo à venir.

- Pas d'effet direct sur le vol.
- Indicateur possible de forts vents ascendants.

Cirrus Stratus (CS)

- Très fine voile de nuages qui indique une possibilité de mauvaise météo à venir.
- Pas de précipitations ou de turbulence.
- Peu d'effet sur le vol.
- Favorise la formation de halos autour du soleil ou de la lune.

Famille des nuages moyens

- Base des nuages se situe entre 6500 pi à 23000 pi.
- Composé de cristaux de glace, gouttelettes d'eau et gouttelettes surfondues.
- Trois types : AC, ACC, AS

Alto Cumulus (AC)

- Couches ou plaques de nuages arrondis.
- Légère turbulence.
- Peu ou pas de précipitations.
- Le givrage peut survenir.

Alto Cumulus Castellanus (ACC)

- Altocumulus ayant l'apparence d'une tourelle peut devenir cumulonimbus.
- Une variation d'un altocumulus.
- Grande extension verticale.
- Possibilité d'averses.
- Indique l'instabilité, possibilité d'orages plus tard en journée.
- Turbulence modérée et givrage.

Alto Stratus (AS)

- Voile épais de nuages gris qui masque généralement le ciel tout entier.
- Apparaît à la base des cirrostratus.
- Approche d'un front chaud.
- Continu au-dessus d'une grande région.
- Turbulence légère.
- Pluie légère ou neige.

Famille des nuages bas

- Base se situe entre le sol et 6500 pi.
- Composé de gouttelettes d'eau, possiblement surfondues et de cristaux de glace
- Quatre types : SC, ST, NS, SF

Strato Cumulus (SC)

- Mince couche de nuages arrondis.
- Souvent dans les régions de haute pression l'hiver.
- On aperçoit le ciel bleu par brèches.
- La base est généralement à 2000 pi ou plus haut.
- Turbulent sous et dans le nuage, doux sur le dessus.

Stratus (ST)

- Très bas, base uniforme.
- Normalement plusieurs centaines de pieds d'épaisseur.
- Faible visibilité, souvent présence de bruine ou de brouillard.

Nimbo Stratus (NS)

- Couche basse de nuages gris sombre.
- Altostratus épaissi.
- Associé à un front chaud.
- Le sommet à 25000 pi.

- Pluie ou neige continue.
- Turbulence légère à modérée et givrage.

Stratus Fractus (SF)

- Stratus brisé par le vent (stratus en lambeaux).
- Normalement se forme dans les précipitations sous le nimbostratus et peut ou pas se fusionner avec l'étage supérieur.

Famille des nuages à extension verticale

- Base des nuages à partir de 1500 pi à 7 ou 8000 pi et des sommets jusqu'à 60 000 pi.
- Composé de gouttelettes d'eau, cristaux de glace et de gouttelettes d'eau surfondues.
- Quatre types : CU, TCU, CB, CF

Cumulus (CU)

- Épais, arrondis et bosselés.
- Base horizontale et le sommet arrondi.
- Se forme au cours de la journée pour se dissiper la nuit.
- La hauteur de la base dépend de l'écart entre le point de rosée et la température.
- Turbulence légère à modérée.
- Pas de précipitations.

Cumulus Fractus (CF)

- Cumulus qui commence à se former ou qui a été brisé par le vent.

Cumulus Bourgeonnant (TCU)

- un développement du cumulus.
- turbulence et givrage sévère.
- averses de neige en hiver.
- légères averses de pluie en été.
- air turbulent en dessous du nuage et givrage sévère à l'intérieur du nuage.

Cumulonimbus (CB)

- Développement d'un cumulus bourgeonnant.
- Sommet en forme d'enclume (souvent).
- Produit des éclairs et du tonnerre.
- Givrage sévère, turbulence et averses.
- La grêle se retrouve souvent à l'intérieur du nuage et parfois à l'extérieur aussi.
- Vents de surface violents aux environs.

2 - Formation et composition des nuages

Les nuages se forment par la condensation ou la sublimation de la vapeur d'eau lorsque ce qui suit est présent:

- L'humidité relative est élevée.
- Qu'il y a des noyaux de condensation (particules microscopiques telles que poussières, fumée, sel de l'océan, graines, pollen, etc. présentes dans l'air sur lesquels la vapeur d'eau se condense).
- Que l'air se refroidit.

3 - Précipitations et turbulence associées aux nuages

Précipitations	Types de nuages
Bruine, bruine verglaçante, neige en grains	Stratus, Stratocumulus
Neige ou pluie (continu)	Altostratus épais, nimbostratus
Neige ou pluie (intermittente)	Altostratus épais, stratocumulus
Averses de neige ou de pluie	Altostratus épais, stratocumulus
Neige roulée, grêle, averses de granules de glace	Altocumulus, cumulus bourgeonnant, cumulonimbus
Granules de glace (continu)	cumulonimbus
Prismes de glace	Tout nuage donnant de la pluie (sous le point de congélation)
	Aucun nuage nécessaire

Turbulence: La turbulence sera plus élevée dans les nuages de types cumuliformes, qui donnent des précipitations en averses.

4 - Types de brouillard

Brouillard

Le brouillard est en réalité un nuage, le plus souvent un stratus, qui touche le sol. Il apparaît lorsque l'air est refroidi jusqu'à une température inférieure à son point de rosée ou lorsque le point de rosée est élevé à la température de l'air par l'ajout de vapeur d'eau. Lorsque la température atteint le point de rosée, ils continueront de descendre également avec la température. Vous devez considérer un risque de formation de brouillard lorsque la température et le point de rosée sont espacés de moins de 2°C.

Les brouillards formés par refroidissement sont: le brouillard de rayonnement, d'advection et de pente.

Les brouillards formé par l'ajout d'humidité sont: le brouillard d'évaporation, de précipitation et glacé.

Le brouillard frontal: est formé par refroidissement et par l'ajout d'humidité.

Brouillard de rayonnement

Apparaît ordinairement la nuit mais il lui arrive aussi de se former au lever du soleil. Les conditions qui favorisent sa formation sont:

- ciel clair
- air humide
- vent léger

Le sol se refroidit en perdant sa chaleur par rayonnement. Ainsi, l'air en contact direct avec la surface de la terre se refroidit. Si l'air est humide et la température descend près de celle du point de rosée, il y aura formation de brouillard.

Brouillard d'advection

Est causé par une masse d'air chaud et humide qui dérive au-dessus d'une étendue de terre ou d'eau plus froide. Les vents peuvent excéder 15Mph.

Brouillard de pente

Est causé par le refroidissement de l'air dû à son expansion alors qu'il remonte une pente. Un léger vent remontant la pente est nécessaire à sa formation.

Brouillard d'évaporation

Apparaît lorsque de l'air froid passe au-dessus d'une surface d'eau chaude. L'évaporation de l'eau dans l'air froid se poursuit jusqu'à ce que l'air froid devienne saturé. Le surplus de vapeur d'eau se condense sous forme de brouillard.

Brouillard de précipitation

Survient lorsque l'air reçoit un surplus d'humidité suite à l'évaporation de la pluie ou de la bruine.

Brouillard glacé

Survient par temps extrêmement froid. L'air très froid est incapable de contenir davantage de vapeur d'eau et se transforme en cristaux de glace causant un obstacle sérieux à la vision. Les minuscules cristaux de glace qui le composent sont formés par sublimation et peuvent apparaître soudainement au démarrage du moteur de l'avion (la vapeur d'eau résultant de la combustion du carburant ainsi que les poussières s'ajoutent à l'air et sont mélangés ensemble par l'hélice).

Brouillard frontal

Associé souvent aux fronts chauds. Les brouillards de fronts chauds sont les plus étendus et sont causés par la pluie tombant de l'air chaud et qui s'évapore et vient saturer l'air froid en dessous.

Agents de soulèvement de l'atmosphère

Les agents de soulèvements sont des phénomènes qui permettent à l'air de se refroidir adiabatiquement par expansion et ainsi potentiellement provoquer la formation de nuages ou brouillards

Soulèvement (ou ascendance) orographique: L'air qui remonte un terrain en pente, par exemple le versant d'une montagne, continuera de monter, surtout s'il est instable.

Soulèvement (ou ascendance) frontal(e): Lorsque différentes masses d'air se rencontrent, l'air froid, qui avance ou qui recule, force l'air chaud à monter.

Convection: L'air se réchauffe au contact de la surface terrestre ce qui crée des courants d'air ascendant.

Convergence: Dans une dépression, le vent souffle à travers les isobares vers le centre de la dépression. L'air s'accumule au centre et le surplus est forcé de s'élever.

Turbulence mécanique: Le frottement entre l'air et le sol dérange la circulation de l'air ainsi que le réchauffement inégal du sol entraînant ainsi la formation de courants ascendants.

405.05 - Masses d'air et instabilité

1 - Masse d'air

Définition: Une large portion de la troposphère présentant des caractéristiques uniformes de température et d'humidité sur le plan horizontal.

2 - Classification des masses d'air et comment elles se forment

3 classes principales:

- Masse d'air de l'Arctique « A »
- Masse d'air Polaire « P »
- Masse d'air Tropicale « T »
- Dépend de sa température à la source

2 sous-classes:

- Masse d'air Continentale « c »
- Masse d'air Maritime « m »
- Dépend de son humidité selon si la masse est au-dessus d'un continent ou d'un océan.

Une masse d'air acquiert ses caractéristiques d'origine de la surface au-dessus de laquelle elle s'est formée. Une masse d'air ayant pris naissance au-dessus d'une surface glacée ou enneigée de l'Arctique sera froide et sèche. Une masse d'air qui s'est formée au-dessus du Pacifique Sud sera chaude et humide.

Une masse d'air formée au-dessus d'une vaste étendue d'eau est humide et porte le nom d'air maritime. Une autre ayant pour origine une vaste contrée sèche est qualifiée d'air continental.

3 - Masses d'air et climat en Amérique du Nord (cA mA mP mT)

Continental Arctique (cA)

- Se forme au-dessus des pôles (généralement l'hiver)
- Sèche
- Très froide
- Très stable
- Très basse tropopause

Maritime Arctique (mA)

- Se forme au-dessus de l'Alaska ou la Sibérie
- Passe peu de temps au-dessus du Pacifique
- Humide
- Froide
- Instable dans les basses couches
- Basse tropopause

Maritime Polaire (mP)

- Se forme au-dessus du pôle en Russie centrale du nord
- Passe beaucoup de temps au-dessus du Pacifique
- Humide
- Fraîche
- Instable
- Moyenne tropopause

Maritime Tropical (mT)

- Se forme au-dessus du Pacifique et de l'Atlantique
- Apparaît rarement au nord des Grands Lacs
- Donne souvent naissance à un brouillard dans les provinces des Maritimes
- Humide
- Chaude
- Très instable
- Haute tropopause

4 - Changement des masses d'air selon le temps et la distance

Les masses d'air se déplacent constamment. Bien que les caractéristiques d'une masse d'air soient déterminées par la région au-dessus de laquelle elle a été formée, ses caractéristiques de température et d'humidité varient en fonction des conditions rencontrées sur son passage. Par exemple, une masse d'air continentale arctique qui passe au-dessus des océans récupère de l'humidité et devient soit une masse d'air maritime polaire ou maritime arctique.

5 - Influence des masses d'air sur la météorologie

Masse d'air froid

- Instabilité
- Turbulence
- Bonne visibilité
- Nuages cumuliformes
- Précipitations : averses, grêle
- Des orages peuvent survenir

Masse d'air chaud

- Stabilité
- Air calme
- Mauvaise visibilité
- Nuages stratiformes et brouillard
- Précipitation: bruine

6 - Influence des saisons et de la géographie sur les masses d'air

Plus le climat se réchauffe au printemps en Amérique du nord, moins il y aura de masses d'air arctiques au-dessus de nos régions. La température à la hausse et la fonte des neiges transformera une masse d'air arctique en masse d'air polaire.

7 - Gradient thermique vertical

Le gradient thermique vertical est le taux de diminution de la température avec l'altitude d'une masse d'air.

8 - Relation entre gradient thermique vertical et stabilité

Un fort gradient thermique vertical entraîne l'instabilité de l'air. L'air plus froid qui se trouve au-dessus tend à redescendre vers le sol lorsque survient un bouleversement et l'air chaud des couches inférieures s'élève.

Un gradient thermique vertical faible entraîne la stabilité de l'air. Si la température diminue très peu avec l'altitude ou s'il y a de l'air plus chaud en altitude, il n'y aura aucune tendance au développement de courants verticaux.

9 - Stabilité en fonction du réchauffement ou du refroidissement du sol

Gradient prononcé: Lorsque les niveaux inférieurs sont réchauffés ou lorsque les niveaux supérieurs sont refroidis.

Gradient faible: Lorsque les niveaux inférieurs sont refroidis ou que les niveaux supérieurs sont réchauffés.

10 - Types de météo retrouvées dans les masses d'air stables et instables

Caractéristiques	Air stable	Air instable
Gradient thermique	Faible	Fort
Nuages	Stratiformes	Cumuliformes
Précipitations	Intensité uniforme y compris la bruine	Averses
Visibilité	Faible	Bonne
Vents	Continus	Rafales
Turbulence	Faible	Modérée à sévère

11 - Réchauffement et refroidissement de l'air par le sol en rapport avec la stabilité

Un sol qui se réchauffe réchauffera l'air au-dessus et entraînera de l'instabilité. À l'inverse, un sol qui se refroidit, refroidit l'air au-dessus et entraîne la stabilité.

12 - Influence de la stabilité et l'instabilité sur la visibilité

Visibilité

La visibilité signifie la distance à laquelle un objet proéminent peut être vu et identifié le jour, et un objet proéminent illuminé la nuit. La visibilité est un des éléments les plus importants du point de vue du vol. Une mauvaise visibilité réduit de beaucoup le jugement du pilote pour la navigation en toute sécurité de son aéronef.

Visibilité en vol: est la portée visuelle moyenne vers l'avant à partir du poste de pilotage d'un avion en vol.

Visibilité au sol: est la visibilité présente sur un aéroport, telle que rapportée par un observateur accrédité.

Restrictions à la visibilité:

Nuage	Brume sèche (HZ)	Cendres volcaniques (VA)
Précipitation	Fumée (FU)	
Brume (BR)	Sable (SA)	
Brouillard (FG)	Poussière (DU)	

La visibilité semble être un plus grand problème en air stable car les courants d'air sont principalement horizontaux et les nuages en couches. Toutefois, l'air instable peut aussi causer des problèmes de visibilité.

Air stable: Les impuretés des usines sont emprisonnées dans les bas niveaux, bruine, brouillard.

Air instable: La fumée peut être étalée verticalement, peut causer de la poudrière et le chasse-poussière.

13 - Convergence et divergence

Zone de convergence: L'écoulement d'air vers l'intérieur d'une région et elle est accompagnée d'un mouvement ascendant qui permet à l'excédant d'air de s'échapper. Cet air ascendant se refroidira adiabatiquement par expansion et mènera potentiellement à la formation de nuages. C'est l'une des raisons pour lesquelles il fait généralement plus mauvais dans les basses pressions. Une zone de basse pression est caractérisée par la convergence car l'air circule vers l'intérieur.

Zone de divergence: L'écoulement d'air vers l'extérieur est compensé par un mouvement d'air descendant. Cet air se réchauffera par compression (subsidence) et l'humidité relative diminuera. C'est pourquoi il fait généralement beau dans une haute pression. Une zone de haute pression est caractérisée par la divergence car l'air circule vers l'extérieur.

405.06 - Fronts

1 - Définition d'un front

Définition: Zone de transition entre deux masses d'air.

2 - Définitions des différents types de fronts

Frontolyse: La zone de transition entre deux masses d'air s'élargit et se diffuse (le front se dissipe). Front qui diminue d'intensité.

Frontogénèse: La zone de transition entre deux masses d'air devient plus étroite et effilé (le front est formé). Front qui augmente d'intensité.

Front froid

- Une masse d'air froid qui rattrape une masse d'air chaud.
- Plan incliné : 1 mille de haut / 50 mille de long (pente abrupte)
- Plafond bas et nuage à développement vertical.
- Visibilité s'améliore après le passage du front.
- Précipitations : pluie ou averses de neige.
- Turbulence: conditions de vol difficile.
- Vents : vire (ou avance) au passage du front.
- Température : baisse au passage du front.
- Formation possible d'orages isolés ou de lignes de grain.

Front chaud

- Une masse d'air froide qui recule.
- Plan incliné : 1 mille de haut / 150-200 mille de long (pente douce).
- La bande de nuages peut s'étendre jusqu'à 500 milles.
- Les précipitations peuvent précéder le front jusqu'à 250 milles.
- Plafond bas avec des nuages stratus.
- Visibilité : restreinte.
- Précipitations : fortes au passage du front.
- Turbulence : légère.
- Vents : vire graduellement au passage du front.
- Température : augmente graduellement au passage du front.
- Signes avant-coureur : CCANS (cirrus, cirrostratus, altostratus, nimbostratus, stratus)
- Des cumulonimbus encastrés dans la couche peuvent se former.

Front stationnaire

Une partie le long de laquelle l'air froid n'avance ni ne recule.

Front froid occlus ou occlusion froide

- Air froid rattrapant un front chaud et soulève le secteur chaud de façon à le couper complètement du sol.
- Air froid rattrapant de l'air frais.
- Entraîne une langue d'air chaude en altitude (trowal)
- Mêmes caractéristiques qu'un front chaud avec la probabilité d'obtenir des cumulonimbus si l'air chaud est instable.

Front chaud occlus ou occlusion chaude

- Vu la distance qu'il a parcourue, l'air froid peut avoir subi une transformation. Il peut être moins froid que l'air froid qu'il a rattrapé.
- Air frais rattrapant de l'air froid.
- Entraîne une langue d'air chaude en altitude (trowal)
- Mêmes caractéristiques qu'un front chaud avec la probabilité d'obtenir des cumulonimbus si l'air chaud est instable.

Trowal: C'est une langue d'air chaud en altitude.

Front supérieur: N'est pas une occlusion. Une masse d'air froide ou une masse d'air chaude chevauche une masse d'air plus froide emprisonnée en-dessous (exemple : air froid emprisonné dans une vallée) La surface frontale quitte le sol. Une station au sol ne ressentira pas de changement en température ou en vents mais observera des nuages et précipitations associés au front en altitude présent.

3 - Structure des fronts et temps associé

(Voir point d'enseignement #2)

4 - Aspects tridimensionnels des fronts et valeurs des pentes

(Voir point d'enseignement #2)

5 - Formation des fronts

Selon la direction des vents dominants, les vents de la masse d'air froide au nord proviennent de l'est et les vents de la masse d'air chaude proviennent de l'ouest. L'air de la masse d'air chaude tend à empiéter sur la masse d'air froide. La circulation de l'air cherche à se diriger vers le nord. La masse d'air froide tend à empiéter sur la masse d'air chaude. La circulation de l'air cherche à se diriger vers le sud. La combinaison de ces tendances cause un mouvement rotatoire dans le contraire des aiguilles d'une montre. Une dépression se crée et prend continuellement de l'ampleur. Les fronts se créent et s'intensifient dans la dépression.

Voir Entre Ciel et Terre page 5.20 pour les schémas.

405.07 - Dangers météorologiques

1 - Types de turbulence, convection et turbulence mécanique

La turbulence est un mouvement irrégulier de l'air résultant de tourbillons et de courants verticaux. Elle variera de quelques secousses ennuyeuses sans importance, à suffisamment forte pour causer une perte de contrôle momentanée ou des dommages structuraux.

Types/Causes de turbulence

Turbulence mécanique: Le frottement entre l'air et le sol, particulièrement lorsque le terrain est irrégulier et en présence d'obstacles, produit des tourbillons et par conséquent de la turbulence dans les niveaux inférieurs.

Turbulence thermique (ou convective): On doit s'attendre à de la turbulence les chaudes journées d'été lorsque le soleil réchauffe le sol inégalement. Des courants convectifs isolés se mettent alors en mouvement et causent de la turbulence.

Turbulence frontale: Le soulèvement de l'air chaud par la surface frontale et le frottement entre deux masses d'air contrastantes produisent de la turbulence dans la zone frontale.

Turbulence de cisaillement (orographique): Tout changement marqué du vent avec l'altitude produit des zones de turbulence locales. Quand le changement de vitesse et de direction est prononcé, on doit s'attendre à une turbulence forte.

2 - Cisaillement du vent

Le cisaillement réfère à l'effet de « déchirement » soudain rencontré à la limite d'une zone dans laquelle survient un changement violent dans la direction et la vitesse du vent.

L'effet du cisaillement sur les performances de l'avion s'explique par le fait que le vent peut varier beaucoup plus rapidement qu'il n'est possible d'accélérer ou décélérer la masse de l'avion. Un cisaillement sévère peut tellement taxer les performances de l'avion que ce dernier soit incapable d'en compenser les effets, particulièrement à l'atterrissage et au décollage, des phases critiques du vol.

Sources de cisaillement du vent à proximité du sol

Cisaillement frontal: Ce type de cisaillement présente un problème seulement aux fronts caractérisés par de forts gradients de vent. En surface, si la différence de température entre les deux côtés du front est égale à ou excède 5°C, et si le front se déplace à une vitesse approximative de 30 nœuds ou plus, il y aura presque certainement cisaillement. Peu importe la direction dans laquelle on traverse un front, le changement de direction de vent va exiger une correction de cap vers la droite.

Cisaillement des bas niveaux: Associé aux orages. À mesure que l'orage approche de sa maturité, de forts courants descendants se développent qui viennent percuter le sol pour s'étaler horizontalement loin devant l'orage. Les variations dans la direction du vent peuvent atteindre 180° et les vitesses dépasser 100 nœuds et ce, jusqu'à 10 milles devant l'orage.

Inversion de température (courant-jet nocturne, de basse altitude): Le refroidissement nocturne crée une inversion de température quelques centaines de pieds au-dessus du sol. L'inversion peut donner lieu à un cisaillement important, particulièrement si elle est jumelée à un courant-jet relativement bas. Il atteint son paroxysme peu après minuit et diminue le matin quand le réchauffement diurne fait disparaître l'inversion.

Courant-Jet: D'étroites bandes de vents excessivement forts, généralement entre 100 et 125 nœuds et peuvent atteindre 250 nœuds. Ils existent dans la haute atmosphère, entre 20000 et 40000 pi (ou plus).

Obstacles en surface: L'écoulement irrégulier et turbulent de l'air autour des montagnes et collines, ainsi qu'à l'intérieur des cols montagneux, causent de sérieux problèmes de cisaillement aux avions à l'approche sur des terrains situés à proximité des chaînes de montagnes.

3 - Formation des orages

Voici les critères de base pour le développement d'un orage:

- Air instable
- Grande quantité d'humidité
- Agent de soulèvement

Les agents de soulèvement pour les orages sont:

- Convection
- Soulèvement orographique
- Soulèvement frontal

Deux types d'orages

1. Orage de masse d'air (convection ou soulèvement orographique)
2. Orage frontal

4 - Structure d'un orage

Étape 1 : Cumulus

- Forts courants ascendants dominant (air instable dans les hauts niveaux).
- La température à l'intérieur de la cellule est plus élevée que la température de l'air environnant.
- Le diamètre se situe entre 1 à 2 milles (mais peut aller jusqu'à 6 milles).
- Gradient thermique vertical élevé.

Étape 2 : Maturité

- Les courants ascendants peuvent atteindre une hauteur impressionnante.
- Les courants descendants débutent au milieu et au bas de la cellule.
- Début des précipitations.
- Cette étape dure généralement de 15 à 20 minutes (mais peut aller jusqu'à 60 minutes).

Étape 3 : Dissipation

- Les courants descendants occupent toute la cellule à l'exception du sommet où des courants ascendants persistent.
- La pluie diminue et arrête.
- Le sommet de la cellule se déploie sous forme d'enclume.

Ils sont toujours accompagné de:

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| - tonnerre | - rafales et de turbulence violentes |
| - éclairs | - pluie abondante |
| - fort courants verticaux | - quelquefois de grêle |
| - Givrage | - Mauvaise visibilité |

5 - Dangers reliés aux orages

Turbulence

Turbulence sévère autour, en dessous et à l'intérieur de la cellule. Courants descendants pouvant atteindre 2000 pi/min et courants ascendants allant jusqu'à 6000 pi/min. Dans certains microrabattants des courants de plus de 6000' min ont déjà été observés, c'est une descente à plus de 60 nœuds vers le bas ! Elle peut endommager sévèrement l'aéronef. Les vents peuvent avoir des rafales allant facilement jusqu'à 80 noeuds. La grêle peut causer des dommages sérieux à l'avion. Le givrage est un danger lorsque les gouttelettes d'eau surfondues frappent l'aéronef. Les éclairs entravent la vision, perturbe les appareils de radionavigation et de communication HF. Frappent l'aéronef avec une probabilité plus grande lorsque la température se situe entre -5°C à +5°C. La pluie abondante peut entraîner la contamination de la surface de l'aile et mener à un décrochage prématuré. La pluie réduit la visibilité

6 - Erreurs de l'altimètre causée par l'orage

Les fluctuations rapides de la pression barométrique rendent l'altimètre très peu fiable.

7 - contamination de la surface de l'avion au sol

Poids: accumulation dû à la neige et la glace. L'enlever même si aucun vol n'est prévu. N'assumez jamais que la neige s'enlèvera d'elle-même. La neige peut même se transformer en glace lors de la course au décollage.

Surface critique: les ailes, les gouvernes, les rotors, les hélices, la surface supérieur du fuselage menant vers une hélice propulsive, les stabilisateurs horizontaux et verticaux ou toutes surfaces stabilisantes d'un aéronef.

Eau: Accumulation dans les prises pitot et statiques, bouche d'aération, prises d'air. Peut geler et occasionner leur mauvais fonctionnement.

Inspection pré-vol: ne laissez pas le froid dicter le nombre de minutes que vous consacrez à la vérification avant-vol. Soyez encore plus vigilant.

8 - Vol dans une région orageuse, évitement et contournement

Évitement des orages

- Ne pas voler à travers un orage.
- Évitez de décoller ou d'atterrir à proximité d'eux.
- Ne pas voler en dessous.
- Réduisez votre vitesse jusqu'à la vitesse de manœuvre au premier signe de turbulence.
- Si vous devez voler près d'un orage, restez au moins à 10-15 milles à l'écart et du côté droit d'un CB. En tant que pilote, évitez de voler à proximité d'un orage est la solution la plus sécuritaire à prendre. Un orage est une région de basse pression (antihoraire et vers l'intérieur). Vous obtiendrez des vents favorables en contournant un orage par sa droite.

9 - Formation de givrage

Givrage

À des températures en dessous de zéro degré Celsius, des gouttelettes d'eau surfondues peuvent percuter votre aile, geler et adhérer à sa surface. C'est ce qu'on appelle le givrage. Les nuages, la pluie verglaçante et la bruine verglaçante sont tous propices à un givrage dangereux.

Types de givrage

Rosée glacée (ou congelée) : Elle est habituellement claire et quelque peu cristalline et se forme sur les avions stationnés à l'extérieur lors de nuits froides et claires. La rosée se condense d'abord sur le revêtement de l'avion pour ensuite geler lorsque la surface de l'avion se refroidit. Il est très dangereux de voler avec de la rosée glacée c'est pourquoi elle doit être enlevée avant le décollage.

Gelée blanche: Elle est blanche, plumetée, semi cristalline, pouvant recouvrir toute la surface de l'avion. Elle est formée par de l'humidité qui se sublime sur l'avion et elle peut survenir durant le vol.

Givre blanc: C'est un dépôt de glace opaque d'un blanc laiteux. Il s'accumule sur le bord d'attaque des ailes et les antennes. Elle se forme par le gel presque instantané de petites gouttelettes d'eau surfondues.

Givre transparent (clair): C'est une lourde couche de glace vitreuse qui se forme sur toute la surface. Une petite portion de la gouttelette d'eau surfondue gèle à l'impact. Le reste de la gouttelette à l'état liquide s'étalera sur la surface où elle se mêlera à d'autres gouttes, pour ensuite geler lentement et couvrir toute la surface.

Taux de prise (coalescence)

Le taux de prise du givrage est plus fort sur une aile mince qui vole à haute vitesse. Le nombre de gouttelettes frappées par l'avion augmente avec sa vitesse. Une aile mince capte plus de gouttelettes qu'une aile épaisse.

10 - Dangers associés au givrage

Surface	Effet
Gouvernes	Réduction de portance. Les gouvernes peuvent geler.
Ailes	Modifie la forme de l'aile, détruit l'écoulement laminaire, augmente le poids. La vitesse de décrochage augmente.
Verrière	Visibilité réduite.
Antennes radio	Bloque la transmission.
Prises de pression pitot/statique	Obstruction des prises.

11 - Brume sèche, fumée et leur influence sur la visibilité

Brume sèche: Très petites gouttelettes d'eau et de particules de poussière qui créent un voile uniforme qui réduit la visibilité. La fumée est causée par les polluants industriels et l'échappement des véhicules. La brume sèche se rencontre surtout dans les zones urbaines lorsque de l'air très stable est présent.

12 - Ligne de grain

Longue ligne d'orages accompagnant le passage d'un front froid rapide.

13 - Tornade

- Violentes trombes circulaires, associées aux orages sévères.
- Ce sont des dépressions très creuses et concentrées.
- Ressemblent à des entonnoirs suspendus en dessous d'un cumulonimbus et ont une couleur très sombre à cause de la poussière et des débris aspirés par leurs tourbillons.
- Vents très forts (jusqu'à 300 noeuds).

405 - MÉTÉOROLOGIE (Objectif 2 – Bulletins météo)

405.01 - METAR et TAF

1 - Émission d'un METAR

METAR

- Message d'observations météorologiques régulières pour l'aviation.
- Faites et diffusées à chaque heure.
- Valide à l'heure d'émission.
- Couvre un rayon de 5 milles nautiques autour de l'aérodrome.
- Les altitudes sont données en AGL.
- Les degrés sont des degrés vrais

SPECI

- Message d'observations météorologiques spéciales pour l'aviation.
- Émis lorsque des variations importantes du temps surviennent.
- Valide à l'heure d'émission.

METAR	TAF
Observation	Prévision
Chaque heure	5 mn autour de l'aéroport
Valide au moment de l'observation	4 fois par jour
Altitude en AGL	Valide 20 minutes après l'émission pour 24 heures
Degrés vrais (SPECI)	Altitude en AGL Degrés vrais

2 - Décodage d'un METAR

Décodage

Chaque rapport est précédé du mot « METAR » ou « SPECI » afin de l'identifier.

Identification de la station

Composé de 4 lettres

Exemple : CYWG = Winnipeg

C = pays (Canada)

WG = aéroport (Winnipeg)

Date et Heure: Sont données généralement en six chiffres, utilisant le temps universel coordonné (UTC). Ex : 132000Z = 13e jour du mois, à 20h00UTC.

Vents de surface: La direction du vent est donnée en degrés vrais, à 3 chiffres et la vitesse du vent est donnée en nœuds. S'il y a des rafales, le symbole « G » sera utilisé.

Ex : 30015G25KT = Vents du 300o vrai, à 15 Kts, rafales à 25 Kts.

Visibilité dominante: Mesurée en milles terrestre et en fraction de mille terrestre. Elle est définie comme étant la meilleure visibilité commune à un demi mille ou plus du cercle horizontal.

Ex : 3/4SM = Visibilité de $\frac{3}{4}$ mille terrestre.

Portée visuelle de piste: Informe de la portée visuelle sur une piste en particulier, en indiquant sa tendance. (D = baisse, U = hausse, N = stable) La portée visuelle de piste est incluse chaque fois que la visibilité dominante est de 1 mille ou moins et/ou que la portée de piste est de 6,000 pieds ou moins.

Ex : R36/4000FT/D = piste 36, 4000 pi de portée visuelle à la baisse.

Temps présent: Rapporte le type de précipitation et son intensité. (- signifie faible, + signifie forte). Ex : -SN BLSN = faible neige, poudrerie

Symboles pour décrire le temps présent

SH	Averses	PL	Grésil ou granule de glace
DR	Chasse ... basse	HZ	Brume sèche
TS	Orage	FU	Fumée
FZ	Verglaçante	SA	Sable
MI	Mince	FG	Brouillard (vsby < 5/8)
BL	Chasse ... élevée	BR	Brume (vsby > 5/8)
BC	Bancs	DU	Poussière
RA	Pluie	+FC	Tornade
SN	Neige	VA	Cendre volcanique
DZ	Bruine	FC	Nuage en entonnoir
SG	Neige en grains	SS	Tempête de sable
IC	Cristaux de glace	PO	Tourbillons de poussière/sable
GS	Neige roulée	SQ	Grain
GR	Grêle	DS	Tempête de poussière

État du ciel: La hauteur des nuages est rapportée en centaines de pieds.

Ex : 030 = 3000 pi, 140 = 14000 pi, 003 = 300 pi.

Étendue des nuages: Mesurée en octas.

Ex : SCT020 BKN080 = Couche épars à 2000 pi et couche fragmentée à 8000 pi.

Encodé	Décodé	Signifie	Couverture
CLR	Ciel clair (Sky clear)	aucun nuage présent	0/8
FEW	Peu (few)	Traces jusqu'à 2 octas	2/8
SCT	Épars (Scattered)	3 à 4 octas	3/8 à 4/8
BKN	Fragmenté (broken)	5 à moins de 8 octas	5/8 à moins de 8/8
OVC	Couvert (overcast)	8 octas	8/8

Plafond : On dit qu'il existe un plafond de nuages à la hauteur de la première couche à laquelle on a signalé une nébulosité fragmenté ou couvert ou la visibilité verticale lorsqu'une condition telle la neige, fumée ou brouillard existe.

Visibilité verticale: Si le ciel est obscurci par une couche à la surface du sol, comme un brouillard. Ex : VV003 = visibilité verticale de 300 pi.

Température: Arrondis au degré Celsius entier le plus près. Les valeurs négatives sont précédées de la lettre « M ». La température et le point de rosée sont séparés par un trait oblique.

Ex : 03/M01 = Température de 3oC, Point de rosée à -1oC.

Calage altimétrique: Au Canada et aux États-Unis, le calage altimétrique est donné en centièmes de pouces de mercure, à l'aide de 4 chiffres précédés de la lettre « A ».

Ex : A2937 = Calage altimétrique de 29.37 po Hg

L'usage international veut que le calage altimétrique soit indiqué en Hectopascals entiers. Le groupe est alors précédé de la lettre « Q ». Ex : Q1002 = Calage altimétrique de 1002 HPa

Remarques: Identifié par l'indicateur « RMK ». Ils incluent le type de nuages et l'opacité des couches, la pression au niveau de la mer en HPa et tout autre renseignement d'intérêt pour l'aviation. Ex : RMK SLP 059 = Pression au niveau de la mer à 1005.9 HPa

Opacité des couches: Dans les METARS, le code de nébulosité est basé sur la quantité actuelle présente, sans se soucier si oui ou non vous pouvez voir au travers. Cependant, l'opacité du nuage (la partie que vous ne pouvez pas voir au travers) est rapportée séparément dans la section des remarques.

Ex : ST2SC3AC2 = Stratus à 2/8 du ciel, Stratocumulus à 3/8 du ciel et Altocumulus à 2/8 du ciel. Donc ensemble, ils cachent 7/8 du ciel.

Obscurcissement partiel: Si un phénomène d'obscurcissement, tel un brouillard, obscurcit une portion du ciel, cela ne sera pas rapporté dans le METAR mais plutôt dans les remarques avec le nombre d'octas qu'il cache. Ex : FG5 = Brouillard à 5/8 du ciel

3 - AWOS METAR

METAR émis à l'aide d'un service automatisé d'observations météorologiques

4 - Émission, validité et portée d'un TAF

Prévision d'aérodrome international. Énumère en termes spécifiques les conditions météo attendues qui affecteront l'atterrissage et le décollage d'un aéronef à un aérodrome. Le contenu de la prévision est le vent, le cisaillement du vent en surface, la visibilité dominante, le temps récent et l'état du ciel. Couvre un rayon de 5 milles nautiques autour de l'aérodrome. Les altitudes sont données en AGL. Les degrés sont des degrés vrais

Émis 4 fois par jour à intervalles de 6 heures et valide 20 minutes après l'émission et pour une durée de 24 heures.

5 - Décodage d'un TAF

Chaque prévision est précédée du mot « TAF » afin de l'identifier.

Les indicateurs de l'emplacement, les symboles de couverture du ciel, les précipitations et l'obstruction à la visibilité sont les mêmes que pour les METARS.

Date/Heure de l'émission et période de couverture: Jour du mois et heure UTC de l'émission immédiatement après l'indicatif de la station. Ensuite suivent deux groupe de 4 chiffres indiquant la période de couverture, les deux premier chiffres indiquent le jour du mois et les deux derniers l'heure.

Ex : TAF CYWG 121030Z 1211/1311 = 12ième jour du mois, émis à 10h30 UTC et couvre la période comprise entre 1100Z le 12 du mois jusqu'au lendemain le 13 du mois à 1100Z. Un TAF reste valide jusqu'à la fin de sa période de couverture ou jusqu'au moment où il est remplacé par un autre TAF.

Prévision de vent : Codé de la même façon que les METARS. Lorsque les vents sont calmes, on l'indique comme suit : 00000KT. Lorsque la vitesse du vent est de 3 nœuds ou moins, on l'indique comme suit : VRB03KT.

Prévision de la visibilité: Même format que les METARS. Une visibilité supérieure à 6 milles terrestres peut être indiquée par P6SM.

Prévision météo: Mêmes abréviations que les METARS, suivant immédiatement la visibilité.

Prévision de l'état du ciel: Même format que les METARS.

Changement de prévisions: La météo demeure rarement fixe pendant la période de 12 ou 24 hrs. La période de validité de la prévision peut donc être divisée en plusieurs « périodes partielles », chacune représentant un segment de temps pour lequel on prévoit un changement permanent de météo.

Ex: FM0400Z = Indique le début d'une nouvelle période partielle, débutant à l'heure indiquée, 4h00UTC.

Ex : BECMG 1214 = Est utilisé lorsqu'on prévoit un changement permanent avec une indication de la durée. Il y aura changement entre 12h00 et 14h00 UTC.

Ex : TEMPO 0914 = Indique une fluctuation temporaire de certains éléments météorologiques, la fin d'un phénomène météorologique significatif ou un changement météorologique significatif entre une période de temps donnée. Il y aura un changement temporaire entre 9h00 et 14h00 UTC.

Ex : PROB30 0407 = Indique une probabilité de 30% d'un changement entre 4h00 et 7h00 UTC. Utilisé seulement pour des probabilités de moins de 50%.

405.02 - GFA et FD

1 - Émission et validité d'un GFA

Série de cartes météorologiques mises à jour temporellement, chacune décrivant les conditions météorologiques les plus probables prévues en-dessous de 400Mb (24 000 pieds) pour une zone donnée à une heure précise.

Les GFA sont émises 4 fois par jour, environ 30 minutes avant le début de la période de prévision. Ils sont valides à 0000Z, 0600Z, 1200Z et 1800Z.

Chaque GFA est émis en groupe de 6 cartes : 2 cartes valides au début de la période de prévision, 2 autres valides 6 heures après et 2 autres valides 12 heures après.

Une carte illustre les nuages et le temps tandis que l'autre représente le givrage, la turbulence et le niveau de congélation.

Un aperçu des conditions IFR pour une période additionnelle de 12 heures sera inclus dans la carte finale représentant les nuages et le temps.

2 - Interprétation d'un GFA

- Les vitesses sont en nœuds (kts) et la direction des vents en degrés vrais
- Les hauteurs sont exprimées en centaines de pieds ASL (AGL si indiqué)
- Les distances sont en milles nautiques et les visibilitées en milles terrestres

Présentation

Chaque carte GFA est divisée en quatre parties : boîte de titre, boîte de légende, boîte de commentaires et section de renseignements météorologiques.

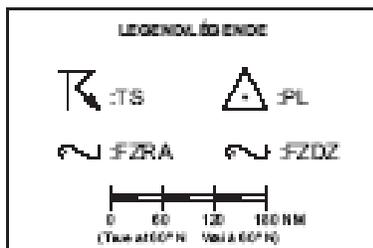
Boîte de titre

La boîte de titre inclut le nom de la carte, l'indicatif de quatre lettres du bureau d'émission, le nom de la zone GFA, le type de carte, la date et l'heure d'émission et la date et l'heure de validité de la carte. La boîte de titre est dans le coin supérieur droit de la GFA. Dans l'exemple suivant, la boîte de titre indique le nom de la GFA (GFACN33) et qu'elle a été émise par le bureau de services météorologiques et environnementaux de Montréal (CWUL). La zone de GFA de l'exemple de carte est ONTARIO-QUÉBEC et le type de carte est nuages et temps. La section suivante indique l'heure d'émission de la carte de GFA, qui est 1130 UTC le 17 septembre 1999. La dernière section indique l'heure de validité de la carte GFA qui, dans cet exemple, est valable à 0000 UTC le 18 septembre 1999.

GFACN33 CWUL	
REGION / ONTARIO-QUÉBEC	
CLOUDS AND WEATHER NUAGES ET TEMPS	
ISSUED AT ÉMIS À	17/09/1999 1130Z
VLD:	18/09/1999 0000Z

Boîte de légende

La boîte de légende inclut les symboles météorologiques qui peuvent être utilisés dans la partie des renseignements météorologiques de la GFA. Elle inclut aussi une échelle en milles marins afin de faciliter le calcul des distances. Les symboles utilisés dans la GFA correspondent à ceux utilisés dans une carte de prévisions de temps significatif. Dans l'exemple suivant, les symboles d'orage (TS), de grésil (PL), de pluie verglaçante (FZRA) et de bruine verglaçante (FZDZ) sont indiqués dans la boîte de légende.



Abréviations et symboles

Seules les abréviations météorologiques standard sont utilisées dans la GFA. Les symboles utilisés dans la GFA correspondent à ceux se trouvant dans des produits météorologiques similaires déjà décrits dans l'A.I.M., tels que les cartes de prévisions de temps significatif (article 3.14 de la section MET).

Boîte de commentaires

La boîte de commentaires fournit des renseignements que le prévisionniste considère importants (p. ex. formation ou dissipation de brouillard, accroissement ou diminution de la visibilité, etc.). Elle sert aussi à décrire les éléments qui sont difficiles à illustrer ou, encombreraient la carte s'ils étaient ajoutés à la représentation (p. ex. givrage léger). Les phrases usuelles, « HGTS ASL

UNLESS NOTED » et « CB TCU AND ACC IMPLY SIG TURBC AND ICG. CB IMPLIES LLWS » sont aussi incluses dans la boîte de commentaires. Un aperçu IFR, pour une période additionnelle de 12 heures, est inclus dans la boîte de commentaires de la carte nuages et temps GFA de 12 heures. Dans cet exemple, le prévisionniste a noté deux commentaires, soit que le brouillard/la brume se dissipera après 1400 UTC, puis que les plafonds de stratocumulus deviendront épars après 1500 UTC.

La boîte de commentaires de la carte nuages et temps GFA de 12 heures inclut aussi un aperçu IFR, pour une période additionnelle de 12 heures, dans la section inférieure de la boîte. L'aperçu IFR est toujours de nature générale, indiquant les principales zones où les conditions atmosphériques IFR sont prévues, la cause des conditions atmosphériques IFR et toutes les intempéries associées. Dans l'exemple donné, des conditions IFR causées par le plafond bas (CIG), la pluie (RA) et la brume (BR) au sud de la vallée du Saint-Laurent sont prévues. En outre, des conditions IFR locales sont prévues en raison d'un écoulement vers le littoral (ONSHR) et d'un écoulement ascendant (UPSLP) du nord-ouest de la baie James (JAMSBA) et la baie d'Hudson (HSNBA).

Pour les besoins de la météorologie, l'aperçu IFR est fondé sur les éléments suivants :

CATÉGORIE PLAFOND VISIBILITÉ

IFR inférieur à 1000 pi AGL et / ou inférieure à 3 SM

MVFR de 1000 à 3000 pi AGL et / ou de 3 à 5 SM

VFR supérieur à 3 000 pi AGL et supérieure à 5 SM

<p>COMMENTS / COMMENTAIRES</p> <p>1. FG/BR DSIPTG AFT 14Z</p> <p>2. SC CIGS BECMG SCT AFT 15Z</p> <p>HGTS ASL UNLESS NOTED CB TCU AND ACC IMPLY SIG TURBC AND ICG. CB IMPLIES LLWS</p> <p> Environment Canada Environnement Canada</p>
<p>IFR OTLK</p> <p>IFR CIG/RA/BR S STLAWRG VLY. LCL IFR IN ONSHR/UPSLP NWLY FLO OFF JMSBA AND HSNBA.</p>

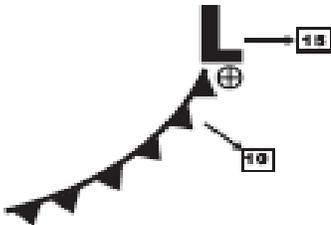
Renseignements météorologiques

La partie des renseignements météorologiques de la carte représente une prévision des conditions de nuages et de temps ou une prévision des conditions de givrage, de turbulence et de niveau de congélation pour une heure donnée.

Carte de nuages et temps

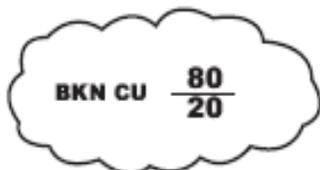
La carte nuages et temps GFA fournit une prévision des couches nuageuses et/ou des phénomènes en surface, de la visibilité, des conditions météorologiques et des obstacles à la vue à l'heure de validité de cette carte particulière. Les lignes joignant les points d'égale pression en surface (isobares) sont représentées à intervalles de 4 mb. En outre, les éléments synoptiques pertinents qui sont responsables des conditions météorologiques décrites sont également représentés avec une indication de leur vitesse et de la direction du déplacement à l'heure de validité.

Éléments synoptiques: Le déplacement des éléments synoptiques, lorsque la vitesse de déplacement prévue est de 5 kt ou plus, sera indiqué par une flèche et une vitesse. Dans le cas des vitesses inférieures à 5 kt, les lettres QS (quasistationnaire) sont utilisées. Le centre d'une dépression se déplaçant vers l'est à 15 kt avec un front froid associé se déplaçant vers le sud-est à 10 kt serait indiqué comme suit :



Nuages: La base et le sommet des nuages prévus entre la surface et 24 000 pi ASL seront indiqués sur la carte nuages et temps GFA. Le sommet des nuages convectifs (c.-à-d. TCU, ACC, CB) est indiqué, même s'ils sont au-dessus de 24 000 pi ASL. Les cirrus ne sont pas représentés sur la carte. Le type de nuages ne sera indiqué que s'il est considéré important, cependant, les nuages convectifs tels que les CU, TCU, ACC et CB seront toujours indiqués, si leur présence est prévue.

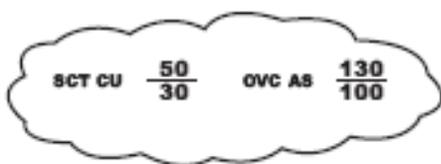
Une bordure festonnée entoure les zones nuageuses organisées, lorsque l'état du ciel est fragmenté (BKN) ou couvert (OVC). Une zone organisée de cumulus fragmentés dont la base est à 2 000 pi ASL et le sommet à 8 000 pi ASL serait indiquée comme suit :



Lorsqu'on ne prévoit pas de zones de nuages organisées et lorsqu'on s'attend à ce que la visibilité soit supérieure à 6 SM, on n'utilise pas une bordure festonnée. Dans ces zones, l'état du ciel est représenté par les termes SKC, FEW ou SCT. Dans l'exemple suivant, des nuages épars non organisés dont la base est à 3 000 pi ASL et le sommet à 5 000 pi ASL sont prévus :

SCT $\frac{50}{30}$

Lorsque des couches nuageuses multiples sont prévues, la quantité de nuages de chaque couche est fondée sur la quantité de nuages à ce niveau, non pas sur la nébulosité cumulative. La base et le sommet de chaque couche sont indiqués. Par exemple, une couche de cumulus épars dont la base est à 3 000 pi ASL et le sommet à 5 000 pi ASL et une couche d'altostratus couverts plus élevés dont la base est à 10 000 pi ASL et le sommet à 13 000 pi ASL seraient indiquées comme suit :



À moins d'indication contraire, toutes les hauteurs sont indiquées en centaines de pieds ASL (p. ex. 2 signifie 200 pi, 45 signifie 4 500 pi, etc.). Les hauteurs au-dessus du niveau du sol (AGL) sont indiquées par l'abréviation CIG (p. ex. ST CIGS 5-10 AGL). Une note à cet effet est incluse dans la boîte de commentaires dans le coin inférieur droit de la carte.

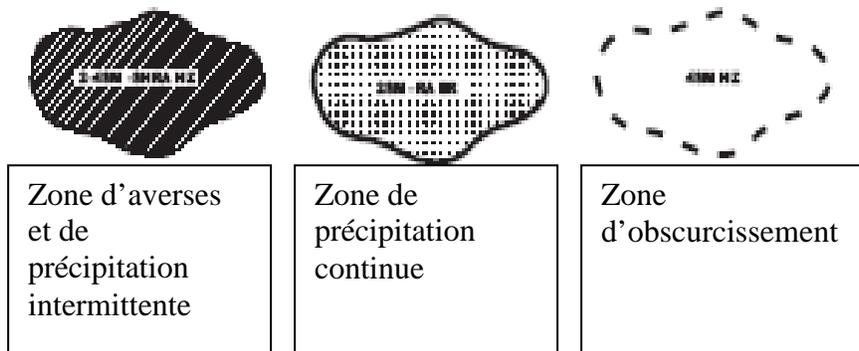
Couches en surface: Les couches en surface sont désignées par l'abréviation anglaise OBSCD (obscurci). La visibilité verticale de couches en surface est mesurée en centaines de pieds AGL. Les plafonds obscurcis locaux avec une visibilité verticale de 300 à 500 pi AGL seraient indiqués comme suit :

LCL OBSCD CIG 35 AGL

Visibilité: La visibilité prévue est mesurée en milles terrestres (SM). Lorsque la visibilité prévue est supérieure à 6 SM, elle est indiquée comme suit : P6SM. Une visibilité prévue qui varie de 2 à 4 SM avec averses de pluie de faible intensité est indiquée comme suit :

2-4SM -SHRA

Conditions météorologiques et obstacles à la vue: Les conditions météorologiques prévues sont toujours incluses immédiatement après la visibilité. Les obstacles à la vue ne sont mentionnés que lorsque la visibilité prévue est inférieure ou égale à 6 SM (p. ex. 2-4SM -RA BR). Seules les abréviations standard sont utilisées pour décrire les conditions météorologiques et les obstacles à la vue. Les zones de précipitations intermittentes ou d'averses sont représentées par des zones hachurées entourées d'une ligne verte pointillée. Les zones de précipitations continues sont représentées par des zones pointillées entourées d'une ligne verte continue. Les zones d'obstacles à la vue qui ne sont pas liées à des précipitations, lorsque la visibilité est inférieure ou égale à 6 SM, sont entourées d'une ligne orange pointillée.



Les conditions météorologiques et les obstacles à la vue indiqués sur la GFA peuvent inclure des qualificatifs spatiaux décrivant l'étendue de la couverture du phénomène météorologique représenté.

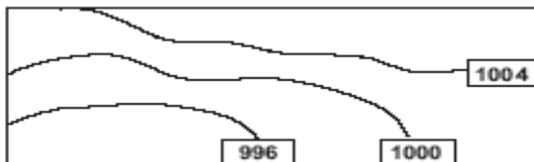
Nuages convectifs et averses:

Abréviation	Description	Couverture spatiale
ISOLD	Isolés	inférieure à 25 %
SCT	Épars	de 25 à 50 %
NMRS	Nombreux	supérieure à 50 %

Nuages non convectifs et précipitations, plafonds stratus bas, plafonds de précipitation, givrage, turbulence et restrictions de la visibilité :

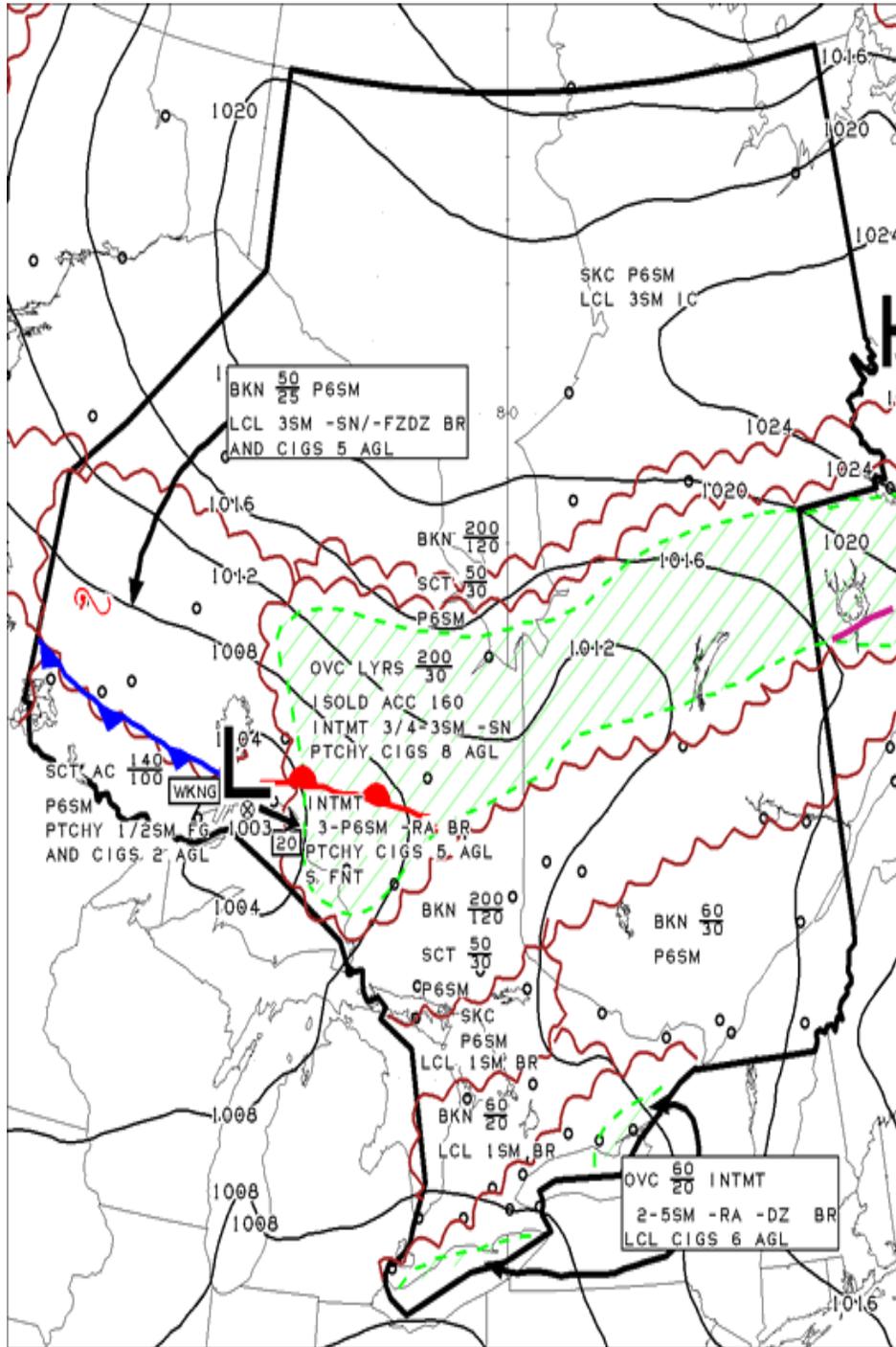
Abréviation	Description	Couverture spatiale
LCL	Locaux	inférieure à 25 %
FTCHY	Bancs (de nuages)	de 25 à 50 %
XTNSV	Étendus, considérables	supérieure à 50 %

Isobares: Les isobares, lignes reliant les points d'égale pression au niveau moyen de la mer (MSL), sont indiquées sur la carte nuages et temps GFA. Les isobares sont tracées à intervalles de 4 mb en partant de la valeur de 1 000 mb.



Vents de surface: La vitesse et la direction des vents de surface prévus, ayant une vitesse soutenue d'au moins 20 kts, sont indiquées par des barbules accompagnées de la vitesse du vent associée. Les rafales sont indiquées par la lettre « G », suivie de la vitesse de pointe des rafales en noeuds (kts). Dans l'exemple suivant, le vent de surface prévu est de l'ouest (270° vrai) avec une vitesse de 25 kts et une vitesse de pointe des rafales de 35 kts.





GFACN33 CWAO
 REGION
 ONTARIO - QUÉBEC
 CLOUDS AND WEATHER
 NUAGES ET TEMPS

ISSUED AT 28/03/2005 1131Z
 EMISA
VLD 28/03/2005 1200Z

LEGEND/LÉGENDE

TS	PL
FZRA	FZDZ

0 60 120 180 NM
 (True at 60°N Vrai à 60°N)

COMMENTS/COMMENTAIRES

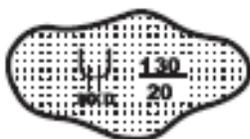
HGTS ASL UNLESS NOTED
 CB TCU AND ACC IMPLY
 SIG TURB AND ICG,
 CB IMPLIES LLWS.



Carte de givrage, de turbulence et de niveau de congélation

La carte de givrage, de turbulence et de niveau de congélation GFA décrit les zones de givrage et de turbulence prévues aussi bien que le niveau de congélation prévu à une heure précise. La carte inclut le type, l'intensité, la base et le sommet de chaque zone de givrage et de turbulence. Les éléments synoptiques de surface tels que les fronts et les centres de pression sont également indiqués. Cette carte doit être utilisée conjointement avec la carte nuages et temps GFA émise pour la même période de validité.

Givrage: Le givrage est représenté lorsque du givrage modéré ou fort est prévu pour la zone de couverture. La base et le sommet de chaque couche givrante, mesurée en centaines de pieds au-dessus du niveau moyen de la mer, aussi bien que le type de givrage (p. ex. « RIME » s'il s'agit de givre blanc, « MXD » de givre mixte, « CLR » de givre transparent) seront indiqués. Les zones de givrage léger sont décrites dans la boîte de commentaires. Une zone de givrage mixte modéré, dont la base est à 2 000 pi ASL et le sommet à 13 000 pi ASL serait indiquée comme suit :

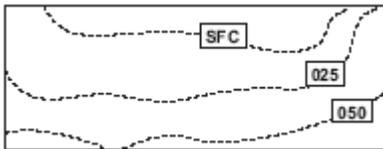


Si la présence de givrage n'est prévue que durant une partie de la période de prévision de la carte, l'heure de présence de givrage est indiquée dans la boîte de commentaires.

Turbulence: La turbulence est représentée lorsque de la turbulence modérée ou forte est prévue pour la zone de couverture. La base et le sommet de chaque couche de turbulence sont mesurés en centaines de pieds ASL. Si la turbulence est d'origine mécanique ou est due au cisaillement du vent à bas niveau, aux ondes sous le vent/orographiques, à un important courant-jet à bas niveau ou si elle est air clair, une abréviation indiquant la cause de la turbulence sera incluse (p. ex. MECH, LLWS, LEE WV, LLJ ou CAT). L'exemple suivant indique une zone de turbulence en air clair modérée (CAT) dont la base est à 8 000 pi ASL et le sommet à 20 000 pi ASL.



Niveau de congélation: Les contours de niveaux de congélation sont indiqués sur la carte de givrage, de turbulence et de niveau de congélation par des lignes pointillées. La hauteur du niveau de congélation est mesurée au-dessus du niveau de la mer et les lignes de contour du niveau de congélation seront à intervalles de 2 500 pi, à partir de la surface. Les modifications du niveau de congélation telles que les couches en altitude au-dessus du niveau de congélation et les changements temporels sont expliquées dans la boîte de commentaires de cette carte.



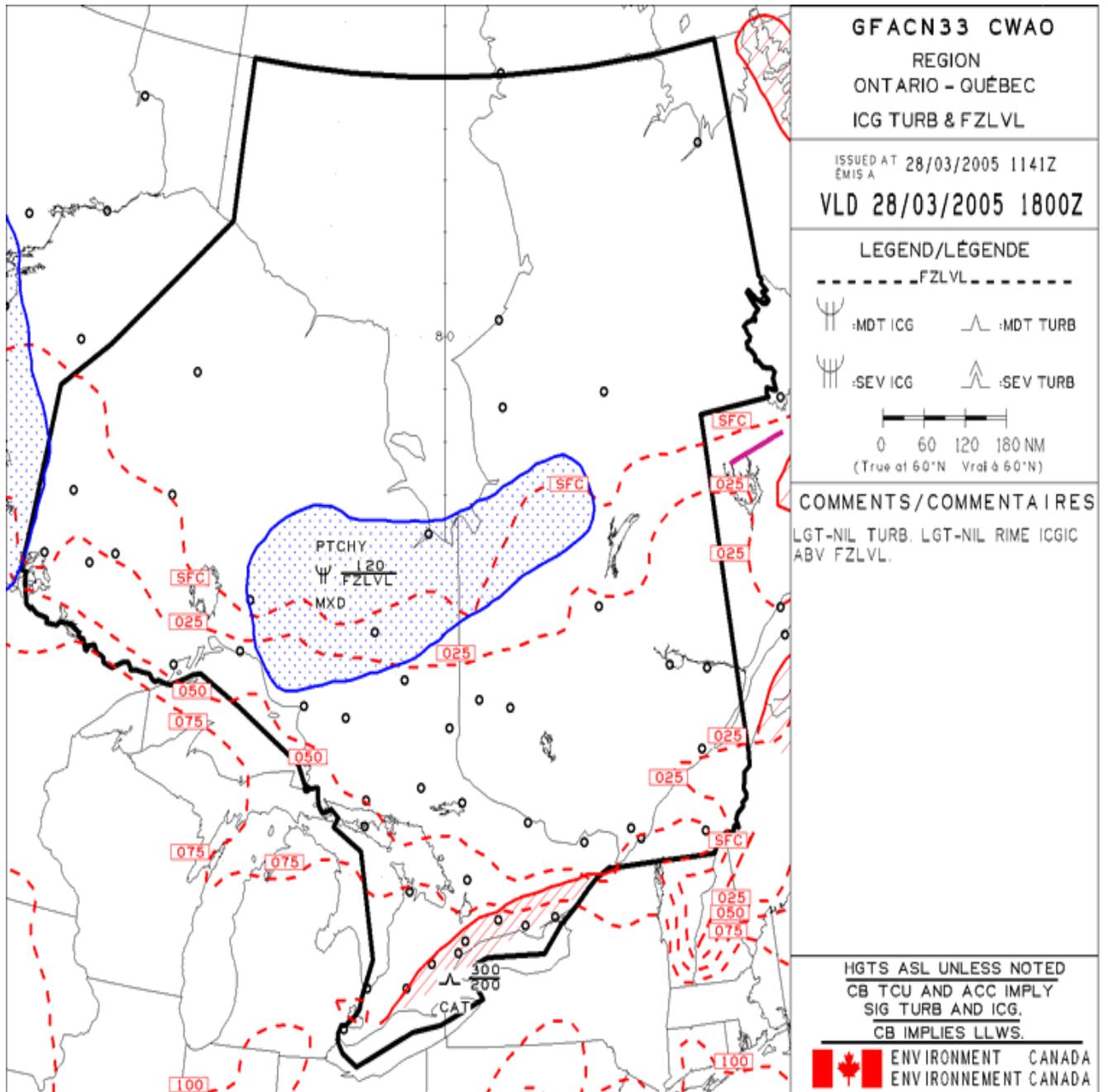
Modification de la GFA

La GFA est modifiée automatiquement par des bulletins AIRMET lorsque des conditions météorologiques qui sont considérées importantes à l'aviation n'ont pas été prévues et se produisent subséquemment ou ont été prévues et ne se produisent pas. Chaque AIRMET indiquera quelle GFA est modifiée. En outre, la GFA est modifiée automatiquement par des bulletins SIGMET, même si elle n'est pas indiquée explicitement dans le bulletin SIGMET même.

Correction de la GFA

La GFA seront réémises si une ou plusieurs cartes GFA d'origine contiennent une erreur importante qui, si elle n'est pas corrigée, risque d'entraîner une interprétation erronée de la GFA. Le cas échéant, seulement la ou les cartes erronées sont corrigées et réémises avec une explication appropriée dans la boîte de commentaires. Dans le cas d'une réémission, le code de correction « CCA » est ajouté à la première ligne de la boîte de titre pour indiquer la première correction, « CCB » la deuxième, « CCC » la troisième, etc.

GFA CN33 CWUL CCA REGION/RÉGION ONTARIO-QUÉBEC	
CLOUDS AND WEATHER NUAGES ET TEMPS	
ISSUED AT ÉMIS A	17/09/1999 1211Z
VLD :	17/09/1999 1200Z



3 - Interprétation d'un FD

FD : Prévision des vents et des températures en altitude.

Les prévisions de vitesse du vent et de température donnent un estimé des conditions du vent et de la température à des altitudes sélectionnées. L'heure et la période de validité sont indiquées dans le contenu de la prévision. Les données sont prises de 32 stations au Canada, 2 fois par jour à 0000Z et 1200Z. Les vents sont donnés en degrés vrais et les altitudes en ASL. Les températures ne sont pas données à des altitudes de 3000 pieds. Les vents et températures à une altitude de 3000 pieds seront omis si l'élévation de la station est supérieure à 1500 pieds. Le signe moins (-) pour des températures à 30 000 pieds et plus est omis. Car toutes les températures sont négatives à ces altitudes.

STN VBI -	for use	3000	6000	9000	12000	18000
FDCN01 CWAO FCST BASED ON 281200 DATA VALID 281800	17-21	9900	2711+0 1	2716-05	2931-09	2938-22
FDCN02 CWAO FCST BASED ON 281200 DATA VALID 290000	21-06	1314	2421+0 1	2526-04	2530-08	2522-20
FDCN03 CWAO FCST BASED ON 281200 DATA VALID 291200	06-17	1642	1726+0 7	1921+0 0	2219-07	2328-20

STN VBI -	for use	24000	30000	34000	39000	45000	53000
FDCN1 KWBC DATA BASED ON 281200Z VALID 281800Z	1700- 2100Z.	2850- 31	29714 6	289054	289262	274257	282456
FDCN2 KWBC DATA BASED ON 281200Z VALID 290000Z	2100- 0600Z.	2740- 30	27634 6	277455	278561	265058	791159
FDCN3 KWBC DATA BASED ON 281200Z VALID 291200Z	0600- 1700Z.	2435- 32	24604 7	246957	256459	263856	859950

Exemples:

- FDCN01 CWA0 FCST BASED ON 281200 DATA VALID 281800 signifie : que le FD est basé sur les données du 28eme jour du mois à 1200Z et est valide le 28eme jour à 1800Z
- for use 17-21 signifie: pour être utilisé entre 1700Z et 2100Z
- 2523 signifie vents du 250° vrais à 23 kts
- 9900 signifie: vents légers et variables vitesse inférieure à 5kts
- 2711+1 signifie : vents 270° vrais à 11 kts, température +1°C

Technique du -50 + 100

791159 signifie : $(79 - 50) = 290^\circ$ vrais, $(11 + 100) = 111$ kts, température -59°C

859950 signifie : $(85 - 50) = 350^\circ$ vrais, $(99 + 100) = 199$ kts et +, température -50°C

405.03 - Services météorologiques et autres cartes météo

1 - Service d'information météo pour l'aviation SIMA (AWIS : Aviation Weather Information Service)

Service d'information météorologique à l'aviation (SIMA) : La FSS fournit les renseignements météorologiques pertinents pour l'aviation de façon à aider les pilotes avant et pendant le vol. Ce service permet aux spécialistes d'aider les pilotes à prendre des décisions et à effectuer des calculs basés sur les facteurs qui sont déterminés par les conditions météorologiques.

2 - Service d'exposé météo pour l'aviation SEMA (AWBS : Aviation Weather Briefing Service)

Service d'exposé météorologique à l'aviation (SEMA) : Le SEMA est un service complet d'exposé météorologique fondé sur l'interprétation de données météorologiques offert sans frais,

avant et pendant le vol, par certaines FSS dans chaque région. Ces FSS sont équipées d'un ensemble complet de produits météorologiques, y compris l'imagerie par satellite et l'imagerie radar. Les responsables des exposés météorologiques possèdent la formation nécessaire afin d'adapter les renseignements météorologiques aux besoins particuliers des usagers ainsi que de fournir des consultations et des conseils sur des problèmes de météo particuliers. La documentation pour les vols à longue distance est également disponible sur demande.

3 - Stations d'information de vol FSS

Les FSS pourvues de spécialistes de l'information de vol sont situées à certains aérodromes au Canada. Voici quelques uns des services qu'elles peuvent offrir :

- Service d'information de vol en route (FISE)
- Service de planification des vols

La FSS assure un service avant vol qui comprend la météo, les NOTAM, les RSC/CRFI et d'autres renseignements. La FSS accepte et traite les plans et les itinéraires de vol. Un tableau d'affichage de renseignements aéronautiques est également mis à jour et facilement accessible aux pilotes. Le service aide les pilotes à réunir tous les renseignements nécessaires pour planifier un vol sécuritaire.

- Service d'observation météorologique de surface
- Service d'information météorologique à l'aviation (SIMA)
- Service d'exposé météorologique à l'aviation (SEMA)
- Service d'alerte VFR
- Service NOTAM.
- PIREP (comptes rendus météorologiques de pilotes)

Les FSS seront consolidés dans les Centres d'information de vol (CIF)

4 - Service de réponse météo automatique par téléphone PATWAS

Afin de répondre à des demandes reconnues et répétitives, un enregistrement continu de certaines informations météorologiques locales pour l'aviation provenant de certaines FSS est disponible par téléphone.

Les enregistrements PATWAS comprendront généralement : l'indicateur de la station et introduction, des instructions, les SIGMET, les AIRMET, les messages d'observations météorologiques régulières (METAR) et spéciales (SPECI) pour des stations données, les prévisions d'aérodrome (TAF) pour des stations données, les vents et les températures prévus en altitude (FD), le niveau de givrage, de congélation et la turbulence, certains PIREP, les heures de lever et de coucher du soleil.

5 - Messages d'avertissement météo significative en vol SIGMET

Ces messages ont pour but de fournir des alertes à court terme sur certains phénomènes météorologiques potentiellement dangereux. Les avertissements sont émis pour les phénomènes suivants : zone d'orages actifs, ligne d'orages, grêle forte, turbulence forte ou givrage fort, ondes orographiques marquées, ouragans, tempêtes de sable ou de poussière de grande étendue, cendres volcaniques et cisaillement du vent à basse altitude.

6 - Autres types de cartes météo

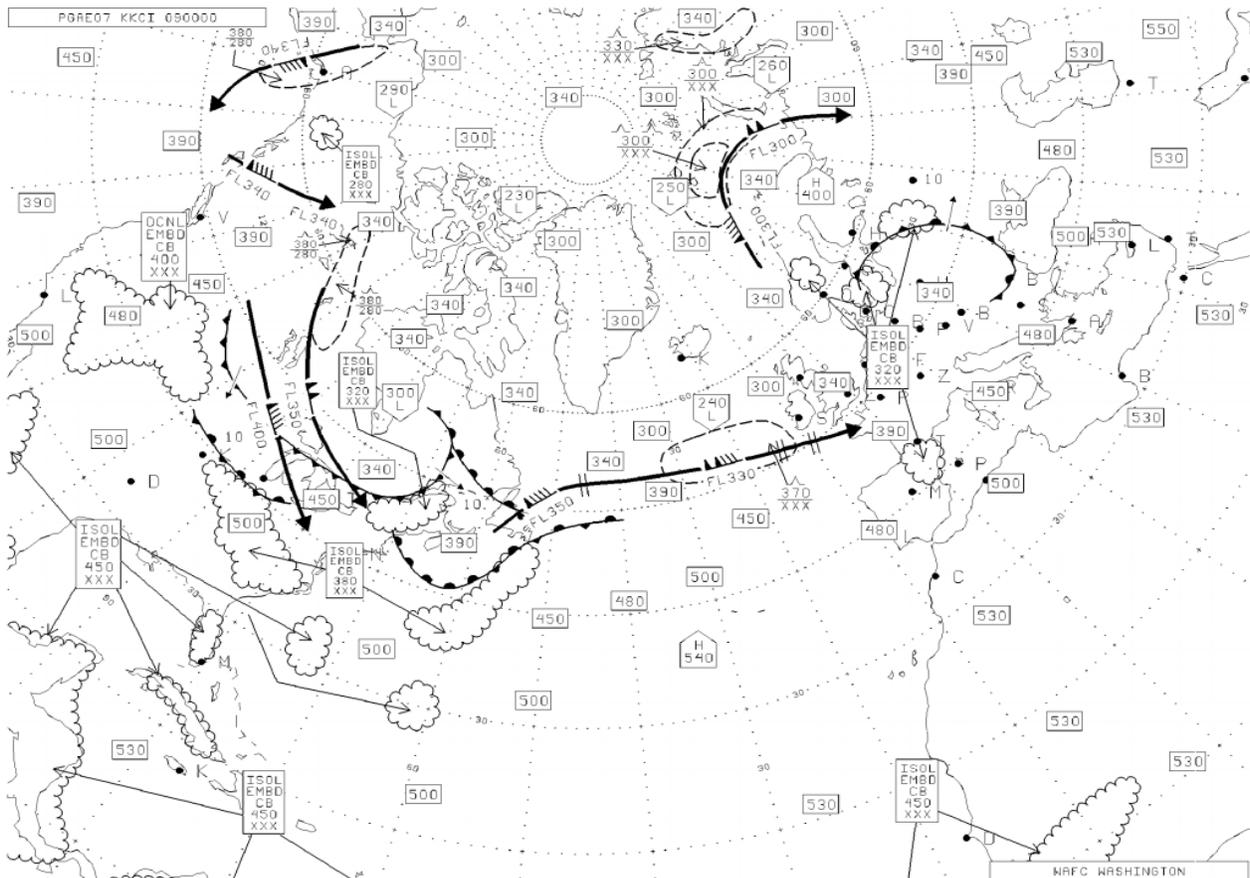
Les cartes prévues du temps significatif à haute altitude

Les SIGWX sont valides à des heures spécifiques : 0000, 0600, 1200 et 1800 UTC. Elles présentent les phénomènes météorologiques significatifs en route (givrage, la turbulence et l'activité convective) pour divers niveaux de vol allant de FL250 à FL630 (soit environ entre 380 et 75 hPa) dans l'espace aérien canadien, et sont émises par le National Weather Service (NWS) des États-Unis.

Les éléments du temps significatifs, définis par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), sont les suivants :

- orages et cumulonimbus;
- cyclones tropicaux;
- lignes de grains forts;
- turbulence modérée ou forte;
- givrage modéré ou fort;
- tempêtes de sable ou de poussière de grande étendue;
- zones de convergence en surface bien définies;
- fronts en surface avec vitesse et direction du déplacement;
- hauteur de la tropopause;
- courants-jets et
- éruptions volcaniques.

Ce produit est émis par le National Weather Service (NWS), équivalent américain du Service météorologique du Canada (SMC).

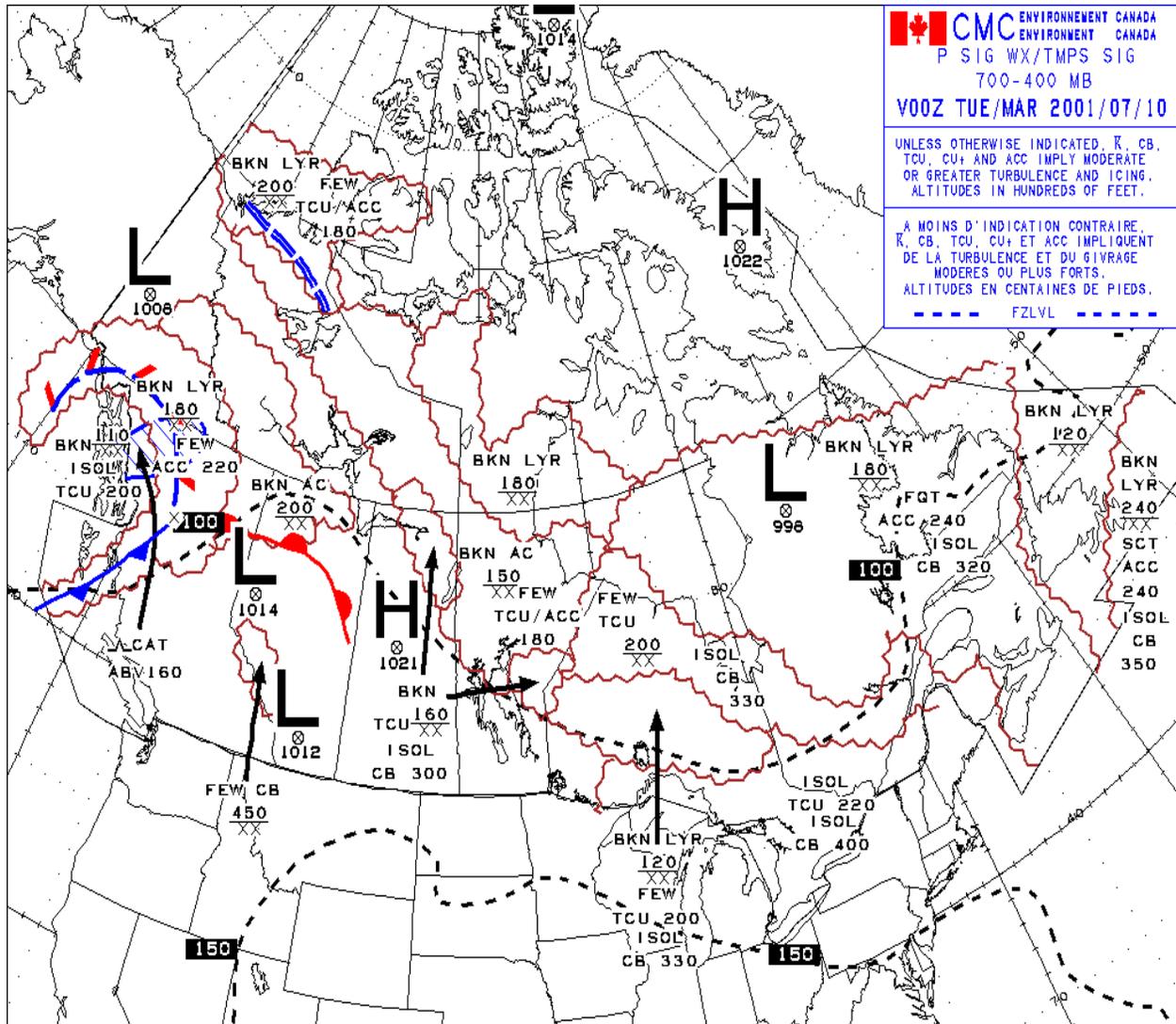


Les cartes SIGWX à moyenne altitude

Elles sont valides à des heures spécifiques : 0000, 0600, 1200 et 1800 UTC. Elles présentent les phénomènes météorologiques significatifs en route (givrage, la turbulence et l'activité convective) pour les niveaux de vol allant de FL100 à FL240 (700 à 400 hPa) dans l'espace aérien canadien, et sont émises par le Centre météorologique canadien (CMC) d'Environnement Canada.

La carte prévue SIGWX à moyenne altitude est basée sur les informations reçues de tous les centres de prévision aéronautique du pays. Les éléments du temps significatifs décrits dans la prévision sont les suivants :

- orages et cumulonimbus;
- zones de nuages organisés;
- cyclones tropicaux;
- lignes de grains forts;
- turbulence modérée ou forte;
- givrage modéré ou fort;
- tempêtes de sable ou de poussière de grande étendue;
- fronts en surface avec vitesse et direction du déplacement et niveau de congélation.



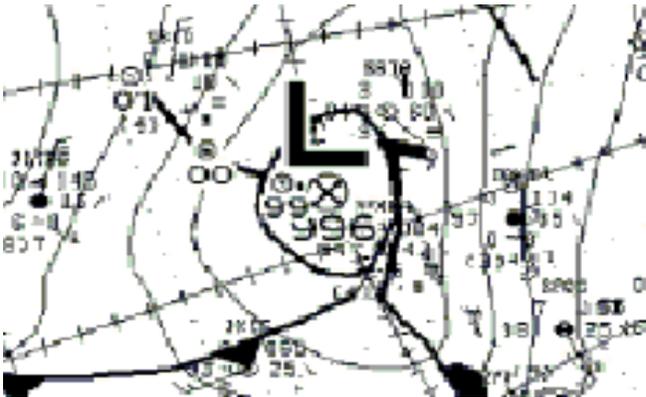
La carte analysée en surface

Elle montre le champ de pression au niveau moyen de la mer à une heure donnée, avec la position des centres des anticyclones et dépressions et les fronts. Ces analyses sont produites 4 fois par jour, à 0000, 0600, 1200 et 1800 UTC (disponible vers 0330UTC, 0930UTC, 15h30UTC et 2130UTC respectivement), par le Centre météorologique canadien (CMC) d'Environnement Canada.

Les isobares (courbes reliant les points d'égalé pression) sont tracées automatiquement par l'ordinateur à intervalles de 4 hPa (4 millibars). À noter que 1 millibar = 1 hectopascal (hPa). Les fronts (zones de transition entre deux masses d'air) sont ajoutés à la main. Il peut y avoir d'autres informations sur l'analyse :

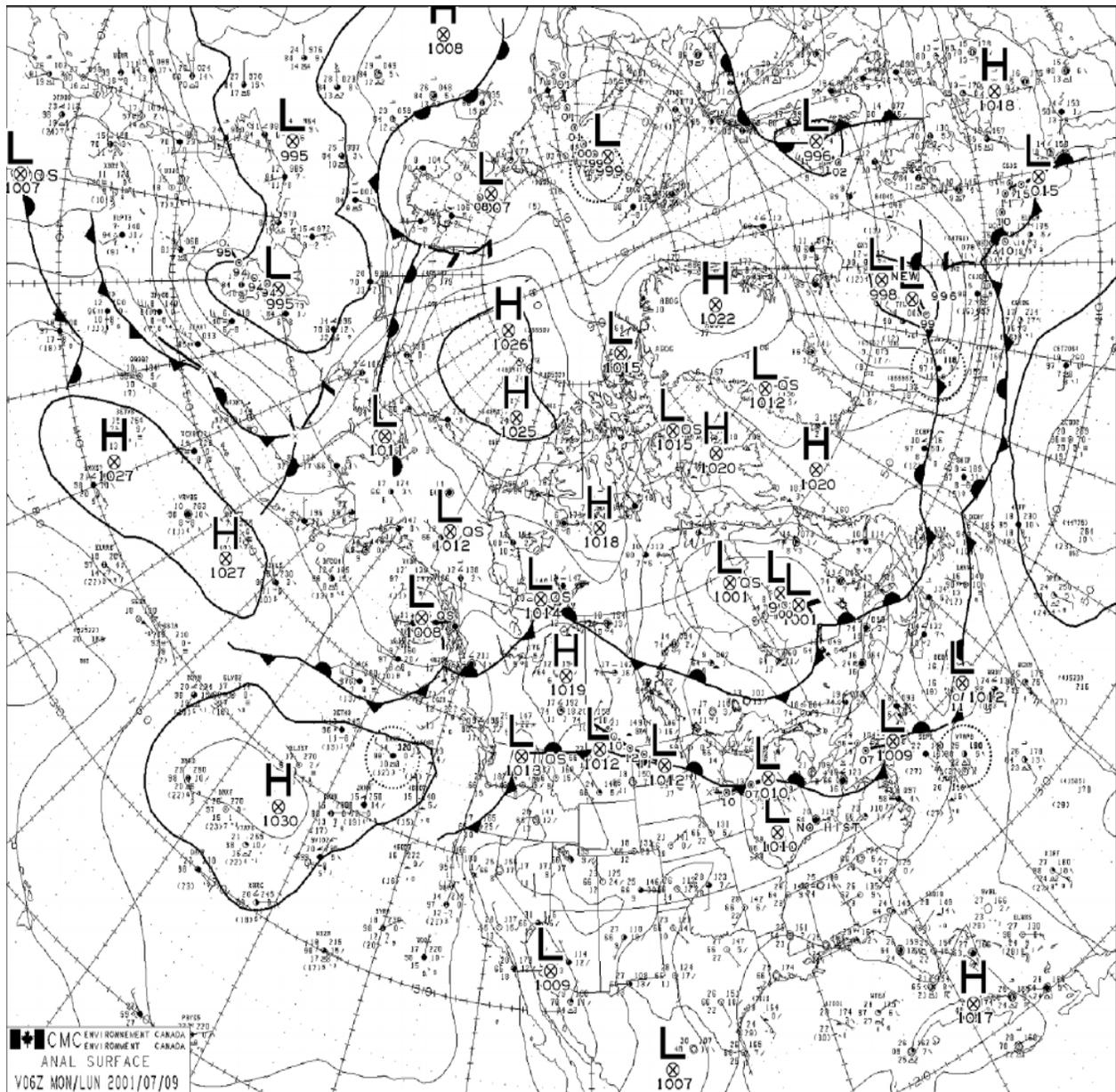
- NEW indique que l'élément est nouvellement formé;
- QS signifie quasi stationnaire et indique que l'élément en question n'a pas changé de position dans les 6 dernières heures.

On peut aussi y trouver l'historique d'un centre dépressionnaire. Si le centre dépressionnaire (dépression) est présent depuis plus de 6 heures il est alors représenté par une série de cercles reliés par une ligne en tirets.



Dans cet exemple, on voit un centre dépressionnaire de 996 hPa qui se dirige vers les sud-est. Sa pression est passée de 1001 hPa 18 heures avant l'analyse, à 1000 hPa 12 heures avant et à 999 hPa 6 heures avant.

Sur le site AWWWS, on peut extraire l'analyse la plus récente, ou alors celle produite 6 heures plus tôt.



Les cartes analysées en altitude

Elles sont produites automatiquement par ordinateur, deux fois par jour, à 0000 et 1200 UTC. Elles sont disponibles pour 4 niveaux : 250, 500, 700 et 850 hPa. Ce sont des produits très spécialisés qui montrent les températures, la vitesse du vent et les hauteurs de divers niveaux de pression dans l'atmosphère. À noter que 1 millibar = 1 hectopascal (hPa). C'est le hPa qui est utilisé comme unité sur les cartes du Centre météorologique canadien (CMC).

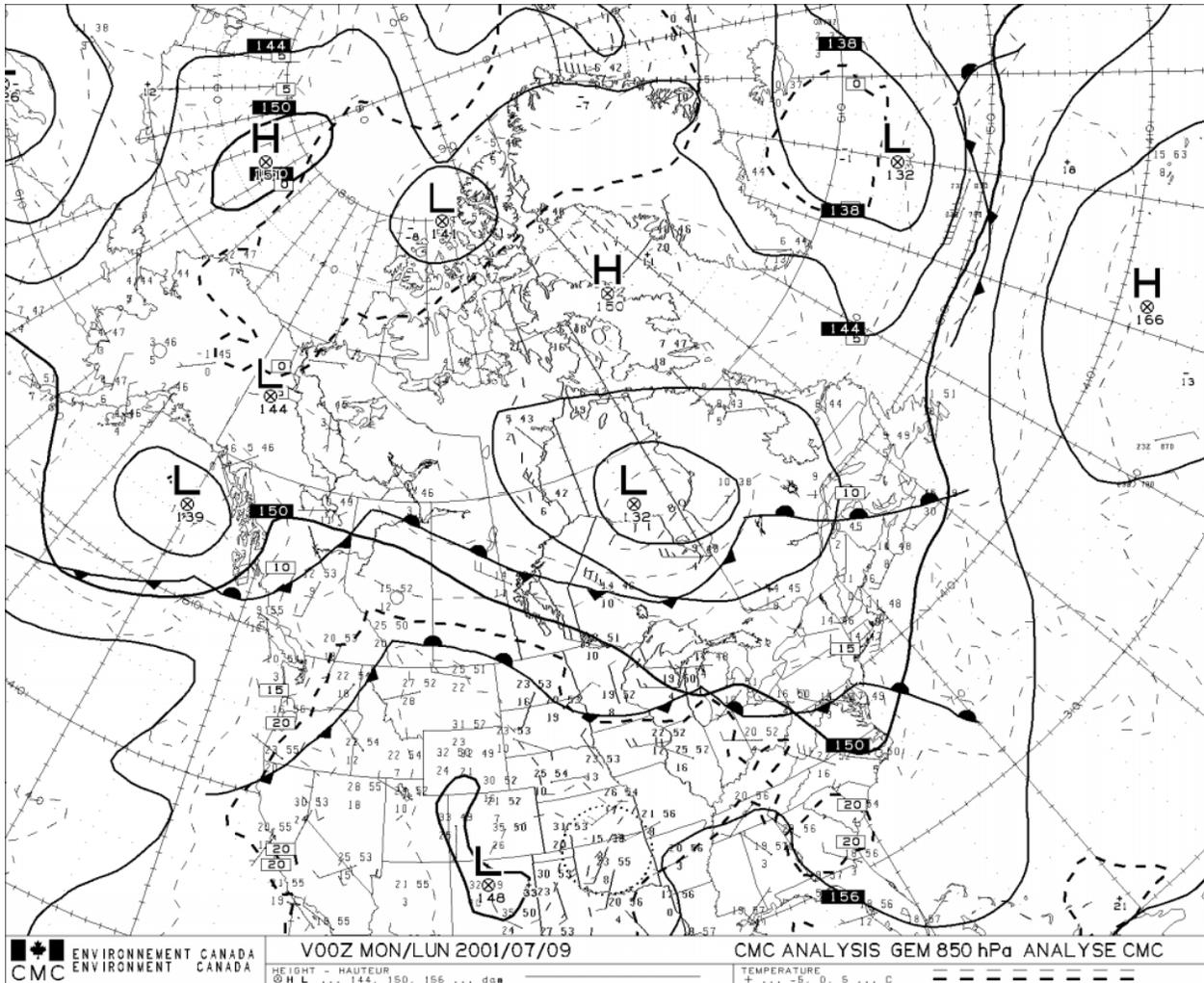
Les analyses offertes sur le site AWWWS sont des produits très techniques, utilisés par les météorologistes pour préparer leurs prévisions. Une description détaillée de l'interprétation de ces cartes dépasserait la portée du présent guide; on peut cependant en donner une courte description.

Exemple d'[analyse en altitude à 250 hPa](#) : cette carte a essentiellement pour but de montrer la position et l'intensité du courant-jet. Elle montre aussi la configuration des hauteurs de ce niveau de pression et la température.

Exemple d'[analyse en altitude à 500 hPa](#) : cette analyse montre elle aussi la configuration des hauteurs de ce niveau de pression, la température et les vents. On peut l'utiliser pour identifier la présence de dépressions en altitude. Elle permet aussi aux météorologistes de déterminer s'il y a des endroits où la température monte ou baisse, ce qui est une façon d'évaluer le potentiel de développement de dépressions en surface.

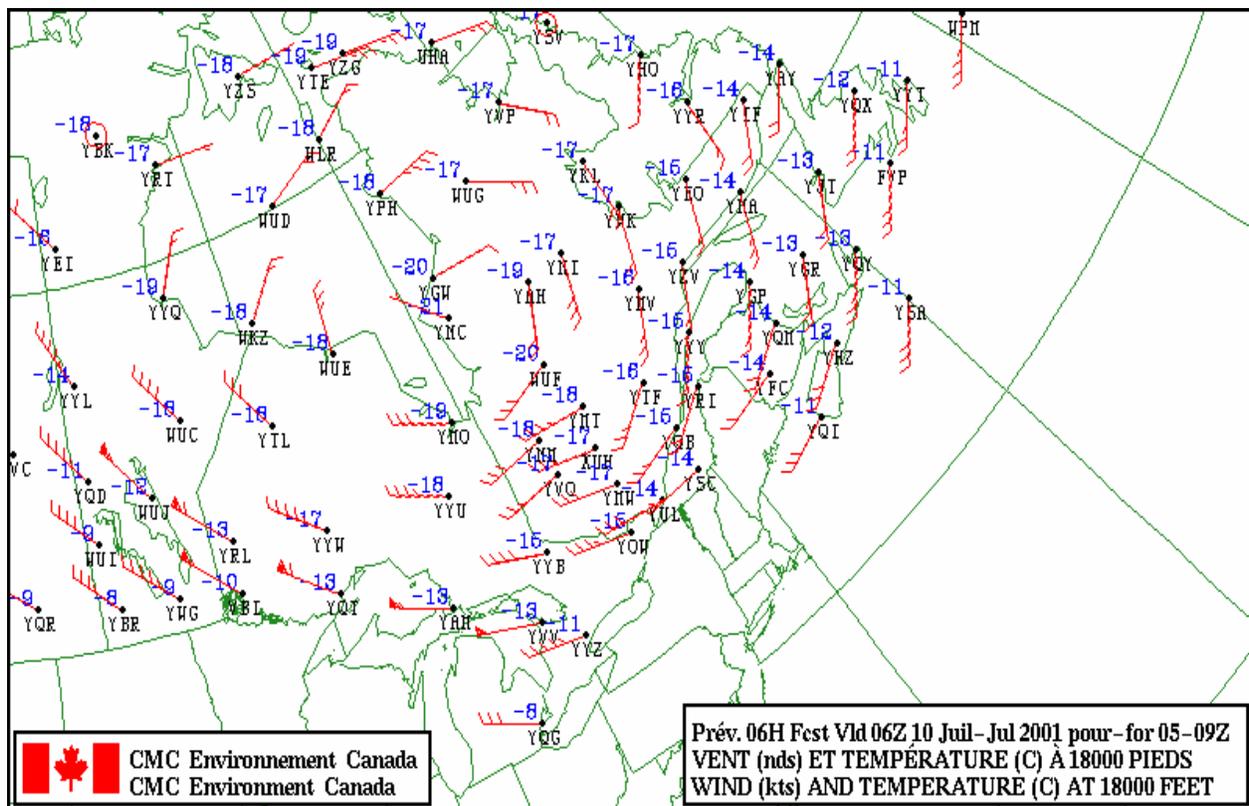
Exemple d'[analyse en altitude à 700 hPa](#) : cette analyse montre la configuration des hauteurs de ce niveau de pression, la température et les vents.

Exemple d'[analyse en altitude à 850 hPa](#) : cette analyse montre la configuration des hauteurs de ce niveau de pression, la température et les vents. L'analyse des températures peut aider à définir les types de précipitations en surface.



Cette carte donne des prévisions de la température et des vents, en format graphique, pour un niveau de vol donné. L'information est divisée en zones géographiques distinctes : Est, Nord et Ouest. L'information présentée sur la carte est essentiellement la même que celle des bulletins FD. La grande différence, cependant, est qu'on ne peut consulter qu'un niveau de vol à la fois, du fait de la nature graphique de l'information. L'information, générée par ordinateur, est tirée des modèles de prévision météorologique numérique.

Ces cartes des vents en altitude sont préparées par ordinateur et indiquent les prévisions de la direction et de la vitesse du vent, ainsi que de la température. La direction du vent est donnée par rapport au nord vrai. La température est en degrés Celsius entiers et présumée négative au-dessus de 24 000 pieds. Le National Weather Service (NWS) des États-Unis produit ces cartes 4 fois par jour. Elles sont valides à : 00, 06, 12 et 18 UTC. Les niveaux 18 000 pieds et au-dessus sont des altitudes-pression. Les niveaux FL240 et FL340 sont disponibles sur le site AWWS.



Tableaux résumé des bulletins et cartes

BULLETIN ET CODE DE TYPE	HEURE DE L'OBSERVATION	HEURE D'ÉMISSION	REMARQUES
Carte du temps en surface	0000Z 0600Z 1200Z 1800Z	2 ou 3 heures après l'observation.	Analyse de la configuration de pression MSL, de la position des fronts à la surface, des précipitations et des phénomènes d'obscurcissement en surface, basée sur les bulletins. Les configurations de pression en surface peuvent être considérées comme étant représentatives de l'atmosphère jusqu'à 3 000 pieds. Toute condition météorologique visible depuis la surface y est indiquée, peu importe le niveau où elle se trouve.
Carte de conditions météorologiques à haute altitude - ANAL	0000Z 1200Z	Plus de 3 heures après l'observation.	Les cartes sont préparées pour les niveaux suivants : 850 mb (1 500 m / 5 000 pieds) 700 mb (3 000 m / 10 000 pieds) 500 mb (5 500 m / 18 000 pieds) 250 mb (10 400 m / 34 000 pieds) Ces cartes illustrent les conditions atmosphériques signalées aux divers niveaux de pression, telles la vitesse et la direction du vent, les températures et l'humidité.

BULLETIN ET CODE DE TYPE	HEURE DE L'OBSERVATION	HEURE D'ÉMISSION	REMARQUES
Message d'observations météorologiques régulières METAR	Toutes les heures sur l'heure, 24 heures par jour.	Immédiatement	Décrit les conditions météorologiques présentes en un endroit précis et à une heure précise selon les observations du sol. Les bulletins spéciaux sont émis selon le besoin.
Rapport de pilote (PIREP) UA	À tout moment		Conditions observées par les pilotes.
Rapport de cendres volcaniques FV	Au besoin	Immédiatement	Décrit sous forme graphique la dispersion actuelle et prévue des nuages volcaniques ainsi que leur densité à divers niveaux de vol.

BULLETIN ET CODE DE TYPE	HEURE DE DIFFUSION	HEURE OU PÉRIODE DE VALIDITÉ	NIVEAUX	REMARQUES
Prévisions d'aérodrome (TAF)	Environ 30 minutes avant le début de la période de validité	12 HEURES 0000Z - 1200Z 0600Z - 1800Z 1200Z - 0000Z 1800Z - 0600Z OU 0200Z - 1400Z 0800Z - 2000Z 1400Z - 0200Z 2000Z - 0800Z 24 HEURES 0000Z - 0000Z 0600Z - 0600Z 1200Z - 1200Z 1800Z - 1800Z Les périodes de diffusion et de mise à jour peuvent varier. L'heure de la prochaine diffusion est indiquée à la fin de chaque TAF.	En surface (inclut les nuages à des niveaux visibles du sol).	Fournit les conditions prévues à l'ATTERISSAGE ET AU DÉCOLLAGE à des aérodromes précis.
Renseignements météorologiques significatifs (SIGMET) WSCN, WCCN, WVCN	Avertissement météorologique à court terme émise lorsque se produisent des conditions météorologiques dangereuses, ou lorsqu'on s'attend à ce que celles-ci se produisent.			
Prévisions des vents et des températures en altitude (FD)	0320Z* 0330Z* 0720Z* 1520Z** 1530Z** 1920Z**	0500Z - 0900Z 0900Z - 1800Z 1800Z - 0500Z 1700Z - 2100Z 2100Z - 0600Z 0600Z - 1700Z	3 000 pi 6 000 pi 9 000 pi 12 000 pi 18 000 pi	Indiquent les prévisions (sous forme numérique) des vents et des températures en altitude à des niveaux déterminés pour une période et un endroit donnés. Prévisions des vents à haute altitude émises par le National Meteorological Center à Washington.
	0440Z 0440Z 0440Z 1640Z 1640Z 1640Z	0500Z - 0900Z 0900Z - 1800Z 1800Z - 0500Z 1700Z - 2100Z 2100Z - 0600Z 0600Z - 1700Z	24 000 pi 30 000 pi 34 000 pi 39 000 pi 45 000 pi 53 000 pi	
Prévisions modifiées	Les prévisions seront modifiées s'il y a des changements importants au plafond ou à la visibilité, ou s'il y a un début de précipitations verglaçantes, ou que celles-ci sont prévues, mais n'avaient pas été signalées dans les prévisions antérieures.			
Carte de prévisions météorologiques à haute altitude — PROG	12 heures avant l'heure de validité	0000Z 0600Z 1200Z 1800Z	FL 240 FL 340	Décrit les vents et les températures prévus pour l'altitude indiquée sur la carte.
Carte de prévisions en surface — PROG	48 heures avant le début de la période de validité.	0000Z, 1200Z	Configurations de pression en surface indiquées pouvant être considérées comme représentatives de l'atmosphère jusqu'à 3 000 pi.	Indique la configuration de pression et les positions frontales prévues en surface pour une période déterminée, à venir.
Carte de prévisions de temps significatif — PROG	12 heures avant l'heure de validité	0000Z 0600Z 1200Z 1800Z	FL 100 - 240 FL 250 - 630	Correspond à un niveau de vol spécifique. Indique la position en surface de haute et basse pressions et d'autres éléments significatifs tels que des orages, de la turbulence et des ondes orographiques applicables à la carte.
* selon les observations atmosphériques en altitude prises à 0000Z. ** selon les observations atmosphériques en altitude prises à 1200Z.				

7 - Utilisation des informations dans la planification du vol

Les informations météorologiques doivent être obtenues et analysées avant chaque vol afin de s'assurer d'être conscient de toute météo significative pouvant affecter le cours de l'envolée. Les données météorologiques sont aussi requises dans la préparation d'un vol voyage afin de choisir l'altitude de vol et de calculer entre autre la vitesse sol, la dérive des vents, le temps de vol et la consommation d'essence.

Les données de base à amasser et à analyser avant un vol voyage VFR sont:

- METARS et TAF : pour les aérodromes de destinations et en route
- FD : pour les altitudes prévues du vol
- GFA : pour une vision globale de la météo dans la région
- NOTAMS : tout renseignement/changement significatif pour le pilote

QUESTIONS DE RÉVISION:

1. La composante de l'atmosphère la plus importante en météorologie est :

2. Le processus où la vapeur d'eau change directement à l'état solide se nomme :

3. Quelle est la couche de l'atmosphère la plus importante en météorologie?

4. Qu'advient-il du gradient thermique vertical à la tropopause?
 - a. il demeure constant
 - b. il diminue jusqu'à zéro
 - c. il s'inverse
 - d. il augmente rapidement
5. Dessinez, dans l'ordre, les différentes couches de l'atmosphère.
6. Quelles sont les deux catégories de forme de nuages que l'on peut retrouver dans le ciel et à quel type d'air ils sont associés? _____
7. Le _____ est le nom qu'on donne à une traînée de nuages d'aspect fibreux, blancs et délicats. Ils peuvent avoir la forme de touffes ou de filaments.
8. Comment appelle-t-on une couche de nuages de couleur grise foncée de laquelle tombe de la pluie ou de la neige continue? _____
9. Quel genre de nuages est associé aux orages? _____

10. Quelle est la pression au niveau moyen de la mer dans l'atmosphère standard de l'OACI?

11. Les plus basses températures en altitude sont trouvées à la ?

12. Quels nuages sont classés dans la catégorie des nuages à développement vertical?
13. La force par unité de surface qu'exerce l'air à un niveau déterminé est appelée :

14. Si la pression augmente, la température _____ et la densité de l'air _____.
15. L'air chaud est plus dense que l'air froid. Vrai ou faux
16. Si vous volez d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression, votre altimètre surestimerà ou sous-estimerà?
17. On entend par convergence ?

18. Qu'est-ce qui fait que dans un système de haute pression, les vents sont déviés vers la droite et sont parallèles aux isobares?

19. Expliquez la loi de Buy Ballot?

20. Selon Buy Ballot, si le vent vient du nord, la zone de basse pression se trouvera à :

21. À quoi correspond le vent que l'on ressent lorsqu'on est au bord de l'océan le jour?

- a. Brise de mer
- b. Brise de terre
- c. Vent catabatique
- d. Vent anabatique

22. Une ligne de grains signifie l'approche de : _____

23. Comment appelle-t-on le vent qui descend le long des pentes glacées et qui se produit la nuit?

24. Au cours d'une montée de la surface terrestre jusqu'à 3000 pi, le vent :

- a. Vire et sa vitesse augmente
- b. Vire et sa vitesse diminue
- c. Recule et sa vitesse augmente
- d. Recule et sa vitesse diminue

25. On dit d'un vent qui recule et diminue d'intensité qu'il est : _____

26. Lorsqu'une masse d'air donnée est chauffée et qu'aucune nouvelle vapeur d'eau n'est ajoutée, l'humidité relative va : _____

27. L'atmosphère est réchauffée par 4 types de processus, tout dépendant la hauteur de la couche. Énumérez les et donner une courte définition de chacun d'entre eux.

28. En référence au taux standard de diminution de la température de l'OACI, quelle sera la température à 10 000 pi si au sol, la température extérieure est de 30oC?

29. Lorsque la température monte en fonction de l'altitude, on parle de :

30. Un gradient _____ est une indication de l'air instable.
31. Un volume d'air qui se caractérise par des propriétés constantes d'humidité et de température sur le plan horizontal est appelé : _____
32. Les masses d'air sont classées selon leur _____ ainsi que leur _____.
33. Quel est le type de front dans lequel une masse d'air froid rattrape une masse d'air chaud?

34. Dans quel sens le vent tourne-t-il autour d'un centre de basse pression?

35. Un front stationnaire désigne ?

36. Les nuages se forment lorsque trois éléments sont réunis. Quels sont-ils?

37. Quel type de nuage est généralement associé à de la bruine?

38. Les brouillards peuvent être formés de deux façons ou d'une combinaison de ces deux dernières. Quelles sont-elles?

39. Quelles sont les conditions qui favorisent la formation du brouillard de rayonnement?_____

40. Pour qu'un orage se forme, les critères de base sont :

41. Le givrage représente un danger pour l'aviation parce qu'il altère la cambrure de l'aile et occasionne une perte de portance et une augmentation de la traînée. Vrai ou faux

42. Qu'est-ce qu'un MÉTAR?

43. Que signifie le code 839950 dans un FD?

406 - THÉORIE DU VOL (Objectif 1 - systèmes)

406.01 - Composantes et systèmes de l'avion

1 - 3 axes de l'avion

Axes de l'aéronef

L'aéronef tourne autour de 3 axes. Ces axes passent et se rencontrent par le centre de gravité de l'aéronef, c'est-à-dire le point d'équilibre central du poids total de l'aéronef.

Axe longitudinal: Il va du nez à la queue de l'aéronef dans le sens de la longueur, à travers le fuselage. Le mouvement de l'aéronef autour de cet axe s'appelle le ROULIS et il est contrôlé par les ailerons.

Axe latéral: Il s'étend transversalement d'un bout d'aile à l'autre. Le mouvement de l'aéronef autour de cet axe s'appelle le TANGAGE et il est contrôlé par les mouvements du gouvernail de profondeur.

Axe vertical ou normal: Il traverse verticalement le centre de gravité. Le mouvement de l'aéronef autour de cet axe s'appelle le LACET et il est contrôlé par le gouvernail de direction.

2 - Effets primaires des gouvernes

Ailerons

- Surfaces de contrôle fixées au bord de fuite, près des extrémités d'aile.
- Se déplacent simultanément, mais à l'inverse l'un de l'autre.
- Contrôlés par le manche de gauche à droite.
- Servent à incliner l'aéronef autour de son axe longitudinal.

- Lorsque le manche est déplacé vers la droite, l'aileron gauche descend et celui de droite monte.
- L'aéronef poursuit son mouvement de roulis et l'angle d'inclinaison augmentera progressivement tant que le pilote ne neutralise pas les commandes. Pour maintenir l'inclinaison il faudra même mettre un peu de contre pression dans le sens opposé.

Gouvernail de profondeur:

- Attaché au bord de fuite du stabilisateur à l'aide de charnières.
- Contrôlé par le manche vers l'avant ou vers l'arrière.
- Lorsque le manche est déplacé vers l'avant, le gouvernail s'abaisse et la portance de l'empennage augmente. L'empennage monte et le nez de l'aéronef descend.
- Ce mouvement est appelé tangage et il s'effectue autour de l'axe latéral de l'aéronef.
- L'empennage monobloc fonctionne selon le même principe que le gouvernail de profondeur, mais comprend une surface horizontale unique qui pivote de haut en bas.

Gouvernail de direction:

- Attaché au bord de fuite du plan fixe vertical (ou dérive).
- Relié aux palonniers par un système de câbles.
- Entraîne le déplacement de l'aéronef vers la gauche ou vers la droite.
- Ce mouvement s'appelle le lacet et s'effectue autour de l'axe vertical ou axe normal.
- Une pression sur le palonnier gauche entraîne le déplacement du gouvernail de direction vers la gauche dans les filets d'air, augmentant ainsi la pression sur le côté gauche de l'empennage. Ceci force l'empennage à se déplacer vers la droite et le nez de l'aéronef vers la gauche. Le contraire s'applique.

Tous les mouvements de l'avion s'effectuent autour du centre de gravité.

3 - Fonctionnement du compensateur

Volet de compensation (tab)

- Aide le pilote en éliminant la pression excessive à exercer sur les commandes durant les différentes phases du vol.
- Dispositif ajustable placé sur le bord de fuite d'une gouverne.
- Attaché à une autre gouverne par des charnières.
- Conçu de façon à se déplacer au-dessus ou en dessous de la corde de la gouverne à laquelle il est attaché, et ainsi créer une force aérodynamique qui aide le pilote à maintenir la gouverne dans la position désirée. Par exemple, pour maintenir la gouverne vers le haut, le tab sera positionné vers le bas.

Le servo-tab: se rencontre sur les gros avions. Le tab est directement relié aux commandes. Le pilote contrôle l'avion à l'aide du tab et non des gouvernes, la gouverne elle-même flotte librement dans le vent relatif.

L'anti-servo tab: fonctionne sur le même principe sauf qu'il a pour but d'augmenter l'effort nécessaire à appliquer pour utiliser une gouverne. Il se retrouve normalement les empennages monoblocs.

Le SGS 2-33A sont tous équipés d'un tab sur le gouvernail de profondeur. Les leviers sont tous situés dans l'habitacle avant. On trouve trois types de tab sur le 2-33.

- Un mécanisme à ressort monté sur la paroi gauche de l'habitacle, sous la poignée des spoilers.
- Un mécanisme à ressort monté sur le plancher, en avant du manche.
- Un mécanisme de compensation verrouillé par crochet monté à la base du manche.

4 - Gouvernes secondaires

Spoilers

- Réduit la portance.
- Augmente la traînée.
- Réduit la portance.
- Consistent en une large bande étroite de métal située sur l'extrados de l'aile du 2-33A, perpendiculaire à l'écoulement de l'air.

Aérofreins

- Large bande étroite de métal située sur l'intrados de l'aile du 2-33A.
- Augmentent la traînée sans détruire la portance.

Volets

- Dispositifs de haute portance.
- Augmente la cambrure de l'aile.
- Dans certains cas, la surface portante de l'aile augmente.
- Augmente les performances au décollage et à l'atterrissage.
- Permettent une pente d'approche plus abrupte sans augmenter la vitesse.
- Diminution de la vitesse de décrochage.

5 - Comment bouger les gouvernes et faire un virage coordonné

Appliquer simultanément le manche et le palonnier dans le sens du virage. Mettre suffisamment de palonnier pour centrer la corde du planeur. Si trop de palonnier est appliqué pour une inclinaison donnée, la corde ira dans le sens du virage. À l'inverse, ne pas mettre assez de palonnier pour une inclinaison donnée fera dévier la corde vers l'extérieur du virage. Mettre un peu de pression vers l'arrière sur le manche pour augmenter la portance.

6 - Équilibrage des gouvernes et flottement

Équilibrage des gouvernes

En plaçant une partie de la gouverne devant l'axe d'articulation, l'air qui vient frapper cette partie facilite le déplacement de la gouverne dans la direction voulue. Cette procédure, appliquée aux ailerons, aide également à contrer les effets du lacet inverse.

Masse d'équilibrage

- Poids placés aux contours profilés devant l'axe d'articulation de la gouverne.
- Son rôle consiste à éliminer les risques de vibrations aéroélastiques sur les gouvernes, vibration susceptible de se produire aux vitesses élevées.

Équilibre statique

Il est très important de répartir correctement le poids sur une gouverne. Pour cette raison lorsque la gouverne est repeinte, réparée, ou qu'une composante est remplacée, il est nécessaire de revérifier l'équilibrage et de procéder à des corrections si nécessaire. Pour effectuer ce travail, la gouverne est enlevée et placée sur un gabarit. Puis, on vérifie la position du centre de gravité selon les spécifications du constructeur. Puisqu'il n'y a pas écoulement d'air autour de la gouverne, elle doit obligatoirement s'équilibrer sur le centre de gravité spécifié. C'est ce qu'on appelle l'équilibre statique.

Flottement: Causé par les vibrations aéroélastiques qui se produisent aux vitesses élevées.

7 - Types de construction des avions

Aéronef: Tout appareil capable de se déplacer dans l'air.

Aérodynamique: Aéronef plus lourd que l'air dont la sustentation en vol est assurée par des réactions aérodynamiques sur des surfaces restant fixes dans des conditions de vol données.

Avion: Aérodyne muni d'un moteur dont la sustentation en vol est assurée par des réactions aérodynamiques sur des surfaces restant fixes dans des conditions de vol données.

Planeur: Aérodyne sans moteur dont la sustentation en vol est assurée par des réactions aérodynamiques sur des surfaces restant fixes dans des conditions de vol données.

Cellule: Structure entière de l'avion incluant les réservoirs et les conduits de carburant mais excluant les instruments et le moteur.

Parties d'un aéronef

Fuselage: C'est le corps central de l'aéronef. Il sert à loger l'équipage, les passagers et la cargaison.

Types de construction

- Poutres en treillis (ex. SGS 2-33A) On retrouve surtout ce type de construction sur les ultralégers et les avions de construction amateur.
- Montage en N
- Montage de poutres Warren
- Tubes d'aciers montés ensemble pour former un cadre. Les longerons (3 ou 4 tubes d'aciers montés sur la longueur) sont les membres principaux. Le cadre est recouvert de toile.
- Monocoque. Série de cadres ou cloisons maintenus ensemble par des lisses (longues bandes installées dans le sens de la longueur) Le revêtement est en métal et assume une partie des charges. On l'appelle le revêtement travaillant.
- Semi-monocoque (Ex. Avions de transport, Airbus 320)

Ailes : Créent la portance pour faire voler l'aéronef.

Configuration des ailes

- **Monoplan:** Ils ont une seule paire d'aile.
- **Biplan:** Ils ont deux paires d'aile.

Positionnement des ailes

- **Ailes hautes:** au sommet du fuselage.
- **Ailes médianes:** au milieu du fuselage.
- **Ailes basses:** en dessous du fuselage.

Bord d'attaque: La partie avant de l'aile qui rencontre l'écoulement d'air relatif.

Bord de fuite: Arrière de l'aile où l'air s'écoule de l'aile.

Emplanture : Partie de l'aile qui s'attache au fuselage.

Saumon : Partie de l'aile la plus éloignée du fuselage.

Aileron: Surfaces de contrôle fixées au bord de fuite, près des extrémités d'aile. Ils servent à incliner l'aéronef. Lorsqu'un monte, l'autre descend.

Nervures: Vont du bord d'attaque au bord de fuite. Elles ont la forme de la cambrure.

Longerons: Poutres parcourant toute la longueur de l'aile, de l'emplanture au saumon. Ils assument la plus grande partie des charges et servent à rigidifier les ailes contre les effets de torsion. Membre principale de l'aile.

Volet: Partie mobile de l'aile, située entre l'aileron et l'emplanture.

Haubans: Partant de la base du fuselage et se prolongeant environ jusqu'au milieu de l'aile. Ils renforcent extérieurement l'aile.

Cantilever: Ailes sans support extérieur

3) Train d'atterrissage : Absorbe les chocs à l'atterrissage, supporter le poids de l'aéronef et permettre sa conduite au sol.

Types

- Tricycle.
- À roue de queue (classique).
- Monotrace (SGS 2-33A)
- Il peut être fixe ou escamotable.

Empennage: Assure le contrôle et la stabilité longitudinale et directionnelle.

Dérive (ou plan fixe vertical): Surface verticale placée devant l'étambot pour assurer une stabilité directionnelle.

Gouv.de direction: Surface verticale mobile attachée à la dérive, assurant le contrôle directionnel (lacet).

Stabilisateur: Plan horizontal, aérodynamique, situé à l'arrière du fuselage, assurant la stabilité longitudinale de l'aéronef.

Gouv.de profondeur: Surface mobile attachée au stabilisateur, assurant le contrôle longitudinal (tangage).

Compensateur: Dispositif ajustable, fixe ou mobile, posé sur le gouvernail de profondeur et de direction. Il assiste le pilote en éliminant la nécessité d'exercer une pression excessive sur les commandes.

Système de propulsion: Assure la traction de l'avion vers l'avant.

(Les systèmes de propulsions ne seront pas décrits dans ce présent manuel.)

406 - THÉORIE DU VOL (Objectif 2 – théorie)

406.01 - Principes de vol et forces agissant sur un planeur

1 - Théorème de Bernouilli

Principe de Bernouilli :

Dans tout système, l'énergie totale demeure constante. Autrement dit, dans un système énergétique, quand un facteur augmente, un autre diminue en contrepartie. L'air circulant sur l'extrados est forcé d'accélérer dû à la courbure de l'aile. Il en résulte une diminution de pression sur le dessus de l'aile qui aboutit au phénomène de la portance.

2 - Les lois de Newton

Trois lois de Newton

- Un corps en mouvement tend à rester en mouvement. (Inertie)
- Une force doit être appliquée pour modifier l'uniformité du mouvement. (Accélération)
- L'application d'une force engendre une réaction égale et opposée. (Action-Réaction)

3 - Portance

Définition : Force permettant à l'avion de se sustenter dans les airs et de contrer son poids.

Portance et traînée dépendent de :

- L'angle d'attaque
- La forme du profil aérodynamique
- La superficie du profil (de l'aile) = S
- Le carré de la vitesse (vitesse vraie) = V^2
- La densité de l'air = ρ

Formules:

- portance $C_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S$
- traînée $C_D \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S$

où C_L et C_D sont les coefficients de portance (L) et de traînée (D)

Lorsque l'angle d'attaque augmente, la portance et la traînée augmentent aussi. On obtient la relation entre la portance et la traînée en divisant le coefficient de portance par le coefficient de traînée. C_L / C_D Le meilleur rapport est atteint à 0° d'angle d'attaque, c'est-à-dire qu'à cet angle, nous obtenons le maximum de portance pour le minimum de traînée.

4 - Traînée

Définition : Résistance à l'avancement de l'aéronef à travers l'air.

- Traînée parasite
- Traînée induite

Traînée parasite: Causée par toutes les parties de l'aéronef qui ne contribuent pas à la portance. Elle est donc composée de la traînée de forme, de frottement et d'interaction.

Traînée de forme: Causée par la forme ou les contours d'un objet offrant une résistance à son déplacement à travers l'air.

Traînée de frottement: Relève de la tendance de l'air à adhérer à la surface de l'objet autour duquel il est censé circuler. (Viscosité)

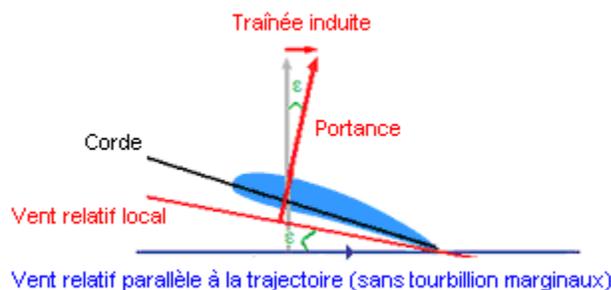
Traînée d'interaction: Résistance causée par les raccords (exemple : là où l'aile est attachée au fuselage, ou les montants à l'aile).

Traînée induite

- Causée par les parties de l'aéronef qui participent activement à la création de la portance.
- Inhérente à la portance, on ne peut donc jamais l'éliminer.
- Les tourbillons marginaux ainsi que la couche limite turbulente sur l'extrados sont deux témoins de l'existence de la traînée induite.

Théorie de la traînée induite avancé (non matière à examen)

La traînée induite est créée par l'inclinaison du vecteur portance vers l'arrière par rapport à la trajectoire de vol de l'avion. Comment cela peut-il arriver ? Les tourbillons marginaux sont la réponse. Tout d'abord, la condition à respecter est la suivante, le vecteur portance est toujours perpendiculaire au vent relatif. Lorsque le tourbillon redescend sur l'extrados, son mouvement descendant combiné au vent relatif local de l'aile fait en sorte que l'angle d'attaque locale de l'aile s'en trouve réduit. Le vent relatif local coule plus près de la corde de l'aile ce qui redirige le vecteur portance vers l'arrière puisqu'il doit demeurer perpendiculaire à ce vent relatif. Le vecteur portance n'agit donc pas perpendiculairement à la trajectoire de l'avion et sa composante vers l'arrière constitue la traînée induite. Plus forts sont les tourbillons marginaux, plus forte est la traînée induite.



Tourbillons marginaux

Parce que la pression au-dessus de l'aile est inférieure à la pression atmosphérique environnante, l'air qui circule sur l'extrados tend à se diriger vers le fuselage. L'air qui circule sous l'intrados tend à s'éloigner vers l'extérieur pour remonter ensuite sur l'extrados, en s'échappant par le saumon de l'aile et ce, à cause de la pression atmosphérique environnante qui est plus basse.

Quand ils se rencontrent au bord de fuite, les filets d'air circulant sur l'extrados et ceux de l'intrados se dirigent dans des directions opposées. Ceci engendre une série de remous et de tourbillons qui finissent par s'unir en un seul gros tourbillon aux extrémités d'aile. Ce sont les tourbillons marginaux.

Façons de diminuer les tourbillons marginaux

Barrières de décrochage (cloisons d'aile):

- Ressemblent à des nageoires montées verticalement sur l'extrados de l'aile.
- Contrôlent l'écoulement de filets d'air.
- Normalement situées vers le centre du profil d'aile.
- Procurent un meilleur contrôle à basse vitesse et de bonnes caractéristiques de décrochage.

Ailettes supercritiques:

- Montée verticalement sur le saumon de l'aile
- Petite surface au profil aérodynamique
- Brisent les tourbillons marginaux qui cherchent à atteindre l'extrados de l'aile.

5 - Angle d'attaque

Angle entre la corde de l'aile et le vent relatif

Corde: ligne fictive joignant le bord d'attaque au bord de fuite.

6 - Angle d'incidence

Angle entre la corde de l'aile et l'axe longitudinal de l'avion. Cet angle est fixe et est déterminé à la construction de l'avion.

7 - Variations de la portance et de la traînée en fonction de l'angle d'attaque

Portance: Plus on augmente l'angle d'attaque plus la portance augmente. La portance continue à augmenter jusqu'à ce que l'angle d'attaque critique soit atteint. Une fois passé cet angle, la portance diminue rapidement et l'aile décroche. Il y a deux façons d'augmenter la portance en vol :

- Augmenter l'angle d'attaque (en dessous de l'angle critique de décrochage) ce qui augmente le terme C_L de la formule par diminution de la pression sur l'extrados et augmentation de la déflexion d'air vers le bas.
- Augmenter la vitesse ce qui produit une augmentation de portance au carré de la vitesse. En doublant votre vitesse vous quadruplez donc votre portance pour un même angle d'attaque.

Traînée: La traînée augmente rapidement lorsqu'on augmente l'angle d'attaque. À l'angle critique la traînée dépasse la portance. La traînée est à son maximum à faible vitesse (près du décrochage) et aussi à haute vitesse passant par un minimum entre ces deux extrêmes. Augmenter la vitesse a un effet au carré sur la traînée.

8 - Ratio portance / traînée

S'obtient en divisant le coefficient de portance par le coefficient de traînée.

9 - Angle de décrochage et centre de poussée

Centre de poussée (C.P.)

Si on considère la distribution de la pression comme étant une seule force, on peut la représenter par une ligne droite. La jonction entre cette ligne et la corde de l'aile s'appelle le centre de poussée. En résumé, le centre de poussée est la résultante de toutes les forces de portance.

Décrochage

Survient lorsque l'aile est incapable de produire suffisamment de portance pour compenser le poids de l'aéronef.

Symptômes

- Perte de l'horizon
- Sifflement du vent diminue
- Vitesse indiquée diminue
- Contrôles mous
- Buffeting (tremblements) (peut être absent lors de vol dans les précipitations)

Recouvrement

À gauche: voici la méthode présentée dans le CCP-242 (méthode préconisée pour la plupart des planeurs). Utilisez cette terminologie dans les examens.

À droite: voici la méthode à utiliser en vol avec le planeur 2-33 (en raison de ses particularités propres.)

Théorie	Pratique
Centralisez les contrôles immédiatement	Centralisez les contrôles immédiatement et dire: décrochage
Relâcher suffisamment la pression arrière pour rétablir la portance sur les ailes (réduire l'angle d'attaque)	Relâcher suffisamment la pression arrière pour rétablir la portance sur les ailes
Si une aile tombe, utilisez le palonnier opposé pour l'en empêcher	Si une aile tombe, utilisez le palonnier opposé pour l'en empêcher
Si les aérofreins/déporteurs sont ouverts, les fermer immédiatement.	Si les aérofreins/déporteurs sont ouverts, les fermer immédiatement.
Ramener les ailes au niveau avec les ailerons (si nécessaire) lorsque la portance est rétablie	Ramener les ailes au niveau grâce au mouvement coordonnée des palonniers et des ailerons
Sortez du piqué	Sortez du piqué
Regagner de l'altitude avec la vitesse supplémentaire	Regagner de l'altitude avec la vitesse supplémentaire (seulement avec un IV)
Reprendre l'assiette normale	Reprendre l'assiette normale

Lorsque l'angle d'attaque augmente, le centre de poussée se déplace vers l'avant jusqu'à ce qu'il atteigne l'angle d'attaque critique. À ce point, le centre de poussée revient abruptement en arrière sur l'aile qui est maintenant décrochée parce que la pression se redistribue alors plus uniformément sur l'aile.

L'angle de décrochage se situe ordinairement aux environs de 20° , mais il varie selon la forme du profil.

Le décrochage survient à n'importe quelle vitesse et dans n'importe quelle assiette tant que l'angle d'attaque critique soit dépassé.

Facteurs affectant le décrochage

Poids: Un poids additionnel oblige l'aéronef à maintenir un angle d'attaque plus grand pour produire la portance nécessaire à le soutenir en vol pour une même vitesse. La différence entre l'angle d'attaque en croisière et l'angle critique sera donc plus petite. Par conséquent, l'angle d'attaque critique sera atteint à une vitesse plus élevée.

C de G: Si le centre de gravité se déplace vers l'avant la vitesse de décrochage augmente. Si le centre de gravité se déplace vers l'arrière, la vitesse de décrochage diminue. (pour plus d'explications voir leçon 406.04.04)

Turbulence: La vitesse de décrochage augmente parce que les courants d'air ascendants peuvent entraîner l'aéronef à excéder l'angle d'attaque critique.

Virages: En augmentant l'angle d'inclinaison le facteur de charge augmente causant une augmentation de la vitesse de décrochage.

Volets: En augmentant le potentiel de portance de l'aile cela entraîne une réduction de la vitesse de décrochage.

Conditions climatiques: La neige, le givre et la glace peuvent entraîner une augmentation de la vitesse de décrochage par déformation du profil aérodynamique. Ce facteur est le seul à modifier l'angle critique de décrochage. Il y a également une augmentation marquée de la traînée.

10 - Forces agissant sur l'avion en virage

En virage, la force de portance qui agit toujours à 90° par rapport à l'envergure, s'incline par rapport à la verticale. Conséquemment, les forces verticales de portance et de poids ne sont plus en équilibre. À moins que l'angle d'attaque ne soit augmenté pour produire davantage de portance, l'aéronef descendra.

La portance possède deux composantes:

- Une qui agit verticalement et qui garde l'aéronef dans les airs.
- Une qui agit horizontalement qui entraîne l'aéronef dans le virage (force centripète).

Force centrifuge: Force illusoire qui est opposée à la force centripète et en virage elle cherche à entraîner l'aéronef vers l'extérieur du virage.

Poids: Agit directement vers le bas comme d'habitude.

Plus l'angle de virage augmente, plus la portance est redirigée vers le centre du virage le resserrant ainsi. La fraction de la portance redirigée vers la force centripète n'est donc plus disponible pour contrer la gravité. Pour maintenir l'altitude il faut donc augmenter la portance totale en augmentant l'angle d'attaque. Ceci a aussi pour effet d'augmenter le facteur de charge.

Dans un virage coordonné, plus l'angle d'inclinaison est grand, plus:

- Le facteur de charge est grand.
- Le taux de virage est grand.
- Le rayon de virage est petit.
- La vitesse de décrochage est élevée.

Plus la vitesse est grande en virage, plus:

- le taux de virage est lent.
- le rayon de virage est grand.

Virage en montée et en descente

Dans un virage en descente, l'aile inférieure rencontre le vent relatif à un angle d'attaque plus grand et crée donc plus de portance. Comme l'aile supérieure se déplace plus rapidement, elle crée également plus de portance et, comme les deux forces s'équivalent, l'angle d'inclinaison tend à rester le même.

Dans un virage en montée, l'aile inférieure rencontre le vent relatif à un angle d'attaque plus petit et crée donc moins de portance. Comme l'aile supérieure se déplace plus rapidement, elle crée également plus de portance. Ces deux forces font en sorte que l'angle d'inclinaison tend à augmenter.

11 - Concept de traction pour un planeur

Traction

Force exercée par le moteur et l'hélice qui repousse l'air vers l'arrière dans le but de causer une réaction dirigée vers l'avant. La traction assure l'avancement de l'aéronef à travers l'air de plusieurs façons. L'effet reste le même, que la traction soit produite par une hélice déplaçant une grande quantité d'air vers l'arrière à une vitesse relativement faible, ou par un réacteur déplaçant une petite quantité d'air vers l'arrière à une vitesse relativement élevée.

Traction d'un planeur

Le planeur doit maintenir une légère assiette à piqué pour créer la traction nécessaire pour le faire avancer et pour créer une circulation d'air suffisante pour obtenir la portance. La traction est créée par la **composante vers l'avant du poids** lorsque le planeur prend une assiette nez bas. Si le nez du planeur est emmené à ou est cabré au-dessus de l'horizon, la vitesse diminuera et l'aile ne pourra plus produire assez de portance pour contrer le poids.

12 - Poids

Force qui agit verticalement vers le centre de la terre et qui est due à la gravité. La résultante de tous les poids de l'avions se nomme centre de gravité.

13 – Équilibre

Un avion est en équilibre lorsque la traction est égale et opposée à la traînée et / ou lorsque le poids est égal à la portance.

14 – Concept de couple

Lorsque deux forces sont égales et opposées, on dit de l'aéronef qu'il est dans un état d'équilibre. Lorsque deux forces, par exemple la portance et le poids sont égales, opposées et parallèles, mais ne passant pas par le même point, on dit qu'elles forment un couple.

Un couple entraînera un moment rotatoire autour d'un axe donné (les couples agissent autour du centre de gravité).

- Si le poids se trouve devant la portance, le couple créé fera tourner le nez de l'aéronef vers le bas
- Si la portance se trouve devant le poids, le couple fera tourner le nez vers le haut.
- Si la traînée se trouve au-dessus de la traction, le couple créé fera tourner le nez de l'aéronef vers le haut.
- Si la traction se trouve au-dessus de la traînée, le couple fera piquer le nez vers le bas.

406.02 - Profils d'aile et cambrure

1 - Fonction du profil d'aile

Sert à obtenir une réaction de l'air qu'il traverse, c.-à-d. la portance.

Types de profil d'aile

Profil aérodynamique conventionnel

L'aile est plus épaisse permettant ainsi une structure plus forte et un poids inférieur. Bonnes caractéristiques de décrochage. La cambrure est maintenue plus loin vers l'arrière, ce qui augmente la portance et diminue la traînée. La partie la plus épaisse de l'aile se situe à 25% de la corde. Produit plus de portance et de traînée. Ce profil est efficace sur les avions plus lent.

Profil d'aile à écoulement laminaire

L'aile est généralement plus mince qu'une aile conventionnelle. Son bord d'attaque est plus effilé et les surfaces d'intrados et d'extrados sont presque symétriques. La partie la plus épaisse de l'aile se situe à 50% de la corde. Ce profil a l'avantage de produire moins de traînée induite mais par contre moins de portance. Efficace pour les avions à haute performance tel que le F-18. Les caractéristiques de décrochages sont souvent beaucoup plus violentes que sur un profilé conventionnel.

2 - Circulation de l'air et distribution de pression autour d'un profil d'aile

L'air circule sur l'extrados et l'intrados de l'aile

-L'air est forcé d'accélérer sur l'extrados, ce qui crée une zone de basse pression et résulte en la force de portance que l'on connaît. Plus on augmente l'angle d'attaque plus la région de pression maximale (centre de poussée) augmente (le vecteur portance s'allonge) et se déplace vers l'avant.

Lorsque l'angle critique est atteint la région de pression maximale devient moins grande (le vecteur portance se rétrécit) et se déplace vers l'arrière.

3 - Vent relatif

Direction de l'écoulement de l'air p/r à l'aile en mouvement ou stationnaire. Si l'aile se déplace vers l'avant et vers le bas, le vent relatif se dirige vers l'arrière et vers le haut.

4 - Cambrure

Cambrure: La courbure du dessus et du dessous de l'aile.

5 - Aire, envergure, corde et allongement

Aire: superficie de l'aile.

Corde: Ligne droite imaginaire reliant le bord d'attaque au bord de fuite.

Envergure: Distance maximale entre les deux extrémités d'une aile.

Allongement: Rapport qui existe entre la longueur ou l'envergure de l'aile et sa largeur (profondeur) ou corde. Ainsi, une aile de grand allongement produira plus de portance et moins de traînée induite. Par exemple, avec une envergure de 24 pieds et une corde 6 pieds une aile aura un allongement de 4 alors qu'une autre de 36 pieds d'envergure et de 4 pieds de corde aura un allongement de 9 pour une superficie identique de 144 pieds carrés. Conséquemment, les performances d'une aile de grand allongement seront favorisées pour la construction des planeurs.

6 - Écoulement laminaire et couche limite:

Couche limite: Mince couche d'air recouvrant la surface de l'aile (ou de tout objet voyageant dans un fluide) dont la vitesse et la direction de son écoulement est influencée par la forme du profil. La couche limite peut être de deux types: Laminaire ou turbulente.

Couche laminaire: Partie lisse et régulière de la couche limite.

Couche turbulente: Partie plus épaisse et turbulente de la couche limite. Elle se situe environ après le milieu de l'aile.

Point de transition: Le point où la couche limite cesse d'être laminaire pour devenir turbulente.

Point de décollement: Point où l'écoulement turbulent n'est plus en contact avec la surface de l'aile. Il y a séparation entre l'écoulement et l'aile.

Influence de l'angle d'attaque sur la couche laminaire: Plus l'angle d'attaque augmente, plus le point de transition se déplace vers l'avant.

Méthodes pour contrôler la couche limite

Méthode de succion

Série de fentes étroites pratiquées dans les ailes à compter de l'emplanture jusqu'au bout des ailes. Un vide aspire l'air à travers les fentes, empêchant ainsi le décollement des filets d'air et les forçant à suivre la courbe de l'aile. L'air aspiré est siphonné à travers des canalisations aménagées à l'intérieur de l'aile et est ensuite expulsé vers l'arrière pour procurer davantage de poussée.

Profil à écoulement laminaire

- Rend possible un meilleur contrôle de la couche limite.
- Le point de transition se trouve dans la partie la plus épaisse de l'aile ou aux environs.
- La partie la plus épaisse se situe à 50% du profil.

Générateurs de tourbillons

Petites languettes d'environ un pouce de hauteur, placées en rang sur le bord d'attaque de l'aile. Ils sont placés à un certain angle d'attaque et, à l'instar de l'aile, engendrent des tourbillons. Ils empêchent ou retardent le décollement de la couche limite en lui fournissant de l'énergie cinétique. Ce système est plus léger et plus simple que la méthode par succion.

7 - Angle de dièdre

Angle que font les ailes par rapport à l'horizontale.

8 - Facteurs influençant la portance et la traînée d'une aile

Profilage: Technique qui consiste à façonner un objet de façon à le rendre moins résistant au mouvement, c'est-à-dire de réduire la traînée qu'il engendre.

Profil d'aile: Courbure du dessus et du dessous de l'aile. Le type d'opération pour lequel un aéronef a été conçu a une influence directe sur la conception et la forme de l'aile de cet aéronef. Un aéronef destiné au vol à basse vitesse aura une aile épaisse tout comme un aéronef destiné au vol à vitesse élevée aura un profil mince.

Angle d'incidence: C'est l'angle auquel l'aile est inclinée en permanence par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef (angle entre la corde et l'axe longitudinale). Bien choisir l'angle d'incidence permettra d'améliorer la visibilité en vol, de raffiner les caractéristiques de décollage et d'atterrissage, et de réduire la traînée en vol de croisière. La plupart des aéronefs modernes sont dotés d'un petit angle d'incidence positif qui assure à l'aile un léger angle d'attaque lorsque l'aéronef est en croisière.

Configuration de saumons d'aile: Des saumons d'aile spécialement conçus se sont avérés efficaces dans le contrôle de la traînée induite et des tourbillons marginaux. Les tourbillons marginaux détruisent une partie de la portance, engendrent de la traînée et occasionnent de l'instabilité aux angles d'attaque élevés et aux vitesses faibles. Les réservoirs de bout d'aile, les

plaques de saumon d'aile, le saumon d'aile rabattu et les ailettes supercritiques sont des exemples de configurations de saumons d'aile.

Gauchissement: L'aile est tordue de façon à ce que l'angle d'incidence au bout des ailes soit inférieur à celui de l'emplanture. La partie de l'aile située à l'emplanture décroche avant le bout de l'aile. Les ailerons restent efficaces alors qu'une partie de l'aile est déjà décrochée.

Barrières de décrochage (cloisons d'aile): Elles ressemblent à des nageoires montées verticalement sur l'extrados de l'aile. On les utilise pour contrôler l'écoulement des filets d'air. Elles procurent un meilleur contrôle à basse vitesse et de bonnes caractéristiques de décrochage.

Becs: Ils sont des profils aérodynamiques auxiliaires. Aux grands angles d'attaque, ils se déploient automatiquement sur le devant de l'aile. Lorsque l'angle d'attaque diminue de nouveau, la pression d'air plus élevée repousse le bec à l'intérieur de l'aile. Ils améliorent le contrôle latéral.

Fentes: Passages aménagés dans l'aile même à proximité du bord d'attaque. Aux grands angles d'attaque, l'air s'engouffre dans ces fentes et a pour effet de réduire la turbulence occasionnée par les remous.

406.03 - Facteurs de charge et charges aérodynamiques

1 - Charge, charge aérodynamique, facteur de charge, charge de rafale

Charge alaire: C'est le poids total de l'aéronef divisé par la superficie des surfaces portantes.
(lb/pi²)

Poids mort: Poids de l'aéronef immobile au sol.

Charge dynamique: La charge additionnelle imposée au poids mort à cause de l'accélération et/ou d'un changement de direction.

Facteur de charge: Rapport qui existe entre la charge réelle supportée par les ailes et le poids total de l'aéronef. En d'autres mots, il s'agit du rapport entre la charge dynamique et le poids mort.

Charge de rafale: Lorsque la vitesse ou la direction du courant change brusquement, la structure de l'aéronef enregistre de brusques changements de charge.

2 - Destructeurs de portance et aérofreins

Destructeurs de portance (spoilers): Dispositif installé sur les ailes pour augmenter la traînée et réduire la portance. Le spoiler se déploie sur le dessus et sur le dessous de l'aile. Il détruit la portance de l'aile. Il permet au pilote de garder une vitesse sécuritaire et d'augmenter son taux de chute. Les spoilers du SGS 2-33 sont reliés aux freins permettant ainsi un freinage beaucoup plus efficace.

Aérofreins: Les aérofreins sont des dispositifs installés sur certains aéronefs de haute performance. Ils sont conçus pour assurer une descente optimale sans qu'il soit nécessaire de réduire la puissance au point de provoquer le refroidissement brutal du moteur. Lorsque déployés, les aérofreins produisent de la traînée sans modifier la courbure de l'aile.

3 - Facteur de charge en virage

Facteurs de charge

En vol rectiligne l'aéronef possède un facteur de charge de 1g. Plus l'inclinaison augmente, plus le facteur de charge augmente. (lors d'un virage coordonné et à altitude constante) À un angle d'inclinaison de 60 degrés le facteur de charge double à 2g.

Inclinaison	Facteur de charge
15	1.04
30	1.15
45	1.41
60	2.00
75	3.86
77	4.45
90	infini

Pour calculer la vitesse de décrochage en virage

- Vitesse de décrochage x ($\sqrt{\text{facteur de charge}}$)
- Facteur de charge = $1 / \cos(\text{angle d'inclinaison})$
- Formule valable pour un virage coordonné à altitude constante.

4 - Relation entre poids, facteurs de charge et vitesse de décrochage

Plus le degré d'inclinaison augmente dans un virage, plus le facteur de charge augmente, ce qui a pour effet d'augmenter la vitesse de décrochage. Plus le poids d'un aéronef augmente, plus le facteur de charge ainsi que la vitesse de décrochage augmentent aussi, ce qui pourrait causer des dommages à l'aéronef ainsi qu'un décrochage prématuré (étant plus dangereux près du sol).

5 - Limites structurales et effet du facteur de charge

Facteur de charge

Rapport entre la charge réelle supportée par les ailes et le poids de l'avion.

Facteur de charge limite

Limite maximale de facteur de charge pour lequel un avion est conçu. On ne doit pas dépasser intentionnellement cette limite de risque d'endommager ou de déformer de manière permanente la structure. Le facteur de charge limite moyen des avions légers de catégorie normale est de 3,8G+ et 1,52G-

Limites de vitesse

Vitesse maximale d'utilisation (à ne jamais dépasser) (VNE)

Vitesse maximale à laquelle l'aéronef peut être exploité en air calme. Une vitesse supérieure peut causer soit des dommages à la structure, soit une vibration aéroélastiques, soit une perte de contrôle. Fin de l'arc jaune.

Vitesse maximale d'exploitation normale (VNO)

Vitesse de croisière maximale en air turbulent pour laquelle l'aéronef a été conçu et vitesse de sécurité maximale à laquelle l'aéronef peut être exploité dans la catégorie normale. Début de l'arc jaune et fin de l'arc vert.

Vitesse de manoeuvre (VA)

Vitesse maximale à laquelle les commandes peuvent être manoeuvrées sur leur plein parcours, sans dépasser le facteur de charge limite. Pour calculer la vitesse de manoeuvre

Vitesse de décrochage $\times (\sqrt{\text{facteur de charge limite}})$

Vitesse maximale d'utilisation des volets (VFE)

Vitesse maximale à laquelle un aéronef peut être exploité, volets sortis. Une vitesse supérieure peut entraîner le bris des volets. Fin de l'arc blanc

Vitesse de décrochage (VS)

Vitesse à laquelle l'avion en configuration lisse, poids maximal et sans puissance décroche.
Début de l'arc vert

Vitesse de décrochage configuration d'atterrissage (VSO)

Vitesse à laquelle l'avion décroche en configuration d'atterrissage, plein volets, au poids maximum, train sortis et sans puissance. Début de l'arc blanc

Limite du SGS 2-33A	
VNE	98 mph
VA	65 mph
VNO	65 mph
VFE	N/A

406.04 - Stabilité et masse et centrage

1 - Stabilité

C'est la tendance naturelle d'un aéronef à conserver son assiette de vol rectiligne en palier et d'y retourner lorsqu'il en est écarté et ce, sans intervention de la part du pilote. On parlera de stabilité longitudinale, latérale ou directionnelle.

Types de stabilité

Statique: tendance initiale de l'aéronef à reprendre sa position d'origine lorsqu'il en est écarté.
Cette stabilité peut être positive, neutre ou négative.

Dynamique: tendance globale de l'aéronef à retourner à sa position d'origine, après une série d'oscillations qui vont en diminuant.

Stabilité inhérente: réfère aux caractéristiques incorporées au moment de la conception de l'aéronef.

Positive: L'aéronef créera des forces ou des moments qui l'aideront à reprendre sa position initiale.

Neutre: Les forces de rétablissement sont absentes. L'aéronef ne reviendra pas à sa position initiale, mais ne s'en éloignera pas davantage non plus.

Négative: Signifie que l'aéronef créera des forces ou des moments qui chercheront à l'écarter davantage de sa position initiale (instabilité).

Stabilités latérales, longitudinales et directionnelles: stabilités reliées à des perturbations qui affectent le plan de tangage, de roulis ou de lacet.

2 - Méthodes pour améliorer la stabilité

Stabilité longitudinale

La stabilité longitudinale est la stabilité autour de l'axe latéral et porte le nom de stabilité de tangage. Deux facteurs influencent la stabilité longitudinale:

Le plan fixe horizontal ou stabilisateur: La dimension et la position peuvent affecter la stabilité. Lorsqu'à la suite d'une perturbation l'angle d'attaque de l'aile augmente, le centre de poussée se déplace vers l'avant forçant le nez de l'aéronef à monter et la queue à descendre. Alors qu'elle descend, la queue rencontre les filets d'air à un angle d'attaque plus grand, obtient donc plus de portance et tend ainsi à rétablir l'équilibre.

Le centre de gravité: La position du centre de gravité joue évidemment un rôle très important dans la stabilité longitudinale. Si le chargement de l'aéronef est tel que le centre de gravité se trouve trop en arrière, l'aéronef sera porté à adopter une assiette nez haut plutôt que nez bas. La stabilité inhérente fera défaut et même s'il est possible de corriger cette situation en braquant le gouvernail de profondeur vers le bas, le contrôle longitudinal de l'aéronef restera difficile voir impossible dans certains cas extrêmes.

Stabilité latérale

La stabilité latérale est la stabilité autour de l'axe longitudinal et porte le nom de stabilité de roulis. La stabilité latérale s'obtient par:

Dièdre: L'angle de dièdre est l'angle que fait chaque aile par rapport à l'horizon. Si l'aéronef devient déséquilibré, cela provoque une glissade dans la direction de l'aile basse. Donc l'aile basse recevra plus de portance et l'aéronef retournera par roulis à la position appropriée.

Effet de quille: Le poids de la plupart des aéronefs à aile haute se retrouve bas. Lorsque l'aéronef est dérangé et qu'une aile s'abaisse, le poids agit comme un pendule pour retourner l'aéronef à sa position initiale.

L'aile en flèche : Le bord d'attaque est incliné vers l'arrière. Quand une aile descend, le bord d'attaque de l'aile basse se présente perpendiculairement à l'écoulement d'air relatif. Cette aile acquiert alors plus de portance, s'élève et l'aéronef reprend sa position initiale.

Bonne répartition du poids: Une bonne répartition du chargement de l'aéronef l'aidera à rester stable en roulis. Répartissez les passagers et la cargaison de manière à ce que le poids soit sensiblement égal du côté gauche et du côté droit de l'avion.

Stabilité directionnelle

La stabilité directionnelle est la stabilité autour de l'axe normal ou vertical.

L'élément le plus important affectant la stabilité directionnelle est :

Empennage vertical (dérive): Un aéronef cherche toujours à voler face à l'écoulement relatif. Si l'aéronef amorce un lacet qui le fait dévier de sa route, le courant vient frapper le côté de la dérive et force cette dernière à reprendre la ligne de vol initiale.

L'aile en flèche: Contribue également à la stabilité directionnelle. Lorsqu'un mouvement de lacet se produit, l'aile avançant rencontre plus de vent relatif que celle qui recule. Se faisant, elle produit plus de traînée et tend à retourner vers sa position d'origine.

AXES	MOUVEMENT	GOUVERNE	STABILITÉ
Longitudinal	Roulis	Ailerons	stabilité latérale autour de l'axe longitudinal
Latéral	Tangage	Gouverne de profondeur	stabilité longitudinale autour de l'axe latéral
Normal	Lacet	Gouverne de direction	stabilité directionnelle autour de l'axe normal

3 - But des limites du centre de gravité

Limites

Elles sont ordinairement exprimées en pouces à compter de la ligne de référence. Pour certains aéronefs, elles sont exprimées en pourcentage de la corde aérodynamique moyenne. La corde aérodynamique moyenne (MAC- Mean aerodynamic chord) est la corde moyenne de l'aile.

La position du C.G. affecte la stabilité de l'avion. Les ingénieurs qui conçoivent les avions spécifient donc des limites avant et arrière du C.G. qui ne doivent pas être dépassées. Elles sont établies afin de garantir une déflexion suffisante du gouvernail de profondeur durant toutes les phases du vol.

4 - Caractéristiques de vol selon la position du centre de gravité

C.G. trop vers l'avant: L'avion sera lourd du nez; il faudra exercer une pression plus forte sur la gouverne de profondeur et l'avion sera aussi plus difficile à compenser. Si l'avion décroche ou tombe en spirale, il peut être difficile ou même très lent pour ressortir du piqué. Ceci est crucial à basses altitudes. L'avion, étant lourd du nez, devra être maintenu en assiette normale en augmentant davantage l'angle d'attaque que dans une situation normale. Une augmentation d'angle d'attaque crée une portance négative qui s'ajoute au poids de l'avion. Ce surplus de poids se traduit par une augmentation de la vitesse de décrochage de l'avion.

C.G. trop vers l'arrière: L'avion sera lourd de la queue; ceci est le plus dangereux des deux extrêmes. L'avion dont le centre de gravité se trouve trop loin vers l'arrière pourra être dangereusement instable et ses caractéristiques de décrochage et de vrille seront anormales. Les recouvrements s'avéreront difficiles, voire même impossibles, parce que le pilote sera obligé de dépasser les limites de contrôle disponible sur le gouvernail de profondeur. La responsabilité d'un bon chargement repose sur les épaules du pilote; un chargement adéquat assure le respect des limites du centre de gravité.

La vitesse de décrochage diminuera avec un centrage arrière car, pour maintenir l'avion en assiette normale, il faudra pousser sur le manche, ce qui crée une portance positive sur l'empennage qu'on peut soustraire au poids.

5 - Caractéristiques de vrilles et spirale

Vrille

On peut définir la vrille comme une autorotation résultant d'un décrochage aggravé. Si une perturbation fait baisser l'aile d'un avion déjà décroché ou si les palonniers sont utilisés pour produire un mouvement de lacet, l'aile descendante aura un angle d'attaque plus grand par rapport à l'écoulement relatif. Elle produira donc moins de portance et aura tendance à tomber plus rapidement. La traînée de l'aile descendante augmente brusquement, accentuant ainsi son angle d'attaque et la décrochant davantage. Le nez de l'avion descend et l'autorotation s'installe.

Caractéristiques

- Vitesse constante
- Ailes décrochées
- Rayon de virage constant
- Taux de chute constant
- G constants

Procédure de recouvrement

À gauche: voici la méthode présentée dans le CCP-242 (méthode préconisée pour la plupart des planeurs). Utilisez cette terminologie dans les examens.

À droite: voici la méthode à utiliser en vol avec le planeur 2-33 (en raison de ses particularités propres.)

Théorie	Pratique
Centralisez les gouvernes (fermez les aérofreins/déporteurs s'ils sont ouverts)	Centralisez les contrôles (fermez les aérofreins/déporteurs) et dire: vrille
Utilisez à son max. le palonnier opposé au sens de la direction de la rotation	Utilisez à son max. le palonnier opposé au sens de la direction de la rotation
Poussez doucement le manche vers l'avant et maintenir	Poussez doucement le manche vers l'avant et maintenir jusqu'à ce que la rotation cesse
Centralisez le palonnier et mettez les ailes en palier	Ramener les ailes au niveau grâce au mouvement coordonné des palonniers et des ailerons
Sortez doucement du piqué (si vitesse augmente trop, utilisez les aérofreins)	Sortez doucement du piqué (si vitesse augmente trop, utilisez les aérofreins)
	Regagner de l'altitude avec la vitesse supplémentaire (seulement avec un IV)
	Reprendre l'assiette normale

Spirale

La spirale est un virage très prononcé et non coordonné en descente. Un angle d'inclinaison exagéré, une augmentation rapide de la vitesse et du taux de descente caractérisent la spirale. Si la vitesse augmente au-delà des limites de la machine, des dommages peuvent survenir.

Caractéristiques

- Vitesse augmente
- Ailes pas décrochées
- Taux de chute augmente
- Rayon de virage diminue
- G augmentent

Procédure de recouvrement

À gauche: voici la méthode présentée dans le CCP-242 (méthode préconisée pour la plupart des planeurs). Utilisez cette terminologie dans les examens.

À droite: voici la méthode à utiliser en vol avec le planeur 2-33 (en raison de ses particularités propres.)

Théorie	Pratique
Rétablissez les ailes en palier au moyen d'un mouvement coordonné des contrôles	Centralisez les contrôles et dire: spirale
	Ramener les ailes au niveau grâce au mouvement coordonné des palonniers et des ailerons
Sortez doucement du piqué (si vitesse augmente trop, utilisez les aérofreins)	Sortez doucement du piqué (si vitesse augmente trop, utilisez les aérofreins)
	Regagner de l'altitude avec la vitesse supplémentaire (seulement avec un IV)
	Reprendre l'assiette normale

Assurez-vous de ne jamais confondre les caractéristiques de la vrille et de la spirale !

6 - Calculs de masse et centrage

Trouver le centrage par la méthode de calcul

Pour l'exemple suivant, on a choisi un avion dont le poids de base est de 1 575 lb et le poids brut autorisé de 2 600 lb. La ligne de référence (ligne pratique choisie arbitrairement par le constructeur, à partir de laquelle se mesurent toutes les distances) choisie par le constructeur est la cloison anti-feu. Les limites pour le centre de gravité sont de 35,5" à 44,8".

Sous forme de tableau, inscrivez

(Les numéros des étapes ci-dessous se retrouvent également dans le tableau)

1. l'avion (poids de base), le pilote, les passagers, le carburant, l'huile, les bagages, la cargaison, etc., ainsi que leurs poids et bras de levier respectifs (distance de la ligne de référence).
2. Calculez le moment de chaque item. Multipliez le poids à vide de l'avion par le bras-moment (distance horizontale en pouces entre la ligne de référence et le centre de gravité) de l'avion). Multipliez ensuite tous les autres poids par leur distance de la ligne de référence pour en obtenir leurs moments.
3. Faites la somme des poids.
4. Totalisez les moments.
5. Divisez le moment de centrage total par le poids total pour trouver le bras-moment (c'est-à-dire la position du centre de gravité de l'avion une fois chargé).

Item (1)	Poids (1)	Bras-moment (1)	Moment de centrage (2)
Avion de base	1,575	+36	56,700
pilote	165	+37	6,105
Passager (avant)	143	+37	5,291
Passager (arrière)	165	+72	11,880
Enfant (arrière)	77	+72	5,544
bagages	90	+98	8,820
Carburant (60 gal.am. à 6 lb)	360	+45	16,200
Huile 2.4 gal.am. à 7,5 lb)	18	-15 (moins car bras-moment négatif)	-270
	2,593 (3)		110,270 (4)

6. $110,270 / 2,593 = 42,52''$

Le bras-moment du chargement est de 42,52" (110 270/2 593). Le poids total (2593 lb) de l'avion chargé est inférieur au poids brut autorisé (2 600 lb). Le bras-moment se trouve à l'intérieur des limites du centre de gravité (35,5" à 44,8") recommandées. Par conséquent, l'avion est correctement chargé.

406.05 – Aérodynamique

1 - Traînée d'aileron (lacet inverse)

Lorsqu'on incline l'aéronef pour effectuer un virage, un aileron s'abaisse et l'autre se lève. L'aileron descendant se retrouve dans la zone d'air de haute pression causant ainsi de la traînée relativement à l'aileron remontant dans une zone de basse pression. Ce défaut tend à provoquer un mouvement de lacet dans la direction opposée à l'inclinaison.

Des ailerons différentiels ont été conçus de manière à minimiser la traînée d'aileron c'est-à-dire que l'angle de l'aileron qui descend est inférieur à celui de l'aileron qui monte. De cette façon, même si l'aileron qui descend crée de la traînée, il en engendre moins qu'un aileron construit différemment. L'aileron montant, qui parcourt un angle plus grand, crée davantage de traînée. Ainsi, il en résulte une meilleure répartition des forces faisant que la traînée d'ailerons est amoindrie.

Les ailerons frises ont le même effet sur la traînée d'aileron. Le point de pivot de l'aileron qui monte fait en sorte qu'une partie de la gouverne se présente à l'écoulement de l'air sous l'intrados ce qui crée un surplus de traînée.

2 - Effets secondaires des gouvernes

Les ailerons

Lorsque l'aéronef effectue un mouvement de roulis, il a tendance à glisser vers l'intérieur du virage. Il y a donc un impact de l'air relatif sur le côté de l'aéronef. Puisque la surface en avant du C.G. est plus petite qu'en arrière du C.G., un mouvement de lacet sera provoqué dans le même sens que le virage. Ce lacet est le mouvement secondaire du roulis.

Le gouvernail de direction

Lorsqu'on appuie sur un palonnier, l'aéronef effectuera un lacet dans la direction du palonnier utilisé. L'aile extérieure au virage se déplacera plus rapidement que l'aile intérieure. Elle produira donc davantage de portance et un mouvement de roulis se produira dans la direction du palonnier utilisé. Ce roulis est l'effet secondaire du lacet.

L'utilisation du gouvernail de direction conjointement avec les ailerons contribuera à effectuer un virage mieux coordonné.

3 - Relations entre facteur de charge et angle de virage

Dans un virage coordonné à altitude constante, plus on augmente l'inclinaison, plus le facteur de charge augmente. La force centrifuge qui apparaît en virage et le poids créent une résultante appelée poids apparent ou G. Plus la force centrifuge augmente lorsqu'on augmente l'inclinaison, plus le facteur de charge (G) augmente.

4 - Relation entre vitesse de décrochage et angle de virage

Plus on augmente l'inclinaison plus le facteur de charge (poids apparent) augmente. Ce surplus de poids supporté par les ailes de l'avion entraîne une augmentation de la vitesse de décrochage.

5 - Vitesses de plané, taux de chute minimum, meilleur angle et taux de montée

Vitesse de plané

Pour parcours maximal: Aussi appelé vitesse de finesse, ou vitesse optimale en plané.

La meilleure vitesse de plané à laquelle vous pouvez parcourir une distance de plané maximal, pour une perte d'altitude donnée. Meilleur rapport portance/trainée = meilleure vitesse de plané

Pour l'autonomie maximale (endurance): La vitesse qu'il faut pour demeurer le plus longtemps possible dans les airs. La vitesse d'endurance = taux de descente minimum en planeur

Meilleur taux de montée (Vy): Il s'agit du taux de montée auquel on obtient le plus grand gain d'altitude dans le temps le plus court. Le taux de montée n'est pas affecté par le vent, il s'agit uniquement d'une mesure verticale des performances de l'aéronef et n'a aucun rapport avec la vitesse-sol. Cette vitesse ne garantis pas le franchissement d'obstacle.

Meilleur angle de montée (V_x): C'est l'angle qui procure le plus grand gain d'altitude sur une distance donnée. L'angle de montée est affecté par le vent. L'aéronef qui monte face au vent se déplace à une vitesse plus faible par rapport au sol. Par conséquent, son angle de montée devient plus abrupt. Vitesse à utiliser pour franchir les obstacles.

6 - Effets de la densité et température sur les caractéristiques de vol

Effet de la température et de la densité de l'air sur les performances

La densité de l'air diminue lorsque l'altitude et la température augmentent respectivement. La densité de l'air est un élément essentiel de la production de portance. Plus l'air est dense, meilleure est la portance. C'est pourquoi un aéronef sur un aéroport à élévation élevée ou lors d'une chaude journée d'été aura besoin d'une distance de décollage plus longue. Son taux de montée sera faible, son approche plus rapide et sa course d'atterrissage plus longue.

Pour prendre en compte les effets de la pression, la température et l'altitude, on calcule l'altitude densité. C'est l'altitude en atmosphère type qui donneraient des conditions de densité équivalentes aux conditions réelles. On les compare ensuite avec les données de performances du manufacturier.

7 - Normes du manufacturier pour la vitesse d'approche

(Les normes du manufacturier pour la vitesse d'approche du SGS 2-33A sont décrites au chapitre 402 procédures d'utilisation des planeurs)

La vitesse d'approche recommandée pour les approches avec moteur et atterrissages court est normalement égale à 1.3 x la vitesse de décrochage sans moteur plus la vitesse des vents.

8 - Normes de Transport Canada pour la vitesse d'approche

La vitesse d'approche recommandée en planeur par TC est égale à **1.3 x la vitesse de décrochage plus la vitesse des vents.**

Exemple :

Vitesse de décrochage :	50 kts
Multiplié X 1.3	65 kts
Vitesse des vents	15 kts
<hr/>	
Vitesse d'approche	80 kts

406 - THÉORIE DU VOL (Objectif 3 – Instruments)

406.01 - Instruments anémométriques

Pression statique: C'est la pression directement mesuré par un baromètre. Le poids d'une colonne d'air au dessus de la station qui mesure la pression.

Pression Dynamique: C'est la pression créé sur une surface par son déplacement dans l'air. Cette pression est fonction de la vitesse donc si on connait la valeur de la pression dynamique nous pouvons en déduire la vitesse vraie. C'est l'impacte de l'air perpendiculairement à une surface qui crée cette pression. La pression dynamique ne peut jamais être mesurée directement par un appareille barométrique puisque la pression statique est aussi présente dans la lecture. Nous ne pouvons donc que mesurer la pression totale (statique + dynamique) et il faut donc trouver une manière de soustraire la pression statique de la lecture total pour ne conserver que la dynamique.

1 - Système pitot / statique

Prises de pression

Pitot: Mesure la pression totale (statique + dynamique) et est située sur le bord d'attaque de l'aile à l'écart du souffle hélicoïdal et face à la ligne de vol. Sur le planeur, ce tube est situé sur le nez. **L'anémomètre est le seul instrument à être relié à la prise de pression totale.**

Statique: Cette prise munie d'un orifice permet à la pression interne de chaque instrument de s'ajuster à la pression barométrique extérieure. Les orifices sont généralement situés de chaque côté du fuselage à l'abri de la turbulence et de l'air qui vient frapper l'avion de front.

La pression statique est située sur le même tube que la pression dynamique, c'est-à-dire sur le nez du planeur. L'anémomètre, le variomètre et l'altimètre sont tous connectés à la prise de pression statique. **Tous les instruments barométriques y sont reliés.**

2 - Construction d'un anémomètre

Anémomètre

Indique au pilote la vitesse à laquelle il se déplace à travers l'air (non par rapport au sol). Le cadran est calibré en nœuds (kts) et en milles par heure (mph). L'instrument indique la différence entre la pression du tube de pitot et la pression de la prise statique.

L'anémomètre nous donne les lectures de vitesses suivantes:

- La vitesse indiquée (VI ou IAS).
- La Vitesse vraie (VV ou TAS) qui est la vitesse indiquée compensée pour l'erreur de densité, de température de l'air, de position et de l'instrumentation.

Cet instrument est fait d'une capsule anéroïde et admet la pression pitot (totale) dans cette capsule. Quant à la prise de pression statique, elle est reliée au boîtier de l'instrument; son rôle consiste à maintenir l'air renfermé dans le boîtier à la pression atmosphérique actuelle. Les 2 pressions statiques (pitot et port statique) s'annulent et les variations de pression dynamique dans la capsule entraînent l'expansion de celle-ci lors d'une accélération et une contraction lors d'une décélération. Ce mouvement est communiqué à un système de levier, lui-même relié à une aiguille qui tourne autour du cadran.

Marques

Ligne Rouge	Vitesse maximale à ne jamais dépasser (Vne)
Arc Jaune	Zone des vitesses de précaution (utilisé en air calme seulement)
Arc Vert	Zone d'exploitation normale
Arc Blanc	Zone d'utilisation des volets

3 - Opération et erreurs d'un anémomètre

Erreurs

Densité: La densité atmosphérique varie et affecte l'exactitude de l'anémomètre. L'air étant moins dense en altitude fait en sorte que la vitesse indiquée est inférieure à la vitesse vraie. Moins de particules d'air par unité de volume entrent dans la capsule anéroïde en altitude, par conséquent la capsule se gonfle moins pour une même vitesse vraie. La vitesse calibrée corrigée pour la densité donne la vitesse vraie.

Position: Les tourbillons qui se forment sur les ailes et les haubans au passage de l'air sont en partie responsables de cette erreur. L'autre source d'erreur est l'angle d'attaque. Comme le tube de pitot est fixe, les valeurs de pression totale fluctuent en fonction de l'angle avec lequel le tube rencontre le vent relatif. C'est pour cette raison qu'on place le tube de pitot le plus loin possible devant le bord d'attaque de l'aile. L'erreur restante est consignée dans une table de correction des vitesses. La vitesse indiquée corrigée pour les erreurs de positions et d'instrumentations donne la vitesse calibrée.

Retard: Est l'erreur mécanique causée par la friction entre les pièces mobiles de l'instrument.

Glace: La formation de glace sur le tube de pitot et/ou sur la prise de pression statique entraîne des erreurs de lecture.

Eau: La présence d'eau dans le système peut occasionner des indications erratiques sur l'anémomètre.

Givrage: Le givrage peut bloquer la prise pitot qui le rendrait alors inutilisable s'il n'est pas chauffé.

4 - Vitesse indiquée et vitesse vraie

Vitesse indiquée (IAS): Vitesse non corrigée lue sur l'anémomètre.

Vitesse calibrée (CAS): Vitesse indiquée corrigée pour les erreurs d'instruments et de position.

Vitesse vraie (TAS): Vitesse corrigée pour l'erreur de température et de densité de l'air.

5 - Convertir vitesse indiquée en vitesse vraie

Pour convertir la vitesse indiquée en vitesse vraie il faut ajouter 2% à la vitesse indiquée par 1 000 pieds d'altitude pression. Ceci ne tiens pas compte des erreurs d'instruments et de position.

Exemple: Trouver la vitesse vraie pour une vitesse indiquée de 130 kts à 10 000 pieds.

- Il y a 10 tranches de 1000 pieds dans 10 000 pieds.
- $2\% \times 10 = 20\%$
- $IAS = 130$
- $TAS = 130 + (20\% \times 130)$
- $156 = 130 + 26$
- Réponse = 156 kts

6 - Principe d'opération d'un variomètre

Indique en pieds par minute la vitesse verticale de montée ou de descente d'un aéronef. Mesure le changement de pression entre celle de la capsule (pression atmosphérique actuelle admise directement) et celle du boîtier (pression atmosphérique actuelle admise à un taux fortement réduit). Cela entraîne la contraction de la capsule en montée ou l'expansion de la capsule en descente. Ce mouvement est amplifié et transmis par un système de leviers à l'aiguille sur le cadran de l'instrument.

7 - Retard d'un variomètre

Cet instrument accuse un retard de **6 à 9 secondes** avant d'indiquer le taux réel.

8 - Altimètre, principe d'opération et erreurs

Mesure la pression de l'atmosphère qui est due au poids de la colonne d'air qui se trouve au-dessus à une altitude donnée. Ce poids change lorsque l'aéronef monte ou descend, ce qui enregistre un changement sur l'altimètre.

Les principales composantes de l'altimètre sont les capsules anéroïdes situées à l'intérieur du boîtier. Ces capsules sont scellées et renferment la pression standard au niveau de la mer. Lorsque l'altitude augmente, ces capsules prennent de l'expansion due à la diminution de pression dans le boîtier. Cette expansion est traduite par une augmentation d'altitude qui est transmise directement aux engrenages et leviers qui à leur tour font tourner les aiguilles sur la face de l'altimètre. L'inverse se produit lorsque l'altitude diminue.

Erreurs

Pression: La pression atmosphérique varie d'un endroit à un autre. Si cela n'est pas corrigé, la lecture de l'altimètre est inexacte.

From high to a low, look out below, From low to high, watch the sky.

Température : L'altimètre est calibré de façon à indiquer l'altitude vraie selon les conditions de l'OACI de l'atmosphère type (15°C). Si la T°C réelle est plus froide que le standard, l'altitude vraie sera plus basse que l'altitude indiquée (surestime). L'air étant plus dense que standard car plus froid, se compacte à basses altitudes. La densité varie beaucoup avec la hauteur. L'altimètre maintient une altitude selon un niveau de pression (et de densité) constant (calage altimétrique). Il indiquera la même altitude de croisière alors qu'en réalité l'avion descend pour garder la même valeur de pression et densité.

Si la T°C réelle est plus chaude que le standard, l'altitude vraie sera plus haute que l'altitude indiquée (sous-estime). L'effet inverse se produit car l'air plus chaud que standard est moins dense. Sa densité varie peu avec l'altitude. L'altimètre d'un avion qui vole d'une région chaude vers une plus froide surestimerait l'altitude réelle, créant un danger potentiel

Effet de montagne: Causé par une zone de basse pression locale due à l'accélération de l'air le long des parois (effet venturi), les ondes de relief (basse pression due à l'accélération de l'air le long des ondes) et les basses températures en montagnes. L'altimètre va surestimer l'altitude.

9 - Calage altimétrique

Calage altimétrique: C'est la pression barométrique utilisée pour ajuster un altimètre en raison des variations dans la pression atmosphérique. Le calage altimétrique standard de l'atmosphère type est de 29.92" de mercure.

Région d'utilisation de pression standard: Dans l'espace aérien intérieur du nord et lors d'un vol au-dessus de 18 000 pieds ASL, l'altimètre doit être calé sur 29,92 poHg. Région d'utilisation du calage altimétrique. Dans l'espace aérien intérieur du sud et dans l'espace aérien inférieur l'altimètre doit être réglé sur le calage altimétrique courant.

Transition: La transition entre le calage standard et le calage altimétrique se fait toujours du côté standard c.-à-d. lorsqu'il a franchi l'espace aérien supérieur en montée ou avant de passer dans l'espace aérien inférieur en descente. Le pilote peut afficher 29,92 po Hg lorsqu'il est entré dans l'espace aérien intérieur du nord et doit changer pour le calage courant avant de quitter l'espace aérien intérieur du nord.

10 - Blocage pitot ou statique

Blocage complet du pitot: Anémomètre agit comme un altimètre.

Blocage partiel du pitot: Anémomètre indique une valeur proche de 0.

Blocage partiel du statique: Anémomètre et altimètre sous-estiment en montée.
Anémomètre et l'altimètre surestiment en descente.
Variomètre sous-estime en montée et en descente.

Blocage complet du statique: Altimètre et variomètre figent.

Anémomètre subit le même effet que lors d'un blocage partiel

11 - Créer une source de pression statique alternative

Si aucune source alternative de pression statique se trouve à bord et que vous avez absolument besoin des instruments anémométriques fonctionnel pour terminer votre vol de façon sécuritaire, vous pouvez alors considérer briser la vitre du variomètre pour créer une source de pression statique d'urgence à travers le variomètre brisé.

406.02 - Autres instruments

1 - Construction d'un compas magnétique

Comprend deux aimants qui cherchent le nord. Ils sont fixés à un flotteur, lequel porte également le limbe (rose des caps). Cet assemblage est hissé sur un pivot et laissé libre de tourner sur lui-même. Le système complet est ensuite installé dans la cuvette du compas qui est remplie d'alcool ou de kérosène blanc pour amortir les oscillations du système magnétique. La ligne de foi indique la direction dans laquelle l'avion se dirige. Elle doit être exactement alignée, c'est-à-dire être parallèle à l'axe longitudinal de l'avion.

2 - Déviation

C'est l'angle formé entre l'aiguille déviée du compas et le méridien magnétique. Ceci est dû à l'influence des champs magnétiques associés au métal de la cellule et du moteur de l'avion avec le compas.

3 - Champs magnétique terrestre et les erreurs causées sur la boussole

Magnétisme terrestre

La terre est un aimant. Comme tout autre aimant, elle possède un pôle nord magnétique et un pôle sud magnétique. Des lignes de force circulent entre ces deux pôles, créant un champ magnétique qui encercle la terre. L'aiguille d'un compas sera influencée par le champ magnétique terrestre et s'alignera parallèlement à l'une des lignes de force magnétiques. L'extrémité chercheuse de l'aiguille, c'est-à-dire celle qui cherche le nord, pointerà vers le nord magnétique.

Erreurs du compas: Déviation et inclinaison magnétique

4 - Inclinaison magnétique, erreurs d'accélération et de virage

Horizontalité (inclinaison du compas)

Les lignes du champ magnétique terrestre sont horizontales à l'équateur, mais elles deviennent verticales aux pôles de sorte que le compas s'incline aux latitudes plus élevées.

Erreurs du compas

Erreurs de virage: SAND

- Dans les virages originant au nord, l'erreur de virage fait retarder le compas.
- Dans les virages originant au sud, l'erreur de virage fait devancer le compas.

Erreurs d'accélération et de décélération: ANDS

- Sur des caps est et ouest, l'accélération entraîne le compas à indiquer un virage vers le nord. Sur des caps est et ouest, la décélération entraîne le compas à indiquer un virage vers le sud.

5 - Calibration du compas magnétique

Régulation du compas

L'effet de la déviation est consigné par la régulation du compas. L'avion est aligné sur chaque relèvement et le cap compas est ensuite comparé. Les différences sont inscrites sur la carte de déviation placée à proximité du compas (carte For and Steer).

6 - Déclinaison

Angle entre le méridien vrai et le méridien magnétique

7 - Lire un compas magnétique

Les chiffres représentant les caps sont composés en dizaines et en centaines. Le pilote qui lit le chiffre 33 sait qu'il vole sur un cap 330 ou nord-ouest. Les caps nord, sud, est et ouest sont indiqués par les lettres N, S, E, W.

Les caps sont peints sur le limbe du côté réciproque pour permettre au pilote de les lire sur la face de l'instrument. Le limbe semble prendre la mauvaise direction lorsque l'avion effectue un virage.

8 - Vérifier le cap compas au sol et en vol

Au sol: S'aligner sur une piste, immobiliser l'avion, laisser la boussole se placer et s'assurer que l'indication de la boussole correspond avec l'orientation de la piste.

En vol: Survoler une piste en vol rectiligne en palier en évitant tout mouvement brusque des commandes et s'assurer que l'indication de la boussole correspond à l'orientation de la piste.

9 - Gyroscopes et concepts de précession

Gyroscope

C'est un rotor qui tourne à haute vitesse à l'intérieur d'un assemblage de supports, appelé « cardan » qui permet à son axe de pointer dans toutes les directions.

Inertie gyroscopique: C'est la tendance qu'a un corps en rotation de maintenir son plan de rotation s'il n'est pas dérangé.

Précession: C'est la tendance qu'a un corps en rotation, sur lequel on applique une force perpendiculairement à son axe de rotation, de tourner 90° par rapport à son axe de rotation, dans le même sens que la rotation, pour finir sur un nouveau plan de rotation parallèle à la force appliquée. En d'autres mots, lorsqu'on applique une force à un gyroscope pour le forcer à changer de plan de rotation, cette force prend effet que 90° plus loin dans le sens de la rotation du gyroscope.

Le conservateur de cap, l'horizon artificiel et l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale sont deux exemples d'instruments gyroscopiques.

Conservateur de cap

Rotor monté verticalement. Il tourne autour d'un axe horizontal à environ 12 000 rpm. Le rotor est fixé dans un cardan intérieur. Ce cardan tourne librement autour de l'axe horizontal. Ce cardan est monté à l'intérieur d'un autre cardan. Le limbe de l'instrument est attaché à ce dernier par un système d'engrenage. Il obéit au principe de la rigidité dans l'espace. La position du rotor et des cardans est fixe p/r à la terre et c'est l'avion qui tourne autour du gyroscope. Le conservateur de cap ne cherche pas le nord et doit être synchronisé avec la boussole.

- Il doit être recalé à intervalles réguliers pour compenser les erreurs suivantes :
- Erreurs de précession de $3^\circ/15$ minutes. (Causé par la friction des pièces)
- Erreur de précession apparente de 15° /heure. (Causé par la rotation de la terre)
- Ces deux sources d'erreurs doivent être corrigées à toutes les 15 minutes.

Limitations

Virages, montées et descentes d'un maximum de 85 degrés. Laisser tourner le gyroscope au moins 5 minutes avant de lire l'instrument. Le rotor prend du temps à atteindre sa vitesse optimale et à donner une lecture fiable.

Horizon artificiel

Rotor monté horizontalement, qui tourne autour d'un axe vertical. Le rotor est fixé à un système de cardans universel, libre autour des axes de tangages et de roulis.

Limitations de l'horizon artificiel

Électrique: mouvements de tangage de 85 degrés et 360 degrés en roulis

Pneumatique: 70 degrés en tangage et 90 degrés (verticale) en roulis

Erreurs de l'horizon artificiel

- Lors d'une accélération l'horizon indique une montée à droite.
- Lors d'une décélération l'horizon indique une descente à gauche.
- Lors d'un virage le gyroscope précède du côté du virage.

11 - Indicateur de virage et d'inclinaison latérale

Le principe de base gouvernant le fonctionnement de l'indicateur de virage est la précession gyroscopique. Lorsque l'avion effectue un virage à droite ou à gauche, le rotor « précède » autour de son axe de rotation et fait rouler le cardan. À son tour, le mouvement rotatoire du cardan fait bouger l'aiguille sur le devant de l'instrument. Un ressort renvoie le gyroscope au neutre lorsque l'avion cesse de virer.

La bille est contrôlée par la gravité et la force centrifuge. Il s'agit tout simplement d'une bille, ou petite boule d'acier, emprisonnée dans un tube de verre courbé rempli de liquide. L'aiguille indique la direction et le taux de virage. Elle réagit au lacet seulement. La bille indique s'il y a dérapage ou glissade. Dans un virage, si la bille est à l'opposé de l'aiguille, vous êtes en dérapage. Si la bille et l'aiguille sont du même côté, vous êtes en glissade.

Coordonnateur de virage

- Fonctionne à l'électricité.
- Même principe que l'indicateur de virage mais l'instrument réagit au lacet et au roulis.
- L'aiguille est remplacée par la maquette d'un avion.

Corde

Dans les planeurs, nous utilisons une corde pour indiquer si on est en dérapage ou en glissade. Si la corde pointe vers vous, c'est que vous êtes en vol coordonné. Sinon, si la corde pointe en direction du virage, vous êtes en dérapage et si la corde est dans la direction opposée au virage, vous êtes en glissade.

Virage en dérapage

Lors d'un virage, le pilote de planeur fait un usage excessif du palonnier, causant le dérapage à l'extérieur du virage. Cela peut être corrigé en enlevant de la pression sur le palonnier intérieur au virage ou en ajoutant de l'inclinaison.

Virage en glissade

Lors d'un virage, le pilote de planeur n'utilise pas suffisamment de palonnier pour l'inclinaison qu'il met, ce qui cause la glissade à l'intérieur du virage. Cela peut être corrigé en augmentant la pression sur le palonnier intérieur au virage ou en diminuant l'inclinaison.

Virage coordonné

On obtient un virage coordonné par une utilisation coordonnée des ailerons et du gouvernail de direction. Lorsqu'un virage est exécuté correctement, la corde pointerait vers vous.

QUESTIONS DE RÉVISION :

1. Les longerons sont des pièces maîtresses qui vont de l'emplanture au saumon d'aile et qui supportent les charges absorbées par l'avion. Vrai ou faux
2. Quel est le rôle principal du train d'atterrissage? _____
3. Quel est le terme utilisé pour désigner la surface courbe que représente une aile d'avion?

4. L'angle d'attaque est l'angle formé entre _____ et _____.
5. La droite imaginaire qui relie le bord d'attaque au bord de fuite d'une aile de nomme: _____
6. Sur la corde, le point qui correspond à la résultante de toutes les forces de portance s'appelle: _____
7. Quelles sont les 2 couches de l'écoulement de l'air sur le dessus de l'aile? _____
8. Nommez 2 fonctions des spoilers. _____
9. Nommez les 4 forces agissant sur un aéronef en vol. _____
10. Quel type de traînée est causé par les parties créant la portance? _____
11. Qu'est-ce que le gauchissement de l'aile et à quoi sert-il? _____

12. Que ce passe-t-il avec les ailerons lorsque un aéronef est incliné vers la droite?

13. Expliquez le brièvement le mouvement secondaire du lacet?

14. Quel est le rôle principal du compensateur? _____
15. Le poids total de l'avion divisé par la superficie des surfaces portantes est nommé :
_____. Et la charge réelle supportée par les ailes, divisé par le poids total de
l'avion est nommé:_____.
16. À une vitesse constante, en virage en palier, plus l'inclinaison latérale est grande:
- a. plus le taux de virage est grand
 - b. plus le facteur de charge est grand
 - c. plus le rayon de virage est petit
 - d. toutes ces réponses
17. La tendance d'un aéronef à revenir de lui-même à sa position initiale après avoir été
soumis à une perturbation quelconque s'appelle: _____
18. La stabilité autour de l'axe latéral est la stabilité: _____. Et la stabilité latérale est la
stabilité autour de l'axe: _____.
19. Vous êtes au décollage et au bout de la piste, il y a une tour à 150 pi de haut. Quelle
vitesse allez-vous utiliser et pourquoi? _____

20. Nommez les caractéristiques d'une vrille.

21. Nommez les caractéristiques d'une spirale.

22. Qu'est-ce que la ligne de foi du compas indique? _____
23. Si vous effectuez un virage originant du Sud, quelle erreur subira le compas? _____
24. Sur un cap Est-Ouest lors d'une accélération, le compas a tendance à indiquer un virage vers le _____.
25. L'anémomètre est relié à quelle(s) prise(s) de pression? _____
26. Quelle source de pression active le variomètre? _____
27. Lorsqu'un aéronef vole d'une région de haute pression à une région de basse pression, l'altimètre indiquera:
- a. aucun changement
 - b. une altitude plus haute que réelle
 - c. une altitude plus basse que réelle
 - d. une variation bas-haut-bas
28. Si on vole d'une masse d'air chaud vers une masse d'air froid, l'altimètre _____ dû à l'augmentation _____.
29. La présence des vents de montagnes aura pour effet de _____ l'altimètre.
30. Qu'est-ce que la VNE? _____

31. Qu'indique l'arc jaune sur l'anémomètre? _____

32. Le variomètre a un retard de: _____

33. Qu'est-ce que l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale indique?

34. Quel(s) instrument(s) fait (font) partie des instruments gyroscopiques? _____

410 – Moteurs

410.01– Notions de base sur les moteurs d’avion

1. Cheval –vapeur (horse power)

- a) Unité standard servant à mesurer la puissance produite par un moteur.
- b) Représente la quantité de travail fourni pour lever en une minute un poids de 33,000 livres sur une hauteur de 1 pied.

2. Puissance indiquée

- Puissance développée à l’intérieur du moteur à combustion interne.

3. Puissance au frein (PAF) (ou BHP Brake Horse Power)

- a) Du au frottement et autres causes, toute cette puissance n’est pas convertie en travail utile.
- b) La puissance disponible, déduction faite des pertes occasionnées par le frottement et autres causes, est appelée la puissance au frein (PAF).

4. Types de moteurs à combustion

Il y a trois principaux types de moteurs à pistons actuellement en usage :

- a) Cylindres horizontaux opposés:
 - Deux rangées de cylindres horizontaux opposés directement les uns aux autres et travaillant sur un même vilebrequin. Les cylindres sont au nombre de 4, 6 ou 8
 - L’avantage principal de ce type de moteur est qu’il est plat. Sa faible superficie frontale occasionne moins de traînée. C’est le type le plus fréquemment utilisé sur les avions légers.

b) En étoile (radial):

- Les cylindres sont disposés en étoile autour d'un carter en forme de tonneau. Il comprend toujours un nombre impair de cylindres. Le rapport poids/puissance développée du moteur en étoile est acceptable et il est facile d'entretien, mais sa forme particulière augmente considérablement la traînée parasite et réduit la visibilité à l'avant.

c) En ligne:

- Les cylindres sont disposés côte à côte en rangée le long du vilebrequin. Chaque piston travaille séparément sur un palier excentrique du vilebrequin. La limite pratique est de six cylindres par rangée. Si les besoins exigent un plus grand nombre de cylindres, on les dispose généralement sur deux rangées ou plus; d'où les types en « V », en « X » et en « H » qui possèdent deux vilebrequins côte à côte. Certains moteurs en ligne sont inversés, pour assurer une meilleure visibilité au pilote. Il génère peu de traînée parasite, mais il est plus lourd et la grosseur est limitée.

5. Moteurs à réaction

a) La propulsion à réaction repose sur la troisième loi du mouvement d'Isaac Newton qui dit que toute action entraîne une réaction égale et opposée.

b) Certains types d'aéronefs sont munis d'un moteur à réaction. Les aéronefs militaires modernes tel le F-14, le F-15 et le CF-18 utilisent différents types de moteurs à réaction. Plusieurs compagnies aériennes tel le Boeing 747 utilisent aussi différents types de moteurs à réaction.

c) Dans un moteur à réaction, l'air qui pénètre par l'admission est comprimé et repoussé avec force dans la chambre de combustion par un compresseur entraîné par une roue de turbine. À son tour, la turbine est entraînée par l'inertie des gaz chauds d'échappement.

d) Dans la chambre de combustion, de l'essence est ajouté à l'air comprimé et brûlé. Ceci produit un gaz très chaud à haute vitesse. Par la suite il se déplace vers la turbine, qui utilise juste assez d'énergie pour faire fonctionner le compresseur. Le reste de l'énergie donne la poussée sous la forme de gaz chauds qui s'échappent vers l'arrière en un courant continu.

6. Composantes de base d'un moteur

a) Chaque cylindre contient un piston qui bouge de bas en haut. Le piston possède des anneaux qui permettent l'étanchéité entre le piston et le cylindre.

- b) La bielle relie le piston au vilebrequin qui lui entraîne l'hélice.

- c) On retrouve à la tête du cylindre les soupapes d'admission et d'échappement et les bougies d'allumage. La soupape d'admission permet le passage du mélange air-essence à l'intérieur de la chambre de combustion. La soupape d'échappement permet l'évacuation des gaz dans le système d'échappement.

- d) L'arbre à came est tourné par le vilebrequin. Il permet le mouvement de la tige de poussoir et du culbuteur. La vitesse de rotation de l'arbre à came est la moitié de celle du vilebrequin. On retrouve des ailettes sur les cylindres et les têtes de cylindre qui ont pour rôle de dissiper la chaleur.

- e) Le mélange air-essence est allumé par deux bougies d'allumage situées dans la tête du cylindre. Elles reçoivent le courant électrique des magnétos par le distributeur.

- f) La canalisation de soupape de la soupape d'admission est reliée au carburateur où s'effectue le mélange air-essence. La canalisation de soupape de la soupape d'échappement est reliée au système d'échappement qui permet l'évacuation des gaz vers l'extérieur et loin de la cabine.

410.02– Fonctionnement et cycles des moteurs à combustion

1. Cycle à quatre temps

- a) Presque tous les moteurs à pistons utilisent le cycle à quatre temps. Cela signifie que le piston monte et descend quatre fois (deux fois dans chaque direction) pour compléter un cycle. Pendant ce temps, le vilebrequin exécute deux révolutions complètes.

- b) Le cycle à quatre temps se compose de : la course d'admission; la course de compression; la course de puissance (course motrice) et la course d'échappement.

- c) La course d'admission:
 - La soupape d'admission est ouverte. Le piston se déplace du sommet du cylindre vers le bas, suscitant une pression négative. Le mélange air/essence s'engouffre dans la chambre de combustion par la soupape d'admission ouverte, et la soupape d'échappement demeure fermée.

d) La course de compression:

- Les deux soupapes sont fermées. Le piston remonte vers le haut du cylindre en comprimant le mélange.
- Le volume (espace) à l'intérieur du cylindre au-dessus du piston lorsque ce dernier est en bas de la course de compression comparé au volume lorsque le piston est en haut de la course porte le nom de rapport de compression (ou taux de compression).

e) La course de puissance (course motrice):

- Les deux soupapes sont fermées. Le mélange comprimé est allumé au moyen d'une bougie d'allumage. En brûlant, les gaz se dilatent sous l'effet d'une chaleur considérable et créent une pression qui repousse le piston vers le bas avec une force colossale. Cette force est suffisante pour compléter les trois autres courses, en plus de fournir l'énergie requise pour le travail utile.

f) La course d'échappement:

- La soupape d'échappement est ouverte. Le piston remonte vers le haut du cylindre en expulsant les gaz brûlés par la soupape d'échappement. La soupape d'admission reste fermée.

2. Distribution

a) L'objectif de la distribution est d'améliorer la performance du moteur.

L'ouverture et la fermeture des soupapes demandent un certain temps. On les ajuste donc pour qu'elles s'ouvrent plus tôt et se referment plus tard, de façon à ne rien perdre des courses d'admission et d'échappement.

b) L'avance de la soupape est l'ajustement qui lui permet de s'ouvrir plus tôt.

c) Le retard de la soupape est l'ajustement qui lui permet de se refermer plus tard.

d) Le chevauchement permet aux deux soupapes d'être ouvertes en même temps.

3. Jeu des soupapes

a) Un certain jeu est nécessaire entre la tige de poussoir et le culbuteur pour empêcher que la soupape soit forcée hors de son siège quand elle se dilate sous l'effet de la chaleur. Ceci s'appelle le jeu des soupapes du moteur.

b) Un jeu trop grand causera une perte de puissance, des vibrations et une usure excessive.

c) Un jeu trop serré est susceptible de provoquer le gauchissement des soupapes et de causer de sérieux problèmes.

4. Cycle à deux temps

a) Le moteur à deux temps requiert seulement deux courses du piston pour compléter un cycle de puissance complet. L'efficacité de tels moteurs est moindre que ceux à quatre temps, et c'est pourquoi la puissance d'un moteur à deux temps est toujours inférieure de moitié à celui d'un moteur à quatre temps de grosseur comparable.

b) Le principe du moteur à deux temps est de raccourcir la période où l'essence est introduite dans la chambre de combustion. Ceci en retour raccourcit le temps d'échappement des gaz brûlés à une petite fraction de la durée d'une course plutôt que de laisser une course au complet pour chaque opération. Dans un cycle à deux temps, le mélange air/essence est introduit par l'ouverture d'admission lorsque le piston est situé en bas du cylindre. Suit ensuite la course de compression, le mélange est allumé lorsque le piston atteint le haut de sa course. Le piston se déplace vers le bas lors de la course de puissance découvrant l'ouverture d'échappement ce qui permet aux gaz brûlés de s'échapper de la chambre de combustion.

410.03– Carburateur

1. Carburateur

a) Le rôle du carburateur consiste à mesurer la quantité appropriée de carburant, à le vaporiser, à le mélanger à l'air dans des proportions précises et à distribuer ce mélange aux cylindres.

b) Composantes du carburateur:

- venturi: l'air est aspiré à travers le venturi où sa vitesse s'accroît du à sa forme, l'air est accéléré alors que la pression diminue,

- gicleur: c'est ce qui permet le passage pour l'essence de la cuve à niveau constant au venturi; la basse pression existant autour du gicleur aspire le carburant sous pression atmosphérique en un fin jet vaporisateur,

- papillon des gaz: contrôle le volume du mélange d'air et de carburant vaporisé,

- collecteur d'admission: distribue le mélange d'air et de carburant vaporisé du carburateur à chaque cylindre,

- cuve à niveau constant: contient un niveau d'essence suffisant afin de fournir l'essence de façon continue,

- soupape-pointeau: ouvre et ferme l'entrée de l'essence à la cuve. Contrôlée par le flotteur,

- prise d'air: son rôle est d'assurer que la pression à l'intérieur de la cuve soit toujours égale à la pression atmosphérique, que l'avion monte ou descende,
- gicleur de ralenti: utilisé pour que le moteur continue de fonctionner lorsque qu'il y a trop peu d'air qui circule par le venturi pour créer la dépression nécessaire à aspirer le carburant à travers le gicleur principal.

2. Mélange air et essence

a) La proportion air-carburant est contrôlée par le pilote au moyen de la commande de richesse du mélange. La manette des gaz contrôle le débit de l'air pénétrant dans le moteur et crée de la turbulence au robinet à papillon (ou vanne papillon) pour favoriser le mélange du carburant et de l'air.

b) En ce qui concerne le mélange air-carburant livré du carburateur aux cylindres, la proportion de carburant par rapport à l'air est gouvernée par le poids et non par le volume.

c) Le mélange chimiquement correct est environ 1:15, c'est-à-dire une partie de carburant pour quinze parties d'air.

d) La température du moteur est passablement affectée par le rapport air-carburant du mélange entrant dans la chambre de combustion.

- Le moteur est plus chaud lorsqu'il tourne sur un mélange pauvre que sur un mélange riche. Un mélange pauvre brûle plus lentement et de ce fait, les parois des cylindres sont exposées plus longtemps à une haute température.

- Le moteur est plus froid lorsqu'il tourne sur un mélange plus riche, il brûle plus rapidement, exposant les parois des cylindres à une température élevée pendant une période de temps plus courte. De plus, le carburant additionnel contenu dans un mélange plus riche aide au refroidissement du moteur.

3. Contrôle du mélange

a) La nécessité d'un système de contrôle du mélange s'explique par le fait que, à mesure que l'altitude augmente, la densité de l'air diminue. Les carburateurs sont généralement calibrés pour fonctionner correctement au niveau de la mer. En clair, cela signifie que le bon mélange air-carburant s'obtient au niveau de la mer avec la commande de richesse du mélange à la position plein riche.

b) À mesure que l'altitude augmente, un volume d'air donné pèse moins. Il est donc évident qu'à haute altitude, la proportion d'air (en poids) par rapport à celle du carburant (en poids également) diminue, même si le volume reste le même. Par conséquent, le mélange s'enrichit trop; s'ensuit un gaspillage de carburant et une perte de puissance.

c) Pour remédier à cette situation, on a incorporé au carburateur une commande de richesse du mélange. Ce dispositif contrôle la quantité d'essence aspirée par le gicleur, rétablissant ainsi le mélange air-carburant approprié.

d) La commande de richesse peut être utilisée pour produire un mélange air-carburant riche ou pauvre.

4. Mélange riche

a) Un mélange trop riche (excès de carburant), en plus d'abaisser la température de combustion, entraîne le gaspillage du carburant non brûlé qui est expulsé par le système d'échappement.

b) Contribue aussi à encrasser les bougies et la chambre de combustion. Trop riche, le mélange peut aussi causer le fonctionnement inégal du moteur, une perte appréciable de puissance ou même l'arrêt du moteur.

c) Utilisé pour des réglages de puissance élevés.

5. Mélange pauvre

a) Un mélange trop pauvre peut également causer un fonctionnement inégal, des ratés, retours de flamme, détonations, la surchauffe ou une perte appréciable de puissance.

b) Le fonctionnement continu du moteur sur un mélange trop pauvre peut aussi être la source d'une panne de moteur.

c) Utilisé pour des réglages de puissance de croisière.

6. Quand doit-on appauvrir le mélange ?

Le mélange doit être appauvri pour l'une ou l'autre des raisons suivantes:

a) À la puissance de croisière, c.-à-d. environ 75% en dessous du régime nominal.

b) À n'importe quelle altitude au-dessus de 5 000 pieds.

c) Pour les décollages aux aéroports à haute altitude.

d) Après avoir monté à une altitude supérieure.

7. Pourquoi appauvrir le mélange ?

L'appauvrissement correct du mélange est d'ordre à la fois pratique et économique. Il en résultera:

- a) Économie de carburant,
- b) Fonctionnement plus régulier du moteur,
- c) Plus grande efficacité du moteur,
- d) Plus grand rayon d'action,
- e) Encrassement moindre des bougies,
- f) Températures moteur adéquates, et
- g) Chambres de combustion plus propres.

8. Givrage du carburateur

a) La formation de givrage dans le système d'admission risque de se produire quand le temps est humide et que la température se trouve environ entre -5°C . et 30°C .

b) Le givrage du carburateur se signale généralement par une perte de puissance (baisse de révolutions moteur). Lorsque suffisamment grave, il peut causer une panne moteur totale parce que le givrage interrompt complètement le flux d'admission.

c) Le givrage du carburateur a pour origine deux sources distinctes:

- La baisse progressive de la température à mesure que la chaleur présente dans l'air est mise à contribution pour vaporiser le carburant.
- Le refroidissement causé par la basse pression qui existe dans le carburateur.

d) Il y a trois types de givrage du carburateur:

- Givrage de vaporisation du carburant,
- Givrage d'impact, et
- Givrage du papillon.

e) Ce problème ne se retrouvera pas sur les moteurs munis d'un système à injection plutôt que d'un carburateur.

9. Prévention du givrage au carburateur

a) Les avions modernes sont pourvus de dispositifs capables de canaliser de l'air réchauffé vers la prise d'air du carburateur. La manette du réchauffage carburateur (Carb Heat), située sur le tableau de bord, met ce processus en marche. L'air est réchauffé par le système d'échappement.

b) Il résultera une baisse initiale des révolutions du moteur à l'utilisation du réchauffage carburateur. Si le givrage est présent, la fonte de la glace donnera quelques ratées au moteur.

410.04– Circuit du carburant

1. Circuit de carburant

- a) Emmagazine et distribue le carburant à la pression appropriée, afin de pourvoir à la demande du moteur.
- b) Même les systèmes très simples disposent généralement de plusieurs réservoirs permettant d'emmagasiner suffisamment de carburant pour assurer à l'avion un temps de vol raisonnable.
- c) Les réservoirs sont habituellement logés dans les ailes, quoique d'autres réservoirs peuvent être ajoutés. Un clapet permet au pilote de sélectionner le réservoir à partir duquel il veut alimenter le moteur.

2. Système d'alimentation par gravité

- a) Ce système d'alimentation est le plus simple. On l'utilise encore sur beaucoup les avions à aile haute et de faible puissance.
- b) Les réservoirs sont installés dans les ailes, plus haut que le carburateur. Le carburant coule des réservoirs vers le carburateur par gravité, en passant par un clapet sélecteur.
- c) Une soupape de drainage permet de vidanger l'eau et les dépôts accumulés dans l'épurateur. Un dispositif d'injection vaporise du carburant brut dans le collecteur d'admission ou directement dans les cylindres pour aider au démarrage, particulièrement par temps froid.

3. Système d'alimentation par pompe à carburant

- a) Ce type de système fait usage d'une pompe à carburant entraînée par le moteur pour fournir la pression nécessaire à entretenir la circulation du carburant vers le moteur.
- b) Ce système est un usage sur tous les avions à aile basse ainsi que ceux équipés de moteurs à haute performance.
- c) En plus de la pompe principale, un tel système possède des pompes auxiliaires électriques ou pompes de suralimentation, très utiles lorsque la pompe principale fait défaut.

d) Un manomètre de carburant, situé sur le tableau de bord, transmet une indication visuelle du système de carburant en affichant la pression du carburant pénétrant dans le carburateur.

4. Autres composantes du circuit de carburant

a) Réservoirs de carburant:

- L'emplacement, la dimension et la forme varient,
- Fabriqués de matériaux insensibles aux réactions chimiques pouvant résulter de leur contact avec les carburants conçu pour l'aviation,
- Une purge (soupape de drainage) est prévue au point le plus bas du réservoir. Des soupapes de trop-plein sont également prévues pour laisser s'écouler l'excédent de carburant,
- Le dessus de chaque réservoir est doté d'une prise d'air extérieure (mise à l'air libre) qui maintient la pression atmosphérique à l'intérieur des réservoirs.

b) Canalisations de carburant et filtres:

- Relient les réservoirs de carburant au carburateur,
- Fabriquées de matériaux divers, et
- Un ou plusieurs filtres sont présents avant l'arrivée au carburateur.

5. Carburants

a) Les carburants destinés aux moteurs modernes à haute compression doivent brûler lentement et se dilater uniformément plutôt qu'exploser rapidement.

c) Les carburants qui possèdent cette qualité sont connus sous le nom de carburants à indice d'octane élevé.

6. Indice d'octane

a) On obtient l'indice d'octane d'un carburant comme suit:

- L'octane est une substance qui possède les meilleures qualités antidétonantes.
- L'heptane est une substance qui possède les meilleures qualités détonantes.

b) La proportion d'octane par rapport à l'heptane s'exprime en pourcentage. Ainsi, octane 73 signifie 73% d'octane et conséquemment, 27% d'heptane.

7. Classements de carburants

a) Les indices d'octane d'un carburant sont généralement indiqués par deux nombres. Le premier indique l'indice d'octane pour un mélange pauvre et le deuxième pour un mélange riche.

b) Par exemple, le grade 80/87 démontre que ce carburant à un indice d'octane de 80 pour un mélange pauvre et de 87 pour un mélange riche.

c) Les indices d'octane n'excèdent pas 100. Au-delà de ce nombre, la valeur antidétonante du carburant est exprimée en indice de performance et représente 100% d'octane avec des additifs additionnels pour brûler encore plus lentement.

8. Applications et différents grades de carburants

Usage	Grade ou type	Couleur
Faible rendement	Grade 80 (ou 80/87)	Rouge
Rendement moyen	100 (haute teneur en plomb)	Vert
Rendement moyen	100 LL (faible teneur en plomb)	Bleu
Moteur à réaction	Kérosène	Clair ou jaune paille

9. Notes additionnelles

a) Si le carburant requis n'est pas disponible, utilisez l'indice supérieur jamais un indice inférieur.

b) La responsabilité de s'assurer que le plein de l'avion se fasse avec le bon carburant revient au pilote. Le manuel de vol de l'avion spécifie toujours le type de carburant à utiliser.

10. Problèmes du circuit de carburant

Il y a trois problèmes principaux qui peuvent survenir avec le circuit de carburant:

a) Détonation:

- Combustion anormalement rapide du carburant dans le cylindre,
- Caused la surchauffe du moteur ainsi que des dommages,
 - Les signes précurseurs incluent: une augmentation rapide de la température des têtes de cylindre et une augmentation rapide de la pression dans les cylindres.
 - Les causes incluent: une utilisation d'un carburant inapproprié, une surchauffe (manque de circulation d'air) et un mélange trop pauvre.
 - Remède temporaire : placez la commande mélange sur plein riche.
 - Remède permanent : utilisez uniquement du carburant de l'indice d'octane spécifié par le fabricant du moteur.

b) Pré-allumage (allumage prématuré):

- Le pré-allumage est un allumage prématuré du mélange causé par des particules de carbone embrasées ou des « points chauds » locaux. Ce phénomène est souvent confondu avec la détonation.
 - Surgit souvent lors du démarrage d'un moteur chaud. Le pré-allumage occasionne généralement un retour de flamme dans le collecteur d'admission.
- Les dommages au moteur causés par le pré-allumage peuvent s'avérer désastreux : gauchissement des pistons, têtes de cylindre fissurées et autres dommages sérieux.

c) Bouchon de vapeur:

- Se produit dans les canalisations de carburant.
- Peut être occasionné par une température atmosphérique élevée, ce qui entraîne l'interruption de la circulation du carburant liquide dans les canalisations.

410.05– Refroidissement, lubrification et méthodes de lubrifications

1. Système de refroidissement

a) Dans un moteur à combustion interne, le carburant est brûlé ce qui produit une chaleur énorme. Cette chaleur est absorbée par les composantes du moteur. Si aucun moyen n'était prévu pour dissiper cette chaleur, il en résulterait une surchauffe excessive, capable de faire fondre ou fusionner les pièces de métal.

b) Certains moteurs d'avion utilisent un liquide refroidissant, mais aujourd'hui, la méthode de loin la plus populaire pour dissiper la chaleur des moteurs consiste à faire circuler de l'air froid autour des cylindres. Les moteurs à cylindres horizontaux opposés et en étoile sont refroidis à l'air. Certains moteurs en ligne sont également refroidis à l'air; quelques modèles sont toutefois refroidis à l'aide d'un liquide.

2. Parties d'un système de refroidissement

Pour faciliter le refroidissement à l'air, plusieurs modifications ont été incorporées, incluant:

a) Les parois extérieures des cylindres sont munies d'ailettes dont le rôle est d'assurer une plus grande surface d'absorption de chaleur. L'air qui circule entre les ailettes absorbe l'excès de chaleur et la disperse. Cet air refroidissant pénètre à l'intérieur du compartiment moteur par des ouvertures pratiquées à l'avant du capot et il est expulsé par des orifices aménagés à l'arrière du capot.

b) Des ventilateurs de refroidissement sont parfois installés à l'avant du moteur. Ils assistent la circulation de l'air lors des vols à haute altitude, là où la densité est faible.

c) Sur certains avions, on achemine les gaz d'échappement à travers des tubes d'accélération, ou pompes à jet, qui produisent une succion suffisamment forte pour augmenter le débit d'air refroidissant autour des cylindres.

d) Les volets de capot contrôlent les déflecteurs qui eux canalisent l'air autour des cylindres.

3. Système de lubrification

L'huile de lubrification assume quatre fonctions importantes:

a) Refroidissement: entraîne la chaleur excessive générée par le moteur.

b) Étanchéité: assure l'étanchéité entre les segments de piston et les parois du cylindre empêchant les pertes de puissance et une consommation d'huile excessive.

c) Lubrification: entretient un écran d'huile entre les pièces mobiles, dans le but de prévenir l'usure résultant d'un contact métal contre métal.

d) Nettoyage: nettoie et débarrasse l'intérieur du moteur des contaminants qui y pénètrent ou qui se forment durant la combustion.

4. Critères d'une bonne huile

a) La viscosité est la résistance d'un fluide à l'écoulement. Caractère « collant » ou consistance.

- Une bonne viscosité assure la distribution adéquate de l'huile à travers le moteur. Elle prévient la dégradation de l'écran d'huile qui lubrifie les pièces et cela, quelles que soient les variations de température que subisse le moteur.

- Une huile possédant un indice de viscosité élevé est une huile dont la viscosité change peu à la suite des variations de température.

- L'emploi d'une huile dont le degré de viscosité est trop élevé pour les températures climatiques existantes causera une pression d'huile élevée.

- L'emploi d'une huile dont le degré de viscosité est trop bas entraînera une pression d'huile basse.

b) Point éclair élevé:

- Température au-delà de laquelle un liquide s'enflamme.

- Cette température doit être supérieure à la température la plus élevée du moteur.

c) Faible teneur en carbone:

- Si, par inadvertance, une petite quantité d'huile passait par-dessus le segment racleur, elle brûlerait. Ceci laisserait des dépôts de carbone qui pourraient s'accumuler sur les parois du cylindre. Le risque est bas si l'huile détient une faible quantité de carbone.

- Une bonne huile doit également avoir une teneur faible en cire.

- On dit des huiles qui résistent bien à la détérioration, à la formation de la que et de dépôts de carbone, qu'elles ont une bonne stabilité ou résistance à l'oxydation.

d) Point d'écoulement bas: température à laquelle un liquide se solidifie et nécessaire aux démarrages par temps froid.

5. Méthodes de lubrification

a) Alimentation sous pression : Lubrification sous pression (par collecteur d'huile à l'extérieur du carter) :

- L'huile est contenue dans un réservoir séparé. Une pompe à pression force l'huile à traverser la cavité interne du vilebrequin pour lubrifier le moteur,

- L'huile est subséquemment drainée dans le puisard, d'où elle est récupérée par une pompe de vidange pour éviter l'accumulation d'huile dans le moteur,

- L'huile passe ensuite par un radiateur (refroidisseur) avant de retourner au réservoir,

- Un circuit de dérivation d'huile a été prévu pour éviter les dommages éventuels au cas où le filtre se boucherait à la suite d'une négligence ou d'un oubli,

- La soupape de sûreté (soupape de surpression-dépression) a pour tâche de régulariser la pression d'huile, et

- La pression d'huile est contrôlée à l'aide d'un manomètre localisé sur le tableau de bord de l'avion.

b) Lubrification par collecteur d'huile à l'intérieur du carter:

- L'huile du moteur est contenue dans un bain ou puisard, sous le carter du vilebrequin,
- Elle passe à travers un filtre situé dans le fond du carter avant d'entrer par l'orifice de succion d'une pompe à pression de type à engrenages,
- La pompe fait circuler l'huile autour de ses engrenages et lui communique une pression prédéterminée,
- Une soupape de sûreté, incorporée à la pompe, assure une pression stable durant toutes les phases d'exploitation du moteur,
- La pompe à pression entraînée par le moteur fait passer l'huile par les canalisations du vilebrequin et des tiges de piston pour la livrer à tous les coussinets du moteur, assurant à la fois lubrification et refroidissement,
- Certaines pièces et parois internes du moteur peuvent être lubrifiées par barbotage ou encore éclaboussées par l'huile s'échappant des parties rotatives du carter de vilebrequin et des bielles,
- Une fois la circulation terminée, l'huile retourne au puisard par des canalisations de retour,
- Un radiateur (refroidisseur d'huile) peut être installé sur le circuit de retour dans le but de dissiper la chaleur, et
- A l'avantage d'être léger et relativement simple. Cependant, la capacité du carter est limitée par la dimension et la forme du capot (ou nacelle).

c) Barbotage:

- L'huile est contenue dans un réservoir ou puisard, à la base du moteur,
- Elle est fouettée dans le carter par le vilebrequin en rotation sous forme d'une épaisse buée qui éclabousse les diverses parties du moteur, et
- Ce type de lubrification n'est plus en usage de nos jours, mais on le rencontre sur les moteurs d'avions anciens.

410.06– Systèmes d'échappement, d'allumage et électrique

1. Système d'échappement

- a) Le système d'échappement d'un moteur à piston est, à toutes fins pratiques, un système d'élimination qui, en premier lieu, recueille, puis élimine les gaz nocifs très chauds produits par le moteur, y compris le dangereux monoxyde de carbone.
- b) Sa fonction principale est d'empêcher ces gaz potentiellement dangereux de pénétrer dans la cellule de l'avion et le poste de pilotage.
- c) Deux types principaux de systèmes d'échappement sont en usage sur les moteurs d'avion à piston : le système par regroupement et le système collecteur.

2. Système par regroupement

- a) Le système par regroupement est utilisé sur les moteurs de faible puissance sans turbocompression.
- b) Il est relativement simple et consiste en un ensemble de pipes, une en dessous de chaque cylindre, plus un tube collecteur de chaque côté du moteur et enfin un éjecteur de chaque côté du capot moteur.
- c) Des manchons entourent chacun des collecteurs. L'air extérieur circulant à travers l'un de ces manchons est réchauffé par la température élevée des gaz d'échappement. Il est ensuite acheminé vers la cabine dont il assure le réchauffage. L'autre manchon achemine l'air chaud vers le système de réchauffage carburateur.

3. Système collecteur

- a) Le système collecteur est utilisé sur la plupart des gros moteurs et sur tous les moteurs à turbocompression.
- b) Des collecteurs d'échappement individuels se déversent dans une bague collectrice soudée qui résiste à la corrosion et dont le rôle consiste à récupérer les gaz d'échappement de chaque cylindre. L'une des issues de cette bague achemine les gaz chauds d'échappement vers le turbocompresseur. Une pipe d'échappement évacue les gaz.

4. Système d'allumage

a) La fonction du système d'allumage est de fournir l'étincelle qui enflamme le mélange air-carburant dans les cylindres.

b) Il consiste en :

- Deux magnétos,
- Deux bougies d'allumage par cylindre,
- Des câbles (fils) conducteurs, et
- Un commutateur de magnéto.

5. Magnéto

a) Si on enroule un fil autour d'un champ magnétique, un courant sera induit dans le bobinage.

b) Un magnéto remplit les trois fonctions suivantes:

- Génère un courant de basse tension,
- Le transforme en courant de haute tension et
- Distribue le courant à chaque bougie au moment voulu pour l'allumage.

6. Autres composantes du système d'allumage

a) Le courant de haute tension est alors acheminé à travers une bague collectrice vers le distributeur. Le distributeur possède un levier rotatif qui s'aligne par rapport à des segments distincts quand il tourne. Chaque segment est raccordé à une bougie d'allumage.

b) Le courant est distribué à la bonne bougie au moment exact où elle doit s'allumer.

7. Double allumage

a) Les moteurs d'avion modernes possèdent généralement deux bougies d'allumage par cylindre et deux magnétos. Une bougie de chaque cylindre est allumée par une magnéto et l'autre magnéto allume la seconde bougie.

b) L'allumage double vise deux objectifs:

- Sécurité: Si un système tombe en panne, l'autre permettra au moteur de continuer à fonctionner.

- Rendement: Une meilleure combustion.

c) Le commutateur de magnéto possède trois positions: Gauche (LEFT), Droite (RIGHT), les deux (BOTH).

d) Lorsque le pilote vérifie les magnétos, il doit surveiller les révolutions moteur lorsqu'il change de position de magnéto:

- Les deux (BOTH) à droite (RIGHT),

- De retour aux deux (BOTH),

- Les deux (BOTH) à gauche (LEFT), et

- De retour aux deux (BOTH).

e) Au cas où le pilote ferait face à un fonctionnement irrégulier du moteur, le pilote peut sélectionner la bonne magnéto qui permettra au moteur de tourner mieux.

8. Blindage

a) Tous les éléments du système d'allumage sont entourés d'un revêtement de métal mis à la masse.

b) C'est ce qu'on appelle le blindage et c'est pour empêcher les courants du système d'allumage d'interférer avec la radio.

9. Synchronisation de l'allumage (distribution)

a) Synchroniser l'allumage signifie ajuster la magnéto pour qu'elle produise l'allumage au bon moment.

b) L'allumage prématuré des bougies entraîne une perte de puissance et une surchauffe pouvant conduire aux détonations, pré-allumage, pistons brûlés, cylindres éraflés et segments brisés.

10. Système électrique

a) Le système électrique de l'avion comprend tout ce qui fonctionne électriquement, exception faite des magnétos qui sont entraînées par le moteur et qui ne servent qu'à produire le courant alimentant les bougies. Le système d'allumage n'est pas relié au système électrique de l'avion.

b) Le système électrique fournit l'énergie, non seulement pour démarrer l'avion, mais aussi pour assurer le fonctionnement d'une multitude de dispositifs tels les volets, le train d'atterrissage, les radios, lumières, ventilateurs de réchauffage, dégivreurs, essuie-glaces, etc.

11. Composantes du système électrique

a) Batterie d'accumulateurs: fournit l'énergie électrique pour le démarrage du moteur.

b) Maître-interrupteur: interrupteur « on/off » du système électrique.

c) Démarreur: sert à faire tourner le moteur pour le mettre en marche et reçoit son courant de la batterie.

d) Générateur ou alternateur:

- Fournit le courant au système électrique et recharge la batterie,

- Fonctionne avec le moteur,

- Une fois que la batterie a fourni l'énergie au moteur afin de permettre le démarrage, l'alternateur prend la relève et transférera l'énergie au système électrique.

e) Régulateur de voltage: Empêche le générateur (ou l'alternateur) de surcharger le système et prévient la surcharge de la batterie.

f) Barre omnibus: Reçoit le courant produit par le générateur (ou l'alternateur) et la batterie et le distribue aux divers circuits électriques

g) Disjoncteur: Protège les composantes contre les dommages dus aux survoltages, courts-circuits, etc.

h) Ampèremètre / voltmètre: Indique le voltage (ou tension) du courant dans le système.

i) Lampe-témoin du générateur:

- Indique si le générateur fonctionne,

- Généralement les avions qui ne sont pas équipés d'un ampèremètre ou d'un voltmètre possèdent cette lampe-témoin.

410.07– Hélices et instruments du moteur

1. L'hélice

a) Le rôle de l'hélice est de convertir le couple (ou moment rotatoire) du vilebrequin, en traction (ou vitesse de progression) vers l'avant.

b) Pour accomplir cette tâche, l'hélice est conçue de façon telle que, lorsqu'elle tourne, elle avance en décrivant une trajectoire en tire-bouchon (ou hélicoïdale). Ce faisant, elle repousse l'air vers l'arrière avec pour objectif de causer une réaction vers l'avant, la traction.

c) Contrairement au moteur à réaction qui ne déplace qu'une petite masse d'air vers l'arrière à une vitesse relativement élevée, l'hélice déplace une grande masse d'air vers l'arrière à une vitesse relativement faible.

d) La pale de l'hélice est un profil aérodynamique, semblable au profil d'aile. Ainsi, lorsqu'elle tourne, elle rencontre l'air à un certain angle d'attaque. Tout comme l'aile, elle génère de la portance et de la traînée. Cependant, dans le cas d'une hélice, on appelle ces forces traction et couple.

e) Les hélices qui sont installées devant le moteur et qui tirent l'avant de l'avion sont des hélices tractives. Celles installées derrière le moteur et qui poussent de l'arrière sont des hélices propulsives.

2. Pas de l'hélice

a) La distance en pieds que l'hélice avance en une révolution s'appelle le pas.

b) L'angle auquel la pale est ajustée (tout comme l'angle d'incidence de l'aile) détermine le pas. Ainsi, il existe un grand pas, c.-à-d. que la pale est ajustée à un grand angle, et un petit pas, c.-à-d. que la pale est ajustée à un petit angle.

3. Grand pas

a) L'hélice réglée pour le grand pas parcourra une plus grande distance à chaque révolution. Ainsi, l'avion se déplacera à une vitesse plus grande pour un régime donné. D'une certaine façon, on peut le comparer à la quatrième ou cinquième vitesse d'une automobile.

b) Le grand pas est bien adapté au vol de croisière à vitesse élevée et aux vols à haute altitude.

4. Petit pas

a) D'autre part, une hélice réglée pour le petit pas produira un couple moins important, c.-à-d. une traînée plus faible, et par conséquent tournera à une plus grande vitesse autour de son axe, permettant ainsi au moteur de développer plus de puissance, tout comme la première vitesse d'une automobile.

b) Le petit pas donne un meilleur rendement au décollage et en montée.

5. Types d'hélices

a) À pas fixe: l'angle ne peut pas être ajusté. L'angle est choisi par le constructeur pour assurer la meilleure performance possible dans toutes les conditions de vol.

b) À pas réglable: l'angle des pales peuvent être modifiés au sol.

c) À pas réglable en marche: ajustable à une variété d'angles par le pilote durant le vol.

e) À vitesse constante: s'ajustent automatiquement pour conserver un régime constant choisi par le pilote.

6. Systèmes de contrôle du pas de l'hélice

Le mécanisme grâce auquel le pilote peut ajuster le pas de l'hélice peut être mécanique, hydraulique ou électrique.

7. Mise en drapeau

Sur les avions multi-moteurs, quand un moteur s'arrête, il est préférable de mettre son hélice en drapeau. Cela signifie qu'on fait tourner les pales à la limite extrême du « grand pas ». Cela empêche l'hélice de tourner en moulinet, ce qui risquerait d'endommager davantage le moteur défectueux et réduit la traînée.

8. Inversion d'hélice

On accomplit ceci en modifiant l'angle des pales d'une hélice à pas réglable à une valeur négative. Produit une forte traction négative à basse vitesse. On l'utilise pour ralentir l'avion après l'atterrissage ou pour le manœuvrer au sol.

9. L'importance des instruments de base du moteur

a) Bien qu'un aéronef possède plusieurs instruments complexes, les instruments de base du moteur sont probablement les plus importants. Des jauges enregistrent les composantes essentielles du moteur. Elles peuvent donner des avertissements de problèmes potentiels qui pourraient survenir allant même jusqu'à la panne moteur.

b) Le code de couleur s'étend du vert, au jaune au rouge. Il indique respectivement la zone d'exploitation normale, de précaution et le maximum permis.

10. Instruments du moteur

a) Manomètre d'huile:

- Il indique la pression fournie par la pompe d'huile,

- La pression élevée forcera une quantité d'huile à pénétrer dans la chambre de combustion où elle brûlera, causant des dommages au moteur, et

- Une pression basse peut causer des problèmes encore plus sérieux. Il n'y aura plus d'écran d'huile entre les surfaces travaillantes du moteur. Le frottement métal contre métal aura des conséquences très ruineuses.

b) Jauge de température d'huile: donne une lecture de la température de l'huile.

c) Jauge de température d'air du carburateur:

- Indique la température du mélange pénétrant dans le collecteur ou encore enregistrer la température de l'air admis au carburateur, et
- Si des conditions de givrage existent, le pilote placera la commande de réchauffage en position ouverte.

d) Tachymètre (ou compte-tours):

- Instrument qui indique la vitesse à laquelle tourne le vilebrequin du moteur, en centaines de révolutions par minute, et
- Sur les avions dotés d'une hélice à pas fixe, la manette des gaz contrôle le nombre de révolutions par minute.

e) Jauge de température des têtes de cylindre:

- Affiche la température d'une (ou plusieurs) tête(s) de cylindre, et
- Une température extrêmement élevée des têtes de cylindres est un signe immédiat de surcharge du moteur.

f) Manomètre d'admission:

- Généralement localisé à côté du tachymètre car les deux fournissent l'information relative à la puissance de sortie du moteur, et
- Une baisse de pression indique habituellement du givrage dans le carburateur.

QUESTIONS DE RÉVISION:

1- Quels sont les désavantages d'un moteur en étoile (radial)? _____

2- Quelle est la fonction des deux soupapes? _____

3- Qu'est-ce que la distribution? _____

4- Que font les soupapes et le piston au début de la course d'admission? _____

5- Pourquoi un mélange pauvre donnera des températures plus élevées?

6- Nommez sept raisons d'appauvrir le mélange?

7- Qu'indique le grade 100/130 à un pilote par rapport à sa composition?

8- Quelle est la façon rapide et facile de remédier à la détonation? _____

9- Pourquoi est-il important de synchroniser l'allumage correctement?

10- Le petit pas donne un meilleur rendement pour quelle phase du vol? _____

ANNEXE 1

Spécimen d'examen préparatoire

1. Qu'est-ce qu'un espace aérien contrôlé ?
 - a) espace contrôlée par l'ATC;
 - b) espace où les règles de sécurité sont toujours en vigueur;
 - c) espace aérien de classe F;
 - d) espace aérien de classe D.

2. Quel équipement nous faut-il pour voler en planeur dans une zone de classe « B »?
 - a) équipement radio;
 - b) équipement de radionavigation;
 - c) transpondeur mode C;
 - d) Toutes ces réponses sont bonnes.

3. Quelles sont les conditions d'entrée dans une zone de classe « C »?
 - a) doit recevoir une autorisation de l'ATC lorsque en vol VFR;
 - b) aucune autorisation n'est requise;
 - c) l'aéronef doit être muni d'un équipement radio mais non d'un transpondeur;
 - d) aucune de ces réponses.

4. Sauf pour décoller, atterrir, tenter de décoller ou d'atterrir et sauf sur instruction de l'ATC, on ne doit pas survoler un aérodrome en-dessous de :
 - a) 2000 pieds AGL;
 - b) 1000 pieds AGL;
 - c) 500 pieds AGL;
 - d) 3000 pieds AGL.

5. Lorsque deux aéronefs convergent, le planeur doit céder le passage à :
- a) un avion commercial régulier;
 - b) un ballon;
 - c) un hélicoptère;
 - d) un dirigeable.
6. Quels sont les agents de soulèvement de l'atmosphère?
- a) effet de montagne et effet de vallée;
 - b) air stable et air instable;
 - c) convection, rayonnement, conduction, advection;
 - d) convection, orographique, frontal, turbulence mécanique, convergence.
7. Après le passage d'un front froid, le vent devient :
- a) dextrogyre et turbulent;
 - b) dextrogyre et stable;
 - c) lévoxyre et turbulent;
 - d) lévoxyre et stable.
8. Si le gradient thermique est fort, l'air sera :
- a) stable;
 - b) instable;
 - c) les vents seront faibles;
 - d) aucune de ces réponses.
9. Une masse d'air se définit comme une large portion de la _____ possédant des caractéristiques uniformes de _____ et de _____ dans le plan horizontal.
- a) stratosphère, température, pression;
 - b) tropopause, stabilité, pression;
 - c) atmosphère, stabilité, humidité;
 - d) troposphère, température, humidité.

10. Quelle est l'influence du vent sur le taux de montée d'un avion ?
- a) aucune influence;
 - b) un vent debout accentuera le taux de montée;
 - c) un vent debout diminuera le taux de montée;
 - d) un vent de travers modifiera le taux de montée.
11. Lors d'une matinée chaude et ensoleillée, où retrouve-t-on les meilleures conditions de vol-à-voile ?
- a) au-dessus d'un boisé;
 - b) au-dessus d'une vaste étendue d'eau;
 - c) au-dessus d'un coteau orienté vers le sud;
 - d) au côté sous le vent d'une montagne.
12. Quel côté de la montagne est dangereux ?
- a) côté au vent;
 - b) côté sous le vent;
 - c) au-dessus;
 - d) toutes ces réponses sont bonnes.
13. À vitesse constante en virage en palier, plus l'inclinaison latérale est grande :
- a) plus le taux de virage est grand;
 - b) plus le rayon de virage est petit;
 - c) plus le facteur de charge est grand;
 - d) toutes les réponses précédentes.
14. Lors d'un transit et en utilisant la position de remorquage haut, l'avion remorqueur perd soudainement de l'altitude. Pour faire disparaître le mou ainsi créé, il faut :
- a) se mettre en vol en palier;
 - b) faire du lacet pour diminuer la vitesse du planeur;
 - c) piquer derrière l'avion;
 - d) larguer le câble.

15. Sur certains avions à ailes droites, des dispositifs sont fixés sur la face supérieure des ailes pour allonger la couche laminaire de l'aile. Ces dispositifs se nomment :
- a) fente;
 - b) cloison d'aile;
 - c) bec de sécurité;
 - d) déporteurs.
16. Les ailes en flèche assurent la :
- a) stabilité directionnelle;
 - b) stabilité longitudinale;
 - c) stabilité latérale;
 - d) les réponses a et c.
17. Un planeur à aile basse est en finale par vent traversier. Il doit faire :
- a) du crabe à l'arrondi et à l'atterrissage;
 - b) une glissade normale à l'arrondi et à l'atterrissage;
 - c) du crabe en finale, une glissade à l'arrondi et ailes au niveau à l'atterrissage;
 - d) du crabe à l'arrondi mais atterrir avec l'axe longitudinal parallèle à l'axe de piste.
18. La vitesse vraie de décrochage d'un aéronef :
- a) est plus élevée lorsque l'avion vol vent arrière que lorsqu'il vol vent debout;
 - b) augmente avec l'altitude;
 - c) diminue avec l'altitude;
 - d) ne varie pas avec l'altitude.
19. Dans laquelle de ces conditions rencontre-t-on les meilleures conditions de thermiques ?
- a) par vent léger;
 - b) dans l'air instable;
 - c) dans de l'air humide;
 - d) aucune de ces réponses.

20. Lors d'un virage serré à gauche en finale, il y a risque :
- a) de décrochage violent des deux ailes;
 - b) de décrochage de l'aile droite;
 - c) d'inclinaison excessive;
 - d) de décrochage de l'aile gauche.
21. Le compas magnétique n'est pas très fiable :
- a) en virage;
 - b) sur un cap nord-sud;
 - c) sur un cap est-ouest;
 - d) en montée ou descente.
22. Qu'arrive-t-il au compas magnétique lorsque l'on accélère sur un cap ouest ?
- a) elle tourne vers le sud;
 - b) elle devance le virage;
 - c) elle tourne au nord;
 - d) elle a un délai.
23. À quoi sert un virage de sécurité en S ?
- a) pour faire du vol thermique;
 - b) c'est un signal pour l'avion remorque;
 - c) pour surveiller le trafic;
 - d) pour que les passagers voient mieux.
24. Quelle serait l'effet de l'altimètre si on vol d'une basse pression vers une région de haute pression?
- a) il surestimerait;
 - b) il sous-estimerait;
 - c) il ne serait pas affecté;
 - d) il indiquerait une altitude plus élevée que ce que nous serions réellement.

25. Quand doit-on déposer un plan de vol en planeur ?

- a) Si on s'éloigne de plus de 50 MN du point de départ;
- b) Si on s'éloigne de plus de 25 MN du point de départ;
- c) On ne dépose pas de plan de vol en planeur;
- d) On ne dépose pas de plan de vol si notre planeur est équipé d'un ELT.

26. Que signifie « espace aérien contrôlé »?

- a) espace aérien autour d'un aéroport;
- b) espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel tous les aéronefs sont contrôlés;
- c) espace aérien immédiatement au-dessus d'un aéroport;
- d) espace aérien à l'intérieur duquel les services de contrôles de la circulation aériennes sont assurés.

27. Un aéronef se trouve au-dessus d'un aéroport non-contrôlé à 500 pieds au-dessus du sol. À l'intérieur de quel type d'espace aérien se trouve-t-il?

- a) espace aérien de classe B;
- b) espace aérien de classe D;
- c) espace aérien de classe E;
- d) espace aérien de classe G.

28. Si vous volez direction nord-est, quel est votre cap en degrés?

- a) 120.
- b) 045.
- c) 330.
- d) 270.

29. Si vous volez cap 135 degrés, quelle est votre direction cardinale?

- a) Nord.
- b) Sud.
- c) Sud-est.
- d) Nord-ouest

30. Si vous volez directement vers le nord, qu'indique votre compas?

- a) 180 degrés.
- b) 090 degrés.
- c) 270 degrés.
- d) 000 degrés.

31. Vingt (20) minutes après le décollage, vous estimez avoir parcouru 50 milles marins. À quelle vitesse volez-vous?

- a) 70 nœuds.
- b) 150 nœuds.
- c) 30 nœuds.
- d) 1000 nœuds.

32. Vous planifiez un vol de Gimli (Manitoba) à Brandon (Manitoba). La distance est de 150 milles marins et vous prévoyez voler à une vitesse de 75 nœuds. En combien de temps serez-vous à Brandon?

- a) 1 h 55.
- b) 1 h 30.
- c) 2 h 00.
- d) 2 h 15.

33. Vous effectuez un vol de navigation et décidez de calculer la distance parcourue. Vous savez que vous avez volé à une vitesse de 105 nœuds pendant environ 30 minutes. À quelle distance de votre point de départ vous trouvez-vous?

- a) 75 milles marins.
- b) 52,5 milles marins.
- c) 55 milles marins.
- d) 48,5 milles marins.

34. Quelle forme a notre planète Terre?
- a) Carré oblong.
 - b) Cercle.
 - c) Sphère aplatie.
 - d) Octogone.
35. Ce type de ligne imaginaire divise la terre en deux moitiés égales et représente la distance la plus courte entre deux points sur la terre.
- a) Ligne isogone.
 - b) Ligne isotherme.
 - c) Loxodromie.
 - d) Grand cercle.
36. Ce type de ligne coupe les méridiens de longitude à angles égaux.
- a) Grand cercle.
 - b) Ligne isohypse.
 - c) Parallèle de latitude.
 - d) Loxodromie.
37. Quel est le nom de l'angle entre le méridien magnétique et le méridien géographique?
- a) Déviation.
 - b) Inclinaison magnétique.
 - c) Déclinaison magnétique.
 - d) Décélération.
38. Quel est le nom de la ligne qui joint les zones de déclinaison magnétique de même valeur?
- a) Ligne agonale.
 - b) Ligne isogone.
 - c) Ligne isotherme.
 - d) Ligne isohypse.

39. Quel est le nom de la ligne qui joint les zones de déclinaison magnétique nulle?
- a) Ligne agonale.
 - b) Ligne isogone.
 - c) Ligne isotherme.
 - d) Ligne isohypse.
40. Selon le code d'épellation de l'UIT, comment doit-on épeler le BRAINS?
- a) Boston Roger Amade Italie Nicole Sucre
 - b) Bravo Roméo Alpha India November Sierra
 - c) Baker Robert Able Italy New York Suzanne
 - d) Bravo Roméo Alpha India November Suzanne
41. Quel effet l'accumulation de givre sur le profil de voilure pendant le vol aura-t-elle sur la vitesse de décrochage?
- a- La vitesse de décrochage demeure inchangée.
 - b- La vitesse de décrochage diminue dans toutes les situations.
 - c- La vitesse de décrochage augmente en vol horizontal seulement.
 - d- La vitesse de décrochage augmente dans toutes les situations.
42. Dans une vrille, les ailerons sont _____ et la vitesse indiquée est _____.
- a- fermes; constante
 - b- mous; augmentée
 - c- fermes; augmentée
 - d- mous; constante

- 43- Dans quel sens se fait la rotation des tourbillons en bout d'aile d'un avion?
- a- Dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, aux deux bouts.
 - b- Dans le sens des aiguilles d'une montre, aux deux bouts.
 - c- Dans le sens des aiguilles d'une montre au bout de l'aile gauche et dans le sens contraire des aiguilles d'une montre au bout de l'aile droite.
 - d- Dans le sens contraire des aiguilles d'une montre au bout de l'aile gauche et dans le sens des aiguilles d'une montre au bout de l'aile droite.
44. La masse de l'aéronef affecte lequel des points suivants?
- a- centre de pression
 - b- centre de réaction
 - c- centre de gravité
 - d- centre de l'aéronef
45. Quel terme désigne la ligne imaginaire joignant un point du bord d'attaque au point homologue du bord de fuite d'une aile?
- a- longeron
 - b- envergure
 - c- corde
 - d- cambrure
46. Quelle est la relation entre la traînée induite et l'allongement d'un planeur?
- a- L'allongement diminue avec un petit angle d'attaque.
 - b- Si l'allongement est élevé la traînée induite est faible.
 - c- Si l'allongement est petit la traînée induite est faible.
 - d- La relation entre la traînée induite et l'allongement varie en fonction de la vitesse anémométrique.

47. Qu'est-ce que l'angle d'incidence?

- a- L'angle que fait le profil de voilure avec le vent relatif.
- b- L'angle que fait la corde de profil de l'aile avec une ligne de référence longitudinale prise sur le fuselage.
- c- L'angle que fait une ligne de référence transversale prise sur le fuselage avec le vent relatif.
- d- L'angle que fait une ligne de référence longitudinale prise sur le fuselage et la corde du stabilisateur.

48. Qu'est-ce se passe avec le centre de pression du profil de voilure lorsque l'angle d'attaque augmente et se rapproche de l'angle de décrochage?

- a- Il se déplace vers l'avant.
- b- Il se déplace vers l'arrière.
- c- Il reste au même endroit momentanément.
- d- Rien.

49. Qu'est-ce que la stabilité inhérente?

- a- La stabilité due aux tendances générales de l'aéronef à reprendre sa trajectoire de vol initiale.
- b- La stabilité due aux caractéristiques de conception d'un aéronef.
- c- La stabilité due à une tendance à reprendre la trajectoire de vol initiale.
- d- La stabilité due au dièdre des ailes.

50. Qu'est-ce que l'angle dièdre?

- a- L'angle que fait l'aile avec une ligne verticale.
- b- L'angle que fait l'aile avec une ligne horizontale.
- c- L'angle que fait l'aile avec le stabilisateur.
- d- L'angle que fait l'aile avec le fuselage.

51. Le grand pas est utilisé lorsque :

- a- l'avion est en vol de croisière
- b- l'avion est en monté
- c- l'avion est en descente
- d- les ailes ont décroché

52. Si mes pales de mes hélices ne sont ajustables qu'au sol j'ai une hélice à pas :

- a- fixe
- b- réglable en vol
- c- réglable
- d- à vitesse constante

53. Sur les avions à ailes basses et à haute performance, le système d'alimentation en carburant est :

- a- par gravité
- b- par le vilebrequin du moteur
- c- par turbocompresseur
- d- par pompe

54. Quel est l'utilité du tachymètre ?

- a- Indiquer le nombre de tours du moteur par minute
- b- Indiquer la température du moteur
- c- Indiquer la vitesse de l'avion
- d- Indiquer le niveau d'essence

55. Quelle est la conséquence de l'utilisation du réchauffage carburateur?

- a- une augmentation du régime
- b- une diminution du régime
- c- un arrêt du moteur
- d- aucun effet