Transports Canada
Sécurité et sûreté
Aviation civile

Transport Canada
Safety and Security
Civil Aviation

ENGLISH

TP 2076F
Novembre 1997

manuel de vol aux instruments

QUATRIÈME ÉDITION
1997

Révisé : Novembre 1997

Transports Canada
Sécurité et sûreté
Aviation civile

Transport Canada
Safety and Security
Civil Aviation

Tous droits réservés
©Ministère des Transports du Canada, 1995
Première édition - 1984
Deuxième édition - 1987
Troisième édition - 1995
Quatrième édition - 1997

En vente au Canada par l'entremise d'un grand nombre de librairies spécialisées en aviation et d'autres librairies ou par la poste au :

SERVICES DE PUBLICATIONS AÉRONAUTIQUE (AARNG)
TRANSPORTS CANADA
Place de Ville
Ottawa (Ontario)
K1A 0N8

Téléphone : 1-800-305-2059
613-993-7284
Télécopieur : 613-998-7416
Internet : http://www.tc.gc.ca/aviation

Disponible également en anglais et en français sur le même disque CD-ROM.

No de catalogue T52-54/1997F
ISBN 0-660-95814-7

Droits d'auteur

Tous droits réservés par Transports Canada. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou transmise sous aucune forme ou selon aucun moyen existant ou futur, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'enregistrement et tout système de stockage ou de récupération d'information sans la permission écrite de Transports Canada, sauf aux fins d'inclusion de courtes citations dans des études.

L'information contenue dans cette publication ne doit servir que de guide et ne doit pas être citée à titre d'autorité légale. Elle peut devenir périmée, en tout ou en partie, à n'importe quel moment et sans préavis.

Imprimé et relié au Canada
Publié et distribué par Transport Canada

AVERTISSEMENT :
Les informations que contient le présent manuel ne sont valables que jusqu'à la date d'impression. *Le Canada Air Pilot (CAP), le Supplément de vol Canada (CFS), la Publication d'information aéronautique (AIP Canada)*, les NOTAM, les circulaires d'information, et les modificatifs au Règlement de l'Air qui sont émis ultérieurement, peuvent modifier ou compléter le contenu de cette publication dans la mesure où ils s'y rapportent. Il est donc indispensable de les consulter afin de s'assurer que les informations en usage sont à jour.

AVANT-PROPOS

Bienvenue dans le monde du vol aux instruments! L'utilisation des règles de vol aux instruments (IFR) est devenue l'élément clé de la navigation en aviation générale et commerciale. Il incombe donc aux pilotes IFR de bien comprendre le rôle et les limites du système ainsi que les procédures qu'ils doivent suivre.

Le présent manuel fournit aux élèves-pilotes ainsi qu'aux pilotes expérimentés certaines informations sur les aéronefs modernes, les systèmes satellitaires et à infrastructure terrestre, les procédures de départ, en route et d'approche, ainsi que sur les règlements applicables au contrôle de la circulation aérienne. L'accent est mis sur les approches, car tout dysfonctionnement ou mauvaise interprétation au cours de cette phase du vol risque de créer des situations fort dangereuses.

La *première partie* du manuel, qui traite des effets physiologiques et des facteurs humains au cours du pilotage aux instruments, s'adresse autant aux pilotes à l'entraînement qu'aux pilotes IFR chevronnés. La *deuxième partie* traite de la nature et de l'utilisation des principaux instruments de vol, des équipements de radionavigation et contient une introduction aux principes de base du pilotage aux instruments. Elle s'adresse surtout aux pilotes à l'entraînement.

Les pilotes expérimentés, tout comme les élèves-pilotes, doivent étudier attentivement la *troisième partie*; celle-ci aborde certaines procédures de contrôle de la circulation aérienne qui régissent les vols IFR, des procédures applicables dans l'espace aérien jusqu'aux procédures radio.

La *quatrième partie* traite des procédures de vol IFR, allant de la planification d'un vol jusqu'au moment où celui-ci se termine. Elle s'adresse surtout à tous les pilotes aux instruments. La *cinquième partie* brosse à grands traits la théorie et l'application du pilotage de l'hélicoptère - tenue de l'assiette aux instruments. La *sixième partie* contient une brève esquisse des programmes d'entraînement IFR suggérés, y compris les titres des plans de leçon et leur durée.

Bon nombre de renseignements qui figurent dans le manuel que voici sont extraits du *Règlement de l'Air*, du *Canada Air Pilot*, du *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne (MANOPS)* et de l'*AIP Canada*. L'utilisateur ou l'utilisatrice devrait avoir à sa portée le *Canada Air Pilot*, le *Supplément de vol Canada* et les *Cartes en route et de région terminale* au moment de consulter la quatrième partie - Procédures de vol IFR.

Les pilotes sont priés de noter que le contenu du manuel est à jour au moment de son impression mais que certains renseignements peuvent changer périodiquement. Par conséquent, il est absolument nécessaire qu'ils utilisent constamment en vol les renseignements les plus récents fournis dans l'AIP Canada, le CAP et le CFS.

Nous vous prions d'adresser toute demande de correction, addition ou suggestion à :

Transports Canada
AARRE
Ottawa (Ontario)
K1N 0N8

Télécopieur : 613-990-6215

REMERCIEMENTS

RÉDACTEURS :
ENTRAINEMENT AU VOL (AARRE)
Ross Beck
Guy Labrie

Les rédacteurs remercient les personnes suivantes ainsi que leurs services respectifs au sein de Transports Canada de leur précieuse contribution à l'élaboration du présent manuel :

SCHÉMAS, CARTES
SERVICES D'INFORMATION AÉRONAUTIQUE (AARN)

CONCEPTION GRAPHIQUE, PHOTOGRAPHIE, DESSIN DE COUVERTURE
TECHNOLOGIE DE LA FORMATION (AARE - TTS)

SECTION AÉRONAUTIQUE
MÉDECINE AÉRONAUTIQUE CIVILE (AARG)

SECTION JÉLICOPTÈRES
NORMES DE FORMATION AU PILOTAGE ET NORMES OPERATIONNELLES DES TRANSPORTEURS AÉRIENS
GIRAVIONS
Bill Ostrander
Rob Freeman

VÉRIFICATION DE LA TRADUCTION FRANÇAISE
ENTRAINEMENT AU VOL (AARRE)
Guy Labrie

SOMMAIRE DU CONTENU

PARTIE 1 :
FACTEURS PHYSIOLOGIQUES LIÉS AU VOL AUX INSTRUMENTS

1.1 INTRODUCTION 1-2
1.2 OXYGÈNE ET ALTITUDE 1-2
1.3 AUTRES EFFETS 1-5
1.4 ORIENTATION ET DÉSORIENTATION 1-5

PARTIE 2 :
INSTRUMENTS, SYSTÈMES DE NAVIGATION ET PRINCIPES DE BASE DU PILOTAGE AUX INSTRUMENTS

2.1 INSTRUMENTS 2-2
2.2 SYSTÈMES DE NAVIGATION 2-37
2.3 PRINCIPES DE BASE DU PILOTAGE AUX INSTRUMENTS 2-70

PARTIE 3 :
SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

3.1 INTRODUCTION AUX SERVICES DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE. 3-2
3.2 ESPACE AÉRIEN CANADIEN 3-14
3.3 ESPACEMENT IFR 3-23
3.4 PROCÉDURES RADIO 3-27

PARTIE 4 :
PROCÉDURES DE VOL IFR

4.1 PLANIFICATION DU VOL IFR 4-2
4.2 PROCÉDURES DE DÉPART 4-7
4.3 PROCÉDURES EN ROUTE 4-16
4.4 PROCÉDURES D'ATTENTE 4-21
4.5 PROCÉDURES D'ARRIVÉE 4-25
4.6 PROCÉDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS 4-40
4.7 URGENCES 4-67
4.8 UTILISATION DU TRANSPONDEUR 4-70

PARTIE 5 :
PILOTAGE DE L'HÉLICOPTÈRE — TENUE DE L'ASSIETTE AUX INSTRUMENTS

5.0 DÉFINITIONS 5-2
5.1 PRINCIPE DE VOL 5-3
5.2 CONTRÔLE DE L'ASSIETTE ET DE LA PUISSANCE 5-4
5.3 SYSTÈMES DE STABILISATION 5-8
5.4 VOL AUX INSTRUMENTS 5-9
5.5 APPROCHE POUR HÉLICOPTÈRE 5-11
5.6 URGENCES 5-12

PARTIE 6 :
PROGRAMME DE FORMATION IFR

6.1 INTRODUCTION 6-2
6.2 FORMATION AU SOL 6-3
6.3 FORMATION À L'ENTRAÎNEUR SYNTHÉTIQUE DE VOL 6-8
6.4 ENTRAÎNEMENT EN VOL 6-10

ANNEXE

ANNEXE 1 : DÉFINITIONS A-1
ANNEXE 2 : ABRÉVIATIONS A-2
ANNEXE 3 : RÈGLES EMPIRIQUES A-3
ANNEXE 4 : DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE POUR LE PILOTAGE AUX INSTRUMENTS ...A-4

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 1 :
FACTEURS PHYSIOLOGIQUES LIÉS AU VOL AUX INSTRUMENTS

1.1 INTRODUCTION

1.2 OXYGÈNE ET ALTITUDE

1.2.1 L'atmosphère 1-2
1.2.2 Transport de l'air aux tissus 1-2
1.2.3 Effets de l'altitude 1-3
1.2.4 Hypoxie 1-3
1.2.5 Prévention de l'hypoxie 1-4
1.2.6 Hyperventilation 1-4
1.2.7 Traitement de l'hypoxie et de l'hyperventilation 1-4

1.3 AUTRES EFFETS

1.3.1 Les effets de l'alcool 1-5
1.3.2 Les médicaments 1-5
1.3.3 La fatigue 1-5

1.4 ORIENTATION ET DÉSORIENTATION

1.4.1 Introduction 1-5
1.4.2 Les illusions sensorielles 1-6
a. *Les illusions kinesthésiques* 1-6
b. *Les illusions d'optique* 1-6
1. Le voile blanc et la zone grise 1-7
2. Les faux horizons 1-7
c. *Les illusions de mouvement* 1-7
d. *Les illusions de l'appareil vestibulaire* 1-7
1. L'accélération linéaire 1-7
2. L'accélération angulaire 1-7
3. La spirale de la mort 1-9
4. L'effet de coriolis 1-9
5. L'illusion d'inclinaison 1-10
1.4.3 Les facteurs généraux 1-10
1.4.4 Comment prévenir la désorientation 1-10
1.4.5 Comment venir à bout de la désorientation 1-11

PARTIE 2 :
INSTRUMENTS, SYSTÈMES DE NAVIGATION ET PRINCIPES DE BASE DU PILOTAGE AUX INSTRUMENTS

2.1 INSTRUMENTS

2.1.1 INTRODUCTION
a. Description des instruments de bord 2-2
b. Couleurs conventionnelles sur les instruments 2-4
c. Éclairage 2-4
d. Pannes d'instruments 2-4
e. Tableau de bord fondamental en «T» 2-5

2.1.2 CIRCUIT ET INSTRUMENTS ANÉMOMÉTRIQUES
a. Généralités 2-6
b. Principe 2-6
c. Erreurs instrumentales 2-7
d. Défauts de fonctionnement de l'installation 2-8
e. Vérifications du pilote 2-8
f. Instruments anémométriques 2-8
1. Anémomètre et vitesses caractéristiques "V" 2-8
2. Altimètre 2-9
3. Altimètre radar 2-12
4. Avertisseur d'altitude 2-13
5. Variomètre 2-13
6. Variomètre instantané 2-14
g. Centrale aérodynamique 2-14
1. Généralités 2-14
2. Composants 2-14
3. Paramètres aérodynamiques fournis par la centrale 2-14
4. Erreurs inhérentes à la centrale 2-15
h. Indicateur d'angle d'attaque 2-15
1. Généralités 2-15
2. Composants de l'indicateur 2-15

2.1.3 GYROSCOPES ET INSTRUMENTS GYROSCOPIQUES
a. Généralités 2-16
b. Principe 2-16
1. Fixité dans l'espace 2-16
2. Précession 2-16
c. Alimentation des gyroscopes 2-17
1. Alimentation par dépression 2-17
2. Alimentation électrique 2-18
d. Instruments gyroscopiques 2-18
1. Indicateur d'assiette 2-18
2. Conservateur de cap 2-19
3. Inddicateur de taux et qualité du virage 2-20
4. Compas gyrosyn 2-22

2.1.4 COMPAS MAGNÉTIQUE
a. Généralités 2-23
b. Principes 2-23
c. Inclinaison magnétique 2-24
b. Description d'un compas 2-24
e. Erreurs compas 2-24
1. Déviation 2-24

2. Erreur due à l'inclinaison 2-25
f. Utilisation du compas magnétique 2-26

2.1.5 ENSEMBLE DIRECTEUR DE VOL
a. Généralités 2-26
b. Indicateur de directeur de vol 2-26
1. Maquette d'avion fixe 2-27
2. Barres directrices 2-27
3. Index d'alignement de descente 2-27
4. Index d'écart d'alignement de piste 2-27
5. Indicateur de glissade-dérapage 2-27
6. Panneau de commandes du directeur de vol....2-27
c. Indicateur de situation horizontale 2-28
d. Calculateur du directeur de vol....2-28
e. Autres types de systèmes directeurs de vol....2-29
f. Système électronique d'instruments de vol (EFIS) 2-29
1. Écran principal de vol (PFD)....2-29
2. Écran de navigation (ND) 2-29
3. Panneau de sélection d'affichage (DSP) 2-30
4. Fonctions EFIS 2-30

2.1.6 DIVERS INSTRUMENTS
a. Système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS)....2-31
b. Collimateur de pilotage (HUD) 2-33
c. Radar météorologique 2-34
d. Transpondeur mode «S» 2-36
e. Système d'avertissement de proximité du sol (GPWS)....2-36
f. Comparateur d'instruments....2-37

2.2 SYSTÈMES DE RADIONAVIGATION

2.2.1 INTRODUCTION 2-37

2.2.2 AIDES À LA NAVIGATION (NAVAID) 2-37
a. Théorie de la radio 2-37
1. Caractéristiques des onde....2-37
2. Catégories de fréquences radio....2-37
3. Ondes radioélectriques....2-37
4. Propagation radioélectrique 2-39
5. Interférence avec l'équipement de navigation d'aéronef 2-39
b. Aides de radionavigation très hautes et ultra hautes fréquences (VHF et UHF) 2-39
1. VOR 2-39
2. TACAN 2-40
3. VORTAC 2-40
4. Radiogoniométrie VHF....2-40
5. Omnitest ou vérification des récepteurs VOR (VOT) 2-40
c. Systèmes radar 2-41
d. Précautions d'utilisation des aides à la navigation 2-41

2.2.3 NAVIGATION VOR 2-41
a. Généralités 2-41
b. Précision du VOR 2-42
1. Utilité des vérifications 2-42
2. Installation pour test VOR (VOT)....2-42
3 .Panneaux de signalisation pour vérification VOR 2-43

4. Vérification simultanée de deux VOR 2-43
c. Composants d'un appareil VOR 2-43
1. Récepteur VOR 2-43
2. Indicateur de navigation 2-43
3. Flèche de route 2-44
4. Axe de référence 2-44
d. Détermination d'une position 2-44
1. Cap 2-44
2. Positionnement 2-44
e. Vol vers une station VOR 2-45
1. Tenue d'axe 2-45
2. Tenue d'axe vers une station 2-45
3. Minutage 2-46

2.2.4 ÉQUIPEMENT DE MESURE DE DISTANCE 2-46
a. Généralités 2-46
b. Principe fondamental 2-47
c. Composants et fonctionnement du DME 2-47
d. Arc DME 2-48
1. Par vent calme 2-48
2. Avec dérive 2-48
3. Suivre un arc en vue d'une approche finale 2-48

2.2.5 RADIOCOMPAS AUTOMATIQUE (ADF) 2-49
a. Description 2-49
b. Limites et avantages 2-49
c. Composants de l'ADF 2-50
1. Récepteur 2-50
2. Boîtier de commande à lecture numérique 2-51
3. Antennes 2-51
4. Indicateur de gisement 2-51
d. Fonctionnement de l'ADF 2-52
1. Surveillance 2-52
2. Radioralliement 2-52
3. Tenue d'un relèvement en éloignement 2-53
4. Positionnement à l'ADF 2-53
5. Minutage vers une station 2-53

2.2.6 INDICATEUR RADIOMAGNÉTIQUE (RMI) 2-54

2.2.7 LE SYSTÈME D'ATTERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (ILS) 2-54
a. Description générale 2-54
b. Alignement de piste 2-55
1. Équipement au sol 2-55
2. Transmission des signaux 2-55
3. Récepteur d'alignement de piste 2-55
c. Alignement de descente 2-56
1. Émetteur 2-56
2. Récepteur 2-56
d. Radiobornes ILS 2-57
1. Généralités 2-57
2. Radioborne extérieure (OM) 2-57
3. Radioborne intermédiaire (MM) 2-57
4. Radioborne arrière (BM) 2-57
e. Balisage lumineux 2-57

1. Généralités 2-57
2. Mesure de la portée visuelle de piste 2-57
3. Portée visuelle de piste (RVR) 2-58

f. Radiophares non directionnels situés aux emplacements de radiobornes 2-59

2.2.8 Système d'atterrissage hyperfréquences (MLS) 2-59
a. escription du système 2-60
b. Limites de l'ILS 2-60
c. Avantages du MLS 2-60
d. Guidage en azimut d'approche 2-60
e. Guidage en azimut arrière 2-60
f. Guidage en site 2-60
g. Guidage en distance 2-60
h. Communications de données 2-60

2.2.9 Navigation de surface 2-60
a. Généralités 2-60
b. VOR/DME 2-60
c. LORAN-C 2-63
d. GPS (Système de positionnement global) 2-64
1. Fonctionnement du GPS 2-64
2. GPS différentiel 2-64
3. Précision, disponibilité et intégrité 2-64
4. Approches GPS 2-64
5. Utilisation en route et en région terminale 2-64
e. OMEGA 2-64
f. INS - Système de navigation par inertie 2-64
1. Le système 2-64
2. Utilisation 2-67
3. Erreurs 2-67
4. Gyrolaser 2-68
5. Gyrolaser intégré à un INS 2-68
6. INS à composantes liées 2-68
7. Avantages d'un gyrolaser 2-68
8. Procédures à l'intention des pilotes 2-68
g. FMS - Systèmes de gestion de vol 2-69
h. Espace aérien 2-69

2.3 VOL ÉLÉMENTAIRE AUX INSTRUMENTS

2.3.1 Pilotage aux instruments — Tenue d'assiette 2-70
a. Introduction 2-70
b. Principe 2-70
c. Contrôle de l'assiette et de la puissance 2-71
d. Technique de la compensation 2-71
e. Technique de surveillance 2-72
f. Réglage de l'assiette et de la puissance 2-73

2.3.2 Manoeuvres de vol aux instruments et tenue d'assiette 2-73
a. Décrochages et sortie de décrochage 2-74
1. Décrochage en approche 2-74
2. Décrochages au décollage et au départ 2-74

PARTIE 3 :
SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

3.1 INTRODUCTION AUX SERVICES DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

3.1.1 Services de la circulation aérienne 3-2
a. Contrôle de la circulation aérienne 3-2
b. Stations d'information de vol 3-3
1. Service de planification pré-vol 3-3
2. Service consultatif d'aéroport 3-3
3. Service de contrôle des véhicules 3-4
4. Services consultatifs d'aéroport et de contrôle des véhicules à distance 3-4
5. Service d'information de vol en route 3-4
6. Services d'urgence 3-4
7. Service de traitement des plans de vol VFR et d'alerte 3-4
8. Service d'observation météorologique 3-4
9. Service de surveillance des aides à la navigation 3-5
10. Service de diffusion 3-5

3.1.2 SERVICE D'INFORMATION DE VOL 3-5
a. Généralités 3-5
b. Renseignements sur les vols d'oiseaux 3-5
c. Renseignements sur le largage de paillettes 3-6
d. Renseignements sur les conditions météorologiques dangereuses 3-6
e. Service automatique d'information de région terminale (ATIS) 3-6

3.1.3 IDENTIFICATION DES UNITÉS DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE 3-7
3.1.4 UNITÉS DE MESURE 3-7
3.1.5 VOLS PRIORITAIRES 3-8
3.1.6 AUTORISATIONS ET INSTRUCTIONS 3-8
3.1.7 ASSIGNATION DE PISTE POUR L'ATTÉNUATION DE BRUIT 3-9
3.1.8 RADAR 3-9
a. Généralités 3-9
b. Systèmes 3-9
c. Procédures 3-10
d. Marge de franchissement d'obstacles pendant le guidage radar 3-10
e. Renseignements sur le trafic observé au radar 3-11
f. Renseignements sur les conditions météorologiques dangereuses 3-11
3.1.9 AIDES VISUELLES AU SOL 3-12
a. Système de balisage lumineux d'approche 3-12
1. Balisage de catégorie I et II 3-12
2. Autres types de balisage 3-12
3. Balisage stroboscopique 3-13
4. Balisage lumineux d'aérodrome télécommandé d'aéronef (ARCAL) 3-13
b. VASIS — Indicateur visuel de pente d'approche 3-13
c. Marques d'aérodrome 3-14
1. Marques de piste 3-14
2. Balisage des voies de circulation 3-14
3. Marquage de l'aire de trafic 3-14

3.2 ESPACE AÉRIEN CANADIEN

3.2.1 Généralités 3-14

3.2.2 Espace aérien intérieur canadien (CDA) 3-14
a. Espace aérien intérieur du Nord (NDA) 3-15
b. Espace aérien intérieur du Sud (SDA)....3-15

3.2.3 Espace aérien contrôlé 3-15
a. Espace aérien supérieur contrôlé 3-15
b. Espace aérien inférieur contrôlé 3-15
1. Voies aériennes inférieures 3-15
2. Prolongement de région de contrôle 3-16
3. Régions de contrôle terminal 3-17
4. Zones de contrôle 3-17
5. Zone de transition 3-17
3.2.4 Région d'utilisation du calage altimétrique 3-17
3.2.5 Région d'utilisation de la pression standard 3-17
3.2.6 Classification de l'espace aérien canadien 3-19
3.2.7 Espace aérien à statut spécial....3-20
a. Généralités 3-20
b. Zones de vols militaires (MFA)....3-20
c. Zones d'activités militaires (MAA) 3-21
d. Zones dangereuses 3-21
e. Espace aérien réglementé 3-21
f. Espace aérien consultatif....3-21
g. Réservations d'altitude 3-22
h. Zones de lancement de fusées 3-22
3.2.8 Espace aérien canadien à spécifications de performances minimales de navigation (CMNPS)..3-22
3.2.9 Espace aérien MNPS sur l'Atlantique Nord 3-23

3.3 ESPACEMENT IFR

3.3.1 Généralités 3-23
3.3.2 Espacement vertical 3-24
a. Minimums et procédures 3-24
b. Espacement entre les niveaux de vol et les altitudes....3-24
3.3.3 Espacement longitudinal 3-24
a. Minimums et procédures 3-24
b. Phraséologie 3-24
3.3.4 Espacement latéral 3-24
a. Généralités 3-24
b. Espace aérien contrôlé 3-25
c. Changement de direction au niveau de vol 180 et au-dessus 3-26
d. Espace aérien protégé latéralement pour les procédures d'approche aux instruments en IFR (à basse altitude) 3-26
3.3.5 Espacement en turbulence de sillage 3-26

3.4 PROCÉDURES RADIO

3.4.1 Procédures radio élémentaires 3-27
a. Généralités 3-27
b. Contact par radio 3-27
c. Accusé de réception d'un message....3-28
d. Échelle de lisibilité et vérifications radio 3-28

3.4.2 Radiotéléphonie 3-28
a. Alphabet phonétique international OACI/Code Morse 3-28
b. Indicatifs d'appel des aéronefs.....3-29
c. Indicatifs d'appel des stations au sol 3-29
d. Nombres 3-29
e. Points décimaux 3-30

3.4.3 Communications aux aérodromes non contrôlés.....3-30
a. Généralités 3-30
b. Fréquences obligatoires.....3-30
c. Fréquence de trafic d'aérodrome (ATF) 3-31
d. Utilisation de la MF et de l'ATF 3-31
e. Procédures d'arrivée IFR aux aéroports non contrôlés 3-31
f. Départs IFR depuis les aérodromes non contrôlés. 3-32
g. Procédures IFR aux aérodromes non contrôlés dans l'espace aérien non contrôlé 3-32

3.4.4 Communications internationales air-sol 3-33
a. Types d'émission 3-33
b. Système d'appel sélectif (SELCAL) 3-33

PARTIE 4 :
PROCÉDURES DE VOL IFR

4.1 PLANIFICATION DU VOL IFR

4.1.1 Nécessité de déposer un plan de vol. 4-2
4.1.2 Raisons d'être du plan de vol 4-2
4.1.3 Considérations générales dans l'établissement d'un plan de vol 4-2
4.1.4 Formulaire de plan de vol IFR 4-3
4.1.5 Formulaire de plan de vol de l'OACI 4-5
4.1.6 Quantité de carburant à emporter en IFR 4-5
4.1.7 Modifications au plan de vol 4-5
4.1.8 Pannes d'équipement 4-6
4.1.9 Autorisation ATC 4-6

4.2 PROCÉDURES DE DÉPART

4.2.1 Généralités 4-7
4.2.2 Demandes d'autorisation de reculer 4-8
4.2.3 Procédures d'autorisation avant la circulation au sol 4-8
4.2.4 Autorisation de circuler au sol 4-9
a. Généralités 4-9
b. Vérification des instruments 4-10
c. Point d'attente de circulation 4-10
d. Expressions courantes de l'ATC 4-10
e. Transpondeur 4-11
f. Choix de la piste en service 4-11

4.2.5 Autorisation IFR 4-11
a. Procédures fondamentales 4-11
b. Nombre de Mach - Autorisations 4-13
c. Départs normalisés aux instruments (SID) 4-13
d. Procédures d'atténuation du bruit 4-14
e. Relecture d'une autorisation 4-14
f. Départ VFR d'un aéronef IFR 4-14
g. Autorisation de décollage 4-14

4.2.6 Critères et minimums de décollage 4-15
a. Minimums de décollage 4-15
b. Critères de décollage 4-15
c. Marge de franchissement d'obstacles et du relief 4-16

4.3 PROCÉDURES EN ROUTE

4.3.1 Comptes rendus de position 4-16
4.3.2 Altitude 4-17
a. Généralités 4-17
b. Altitudes minimales IFR 4-18
c. Altitudes dans les régions désignées montagneuses 4-18
d. Comptes rendus d'altitude 4-19

4.3.3 Montée et descente 4-19
a. Généralités 4-19
b. Montée et descente en VFR 4-19

4.3.4 Vols de formation en IFR 4-20
4.3.5 Mille pieds au-dessus de la couche 4-20
4.3.6 Limite d'autorisation 4-20

4.4 PROCÉDURES D'ATTENTE

4.4.1 Généralités 4-20
4.4.2 Autorisation d'attente 4-21
4.4.3 Circuit d'attente classique (ou standard) 4-22
4.4.4 Procédures d'entrée 4-22
4.4.5 Circuit d'attente non classique (ou non standard) 4-23
4.4.6 Minutage 4-23
4.4.7 Limites de vitesse 4-23
4.4.8 Procédures d'attente DME 4-24
4.4.9 Procédure de navette 4-24
4.4.10 Circuits d'attente indiqués sur les cartesterminales et en route 4-24

4.5 PROCÉDURES D'ARRIVÉE

4.5.1 Planification de la descente 4-25
a. Introduction 4-25
b. Repères d'arrivée 4-25
1. Repères en région terminale - Généralités 4-25
2. Repères définis par une intersection 4-25
3. Facteurs déterminants dans l'établissement des tolérances d'un repère 4-25
4.5.2 Route d'arrivée normalisée en région terminale (STAR) 4-26
4.5.3 Profils de descente 4-26
a. Généralités 4-26
b. Révisions de l'ATC 4-27
4.5.4 Préavis d'intentions en conditions météorologiques minimales 4-27
4.5.5 Transfert de contrôle 4-27
a. Unités IFR - Tours de contrôle 4-27
b. Contact initial avec les tours de contrôle 4-28
4.5.6 Procédures d'autorisation d'approche 4-28
a. Généralités 4-28
b. Approches directes 4-30
c. Approches à vue et approches contact 4-31
1. Approche à vue 4-31
2. Approche contact 4-31
d. Comptes rendus de position 4-31
e. Procédures d'approche interrompue 4-32
f. Réglage de la vitesse en contrôle radar 4-32
g. Circulation au sol 4-33

4.5.7 Minimums d'approche et de dégagement 4-33
a. Interdiction d'approche 4-34
b. Minimums d'atterrissage 4-34
1. Références visuelles 4-34
2. Exigences de calage altimétrique 4-34
3. Utilisation des minimums d'approche directe 4-35
c. Minimums de dégagement 4-35
4.5.8 Catégories d'aéronef 4-36
4.5.9 Corrections pour température 4-37
4.5.10 Calage altimétrique à distance 4-37

4.5.11 Transitions vers l'approche 4-38
a. Guidage radar 4-38
b. Le long des voies aériennes 4-38
c. En dehors des voies aériennes 4-38
d. Transitions sur un arc DME 4-39

4.5.12 Planification de l'approche 4-39

4.6 PROCÉDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

4.6.1 Introduction 4-40
a. Approches de non-précision (NPA) 4-41
b. Approches de précision 4-41

4.6.2 Procédure d'approche aux instruments 4-41
a. Établissement de la procédure 4-41
b. Segment d'approche initiale 4-42
c. Segment d'approche intermédiaire 4-42
1. Approches directes (pas de virage conventionnel) 4-43
2. Virages conventionnels 4-44
d. Segment d'approche finale 4-47
1. Approches de non-précision 4-47
2. Virages à la verticale d'une aide d'approche finale 4-49
3. Approches de précision 4-49
e. Segment d'approche interrompue 4-49

4.6.3 Manoeuvres à vue au cours de l'approche 4-50
a. Généralités 4-50
b. Transition au vol à vue 4-50
1. Généralités 4-50
2. Obstacles à la visibilité 4-51
3. Références visuelles 4-52
4. Temps de réaction du pilote 4-52
c. Approche indirecte 4-53
d. Procédure d'approche interrompue 4-54

4.6.4 Approches NDB 4-55
a. Passage de la station 4-55
b. Vérification en cinq temps 4-55
c. Approche NDB (radiophare non situé à l'aérodrome) 4-55
d. Approche au moyen d'un NDB situé sur l'aérodrome 4-57

4.6.5 Approches VOR 4-57

4.6.6 Approches avec alignement de piste (LOC) et alignement de piste-arrière (LOC (BC)) 4-58
a. Approches avec alignement de piste 4-58
b. Approches avec alignement de piste arrière (LOC (BC)) 4-58

4.6.7 Approches ILS 4-60
a. Catégorie I (CAT I) 4-60
b. Catégorie II (CAT II) 4-60
c. Approches ILS 4-60

4.6.8 Approches radar 4-63
a. Généralités 4-63

b. Radar d'approche de précision (PAR) 4-64
c. Radar de surveillance d'aérodrome (ASR) 4-64

4.6.9 Approches RNAV 4-65
a. Approches GPS 4-65
1. Dispositions générales 4-65
2. Approches de recouvrement GPS 4-66
3. Approches GPS autonomes 4-66
4. Exécution d'approche GPS 4-66
b. Approches multicapteurs 4-67

4.7 URGENCES

4.7.1 Déclaration d'une situation d'urgence 4-67
4.7.2 Panne de communications en vol IFR 4-68
4.7.3 Obligation de signaler les mauvais fonctionnements d'un appareil de navigation ou de communication 4-69
4.7.4 Largage de carburant 4-70

4.8 UTILISATION DU TRANSPONDEUR

4.8.1 Généralités 4-70
4.8.2 Vols IFR dans l'espace aérien supérieur 4-70
4.8.3 Vols IFR dans l'espace aérien inférieur 4-71
4.8.4 Phraséologie 4-71
4.8.5 Mode C 4-71
4.8.6 Vols VFR 4-71
4.8.7 Urgences 4-72
4.8.8 Panne de communication 4-72
4.8.9 Capture illicite (détournement) 4-72

PARTIE 5 :
PILOTAGE DE L'HÉLICOPTÈRE — TENUE DE L'ASSIETTE AUX INSTRUMENTS

5.0 DÉFINITIONS

5.1 Définitions 5-2
5.2 Principe de vol 5-3
5.3 Contrôle de l'assiette et de la puissance 5-4
a. Instruments de contrôle et de performances 5-5
b. Contrôle de l'assiette longitudinale 5-5
c. Contrôle de l'assiette latérale 5-6
f. Techniques de compensation 5-7
e. Contrôle et vérification des instruments 5-8
5.4 Systèmes de stabilisation 5-8
5.5 Vol aux instruments 5-9
5.6 Approche pour hélicoptère 5-11
5.7 Urgences 5-12
a. Panneau partiel 5-12
b. Autorotation 5-12
c. Position inhabituelles 5-13
d. Vol IMC 5-14

PARTIE 6 :
PROGRAMME DE FORMATION IFR

6.1 INTRODUCTION

6.1.1 Généralités 6-2
6.1.2 Conseil aux personnes assurant la formation 6-2
6.1.3 Achèvement de la formation 6-3

6.2 FORMATION AU SOL 6-3

6.2.1 Présentation du programme de cours 6-3
6.2.2 Introduction 6-3
6.2.3 Révision du VFR 6-4
6.2.4 Planification générale des vols 6-4
6.2.5 Départs 6-4
6.2.6 En route 6-4
6.2.7 Arrivées 6-4
6.2.8 Approches 6-4
6.2.9 Urgences 6-5
6.2.10 Instruments de vol 6-5
6.2.11 Instruments et équipement de navigation 6-5
6.2.12 Compas 6-5
6.2.13 Autres équipements de navigation en usage 6-5
6.2.14 Météorologie - Introduction 6-5
6.2.15 Masses d'air 6-6
6.2.16 Fronts froids 6-6
6.2.17 Fronts chauds 6-6
6.2.18 Orages 6-6
6.2.19 Givrage, turbulence et brouillard 6-6
6.2.20 Cartes météorologiques 6-6
6.2.21 Bulletins météorologiques 6-6
6.2.22 Planification météorologique du vol 6-7
6.2.23 Révision et discussion 6-7
6.2.24 Planification d'un vol IFR 6-7
6.2.25 Problèmes de planification de vol à résoudre à l'aide de calculateur 6-7
6.2.26 Problèmes de navigation à caractère général 6-7
6.2.27 Exercice de planification d'un vol 6-7
6.2.26 Examen de préparation 6-7

6.3 FORMATION À L'ENTRAÎNEUR SYNTHÉTIQUE DE VOL

6.3.1 Révision des instruments de base 6-8
6.3.2 Radiogoniomètre automatique (ADF/NDB) 6-8
6.3.3 Radiophare omnidirectionnel VHF (VOR) 6-9
6.3.4 Équipement de mesure de distance (DME) 6-9
6.3.5 Attente 6-9
6.3.6 Approches et approches interrompues 6-10
6.3.7 Services de la circulation aérienne (ATS) Autorisation/Procédures 6-10
6.3.8 Vol-voyage de navigation IFR 6-10

6.4 ENTRAÎNEMENT EN VOL

6.4.1 Entraînement au vol aux instruments 6-11
6.4.2 Radiogoniomètre automatique (ADF) 6-11
6.4.3 Radiophare omnidirectionnel VHF (VOR) 6-11
6.4.4 Équipement de mesure de distance (DME) 6-11
6.4.5 Attente 6-12
6.4.6 Approches et approches interrompues 6-12
6.4.7 Services de la circulation aérienne (ATS) Autorisations/Procédures 6-12
6.4.8 Voyage de navigation 6-12

ANNEXE 1:
Définitions app-2

ANNEXE 2:
Abréviations app-12

ANNEXE 3:
Règles empiriques app-15
3.1 Vérification de la vitesse app-15
3.2 Angle d'inclinaison approximatif pour les virages à un taux donné app-15
3.3 Taux de descente pour suivre un plan de descente app-15
3.4 Changements d'assiette longitudinale (tangage) app-16
3.5 Pour intercepter un arc à partir d'un radial app-16
3.6 Pour intercepter un radial à partir d'un arc app-16
3.7 Points d'anticipation pour les virages sur un cap app-16
3.8 Calcul du temps et de la distance à l'aide du NDB app-16
3.9 Correction d'altitude app-17
3.10 Correction de la dérive app-17
3.11 Interception de trajectoires NDB app-17
3.12 Rayon de virage pour un angle d'inclinaison de 30° app-17

ANNEXE 4:
Documents de référence pour le pilotage aux instruments app-18
4.1 Symboles et légendes des cartes app-18
4.2 Documents de référence générale app-18
4.3 Critères de vol aux instruments app-18
4.4 Renseignements sur l'espace aérien app-18
4.5 Renseignements météorologiques app-18
4.6 Exigences relatives à la qualification de vol aux instruments app-18
4.7 Simulateurs et équipements de formation au sol app-18
4.8 Exploitation sur l'Atlantique Nord app-18
4.9 Renseignements sur la médecine aéronautique app-19
4.10 Exigences relatives à l'approche ILS CAT II app-19

LISTE DE FIGURES

PARTE 1

1-1 TRANSPORT DE L'AIR AUX POUMONS....1-2
1-2 TRANSPORT DE L'OXYGÈNE ET ALTITUDE....1-3
1-3 DÉCOMPRESSION ET TEMPS DE CONSCIENCE UTILE....1-3
1-4 EFFECTS DE L'HYPERVENTILATION SUR LES NIVEAUX D'OXYGÈNE DANS LE CERVEAY ET LE SANG....1-4
1-5 ILLUSION VISUELLE DE PISTE....1-6
1-6 ILLUSION D'AUTO-CABRAGE....1-6

PARTE 2

2-1 INDICATEUR CONTINU OU ANALOGIQUE....2-2
2-2 INDICATEUR À COMPTEUR ET À TAMBOUR....2-2
2-3 INDICATEUR COMBINÉ....2-3
2-4 COULEURS CONVENTIONNELLES SUR LES INSTRUMENTS....2-3
2-5 DRAPEAUX D'ALARME....2-4
2-6A «T FONDAMENTAL» - AÉRONEF LÉGER....2-4
2-6B «T FONDAMENTAL» - AVION À RÉCTION MODERNE....2-4
2-6C «T FONDAMENTAL» - DIRIGEABILE....2-5
2-6D «T FONDAMENTAL» - VIEIL AVION DE TRANSPORT....2-5
2-7 PRISE DE PRESSION STATIQUE ET PITOT....2-5
2-8 CIRCUIT ANÉMOMÈTRIQUE DOUBLE....2-6
2-9 PRISE STATIQUE....2-6
2-10 TUBE DE PITOT....2-6
2-11 SONDE DE TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE....2-7
2-12 TYPES D'ANÉMOMÈTRES....2-8
2-12A TYPES D'ANÉMOMÈTRES....2-8
2-13 ANÉMOMÈTRE ET MACHMÈTRE COMBINÉS....2-10
2-14 ALTIMÈTRE PNEUMATIQUE....2-10
2-15 TYPES D'ALTITUDE....2-10
2-16 ALTIMÈTRE À CALCULATRICE....2-12
2-17 INDICATEUR D'ALTIMÈTRE RADAR....2-12
2-18 AVERTISSEUR D'ALTITUDE....2-13
2-19 CADRAN D'UN VARIOMÈTRE....2-13
2-20 VARIOMÈTRE INSTANTANÉ....2-13
2-21 DÉTECTEURS D'ANGLE D'ATTAQUE....2-16
2-22 INDICATEUR D'ANGLE D'ATTAQUE....2-16
2-23 GYROSCOPE À TROIS DEGRÉS DE LIBERTÉ....2-17
2-24 FORCE DE PRÉCESSION....2-17
2-25 MANOMÈTRE À DÉPRESSION TYPIQUE....2-18
2-26 INDICATEUR D'ASSIETTE....2-18
2-27 CONSERVATEUR DE CAP....2-19
2-28 CONTRÔLEUR COMPAS....2-20
2-29 INDICATEUR DE VIRAGE ET D'INCLINAISON LATÉRALE....2-20
2-30 CONTRÔLEUR DE VIRAGE....2-21
2-31 LECTURES TYPIQUES DU CONTRÔLEUR DE VIRAGE....2-21
2-32 MÊME INCLINAISON LATÉRALE, MAIS VITESSES DIFFÉRENTES....2-22

2-33 Compas magnétique 2-23
2-34 Lignes isogones 2-23
2-35 Cartes VFR et IFR présentant les déclinaisons magnétiques 2-23
2-35B Carte VFR avec l'indication de variation magnétique....2-24
2-36 Calcul d'un relèvement magnétique à partir d'un cap vrai 2-24
2-37 Inclinaison magnétique 2-24
2-38 Carte de déviation compas 2-25
2-39 Erreur de virage au nord 2-25
2-40 Erreur d'accélération 2-25
2-41 Indicateur de directeur de vol 2-26
2-42 Sélecteurs de mode du directeur de vol 2-26
2-43 Indicateur de situation horizontale....2-28
2-44 Écran principal de vol....2-29
2-45 Écran de navigation EFIS....2-30
2-46 Affichages d'autres données sur les écrans EFIS 2-30
2-47 Zone d'avertissement TCAS 2-31
2-48 Avis de résolution «montez» du TCAS....2-32
2-49 Affichage d'un collimateur de pilotage type....2-33
2-50 Écran radar météorologique 2-35
2-51 Détecteur d'orages stormscope 2-36
2-52 Comparateur d'instruments 2-36
2-53 Ondes radio 2-37
2-54 Tableau des fréquences radio....2-38
2-55 Transmission des ondes radio 2-39
2-56 Indicateur de communication et de navigation....2-42
2-57 Indicateur de navigation 2-43
2-58 Déviations de la barre 2-43
2-59 Secteur de route 2-43
2-60 Perpendiculaire à la route 2-44
2-61 Indications VOR 2-44
2-62 Orientation VOR....2-44
2-63 Positonnement au VOR 2-46
2-64 Tenue d'une radiale VOR....2-46
2-65 Minutage au VOR....2-46
2-66 DME numérique 2-47
2-67 Mesure de la distance oblique 2-47
2-68 Segments d'un arc DME 2-48
2-69 Suivi d'un arc DME....2-48
2-70 Arc d'approche finale....2-49
2-71 Panneaux de commande NDB 2-49
2-72 Indicateur de gisement à rose fixe....2-51
2-73 Relèvements NDB 2-51
2-74 Radioralliement vers un NDB....2-51
2-75 Tenue d'un relèvement magnétique au NDB....2-52
2-76 Tenue d'un relèvement au NDB 2-53
2-77 Positionnement ADF....2-53
2-78 Indicateru radiomagnétique 2-54
2-79 RMI avec indications VOR et NDB....2-54
2-80 Tenue d'axe au RMI 2-54
2-81 Diagramme du signal du radiophare d'alignement de piste de l'ILS 2-56

2-82 Secteurs de fiabilité de l'ILS....2-56
2-83 Diagramme de rayonnement du signal du radiophare d'alignement de descente....2-57
2-84 Caractéristiques types de l'ILS....2-58
2-85 Voyants du récepteur de radioborne....2-58
2-86 Installation type d'un transmissomètre....2-59
2-87 Couverture en azimut et en site du MLS....2-61
2-88 VOR/DME RNAV....2-62
2-89 Route de navigation de surface....2-63
2-90 Couverture de LORAN-C....2-63
2-91 Orbites des satellites GPS....2-64
2-92 Récepteur GPS....2-65
2-93 Boîtier de commande et d'affichage de l'INS....2-67
2-94 Fixations de l'INS....2-68
2-95 Boîtier de commande type du FMS....2-69
2-96 Boîtier de commande type du FMS....2-69
2-97 L'indicateur d'assiette est au centre du processus de surveillance....2-70
2-98 Une assiette de montée rectiligne....2-71
2-99 Assiette de descente en approche....2-72
2-100 Virages serrés inclinés de 45° 2-72
2-101 Piqué excessif....2-74

Parte 3

3-1 Écran radar type ATC....3-9
3-2 Légende des feux d'approche....3-10
3-3 VASIS et PAPI....3-12
3-4 Indication du VASIS en approche finale....3-13
3-5 Espace aérien intérieur canadien....3-15
3-6 Régions de contrôle....3-16
3-7 Dimensions verticales des régions de contrôle....3-16
3-8 Voies aériennes inférieures....3-17
3-9 Régions d'utilisation de la pression standard et du clage altimétrique....3-18
3-10 Classification de l'espace aérien....3-18
3-11 Espace aérien CMNPS....3-21
3-12 Espace aérien MNPS NAT....3-22
3-13 Espacement latéral des voies aériennes....3-24
3-14 Routes en dehors des voies aériennes (non-RNAV)....3-24
3-15 Routes des voies aériennes VOR supérieures....3-25
3-16 Routes sur des voies aériennes jalonnées de NDB....3-25
3-17 Routes de l'expace aérien supérieur - changement de direction....3-25

Parte 4

4-1 Plan de vol IFR intérieur....4-4
4-2 Plan de vol OACI....4-5

4-3 Séquence de départ à l'aéroport de Toronto 4-7
4-4 Cartes de l'aérodrome d'Edmonton 4-8
4-5 Point d'attente de circulation 4-9
4-6 Boîtier de commande du transpondeur 4-9
4-7 SID - Navigation du pilote 4-10
4-8 SID - Guidage 4-11
4-9 Procédures d'atténuation du bruit B 4-12
4-9B Procédures d'atténuation du bruit A 4-12
4-10 Changements aux altitudes minimales en route 4-15
4-11 Régions montagneuses désignées 4-17
4-12 Circuit d'attente classique (ou standard) 4-19
4-13 Secteurs entrée 4-21
4-14 Entrée dans un circuit non classique 4-21
4-15 Procédure d'attente DME 4-21
4-16 Circuits d'attente indiqués sur les cartes 4-22
4-17 Repères définis par l'intersection de deux radiales 4-26
4-18 STAR pour Calgary 4-28
4-19 Profile de descente pour Toronto 4-29
4-20 Tableau de correction des altitudes 4-37
4-21 Calage altimétrique à distance 4-38
4-22 Procédure de transition publiée pour l'approche 4-38
4-23 Interception d'arc 4-39
4-24 Segments typiques d'une approche 4-41
4-25 Critères d'approche directe 4-42
4-26 Segments d'approche ILS typiques 4-43
4-27 Variantes de virage conventionnel 4-45
4-28 Secteurs d'entrée de virage conventionnel 4-46
4-29 Zones de virage conventionnel 4-47
4-30 Aire de manoeuvre à vue - approche indirecte 4-53
4-31 Options pour approche indirecte 4-53
4-32 Restrictions à l'approche indirecte 4-54
4-33 Approche NDB 4-56
4-34 Approche au moyen d'un NDB situé sur l'aérodrome 4-57
4-35 Approche VOR à Fredericton 4-58
4-36 Approche VOR/DME à North Bay 4-59
4-37 Approche avec alignement de piste arrière (LOC(BC)) à Winnipeg 4-60
4-38 Approche ILS CAT II à Vancouver 4-61
4-39 Approche ILS à Toronto 4-62
4-40 Sur l'axe, sur l'alignement de descente 4-63
4-41 Circuit de piste PAR 4-65
4-42 Approche RNAV multicapteurs 4-66
4-43 Transpondeur numérique 4-70

Parte 5

5-1 Atterrissage sur une plate-forme pétrolière 5-4
5-2 Vols dans l'Arctique 5-5
5-3 Tableau d'instruments type d'hélicoptère 5-7

5-4 RETOUR VERS LA TERRE 5-11
5-5 PANNE DE L'INDICATEUR D'ASSIETTE 5-12
5-6 PROCÉDURE D'AUTOROTATION DE NUIT/IFR 5-13

PARTE 6

6-1 FORMATION AU SOL IFR 6-2
6-2 RECOMMENDATION POUR LE TEST INITIAL DE VOL AUX INSTRUMENTS.....6-3
6-3 ENTRAÎNEUR DE PILOTAGE HAWKER 6-8
6-4 VISUEL HAWKER EFIS.....6-9
6-5 ENTRAÎNEUR DE VOL STC-3000.....6-9
6-6 STC-3000 - INSTRUMENTS CLASSIQUES LA NUIT 6-10

PARTIE UN

FACTEURS PHYSIOLOGIQUES LIÉS AU VOL AUX INSTRUMENTS

1.1 INTRODUCTION
1.2 OXYGÈNE ET ALTITUDE
1.3 AUTRES EFFETS
1.4 ORIENTATION AND DÉSORIENTATION

1.1 INTRODUCTION

Le vol aux instruments, c'est-à-dire la capacité de conserver la maîtrise d'un aéronef sans références visuelles extérieures et souvent dans des conditions météorologiques défavorables, est l'une des plus importantes tâches spécialisées que puisse accomplir un pilote. Toutefois, une telle aptitude n'est pas un trait que le pilote possède naturellement; il ne peut l'acquérir qu'au prix d'une formation rigoureuse, d'exercices constants et d'une démarche méthodique. Pour ce type de pilotage, beaucoup plus que tout autre, le pilote doit renoncer à se fier à des sensations physiques, apprises dès la naissance, ainsi qu'à des réactions familières pour s'en remettre aux données qu'affichent les instruments de bord. Cette transition exige que le pilote comprenne la réaction du corps humain à un certain nombre de facteurs dans son environnement, par exemple : l'hypoxie et l'hyperventilation, les illusions d'optique, la stimulation vestibulaire, la désorientation spatiale et les effets de la fatigue, la distraction, l'anxiété et la peur. La présente partie du manuel fournit des renseignements de base en physiologie humaine qui permettront d'entreprendre des vols avec confiance. Elle contient également des directives détaillées sur la façon de venir à bout de la désorientation spatiale.

1.2 OXYGÈNE ET ALTITUDE

1.2.1 L'ATMOSPHÈRE

La pression barométrique standard au niveau du sol est de 760 millimètres de mercure (mmHg) ou 14,7 lb par pouce carré (psi). Quoique dans ce chapitre la pression est donnée en millimètres de mercure, vu que c'est la mesure d'usage courant en physiologie, la pression sera également exprimée en livre par pouce carré puisque les indicateurs de pression cabine sont étalonnés de la sorte.

La pression atmosphérique est le produit de la masse des gaz entourant la Terre et de leur attraction gravitationnelle. Elle diminue de moitié (380 mm de mercure, 7,3 psi) à 18 000 pieds et est réduite à un quart à 34 000 pieds. Toutefois, la composition de l'atmosphère demeure la même jusqu'à près de 100 000 pieds. L'atmosphère est formée d'environ 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et de moins de 1 % de gaz carbonique et de traces de gaz rares. L'azote, quoiqu'il compte pour la plus grande part dans la pression atmosphérique, est un gaz inerte qui n'intervient pas dans le cycle respiratoire.

1.2.2 TRANSPORT DE L'AIR AUX TISSUS

L'organisme humain a besoin d'oxygène en quantité suffisante pour métaboliser (brûler) les protéines, les corps gras et les hydrates de carbone afin de produire l'énergie essentielle au métabolisme cellulaire et aux fonctions physiologiques. Ce processus engendre du gaz carbonique et de l'eau. Le gaz carbonique est évacué par les poumons et l'excédent d'eau est l'un des déchets du cycle.

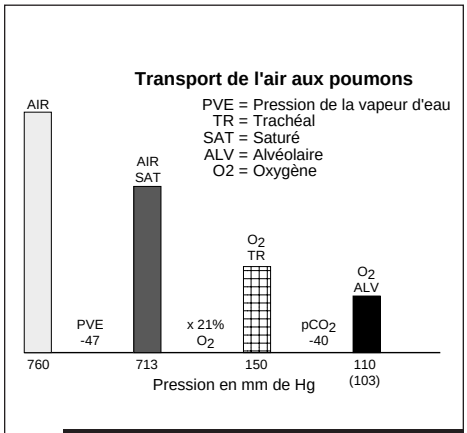


Fig. 1-1 • Transport de l'air aux poumons

Pour comprendre le cycle respiratoire, il est nécessaire de comprendre les pressions partielles. Dans un mélange de gaz sous pression, chaque gaz exercera une pression au prorata de son pourcentage dans le mélange. Il s'agit de la pression partielle. Au niveau de la mer par conséquent, la pression partielle de l'oxygène *en air sec* sera de 160 mmHg (21 % x 760). Au fur et à mesure que nous respirons, l'air sec est humidifié dans le nez et la gorge. Ce processus crée une pression partielle de vapeur d'eau de 47 mmHg, valeur qui demeure constante par rapport à l'augmentation d'altitude. Par conséquent, la pression partielle de l'oxygène sera réduite à 150 mmHg (760 - 47) x 21 % dans la partie supérieure des poumons. (**Voir Fig. 1-1**).

L'air est transporté aux poumons par une série de tubes appelés bronches. Ces dernières aboutissent dans des groupes de petits sacs d'air ou alvéoles qui partent de l'extrémité des bronches comme des grappes. Les sacs d'air sont petits mais leur surface totale est presque équivalente à celle d'un court de tennis. Les alvéoles sont entourées de nombreux vaisseaux

sanguins et seulement une membrane très mince tapisse les parois des cellules sanguines qui transporteront l'oxygène aux tissus et dans les alvéoles.

Le passage de l'oxygène des alvéoles aux cellules sanguines s'explique en raison de la pression de l'oxygène plus élevée dans les poumons, et l'oxygène est véhiculé par l'hémoglobine jusqu'aux tissus.

Au fur et à mesure que l'oxygène pénètre dans les cellules, le CO2, produit final du métabolisme, pénètre dans le sang et est transporté jusqu'aux poumons. De là, il pénètre dans les alvéoles et se mélange avec l'oxygène. La pression partielle de CO2 dans les alvéoles est normalement d'environ 40 mmHg, de sorte que la pression partielle d'oxygène est réduite entre 105 et 110 mmHg (150 - 40).

1.2.3
EFFETS DE L'ALTITUDE

Jusqu'ici n'a été abordée que la situation au niveau de la mer. Au fur et à mesure que l'on gagne de l'altitude, la pression atmosphérique totale diminuera ainsi que la pression partielle de l'oxygène. La capacité de l'hémoglobine de transporter de l'oxygène varie d'après une courbe en S (**Fig. 1-2**). Au sommet de la courbe, là où la pression partielle d'oxygène est plus élevée, la saturation en oxygène l'est également. Toutefois, à une pression partielle d'oxygène de 60 mmHg, il se produit une réduction très brusque de la saturation. La pression de 60 mmHg est la pression partielle d'oxygène à 10 000 pieds et au-dessus de cette altitude, un apport supplémentaire en oxygène est nécessaire à une bonne oxygénation des tissus.

1.2.4
HYPOXIE

L'insuffisance de l'apport d'oxygène à l'organisme est nommée hypoxie. En aviation, elle est généralement provoquée par une réduction de l'oxygène en altitude *(hypoxie hypoxique)* ou par une quantité insuffisante de globules sanguins *(hémoglobine)* pour véhiculer l'oxygène *(hypoxie des anémies)*. Elle peut être provoquée par une perte de sang due à des ulcères intestinaux, aux menstruations ou à des dons de sang. Elle peut également découler d'une saturation de l'hémoglobine par le monoxyde de carbone pour lequel l'hémoglobine a une affinité 210 fois supérieure à celle qu'elle a pour l'oxygène. Chez les grands fumeurs, de 5 à 8 % de leur hémoglobine peuvent être saturés de cette façon, ce qui signifie que ces fumeurs se trouvent déjà sur le plan physiologique à une altitude de 5 à 7 000 pieds quand ils sont encore au sol!

L'hypoxie est insidieuse, et c'est ce qui la rend très dangereuse. Même une légère hypoxie ressentie à 5 000 pieds réduit la vision nocturne et périphérique. La plupart des pilotes peuvent évoluer en toute sécurité jusqu'à une altitude cabine de 10 à 12 000 pieds s'ils sont en bonne santé et s'ils ne sont pas des fumeurs. Au-dessus de cette altitude, ils feront preuve d'un piètre jugement et manifesteront de l'euphorie ou se montreront peu préoccupés. Une hypoxie qui s'aggrave perturbe la coordination musculaire, le calcul mental et la capacité de raisonnement. L'inconscience peut survenir avant que le pilote prenne conscience du problème. Il est exact que la réaction à l'hypoxie peut varier selon les pilotes, mais que chaque pilote passera par les mêmes étapes à chaque occasion. Être exposé à l'hypoxie dans une chambre à haute altitude est par conséquent une bonne méthode d'apprentissage de ses propres réactions. Cela ne signifie pas pour autant que face à une hypoxie imprévue vous serez toujours sur vos gardes.

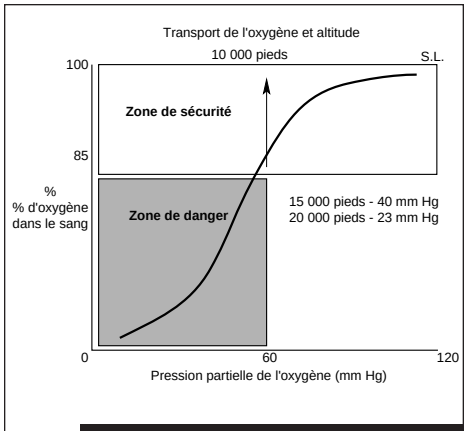


FIG. 1-2 • TRANSPORT DE L'OXYGÈNE ET ALTITUDE

Quoique l'inconscience puisse se produire tout à fait lentement, *le temps de conscience utile* est beaucoup plus court. Cette expression désigne la durée maximale dont nous disposons pour reconnaître le problème et prendre les mesures pour le contrecarrer. Ce temps varie avec l'altitude de cabine absolue et le taux d'ascension. Par exemple, dans un cas de

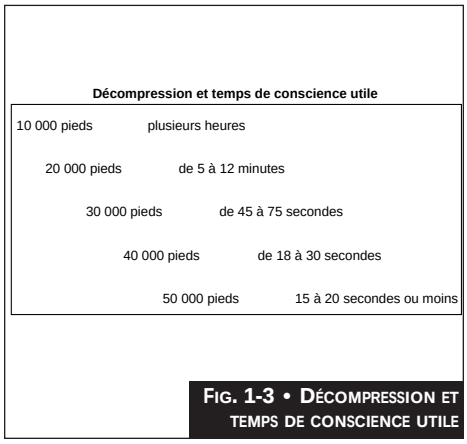


FIG. 1-3 • DÉCOMPRESSION ET TEMPS DE CONSCIENCE UTILE

perte de pression cabine à une altitude élevée, on dispose de moins de temps pour réagir que lors d'une faible ascension à cette même altitude. La **Fig. 1-3** donne des exemples de ces situations et vous noterez qu'au-dessus de 45 000 pieds le temps de conscience utile ou le délai de réaction consciente est de 15 secondes ou moins, le temps que met le sang à circuler des poumons jusqu'au cerveau.

1.2.5
PRÉVENTION DE L'HYPOXIE

Les systèmes d'oxygène d'aéronef sont de trois types. Le système à débit constant est le plus courant quoiqu'il entraîne un gaspillage d'oxygène. Le circuit type dilution-demande fait varier le pourcentage de l'oxygène parallèlement à l'accroissement de l'altitude au moyen d'un régulateur barostatique. À des altitudes cabine supérieures à 30 000 pieds, l'aéronef doit être équipé de régulateurs de pression de façon à ce que la pression partielle d'oxygène fournie aux poumons soit suffisante.

S'il y a de l'oxygène disponible, il devrait être utilisé depuis le sol en vol la nuit si l'on s,attend à une altitude cabine excessive. Au-dessus de 10 000 pieds d'altitude cabine, il faudrait toujours disposer d'oxygène, et les pilotes devraient se surveiller sans relâche au cas où se manifesteraient chez eux des symptômes d'étourdissement, des erreurs croissantes de lecture des instruments, des changements de personnalité ou des signes tangibles d'un piètre jugement. Les fumeurs sont particulièrement visés dans ce cas. Si le pilote surveille l'altitude cabine, qu'il se montre conscient des dangers, il ne comptera pas parmi les victimes de l'hypoxie.

1.2.6
HYPERVENTILATION

Le rythme de la ventilation est fonction de la quantité de gaz carbonique présente dans les poumons et dans le sang. Le rythme normal de respiration est de 12 à 14 respirations par minute. Si nous respirons à un rythme plus rapide lorsque nous sommes au repos, nous n'augmentons pas pour autant la quantité d'oxygène dans notre sang - elle est déjà à son maximum - mais nous diminuons le gaz carbonique, ce qui augmente l'alcalinité du sang. De ce fait, les vaisseaux sanguins de la tête et du cou se contractent, réduisant ainsi l'arrivée du sang - et ainsi de l'apport d'oxygène - au cerveau. La **Fig. 1-4** illustre cette situation.

L'hyperventilation est une respiration trop rapide et trop profonde causée par le stress, l'anxiété, une concentration et une crainte excessives. L'ensemble de ces facteurs rentrent en jeu au cours d'une approche difficile aux instruments dans des conditions météorologiques défavorables, et ce, de façon plus courante chez les pilotes inexpérimentés qui n'ont pas encore confiance dans leurs capacités. Le rythme de respiration augmente et les symptômes commencent à apparaître, par exemple : une sensation d'étourdissement, une froideur autour de la bouche, un picotement dans les doigts et les orteils et, par la suite, des spasmes musculaires. Paradoxalement, l'hyperventilation s'accompagne souvent d'essoufflement, ce qui aggrave la situation.

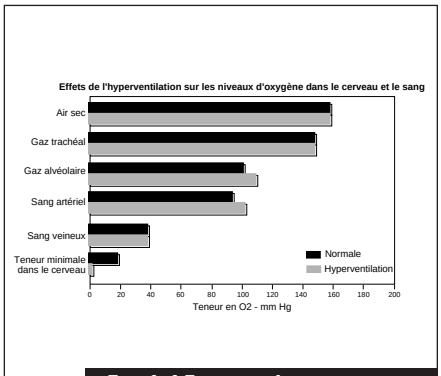


FIG. 1-4 EFFETS DE L'HYPERVENTILATION SUR LES NIVEAUX D'OXYGÈNE DANS LE CERVEAU ET LE SANG

Il faut noter qu'il existe plusieurs similitudes entre les symptômes de l'hypoxie et de l'hyperventilation et qu'en fin de compte les deux entraînent une diminution de l'arrivée de l'oxygène au cerveau. Les symptômes de l'hyperventilation disparaîtront si la respiration est ralentie ou si l'on retient son souffle temporairement. Souvent la victime ressentira une sensation de nausée et d'étourdissement pendant quelque temps après.

1.2.7
TRAITEMENT DE L'HYPOXIE ET DE L'HYPERVENTILATION

Étant donné que les symptômes sont similaires, le traitement doit viser la résolution des deux problèmes en toute sécurité sans que le pilote ait à poser un diagnostic. Ce traitement peut se faire de la façon suivante :

1/ *Au-dessous de 10 000 pieds* - il est improbable que se manifeste une hypoxie grave et le pilote devrait ralentir son rythme de respiration entre 12 et 14 respirations par minute au maximum. Il peut retenir son souffle pendant un court instant sans accomplir cependant une manoeuvre de Valsalva.

2/ *Au-dessus de 10 000 pieds* - l'équipement d'oxygène devrait être mis en marche et le pilote devrait prendre immédiatement de 3 à 4 inhalations profondes. Si les symptômes sont dus à l'hypoxie, ils devraient s'atténuer immédiatement. S'ils ne disparaissent pas, le rythme de respiration devrait être contrôlé de la façon susmentionnée.

1.3 AUTRES EFFETS

1.3.1 LES EFFETS DE L'ALCOOL

De nombreuses expériences effectuées auprès de pilotes expérimentés, tant à bord d'aéronefs qu'en simulateur, montrent que l'alcool et l'aviation ne vont pas ensemble. Certes, la limite d'alcoolémie permise dans le Code criminel, pour un conducteur de véhicule, est à présent de 80 mg. %, mais on a constaté que des niveaux aussi faibles que 10 mg. % accroissent le nombre d'erreurs de pilotage au cours de procédures aux instruments ordinaires. L'effet de l'alcool dans l'oreille interne, responsable de l'équilibre, dure aussi longtemps que 24 heures après la consommation d'une quantité suffisante d'alcool pouvant produire un taux sanguin de 100 mg. %. Les effets d'une gueule de bois peuvent être presque aussi dangereux que la consommation alcoolique elle-même. Se rappeler que le *Règlement de l'Air* interdit de s'acquitter de toute fonction de membre d'équipage de conduite dans les huit heures suivant la consommation d'alcool ou lorsqu'on se trouve sous l'influence d'une quantité quelconque d'alcool.

1.3.2 LES MÉDICAMENTS

Les stupéfiants illicites et le pilotage ne font pas bon ménage. Si vous pilotez ne touchez pas aux stupéfiants illicites. Les médicaments en vente libre tels que les produits pour combattre le rhume, les antitussifs, les médicaments contre les maux d'estomac ainsi que les pilules antiallergiques peuvent avoir des effets imprévisibles susceptibles d'être dangereux dans des conditions de vol à vue mais ces effets peuvent devenir mortels lorsqu'on vole aux instruments. Le mélange de médicaments, tels que les antidépresseurs et les inhalateurs médicamenteux, peuvent provoquer une élévation dangereuse de la pression artérielle ainsi que de l'arythmie grave. Les effets des antihistaminiques et des pilules contre les maux d'estomac se conjuguent souvent et peuvent causer la somnolence ainsi que la dépression. *L'automédication pour pouvoir être en mesure de voler est toujours dangereuse.* Tâchez de ne pas y succomber!

1.3.3 LA FATIGUE

La fatigue, soit chronique, soit aiguë, est un problème grave. Particulièrement lorsqu'on vole aux instruments et que la précision et la concentration sont d'une importance vitale, la fatigue diminue l'attention, porte les pilotes à accepter des normes plus faibles et perturbe leur jugement critique. Elle amplifie les symptômes de toutes les autres conditions abordées jusqu'ici. Les conditions inconfortables dans le poste de pilotage, de mauvaises habitudes alimentaires et une mauvaise forme physique contribuent à l'aggraver. La fatigue peut être causée par la somnolence et la pression ou peut en être un facteur contributif. C'est au terme d'un voyage dans de mauvaises conditions météorologiques, lorsque tout ce qui reste est l'exécution de l'approche aux instruments, que la fatigue est souvent la plus dangereuse.

1.4 ORIENTATION ET DÉSORIENTATION

NOTA :

La plupart des renseignements dans cette partie proviennent du «Guide à l'intention des pilotes - Facteurs médicaux et humains», Santé et Bien-être Canada, 1992. Ils sont reproduits avec la permission du ministère d'Approvisionnement et Services Canada, 1993.

1.4.1 INTRODUCTION

Pour la plupart des gens, l'orientation signifie être conscient de sa position dans l'espace (et dans le temps), mais pour le pilote, l'orientation c'est parfois d'être simplement capable de distinguer le haut du bas. Pour nous orienter, nous nous fions en grande partie à trois systèmes : *le sens kinesthésique* (les sensations ressenties dans les muscles, les os et les articulations), la *vision* et les *organes vestibulaires* (labyrinthe) de

l'oreille interne. La vision est le sens dominant à cet égard et travaille de concert avec le vestibule, dont le rôle primordial est d'assurer la coordination des mouvements oculaires avec les mouvements du corps. Cette coordination est assurée par de multiples raccordements dans le cerveau entre les nerfs qui contrôlent les yeux et les organes de l'équilibration.

Au sol, notre sens d'orientation est remarquable. Même les yeux fermés, nous savons inconsciemment où se trouvent toutes les parties de notre corps. Debout, nous pouvons sentir la nature du sol sous nos pieds. Assis ou couchés, nous sentons la texture des surfaces sur lesquelles nous reposons et nous sommes capables d'exécuter des mouvements rapides pour maintenir notre équilibre s'il se produit un brusque changement de circonstances.

En vol, l'orientation est plus difficile à conserver car le pilote est constamment exposé à des forces autres que la gravité. Une formation poussée et une vaste expérience sont nécessaires pour emmagasiner les images mentales requises pour s'adapter à cet environnement. En effet, les sens auxquels nous avons appris à nous fier au sol nous donnent souvent, en l'air, une information erronée. Dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), le pilote doit se fier aux instruments plutôt qu'à ses instincts ou il deviendra la victime d'illusions (fausses impressions) et souffrira de **désorientation.** Connaître les causes de la désorientation n'élimine pas la possibilité qu'elle survienne, mais cela permet de la démystifier et de faire face à ses conséquences.

1.4.2
LES ILLUSIONS SENSORIELLES

A. *LES ILLUSIONS KINESTHÉSIQUES*

Les pilotes disent qu'ils volent «par instinct» pour décrire la sensation subconsciente de connaître leur position dans l'espace au cours de la plupart des vols qu'ils effectuent. Cependant, lorsque la vision périphérique est limitée, il devient dangereux de se fier à cette impression. L'expérience nous a appris que la gravité agit en direction du centre de la Terre et que l'attraction gravitationnelle s'exerce vers le bas. Toutefois, dans un avion qui effectue un virage coordonné, la force ressentie est en fait centrifuge et s'exerce dans le rayon du virage. Au cours d'une boucle, la situation est encore plus étrange, car au sommet de la boucle, un pilote aux yeux bandés aurait l'impression que la force de gravité s'exerce vers le haut, et non vers le bas! Les pilotes doivent se créer un fichier mental des positions inhabituelles pour pouvoir analyser correctement leurs impressions kinesthésiques et, même avec ce moyen, ils se trompent souvent. *Le pilote avisé sait que lorsque les sensations kinesthésiques et les données fournies par les instruments ne concordent pas, ce sont les instruments qui ont raison!*

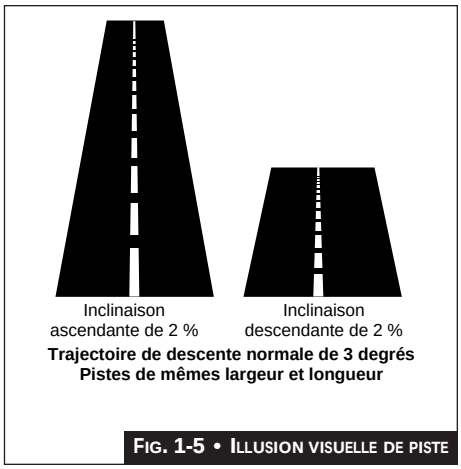


FIG. 1-5 • ILLUSION VISUELLE DE PISTE

B. *LES ILLUSIONS D'OPTIQUE*

On distingue la vision centrale et la vision périphérique même si, bien entendu, les deux sont utilisées simultanément. La vision centrale ou directe sert à la reconnaissance des objets, tandis que la vision périphérique constitue notre principal moyen d'orientation spatiale. Les illusions de la vision centrale résultent généralement d'une mauvaise interprétation de ce que nous voyons, tandis que les illusions de la vision périphérique sont de fausses impressions de mouvement ou de rotation.

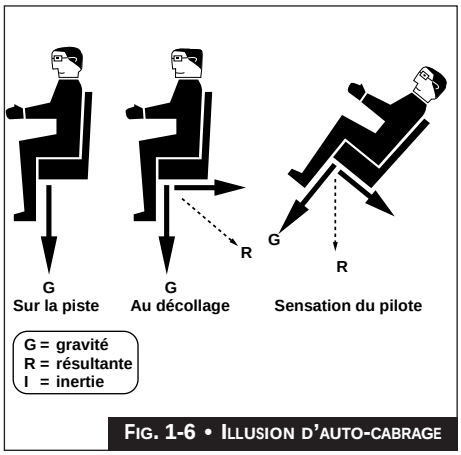


FIG. 1-6 • ILLUSION D'AUTO-CABRAGE

Les illusions de la vision centrale sont souvent provoquées par l'expectative. En effet, le jugement du pilote peut être biaisé par une expérience antérieure ou une idée préconçue. Ainsi, les pilotes qui ont l'habitude de voler à partir d'aérodromes entourés de grands arbres pourraient, dans l'Arctique, où les arbres sont petits et rabougris, évaluer incorrectement leur hauteur à l'approche de la piste d'atterrissage. De même, un pilote habitué à des pistes larges pourra se sentir anormalement haut à l'approche d'une piste étroite. Celle-ci, lui apparaissant plus longue et plus éloignée, l'incitera à retarder son arrondi et à effectuer une prise de contact trop hâtive. C'est ce même type d'illusion qui est à l'origine des difficultés qu'éprouvent les pilotes inexpérimentés à faire leurs arrondis la nuit. Comme les feux de piste sont situés à

l'extérieur de la piste d'atterrissage, le pilote croit que celle-ci est plus large qu'elle ne l'est en réalité et il a tendance à effectuer son arrondi trop haut.

La **Fig. 1-5**. donne un bon exemple d'une autre illusion de la vision centrale. Elle montre ce que le pilote voit au moment d'une approche normale à 3o de deux pistes d'atterrissage identiques, l'une ayant une inclinaison ascendante de 2o et l'autre une inclinaison descendante de 2o. La pente ascendante présente à la rétine une image plus grande de la piste, et le pilote se croit trop haut; il aura alors tendance à effectuer une approche accentuée et l'appareil pourra toucher des roues avant que l'arrondi ne soit terminé. Par ailleurs, la pente descendante donnant au pilote l'impression d'être trop bas, l'angle d'approche sera probablement plus faible et l'arrondi, effectué trop haut.

1. *LE VOILE BLANC ET LA ZONE GRISE*

   Le voile blanc et la zone grise, résultant l'un et l'autre d'un manque de contraste, provoquent de nombreux accidents. En situation de *voile blanc*, une couche de neige fraîchement tombée au sol se confond avec un ciel blanc et un horizon indistinct de sorte que *la perception de la profondeur est pratiquement impossible*. La poudrerie peut causer le même effet, particulièrement pour les pilotes d'hélicoptères qui font du vol stationnaire. Dans des conditions de voile blanc, des pilotes expérimentés se sont écrasés au sol en manoeuvrant à faible altitude. Les pilotes d'avions à flotteur connaissent des problèmes similaires lorsqu'ils doivent se poser sur un plan d'eau lisse. Il est de pratique courante pour eux d'effectuer dans ces conditions une descente lente et constante plutôt que de tenter d'évaluer la hauteur à laquelle ils se trouvent au-dessus de l'eau.

   Au cours d'approches visuelles de nuit vers des pistes non éclairées, les régions sombres n'offrant aucun repère, comme un boisé sans lumière ou un plan d'eau, le manque de repères environnants pour l'orientation perturbe la perception de profondeur. Ces régions sont appelées des *zones grises*.

   Dans ces conditions, les pilotes surestiment souvent leur altitude, et tout en se concentrant sur le maintien d'un angle d'approche visuel constant, ils décrivent un arc qui entraîne un contact prématuré avec le sol. Une contrevérification altimétrique est d'une importance vitale pour éviter ce problème.

   La désorientation est également plus fréquente au décollage la nuit dans les conditions de «zones grises». Il est absolument essentiel que les pilotes effectuent la transition aux instruments immédiatement après le décollage et anticipent des illusions possibles d'auto-cabrage (voir **Fig. 1-6**).

2. *LES FAUX HORIZONS*

   Une fausse perception de l'horizon peut être déroutante. Il n'est pas rare que l'on confonde l'horizon avec le haut d'un nuage, particulièrement entre deux couches nuageuses. La nuit, lorsqu'un pilote vole au-dessus de régions peu peuplées, il peut confondre les points lumineux au sol avec les étoiles, ce qui lui donnera l'impression d'un basculement ou d'une assiette de cabré prononcée. Une route droite faiblement éclairée se trouvant à distance peut être prise pour l'horizon. Lors d'un décollage dans une zone grise, le rivage peut être confondu avec l'horizon, ce qui pourrait avoir des conséquences désastreuses.

C. LES ILLUSIONS DE MOUVEMENT

Les illusions de mouvement sont courantes et difficiles à ignorer. La plupart des automobilistes ont été victimes d'une *illusion de mouvement* courante. Au feu rouge, la voiture voisine avance légèrement et on est alors convaincu que l'on est en train de reculer. Beaucoup d'entre nous avons alors réagi en appliquant brusquement les freins! Les pilotes d'hélicoptères, lorsqu'ils essaient de faire du vol stationnaire au-dessus d'un plan d'eau, ont l'impression qu'ils se déplacent à cause du mouvement des vagues. Au-dessus des champs, le mouvement de l'herbe ou de la neige poudreuse dans le sillage du rotor crée la même illusion. Les gouttes de pluie qui coulent sur le pare-brise de l'avion qui traverse un nuage peuvent quant à elles créer une illusion de mouvement vertical.

L'illusion de mouvement angulaire se produit lorsqu'il y a rotation du champ de vision périphérique. C'est ce qui se produit avec les simulateurs panoramiques, lorsqu'on fait bouger la scène à l'extérieur du pare-brise; le pilote a la sensation que c'est le simulateur qui tourne, et non la scène. On peut vivre le pouvoir extraordinaire de ces illusions dans un cinéma Imax, où le spectateur croit tomber de hauteurs vertigineuses alors qu'il est fermement assis dans son siège!

L'AUTOCINÉSIE

Un point lumineux immobile que l'on fixe dans l'obscurité semble bouger. L'illusion de mouvement est causée par le fait que le regard perd sa cible, dérivant quelque peu pour y revenir rapidement. Certains pilotes ont toutefois modifié leur trajectoire afin d'éviter une collision avec des points lumineux stationnaires, croyant qu'il s'agissait d'un aéronef. Ils peuvent éliminer cette impression en regardant délibérément ailleurs pour revenir ensuite à la cible. Cette illusion se produit rarement si les points lumineux sont nombreux, intenses ou de grande taille.

D. *LES ILLUSIONS DE L'APPAREIL VESTIBULAIRE*

Les illusions vestibulaires sont les plus complexes et les plus dangereuses. Le labyrinthe contient deux organes interreliés : les *otolithes*, sensibles à l'*accélération linéaire*, et les *canaux semi-circulaires*, sensibles à l'*accélération angulaire*. Bien que ces deux organes aient une fonction similaire, ils seront décrits individuellement pour faciliter la compréhension.

1. *L'ACCÉLÉRATION LINÉAIRE*

Il y a deux *otolithes* dans l'oreille interne, placés à angle droit l'un par rapport à l'autre. L'un enregistre l'accélération dans le plan horizontal et l'autre dans le plan vertical. Ils sont situés dans le bulbe commun se trouvant à la base des canaux semi-circulaires et sont constitués de filaments dont l'extrémité est formée de cristaux calcaires qui baignent dans le liquide (endolymphe) qui remplit le vestibule. Ces filaments, comme des herbes aquatiques qui ondulent sous le courant d'une rivière, suivent les mouvements de l'endolymphe causés par l'accélération . Ces mouvements génèrent des impulsions nerveuses que le cerveau interprète comme des changements de position de la tête ou du corps dans le plan linéaire.

Au sol, ce mécanisme fonctionne bien mais en vol, les otolithes peuvent fournir des renseignements incorrects, par exemple, *l'illusion d'auto-cabrage* (**Fig. 1-6**). Lorsque l'avion est stationnaire dans l'aire de trafic, les otolithes ressentent la force de gravité qui s'exerce vers le bas. Lorsque l'avion accélère en vue du décollage, une autre force se fait sentir lorsque les filaments sont balayés vers l'arrière par la force d'inertie de l'endolymphe. Le cerveau combine les deux forces (gravité et accélération) en une seule qui s'exerce vers le bas et vers l'arrière. Nous avons appris à interpréter ce phénomène qui nous donne l'impression que la tête penche vers l'arrière et que l'avion effectue un cabré. Dans des conditions normales, cette impression est corrigée par la vision, mais durant un décollage de nuit, où le pilote passe d'un aérodrome bien éclairé à une zone grise, l'illusion est tenace. La réaction normale est de pousser le manche vers l'avant. Les rapports d'accidents survenus dans ces conditions contiennent souvent une mention de ce genre : «L'avion s'est écrasé au sol à un angle abrupt dans l'axe de la piste».

Lorsqu'il y a décélération, une illusion similaire, mais contraire *(piqué)* se produit. En effet, une décélération soudaine, par exemple, à la suite de l'application des freins ou de l'ouverture des volets, fait pencher les otolithes vers l'avant et le pilote a l'impression que l'appareil pique du nez. Cette illusion survient la plupart du temps à faible vitesse au moment de l'approche et la réaction de tirer sur le manche peut provoquer un décrochage.

2. *L'ACCÉLÉRATION ANGULAIRE*

Les *canaux semi-circulaires* réagissent à l'accélération angulaire. Chaque canal est rempli d'un liquide visqueux (endolymphe) dans lequel les poils auditifs, similaires à ceux qui se trouvent dans les otolithes, se déplacent en fonction des mouvements de l'endolymphe. Il y a trois canaux dans chaque oreille interne, chacun ayant une orientation différente dans l'espace correspondant en gros au tangage, au roulis

et au lacet. Tout mouvement de l'endolymphe dans les canaux est interprété comme une rotation.

Si l'on fait tourner un verre d'eau, l'eau tournera après le verre, en raison de la force d'inertie. De la même façon, lorsque le pilote amorce un virage, le liquide se trouvant dans les canaux se déplace vers l'arrière du canal osseux, déplaçant les poils auditifs, ce qui avertit le pilote qu'il a commencé le virage. À mesure que se poursuit le virage, le liquide continue à se déplacer et, après 10 à 30 secondes, le mouvement est synchronisé avec les parois des canaux et les poils auditifs penchés reviennent à une position neutre, c'est-à-dire qu'ils se redressent. L'impression de tourner disparaît alors mais, lorsque le virage est terminé et que l'avion se rétablit, l'inertie fait en sorte que l'endolymphe continue à se déplacer même si les canaux sont maintenant à niveau. Les poils auditifs seront temporairement balayés *dans la direction opposée* et le pilote aura l'impression de tourner dans l'autre sens durant une période qui durera de 10 à 20 secondes. C'est ce qu'on appelle *l'illusion de rotation en sens opposé*.

3. *LA SPIRALE DE LA MORT*

L'effet de la spirale de la mort peut être très dangereux. Un pilote inexpérimenté entreprend une spirale *dans des conditions météorologiques de vol aux instruments*. Après deux ou trois tours, la sensation initiale de rotation disparaît. Toutefois, lorsqu'il effectue les mesures de redressement appropriées et que la spirale prend fin, le pilote a l'impression de tourner dans la direction opposée. S'il réagit à cette impression, il reprendra la spirale avec des résultats désastreux. Dans un piqué en spirale, le fait de tirer vers soi le manche sans corriger l'inclinaison latérale donne au pilote inexpérimenté l'impression d'avoir effectué un plein rétablissement et, comme il n'a plus la sensation de tourner, il croira que l'appareil est au niveau et que la manoeuvre est terminée. Cette illusion a pour résultat ce qu'on appelle la *«spirale de la mort»*.

4. *L'EFFET DE CORIOLIS*

L'*illusion due à l'effet de coriolis (accélération complémentaire)*, causée par un mouvement inopportun de la tête, est la plus dangereuse et la plus déroutante des illusions de l'appareil vestibulaire. Comme les canaux semi-circulaires communiquent entre eux, le mouvement du liquide dans deux canaux à la fois peut provoquer le déplacement du liquide dans le troisième canal. Voici la description d'un cas réel :

«Le pilote, après avoir décollé dans de mauvaises conditions météorologiques, entre dans un nuage. Tout en prenant de l'altitude en accélérant, il entreprend un virage à gauche et, au même moment, tourne rapidement la tête vers le bas du côté droit afin de repérer un levier. Le liquide dans le canal sensible à l'accélération s'est alors déplacé en fonction de ce mouvement de tête et un deuxième canal, dans un autre plan, a été stimulé. Les effets combinés ont provoqué le mouvement du liquide dans le troisième canal et le pilote a éprouvé une violente sensation de culbute. Comme les organes vestibulaires ont également stabilisé la vision par des messages réciproques au cerveau, la vision centrale a également été affectée et toute la scène, y compris le tableau de bord, a semblé tourner.

Dans de telles conditions, il est extrêmement difficile de conserver la maîtrise d'un aéronef.

DANGER :

Dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, il est extrêmement dangereux de tourner la tête soudainement, surtout si ce mouvement est effectué dans la direction opposée à celle du virage.

5. *L'ILLUSION D'INCLINAISON*

Les otolithes sont très sensibles. Ils peuvent déceler une accélération de moins de 0,01 G/s^2. Par contre, les canaux semi-circulaires sont moins sensibles, et, si le pilote est distrait, un taux de roulis pouvant aller jusqu'à $3^o/s$ passera inaperçu. Prenons l'exemple d'un pilote volant en ligne droite et en palier, en train d'étudier une carte ou de bavarder alors que l'appareil s'incline lentement à 15°. Lorsqu'il s'aperçoit de la situation, le pilote procède rapidement au

rétablissement. Comme le cerveau n'a pas enregistré l'inclinaison initiale, mais perçoit maintenant le redressement, le pilote a l'impression que l'appareil est maintenant incliné de 15° de l'autre côté, même si les instruments indiquent clairement un vol en palier. La sensation est si forte que le pilote incline du côté opposé pour avoir l'impression de maintenir son équilibre! La situation est plus perturbante que dangereuse, mais extrêmement courante. Habituellement, elle est de courte durée, mais on connaît le cas notoire d'un pilote qui est resté ainsi penché plus d'une heure en traversant un nuage.

1.4.3
LES FACTEURS GÉNÉRAUX

Il est extrêmement difficile de recréer ces conditions en vol, même sous visière mais la plupart peuvent être démontrées à l'aide de simulateurs. On peut recréer le phénomène de la rotation de la tête (accélération complémentaire) en faisant tourner une personne dont on a bandé les yeux sur un tabouret de piano et en lui demandant de faire des mouvements de la tête. Il faut toutefois pendre des précautions car la personne peut facilement tomber du tabouret lorsque son corps réagit en essayant de se redresser.

La désorientation n'est pas une maladie; même les pilotes expérimentés peuvent en souffrir. La fatigue, la distraction, l'alcool ou la «gueule de bois» sont tous des facteurs qui prédisposent à cet état. Le pilote qui vole alors qu'il est enrhumé pourra également éprouver des difficultés si l'une de ses oreilles se dégage avant l'autre durant la montée. La soudaine différence de pression dans les deux oreilles internes pourra produire un vertige de courte durée mais intense, que l'on appelle le *vertige alternobare*.

1.4.4
COMMENT PRÉVENIR LA DÉSORIENTATION

La désorientation spatiale n'est pas totalement évitable et nul n'y échappe. Toutefois, la plus importante façon de la prévenir est de pouvoir discerner ses diverses sensations trompeuses et d'apprendre à les éviter lorsque c'est possible. Parmi ces moyens citons la sensibilisation, l'anticipation, l'expérience, l'entraînement ainsi que la connaissance du pilote de ses capacités et limites personnelles.

A. SENSIBILISATION/ANTICIPATION

Une préparation soignée du vol, y compris la connaissance de la météo en route, est très importante. Préparez des plans de vol de rechange au cas où les conditions météorologiques se détérioreraient et étudiez avec attention tous les facteurs qui influent sur les approches ou les atterrissages. Les facteurs physiologiques qui influent sur votre capacité à réagir à la désorientation tels que l'alcool, la fatigue, le stress ou une alimentation déficiente sont à éviter.

B. EXPÉRIENCE/ENTRAÎNEMENT

L'actualisation des compétences et le niveau général de l'expérience du pilote jouent un rôle considérable sur sa capacité de bien voler aux instruments. Le pilotage aux instruments est une habileté qui diminue avec le temps. Pour conserver au maximum votre compétence, qui offre par conséquent la sécurité la plus élevée possible, vous devez voler fréquemment aux instruments. *Évitez de voler en IMC si vous n'êtes pas compétent et que vos connaissances ne sont pas à jour.*

Un *bon balayage visuel des instruments* aide à prévenir la désorientation. Il est également important de visualiser les instruments au moment judicieux. Une bonne règle à adopter est de vous efforcer de balayer visuellement les instruments plus souvent qu'à l'occasion, particulièrement lorsque se manifestent certains signes avant-coureurs de désorientation spatiale.

C. CONNAISSANCES DU PILOTE

En tant que pilote, vous devez connaître vos capacités et vos limites personnelles. Vous devriez établir une liste de vérification mentale pour vous-même et y adapter votre vol. *Établissez des priorités* et rappelez-vous que vous devez vous attacher d'abord aux tâches élémentaires de pilotage. Ne vous laissez pas influencer dans votre jugement par une trop grande assurance, une motivation excessive ou la pression de vos pairs.

1.4.5
COMMENT VENIR À BOUT DE LA DÉSORIENTATION

Voici des procédures et des recommandations normalisées que vous devez suivre si vous estimez que vous vous trouvez dans une situation de désorientation spatiale quelconque :

A. SE FIER AUX INSTRUMENTS

Augmentez votre fréquence de balayage visuel. Comprenez les données que fournissent les instruments et *fiez-vous entièrement à ces données*, malgré vos sensations. Se concentrer sur les instruments et tâcher d'en faire une bonne lecture est un moyen sûr de conserver la maîtrise de l'appareil quand on est en proie à la désorientation. Cette technique vous permettra également de réduire les effets des symptômes de la désorientation. Retardez les actions intuitives jusqu'à ce que vous les ayez confirmées par une vérification des instruments. Continuez à visualiser les instruments, mais pas au point de ne plus en détacher votre regard. Tâchez de les *lire correctement* en vous efforçant d'établir une méthode de balayage visuel rigoureuse des instruments et de la suivre. Ne faites pas de va-et-vient entre les instruments et les références visuelles.

B. RESTREINDRE LES MOUVEMENTS DE TÊTE

Réduire au minimum les mouvements de tête afin d'établir un cadre constant de référence à partir du cou. Cette mesure tend à réduire les effets de la désorientation ainsi que le temps de récupération.

C. VOL RECTILIGNE ET EN PALIER

Une fois que vous avez stabilisé votre appareil grâce à vos instruments, évitez d'autres manoeuvres tant que vous n'êtes pas arrivé à vous orienter totalement et que vos illusions sensorielles ne sont pas réduites. Au besoin, déclarez une situation d'urgence.

D. UTILISATION DES RESSOURCES DU POSTE DE PILOTAGE

S'il y a un autre membre d'équipage de conduite à bord, demandez-lui de confirmer et de surveiller les paramètres du vol. Si vous devenez désorienté pour une raison quelconque, passez les commandes à l'autre pilote; puis fiez-vous aux instruments pour arriver à vous réorienter. Il est très rare que les deux membres d'équipage de conduite soient désorientés au même moment. Si l'aéronef est équipé d'un pilote automatique, utilisez-le!

PARTIE DEUX

INSTRUMENTS, SYSTÈMES DE NAVIGATION ET PRINCIPES DE BASE DU PILOTAGE AUX INSTRUMENTS

2.1 INSTRUMENTS
2.2 SYSTÈMES DE NAVIGATION
2.3 PRINCIPES DE BASE DU PILOTAGE AUX INSTRUMENTS

2.1 INSTRUMENTS

2.1.1 INTRODUCTION

A. DESCRIPTION DES INSTRUMENTS DE BORD DES AÉRONEFS

Les instruments de bord de n'importe quel aéronef peuvent être classés de diverses façons. On peut les grouper, par exemple, en quatre grandes catégories fonctionnelles :

1. *INSTRUMENTS DE CONTRÔLE :* Les renseignements relatifs à l'assiette de l'aéronef et la conduite des moteurs sont affichés sur les instruments de contrôle qui comprennent l'indicateur d'assiette et les instruments de contrôle moteur.

2. *INSTRUMENTS DE PERFORMANCES DE VOL :* Les renseignements relatifs aux performances de vol de l'aéronef, qui sont fournis par l'anémomètre, l'altimètre, le variomètre, l'indicateur de cap, le compas magnétique et le coordonnateur de virage ou l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale.

3. *INSTRUMENTS DE NAVIGATION :* Les renseignements concernant la position de l'aéronef par rapport à une aide à la navigation (NAVAID) déterminée ou à un point de référence sont présentés par les instruments de navigation au nombre desquels figurent : le NDB, le VOR, l'ILS, le GPS, l'INS, le Loran C et l'OMEGA.

4. *INSTRUMENTS DIVERS :* Ces instruments fournissent des renseignements sur :
   a/ l'état des circuits de bord (hydraulique, électrique, pressurisation, oxygen);
   b/ la position des servitudes de l'aéronef et de ses gouvernes (train d'atterrissage, volets, circuits de compensation).

Un instrument ou un indicateur donné peut également être classé dans l'un des types suivants selon la manière dont il fournit les renseignements au pilote :

1. *CONTINU OU ANALOGIQUE :* Ces indications (voir **Fig. 2-1**) se trouvent sur la plupart des instruments de bord utilisés à l'heure actuelle. La forme la plus simple est constituée par une échelle circulaire sur laquelle se déplace une aiguille, ce qui permet au pilote de détecter les tendances ou les changements par rapport à une «normale», lorsqu'il n'est pas nécessaire d'avoir une mesure précise de tels changements.

2. *NUMÉRIQUE :* Les indications numériques (voir **Fig. 2-2**) sont idéales lorsqu'il s'agit de présenter des valeurs numériques bien précises. Elles apparaissent normalement sous l'une des formes suivantes ou une combinaison de celles-ci :
   a/ *Électrique*
   b/ *Compteur* - une roue portant des chiffres consécutifs se déplace d'un chiffre à l'autre en marquant un temps d'arrêt entre les deux jusqu'à des points donnés de commutation;
   c/ *Tambour* - une roue portant des chiffres consécutifs ou une échelle qui tourne régulièrement pour indiquer une valeur continue.

3. *COMBINAISON :* Ce type de présentation associe les affichages numériques qui offrent des indications précises avec les affichages analogiques pour les informations de tendance. La plupart des renseignements de

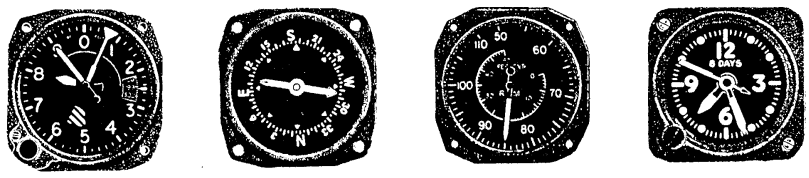


FIG. 2-1 • INDICATEUR CONTINU OU ANALOGIQUE

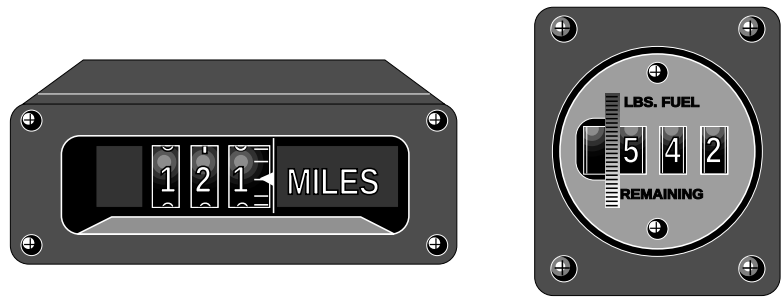


FIG. 2-2 • INDICATEUR À COMPTEUR ET À TAMBOUR

l'EFIS sont généralement de cette nature (voir **Fig. 2-3**).

4. *SYMBOLIQUE :* Cette représentation est utilisée dans le cas de renseignements de nature qualitative pour faire apparaître une tendance. Elle est destinée, en général, à montrer le rapport graphique entre les symboles représentés et les renseignements que le pilote doit assimiler. Un HSI en constitue un exemple.

5. *TOPOGRAPHIQUE :* Les indicateurs topographiques traitent les signaux d'entrée en provenance des équipements de navigation et les convertissent de façon à fournir une image visuelle du monde extérieur entièrement dans le poste de pilotage. L'affichage des données de navigation de l'EFIS illustre ce type d'indication.

Les instruments de bord peuvent également être décrits d'après les services suivants qu'ils fournissent au pilote :

1. *RENSEIGNEMENTS SUR LA SITUATION :* L'orientation générale est fournie. Le pilote est informé de ce que l'aéronef est en train de faire ou de l'endroit où il se trouve. Il doit interpréter tous les renseignements dont il dispose et en faire la synthèse grâce à ses connaissances et à son expérience afin de prévoir et d'effectuer toutes les corrections nécessaires. L'indicateur d'assiette est un exemple de ce type d'instrument.

2. *ORDRES :* Ils dictent au pilote sa conduite pour l'étape suivante, habituellement sous la forme de signaux d'erreur qui doivent être corrigés. En général, les signaux d'erreur découlent de l'acheminement de plusieurs signaux de renseignements sur la situation par l'intermédiaire d'un calculateur programmé avec précision. Un calculateur de directeur de vol rentre dans cette catégorie.

3. *RENSEIGNEMENTS D'ÉTAT :* Ce sont les paramètres supplémentaires reçus par le pilote et qui ne sont pas directement liés au contrôle proprement dit de l'aéronef. Les renseignements fournis par les jaugeurs d'oxygène et de carburant figureraient dans ce groupe.

La manière selon laquelle les instruments peuvent être interprétés, dans des circonstances éminemment variables, peut être également classée dans les catégories suivantes :

1. *LECTURE QUANTITATIVE :* Elle constitue la détermination d'une valeur numérique exacte, par exemple la lecture de l'altitude précise indiquée par l'altimètre.

2. *LECTURE QUALITATIVE :* Elle consiste à juger la valeur approximative, l'écart par rapport à une indication ou une valeur désirée et le sens de l'indication. Par exemple, la contre-vérification d'un altimètre après un changement d'assiette en piqué accidentel permet de voir que l'aéronef se trouve 50 pieds au-dessous de l'altitude de croisière désirée et toujours légèrement en descente.

3. *LECTURE DE VÉRIFICATION :* C'est celle qui consiste à s'assurer que l'indication ou la valeur désirée est bien maintenue. À titre d'exemple : la contre-vérification d'un altimètre en vol stabilisé en palier.

4. *AFFICHAGE :* Un indicateur est réglé à une certaine valeur (régime moteur par exemple)

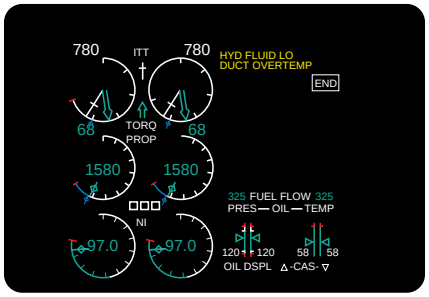


FIGURE 2-3 • INDICATEUR COMBINÉ

FIG. 2-4 • COULEURS CONVENTIONNELLES SUR LES INSTRUMENTS

COULEUR	SIGNIFICATION	REMARQUES
VERT	*SÉCURITÉ DE FONCTIONNEMENT*	Normalement sous la forme d'arcs qui couvrent la plage normale d'utilisation
JAUNE	*MISE EN GARDE*	Indication d'une utilisation limitée ou d'une plage de précaution
ROUGE	*DANGER*	Des arcs indiquent généralement une plage où l'utilisation est interdite tandis que des traits radiaux indiquent des limites maximales et minimales d'utilisation sécuritaire

ou de façon à correspondre à un autre indicateur (synchronisation des moteurs par exemple).

5. *POURSUITE :* C'est le réglage continuel ou intermittent d'un instrument de façon à :
   a/ maintenir une indication ou une valeur désirée (poursuite compen-satrice), par exemple, le réglage de la barre de tangage sur un indicateur d'assiette pour servir de référence de vol en palier à la suite d'une forte variation de vitesse, ou
   b/ suivre une référence mobile (poursuite proprement dite), par exemple, la barre d'écart de route d'un indicateur de situation horizontale (HSI) lors de l'interception de la route désirée.

B. COULEURS CONVENTIONNELLES SUR LES INSTRUMENTS

Un grand nombre d'instruments comportent des repères de couleur qui servent à indiquer leur plage d'utilisation :

C. ÉCLAIRAGE

Les postes de pilotage et les instruments sont de préférence éclairés en blanc sur un fond gris. Cette combinaison offre les avantages suivants :

1/ l'éclairage blanc permet l'emploi illimité de toutes les couleurs;
2/ les voyants d'alarme sont plus visibles; et
3/ le montage des instruments à boîtier noir sur un fond gris accentue la taille et la forme des instruments.

Les instruments individuels utilisés actuellement peuvent être éclairés par :

1/ un éclairage incorporé dans l'instrument lui-même;
2/ un éclairage périphérique, en arc ou par lampes individuelles surélevées, monté dans tous les cas à l'extérieur de l'instrument; et
3/ différents types d'éclairage général par projecteurs.

D. PANNES D'INSTRUMENTS

Certains instruments comportent des drapeaux d'alarme ou d'arrêt dont l'apparition est commandée par l'une des raisons suivantes :

1/ l'alimentation électrique d'un instrument ou d'un circuit a été coupée partiellement ou en totalité;
2/ le rotor d'un ensemble gyroscopique tourne à une vitesse trop basse; ou
3/ le signal en provenance d'un instrument de navigation est soit inexistant soit trop faible.

FIG. 2-5 • DRAPEAUX D'ALARME

FIG. 2-6A • «T FONDAMENTAL» - AÉRONEF LÉGER

FIG. 2-6B • «T FONDAMENTAL» - AVION À RÉACTION MODERNE

NOTA :

L'absence de drapeaux d'alarme sur un instrument ne constitue pas une garantie de fonctionnement correct de l'instrument. Bien que tous les instruments soient sujets à des pannes ou à des défauts de fonctionnement, la plupart d'entre eux ne comportent aucun dispositif indicateur de bon état de fonctionnement et le pilote doit les surveiller en permanence afin de détecter toute indication anormale puis essayer de déterminer si le défaut se situe dans l'instrument lui-même.

E. TABLEAU DE BORD FONDAMENTAL EN «T»

La disposition normale à l'échelle internationale pour les instruments de base de pilotage est le «T fondamental». Le «T fondamental» se caractérise par un regroupement compact des instruments qui vise à diminuer les balayages visuels globaux. Par ailleurs, le balayage visuel étant plus efficace dans le sens latéral, le groupement de base est horizontal. La **Fig. 2-6** A.D montre des exemples de «T fondamental».

Les éléments du «T fondamental» sont :

1. L'INDICATEUR D'ASSIETTE

a/ Il se trouve en haut au centre;

b/ L'association d'un horizon mobile et d'une maquette fixe est idéale du fait que l'horizon de l'instrument et de la Terre coïncident toujours au cours des transitions;

c/ L'indicateur d'assiette peut comprendre un indicateur de virage et d'inclinaison latérale ainsi que des ordres de pilotage.

2. L'ANÉMOMÈTRE

a/ L'anémomètre se trouve à gauche de l'indicateur d'assiette;

b/ Il peut être muni de repères de vitesses critiques ou être orienté de façon à fournir des repères visuels (par exemple la vitesse d'approche à trois heures du côté le plus près de la référence d'assiette).

3. L'ALTIMÈTRE

a/ Il est situé à droite de l'indicateur d'assiette;

b/ Une sonde altimétrique éventuelle devrait être placée à proximité.

4. LA RÉFÉRENCE DE CAP

a/ Celle-ci se trouve juste au-dessous de l'indicateur d'assiette;

b/ L'indicateur de situation horizontale constitue l'équipement idéal; en son absence, cet emplacement devrait être attribué à l'indicateur radiomagné-tique normal ou double et ou à l'indicateur de cap.

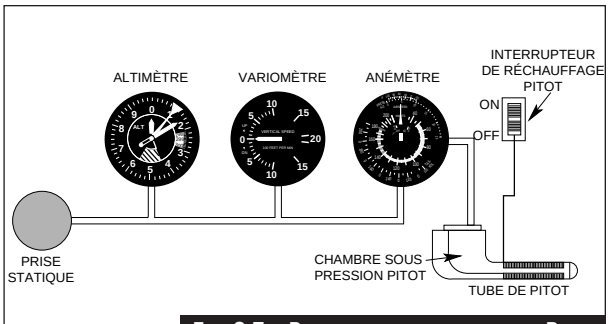


FIG. 2-7 • PRISE DE PRESSION STATIQUE ET PITOT

FIG. 2-6C • «T FONDAMENTAL» - DIRIGEABLE

FIG. 2-6D • «T FONDAMENTAL» - VIEIL AVION DE TRANSPORT

5. Le variomètre

Il est situé au-dessous de l'altimètre.

6. L'indicateur de route

Il se trouve au-dessous de l'anémomètre si l'aéronef n'est pas équipé d'un indicateur de situation horizontale.

Nota :

La disposition des instruments à bord des avions plus anciens ou des avions qui ont subi des modifications peut ne pas respecter la disposition normalisée en «T fondamental». Les pilotes devraient être sur leurs gardes lorsqu'ils passent d'un aéronef à l'autre pour des vols aux instruments.

‘

2.1.2
Circuit et instruments anémométriques

A. Généralités

Lorsqu'ils montent, descendent, accélèrent ou ralentissent, les aéronefs sont constamment sous l'influence de changements de pression atmosphérique. C'est le circuit anémométrique, sensible à la vitesse, à l'altitude et aux taux de changement d'altitude, qui capte les pressions utilisées par les instruments de bord.

Un détecteur de température extérieure doit être prévu pour les centrales aérodynamiques.

L'anémomètre est relié aux canalisations de pression Pitot et statique tandis que l'altimètre et le variomètre ne sont reliés qu'à la prise de pression statique (**Fig. 2-7**). L'anémomètre donne le resultat de la différence entre la pression Pitot et statique. Cette figure présente un tube de Pitot qui peut être réchauffé pour éviter les risques de givrage, une caractéristique essentielle pour tout vol aux instruments.

B. Principe

Un circuit anémométrique fournit directement la pression d'air détectée aux instruments de pilotage à pression différentielle pour la mesure de la vitesse de l'aéronef et de son altitude comme indiqué à la **Fig. 2-8**.

Le tube de Pitot est une sonde barométrique d'air dynamique normalement fixée près du bord d'attaque d'une aile et reliée à l'arrière du boîtier de l'anémomètre par un tube. Son emplacement le rend sensible aux éléments extérieurs tels que la poussière, l'eau et le givre. Les aéronefs équipés pour le vol aux instruments doivent avoir un dispositif de réchauffage du tube de Pitot (**Fig. 2-7**) pour réduire les risques d'obstruction de la prise de pression Pitot par le givrage. Comme certains corps étrangers peuvent s'infiltrer dans ce tube, *les pilotes doivent l'inspecter soigneusement et faire l'essai de l'élément chauffant avant un vol.*

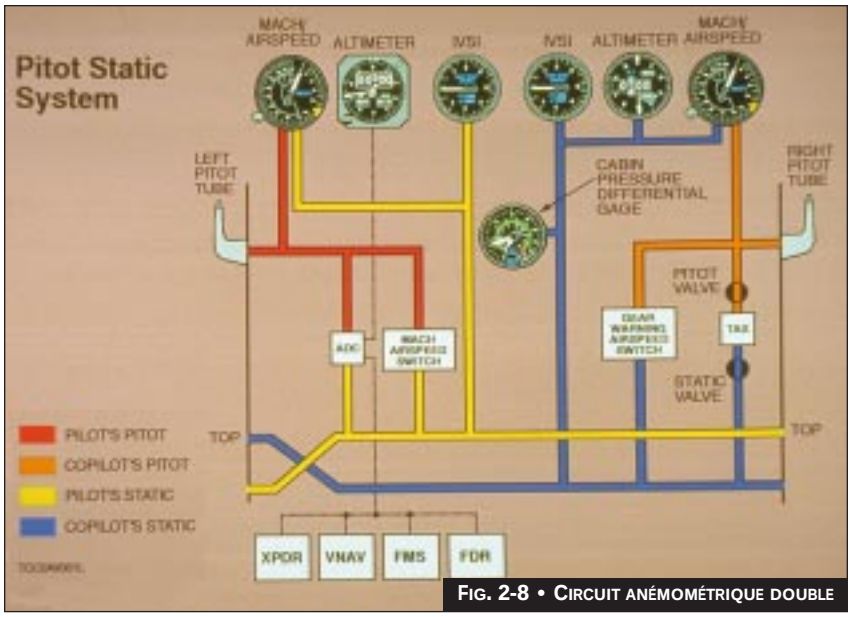


Fig. 2-8 • Circuit anémométrique double

Fig. 2-9 • Prise statique

La canalisation de pression statique relie les instruments anémométriques avec l'extérieur, c.-à-d. à la pression de l'air ambiant, au moyen d'une prise statique. Celle-ci (**Fig. 2-9**) peut être située en différents endroits suivant le type d'aéronef; il peut même y en avoir plus d'une. Peu importe son emplacement, la prise statique est toujours placée de sorte que le plan formé par son ouverture soit parallèle au vent relatif. À titre comparatif, le plan formé par l'ouverture de la prise de pression dynamique est presque perpendiculaire au vent relatif.

Fig. 2-10 • Tube de Pitot

La pression détectée par les prises statiques est transmise aux instruments de bord par l'intermédiaire d'un tube.

Comme la condensation dans les canalisations de pressions dynamique et statique peut fausser les instruments, le circuit anémométrique comporte habituellement un collecteur d'eau de condensation. En outre, certains tubes de Pitot (**Fig. 2-10**) sont aussi dotés de trous d'évacuation d'eau. Les aéronefs équipés pour le vol aux instruments comportent *une source de pression statique auxiliaire* pour parer au risque de gel complet de la canalisation de pression statique ou de la prise statique.

En général, cette source se trouve dans la cabine pour les aéronefs non pressurisés. Lorsqu'on l'utilise, les instruments sont légèrement faussés puisque la pression cabine est inférieure à la pression extérieure qui est influencée par l'écoulement de l'air sur la cabine. Dans ce cas, les vitesses et les altitudes indiquées sont plus élevées qu'à la normale. En ouvrant cette prise d'air statique auxiliaire, le variomètre indique momentanément une montée, puis se stabilise et revient à sa position initiale.

Un détecteur de température extérieure est habituellement une sonde qui se monte en un point de l'axe longitudinal de l'aéronef. La sonde réduit à zéro la vitesse de l'air relatif, et relève la température de stagnation. Elle est blindée afin de réduire les erreurs dues au rayonnement solaire reçu et au rayonnement thermique dirigé extérieurement vers l'écoulement d'air.

C. *Erreurs instrumentales*

Les erreurs d'importance variable décrites ici sont présentes dans le circuit anémométrique de n'importe quel aéronef. Il faut donc consulter le Manuel de pilotage de l'aéronef en vue d'obtenir tous les détails d'un circuit particulier.

Erreur de densité.

L'erreur de densité provient des variations de la pression atmosphérique et de la température. Il faut la déterminer normalement à l'aide d'un calculateur de vol (calculer la densité et(ou) l'altitude vraie ou la vitesse propre). Les anémomètres, les machmètres et les altimètres sont sujets à l'erreur de densité.

Erreur de position (installation).

L'erreur de position (installation) provient d'une détection de pression incorrecte provoquée par la perturbation de l'écoulement d'air autour de l'antenne anémométrique et(ou) des prises statiques. Sa valeur peut être positive ou négative et varie en fonction de :

a/ la vitesse;
b/ l'angle d'attaque;
c/ la masse de l'aéronef;
d/ l'accélération;
e/ la configuration de l'aéronef; et
f/ le souffle rotor (vers le bas) des hélicoptères.

L'erreur de position peut se décomposer en deux éléments :

1/ *Un élément fixe :* un ensemble de valeurs communes à tous les aéronefs d'un type donné (pouvant être déterminées d'après des tableaux de correction qui figurent dans le manuel de pilotage correspondant);

2/ *Un élément variable :* un ensemble de valeurs aléatoires attribuables à des contraintes excessives, des déformations de panneaux de revêtement, etc.

Les anémomètres, les machmètres et les altimètres barométriques sont sujets à l'erreur de position.

Erreur de compressibilité.

L'erreur de compressibilité provient de la compression de l'air dans l'orifice d'entrée du tube de Pitot, en général à des altitudes supérieures à 10 000 pieds et à des vitesses corrigées dépassant 200 noeuds. Elle se traduit en général par des indications de vitesse trop élevées.

Hystérésis.

L'hystérésis est due à l'élasticité imparfaite des capsules anéroïdes et des ressorts qui ont tendance à conserver une forme donnée même si les forces extérieures se sont modifiées. Elle se produit pendant les changements rapides d'altitude et se

Fig. 2-11 • Sonde de température extérieure

prolonge pendant un court moment. L'hystérésis affecte les altimètres barométriques.

ERREUR D'INVERSION.

L'erreur d'inversion provient d'une détection induite erronée de la pression statique provoquée par des changements importants et brusques de l'assiette longitudinale qui donnent une indication momentanée de sens inverse. Elle affecte les altimètres barométriques et les variomètres.

D. DÉFAUTS DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Le circuit anémométrique peut être le siège de différentes obstructions dont les plus courantes sont les suivantes :

1/ le réchauffeur Pitot n'a pas été mis en marche ou est tombé en panne et de la glace s'est formée dans l'orifice d'admission;
2/ de la glace s'est accumulée sur les prises statiques; ou
3/ des corps étrangers se sont introduits dans le circuit.

Les effets de ces obstructions peuvent se répartir en plusieurs catégories comme suit :

INSTRUMENT	OBSTRUCTION DU CIRCUIT STATIQUE	OBSTUCTION DU CIRCUIT PITOT
ALTIMÈTRE	Bloqué à une valeur constante	Sans objet
VERIOMÈTRE	Bloqué à zéro	Sans objet
ANÉMOMÈTRE	Indication inférieure en montée et supérieure en descente	Indication supérieure en montée et inférieure en descente

ATTENTION :
Le givrage du tube de Pitot peut se produire à un rythme relativement lent, causant ainsi une diminution graduelle de la pression dans le tube de Pitot. Ce phénomène entraîne une diminution lente de la vitesse indiquée plutôt qu'un véritable blocage.

E. VÉRIFICATIONS DU PILOTE

Les vérifications du pilote concernant des instruments particuliers du circuit anémométrique sont traitées dans les parties correspondantes. En général :

1/ s'assurer que toutes les *housses* de protection sont enlevées;
2/ confirmer le fonctionnement de l'*élément chauffant*; et
3/ s'assurer par un *examen visuel* que :
   a/ la fixation de l'antenne anémométrique n'est pas tordue ou desserrée,
   b/ le fuselage n'est pas déformé au voisinage des prises statiques,
   c/ des corps étrangers ne se trouvent pas dans le tube de Pitot ou dans les prises statiques.

FIG. 2-12 • TYPES D'ANÉMOMÈTRES

FIG. 2-12A • TYPES D'ANÉMOMÈTRES

F. INSTRUMENTS ANÉMOMÉTRIQUES

1. *ANÉMOMÈTRE ET VITESSES CARACTÉRISTIQUES (VITESSES V) :*

L'anémomètre peut fournir un grand nombre d'informations au pilote. Quelle que soit la température ou l'altitude, l'indication anémométrique demeure la même à une performance donnée. Par exemple, si un avion a une vitesse de décrochage indiquée de 62 noeuds au niveau de la mer, il décrochera à la même vitesse indiquée à 5 000 pieds, à condition que tous les autres paramètres soient les mêmes. Comme l'anémomètre est relié aux canalisations de pression Pitot et statique, il réagit à tout changement entre la pression *Pitot* (pression d'air dynamique) et la pression *statique*. Plus la différence entre ces deux pressions est grande, plus la vitesse est élevée.

L'instrument (**Fig 2-12, 2-12A**) comporte une seule capsule, reliée à la canalisation de pression Pitot, et un boîtier étanche entourant cette capsule raccordée à la canalisation de pression statique. La pression dynamique dilate la capsule de

façon proportionnelle à la vitesse, et ce mouvement est transmis à l'aiguille de l'instrument au moyen d'une transmission mécanique.

VITESSES FONDAMENTALES D'UN AÉRONEF

La vitesse indiquée (IAS) ne coïncide avec la vitesse vraie (TAS ou Vv) qu'en conditions atmosphériques standard, c'est-à-dire lorsque la température est de 15°C et la pression 29,92 pouces de mercure au niveau de la mer. La vitesse corrigée (CAS ou Vc) est la vitesse indiquée corrigée principalement pour compenser les erreurs résultant de la position de la prise statique et, dans une plus faible mesure, de l'emplacement du tube de Pitot. Les erreurs les plus importantes sont surtout causées par les différences d'écoulement d'air au-dessus de la prise statique aux divers angles d'attaque. Ces erreurs sont normalement les plus élevées dans la gamme des basses et hautes vitesses et plus faibles aux vitesses de croisière. Les cartes d'étalonnage donnent les corrections à apporter pour toute la gamme de vitesses indiquées pour compenser les erreurs dues à la position. Elles font normalement partie du manuel de vol de l'aéronef.

Le calculateur de vol permet de déterminer la vitesse vraie (TAS) en convertissant la vitesse indiquée (IAS) en fonction de la température et de la pression standard. Cette conversion est nécessaire puisque le circuit anémométrique ne fonctionne avec précision que s'il se trouve dans les conditions standard mentionnées précédemment.

Le pilote peut, à l'aide d'un calculateur de vol, calculer la TAS en appliquant la température de l'air extérieure ambiante à l'altitude-pression. Certains anémomètres sont dotés d'un calculateur TAS (**Fig. 2-4**) qui permet au pilote de lire la TAS directement sur l'échelle périphérique de l'anémomètre.

REPÈRES EN COULEUR DE L'ANÉMOMÈTRE ET VITESSES CARACTÉRISTIQUES

Le cadran de l'anémomètre des aéronefs de l'aviation générale (AG) indique habituellement la vitesse en milles terrestres et en milles marins à l'heure (**Fig. 2-4**). Il comporte également des arcs teintés représentant les limites de vitesse importantes et les plages d'exploitation concernées, de même que diverses vitesses caractéristiques associées aux repères de couleur ou aux curseurs de vitesse. (**Voir Fig. 2-12 et 2-12A**)

Il faut se rappeler que tous ces repères et ces limites de vitesse sont indiqués en fonction des vitesses corrigées. Les autres vitesses caractéristiques figurent au chapitre général de *l'AIP.*

V SPEEDS	DEFINITIONS
V_{SI}	vitesse de décrochage, moteur au ralenti, configuration lisse
V_{SO}	vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage
V_{FE}	vitesse maximale de manoeuvre des volets
V_{LO}	vitesse maximale de manoeuvre du train
V_X	vitesse pour meilleur angle de montée à la masse maximale
V_Y	vitesse pour meilleur taux de montée à la masse maximale
V_A	vitesse maximale de manoeuvre normale
V_{NE}	vitesse limite
V_{MC}	vitesse minimale de contrôle

La plage de vitesses volets sortis sur l'anémomètre est représentée par *l'arc blanc,* la plage de vitesses normales, par l'*arc vert* et la plage de vitesses de croisière en air stable, par l'arc jaune d'avertissement. Une *ligne rouge* indique généralement la Vne (vitesse limite). Cette plage d'avertissement ne devrait jamais être utilisée en air turbulent. Le manuel de vol de l'aéronef donne d'autres vitesses caractéristiques qui ne sont pas indiquées sur l'anémonètre.

Certains anémomètres sont munis d'un *machmètre* pour des vols à des vitesses élevées. Un machmètre fournit une indication permanente du rapport entre la vitesse d'un aéronef et la vitesse du son (**Fig. 2-13**). Certains anémomètres possèdent également une aiguille de vitesse maximale admissible qui indique constamment la vitesse maximale permise pour un aéronef déterminé (**Fig. 2-12A**).

2. *ALTIMÈTRE* : L'altimètre détecte la diminution normale de la pression d'air qui accompagne toute augmentation d'altitude. Le boîtier de l'instrument est relié à la prise statique. Si l'altitude augmente, la pression

de l'air dans le boîtier diminue et un baromètre anéroïde étanche (capsules anéroïdes) placé à l'intérieur se dilate. La déformation du baromètre est alors transmise à l'indicateur (**Fig. 2-14**), dont le cadran est gradué en pieds et comporte deux à trois aiguilles. Comme il existe plusieurs types d'altimètres, l'altitude est donc présentée de différentes façons.

En général, cet instrument répond immédiatement aux changements d'altitude. Au cours des montées et des descentes cependant, l'altimètre peut accuser un certain retard. Pour cette raison, la compensation qui s'impose exige du pilote qu'il anticipe la mise en palier. Une règle fort simple consiste à amorcer la mise en palier à l'altitude choisie à une distance correspondant à 10 % environ du taux de déplacement vertical.

Une indication en pieds au-dessus du niveau de la mer n'est possible que si le calage altimétrique en vigueur est affiché dans la fenêtre de calage de l'instrument.

Les pilotes doivent faire très attention lorsqu'ils lisent l'aiguille ou l'indicateur des milliers de pieds de l'altimètre car il est facile de commettre des erreurs de lecture.

Fenêtre de calage

L'altimètre possède un dispositif d'étalonnage car le baromètre anéroïde ne peut de lui-même faire la distinction entre les changements réels d'altitude et les variations de la pression barométrique de la masse d'air. Grâce à cette fenêtre de calage (**Fig 2-14**), le pilote peut afficher le calage altimétrique réel sur une petite échelle graduée en pouces de mercure. L'altimètre ne perçoit que les changements d'altitude pourvu que le calage altimétrique soit précis et soit modifié selon les informations fournies par les stations au sol.

Un altimètre d'un aéronef muni d'une échelle mobile où l'on règle le calage altimétrique ne devrait pas avoir une erreur de ± 50 pieds lorsqu'on compare son indication au sol à l'altitude connue d'un aérodrome ou d'une piste. Lors de la certification de l'altimètre, il doit ne pas avoir une erreur de plus de ±20 pieds au niveau de la mer sans excéder ±230 pieds à 40 000 pieds. Si l'erreur est supérieure à ± 50 pieds, la précision de l'altimètre est douteuse et le problème devrait être étudié avant le vol. L'étude peut inclure une vérification du calage altimétrique, la comparaison avec un autre altimètre, caler l'altimètre à l'élévation locale et plusieurs autres possibilités.

Fig. 2-13 • Anémomètre et machmètre combinés

Définitions d'altitude

L'espacement vertical des aéronefs est fondé sur les calages altimétriques locaux. Les définitions suivantes sont très importantes puisque les variations de pression en route exigent des modifications du calage altimétrique, et que les calculs de la vitesse vraie sont basées sur les conversions de température et de pression. Voir **Fig 2-15.**

Fig. 2-14 • Altimètre pneumatique

a/ L'altitude indiquée se lit directement sur l'altimètre calé à la pression barométrique en vigueur.

b/ L'altitude-pression se lit sur l'altimètre calé à la pression baromé-trique standard, soit 29,92 pouces de mercure.

c/ L'altitude-densité est l'altitude-pression corrigée en fonction de la température ambiante (non standard).

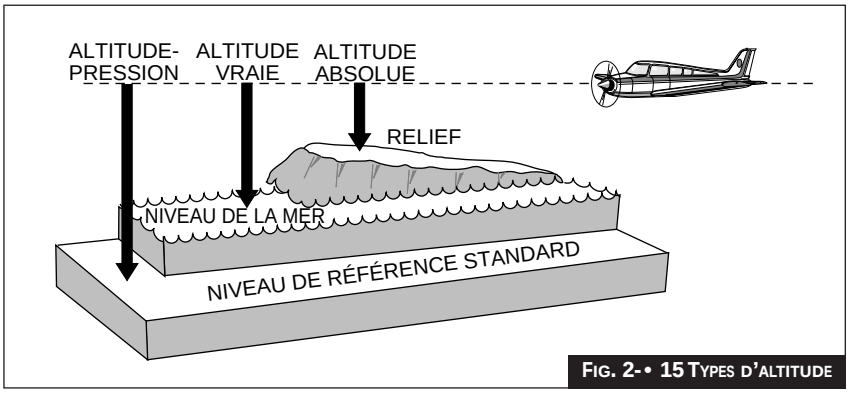


Fig. 2-• 15 Types d'altitude

d/ L'altitude vraie donne la hauteur exacte au-dessus du niveau moyen de la mer.

e/ L'altitude absolue donne la hauteur réelle au-dessus de la surface terrestre.

ERREURS INHÉRENTES

L'altimètre pneumatique est sujet aux erreurs suivantes :

a/ *L'erreur de position.* Dans certaines installations, l'erreur de position peut être considérable.

b/ *L'erreur d'échelle.* L'erreur d'échelle est considérée habituellement comme une erreur d'instrument. Elle est causée par les anéroïdes qui ne prennent pas la dimension précise appropriée à une différence particulière de pression. L'erreur est irrégulière sur toute la plage de l'instrument (cela peut-être de - 30 pieds à 1 000 pieds et +50 pieds à 10 000 pieds). Les tolérances d'erreurs augmentent avec l'altitude calculée.

c/ *L'erreur mécanique.* L'erreur mécanique est causée par le mauvais alignement ou le décalage des engrenages et liaisons mécaniques entre les anéroïdes et l'affichage ou dans l'arbre du bouton d'affichage barométrique.

d/ *L'erreur de densité.* Les conditions de l'atmosphère type de l'OACI se rencontrent rarement et l'erreur de densité résultante n'est que partiellement éliminée par l'affichage des calages altimétriques corrects (pression de la station ou pression type). En général, on peut ne pas en tenir compte dans le cadre du contrôle de la circulation aérienne puisque tous les altimètres situés à proximité les uns des autres réagissent de la même manière de sorte que l'espacement vertical est maintenu.

NOTA :
Si la hauteur au-dessus du sol constitue un facteur à prendre en considération, les effets de l'erreur de densité doivent être calculés et la correction nécessaire appliquée particulièrement pendant les températures très froides. Voir l'AIP où est indiquée une méthode détaillée de calcul de l'altitude vraie.

e/ *L'hystérésis.* L'hystérésis consiste en un retard des indications d'altitude causé par les propriétés élastiques des matériaux utilisés dans les anéroïdes. Elle se produit lorsqu'un aéronef commence un grand et rapide changement d'altitude ou une mise en palier brusque à partir d'une montée ou d'une descente rapide. Cela prend un moment aux anéroïdes pour se remettre au nouveau milieu de pression; les indications sont donc en retard. On a réduit cette erreur d'une manière significative dans les altimètres d'aujourd'hui et on la considère négligeable à des taux normaux de descente pour les avions à réaction.

f/ *L'erreur d'inversion.* L'erreur d'inversion se manifeste pendant les changements brutaux ou rapides d'assiette et n'est que momentanée.

LES ALTIMÈTRES SONT SUJETS AUX ERREURS SUIVANTES :

a/ *Effet orographique :* Les vents isolés qui sont déviés autour de vastes sommets de montagnes ou dans les vallées de chaînes de montagnes ont tendance à voir leur vitesse augmenter, ce qui entraîne une diminution locale de pression (principe de Bernoulli). Un altimètre barométrique qui se trouve dans cet écoulement d'air est susceptible de fournir une indication d'altitude erronée croissante en raison de cette diminution de pression. Cette erreur subsistera jusqu'à ce que l'écoulement d'air retrouve sa vitesse «normale» à une certaine distance sous le vent de la montagne ou de la chaîne de montagnes. Les vents qui soufflent au-dessus d'une chaîne de montagnes à des vitesses qui dépassent environ 50 noeuds et dans une direction perpendiculaire (en-deçà de 30 degrés) à l'axe principal de la chaîne de montagnes créent le phénomène connu sous le nom de «onde orographique ou stationnaire».

b/ *Courants descendants et turbulences :* Les courants descendants sont très forts à proximité d'une montagne et à peu près à la même hauteur que son sommet. Ces courants peuvent atteindre une intensité de 83 pieds/seconde (5 000 pieds/minute) sous le vent des hautes chaînes de montagnes telles que les Rocheuses. Quoique les ondes

orographiques engendrent souvent de fortes turbulences, parfois le vol à travers les ondes orographiques peut se faire remarquablement «en douceur», même lorsque l'intensité des courants descendants et ascendants est considérable. Étant donné que ces conditions inoffensives peuvent se produire la nuit, ou par temps couvert, ou lorsqu'aucun nuage distinctif ne s'est formé, le danger pour les aéronefs augmente en raison de l'inexistence de signes précurseurs de conditions de vol inhabituelles. Examinons les circonstances d'un aéronef qui vole parallèlement à une crête montagneuse du côté sous le vent et qui pénètre dans un courant descendant régulier et intense : quoique l'aéronef commence à descendre en raison du courant descendant dû à la chute de la pression locale associée à l'onde, l'indicateur de vitesse ascensionnelle et l'altimètre n'indiqueront pas une descente. De fait, les deux instruments peuvent indiquer une montée pendant une partie de la descente.

c/ *Chute de pression :* La chute de pression associée à la vitesse accrue du vent s'étend le long des ondes orographiques, c'est-à-dire sous le vent et dans les sommets bien au-dessus des montagnes. Le fait d'isoler l'erreur altimétrique due seulement à l'onde orographique ou aux températures différentes de celles de l'atmosphère type sera de peu d'intérêt pour un pilote. Ce qu'il est important de noter, c'est que les ondes orographiques et la température différente de celle de l'atmosphère type, lorsqu'elles sont associées, peuvent donner **UNE INDICATION SUSCEPTIBLE D'ALLER JUSQU'À 3 000 PIEDS AU-DESSUS DE L'ALTITUDE RÉELLE.**

ALTIMÈTRE À CALCULATRICE

L'altimètre à calculatrice (**Fig. 2-16**) fonctionne automatiquement au courant alternatif. Une vignette d'avertissement de panne marquée du mot «OFF» (arrêt), située sur le devant de l'instrument, indique un arrêt au pilote en cas d'interruption de courant ou d'une panne de composant. Si une panne de courant fait apparaître l'indication «OFF», celle-ci disparaîtra lorsque le courant est rétabli et si elle est le résultat d'une panne de composant, l'indication «OFF» demeure dans la vignette jusqu'à ce que la panne soit corrigée.

FIG. 2-16 • ALTIMÈTRE À CALCULATRICE

ALTIMÈTRE ASSERVI

Le fonctionnement de l'altimètre asservi est déterminé par la sélection faite par le pilote. En plaçant l'inverseur RESET/STBY à la position RESET, l'alimentation de l'instrument correspond à son mode de fonctionnement principal asservi au décollage et en vol. En cas de permutation en fonctionnement pneumatique de secours par suite d'une panne du système, le pilote peut rétablir le fonctionnement principal asservi en maintenant l'inverseur sur la position RESET. S'il s'agit d'un défaut de fonctionnement, l'instrument repassera immédiatement sur secours sitôt l'inverseur de recalage lâché. L'une des conditions suivantes entraînera la désexcitation du relais par le circuit de surveillance de panne et l'apparition de la vignette STBY :

FIG. 2-17 • INDICATEUR D'ALTIMÈTRE RADAR

a/ panne d'alimentation;
b/ panne de l'amplificateur ou du moteur d'asservissement;
c/ panne de commutation;
d/ panne du relais;
e/ panne dans le train d'engrenages.

Avant le vol, ou comme stipulé dans le manuel de vol de l'avion effectuer les vérifications suivantes :

a/ régler la pression barométrique normale à l'aide du bouton d'affichage barométrique;
b/ altimètre à calculatrice — ± 50 pieds de l'altitude connue;
c/ mode RESET asservi — ± 50 pieds de l'altitude connue et ± 40 pieds de l'affichage de l'altimètre à calculatrice;
d/ mode STBY asservi — ± 50 pieds de l'altitude connue.

3. *Altimètre radar :* Un altimètre radar (appelé parfois radio-altimètre)

indique l'altitude absolue au-dessus de la surface terrestre. Un altimètre radar type (**Fig. 2-17**) comporte en général une aiguille simple se déplaçant sur une échelle logarithmique qui tend vers 0. Il comporte habituellement un index d'altitude minimale réglable à une valeur désirée au-dessus du sol, et fournit un avertissement visuel ou sonore, ou les deux, si l'aéronef descend jusqu'à la valeur pré-affichée ou au-dessous. L'altimètre radar peut également comporter un drapeau d'alarme qui est actionné au cas où des angles de tangage ou de roulis introduisent une imprécision du fait de la distance oblique.

Cet instrument détermine la hauteur en mesurant le temps s'écoulant entre l'émission d'une onde radioélectrique dirigée vers le bas et la réception des signaux réfléchis par le sol. Des imprécisions peuvent apparaître en vol au-dessus d'un milieu quelconque dans lequel les ondes radioélectriques peuvent pénétrer (glace, neige profonde) ou au-dessous d'un relief qui change rapidement.

4. *AVERTISSEUR D'ALTITUDE :* L'avertisseur d'altitude fonctionne d'après les informations altimétriques qu'il reçoit. L'altitude de mise en palier est affichée sur le sélecteur d'altitude pendant la montée ou la descente. Lorsqu'il approche de l'altitude voulue, le pilote est averti par un signal sonore ou visuel, avec suffisamment de temps pour se mettre en palier (généralement 1 000 pieds au-dessus ou au-dessous de l'altitude choisie). Un avertisseur d'altitude type est illustré à la **Fig. 2-18**.

5. *VARIOMÈTRE :* Un variomètre indique la composante verticale de la trajectoire de vol d'un aéronef. Il mesure le taux de variation de la pression statique en pieds par minute de montée ou de descente. Le variomètre compense automatiquement les changements de densité de l'atmosphère.

Le variomètre est un boîtier étanche relié à la canalisation de pression statique par l'intermédiaire d'un orifice calibré (élément restricteur). À l'intérieur, une capsule manométrique reliée à l'aiguille par une tringlerie est branchée à la canalisation de pression statique sans élément restricteur.

FIG. 2-18 • AVERTISSEUR D'ALTITUDE

Lorsqu'un aéronef prend de l'altitude, la membrane se contracte puisque la pression à l'extérieur diminue plus rapidement que celle du boîtier qui est ralentie par l'élément restricteur, d'où l'indication de montée. L'inverse se produit en descente. Lorsque l'appareil revient au niveau de croisière, les pressions dans le boîtier et la membrane prennent six à neuf secondes pour s'équilibrer, ce qui ramène l'aiguille au point zéro. Le variomètre est gradué tous les 100 pieds et numéroté tous les 500 pieds (**Fig. 2-19**).

FIG. 2-19 • CADRAN D'UN VARIOMÈTRE

Le variomètre comporte deux fonctions bien distinctes. D'abord, étant plus sensibles que l'altimètre, il permet de détecter avant ce dernier toute *variation* par rapport au vol en palier puisqu'aucun retard n'est lié à cette fonction. Il agit ensuite comme *indicateur de taux* de déplacement vertical. Le capillaire a pour fonction d'empêcher l'équilibre immédiat de la pression différentielle entre le boîtier et la capsule, permettant ainsi le retard désiré. Au début d'une montée ou d'une descente, il faut quelques secondes pour qu'une pression différentielle apparaisse entre le boîtier et la capsule, d'où l'indication d'un mouvement. Le même phénomène se produit lors de la mise en palier.

FIG. 2-20 • VARIOMÈTRE INSTANTANÉ

Bref, à l'amorce d'une montée ou d'une descente, le variomètre affiche

immédiatement le changement de pente, mais le pilote doit attendre de six à neuf secondes avant d'obtenir une indication précise du taux de montée ou de descente. Néanmoins, cet instrument est fort utile pour détecter tout écart de l'altitude choisie ou pour établir une vitesse de montée ou de descente constante.

6. *VARIOMÈTRE INSTANTANÉ :* Un variomètre instantané donne la vitesse verticale pratiquement sans aucun retard. Une aiguille simple indique le taux de changement d'altitude sur une échelle circulaire fixe presque identique à celle d'un variomètre (**Fig. 2-20**).

   Cet instrument ressemble à un variomètre normal mais il comporte des *accéléromètres* dans la liaison mécanique reliant la capsule à l'aiguille. Ceux-ci détectent les accélérations verticales et font déplacer l'aiguille d'une valeur correspondante avant que la pression statique différentielle ne se soit établie.

G. CENTRALE AÉRODYNAMIQUE

1. *GÉNÉRALITÉS :* La centrale aérodynamique est une évolution de l'installation anémométrique et se trouve dans les aéronefs perfectionnés. Elle permet de mesurer, de traiter et de convertir les données aérodynamiques et thermodynamiques en signaux électriques, en signaux de sortie pour des synchro-machines ou en codes numériques.

   La centrale peut servir à alimenter des instruments de pilotage à pression différentielle et à fournir des paramètres à un grand nombre d'autres installations de l'aéronef. Elle peut comporter certaines particularités, dont :

   a/ des circuits séparés alimentant les indicateurs du pilote et du co-pilote et comportant un système de surveillance par comparaison des deux circuits;

   b/ des circuits d'auto-contrôle;

   c/ des circuits internes de surveillance de panne.

2. *COMPOSANTS :* Une centrale aérodynamique fondamentale se compose des éléments suivants :

   a/ *Détecteurs.* Ils mesurent l'atmosphère ambiante autour de l'aéronef. Toutes les centrales comprennent un tube de Pitot, des prises statiques et une sonde de température. Les installations plus complexes comportent également un détecteur d'angle d'attaque.

   b/ *Transducteurs.* Ce sont des dispositifs qui convertissent les pressions, la température et les angles détectés en tensions, en signaux de sortie pour synchro-machines ou en impulsions numériques. La précision et les performances des transducteurs régissent le rendement global de la centrale.

   c/ *Calculateur.* Il peut être conçu pour effectuer une multitude de fonctions, par exemple :

      1/ le calcul de la vitesse propre, du nombre de Mach, de la pression statique corrigée et de la température de l'air extérieur corrigée,

      2/ l'envoi de signaux de correction vers les transducteurs,

      3/ la commande des indicateurs,

      4/ l'envoi de signaux aux calculateurs de navigation,

      5/ la commande de la pressurisation de l'aéronef, et

      6/ l'envoi de signaux aux systèmes de commandes de vol et aux systèmes de régulation carburant.

3. *PARAMÈTRES AÉRODYNAMIQUES FOURNIS PAR LA CENTRALE* : Une centrale aérodynamique complexe peut fournir un grand nombre de données dont plusieurs sont dérivées, par des moyens électroniques ou mécaniques, d'un paramètre de vol de base (par exemple la pression statique).

Certaines des données qu'on retrouve fréquemment sont :

a/ *L'altitude pression.* La pression statique détectée est corrigée pour donner l'altitude pression conformément à l'atmosphère type définie par l'OACI.

b/ *La vitesse.* Elle peut être présentée sous la forme d'une vitesse indiquée (vitesse badin) ou être convertie en vitesse propre en vue de son utilisation par les systèmes de navigation à l'estime ou Doppler et inertiels.

c/ *La densité de l'air.* Elle est calculée suivant les lois fondamentales des gaz et utilisée pour la commande des moteurs.

d/ *Le nombre de Mach.* Il est calculé à partir des pressions totale et statique.

e/ *La température de l'air.* Elle est corrigée afin de tenir compte de l'échauffement par frottement et de la compression de l'air au niveau de la sonde de température.

f/ *L'angle d'attaque.* L'angle d'attaque vrai est obtenu en corrigeant l'angle mesuré en fonction de la vitesse.

g/ *Le taux de changement d'altitude et la vitesse.* Ils peuvent être calculés par l'ordinateur.

4. *ERREURS INHÉRENTES À LA CENTRALE* : Les centrales aérodynamiques et altimétriques (CADC) sont sujettes aux erreurs suivantes :

a/ *L'erreur de position.* L'erreur de position varie selon le type d'aéronef et sa configuration extérieure. Des essais en vol sont effectués pour tracer cette erreur sur la courbe de vitesse, d'altitude et de configuration. Le fabricant de l'ordinateur conçoit un mécanisme ou un circuit électrique pour corriger le signal électrique de la pression statique qui est envoyé à tous les instruments qui indiquent ainsi la vitesse corrigée, la vitesse vraie, l'altitude corrigée et le nombre de Mach vrai. Comme l'erreur de position est propre à ce type d'aéronef, elle n'est donc pas appropriée pour les autres types.

b/ *L'erreur d'échelle.* L'erreur d'échelle s'appelle aussi erreur d'instrument; elle est associée à un ensemble particulier d'anéroïdes d'altitude et elle change avec l'altitude. L'erreur d'échelle des anéroïdes individuels d'une centrale aérodynamique ou altimétrique particulière peut être tracée sur un graphique. Un arbre à cames correcteur conçu pour corriger le signal de sortie d'altitude sert à minimiser les erreurs.

NOTA :

La panne de certains composants des instruments qui reçoivent des signaux d'entrée d'une centrale aérodynamique peut entraîner l'affichage de renseignements non valables sans qu'ils soient accompagnés de drapeau d'alarme ou de voyant.

H. INDICATEUR D'ANGLE D'ATTAQUE

1. *GÉNÉRALITÉS :* L'angle d'attaque est formé par la direction du vent relatif et la corde de la voilure de l'avion.

Un indicateur d'angle d'attaque peut servir à :

a/ indiquer les angles d'attaque critiques en approche ou à l'atterrissage;

b/ fournir un avertissement de décrochage;

c/ aider à placer l'aéronef dans une assiette optimale en fonction des conditions particulières de vol (autonomie maximale); et

d/ vérifier les indications de vitesse ou les calculs.

2. *COMPOSANTS DE L'INDICATEUR :* Un indicateur d'angle d'attaque se compose des éléments suivants :

a/ *Détecteurs.* Un ou plusieurs détecteurs font saillie dans l'écoulement d'air relatif. Il en existe deux types courants (**Fig. 2-21**).

1/ La palette qui réagit comme un profil aérodynamique et s'aligne avec l'écoulement d'air relatif.

2/ La sonde qui détecte l'écoulement d'air relatif par la mesure de la pression différentielle au travers d'orifices ou de fentes.

b/ *Transducteurs*. Lorsqu'un détecteur s'aligne avec l'écoulement d'air relatif, il émet un signal qui est transmis aux indicateurs du poste de pilotage soit directement soit par l'intermédiaire de la centrale aérodynamique.

c/ *Indicateurs*. Différentes méthodes de figuration et différents types d'indicateurs sont utilisés. La **Fig. 2-22** en donne un exemple. Les renseignements peuvent être présentés sous la forme d'angles réels, d'unités ou de symboles.

d/ *Avertisseurs de décrochage*. La plupart des installations comprennent des dispositifs complémentaires comme des «vibreurs» de manche et(ou) des klaxons à commande électrique destinés à avertir le pilote de l'imminence d'un décrochage.

DANGER :

Les indications correspondant à l'approche et à l'atterrissage peuvent reposer sur l'hypothèse que l'aéronef se trouve toujours dans la configuration normale d'atterrissage. Si les variations de configuration ne sont pas compensées automatiquement, le pilote doit déterminer et appliquer les corrections nécessaires.

2.1.3
GYROSCOPES ET INSTRUMENTS GYROSCOPIQUES

A. GÉNÉRALITÉS

Le conservateur de cap, l'indicateur d'assiette et le coordonnateur de virage (indicateur de virage et d'inclinaison latérale) font partie des instruments gyroscopiques. Tous sont dotés d'un rotor pneumatique ou électrique qui, grâce à l'effet gyroscopique, donne une indication de l'assiette de l'aéronef. Il est donc important que les pilotes en vol aux instruments comprennent bien ces instruments gyroscopiques et leur principe de fonctionnement.

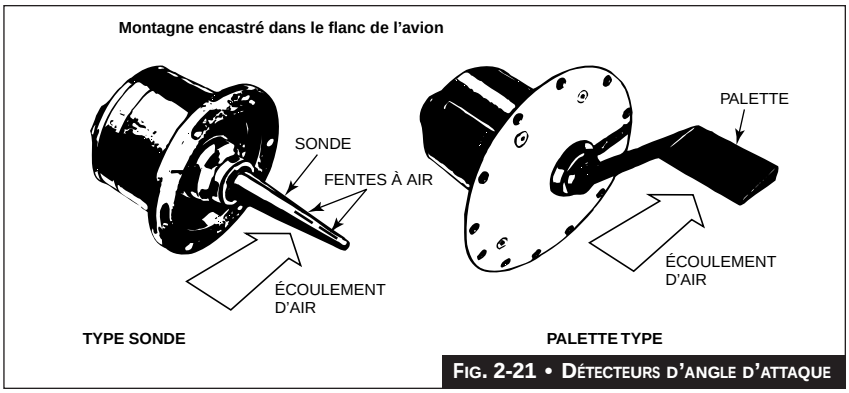


FIG. 2-21 • DÉTECTEURS D'ANGLE D'ATTAQUE

B. PRINCIPE

1. *Fixité dans l'espace :* La principale caractéristique d'une toupie gyroscopique (rotor) en rotation est sa fixité dans l'espace, ou inertie gyroscopique. Le premier principe de Newton précise qu'«un corps au repos ou en mouvement rectiligne uniforme reste au repos ou en mouvement rectiligne uniforme si la somme des forces extérieures qui lui est appliquée est nulle». Le rotor en rotation d'un instrument gyroscopique demeure fixe dans l'espace tant qu'aucune force extérieure ne s'exerce dessus. En outre, plus sa masse et sa vitesse sont élevées, plus cette stabilité s'accentue. Les gyroscopes des instruments de bord sont donc composés de matériaux lourds et conçus pour des vitesses de rotation élevées (environ 15 000 tr/min dans le cas de l'indicateur d'assiette et 10 000 tr/min dans le cas du conservateur de cap.)

FIG. 2-22 • INDICATEUR D'ANGLE D'ATTAQUE

Pour assurer leur fixité dans l'espace, le conservateur de cap et l'indicateur d'assiette se servent de gyroscopes. Lorsqu'ils sont en rotation, ces derniers conservent leur position par rapport à l'horizon ou à une direction. Ceux-ci donnent une référence fixe d'après laquelle on peut déterminer le cap et l'assiette d'un aéronef. Par exemple, le rotor d'un *gyroscope à trois degrés de liberté* (**Fig. 2-23**) garde sa position même si les suspensions à cardan se déplacent. Si l'axe rotor présente l'horizon naturel ou une direction telle que le nord magnétique, il

peut alors servir de référence stable pour le vol aux instruments.

2. *Précession :* La précession, une autre caractéristique des gyroscopes, se traduit par le basculement de l'axe gyroscopique sous l'influence d'une force. Par exemple, si une force s'exerce sur le cadre d'un rotor immobile, ce dernier se déplace dans le sens de la force. Par contre, si le rotor est en rotation, cette même force déplace alors le rotor dans une direction différente, tout comme si la force était appliquée sur le cadre en un point situé à 90o plus loin dans le sens de rotation (**Fig. 2-24**). Ce mouvement de rotation, ou précession, amène le rotor dans un nouveau plan de rotation, parallèle à la force.

L'exécution de manoeuvres ainsi que la friction interne des indicateurs d'assiette et des conservateurs de cap occasionnent inévitablement une précession. Il se produit alors une dérive lente qui fausse les indications.

Lorsque ces forces sont trop importantes ou sont appliquées trop rapidement, la plupart des vieux modèles de rotors basculent au lieu de tout simplement précessionner. Ce «*basculement*» ou «*déclenchement*» doit être évité parce qu'il endommage les roulements et rend l'instrument inutilisable jusqu'à ce que le gyroscope soit recalé. Certains de ces vieux gyroscopes sont pourvus d'un dispositif de blocage de la suspension à cardan. Même si un tel blocage use l'appareil plus qu'à l'ordinaire, il faut toujours le bloquer avant d'entreprendre des manoeuvres acrobatiques afin d'éviter d'endommager l'instrument. Le gyroscope peut être recalé au moyen d'un bouton de blocage.

Beaucoup d'instruments gyroscopiques modernes comportent des limites d'assiette plus élevées que les anciens modèles. Ces instruments ne basculent pas lorsque les limites du gyroscope sont dépassées; ils indiquent plutôt l'assiette longitudinale de façon erronée si l'angle de montée ou de descente est supérieur à 85°. Au-delà de ces limites, les indications qu'ils présentent sont donc faussées. Ces gyroscopes sont toutefois pourvus d'un mécanisme de redressement automatique qui élimine tout besoin de blocage. Le tableau ci-après compare les limites de basculement et d'assiette des modèles anciens et modernes.

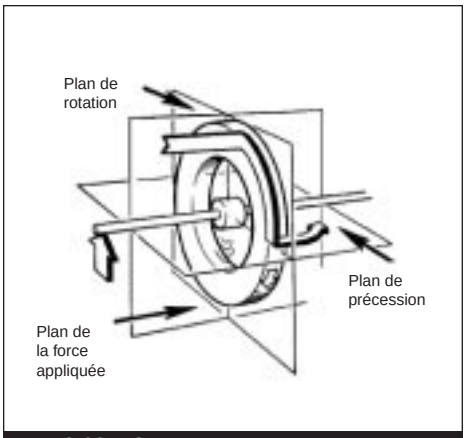


FIG. 2-23 • GYROSCOPE À TROIS DEGRÉS DE LIBERTÉ

C. ALIMENTATION DES GYROSCOPES

Les avions légers sont pourvus de gyroscopes à alimentation pneumatique ou électrique. Si le conservateur de cap et l'indicateur d'assiette sont pneumatiques (comme c'est le cas généralement), l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale est toutefois alimenté à l'électricité. L'avantage que cela présente est que si l'alimentation pneumatique fait défaut, le pilote conserve tout de même son compas et son indicateur de virage pour obtenir l'information assiette et direction, en plus des instruments anémométriques.

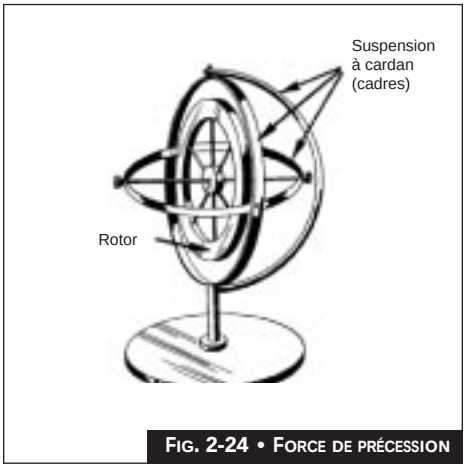


FIG. 2-24 • FORCE DE PRÉCESSION

1. *ALIMENTATION PAR DÉPRESSION :* Les gyroscopes pneumatiques sont normalement alimentés par une pompe à vide fixée au moteur et entraînée par ce dernier. Des conduites d'aspiration relient la pompe aux instruments et permettent à l'air de la cabine de passer par les ouvertures munies de filtres qui se trouvent sur le boîtier de l'instrument. Dans le boîtier, cet air est accéléré et dirigé vers des aubages pratiqués sur la roue gyroscopique. Afin de contrôler la dépression, un régulateur est placé entre

INSTRUMENT	MODERNE	ANCIEN
INDICATEUR D'ASSIETTE	Inclinaison 360°	Inclinaison 100°
	Pente 85°	Pente 70°
INDICATEUR DE CAP	Inclinaison 85°	Inclinaison 55°
	Pente 85°	pente55°

la pompe et l'instrument gyroscopique. Le circuit comporte généralement un vacuomètre, un manomètre à dépression (**Fig. 2-25**) ou un voyant avertisseur. Puisqu'il est essentiel que la vitesse gyroscopique soit constante pour obtenir des indications fiables, la dépression appropriée est maintenue à l'aide d'un régulateur de dépression.

L'air de l'instrument est aspiré à travers un filtre jusqu'aux instruments et ensuite jusqu'à la pompe où il est évacué dans l'atmosphère. Pour obtenir des renseignements plus détaillés concernant les valeurs de fonctionnement normal du système à alimentation par dépression le pilote devrait consulter le manuel d'exploitation de l'aéronef concerné. Lorsque la vitesse de rotation du gyroscope est faible, l'instrument accuse un certain retard dans ses indications tandis qu'une vitesse élevée le fait réagir outre mesure et accélère l'usure des roulements du gyroscope, réduisant ainsi sa durée utile.

2. *ALIMENTATION ÉLECTRIQUE :* Le gyroscope électrique, normalement utilisé pour actionner le contrôleur de virage ou l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale, fonctionne comme un petit moteur électrique, le gyro en rotation servant d'armature aux moteurs. La vitesse gyroscopique de ces instruments est d'environ 8 000 tr/min.

Sur les aéronefs appelés à voler à haute altitude, les instruments de vol ne sont pas alimentés par un circuit à dépression car l'efficacité de la pompe à vide est réduite à ces altitudes, l'air étant froid et de faible densité. On utilise plutôt une alimentation en courant alternatif (c.a.) pour les gyroscopes des indicateurs de cap et d'assiette. Cette source de c.a. est assurée par des onduleurs qui convertissent le courant continu en courant alternatif. Dans certains cas, ce courant alternatif est fourni directement par l'alternateur du moteur.

D. *INSTRUMENTS GYROSCOPIQUES*

1. *INDICATEUR D'ASSIETTE*

ÉLÉMENTS PRINCIPAUX ET FONCTIONNEMENT

L'indicateur d'assiette présente de façon continue l'assiette de l'aéronef par rapport à la surface terrestre. Une indication d'assiette type est présentée à la **Fig. 2-26**. On devra noter cependant qu'il en existe plusieurs autres types, d'aspect et de caractéristiques différents.

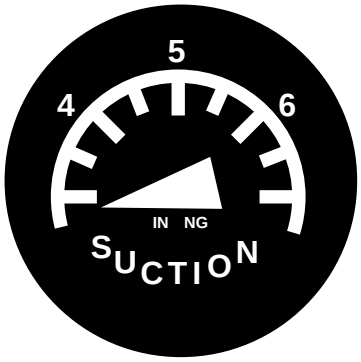


FIG. 2-25 • MANOMÈTRE À DÉPRESSION TYPIQUE

Le déplacement relatif de la maquette au-dessus ou au-dessous de la barre d'horizon, aussi appelée horizon gyroscopique, donne une idée de la pente. Celle-ci est indiquée par 4 traits-repères qui se trouvent sur l'instrument, deux au-dessus de la barre d'horizon artificielle et deux au-dessous.

L'indicateur de virage, situé à la partie supérieure de l'instrument, montre l'inclinaison latérale en virage au moyen de repères. Ces derniers sont espacés tous les 10° jusqu'à 30°, puis indiquent, au moyen d'un trait plus long, les positions 30°, 60° et 90° degrés.

FIG. 2-26 • INDICATEUR D'ASSIETTE

Le nez de l'avion est représenté par le petit point blanc au centre de la maquette ou par le point du triangle comme dans la **Fig. 2-26**; le ciel est représenté par un bleu pâle et le sol par une teinte foncée noire ou brune. En outre, des lignes convergentes donnent à l'instrument un aspect tridimensionnel (vue en perspective).

Le petit bouton, situé vers le bas de l'instrument, sert à faire monter ou descendre la maquette. Au cours d'un vol rectiligne en palier, cette maquette devrait être positionnée sur la barre d'horizon.

Au cours de l'érection initiale, la barre d'horizon (horizon artificiel) s'aligne sur l'horizon naturel puis garde ensuite

l'horizontale grâce au gyroscope sur lequel elle est montée. Un mécanisme érecteur redresse automatiquement le gyroscope qui précessionne en raison des frictions internes ou des manoeuvres. Lorsque les anciens types de gyroscopes basculent à la suite d'un important changement d'assiette, normalement, le rotor revient lentement à l'horizontale.

Même les indications fournies par un indicateur d'assiette en parfait état peuvent être légèrement faussées. Les erreurs occasionnées par les accélérations et les ralentissements sont négligeables puisque le dispositif érecteur les corrige immédiatement. Néanmoins, le pilote doit savoir qu'elles existent (voir ci-dessous). Des erreurs plus importantes peuvent survenir à cause de l'usure, d'une suspension à cardan sale ou d'un mauvais équilibrage des pièces. Les drapeaux d'avertissement (voir **Fig. 2-26**) peuvent indiquer que l'instrument ne reçoit pas une alimentation électrique suffisante ou que le gyro présente un problème. Consulter le manuel de pilotage de l'avion pour en savoir plus sur certains détails précis.

Erreurs principales de l'indicateur d'assiette

ERREURS EN VIRAGE

Au cours d'un virage normal bien coordonné, la force centrifuge entraîne l'axe du gyroscope vers l'intérieur du virage. Plus l'inclinaison augmente, plus la précession augmente, de sorte que l'erreur est maximale au cours du virage. Après un virage de 180°, effectué au taux normal, celle-ci disparaît graduellement lors du retour au vol rectiligne.

Par conséquent, au cours d'un virage serré, un pilote peut surveiller son indicateur d'assiette pour amorcer un virage ou en sortir, mais il doit utiliser d'autres instruments (le variomètre et l'altimètre) au cours du virage pour obtenir l'information de pente.

ERREUR DUE À L'ACCÉLÉRATION

Le même phénomène a lieu lors du décollage. L'accélération linéaire de l'avion provoque l'inclinaison de la barre d'horizon vers le bas de sorte que celle-ci indique une légère augmentation de pente. Par conséquent, au cours d'un décollage par faible visibilité, il faut recourir à d'autres instruments, tels que l'altimètre pour s'assurer de la présence d'un taux de montée franc immédiatement après le décollage.

ERREUR DUE À LA DÉCÉLÉRATION

Lors de la décélération, la barre d'horizon s'incline vers le haut et indique une fausse diminution de pente.

CONSIDÉRATIONS ADDITIONNELLES

Comme l'indicateur d'assiette est l'instrument le plus important pour le vol IFR, les pilotes doivent être au courant de certaines autres caractéristiques et techniques d'utilisation :

a/ si le gyroscope de l'indicateur d'assiette n'a pas basculé, l'indicateur peut considérablement aider le pilote à sortir d'assiettes inhabituelles.

b/ l'indicateur d'assiette donne l'inclinaison latérale au cours d'un virage mais ne peut fournir aucune information sur la qualité de ce virage; pour cela, il faut consulter la bille de l'indicateur de virage.

c/ la vitesse angulaire de virage n'apparaît pas sur l'indicateur d'assiette, mais plutôt sur l'indicateur de virage. En effectuant un virage au taux standard, un pilote est censé obtenir l'angle d'inclinaison initial au moyen de l'indicateur d'assiette, qu'il vérifie ensuite sur l'indicateur de virage. Une fois qu'il a apporté les corrections nécessaires, il maintient l'inclinaison latérale résultante en se référant à l'indicateur d'assiette.

2. *CONSERVATEUR DE CAP :* Le conservateur de cap (**Fig. 2-27**), autrefois appelé *gyroscope directionnel*, fonctionne sur le principe de la fixité dans l'espace du gyroscope pour fournir une référence stable de

FIG. 2-27 • CONSERVATEUR DE CAP

cap. Le pilote doit se rappeler que la précession réelle, causée par des manoeuvres et les erreurs d'instrument internes, aussi bien que la précession apparente causée par les déplacements de l'aéronef et la rotation de la Terre peuvent provoquer la dérive du conservateur de cap.

Les conservateurs de cap modernes comportent une rose verticale ou un cadran sur l'avant de l'instrument qui semble tourner lorsque l'aéronef effectue un virage. Le cap est représenté à la partie supérieure du cadran par le nez de la maquette (**Fig. 2-27**). Un autre type de conservateur de cap donne le cap sur un anneau analogue à la rose d'un compas magnétique.

Le conservateur de cap ne pouvant s'orienter de lui-même, il doit être réglé pour correspondre à l'indication fournie par le compas magnétique. Ce réglage doit être effectué uniquement au sol et en vol rectiligne en palier sans accélération lorsque le compas magnétique donne une indication constante et fiable.

Afin d'afficher le bon cap magnétique, le pilote fait tourner la rose au moyen du bouton de réglage situé à la partie inférieure de l'instrument tout en se référant à l'indicationdu compas magnétique. (**Fig. 2-28**). Sur les gros avions, cette fonction s'acomplit à l'aide d'un contrôleur compas.

Afin de vérifier l'exactitude du cap, le pilote d'un avion léger doit comparer le conservateur de cap avec le compas magnétique toutes les 15 minutes. Ce dernier étant sujet à certaines erreurs (voir 2.1.4E), le pilote doit s'assurer que celles-ci ne sont pas transférées au conservateur de cap.

3. *TAUX ET QUALITÉ DES INDICATEURS DE VIRAGE :* Il y a deux types d'indicateurs de virage, à savoir le contrôleur de virage et l'indicateur de virage-glissade (**Fig. 2-29 et 2-30**).

Ces deux instruments gyroscopiques indiquent la vitesse angulaire de virage de l'avion. Le *contrôleur de virage*, lui, comprend une maquette d'avion qui suit le déplacement d'avion en virage. *L'indicateur de virage-glissade*, d'autre part, comporte un indicateur vertical qui se déplace dans le sens du virage de l'avion.

INDICATEUR DE VIRAGE ET D'INCLINAISON LATÉRALE

L'indicateur de virage et d'inclinaison latérale (**Fig. 2-29**) est le seul à indiquer le vol rectiligne ou l'inclinaison latérale lorsque les autres instruments gyroscopiques sont en panne. Cet indicateur est parfois appelé *«indicateur bille-aiguille»*. Utilisé avec l'anémomètre et le compas magnétique, cet instrument peut aider le pilote à évoluer dans des conditions météorologiques aux instruments, surtout lorsque c'est le seul instrument gyroscopique qui fonctionne.

Fig. 2-28 • Contrôleur compas

FIG. 2-29 • INDICATEUR DE VIRAGE ET D'INCLINAISON LATÉRALE

L'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale donne une indication indirecte de l'assiette de l'avion en roulis. Lorsque l'aiguille est exactement centrée, l'avion est en vol rectiligne. Si elle s'écarte du centre, l'avion est en train de tourner dans le sens du déplacement de l'aiguille. Ainsi, la bille étant centrée et l'aiguille s'étant déplacée vers la gauche, l'indication correspond à une position basse de l'aile gauche et à un virage à gauche de l'aéronef. Le retour au vol rectiligne s'effectue en coordonnant les pressions sur la commande des ailerons et sur le palonnier.

La bille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale est en fait un instrument distinct, placé commodément au-dessous de l'aiguille de sorte que ces deux éléments puissent être utilisés conjointement. Cet instrument fournit plutôt une indication d'équilibre ou de «qualité» qu'une indication directe d'assiette. Lorsque la bille est centrée dans son tube de verre, la manoeuvre exécutée est équilibrée. Par contre, si la bille s'est écartée de son emplacement, au centre, l'avion est soit en glissade, soit en dérapage, et le côté vers lequel la bille a roulé indique la

direction de la glissade ou du dérapage.

Dans une *glissade,* la cadence de virage est insuffisante par rapport à l'inclinaison et la force centrifuge trop faible se traduit par le déplacement de la bille à l'intérieur du virage (la correction consiste à réduire l'angle d'inclinaison ou appliquer la pression au palonnier pour augmenter le taux de virage, ou les deux). Dans un *dérapage,* la cadence de virage est trop importante par rapport à l'inclinaison et la trop grande force centrifuge entraîne un déplacement de la bille vers l'extérieur du virage (la correction consiste à réduire la cadence de virage ou à augmenter l'angle d'inclinaison, ou les deux).

En vol coordonné, l'aiguille peut être utilisée pour mesurer la cadence d'un virage; pour obtenir un «*virage au taux standard*», l'aiguille est alignée sur le repère gauche ou droit et l'aéronef exécutera un virage au taux de 3° par seconde ou 180° dans une minute. Dans de telles conditions, l'aiguille indique la direction et la cadence de virage.

La réponse au contrôle et à la compensation d'un avion en vol rectiligne en palier, à l'aide de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale, exige un retour aux principes de base des commandes, c'est-à-dire que le lacet se commande à l'aide du palonnier et que l'on garde les ailes horizontales avec les ailerons. Par conséquent, pendant un vol horizontal en palier à l'aide de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale pour contrôler l'assiette en roulis,contrôlez le lacet en maintenant une pression appropriée sur le palonnier et gardez les ailes horizontales par une action appropriée sur la commande des ailerons. L'aiguille restera centrée; elle ne déviera pas tant que le cap sera maintenu constant puisqu'il n'y aura pas de virage.
En d'autres mots, contrôlez la bille à l'aide du palonnier puisque la bille se déplace parallèlement à un plan passant par le palonnier, puis contrôlez l'aiguille à l'aide des ailerons, puisque ces derniers constituent la commande primaire pour l'inclinaison et que l'inclinaison est le mouvement primaire de mise en virage.

Il est important d'utiliser l'aiguille et la bille ensemble. Le problème lié à la croyance en la théorie de l'action distincte tient à ce que, même si la bille indique avec certitude que l'avion glisse ou dérape, seule l'aiguille permet de déterminer s'il s'agit d'une glissade ou d'un dérapage. De plus, l'aiguille n'indiquera pas avec certitude une inclinaison latérale. Si les commandes ne sont pas coordonnées, un aéronef pourrait être incliné d'un côté et l'aiguille pourrait demeurer au centre ou même indiquer un virage en sens opposé.

CONTRÔLEUR DE VIRAGE

La plupart des aéronefs modernes sont pourvus d'un contrôleur de virage qui remplace l'ancien indicateur de virage et d'inclinaison latérale. L'aiguille d'inclinaison est remplacée par une maquette qui indique l'angle d'inclinaison de l'aéronef en virage (**Fig. 2-30**). Lorsque l'appareil exécute un virage à gauche ou à droite, la maquette penche dans le sens du virage. Lorsque l'une des ailes est alignée sur l'un des repères inférieurs, l'aéronef se trouve alors en virage au taux standard (3°/s).

FIG. 2-30 • CONTRÔLEUR DE VIRAGE

Cet instrument est également sensible au taux de roulis puisque le gyroscope est incliné par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef. L'inclinaison du gyroscope électrique est d'environ 35o; donc, la maquette penche chaque fois que l'aéronef tourne autour de son axe de lacet ou de roulis. Cette liberté de mouvement permet

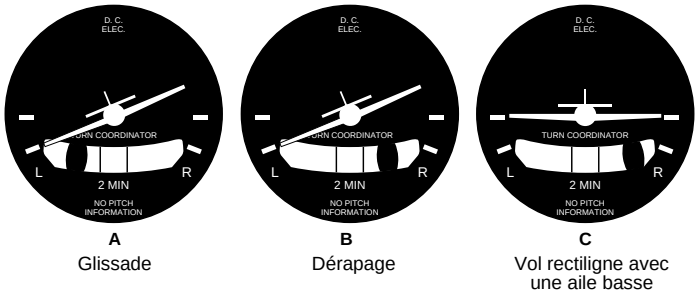


FIG. 2-31 • LECTURES TYPIQUES DU CONTRÔLEUR DE VIRAGE

donc au gyroscope d'indiquer immédiatement tout virage. Lorsque l'inclinaison est établie et que le taux de roulis est nul, la maquette n'indique que la vitesse angulaire de virage.

La maquette se déplace indépendamment de la bille ou de l'inclinomètre. Suivant sa position, la bille témoigne de la qualité du virage. Lorsque la maquette s'incline et que la bille n'est pas centrée, cela indique un virage mal coordonné (**Fig. 2-31**).

Si la maquette est horizontale et que la bille se trouve décentrée (**Fig. 2-31**), c'est que l'avion vole en ligne droite avec une aile basse.

Un pilote doit comprendre la relation entre la vitesse vraie et l'inclinaison car elle influe sur le taux et le rayon de virage. La **Figure 2-32** montre trois avions volant à la même inclinaison, mais à des vitesses différentes. L'avion «A» a le plus grand taux de virage. En effet, si deux avions effectuent un virage à la même inclinaison, le plus lent aura le plus petit rayon de virage et, en même temps, la plus grande vitesse angulaire de virage.

On croit souvent, à tort, que les avions les plus rapides prennent moins de temps pour effectuer un virage de 360°. Par exemple, un avion à réaction en virage à 20° d'inclinaison et à une vitesse de 350 noeuds met environ 5,3 minutes à effectuer un virage de 360°. L'avion «A», qui a également une inclinaison de 20°, mais une vitesse de 130 noeuds, prend tout juste deux minutes pour effectuer le même virage.

En outre, le rayon de virage augmente avec la vitesse en fonction du carré de la vitesse vraie. Par conséquent, étant donné que la vitesse de l'avion «C» est environ trois fois supérieure à celle de «A», son rayon de virage est environ neuf fois plus grand que celui de l'avion «A».

4. *COMPAS GYROSYN :* Un compas gyrosyn comporte un ensemble situé à distance qui détecte le champ magnétique terrestre. Il comprend un gyroscope électrique assurant la stabilité de l'ensemble.

Une variété d'indicateurs de poste de pilotage peut être commandée par un compas gyrosyn, y compris des instruments à rose fixe ou des instruments à rose mobile comme l'indicateur radio magnétique (RMI) ou l'indicateur de situation horizontale (HSI).
Tous les compas gyrosyn possèdent un ensemble de composants de base dont le fonctionnement est identique quel que soit le type d'aéronef.

a/ *TRANSMETTEUR DE CAP À DISTANCE :* Il détecte le champ magnétique terrestre et se trouve habituellement dans un emplacement où les perturbations magnétiques sont réduites. L'élément détecteur est à suspension pendulaire à l'intérieur d'une cuve étanche (remplie de liquide afin d'éviter les balancements trop importants) et peut se maintenir dans un plan horizontal tant que l'angle de tangage ne dépasse pas 30 degrés dans un sens ou dans l'autre. Lors de grandes variations de cap, de vitesse ou d'angle de tangage, l'élément détecteur s'écarte du plan horizontal et fournit des signaux erronés. Ceux-ci ont peu d'effet grâce à la stabilisation qu'assure le gyro et, après le retour en vol rectiligne en palier, le détecteur émet à nouveau des signaux d'orientation corrects.

b/ *GYROSCOPE :* Le principe gyroscopique de fixité dans l'espace est appliqué afin de conserver une position fixe au cours des virages de l'aéronef. Sa rotation autour du gyro est alors relayée électriquement à l'indicateur de cap.

c/ *MÉCANISME DE REDRESSEMENT :* Un érecteur (moteur créant un couple de

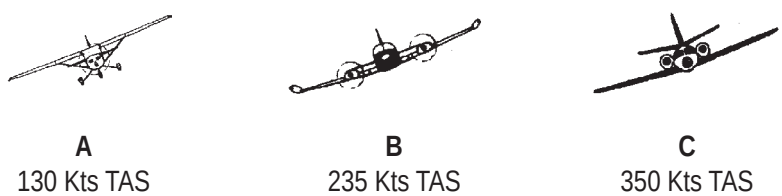


FIG. 2-32 • MÊME INCLINAISON LATÉRALE, MAIS VITESSES DIFFÉRENTES

redressement) permet de garder l'axe de rotation du gyro dans un plan horizontal.

d/ *AMPLIFICATEUR :* Il assure la coordination et la distribution de tous les signaux électriques. La phase des signaux issus du transmetteur de cap à distance est détectée afin d'assurer le lever de doute de 180 degrés, puis les signaux sont envoyés au moteur couple d'asservissement dans le but de maintenir l'axe de rotation du gyro dans l'alignement de la direction nord-sud magnétique. L'amplificateur délivre également un courant de haute tension au moteur couple d'asservissement pendant les recalages rapides.

e/ *INDICATEUR DE CAP :* Voir **Fig. 2-27**.

Nota :

Certains compas gyrosyn peuvent fonctionner sans asservissement sous les latitudes extrêmes nord ou sud, là où le champ magnétique terrestre est déformé ou trop faible. Dans ce cas :

a. le transmetteur de cap à distance ne fonctionne plus;
b. le gyro doit être recalé manuellement au cap et ne sert donc plus que de référence directionnelle;
c. la rotation de l'aéronef autour du gyro est toujours relayée électriquement à l'indicateur de cap;
d. une certaine correction de latitude est nécessaire pour compenser les effets de la précession apparente.

2.1.4
COMPAS MAGNÉTIQUE

A. GÉNÉRALITÉS

Le compas magnétique fut l'un des premiers instruments de vol à être utilisé. De nos jours encore, c'est souvent le seul instrument qui peut indiquer les directions, à bord d'appareils uniquement équipés pour le vol VFR. Le compas est un instrument fiable et complètement autonome, et c'est pour cette raison qu'il est extrêmement utile comme instrument de secours. Afin de pouvoir l'utiliser efficacement, le pilote doit en connaître les caractéristiques et comprendre certains des principes du magnétisme.

FIG. 2-33 • COMPAS MAGNÉTIQUE

B. PRINCIPES

Un aimant peut attirer des matériaux ferreux grâce à son champ magnétique externe. La force d'attraction est maximale aux pôles de l'aimant et minimale à mi-chemin. Des lignes de force partent de chacun de ces pôles et rejoignent le pôle opposé en décrivant une courbe, formant ainsi un champ magnétique.

La Terre est un aimant gigantesque dont les lignes de force sont orientées approximativement selon l'axe des pôles magnétiques nord et sud. Comme l'aiguille d'un compas de bord est suspendue librement, elle tend donc à s'aligner sur les lignes de force magnétiques de la Terre.

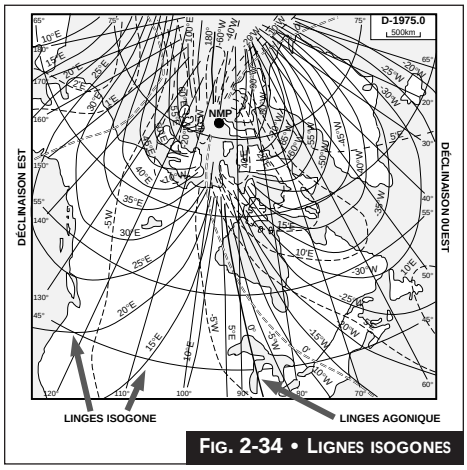


FIG. 2-34 • LIGNES ISOGONES

Les pôles magnétiques sont légèrement écartés des pôles géographiques. Les lignes de force ne suivent pas un parcours parfaitement géométrique car elles sont souvent déviées par la structure minérale de la couche terrestre. C'est pour cette raison qu'en un certain point géographique il y a normalement une différence angulaire, ou *déclinaison*, entre le nord magnétique et le nord vrai.

Bien que cette déclinaison ne soit pas égale en tous les points du globe, elle suit néanmoins un parcours déterminé. Les points d'égales déclinaisons peuvent être reliés par une *ligne isogone* qu'on peut tracer avec précision sur une carte (**Fig. 2-34**). En certains endroits, nous avons une déclinaison est, et en d'autres, une déclinaison ouest. Ces déclinaisons sont indiquées sur les cartes aéronautiques composées et sur les cartes en

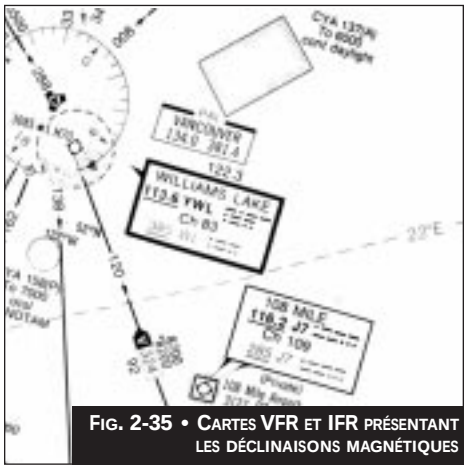


FIG. 2-35 • CARTES VFR ET IFR PRÉSENTANT LES DÉCLINAISONS MAGNÉTIQUES

route IFR (LE et LH) (**Fig. 2-35**) à l'aide de longs traits pointillés.

Le pilote doit bien comprendre ce qui différencie le nord vrai du nord magnétique puisque certaines directions utilisées en aéronautique sont exprimées par rapport au nord magnétique tandis que d'autres le sont par rapport au nord vrai. Par exemple, les indicateurs de direction, y compris le compas magnétique, donnent le cap en fonction du nord magnétique, d'où les indications magnétiques des routes, des caps et des pistes. Les cartes sont cependant établies suivant le nord vrai. En outre, la direction du vent est habituellement donnée par rapport au nord vrai, sauf le vent de surface qui, lui, est fourni par la tour en degrés magnétiques.

La déclinaison entre en jeu lorsque l'on convertit une direction vraie en direction magnétique et vice versa. En effet, pour obtenir le relèvement magnétique d'un point, *il faut soustraire de l'azimut vrai la déclinaison est ou lui ajouter la déclinaison ouest* selon le cas (**Fig. 2-36**). Si par contre l'on désire un cap vrai à partir d'un cap magnétique, il faut effectuer les calculs inverses.

C. *Inclinaison magnétique*

Les lignes de force du champ magnétique terrestre passent par le centre du globe pour sortir aux deux pôles magnétiques et revenir au pôle opposé en décrivant une courbe (**Fig. 2-37**). Près de l'équateur, ces lignes sont presque parallèles à la surface terrestre tandis qu'elles s'inclinent vers celle-ci en s'approchant des pôles, et encore davantage dans la région immédiate des pôles magnétiques. Comme les pôles d'un compas ont tendance à s'aligner sur les lignes de force magnétique, l'aimant d'un compas s'incline donc vers la surface terrestre comme le font les lignes de force.

D. *Description d'un compas*

Le compas magnétique d'un aéronef est un instrument simple et autonome. Il est constitué d'un boîtier étanche dans lequel se trouve un pivot et un flotteur qui comprend deux ou plusieurs aimants (**Fig. 2-33**). Sur une *rose compas* solidaire du flotteur sont indiqués les points cardinaux (nord, est, sud et ouest) par les lettres correspondantes. Chaque intervalle de 30° est représenté par un nombre auquel on a enlevé le dernier zéro. Par exemple, 30° est indiqué par le chiffre 3. Une rose compas ressemble en fait à un bol retourné et reposant en équilibre sur la pointe d'un crayon. La rose peut tourner librement et s'incliner jusqu'à 18°.

Fig. 2-35B • Carte VFR avec l'indication de variation magnétique

Le boîtier est rempli d'un kérosène blanc non corrosif qui sert à atténuer les oscillations du flotteur et à lubrifier le pivot. Ce dernier est monté sur un ressort pour réduire davantage les vibrations de l'aéronef pour que l'on puisse lire plus facilement les caps compas. À l'avant de l'instrument, une fenêtre vitrée est partagée par une ligne de foi. Des aimants de compensation sont insérés dans le boîtier pour corriger les caps en fonction des faibles champs magnétiques crées par les composants de l'aéronef, comme nous le verrons ci-dessous.

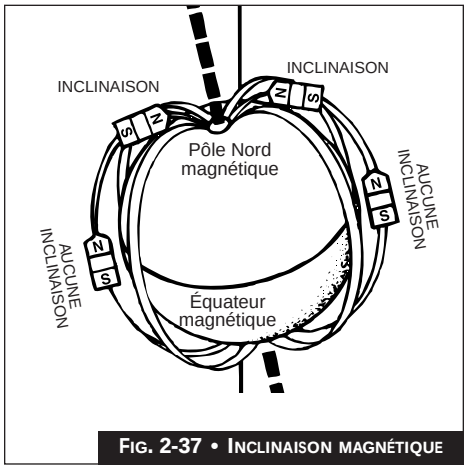


Fig. 2-37 • Inclinaison magnétique

E. *Erreurs compas*

1. *Déviation :* L'aiguille d'un compas est influencée par les équipements électriques de bord sous tension et par les composants en métal

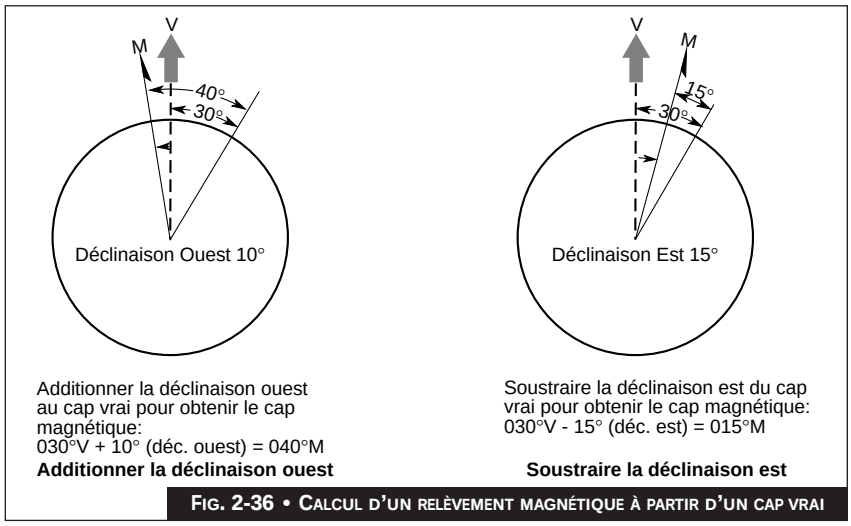


Fig. 2-36 • Calcul d'un relèvement magnétique à partir d'un cap vrai

ferreux. Ces champs magnétiques internes ont tendance à écarter l'aiguille du nord magnétique, écartement qu'on appelle déviation. Celle-ci varie suivant les équipements électriques utilisés.

Ce champ magnétique local peut également être modifié par une défaillance mécanique soudaine de l'aéronef, par l'installation d'un équipement radio additionnel ou différent, ou encore par un travail mécanique important sur un moteur. Le remplacement du vilebrequin ou de l'hélice par exemple joue un rôle fort important dans la modification du magnétisme inhérent puisque ceux-ci tournent dans des champs magnétiques variés.

Afin de minimiser ces déviations, il faut vérifier et compenser périodiquement le compas en réglant les aimants de compensation. C'est ce qu'on appelle faire la «régulation du compas». Au cours de la compensation, on vérifie le compas tous les 30°. On fait ensuite les corrections nécessaires à chacun de ces points, et la différence relevée entre les caps magnétiques et les caps compas est indiquée sur une *carte de déviation compas* (**Fig. 2-38**). Lorsqu'il suit un cap compas, le pilote doit se référer à cette carte et effectuer la correction appropriée pour suivre le cap choisi. Pour maintenir la précision, le pilote doit s'assurer qu'aucun objet métallique tel qu'une lampe de poche ou des lunettes de soleil à monture métallique ne se trouve près du compas, car ces articles peuvent induire des erreurs assez importantes.

2. *ERREUR DUE À L'INCLINAISON :* Comme nous l'avons mentionné précédemment, la rose compas tend à s'aligner sur le champ magnétique terrestre. Au niveau de l'équateur, cela ne pose à vrai dire aucun problème, mais lorsque l'aéronef se rapproche de l'un des pôles magnétiques, l'erreur due à l'inclinaison s'accentue.

Le présent manuel ne traite que de l'erreur due à l'inclinaison dans l'hémisphère nord. (Cette erreur dans l'hémisphère sud est dans le sens opposé.) *L'erreur de virage au nord* est la plus importante (**Fig. 2-39**).

La rose compas est montée de façon que son centre de gravité se trouve bien au-dessous du point d'appui du pivot sur lequel elle repose. Lorsque l'aéronef est en virage, la rose s'incline aussi sous l'effet de la force centrifuge. Dans ce cas, la composante verticale du champ magnétique terrestre fait pencher la rose dans le sens du virage.

Cette erreur est beaucoup plus évidente en virage aux caps nord ou sud. En virage à partir du cap nord, le compas indique brièvement un virage dans le sens opposé.

CAP LU	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
CAP CORRIGÉ	359°	30°	60°	88°	120°	152°	183°	212°	240°	268°	300°	329°

FIG. 2-38 • CARTE DE DÉVIATION COMPAS

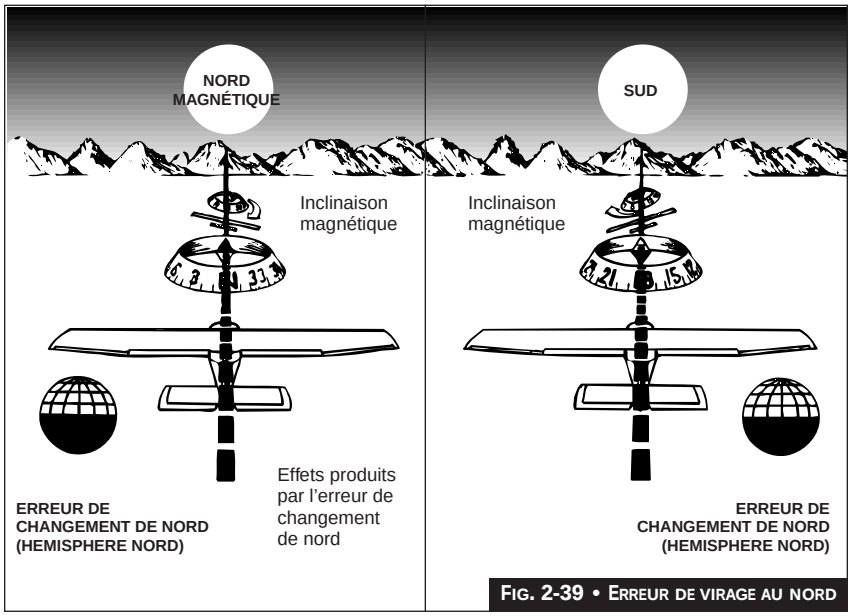


FIG. 2-39 • ERREUR DE VIRAGE AU NORD

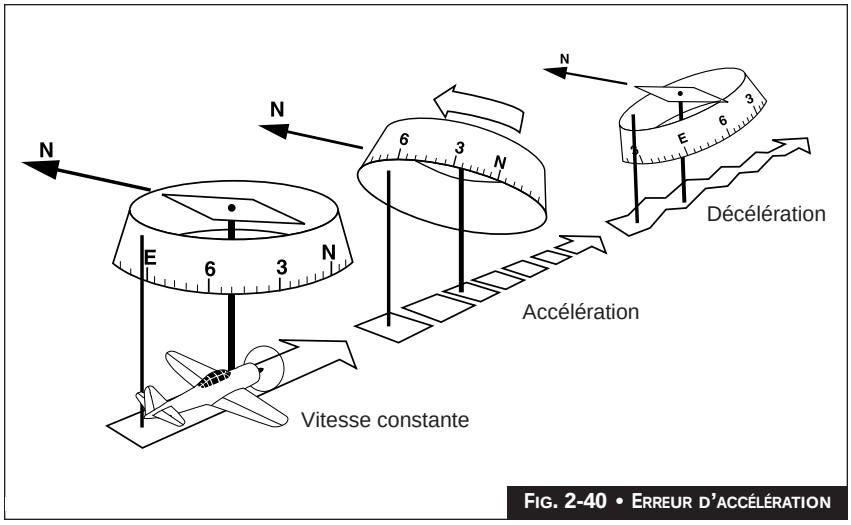


FIG. 2-40 • ERREUR D'ACCÉLÉRATION

Par contre, si le virage s'effectue à partir d'un cap sud, l'indication compas a lieu dans la bonne direction, mais est obtenue beaucoup plus rapidement qu'elle ne survient en réalité. En conséquence, si un aéronef effectue un virage de 360° vers la droite à partir du nord, la rose tourne d'abord dans la mauvaise direction, puis rattrape le bon cap à l'est, dépasse largement le virage au cap sud, indique à peu près le bon cap en ouest puis enfin ralentit lorsque l'aéronef revient au cap nord.

Il faut comprendre que l'erreur de virage au nord ne survient qu'en virage.

Les *erreurs dues aux accélérations* surviennent au cours des changements de vitesse et sont les plus importantes aux caps est et ouest. Elles résultent de l'influence de l'inertie et de l'inclinaison magnétique. En raison de son inertie, lorsque l'aéronef accélère, la rose compas, tout comme un pendule, s'incline légèrement pendant un instant et perd sa référence au nord magnétique. Par conséquent, lorsqu'un aéronef accélère dans une direction est ou ouest, la rose indique brièvement un virage vers le nord (**Fig. 2-40**). L'inverse a lieu lorsque l'aéronef ralentit. S'il réduit sa vitesse sur un cap approximatif est ou ouest, l'effet de balancier fait tourner la rose vers le sud.

À cet effet, les pilotes devraient se rappeler le sigle **ANDS** ***: accélération nord, décélération sud.***

F. Utilisation du compas magnétique

Il devrait maintenant être évident que le compas magnétique n'est précis que si l'aéronef est en vol horizontal rectiligne et uniforme. Les virages au compas magnétique peuvent être davantage précis si l'on se sert également du contrôleur de virage et de la montre.

Dans un virage au taux standard, comme l'indiquent les repères inférieurs du contrôleur de virage, un aéronef décrit un arc de 360° en deux minutes, c'est-à-dire 3°/s. En divisant par trois le nombre de degrés du virage prévu, on peut déterminer le temps requis en secondes pour exécuter le changement de cap désiré au taux standard. À la sortie du virage au nouveau cap, il faut attendre quelques secondes pour que le compas se stabilise. Le pilote peut alors vérifier le nouveau cap.

Fig. 2-41 • Indicateur de directeur de vol

2.1.5
Ensemble directeur de vol

A. Généralités

Un ensemble directeur de vol (FDS) réunit plusieurs instruments décrits précédemment pour fournir une indication facilement identifiable de la trajectoire de vol d'un aéronef. La trajectoire préprogrammée et calculée automatiquement donne les directives d'orientation nécessaires pour obtenir et maintenir la trajectoire désirée.

Un ensemble directeur de vol comprend essentiellement un indicateur de directeur de vol (FDI), un indicateur de situation horizontale (HSI), un sélecteur de mode et un calculateur de directeur de vol. Les paragraphes qui suivent décrivent un FDS de type courant.

B. Indicateur de directeur de vol

Un indicateur de directeur de vol (**Fig. 2-41**) comporte :

1/ un indicateur d'assiette;
2/ une maquette d'avion fixe;
3/ des barres directrices de tangage et de roulis;
4/ un index d'alignement de descente;
5/ un index d'écart d'alignement de piste;
6/ un indicateur de glissade - dérapage;

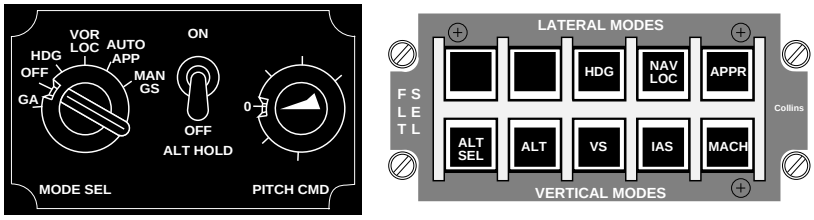


Fig. 2-42 • Sélecteurs de mode du directeur de vol

7/ des drapeaux d'alarme gyro, calculateur et alignement de descente.

1. *MAQUETTE D'AVION FIXE :* L'assiette d'un aéronef par rapport à l'horizon naturel est représentée par la maquette et les barres directrices. Le pilote peut régler la maquette sur l'un des trois modes du directeur de vol. Lorsque les barres directrices sont armées, le pilote n'a qu'à placer la maquette entre ces barres.

2. *BARRES DIRECTRICES :* Les barres directrices se déplacent vers le haut en montée ou vers la base en descente et s'inclinent sur la gauche ou la droite pour fournir des indications de roulis. Elles montrent l'angle d'inclinaison calculé pour les virages au taux standard afin de permettre au pilote d'atteindre et de suivre un cap ou une route choisie. Elles donnent également les directives en tangage qui permettent au pilote d'intercepter et de suivre un alignement de descente ILS et une assiette en tangage présélectionnés, ou de maintenir une certaine altitude barométrique. Afin de suivre ces directives, le pilote doit aligner la maquette sur les barres directrices. Si le pilote n'a pas besoin de ces barres, il peut les déplacer hors de sa vue.

3. *INDEX D'ALIGNEMENT DE DESCENTE :* L'index d'alignement de descente représente l'axe d'alignement de descente du système d'atterrissage aux instruments (ILS) et indique l'écart vertical de l'aéronef par rapport à cet axe. Les repères de l'échelle d'alignement de descente au centre indiquent la position de l'aéronef par rapport à l'alignement de descente.

4. *INDEX D'ÉCART D'ALIGNEMENT DE PISTE :* L'index d'écart, qui a l'aspect d'une piste, représente l'axe de l'alignement de piste ILS et apparaît lorsque l'aéronef se trouve sur l'alignement de descente. Son déplacement sur l'échelle donne l'écart latéral par rapport à l'alignement de piste et est environ deux fois plus sensible que la barre d'écart latéral de l'indicateur de situation horizontale (voir 2.1.5C).

5. *INDICATEUR DE GLISSADE - DÉRAPAGE :* Il fournit instantanément les indications de dérapage et de glissade.

6. *PANNEAU DE COMMANDES DU DIRECTEUR DE VOL :* Le sélecteur de modes et le panneau de commandes (**Fig. 2-42**) servent à introduire les informations nécessaires dont le FDS a besoin pour calculer les directives et les indications requises par le FDI.

   La commande de directives en tangage sert à afficher la pente de montée ou de descente désirée. Les *barres directrices* du FDS présentent alors l'assiette calculée pour maintenir la pente pré-sélectionnée. Le pilote peut choisir le mode HDG (cap), VOR/LOC (tenue d'axe VOR ou alignement de piste) ou AUTO APP ou G/S (interception automatique et tenue des alignements de piste et de descente). En mode AUTO, un calculateur entièrement automatique de choix de pente tient compte des performances de l'aéronef et du vent. Ce mode ne fonctionne que lorsque l'aéronef se trouve sur l'alignement de descente ILS. Des systèmes plus raffinés permettent des fonctions (modes) additionnels.

   Une pente de montée s'obtient en tournant la commande visée à droite, et une pente de descente s'obtient en la tournant à gauche. Le mode GS *(alignement de descente en manuel)* permet au pilote d'atteindre et de maintenir l'alignement de descente au moyen des indications en tangage. Le mode GA *(remise des gaz)* donne des informations en montée. Le pilote place les barres directrices pour former une pente de montée; celles-ci sont préréglées suivant les performances de l'aéronef et la pente est toujours la même. Le pilote peut combiner le mode GA et la fonction automanette.

NOTA :
Le mode GS est normalement utilisé lorsque le pilote intercepte l'alignement de descente par le haut.

   Le commutateur ALT HOLD (maintien de l'altitude) peut être positionné sur le mode HDG et VOR/LOC. Avant d'atteindre la trajectoire de descente, le pilote peut également mettre ce commutateur sur le mode AUTO APP. Dans ce cas, les directives en tangage sont fondées sur l'altitude barométrique indiquée par l'altimètre. Les barres directrices du FDI fournissent les informations de montée et de descente nécessaires pour maintenir l'altitude.

C. *INDICATEUR DE SITUATION HORIZONTALE*

L'indicateur de situation horizontale (HSI) a été conçu pour aider les pilotes à interpréter et utiliser les équipements de radionavigation de bord. Plusieurs types de HSI existent, mais tous ont la même fonction. Le HSI (**Fig. 2-43**) donne des informations obtenues du conservateur de cap, de l'indicateur radiomagnétique, de l'indicateur de route et de l'indicateur de distance. Il peut également donner les informations fournies par le VOR, le DME, l'ILS ou le radiocompas automatique (ADF).

Le cap de l'aéronef est lu sur la rose mobile compas en dessous de la ligne de foi. Cette rose est graduée à 5° d'intervalle. L'aiguille de relèvement fournit des relèvements magnétiques de la station sol choisie (VOR ou ADF). La maquette fixe et la barre de route mobile donnent la position de l'aéronef par rapport à la route affichée (VOR ou alignement de piste ILS).

Lorsqu'une station VOR est choisie, le repère de déviation intérieur sur l'échelle d'écart de route représente environ 5° et le repère extérieur, environ 10° (pour plus de détails, voir le manuel d'exploitation de l'aéronef). En mode ILS cependant, le repère de déviation intérieur indique environ 1 1/4° et le repère extérieur 2 1/2° suivant la largeur réelle de l'alignement de piste. Le dispositif de mesure de distance (DME) présente la portée oblique en milles marins de la station DME choisie et, selon l'équipement, il peut fonctionner en mode ILS.

Le pilote peut afficher la route qu'il désire sur toute la circonférence (360°) au moyen du sélecteur de route. Il lui suffit d'amener la flèche sur la route choisie (rose de l'instrument) en tournant le sélecteur de route. Il vérifie ensuite la précision de l'affichage en regardant dans la fenêtre de sélection de route. Lorsque la pointe de l'*indicateur TO-FROM* est dans le sens de la flèche de route, elle indique que, si l'appareil maintient la trajectoire choisie, il se rendra à la station. L'inverse peut être obtenu si la pointe de cet indicateur est orientée vers la route inverse.

Pour intercepter une route en rapprochement, le pilote affiche la route désirée dans la fenêtre et vérifie si l'indication TO-FROM est dans le sens de la flèche de route. Il effectue ensuite un virage, au plus court, vers un cap d'interception en s'assurant que la flèche de route demeure dans la partie supérieure du HSI et qu'elle forme un angle d'interception approprié. L'aiguille de relèvement doit se trouver entre la ligne de foi et la flèche de route. L'angle ne devrait pas dépasser 90° par rapport à la route choisie.

Pour intercepter une route en éloignement, le pilote affiche la route choisie dans la fenêtre et s'assure que l'indicateur TO-FROM est orienté vers la queue de la flèche de route. Il tourne ensuite dans le sens le plus court vers une trajectoire d'interception de sorte que la pointe de la flèche de route soit placée dans la moitié supérieure du HSI, en formant un angle d'interception approprié (normalement 45°).

Immédiatement après le survol de la station, le pilote intercepte la trajectoire en éloignement en se plaçant parallèlement à cette dernière. Il affiche ensuite la trajectoire en éloignement dans la fenêtre et lorsque la barre de route et l'aiguille de relèvement se stabilisent, il relève l'écart de la trajectoire en degrés et tourne vers celle-ci du même nombre de degrés en compensant pour la dérive. L'angle d'interception ne doit pas dépasser 45°.

D. *CALCULATEUR DU DIRECTEUR DE VOL*

Les *sources d'information* du calculateur de vol élémentaire sont les suivantes:

1/ récepteurs VOR/alignement de piste/alignement de descente;
2/ gyro d'assiette;
3/ radioaltimètre;
4/ compas;
5/ capteurs barométriques.

Le calculateur utilise ces informations pour fournir des *directives d'orientation* qui permettent au pilote :

1/ de suivre un cap donné;
2/ de maintenir une certaine assiette prédéterminée en tangage;
3/ de maintenir une altitude;
4/ d'intercepter et de

FIG. 2-43 • INDICATEUR DE SITUATION HORIZONTALE

maintenir une certaine radiale VOR ou l'alignement de piste;

5/ de suivre un alignement de descente ILS.

E. Autres types de systèmes directeurs de vol

Comme les systèmes directeurs de vol varient considérablement. Dans les aéronerfs munis d'un système de gestion de vol (FMS), le directeur de vol es plus complexe et reçoit les informations de plusieurs capteurs et comprend un calculateur additionnel. Les pilotes doivent consulter le manuel d'exploitation de leur aéronef pour obtenir des informations particulières.

F. Système électronique d'instruments de vol (EFIS)

Dans le système EFIS, des tubes à rayons cathodiques (CRT) remplacent les instruments classiques électromécaniques. Ces tubes présentent les informations de vol de manière très semblable à celles des instruments électromécaniques, mais ils offrent en outre la possibilité de sélectionner et d'afficher des informations supplémentaires, et permettent de modifier la présentation.

Les deux instruments EFIS les plus couramment utilisés sont *l'indicateur électronique de situation horizontale* (EHSI) et *l'indicateur électronique de directeur d'assiette* (EADI) (**Fig. 2-44 et Fig. 2-45**). On peut également les désigner Écran ND (Écran des données de navigation) ou Écran PFD (Écran de données de vol principales). Le dispositif peut aussi comprendre l'affichage à fonctions multiples (MFD) sur un écran cathodique plus grand, ce qui permet l'étalement des données de l'indicateur de situation horizontale et du radar, ainsi que celui des instruments de navigation. En outre, d'autres données peuvent être incluses comme les listes de vérification, les procédures d'urgence, etc. (voir **Fig. 2-46**). Des informations de provenance variées peuvent être intégrées et affichées sous forme de combinaisons diverses, suivant l'équipement installé.

L'EFIS utilise des données provenant de plusieurs sources y compris :

1/ du récepteur VOR/radiophare d'alignement de piste/radiophare d'alignement de descente/TACAN/système d'atterrissage hyperfréquences (MLS);

2/ de l'assiette longitudinale, de l'angle de roulis, le taux de virage sur un cap et les données d'accélération provenant d'une centrale de cap et de verticale (AHS) ou de gyrovertical, du système compas et de l'accéléromètre longitudinal classique;

3/ de l'altimètre radar;

4/ de la centrale aérodynamique;

5/ du DME;

6/ des systèmes de navigation de surface (RNAV) (c-à-d. ONS, INS, VLF, LORAN, GPS, etc.);

7/ du système de navigation vertical;

8/ du système radar météorologique;

9/ de l'ADF.

Fig. 2-44 • Écran principal de vol

Un EFIS type comprend un écran principal de vol, un écran de navigation, un panneau de sélection d'affichage, une unité de traitement d'affichage, un panneau radar météorologique, un écran multifonctions et un processeur multifonctions.

1. *Écran principal de vol (PFD) :* Le PFD type est un écran couleur à rayons cathodiques ou à cristaux liquides qui présente l'assiette de l'aéronef et les directives de vol du circuit des commandes de vol, y compris les écarts du VOR, du radiophare d'alignement de piste, du TACAN ou de la RNAV, ainsi que ceux d'alignement de descente ou d'altitude présélectionnés. L'annonce du mode du circuit des commandes de vol, de l'engagement du pilote automatique, l'annonce de la source d'assiette, l'annonce de radioborne, le réglage et l'annonce d'altitude radar et de hauteur de décision, l'alerte d'écart de l'indicateur lent-rapide ou d'angle-altitude ainsi que les écarts excessifs de l'ILS (en configuration de Catégorie II) peuvent également être affichés. (**Voir Fig. 2-44**).

2. *Écran de navigation (ND) :* L'écran type

ND est un écran couleur à rayons cathodiques ou à cristaux liquides qui présente une vue en plan de la situation de navigation de l'aéronef dans le plan horizontal. Les informations affichées comprennent : le cap compas, le cap sélectionné, le VOR, le radiophare d'alignement de piste ou la route et l'écart de route RNAV choisies (y compris le type d'annonce ou d'écart), l'annonce de la source de navigation, l'affichage numérique de la route choisie et de la trajectoire voulue, les écarts ILS excessifs (en configuration de Catégorie II), l'indication TO/FROM, l'annonce de l'alignement arrière du radiophare d'alignement de piste, la distance à la station/point de cheminement, le MGP de l'alignement de descente ou la vitesse-sol de l'écart VNAV, le temps restant, le temps écoulé ou les données sur le vent, la route et l'annonce de la source à partir d'une deuxième source de navigation, l'alerte de cible de radar météorologique, l'alerte de point de cheminement lorsque la RNAV est la source de navigation et une aiguille relèvement qui peut être entraînée par les sources VOR, RNAV ou ADF telles quelles sont choisies sur le panneau de sélection d'affichage. Le ND peut être également utilisé en mode d'approche ou en route avec ou sans données radar météorologiques comprises dans l'affichage. (**Voir Fig. 2-45**).

3. *Panneau de sélection d'affichage (DSP) :* Le panneau de sélection d'affichage permet de choisir les capteurs de navigation, les aiguilles de relèvement, le format, les données de navigation (vitesse-sol, le temps restant, l'heure et la direction/vitesse du vent), ainsi que la VNAV (si l'aéronef est équipé d'un tel système), la source météo ou la deuxième source de navigation au ND. Le panneau comporte également un bouton DH SET qui permet de régler l'altitude de décision au PFD. En outre, la route, la route directe vers un point, le cap et le synchronisateur de cap sont choisis à partir du DSP.

4. Processeur d'affichage (DPU) : Le processeur d'affichage assure le traitement et la commutation des signaux d'entrée du capteur, des signaux de déviation et vidéo nécessaires et fournit l'alimentation pour les écrans de vol électroniques. Le DPU peut faire fonctionner deux écrans de vol électroniques à l'aide de divers signaux de déviation et vidéo. Par exemple, un PFD sur un écran et un ND sur l'autre.

Fig. 2-45 • Écran de navigation EFIS

5. *Panneau de radar météorologique (WXP) :* Le panneau de radar météorologique permet le contrôle du MODE (OFF, STBY, TEST, NORM, WX et MAP), la sélection de PORTÉE (10, 25, 50, 100, 200 et 300 nm) et des commandes de fonctionnement du système pour l'affichage des données radar météorologiques sur le MFD et le ND lorsque le RDR est choisi sur le MFD et(ou) le panneau de sélection d'affichage.

Figure 2-46 • Affichages d'autres données sur les écrans EFIS

6. *Écran multifonctions (MFD) :* L'écran multifonctions est un écran couleur à rayons cathodiques ou à cristaux liquides installé sur le tableau de bord dans l'espace généralement prévu pour l'indicateur de radar météorologique. Parmi les fonctions standard qu'affiche l'unité figurent le radar météorologique, la cartographie de navigation topographique et, sur certains systèmes, la liste de vérification et d'autres données d'exploitation. En outre, le MFD peut afficher les données de vol ou les données de navigation en cas de mauvais fonctionnement du PFD ou du ND (voir **Fig. 2-46**).

7. *Processeur multifonctions (MPU) :* Le processeur multifonctions assure le traitement et la commutation des signaux d'entrée du capteur ainsi que des signaux de déviation et vidéo nécessaires pour l'écran multifonctions. Le MPU peut fournir les signaux de déflexion et vidéo aux écrans PFD et ND en cas de panne de l'un des processeurs d'affichage ou des deux.

Fonctions EFIS

L'EFIS fournit au pilote les fonctions ordinaires suivantes :

a/ affichage large facile à interpréter 5 po sur 5 po ou 5 po sur 6 po pour les PFD et les ND;
b/ écrans dont la visibilité est de qualité supérieure même dans des conditions d'éclairage complet diurne du poste de pilotage;
c/ représentation complète de la Terre et du ciel sur le PFD qui ajoute au réalisme de l'affichage de l'assiette;
d/ affichage seulement des données nécessaires au moment opportun; par exemple, le GS, le LOC et l'altitude radar peuvent être présentés au cours de l'approche et supprimés en route pour diminuer le désordre à l'écran;
e/ choix de centrales à composantes liées qui permettent le choix des présentations de la barre V ou d'aiguilles croisées sur le PFD, et l'ajout d'un affichage de commande de vitesse;
f/ formats multifonctions et ND pouvant être choisis par le pilote; par exemple : la rose compas complète ou des sections de la rose (modes approche ou en route) avec ou sans radar météorologique;
g/ le mode supérieur de pilotage automatique et de directeur de vol et l'annonce de la source NAV.

NOTA:
La présente rubrique n'a traité que d'une façon très superficielle de l'EFIS en général. Il est important que les procédures d'exploitation particulières de l'aéronef soient consultées pour de plus amples détails.

2.1.6
DIVERS INSTRUMENTS

A. SYSTÈME DE SURVEILLANCE DU TRAFIC ET D'ÉVITEMENT DES COLLISIONS (TCAS)

1. *VUE D'ENSEMBLE :* Le système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS) est un système autonome embarqué qui est connu également sous le nom de système de bord anticollision (TCAS). Il est conçu pour servir d'appui au système ATC et de complément au concept «voir et éviter». Le TCAS comprend quatre antennes montées sur l'aéronef, un calculateur TCAS et un transpondeur mode S, ainsi que des écrans et des commandes installés dans le poste de pilotage. Le TCAS II balaie en permanence l'espace aérien autour d'un aéronef, et cherche à obtenir des réponses d'autres aéronefs au voisinage au moyen de leurs transpondeurs ATC. Les réponses de transpondeurs sont suivies par le système TCAS. Les trajectoires de vol sont fondées sur ces trajectoires suivies par le TCAS. Les trajectoires qui prévoient traverser une *zone de collision* autour de l'aéronef équipé de TCAS II sont annoncées par le TCAS qui fournit deux types d'avis : *un avis de circulation* ou *TA* et un *avis de résolution* ou *RA*. Le TCAS fournit une *alerte en fonction du temps* en ce sens que les dimensions physiques d'une *zone d'avertissement* varieront selon la vitesse de rapprochement (voir **Fig. 2.47**).

Le TCAS calcule continuellement les positions des aéronefs selon leurs trajectoires prévues. Les TA et RA sont par conséquent mis à jour constamment et fournissent des avis et des informations de position en temps réel.

Un *avis de circulation* est affiché *35 à 48 secondes* à partir du moment où il est prévu que l'aéronef intrus pénétrera dans la zone de collision de l'aéronef équipé d'un TCAS. Les renseignements de circulation comprennent la distance, le relèvement et l'altitude de l'aéronef intrus par rapport à celui équipé de TCAS. L'équipage de conduite doit utiliser cette information comme une aide de repérage visuelle de

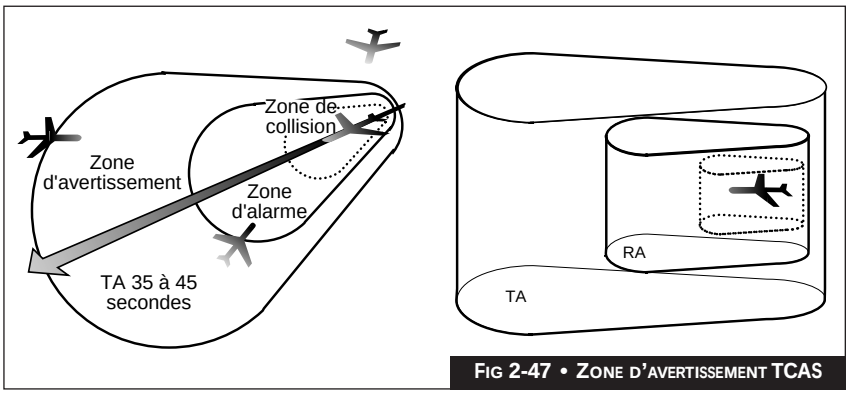


FIG 2-47 • ZONE D'AVERTISSEMENT TCAS

l'aéronef intrus afin d'éviter un conflit.

Le TCAS II surveille également une dimension de la *zone d'avertissement*, déterminée selon le temps, qui s'étend au cours d'une période de *20 à 30 secondes* à partir du moment où l'aéronef intrus pénétrera dans la zone de collision de l'aéronef équipé de TCAS. Si un aéronef intrus pénètre dans la *zone d'avertissement*, une stratégie d'évitement sous forme d'un *avis de résolution* est fournie par le système. L'avis de résolution consiste en une manoeuvre verticale recommandée par le TCAS II qui doit être effectuée ou évitée afin d'accroître ou de maintenir l'espacement vertical par rapport à un aéronef intrus. Le TCAS III peut également ordonner des manoeuvres dans le plan horizontal. L'avis de résolution *(RA)* sera fourni de façon *visuelle* et *sonore*. Il consistera en un avis de correction, invitant à changer la vitesse verticale de l'aéronef, ou un avis préventif, destiné à limiter les changements de vitesse verticale.

Une fois que la trajectoire de vol de l'aéronef intrus n'est plus en conflit avec la zone de collision de l'aéronef équipé d'un TCAS, le système annonce *«CLEAR OF CONFLICT»* (plus de conflit) pour confirmer que le croisement est terminé. L'équipage de conduite devrait alors reprendre le profil de vol conforme à l'autorisation originale.

Le TCAS fournit des avis de résolution et des avis de circulation par rapport à un aéronef intrus, grâce aux transpondeurs ATC qui fournissent des réponses en *mode C et mode S*. Dans ces réponses figure également l'altitude. Le TCAS utilise les données d'altitude pour calculer l'avis de résolution. *Il peut fournir seulement des avis de circulation sur la position des aéronefs intrus dont les réponses des transpondeurs sont fournies en mode A (non-indication d'altitude).*

DANGER :
Le TCAS ne peut fournir aucune alerte quant à d'éventuels conflits avec d'autres aéronefs si les transpondeurs de ces derniers ne sont pas en fonctionnement.

2. *AFFICHAGE D'AVIS DE CIRCULATION TCAS :* L'avis de circulation TCAS peut être affiché sur un écran plat à cristaux liquides sous forme TA/RA/VSI, qui remplace le IVSI classique. (**Fig 2-48**) Sur cet écran, le variomètre (VSI) présente les fonctions supplémentaires d'affichage de circulation et d'avis de résolution, en plus d'autres renseignements sur la circulation qui sont destinés à sensibiliser davantage le pilote à la situation. Le dispositif de commutation interne du TCAS présente automatiquement un affichage de circulation TCAS sur le VSI lorsqu'un avis sur la circulation est nécessaire.

FIG. 2-48 • AVIS DE RÉSOLUTION «MONTEZ» DU TCAS

Une maquette en blanc d'un avion est affichée dans le centre inférieur du VSI représentant votre aéronef équipé d'un TCAS. Le système comprend également un cercle de distance blanc sur lequel sont gravés 12 traits dont chacun correspond à une position normale dans le sens horaire. Le cercle de distance qui entoure la maquette a un rayon de 2 nm et son but est d'aider à interpréter les renseignements du TCAS sur la circulation.

Le TCAS comporte des zones d'avis visuel codées en couleur juste à l'intérieur et proches de l'échelle VSI. Ces indications codées en couleur renseignent le pilote sur la plage de vitesse verticale qui DOIT ÊTRE ÉVITÉE (ROUGE). Si une modification de la vitesse verticale s'impose, la plage précise de vitesse verticale à laquelle le pilote doit voler s'éclaire en VERT. Par exemple, en cas d'un message d'avis de correction «CLIMB - CLIMB - CLIMB» (Montez, Montez, Montez), la plage de vitesse verticale PROHIBITED RED peut s'étendre de l'extrême limite de descente à ± 1 500 pi/min telle qu'illustrée sur la **Fig. 2-48**. La zone VERTE «fly-to» s'affiche de +1 500 pi/min à +2 000 pi/min.

Sur la **Fig. 2-48**, l'avis de résolution (RA) et de la manoeuvre d'évitement de la circulation (carré de couleur rouge) est

indiqué comme 300 pieds au-dessous et en descente. L'avis sur la circulation (TA) (cercle de couleur jaune) est illustré sous forme de 500 pieds au-dessous et en descente, tandis que l'avis de proximité de la circulation (losange de couleur bleu-vert) est illustré sous forme de 1 200 pieds au-dessous et en descente.

3. *Considérations du pilote :* Toutes les fois qu'un pilote déroge à une altitude autorisée pour se conformer à un avis de résolution TCAS, il doit en informer l'ATC dès que possible et retourner à l'altitude qui lui a été assignée aussitôt que possible après le croisement avec l'aéronef concerné.

   Les avis des systèmes d'avertissement de proximité du sol (GPWS) ont la priorité sur les avis TCAS.

   Si le vibreur de manche se déclenche au cours d'une manoeuvre RA, le pilote devrait immédiatement abandonner la manoeuvre et exécuter la procédure de sortie de décrochage.

B. *Collimateur de pilotage (HUD)*

Un collimateur de pilotage (HUD) est un dispositif électro-optique qui affiche les données de vol près du pare-brise frontal de façon à ce que le pilote puisse surveiller simultanément les instruments de bord et l'environnement extérieur (avant).

Présentation

Un collimateur reçoit les données de contrôle, de performances et de navigation de l'aéronef et des données connexes des calculateurs et capteurs embarqués. Les données reçues sont alors projetées dans un viseur pour leur visualisation tête haute. La symbologie est focalisée à l'infini par souci d'une efficacité optimale et du confort du pilote. Souvent, l'information est présentée sous forme numérique. L'information de tangage de l'aéronef est affichée sous forme de lignes de tangage stylisées (repère de tangage).

Avantages

L'avantage le plus considérable qu'offre le collimateur de pilotage est qu'il permet au pilote de surveiller les données de vol et de navigation tout en gardant la tête haute. Cet avantage est intuitivement évident lors d'une approche vers un aéroport en IMC, proche des minimums, ou lorsqu'on vole en VMC dans une région terminale achalandée. Il y a moins de risques que le pilote néglige la maîtrise de son appareil pendant qu'il scrute l'environnement de la piste et, en outre, la transition des instruments aux références visuelles se fait plus facilement.

Inconvénients

Une multitude de renseignements peuvent être affichés sur un collimateur de pilotage (**Fig. 2-49**). Toutefois, la taille limitée de l'écran du collimateur a une répercussion énorme sur l'utilisation aisée du système. Si les données sont affichées en mode analogique, la symbologie devient très active et donne l'aspect d'un fouillis. Par contre, si les affichages sont de type numérique, le pilote n'a pas alors accès rapidement aux données de tendance, ce qui augmente donc sa charge de travail pendant le vol. Les affichages numériques de vitesse et d'altitude provoquent la plus grande des consternations. Pour venir à bout de ce problème, on a équipé la génération la plus moderne d'aéronefs de collimateurs grand angulaire.

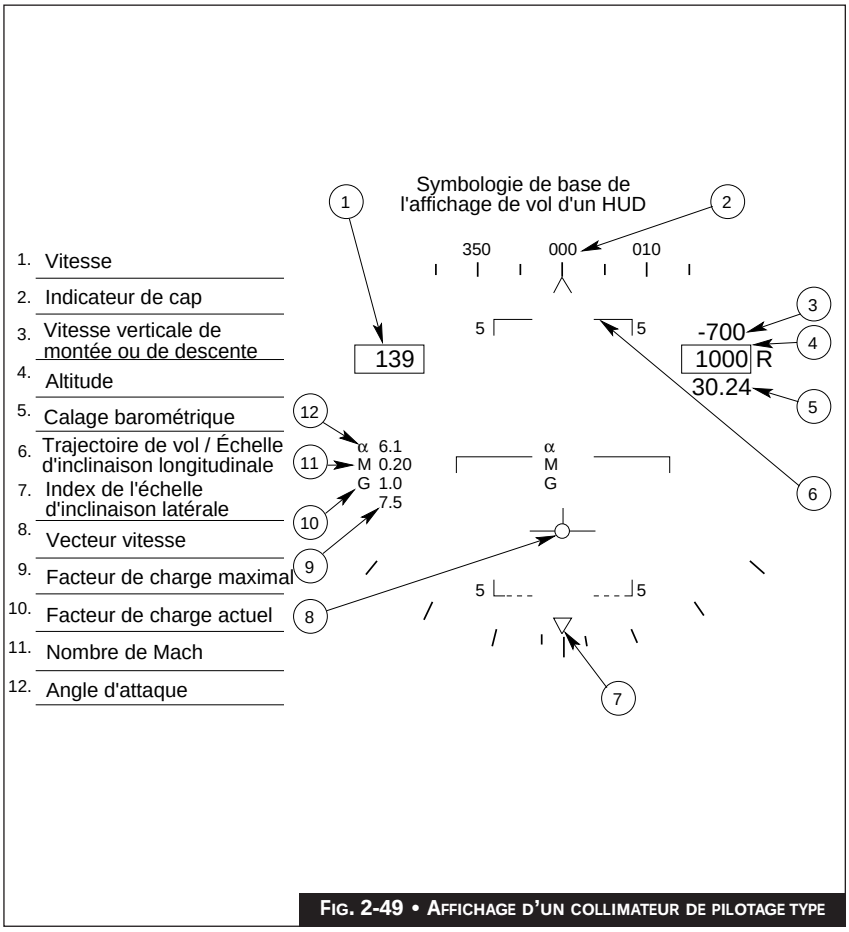


Fig. 2-49 • Affichage d'un collimateur de pilotage type

Bien que le regroupement des données sur un collimateur de pilotage réduise le nombre de mouvements de la tête requis pendant le vol aux instruments, la contre-vérification peut cesser si le pilote ne continue pas d'effectuer un balayage ordonné des données individuelles qu'affiche le collimateur. Étant donné que les symboles affichés sur le collimateur sont relativement petits et très proches, il semble qu'il y ait une tendance subconsciente à regarder fixement le collimateur sans réellement prendre conscience des paramètres du vol («fixation magique»).

Un collimateur nécessite un arrière-plan approprié pour que le pilote puisse voir les données projetées. *Le brouillage* de la symbologie du collimateur peut se produire dans des conditions de forte intensité lumineuse comme lorsqu'on regarde en direction du soleil ou lorsqu'on se trouve en courte finale la nuit (en raison du balisage lumineux de piste et d'approche). De même, en raison de la nature d'un collimateur de pilotage, on ne peut recourir à des arrières-plans de couleur pour améliorer l'affichage. Par exemple, la différence entre une assiette de cabré et une assiette de piqué n'est pas aussi évidente (en IMC) lorsqu'on l'observe sur un collimateur de pilotage que sur un indicateur d'assiette classique avec ses hémisphères bleu et noir qui représentent respectivement le ciel et le sol.

Un autre problème que pose le collimateur de pilotage réside dans le changement constant de l'intensité lumineuse de l'arrière-plan au fur et à mesure que l'aéronef pénètre dans des nuages ou des précipitations et en sort. L'exposition prolongée à une telle situation peut entraîner la fatigue oculaire et, dans des cas extrêmes, le mal de l'air ou la désorientation.

RÉSUMÉ

Bien que le collimateur de pilotage soit un système électro-optique imparfait, les avantages qu'il offre dépassent de loin ses inconvénients. C'est pour cette raison que les nouveaux aéronefs de transport en sont équipés.

C. RADAR MÉTÉOROLOGIQUE

La présente partie donne un bref aperçu de la théorie de fonctionnement du radar météorologique et de son utilisation en vol. L'utilisation du radar météorologique s'avère souvent le moyen le plus efficace d'éviter des conditions météorologiques défavorables en vol IFR. Quoique l'ATC ne néglige aucun effort pour informer les pilotes des zones où règnent de mauvaises conditions météorologiques et pour les guider afin qu'ils puissent les contourner, c'est la responsabilité du pilote d'éviter les conditions de mauvaise météo.

ATTENTION :
Le radar météorologique ne devrait pas être en fonctionnement lors d'un ravitaillement ou lorsque des personnes au sol se trouvent à moins de 50 pieds de l'avant de l'aéronef. Consultez le manuel de pilotage de l'aéronef pour de plus amples renseignements.

THÉORIE DE FONCTIONNEMENT

Le radar météorologique sert principalement à aider les pilotes *à éviter les orages* et la turbulence qui les accompagne. Il s'agit d'éviter ces mauvaises conditions météorologiques et non pas d'y pénétrer. La décision d'évoluer dans une zone d'échos radar dépend de leur intensité, de leur espacement et des moyens à la disposition du pilote, ainsi que des possibilités de l'aéronef. Se rappeler que le radar météorologique ne détecte que les gouttes de pluie, pas les gouttelettes nuageuses de faible intensité. Une zone dégagée sur l'écran radar ne signifie donc pas nécessairement l'inexistence de nuages dans la zone.

La géométrie du faisceau rayonné par le radar météorologique ne permet pas de l'utiliser pour fournir un avertissement de proximité fiable ou une protection anticollision. Le faisceau de forme étroite et conique ressemble beaucoup plus à celui d'une lampe de poche ou à celui d'un projecteur.

Comme on l'a mentionné plus tôt, seules les précipitations (ou des objets plus denses que l'eau tels que la terre ou des armatures) seront affichées à l'écran. Les meilleurs réflecteurs radar sont les gouttes de pluie et la grêle mouillée. Plus les gouttes de pluie sont grosses, mieux elles sont réfléchies. Vu que de grosses gouttes dans une zone concentrée sont des signes d'un orage, le radar affiche l'orage comme un écho fort. Généralement, la glace, la neige sèche et la grêle sèche ont des niveaux de réflexion faibles et souvent elles n'apparaissent pas sur l'écran radar.

Les radars couleur montrent l'intensité des échos à l'aide de couleurs, généralement le rouge ou le

magenta pour les conditions météorologiques les plus défavorables. (**Fig. 2-50**). Sur les écrans radar monochromes, c'est la brillance de l'affichage qui indique l'intensité des conditions météorologiques.

Les conditions météorologiques extrêmes sont représentées par des échos caractéristiques : 1) doigts et protusions, 2) crochets, 3) bords échancrés et 4) contours de nuage en forme de U.

ATTÉNUATION

L'atténuation est un phénomène d'une extrême importance que le pilote doit bien comprendre. Lorsqu'une impulsion radar est émise dans l'atmosphère, elle est progressivement absorbée et diffusée de façon à ce qu'elle ne puisse retourner vers l'antenne. Cette atténuation ou cet affaiblissement de l'impulsion radar est causé par deux sources primaires : la distance et la précipitation.

L'atténuation en raison de la *distance* est due au fait que l'énergie radar qui quitte l'antenne est inversement proportionnelle au carré de sa distance. Par exemple, l'énergie radar réfléchie par une cible à 60 milles de distance équivaudra au quart de l'énergie réfléchie par une cible à 30 milles de distance.

L'atténuation due à la *précipitation* est de loin plus intense et moins prévisible. Étant donné qu'une bonne partie de l'énergie du faisceau est absorbée par la précipitation, il se peut que le faisceau n'ait pas complètement traversé la zone de précipitation. Si le faisceau a été complètement atténué, il apparaîtra sur l'écran radar une *«ombre radar»* qui semble indiquer qu'il n'existe aucune précipitation alors qu'en fait la forte pluie peut s'étendre sur de nombreux milles de distance.

UTILISATION EN VOL

Une gestion judicieuse de *l'inclinaison de l'antenne* est le paramètre le plus important pour obtenir des données d'affichage radar météorologiques plus profitables. Les trois facteurs dont il faut se rappeler lors de l'utilisation des commandes d'inclinaison sont les suivants :

1/ la couverture terrestre, spécialement sur de longues distances;
2/ le système de référence vertical de l'aéronef sert d'horizon de référence pour le faisceau radar;
3/ le réglage de la commande d'inclinaison fait en sorte que le balayage du faisceau se produise au-dessus ou au-dessous du plan du système de référence d'assiette.

FIG. 2-50 • ÉCRAN RADAR MÉTÉOROLOGIQUE

Lorsque vous *planifiez vos déroutements*, rappelez-vous de le faire tôt. Voici quelques éléments dont il faut tenir compte :

1/ éviter les échos les plus brillants (ou rouge ou magenta sur un radar couleur) d'au moins 20 milles;
2/ ne pas dérouter le vol en vent arrière sauf si c'est absolument nécessaire;
3/ lorsque vous cherchez un corridor, vous devez vous assurer qu'il est au moins large de 40 milles s'il se situe entre deux cellules de forte intensité;
4/ une situation de «cul-de-sac» ou de «canyon en cul-de-sac» peut être évitée en passant sur des portées plus grandes afin d'observer les conditions à distance de temps à autre.

NOTA :
Voir le Manuel de météorologie du commandement aérien pour une explication plus détaillée.

RÉSUMÉ

Pour maîtriser l'utilisation du radar météorologique, il faut du temps et de la patience et bien comprendre les caractéristiques particulières du système radar que vous utilisez. Consultez le manuel d'exploitation de votre système pour vous assurer d'une sécurité maximale.

DÉTECTEUR D'ORAGES STORMSCOPE

Le détecteur d'orages Stormscope (**Fig. 2-51**) est un système d'évitement météorologique qui détecte les décharges électriques des orages et les affiche sur un écran, généralement un tube à rayons cathodiques (CRT). Le système se compose généralement d'une antenne, d'un processeur et du tube à rayons cathodiques.
L'antenne cadre de détection repère les champs électrique et magnétique produits par les éclairs. Le processeur à haute vitesse utilise l'information provenant de l'antenne pour

déterminer la distance et la direction de la décharge électrique par rapport à l'aéronef.

Un écran à rayons cathodiques vert affiche une décharge d'éclair comme un point individuel; une disposition dense de points indique de mauvaises conditions météorologiques. Le tube à rayons cathodiques peut être réglé sur différentes distances; le réglage standard est de 25, 50, 100 et 200 nm.

D. Transpondeur mode «S»

Le transpondeur mode S est l'appareil de la dernière génération dont doivent être équipés à présent tous les aéronefs de transport passagers. Le transpondeur mode S assure les fonctions des transpondeurs du système actuel de contrôle de la circulation aérienne par radar (ATCRBS) (modes A et C; identification et compte rendu d'altitude), mais en raison de ses caractéristiques de conception, il est capable de les exécuter d'une façon plus efficace.

À chaque transpondeur mode S est attribué une adresse d'interrogation unique de 24 bits qui lui est propre, ce qui lui permet d'être interrogé individuellement. L'utilisation d'une adresse de 24 bits offre la possibilité d'avoir 16 millions d'adresses différentes, capacité suffisante pour éviter tout risque de répétition.

Chaque interrogation contient l'adresse unique de l'aéronef pour laquelle elle est prévue. Un transpondeur mode S qui reçoit une interrogation l'examine pour s'assurer de sa propre adresse. Si l'adresse concorde, le transpondeur produit et transmet la réponse nécessaire; tous les autres aéronefs ignorent l'interrogation.

Ce type de gestion d'interrogation permet d'éviter tout chevauchement de réponses à l'antenne de l'interrogateur (enchevêtrement de réponses) et prévient l'émission de réponses aléatoires en provenance d'interrogateurs dont les zones de couverture se chevauchent (réponses asynchrones). Cette technique améliore le rendement du radar secondaire de surveillance (SSR) et augmente la capacité du système.

La capacité du transpondeur mode S d'assurer des communications bilatérales air-air et sol-air par *liaison de données* est une autre de ses caractéristiques. Les messages sont transmis sur les deux fréquences du transpondeur (1 030 MHz et 1 090,4 MHz). La fonction air-air de la liaison de données est nécessaire pour transmettre les messages de manoeuvre complémentaires entre deux ou plusieurs aéronefs équipés de TCAS qui pourraient avoir choisi d'exécuter la même manoeuvre d'évitement de trafic.

FIG. 2-51 • DÉTECTEUR D'ORAGES STORMSCOPE

La fonction de communication bilatérale air-sol, qui nécessite l'équipement au sol et embarqué nécessaire, peut faciliter la transmission des messages des services de la circulation aérienne et d'autres messages opérationnels. Le système jouera le rôle de système de relève au réseau en phonie actuel VHF et améliorera la sécurité du système en réduisant les erreurs liées aux communications dans le système ATC.

FIG. 2-52 • COMPARATEUR D'INSTRUMENTS

L'utilisation des transpondeurs mode S par l'équipage de conduite est identique à celle des transpondeurs classiques (mode A/C). Le réglage de l'adresse unique de 24 bits est une fonction de maintenance relative à l'immatriculation de l'aéronef. Le transpondeur mode S est nécessaire pour l'utilisation du TCAS II.

E. Système d'avertissement de proximité du sol (GPWS)

Le système d'avertissement de proximité du sol fournit l'alerte d'un rapprochement éventuellement dangereux du relief. Les alarmes *visuelles et sonores* se déclenchent dans l'une des conditions suivantes :

1/ taux excessif de descente par rapport au relief;

2/ taux de rapprochement excessif du relief;

3/ taux de montée négatif après le décollage ou une approche interrompue avant d'atteindre la marge de franchissement du relief

convenable avec le train d'atterrissage rentré;

4/ approche trop près du sol avec le train d'atterrissage rentré après avoir atteint une marge de franchissement du relief convenable.

Lorsqu'il se produit un avertissement, remontez graduellement et mettez de la puissance jusqu'à ce que l'avertissement cesse. Montez au taux pratique maximum jusqu'à ce que l'avertissement cesse ou que la marge de franchissement du relief soit assurée. Déterminez la cause de l'avertissement si c'est possible.

F. COMPARATEUR D'INSTRUMENTS

Un système de comparateur d'instruments, tel que celui illustré à la **Fig. 2-52**, sert à alerter les pilotes d'une discordance entre les instruments du commandant de bord et ceux du copilote. Lorsque leurs instruments divergent de plus d'une valeur réglée à l'avance, le voyant approprié sur le comparateur s'allume pour en informer les pilotes. Par exemple, si le voyant de cap (HDG) s'allume, les pilotes devraient vérifier les compas et déterminer lequel donne une lecture incorrecte.

2.2 SYSTÈMES DE NAVIGATION

2.2.1 INTRODUCTION

La présente partie traite de la nature et du fonctionnement des principaux équipements de radionavigation de bord. Elle présente également les avantages, les limites et les composants de six types d'équipement (VOR, DME, ADF, ILS, MLS et RNAV) ainsi que les procédures élémentaires de navigation.

2.2.2 AIDES À LA NAVIGATION (NAVAID)

A. THÉORIE DE LA RADIO

Les quelques éléments de la théorie élémentaire de la radio qui sont données permettent de comprendre le fonctionnement des systèmes de radionavigation et la terminologie qui s'y rattache.

1. *CARACTÉRISTIQUES DES ONDES* (**Fig. 2-53**)

   La *période* est l'intervalle séparant deux passages successifs d'une onde.

   La *longueur d'onde* est la mesure linéaire réelle en mètres d'une onde.

   L'*amplitude* est la puissance ou la largeur d'une onde; elle diminue en fonction de la distance à partir de la station émettrice.

   La *fréquence* est le nombre de périodes par seconde exprimée dans les unités suivantes :

   Kilohertz (KHz) : milliers de périodes par seconde;

   Mégahertz (MHz) : millions de périodes par seconde;

   Gigahertz (GHz) : milliards de périodes par seconde.

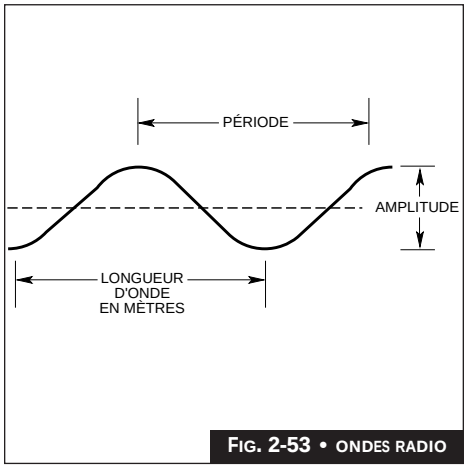


FIG. 2-53 • ONDES RADIO

2. *CATÉGORIES DE FRÉQUENCES RADIO* : Les catégories de fréquences radio sont indiquées à la **Figure 2-54.**

3. *ONDES RADIOÉLECTRIQUES* : Les ondes radioélectriques sont de l'énergie rayonnée. Dans l'espace libre, elles se déplacent en ligne droite à la vitesse de la lumière (environ 186 000 milles à la seconde). Elles possèdent les mêmes caractéristiques que les ondes lumineuses et calorifiques mais leur fréquence est inférieure.

   Elles peuvent subir les altérations suivantes :

   a/ *Réflexion.* Un changement de direction se produit dans le trajet des ondes lorsqu'elles rencontrent une surface séparant deux milieux différents. Dans ce cas, l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion.

   b/ *Réfraction.* Changement de direction qu'éprouve une onde en passant

obliquement d'un milieu dans un autre, ou dans un milieu unique de densité variable.

c/ *Diffraction.* Déviation se produisant lorsqu'une onde rase les bords d'un corps plein au travers duquel elle ne peut pas passer.

d/ *Atténuation.* Perte d'énergie subie par une onde au cours de son trajet dans un milieu. Toutes les matières possèdent un degré variable de conductivité ou de résistance en ce qui concerne la transmission des ondes radioélectriques. La terre et les corps qui s'y trouvent atténuent les ondes radioélectriques tout comme les molécules de l'air, de l'eau ou de la poussière dans l'atmosphère.

Les termes suivants sont utilisés dans l'étude de la transmission des ondes radioélectriques (**Figure 2-55**).

a/ *Ionosphère.* On pense que les couches de gaz raréfiés ionisés sont dues aux rayons ultra-violets d'origine solaire. L'ionosphère s'étend entre 60 et 200 milles au-dessus de la terre et varie en fonction de l'heure du jour de la saison et de la latitude.

b/ *Ondes de sol.* La partie du rayonnement émis qui suit la surface de la terre, et qui est directement affectée par la terre et les caractéristiques de sa surface. Ces ondes ne sont pas soumises aux changements ionosphériques ni aux conditions météorologiques mais elles subissent une atténuation de surface directement proportionnelle à la fréquence (plus la fréquence est basse, plus l'atténuation est faible à une puissance donnée).

c/ *Ondes ionosphérique.* La partie du rayonnement émis qui ne suit pas la courbure de la terre ou qui ne se déforme pas autour des obstacles, mais qui s'éloigne ou monte en général à partir de l'émetteur.

d/ *Ondes ionosphériques réfléchies.* La partie du rayonnement émis qui est réfléchie ou réfractée par l'ionosphère. Une onde ionosphérique, réfléchie ou réfractée par la couche ionosphérique, continuera à être réfléchie entre la terre et l'ionosphère jusqu'à son atténuation complète.

e/ *Limite extérieure de la zone de silence.* La distance entre l'émetteur et le point de rencontre de la première onde réfléchie avec la terre. Elle dépend de la hauteur et de la densité de l'ionosphère, ainsi que de l'angle sous lequel l'onde rayonnée attaque l'ionosphère. Elle varie de façon importante à l'aurore et au crépuscule, lorsque le rayonnement solaire modifie la position et la densité de l'ionosphère.

f/ *Zone de silence.* La distance entre l'extrémité de l'onde de sol utilisable et le point de rencontre de la première onde réfléchie avec la terre.

4. *PROPAGATION RADIOÉLECTRIQUE :* Suivant la fréquence du signal rayonné, l'énergie radioélectrique se propage de la façon la plus efficace par une seule des trois méthodes suivantes : ondes de sol, ionosphériques ou réfléchies. Les règles suivantes s'appliquent :

a/ *Jusqu'aux environs de 3 MHz* (VLF, LF et MF), la transmission par ondes de sol prédomine bien que les ondes réfléchies soient utilisées pour les grandes distances.

Désignation	Abréviation	Fréquence	Longueur d'onde
Très basse fréquence	VLF	3 KHz - 30 KHz	100,000 m - 10,000 m
Basse fréquence	LF	30 KHz - 300 KHz	10,000 m - 1,000 m
Moyenne fréquence	MF	300 KHz - 3 MHz	1,000 m - 100 m
Haute fréquence	HF	3 MHz - 30 MHz	100 m - 10 m
Très haute fréquence	VHF	30 MHz - 300 MHz	10 m - 1m
Ultra haute fréquence	UHF	300 MHz - 3 GHz	1 m - 0.10 m
Super haute fréquence	SHF	3 GHz - 30 GHz	0.10 m - 0.01 m
Extrêmement haute fréquence	EHF	30 GHz - 300 GHz	0.01 m - 0.001 m

FIG. 2-54 • TABLEAU DES FRÉQUENCES RADIO

b/ *De 3 à 30 MHz* (HF), la portée des ondes de sol diminue rapidement et les ondes réfléchies constituent la méthode primordiale.

c/ *Au-delà de 30 MHz* (VHF, UHF, SHF et EHF), la propagation correspond à la portée optique (ondes ionosphériques), modifiée par les effets réfléchissants de différents corps sur la terre. Le trajet de la transmission peut être prédit en général. Les ondes de sol s'atténuent rapidement et les ondes réfléchies existent rarement.

d/ *A partir de 100 MHz* (partie supérieure des ondes VHF et UHF. Le parcours peut être prévu de façon précise et ne subit pas de variations diurnes, saisonnières, météorologiques ou atmosphériques et n'est pas affecté par les précipitations.

e/ *Au-dessus de 3 GHz* (SHF et EHF), les précipitations et l'atmosphère provoquent une certaine atténuation et une certaine dispersion.

5. *INTERFÉRENCE AVEC L'ÉQUIPEMENT DE NAVIGATION D'AÉRONEF :* On a constaté que le rayonnement produit par les récepteurs de radiodiffusion de fréquence modulée (FM) et les récepteurs de télévision (TV) tombe dans la bande de fréquences du radiophare d'alignement de piste ILS et des installations VOR, tandis que le rayonnement produit par les récepteurs de radiodiffusion à modulation d'amplitude (AM) tombe dans la bande de radiodiffusion entre 98 KHz et 1600 KHz. Ce rayonnement pourrait interférer avec le bon fonctionnement des équipements ILS, VOR et ADF.

Avis est donc donné aux pilotes qu'ils ne doivent pas permettre l'utilisation de récepteurs radiophoniques ou de téléviseurs portatifs à bord de leur aéronef lorsque l'équipement ILS, VOR ou ADF est en fonctionnement.
Le ministère des Communications, après des recherches intensives, a conclu que la mise en marche ou l'utilisation de *calculatrices électroniques* à main peuvent causer, dans la bande de fréquences de 200 KHz à 450 KHz, une interférence de la réception sur l'équipement de radiogoniométrie automatique servant à la radionavigation lorsque cette calculatrice est tenue ou placée à moins de 5 pieds du cadre ou de l'antenne de lever de doute ou du câble d'entrée du système.

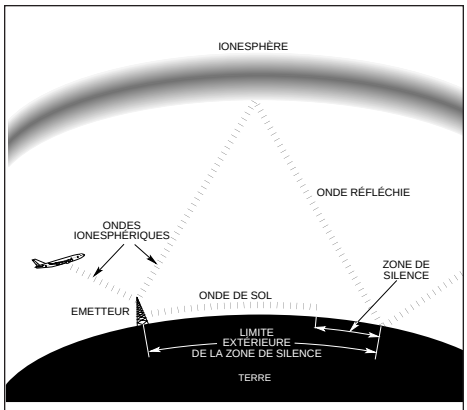


FIG. 2-55 • TRANSMISSION DES ONDES RADIO

Les pilotes de petits avions et d'hélicoptères sont par conséquent mis en garde contre l'utilisation de *calculatrices* par les occupants de leurs aéronefs lorsque celui-ci est en vol, et ils sont priés de s'assurer que, si une calculatrice se trouve à bord, son interrupteur est bien placé sur arrêt.

On a constaté également le problème d'interférence que posent les *téléphones cellulaires* aux instruments de bord. Les appareils téléphoniques conçus pour être utilisés en vol sont acceptables.

B. *AIDES DE RADIONAVIGATION TRÈS HAUTES ET ULTRA HAUTES FRÉQUENCES (VHF ET UHF)*

1. *VOR* : Le radiophare omnidirectionnel VHF (VOR) fonctionne dans la bande de fréquences 108,1 à 117,95 MHz qui est relativement peu sujette aux parasites atmosphériques et aux interférences. Aux altitudes minimales de réception, il fournit des indications dignes de foi à environ 50 nm de la station. À haute altitude, on peut normalement recevoir les signaux du VOR de 150 nm à 200 nm de l'émetteur.

Le VOR assure le guidage omnidirectionnel à destination ou en provenance de la station. C'est pourquoi il porte le nom de radiophare omnidirectionnel.

Toutes les stations VOR canadiennes fonctionnent en permanence et quelques-unes d'entre elles sont munies d'un dispositif d'émission simultanée en phonie des communications air-sol et des bulletins météorologiques réguliers. Les stations s'identifient au moyen d'un indicatif de trois lettres Morse qu'elles diffusent à intervalle

régulier. Certaines stations se servent de la voie en phonie VOR pour transmettre les messages ATIS.

La précision de l'alignement du faisceau du radiophare omnidirectionnel est de l'ordre ± 3°. Certaines stations comportent des secteurs pouvant avoir une marge d'erreur plus importante, mais ils sont indiqués sous la rubrique «Remarques» de la station concernée du *Supplément de vol - Canada.*

2. *TACAN* : Le système tactique de navigation aérienne (TACAN) est une aide omnidirectionnelle UHF à la navigation qui indique la distance en milles marins depuis une station au sol jusqu'à un aéronef ainsi que l'azimut en degrés magnétiques par rapport à la station. Les stations ont généralement pour référence le nord magnétique. L'équipement se compose d'un transpondeur au sol et d'un émetteur-récepteur de bord. Sa portée peut aller jusqu'à 200 nm suivant l'altitude de l'aéronef.

   C'est le ministère de la Défense nationale qui, au Canada, possède et exploite les installations TACAN. Une liste des fréquences VOR jumelées est publiée dans les cartes aéronautiques canadiennes pour permettre aux pilotes d'aéronefs civils équipés de DME de se servir de la fonction DME du TACAN.

3. *VORTAC* : Le VORTAC consiste en un VOR et un TACAN réunis dans une même station. Il fournit des informations en VHF sur l'azimut et en UHF sur l'azimut et la distance. Une installation TACAN de bord est nécessaire pour obtenir l'information azimut ou distance de la partie TACAN du VORTAC.

   Les installations TACAN du ministère de la Défense nationale installées avec les VOR de Transports Canada sont exploitées et entretenues par Transports Canada.

4. *RADIOGONIOMÉTRIE VHF* : L'équipement de radiogoniométrie VHF est installé à un certain nombre de FSS et de tours de contrôle d'aéroport. Cet équipement fonctionne sur des fréquences préétablies dans la plage de 115 MHz à 144 MHz. L'information affichée au poste du contrôleur ou du FSS sous forme numérique donne une indication visuelle précise (± 2°) du relèvement d'un aéronef par rapport à l'emplacement de l'équipement. Cette détermination est fondée sur la transmission reçue de l'aéronef, ce qui permet à l'opérateur VDF de fournir un cap, un relèvement ou des informations de radioralliement aux pilotes qui demandent le service.

   a/ *Services principaux*
   Guidage directionnel vers le radiogoniomètre et, sur demande, un relèvement par rapport à l'emplacement de l'équipement.

   b/ *Services supplémentaires*
   Assistance en éloignement, estimation de temps ou de distance par rapport à l'emplacement ou points de repère lorsque l'équipement est utilisé en association avec un autre emplacement VDF, un axe radial VOR ou un relèvement de NDB.

   c/ *Service d'urgence*
   Procédure de percée et radioralliement sans compas qui sont fournis lorsqu'on ne peut recourir à aucun autre moyen d'action et que le pilote déclare une urgence ou accepte le service proposé par l'opérateur du radiogoniomètre.

5. *OMNITEST OU VÉRIFICATION DES RÉCEPTEURS VOR (VOT) :* Des émetteurs omnitest VHF de faible puissance (2 watts) sont installés dans certains aéroports pour vérifier la précision des récepteurs VOR lorsque les aéronefs sont au sol. Le signal d'identification consiste en l'émission d'une série de points.

   Du VOT émane dans tous les azimuts un signal de relèvement «NORD» qui, sur le tableau de bord, simule la position de l'aéronef comme étant sur le radial nord magnétique (000) par rapport à la station VOR. La précision du signal transmis a une tolérance de moins de 1°. La vérification de l'équipement de bord est décrite à la section 2.2.3B.

C. *Systèmes radar*

Le radar primaire de surveillance (PSR) est un radar qui détecte et affiche les échos des aéronefs, de la météo, de volées d'oiseaux, d'objets fixes, sa portée étant de l'ordre de 80 nm.

Le radar secondaire de surveillance (SSR) est un radar qui émet un «faisceau d'interrogation» auquel un transpondeur d'un avion répond. Sa portée est de 250 nm.

Le radar de surveillance terminal (TSR) est un radar qui fournit des informations PSR et SSR. Il peut numériser les cibles du radar primaire, y compris les données météorologiques, en vue de leur affichage.

Radar secondaire de surveillance autonome (ISSR) est un système qui ne fournit que les données SSR.

Le *radar à affichage numérique* (RDD-1) est un système radar qui n'utilise que les renseignements fournis par les radars secondaires de surveillance et transmis pour affichage à un centre de contrôle régional. Ce système n'affiche pas la météo ni les cibles des aéronefs non équipés de transpondeur.

D. *Précautions d'utilisation des aides à la navigation*

Les radiophares sont parfois sujets à des anomalies de fonctionnement qui se traduisent par des déviations de l'aiguille de l'ADF, des affaiblissements des signaux et des brouillages par les stations éloignées, particulièrement la nuit. Ces problèmes exigent des pilotes une extrême vigilance, surtout en vol au-dessus de terrains montagneux.

Sur certains récepteurs VOR, on peut observer parfois de légères fluctuations de l'aiguille de route et une brève apparition du voyant alarme (certains récepteurs VHF sont plus sujets à ces anomalies que d'autres). Certaines vitesses de rotation (régime) des hélices et des rotors peuvent entraîner la fluctuation des faisceaux VOR. Une légère modification du régime remédie normalement à cette anomalie. Il est conseillé aux pilotes voyageant le long de routes qui ne leur sont pas familières d'utiliser l'indicateur TO-FROM afin de déterminer sans équivoque leur survol d'une station.

Il se peut qu'en effectuant une approche par alignement arrière à certains aéroports, on observe des signaux aléatoires du radiophare d'alignement de descente. Il est donc conseillé aux pilotes de ne pas tenir compte de ces indications erronées en approche par alignement arrière.

Des *faux signaux* d'alignement de piste peuvent être également reçus lorsqu'on se trouve en dehors de la zone de couverture fiable du signal de radiophare d'alignement de piste. Voir la partie 2.2.7 pour de plus amples renseignements.

Lorsqu'un pilote remarque qu'une des aides à la navigation fonctionne de façon anormale, il doit le signaler à la station d'information de vol, à la tour, à l'unité de contrôle terminal ou au centre ACC approprié. S'il ne lui est pas possible de signaler l'anomalie à ce moment, il peut le faire après l'atterrissage.

Les comptes rendus portant sur un *décalage de faisceau* sont encore plus utiles au personnel technique s'ils contiennent les détails suivants :

1/ l'ampleur approximative du décalage, soit en milles ou en degrés par rapport au relèvement publié;

2/ le sens du décalage;

3/ la distance approximative depuis l'aide qui a donné lieu à cette observation.

Quand aux rapports signalant qu'une installation au sol n'a pas répondu à l'appel d'un aéronef, on indiquera la date, l'heure et la position de l'aéronef ainsi que les conditions de réception et la météo à ce moment-là.

2.2.3
Navigation VOR

A. *Généralités*

Le réseau de voies aériennes est fondé principalement sur le radiophare omnidirectionnel très hautes fréquences (VOR). Cet important réseau est jalonné de plusieurs centaines de stations sol qui transmettent les signaux de guidage de route utilisés par les

aéronefs en vol.

L'équipement de navigation VOR offre aux pilotes IFR plusieurs avantages. L'émission du VOR s'effectue sur la bande des très hautes fréquences 108,1 à 117,95 MHz. Elle est par conséquent relativement exempte de parasites dus aux précipitations et au brouillage occasionné par des orages ou d'autres phénomènes. Il est donc possible d'obtenir une précision de l'ordre de 1o en suivant un axe radial VOR. Pour compenser automatiquement la dérive, il suffit de centrer la barre de route.

Les signaux VOR étant transmis en visibilité directe, tout obstacle (bâtiment, montagne ou autres caractéristiques du relief, y compris la courbure de la terre) bloque les signaux VOR et limite la distance de réception à une altitude donnée. Cela peut donner lieu à des *«dentelures»* - fluctuation soudaine des indicateurs dans le poste de pilotage - généralement pendant de brefs intervalles. Il est possible qu'en certains endroits, le relief empêche toute utilisation des signaux de navigation VOR. Il est donc important que les pilotes en vol aux instruments en dehors des voies aériennes connaissent les restrictions présentées le long de leur route.

Étant donné que la distance de réception augmente avec l'altitude, il est possible qu'un aéronef reçoive des indications erronées s'il reçoit les signaux de deux stations VOR fonctionnant sur la même fréquence. Ces stations sont espacées sur une distance aussi grande que possible, mais leur nombre est beaucoup plus important que les 160 fréquences disponibles. Il a donc fallu concevoir et classifier les stations VOR suivant leur volume utile cylindrique.

Cette mesure permet l'assignation de fréquences VOR à des stations assez espacées les unes des autres pour éviter le chevauchement des signaux et la confusion qui en résulte. En utilisant et en se conformant aux indications de la carte appropriée, le pilote n'a pas à craindre le brouillage occasionné par deux stations VOR. Au-dessous de 18 000 pieds, le pilote se sert des cartes LE, et des cartes HE à 18 000 pieds et plus.

B. *Précision du VOR*

1. *Utilité des vérifications :* Le *Règlement de l'Air* et le bon sens dictent que l'équipement VOR d'un aéronef en vol IFR respecte des tolérances bien définies. L'équipement VOR à bord d'aéronefs en vol IFR doit être entretenu, vérifié et inspecté selon une consigne homologuée. C'est normalement le pilote qui effectue les vérifications de fonctionnement. En se préparant pour un vol IFR, il est censé vérifier les documents de bord puis la précision de l'équipement VOR sur la fréquence VOT appropriée.

Fig. 2-56 • Indicateur de communicatioin et de navigatiion

2. *Installation pour test VOR (VOT) :* La première méthode consiste à utiliser le signal de l'installation pour test VOR (VOT). Il s'agit d'un signal de contrôle homologué, sur un aéroport, qui permet aux pilotes de vérifier leur récepteur VOR. Pour ce faire, il faut d'abord afficher la fréquence VOT. Ces fréquences sont identifiées par des points en code morse ou par une tonalité continue de 1020 Hz. Ensuite, le sélecteur de route est mis sur 0°, ce qui devrait amener la barre de route au centre et présenter l'indication FROM. Le sélecteur est ensuite amené à 180°. L'indication TO devrait alors apparaître et la barre de route devrait se centrer.

   Afin de déterminer l'erreur exacte du récepteur, il faut tourner le sélecteur de route jusqu'à ce que la barre de route soit centrée, et relever la différence en degrés par rapport à 180° ou à 0°. *L'erreur de relèvement maximale permissible* dans ce cas est plus ou moins 4°. Lorsque l'erreur apparente est plus grande que 4°, la tolérance du récepteur de bord est dépassée. Dans ce cas, le pilote doit déterminer la cause de l'erreur et la faire rectifier avant d'entreprendre un vol IFR.

   Les aéroports dotés d'installations VOT sont mentionnés dans le *Canada Air Pilot* et le *Supplément de vol - Canada.* Étant donné que le signal VOT n'est qu'un signal de contrôle spécial, il peut être capté et utilisé par un appareil, peu importe sa

position sur l'aéroport.

3. *PANNEAUX DE SIGNALISATION POUR VÉRIFICATION VOR :* Sur un certain nombre d'aérodrome, des panneaux de signalisation pour vérification de VOR sont placés à côté des voies de circulation. Ces panneaux dirigent le pilote vers un point de l'aérodrome où la puissance du signal VOR est suffisante pour vérifier le récepteur de bord, en affichant le radial indiqué sur le panneau. Aux fins de vérification, le panneau donne souvent une distance DME. Il ne doit pas y avoir plus de 4 degrés et 0,5 nm de différence entre la radiale et la distance indiqués sur le panneau et ceux du récepteur de bord.

4. *VÉRIFICATION SIMULTANÉE DE DEUX VOR :* Si un aéroport n'est pas équipé d'une installation pour test VOR (VOT) ni si aucun point de vérification n'est désigné au sol, et si un aéronef est équipé de deux VOR (systèmes indépendants, sauf qu'ils utilisent la même antenne), l'équipement peut être vérifié l'un par rapport à l'autre en affichant sur chacun d'eux la fréquence d'une station VOR commune et en prenant note des relèvements indiqués. Une différence supérieure à 4° entre les récepteurs des deux VOR indique que l'un des récepteurs peut avoir dépassé la tolérance acceptable. Dans de telles circonstances, la cause de l'erreur devrait être étudiée et, au besoin, corrigée avant que l'équipement soit utilisé pour un vol IFR.

5. *VÉRIFICATION EN VOL VOR :* L'équipement VOR de bord peut être également vérifié en vol en passant à la verticale d'un repère ou d'un point caractéristique dont la radiale est publié, en prenant soin de noter la radiale indiqué par le récepteur. L'équipement qui présente une différence de ± 6° par rapport à la radiale publié ne devrait pas être utilisé pour la navigation IFR.

C. *COMPOSANTS D'UN APPAREIL VOR*

1. *RÉCEPTEUR VOR :* Dans plusieurs aéronefs modernes, le récepteur VOR et l'émetteur-récepteur VHF ont une unité de commande commune. Lorsque ces deux appareils sont ensemble, on les appelle «NAVCOM» (**Fig. 2-56**). Les signaux VOR sont captés par une antenne qui est normalement fixée sur la dérive ou sur la partie supérieure du fuselage. Cette antenne a la forme d'un «V» placé dans le plan horizontal. Le récepteur VOR convertit les signaux reçus par l'antenne et les envoie à l'indicateur de navigation.

FIG. 2-57 • INDICATEUR DE NAVIGATION

2. *INDICATEUR DE NAVIGATION :* L'indicateur de navigation VOR fournit au pilote l'information sur la position de son aéronef par l'intermédiaire de trois composants. Le *sélecteur de route*, parfois appelé sélecteur d'azimut ou OBS, sert à faire tourner la rose compas pour indiquer la route VOR choisie (**Fig. 2-57**). Cette rose peut également présenter la réciproque de la route choisie.

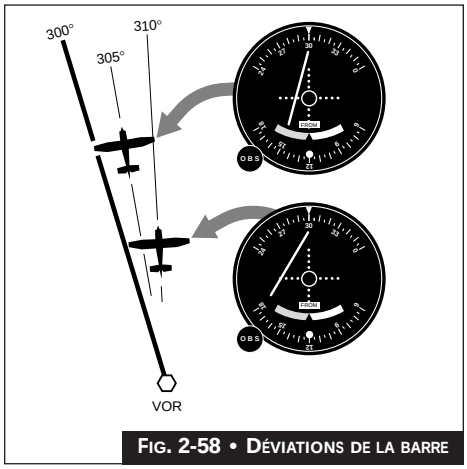


FIG. 2-58 • DÉVIATIONS DE LA BARRE

Le drapeau TO-FROM/OFF indique si la route choisie amène le pilote vers la station ou l'en éloigne. Si l'aéronef se trouve hors de portée de la station et ne peut recevoir un signal fiable et utilisable, l'indication OFF apparaît. Ce drapeau OFF apparaît également lorsque l'aéronef se trouve à la verticale de la station par le travers dans le cône d'ambiguïté (c'est-à-dire partout autour de la station) ou au-delà de la portée de réception de la station.

Lorsque le cap de l'appareil coïncide à peu près avec la route affichée, la barre de route montre au pilote sa position par rapport à la route choisie et indique si la radiale se trouve sur sa gauche ou sur sa droite. Lorsqu'un signal VOR est reçu, l'écart maximal de la barre de route par rapport au centre est de 10o de

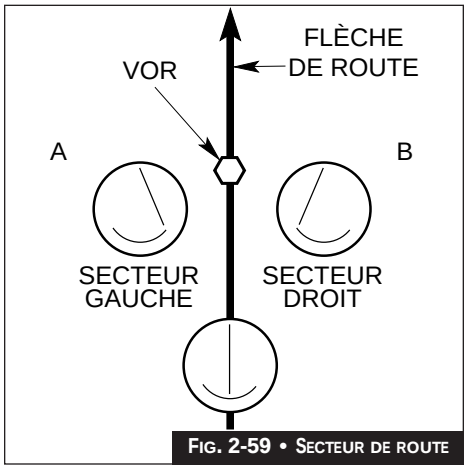


FIG. 2-59 • SECTEUR DE ROUTE

chaque côté. À la **Fig. 2-58**, un aéronef à 5° de sa route voit sa barre de route à mi-chemin entre le centre et l'écart maximal tandis qu'à 10°, l'aiguille se trouve complètement à gauche ou à droite. Chaque point sur l'indicateur de navigation représente 2°.

3. *FLÈCHE DE ROUTE :* Chaque fois qu'on affiche une route (radiale) au moyen du sélecteur, on divise en quelque sorte l'aire autour de la station VOR en deux moitiés ou secteurs (**Fig. 2-59**). Il est utile de se représenter la ligne de séparation comme une flèche de route qui passe par la station et est orienté suivant la route choisie. La barre de route indique au pilote dans quel secteur il se trouve. Si l'aéronef est en plein sur sa route (sur la radiale), la barre se trouve alors au centre (**Fig. 2-59**). Si par contre il se trouve à gauche de la radiale *(position A)*, la barre de route se déplace vers la droite. Si par ailleurs l'appareil se dirige vers la droite de la radiale *(position B)*, la barre se déplace alors vers la gauche.

   Chaque fois qu'un pilote affiche une nouvelle radiale, il devrait toujours se représenter une flèche de route passant par la station. De cette façon, il peut déterminer d'après la barre de route le secteur dans lequel il se trouve.

4. *AXE DE RÉFÉRENCE :* En affichant une route, le pilote établit également une autre ligne, ou axe de référence, qui coupe la flèche de route perpendiculairement et passe par la station. L'axe de référence divise l'aire de réception VOR en deux autres secteurs. L'aire qui se trouve en avant de l'axe de référence se nomme le secteur avant (FROM) et celle à l'arrière, le secteur arrière (TO). L'indicateur TO-FROM détermine le secteur dans lequel l'aéronef se trouve. À la **Fig. 2-60**, les deux avions présentent une indication FROM.

   La **Fig. 2-61** illustre les indications qu'un aéronef reçoit en 8 positions différentes autour d'une station VOR. En A, la barre de route est au centre, indiquant ainsi que l'aéronef est sur l'axe radial choisi, et FROM apparaît dans la fenêtre. En B, la barre de route est à gauche et l'indication FROM apparaît.

Les aéronefs aux positions C et G sont situés dans *l'aire d'ambiguïté*. Là, les signaux devant actionner l'indicateur TO-FROM s'annulent et l'indication OFF apparaît.

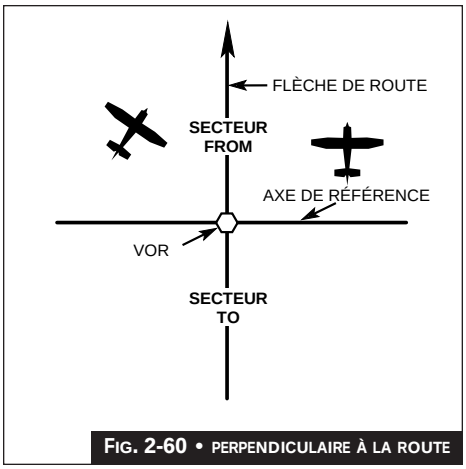


FIG. 2-60 • PERPENDICULAIRE À LA ROUTE

Plus la distance de la station est grande, plus l'aire d'ambiguïté s'élargit et plus le drapeau TO-FROM présente longtemps l'indication OFF lorsque l'aéronef passe d'un secteur à un autre.

D. DÉTERMINATION D'UNE POSITION :

1. *CAP :* Le cap d'un aéronef n'a absolument aucune influence sur l'indication présentée par le VOR. Peu importe sa direction, le pilote reçoit toujours la même indication pourvu qu'il demeure dans le même secteur de route (**Fig. 2-62**).

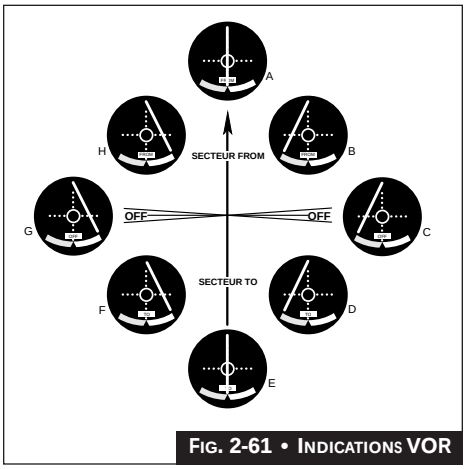


FIG. 2-61 • INDICATIONS VOR

2. *POSITIONNEMENT :* Pour déterminer sa position, le pilote doit avoir recours à deux stations VOR puisqu'elles ne donnent que la direction, la distance de la station étant exclue. Il lui faut d'abord régler l'un de ses VOR sur l'une des stations désirées et l'identifier sans équivoque. À moins d'avoir identifié avec certitude la station, il ne peut s'en servir. Si

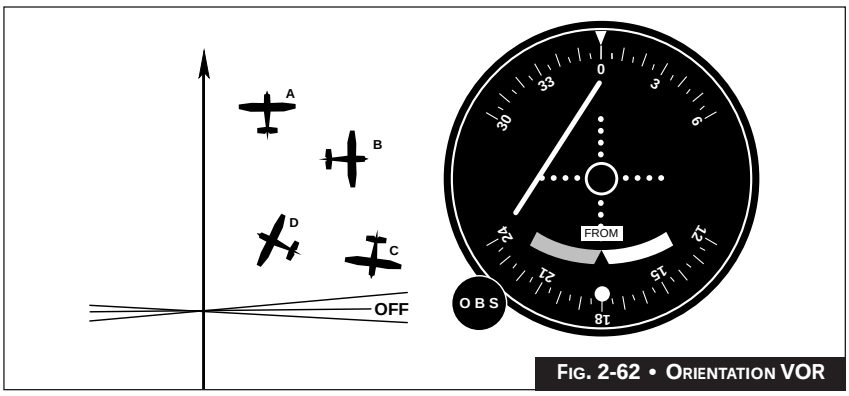


FIG. 2-62 • ORIENTATION VOR

une station VOR n'est pas en service pour cause d'entretien ou si le signal est faussé en raison d'un mauvais fonctionnement, le signal d'identification ne peut être reçu.

Une fois l'identification faite, il centre sa barre de route pour obtenir une indication FROM stable.

Le pilote répète les mêmes étapes pour l'autre station. Il trace ensuite sur sa carte une ligne à partir des stations VOR le long des radials indiqués par le sélecteur de route. L'intersection de ces relèvements représente la position de l'aéronef (**Fig. 2-63**).

E. Vol vers une station VOR

1. *Tenue d'axe :* Étant donné qu'il existe presque toujours un vent de travers, un pilote peut rarement intercepter une radiale, prendre le cap de cette radiale et se rendre directement à la station. Pour pouvoir demeurer sur l'axe, il lui faut effectuer une série de légères corrections. La tenue d'axe consiste à intercepter une radiale et à effectuer les corrections nécessaires pour demeurer sur celui-ci. La méthode décrite ci-dessous réduit au minimum le nombre de virages qu'il faut exécuter pour déterminer la correction de dérive nécessaire, mais elle demande un minimum d'attention de la part du pilote.

   La **Figure 2-64** montre la série de manoeuvres à effectuer pour tenir un axe jusqu'à une station VOR. En *position 1*, le pilote détermine que la radiale à suivre vers le VOR se trouve sur sa droite. Il tourne donc à droite pour l'intercepter. En *position 2*, il tourne pour obtenir un angle d'intersection de 30°. Puisque 090° est la radiale menant à la station, l'interception aura lieu au cap 120° comme l'indique le conservateur de cap.

   En *position 3*, l'aéronef intercepte la radiale. Le pilote effectue immédiatement un virage au cap 090°, ce qui coïncide à la direction en rapprochement de la radiale. En se référant à son contrôleur de cap pour bien maintenir le cap, l'aéronef en *position 4* commence à dériver. Il prend alors un cap d'interception de 070°, soit un angle d'interception de 20°. Le pilote garde ce nouveau cap d'interception de 070° jusqu'à ce qu'il recoupe la radiale *(position 7)*, il divise l'angle d'interception en deux et effectue un virage au nouveau cap de 080°.

   Ce cap de 080° laisse l'aéronef dériver légèrement au nord de la route. Cette information indique au pilote que le cap de route désiré doit se situer quelque part entre 090°, qui laisse l'aéronef dériver au sud du radial, et 080°, qui donne une dérive nord. À partir de ce moment, le cap minimal sera 080° et le cap maximal 090°.

   Comme la *position 9* l'indique, l'aéronef reprend un cap 090°, ce qui le fait dériver vers la radiale. Au moment de l'interception du radial en *position 10*, le pilote effectue un virage vers un cap situé entre 090° et 080°, puis continue vers la station en suivant la radiale sur un cap de 085°.

   Si le pilote choisit un angle d'interception donné et, au besoin, le divise en deux, il peut ainsi tenir l'axe en effectuant un minimum de virages et se maintenir sur sa route avec le plus de précision possible.

2. *Tenue d'axe vers une station :* Avant de suivre une radiale, le pilote doit comparer le conservateur de cap et le compas magnétique. (L'indicateur VOR ne renseigne le pilote que sur sa position le long d'une certaine radiale et ce n'est qu'en se référant au conservateur de cap qu'il peut connaître le cap réel de son appareil).

   La navigation VOR consiste plus souvent à suivre une radiale d'une station à une autre. Pour cela, le pilote affiche une axe radiale au moyen de l'OBS et le suit en gardant la barre de route centrée. Cette dernière demeure au centre pourvu que l'axe choisi corresponde à peu près à l'information fournie par le conservateur de cap. Par exemple, si la radiale se trouve sur la droite, la barre de route pointe vers la droite, et c'est dans cette direction que le pilote doit tourner pour intercepter la radiale.

   Lorsque l'aéronef passe la station VOR, le pilote reçoit deux indications fondamentales pourvu qu'il survole directement la station. L'indication la plus évidente se produit lorsque l'indicateur change de TO à FROM.

L'oscillation de la barre de route est un deuxième indice, quoique moins précis. Si l'aéronef passe directement au-dessus de la station, la barre oscille puis retourne à sa position initiale. Si l'aéronef se trouve à gauche de l'axe, la barre n'oscille pas mais maintient sa position à droite. De façon analogue, si l'aéronef se trouve sur la droite de l'axe radiale, la barre demeure sur la gauche et n'oscille pas lorsque le pilote passe par le travers de la station.

3. *MINUTAGE :* Le VOR peut également servir à vérifier le temps qui reste pour se rendre à la station. Par exemple, en rapprochement vers la station sur la radiale 022° (**Fig. 2-65**), le pilote désire calculer son temps jusqu'à la station. Il choisit donc la radiale 030° et effectue un virage au cap 120°, soit à 90° par rapport à la radiale 030°. Au moyen du sélecteur d'azimut (OBS), il affiche 030° et lorsque la barre de route est au centre, il relève l'heure. Tout de suite après, il affiche 040°, qui est la seconde radiale nécessaire pour le minutage. Le pilote continue à suivre le cap 120° jusqu'à l'interception de la radiale 040°, indiqué par la barre de route au centre. À ce moment, il relève l'heure et se rend compte qu'il a mis 2 minutes (120 secondes) pour franchir l'écart de 10°.

Voici la formule qui sert à déterminer le temps qui reste pour se rendre à la station :

$$\frac{\text{TEMPS EN SECONDES POUR FRANCHIR L'ÉCART}}{\text{ÉCART EN DEGRÉS}} = \text{TEMPS EN MINUTES POUR ATTEINDRE LA STATION}$$

Par conséquent, en divisant 120 secondes par 10, cela indique qu'il reste 12 minutes avant d'atteindre la station. Bien qu'on puisse utiliser un écart différent pour ce calcul, l'angle de 10o est le plus simple et le plus rapide à utiliser.

2.2.4
ÉQUIPEMENT DE MESURE DE DISTANCE

A. ***GÉNÉRALITÉS*** L'équi-pement de mesure de distance (DME), utilisé par de nombreux pilotes à cause des avantages qu'il présente en vol, comprend de l'équipement à bord et de l'équipement au sol, généralement situé au même endroit qu'une autre aide à la navigation. L'équipement ne fournit que des informations de distance, et certains systèmes la vitesse-sol. Le DME(P) est le DME de précision utilisé conjointement avec le MLS.

Le DME fonctionne dans la bande UHF, mais sa fréquence peut être associée aux fréquences VOR et ILS ou au radiophare d'alignement de piste (LOC). Sur la plupart des récepteurs de bord, la sélection du DME est automatiquement couplée au récepteur VOR/ILS. Autrement dit, la sélection d'une fréquence VOR ou ILS donnée entraîne automatiquement celle du DME.

Les informations DME peuvent aussi être reçues d'une station TACAN en affichant la fréquence associée. Cette fréquence VHF se trouve dans la case des données de navigation ou de l'installation au sol figurant sur la carte IFR en route.

Étant donné que le DME fonctionne dans la bande des ultra hautes fréquences (UHF), il est donc limité à des transmissions à portée visuelle. Si l'altitude est suffisante, les signaux DME peuvent être reçus à des distances dépassant 200 nm avec une erreur inférieure à ± 0,25 nm ou 1,25 % de la distance, si cette dernière valeur est la plus grande des deux. Les approches DME associées

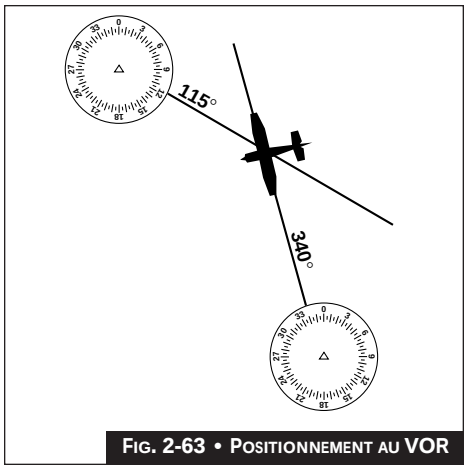


FIG. 2-63 • POSITIONNEMENT AU VOR

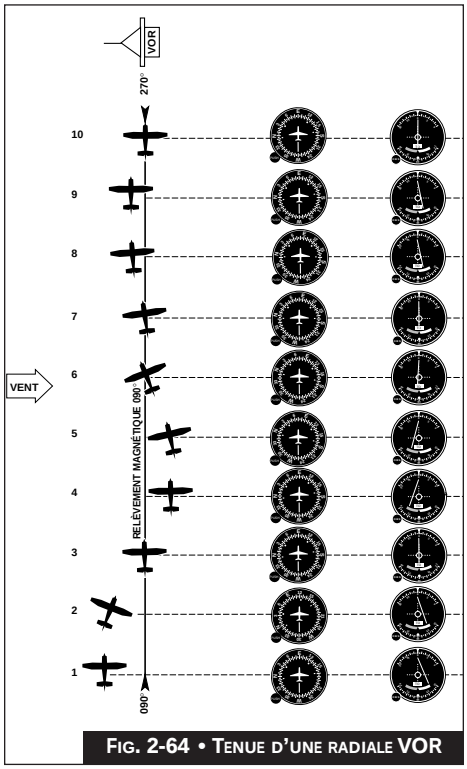


FIG. 2-64 • TENUE D'UNE RADIALE VOR

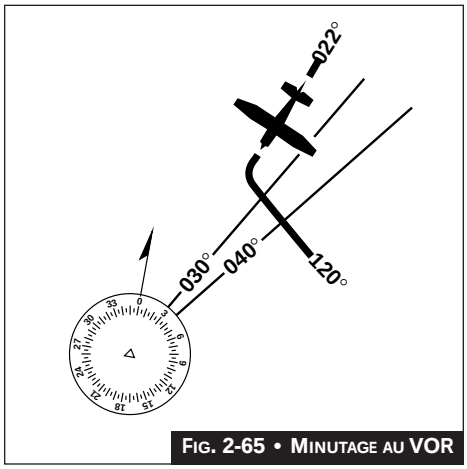


FIG. 2-65 • MINUTAGE AU VOR

à un ILS ou un LOC ont une portée nominale d'environ 40 nm.

B. ***Principe fondamental*** Le DME fonctionne en émettant des paires d'impulsions vers la station et en en recevant également. L'émetteur de bord envoie des impulsions très précises à une fréquence d'environ 1000 MHz. Ces signaux sont captés par la station et déclenchent une deuxième émission sur une fréquence différente. Ces impulsions de réponse passent par des circuits de temporisation dans le récepteur de bord qui mesurent le temps écoulé entre l'émission et la réception. Des circuits électroniques intégrés à la radio convertissent cette mesure en signaux électriques qui actionnent les indicateurs de distance et de vitesse-sol.

C. ***Composants et fonctionnement du DME*** L'émetteur-récepteur (**Fig 2-66**) qui envoie le signal d'interrogation à la station comporte un calculateur intégré qui mesure l'intervalle de temps mis pour recevoir la réponse. L'antenne, utilisée pour l'émission et la réception, ressemble à une petite «nageoire dorsale de requin» et est normalement fixée sur le ventre de l'aéronef. Les récepteurs DME plus modernes comprennent l'affichage numérique de la fréquence et des informations DME.

Le DME indique la distance par rapport à la station et la vitesse-sol de l'aéronef qu'il présente, dans la plupart des cas, sur l'indicateur de l'équipement. La distance par rapport à la station est une *distance oblique* exprimée en milles marins. Par exemple, si un aéronef se trouvait directement à la verticale d'une station DME à 6 100 pieds-sol. La distance indiquée serait 1 mille (**Fig. 2-67**).

Quant à la *vitesse-sol*, elle est exprimée en noeuds. Cette valeur n'est précise que si l'aéronef se dirige directement vers la station ou s'en éloigne, puisque la vitesse-sol est obtenue en comparant l'intervalle de temps entre une série d'impulsions. Lorsqu'elle est précise, la vitesse-sol permet au pilote de calculer son temps d'arrivée et sa progression de vol avec exactitude.

Lorsque le pilote affiche «vitesse-sol» au moyen du sélecteur de fonctions, il n'obtient pas immédiatement de réponse car le DME doit prendre le temps qu'il lui faut pour comparer l'intervalle de temps entre plusieurs impulsions.

Fig 2-66 • DME numérique

Certains dispositifs DME comportent une fonction *«maintien de fréquence»*. Ces appareils sont commandés par le sélecteur de fréquences du dispositif de radionavigation VHF principal et c'est ainsi que le pilote peut afficher simultanément les fréquences VOR et DME. Lorsque la fonction «maintien de fréquence» du DME est en usage, ce dernier retient la fréquence de la station VORTAC initiale et le pilote peut afficher une autre fréquence VOR.

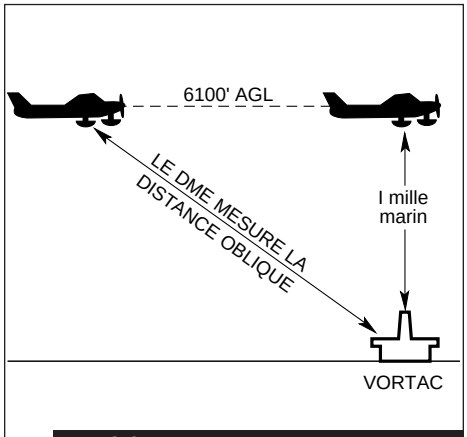


Fig. 2-67 • Mesure de la distance oblique

Au moyen du DME, il est possible au pilote de déterminer sa position exacte grâce à une radiale VORTAC et à la distance fournie par cette station, tandis que sans DME, il lui faut utiliser des radials de stations différentes pour obtenir le même résultat. Le pilote est également en mesure d'utiliser le DME pour établir des intersections et des circuits d'attente. Lorsque l'ATC l'autorise et que l'aéronef est équipé de ces instruments, le pilote peut exécuter ses circuits d'attente à l'aide de radials et du DME (voir article 4.4.8).

Plusieurs aéroports ont des procédures d'approche aux instruments fondées sur l'emploi du VOR et du DME. En général, un aéronef qui effectue ce type d'approche se voit attribuer des minima inférieurs à ceux obtenus lorsqu'il utilise seulement le VOR.

D. ***ARC DME***

1. *PAR VENT CALME* : En principe, en l'absence de vent, un virage de 20° tous les 20° d'arc est suffisant pour maintenir un aéronef près de l'arc désiré (**Fig. 2-68**). Quoique un aéronef puisse suivre un arc DME à l'aide d'un indicateur de navigation VOR standard pour les informations de relèvement, l'utilisation d'un RMI permet de simplifier l'orientation du pilote et les points de virage.

   Une façon simple de suivre un arc consiste à laisser la queue de l'aiguille RMI se déplacer jusqu'à 10° en avant de l'axe transversal de l'aéronef (axe passant par les ailes). Le virage de 20° qui suit ramène la queue de l'aiguille 10° derrière cet axe transversal. Le pilote maintient ensuite le cap atteint à ce moment jusqu'à ce que la queue de l'aiguille revienne à 10° en avant de l'axe transversal, et ainsi de suite. (Les arcs DME ne sont jamais suivis à moins de 7 nm ou plus de 30 nm au DME). Suivant la distance de la station VOR/DME, l'aéronef dérivera d'abord vers l'intérieur de l'arc désiré puis vers l'extérieur. Le pilote devrait s'efforcer de maintenir l'aéronef à plus ou moins 0,5 nm de l'arc. L'aire de franchissement d'obstacles associée à un arc DME est de ± 4 nm.

   La **Figure 2-69** présente une façon de demeurer sur un arc.

   ÉTAPE 1

   a/ En direction nord au croisement de la radiale 090 du RMI, la queue de l'aiguille reste sur 090 (dans l'axe transversal).
   b/ Maintenir un cap de 000° M.
   c/ Par vent calme, la distance DME augmentera et l'aiguille du RMI quittera l'axe transversal.

   ÉTAPE 2

   a/ Le DME indique plus de 20 nm.
   b/ La queue de l'aiguille RMI indique 080° soit 10° en avant de l'axe transversal.
   c/ Virer de 20° à gauche jusqu'à 340°.
   d/ La queue de l'aiguille RMI indique 10° derrière l'axe transversal.

   ÉTAPE 3

   a/ Garder un cap de 340° M en l'absence de vent (la distance DME diminuera).

   b/ La distance DME peut diminuer au-delà de 20 nm, mais il n'y a pas lieu de s'inquiéter à moins qu'elle ne descende en dessous de 19,5 nm au DME.

   c/ Garder le même cap et permettre à la distance DME d'augmenter à plus de 20 nm. La queue de l'aiguille RMI progressera jusqu'à 10° en avant de l'axe transversal.

   d/ Effectuer un virage à gauche de 20° et répéter les étapes précédentes.

2. *AVEC DÉRIVE :* S'il y a du vent, le pilote doit faire quelques essais avant de pouvoir modifier la procédure précédente en vue de garder son appareil près de l'arc. Contrairement à une correction de dérive effectuée sur une trajectoire rectiligne, la dérive change au fur et à mesure que l'appareil suit l'arc. Le pilote doit calculer approximativement son nouveau cap, effectuer un virage franc et maintenir le cap obtenu jusqu'à ce que les indications DME et RMI indiquent qu'il est temps d'exécuter un autre virage.

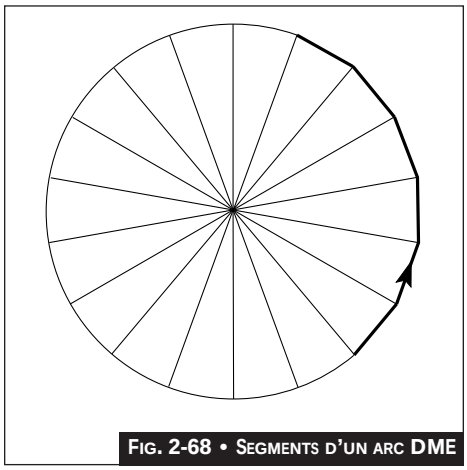


FIG. 2-68 • SEGMENTS D'UN ARC DME

3. *SUIVRE UN ARC EN VUE D'UNE APPROCHE FINALE :*
   Exemple :
   Arc DME de 20 nm (**Fig. 2-70**)

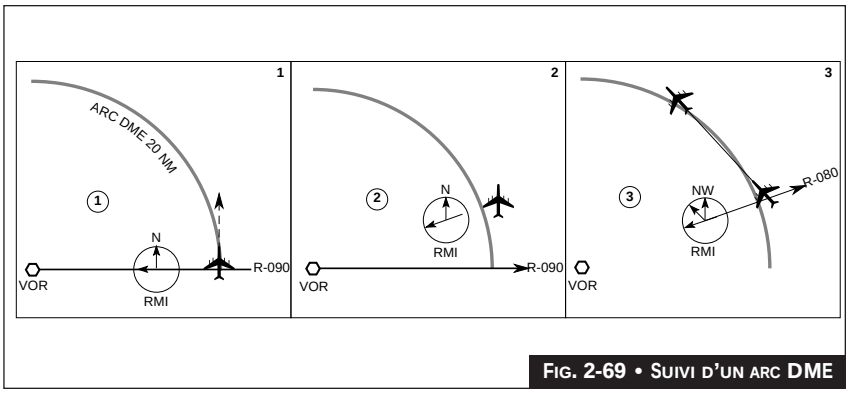


FIG. 2-69 • SUIVI D'UN ARC DME

a/ À une distance DME d'environ 22 nm commencer un virage de 90° à droite en vue d'intercepter l'arc DME de 20 nm. Le calcul du point sur une radiale où commence le virage pour entamer un arc DME peut se faire de manière empirique en prenant 0,5 % de la vitesse-sol pour un virage standard au taux 1, et 1 % de la vitesse-sol pour un virage standard au taux 1/2. Dans l'exemple présent, la vitesse-sol est de 200 noeuds et le virage s'effectue au taux 1/2 (200 noeuds x 1 % = 2 milles marins).

b/ Suivre l'arc à une altitude non inférieure à la MEA publiée (dans ce cas-ci 3 000 pieds).

c/ Lorsque l'aéronef atteint la radiale d'amorce (LR 010), il se trouve alors à 2 nm de la radiale d'approche finale (000°R). Exécuter un virage à gauche d'environ 90° pour intercepter la radiale désirée.

d/ Descendre, si on le désire, à l'altitude suivante indiquée sur la vue de profil de la carte de procédures aux instruments (CAP).

2.2.5
RADIOCOMPAS AUTOMATIQUE (ADF)

A. *DESCRIPTION*

Le radiocompas automatique (ADF) est l'un des plus anciens dispositifs de radionavigation. On peut utiliser le récepteur ADF, un appareil d'appoint de l'équipement VHF, lorsque les transmissions en portée visuelle perdent de leur fiabilité. Ce radiocompas peut servir à déterminer des positions, à capter des communications en phonie sur les basses et moyennes fréquences, au radioalignement, à la tenue d'axe et à la navigation au cours d'approches aux instruments.

Les stations de radionavigation à basses et moyennes fréquences utilisées par l'ADF sont les *radiophares non directionnels (NDB)*, les radiobalises ILS et les stations de diffusion commerciale. Puisque ces dernières ne servent normalement pas en navigation, la présente section ne traitera que des radiophares non directionnels et des radiobalises ILS.

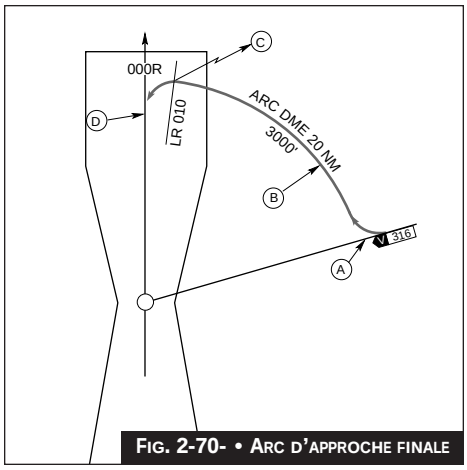


FIG. 2-70- • ARC D'APPROCHE FINALE

Les *radiophares non directionnels* (NDB) sont classés suivant leur puissance et leur utilisation :

1/ le radiophare L dont la puissance est inférieure à 50 W;

2/ le radiophare M dont la puissance se situe entre 50 et 2000 W;

3/ le radiophare H dont la puissance est de 2000 W et plus;

4/ le radiophare ILS est le radiophare co-implanté avec la radioborne extérieure (OM) d'un système ILS (ou remplace cette OM).

FIG. 2-71 • PANNEAUX DE COMMANDE NDB

B. *LIMITES ET AVANTAGES*

Les pilotes qui se servent de l'ADF devraient être au courant des limites qui suivent.

Les *ondes radio* sont réfléchies par l'ionosphère jusqu'à 30 et 60 milles de la station et peuvent faire dévier l'aiguille ADF. L'effet de nuit se fait le plus sentir tout juste avant et après le coucher et le lever du soleil. En général, plus l'aéronef est éloigné de la station, plus cet effet s'accentue. Pour minimiser cette déviation, le pilote peut en faire la moyenne, voler à une altitude plus élevée ou encore choisir une station émettant à une fréquence plus basse (les transmissions NDB sur des fréquences inférieures à 350 KHz sont très peu touchées par l'effet de nuit).

Les montagnes et les escarpements peuvent réfléchir les ondes radio et produire ainsi un effet orographique. En outre, certains versants peuvent cacher des dépôts

magnétiques qui faussent les indications. Les pilotes volant à proximité des montagnes ne doivent utiliser que les stations offrant un signal fort et des indications précises en direction, et éviter d'utiliser toute station cachée par le relief.

Les côtes océaniques peuvent dévier les ondes radio à basses fréquences provenant du large. Les pilotes en vol au-dessus des océans ne doivent pas utiliser un signal NDB qui parvient à l'aéronef sous un angle inférieur à 30o. La côte n'a pratiquement aucun effet sur les ondes radio qui atteignent un aéronef sous un angle supérieur à 30o.

A proximité d'un orage électrique, l'aiguille ADF s'oriente vers la source d'éclairs au lieu de la station choisie parce que les éclairs émettent des ondes radioélectriques. Lorsque cela se produit, le pilote ne doit pas tenir compte de l'indication fournie.

L'ADF est sujet à des erreurs lorsque l'aéronef fait un virage. *L'erreur de roulis* se présente pendant tout virage car l'antenne à cadre, qui tourne dans la direction du signal émis, est installée de façon à ce que son axe soit parallèle à l'axe normal de l'aéronef. L'erreur de roulis est un facteur important pendant les approches NDB.

Bien que dans des situations particulières le radiocompas automatique présente certains inconvénients, il comporte néanmoins quelques avantages généraux. Ce sont, entre autres, le faible coût d'installation et le besoin relativement limité d'entretien des NDB. Les NDB fournissent donc un moyen de radioalignement et de radionavigation en régions terminales et en vol de croisière sur les voies aériennes et les routes inférieures sans couverture VOR. Grâce aux installations NDB, plusieurs petits aéroports peuvent offrir une approche aux instruments qui, autrement, serait impossible à cause de raisons financières.
Le NDB émet dans la gamme de fréquences 200 à 415 KHz. Les signaux *ne sont pas transmis* en visibilité directe comme en VHF ou UHF, mais suivent plutôt la courbure de la terre. La réception aux basses altitudes est donc possible sur de grandes distances.

L'ADF est le moyen de radionavigation principal utilisé dans les régions éloignées du Canada pour les vols à longue distance.

C. *Composants de l'ADF*

La **Fig. 2-71** montre les principaux composants de l'ADF, à l'exception de l'antenne réceptrice qui, sur la plupart des avions légers, est ni plus ni moins qu'un fil reliant un isolateur situé sur le toit de la cabine à la dérive.

1. *Récepteur :* Les commandes du récepteur ADF permettent au pilote de le régler sur la station désirée et d'afficher le mode de fonctionnement. Le réglage du récepteur est précis lorsque la station est parfaitement identifiée. Les radiophares à basses ou moyennes fréquences émettent des signaux modulés de 1 020 Hertz assurant une identification continue, sauf durant les communications en phonie. Tous les radiophares, à l'exception du radiophare ILS, émettent sans interruption un indicatif à deux ou trois lettres en code Morse. Les radiophares ILS n'émettent qu'une lettre de façon continue. Le signal est capté, amplifié et converti sous forme de transmission en phonie ou en code Morse. C'est également ce signal qui actionne l'indicateur de gisement.

   Réglage de l'ADF : Il faut suivre les étapes suivantes pour régler le récepteur ADF :

   a/ Tourner le sélecteur de fonctions en position «RECEIVE», ce qui a pour effet de mettre l'appareil en marche et d'afficher le mode qui assure la meilleure réception. Se servir du mode RECEIVE pour régler l'ADF et pour obtenir une écoute continue lorsque la fonction ADF n'est pas requise.

   b/ Afficher la bande de fréquence désirée et régler le volume jusqu'à ce qu'un bruit de fond se fasse entendre.

   c/ Au moyen des commandes de réglage, prendre la fréquence désirée puis régler à nouveau le volume pour obtenir le meilleur niveau d'écoute, et identifier la station.

   d/ Pour obtenir l'information radiocompas automatique, tourner le sélecteur de

fonctions à la position ADF.

e/ L'aiguille de l'indicateur de gisement indique le relèvement de la station par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef. Un sélecteur de boucle aide à vérifier le bon fonctionnement de l'indicateur. En appuyant sur ce sélecteur, l'aiguille doit s'écarter du gisement de la station choisie; en le relâchant, l'aiguille doit revenir rapidement à sa position initiale. Un retour lent ou encore l'absence complète de retour indique un mauvais fonctionnement de l'équipement ou un signal trop faible pour être utilisé.

2. *Boîtier de commande à lecture numérique :* La plupart des postes de pilotage modernes sont équipés de ce type de commande, où la fréquence est affichée numériquement au lieu de nécessiter un réglage sur une bande de fréquence.

a/ *Électeur de fonction (mode de contrôle)*. Permet la sélection des positions OFF, ADF, ANT ou TEST.

ADF - Détermine automatiquement le relèvement de la station et l'affiche sur le RMI. Utilise les antennes cadre et les antennes de lever de doute.

ANT - Réception des signaux radio utilisant l'antenne de lever de doute. Recommandé pour régler sur la station désirée.

TEST - Sert à l'auto-vérification du système. L'aiguille du RMI va se placer sur 315°.

b/ *Sélecteurs de fréquence*. Trois boutons concentriques permettant la sélection des fréquences. Deux fréquences peuvent être présélectionnées. Une seule peut être utilisée à la fois. Le commutateur de transfert indique la fréquence en service.

c/ *Indicateur de fréquence sélectionnée*. Permet la lecture des fréquences sélectionnées. Les chiffres, imprimés sur des tambours, défilent dans le sens vertical; sur les appareils plus modernes, ils apparaissent sur des diodes électroluminescentes.

3. *Antennes :* L'ADF reçoit des signaux par l'intermédiaire des antennes à cadre (boucles) et de lever de doute. L'antenne à cadre couramment utilisée est une petite antenne plane sans partie mobile et à l'intérieur de laquelle plusieurs enroulements sont espacés à divers angles. L'antenne cadre peut déterminer la direction de la station grâce à l'amplitude du signal de chaque enroulement mais ne peut déterminer si le relèvement se dirige vers la station ou s'il en provient. C'est là qu'intervient l'antenne de lever de doute. En effet, elle fournit cette information et assure une réception en phonie lorsque la fonction ADF n'est pas requise.

Fig. 2-72 • Indicateur de gisement à rose fixe

4. *Indicateur de gisement :* Comme nous l'avons déjà mentionné, l'indicateur de gisement (**Fig. 2-72**) présente le relèvement de la station par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef. Si l'aéronef se dirige directement vers la station, l'aiguille de l'indicateur de gisement indique 0°. Un ADF comportant une couronne graduée fixe représente toujours le nez de l'appareil à 0° et la queue à 180°.

Le *gisement* (**Fig. 2-73**) est l'angle formé par l'intersection de l'axe longitudinal de l'aéronef et d'une ligne reliant ce dernier à la station radio. Cet angle est toujours mesuré dans le sens horaire à partir du nez de l'aéronef et est directement représenté par l'aiguille de l'indicateur de gisement.

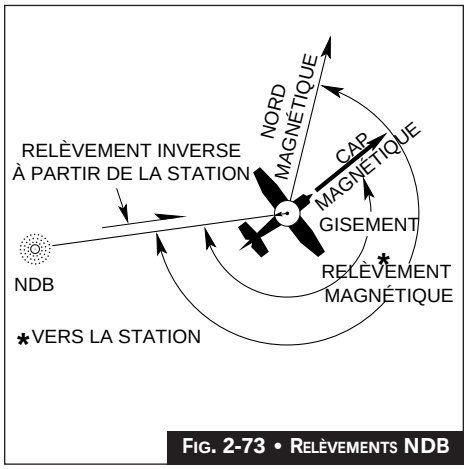


Fig. 2-73 • Relèvements NDB

Le *relèvement magnétique*

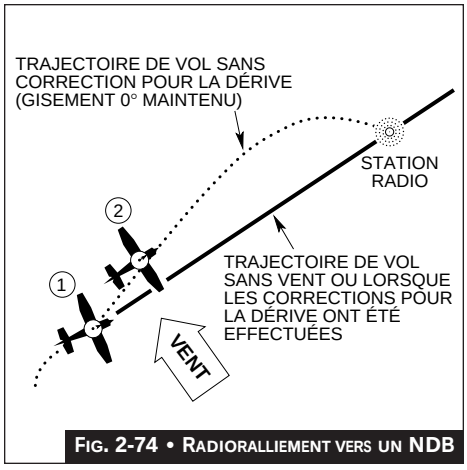


Fig. 2-74 • Radioralliement vers un NDB

(**Fig. 2-73**) est l'angle formé par l'intersection d'une ligne reliant l'aéronef à la station radio et d'une ligne tracée depuis l'aéronef jusqu'au nord magnétique. Pour calculer le relèvement magnétique de la station, il suffit d'additionner le gisement indiqué sur l'ADF et le cap magnétique de l'aéronef. Par exemple, si ce dernier est 40° et le gisement 210°, le relèvement magnétique de la station est alors 250°. Le relèvement inverse est la réciproque du relèvement magnétique. On l'obtient en ajoutant ou en soustrayant 180o au relèvement magnétique. Le pilote s'en sert lorsqu'il tient un axe en éloignement et lorsqu'il détermine des positions.

D. FONCTIONNEMENT DE L'ADF

1. *SURVEILLANCE :* Étant donné que le récepteur ADF ne possède généralement pas de drapeaux d'alarme de défaillance du système ou des drapeaux d'alarme «OFF» pour indiquer sans tarder au pilote la panne du radiophare ou du récepteur, le pilote doit surveiller la tonalité audio de l'ADF. *L'identification devrait être surveillée toutes les fois que l'ADF est utilisé comme seul moyen de navigation en route. Pendant les phases critiques de l'approche, de l'approche interrompue et en attente, au moins un pilote ou un membre de l'équipage de conduite devrait surveiller l'identification sonore du radiophare sauf si les instruments de l'aéronef peuvent informer automatiquement les pilotes de la défaillance de l'ADF ou du récepteur.*

2. *RADIORALLIEMENT :* L'utilité la plus courante de l'ADF est le «radioralliement vers une station». Dans ce cas, le pilote se dirige vers une station en gardant l'aiguille de l'indicateur de relèvement sur 0° (**Fig. 2-74**) et suit les étapes qui suivent.

   a/ Afficher la fréquence désirée et identifier la station. Placer le sélecteur de fonctions sur ADF et relever le gisement.
   b/ Diriger l'aéronef vers le gisement jusqu'à ce que l'aiguille de l'indicateur de gisement soit sur 0°.

   c/ Poursuivre le vol vers la station en gardant le gisement à 0°.

La **Figure 2-74** indique au pilote que s'il doit modifier son cap magnétique pour maintenir son appareil sur 0°, c'est que l'aéronef est soumis à un vent de travers. En l'absence de correction de dérive, l'aéronef décrit une courbe en se rendant à la station si l'aiguille de l'indicateur de gisement demeure à 0°. En position 2, l'aéronef doit continuellement changer de cap pour maintenir le gisement de la station à 0°.

La façon de tenir un axe ADF est en principe la même que pour tenir un axe VOR (2.2.3 e(1)). La principale différence est que, dans ce dernier cas, le pilote doit suivre une radiale identifiée par la barre de route tandis que la tenue d'un relèvement magnétique ADF exige que ce relèvement soit identifié au moyen de l'indicateur de gisement et du conservateur de cap.

Supposons que le pilote en position 1 (**Fig.**

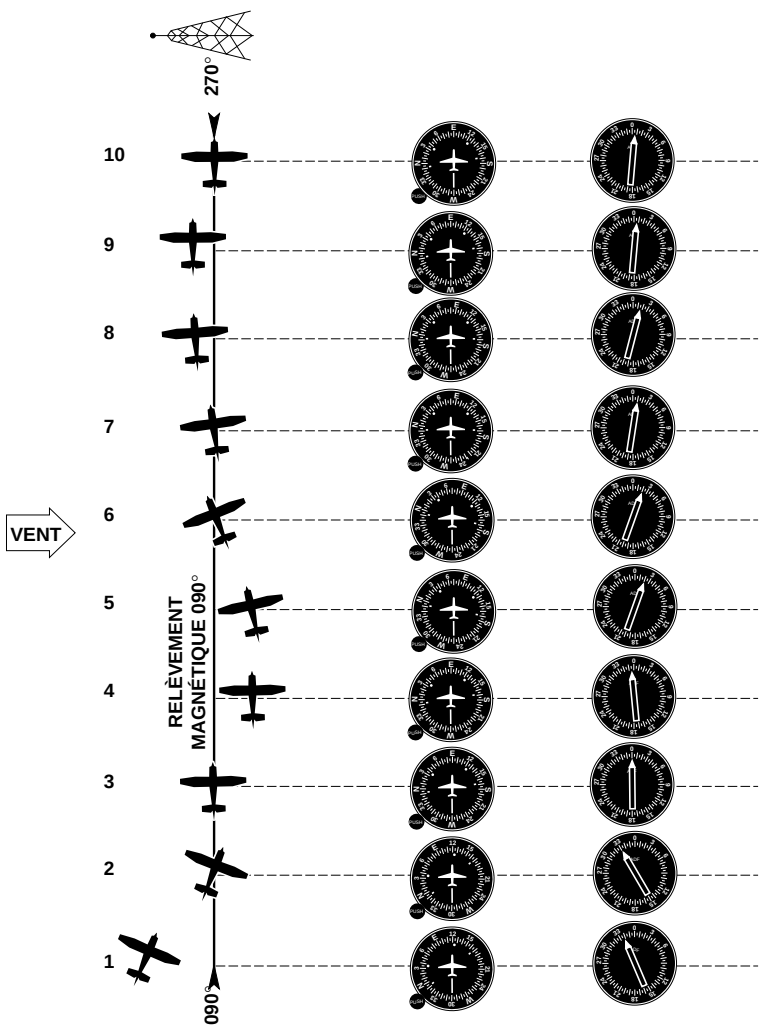


FIG. 2-75 • TENUE D'UN RELÈVEMENT MAGNÉTIQUE AU NDB

2-75) désire intercepter le relèvement magnétique 090° vers le radiophare non directionnel. Il adopte donc un angle d'interception de 30°, ce qui donne un cap de 120°. L'aiguille ADF pointe vers 340°. Puisque le relèvement magnétique est égal à la somme du cap magnétique et du gisement, le pilote ajoute 120° (le gisement) et obtient un relèvement magnétique de 100°.

NOTA :
Lorsque la somme du cap magnétique et du gisement dépasse 360°, il faut toujours lui soustraire 360°. Le pilote n'a ensuite qu'à suivre la méthode de tenue d'axe.

3. *TENUE D'UN RELÈVEMENT INVERSE :* L'ADF peut également servir à tenir un relèvement en éloignement en suivant la méthode expliquée pour la tenue d'un relèvement magnétique. La **Figure 2-76** montre un aéronef qui suit un relèvement en éloignement dans un vent de travers venant du nord. Le pilote suit le relèvement en éloignement de 090° en compensant de 10° pour la dérive. Il sait qu'il est sur un relèvement en éloignement puisque la somme de son cap (080°) et du gisement (190°) est égale au relèvement magnétique (270°).

4. *POSITIONNEMENT À L'ADF :* Le pilote peut s'aider du récepteur ADF pour déterminer sa position exacte en utilisant deux ou plusieurs stations ainsi que la méthode de triangulation. Il suffit de suivre les étapes ci-après:

   a/ déterminer l'emplacement de deux stations à proximité de l'aéronef et relever leur fréquence;

   b/ placer le sélecteur de fonction sur ADF, puis relever le cap magnétique de l'aéronef affiché sur l'indicateur de cap. Maintenir ce cap et syntoniser les stations préalablement identifiées, puis relever le gisement de chaque station;

   c/ pour obtenir le relèvement magnétique, additionner le gisement de chaque station au cap magnétique. Pour obtenir le cap vrai, ajouter au relèvement magnétique la déclinaison ou la soustraire;

   d/ tracer sur la carte l'inverse de chaque relèvement vrai. L'aéronef se trouve à l'intersection de ces lignes de position (**Fig. 2-77**);

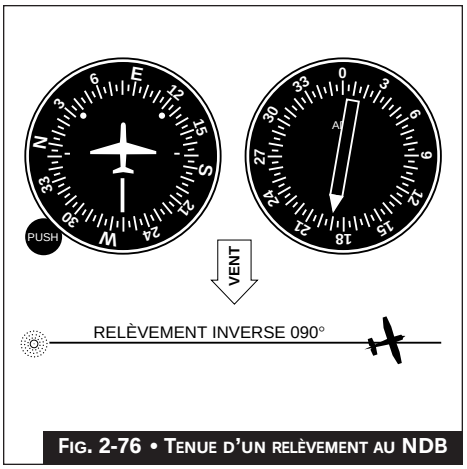


FIG. 2-76 • TENUE D'UN RELÈVEMENT AU NDB

5. *MINUTAGE VERS UNE STATION* : Le minutage au moyen de l'ADF vers une station s'effectue en principe de la même façon que pour le VOR (2.2.3 e (2)). Un bref exemple suffira toutefois à exposer la méthode. Les étapes à suivre sont les suivantes:

   a/ faire tourner l'aéronef jusqu'à ce que l'aiguille ADF indique 090° ou 270° et relever l'heure;

   b/ maintenir un cap magnétique constant jusqu'à ce que l'aiguille ADF indique un changement de gisement de 10° Relever encore une fois l'heure et appliquer la formule suivante :

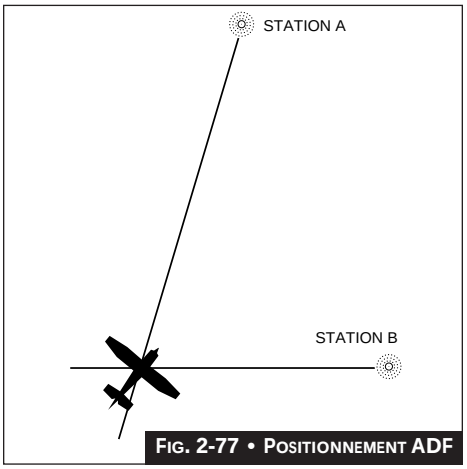


FIG. 2-77 • POSITIONNEMENT ADF

$$\frac{\text{TEMPS EN SECONDES POUR FRANCHIR L'ÉCART}}{\text{ÉCART EN DEGRÉS}} = \text{TEMPS EN MINUTES POUR ATTEINDRE LA STATION}$$

Par exemple, s'il faut 45 secondes pour franchir un écart de 10°, l'aéronef se trouve alors à :

45 / 10 = 4,5 minutes de la station.

Pour déterminer la distance d'une station, multipliez le minutage par la distance parcourue en une minute, cette distance étant obtenue en se servant de la vitesse vraie et, préférablement, de la vitesse-sol.

Comme pour le minutage au VOR, l'écart de 10° constitue la façon la plus simple et la plus rapide d'effectuer ce calcul. Si, par ailleurs, l'aiguille se déplace à une vitesse

telle que le minutage ne peut être obtenu de façon satisfaisante au cours d'un écart de 10°, c'est que l'aéronef se trouve très près de la station.

2.2.6
INDICATEUR RADIOMAGNÉTIQUE (RMI)

Plusieurs indicateurs radiomagnétiques (RMI) sont conçus pour utiliser l'information fournie par un radiophare non directionnel (NDB) ou une station VOR. À cet effet, un sélecteur VOR et ADF est prévu. (**Fig. 2-79**)

Un indicateur radiomagnétique (RMI) est à la fois un *indicateur de relèvement* et un *conservateur de cap* (**Fig. 2-78**). Le conservateur de cap est actionné par un *gyroscope asservi* en ce sens qu'il est raccordé à un compas magnétique à distance qui lui fournit automatiquement les signaux en direction. Le conservateur de cap donne toujours la direction de l'aéronef par rapport au nord magnétique.

Par conséquent, la tête de l'aiguille de l'indicateur de relèvement présente toujours le relèvement magnétique réel du radiophare non directionnel, tandis que la queue indique le relèvement inverse. De cette façon, la tâche du pilote et les risques d'erreurs sont minimisés.

De plus, le RMI simplifie la tenue d'axe vers une station puisque le pilote ne doit se référer qu'à un seul instrument. L'index de l'instrument donne le cap magnétique et la tête de l'aiguille, le relèvement magnétique. Le cap de l'aéronef utilisé pour compenser la dérive n'a aucune influence sur le relèvement magnétique pourvu que l'aéronef demeure sur ce relèvement. Comme le montre la **Figure 2-80**, l'aéronef se dirigeant vers l'est au relèvement magnétique 095° et en adoptant une correction de 10° vers le nord pour compenser la dérive présente sur le RMI un *cap magnétique* de 085° (cap de l'aéronef) et un *relèvement magnétique* de 095° (vers la station).

2.2.7
LE SYSTÈME D'ATTERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (ILS)

A. *DESCRIPTION GÉNÉRALE*

Les systèmes d'atterrissage aux instruments (ILS) sont des moyens de navigation fiables et de grande précision qui permettent à un aéronef de s'orienter vers une piste en condition IFR. Lorsqu'il utilise un tel système, le pilote détermine avant tout sa position au moyen des instruments de bord. *L'ILS comprend :*

FIG. 2-78 • INDICATEUR RADIOMAGNÉTIQUE

i/ un émetteur d'alignement de piste;

ii/ un émetteur d'alignement de descente;

iii/ une radioborne extérieure (qui peut être remplacée par un NDB ou un autre repère);

iv/ un balisage lumineux d'approche.

FIG. 2-79 • RMI AVEC INDICATIONS VOR ET NDB

L'ILS est classé par catégorie d'après les possibilités de l'équipement sol. L'*ILS de Catégorie I* fournit des informations de guidage jusqu'à une hauteur de décision (DH) de 200 pieds au minimum. L'équipement perfectionné (embarqué et au sol) permet d'effectuer les approches *ILS de Catégorie II*. Une DH de 100 pieds au minimum sur l'altimètre radar est autorisée pour les approches ILS de Catégorie II.

L'ILS fournit les guidages latéral et vertical nécessaires pour effectuer une approche de précision, à la condition que l'information d'alignement de descente soit fournie. Une approche de précision est une procédure de descente homologuée qui utilise une installation de navigation alignée avec une piste équipée d'un émetteur d'alignement de descente. Lorsque tous les composants d'un ILS sont disponibles et qu'une procédure d'approche est homologuée, le pilote peut

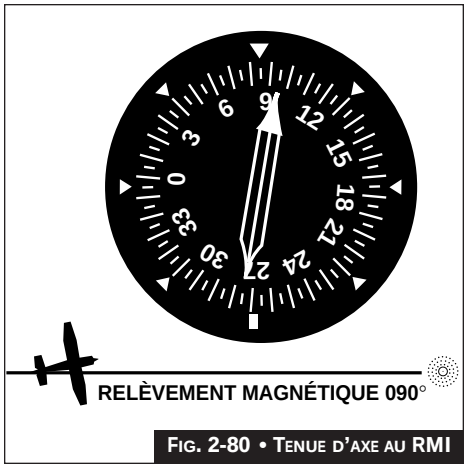


FIG. 2-80 • TENUE D'AXE AU RMI

exécuter une approche de précision.

B. ALIGNEMENT DE PISTE

1. *ÉQUIPEMENT AU SOL :* Le composant principal de l'ILS est le radiophare d'alignement de piste qui assure le guidage latéral. Ce radiophare est constitué d'un émetteur-radio VHF et d'un réseau d'antennes fonctionnant sur la même gamme de fréquences que les émetteurs VOR (entre 108,10 MHz et 111,95 MHz). Les fréquences du radiophare d'alignement de piste se caractérisent cependant par des dixièmes de MHz impairs et sont espacées de 50 KHz. L'émetteur et l'antenne se trouvent sur l'axe de piste à l'extrémité opposée du seuil d'approche.

   Certains systèmes d'atterrissage aux instruments, mais pas tous, comportent un *alignement arrière.* Lorsque ce dernier a été agréé pour l'atterrissage, il est généralement pourvu d'une radioborne arrière de 75 MHz située entre 3 et 5 nm du point d'atterrissage. Le faisceau fait l'objet de vérifications périodiques afin de s'assurer qu'il est dans les limites de tolérances spécifiées.

2. *TRANSMISSION DES SIGNAUX :* Le signal émis par l'alignement de piste comporte deux faisceaux de rayonnement verticaux en éventail qui se chevauchent dans l'axe de piste (**Fig. 2-81**) avec lequel ils sont alignés. Le côté droit de ce diagramme, dans le sens de l'atterrissage, est modulé à 150 Hertz et s'appelle la zone *bleue*, et le côté gauche, modulé à 90 Hertz, zone *jaune*. Le chevauchement des deux zones donne le signal sur l'axe.

   L'ouverture du faisceau peut être modifiée entre 3° et 6°, 5° étant la normale. Elle est réglée de sorte qu'un signal en azimut d'environ 700 pieds de large au seuil de piste et de 1 nm de large à 10 nm de l'émetteur soit reçu.

   L'alignement de piste est identifié par un signal acoustique émis en même temps que le signal de navigation et composé de deux lettres précédées par la lettre «I», par exemple «I-OW».

   La *portée du radiophare* est d'au moins 18 nm dans une ouverture de 10° de part et d'autre de l'axe et d'au moins 10 nm entre 10° et 35° d'ouverture. Cela s'explique par le fait que l'intensité maximale du signal est orientée suivant l'axe de piste.

3. *RÉCEPTEUR D'ALIGNEMENT DE PISTE :* Les signaux du radiophare sont captés par le récepteur d'alignement de piste qui, dans plusieurs appareils radio modernes, fait partie du récepteur VOR. Ces deux récepteurs se partagent certains circuits électroniques ainsi que le sélecteur de fréquence, la commande de volume et l'interrupteur marche-arrêt.

   Le signal émis par le radiophare d'alignement de piste actionne l'aiguille verticale *TB ("track bar").* En tenant pour acquis une approche en finale orientée suivant l'axe nord-sud (**Fig. 2-81**), un aéronef qui se trouve à l'est du prolongement de l'axe de piste (*position 1*) se trouve dans la zone modulée à 150 Hertz. Dans ce cas, l'aiguille est décalée vers la gauche. Par contre, si l'aéronef est situé à l'ouest de l'axe de piste, le signal de 90 Hertz fait dévier l'aiguille vers la droite (*position 2*). Dans la zone de chevauchement, les deux signaux exercent une certaine force sur l'aiguille, la déplaçant partiellement du côté d'où vient le signal le plus fort. Par exemple, si un appareil se trouve presque sur la trajectoire d'approche, mais légèrement à droite, l'aiguille est légèrement décalée vers la gauche. Cela indique au pilote qu'il doit tourner légèrement à gauche pour rejoindre l'axe.

   Lorsque les signaux de 90 et de 150 Hertz sont d'égale intensité, l'aiguille est centrée, et l'aéronef se trouve en plein sur la trajectoire d'approche (*position 3*).

   En fonction «VOR», l'écart angulaire maximal de l'aiguille correspond à 10° de part et d'autre de la route choisie. En fonction «ILS», cet écart angulaire maximal correspond alors à 2,5° environ de chaque côté de l'axe du faisceau d'alignement de piste. En conséquence, la sensibilité de l'aiguille TB est d'environ *quatre fois supérieure en* fonction «ILS» qu'en fonction «VOR».

En fonction «LOC» (ILS), l'aiguille TB n'a en général aucun lien avec la route choisie. Nous conseillons cependant au pilote d'afficher la trajectoire d'approche au moyen du sélecteur de route à titre de référence en approche finale.

Lorsque le drapeau OFF de l'aiguille TB apparaît, cela indique que le signal est trop faible et, par conséquent, que les indications sont inexactes. L'apparition momentanée du drapeau OFF ou une déviation soudaine de l'aiguille TB, ou encore les deux, peut survenir lorsqu'il y a présence d'obstacles ou d'aéronefs entre l'antenne émettrice et l'aéronef qui reçoit le signal.

C. *ALIGNEMENT DE DESCENTE*

1. *ÉMETTEUR :* Le radiophare d'alignement de descente fournit un guidage vertical au pilote pendant sa descente. L'information alignement de descente est fournie par un émetteur-radio UHF au sol et un réseau d'antennes, fonctionnant dans la gamme de fréquences 329,30 MHz à 335,00 MHz, chaque canal étant espacé de 50 KHz. L'émetteur se trouve entre 750 et 1250 pieds du seuil de piste et est décalé de 400 à 600 pieds par rapport à l'axe. Surveillée jusqu'à une tolérance de ± 1/2 degré, la trajectoire du radiophare d'alignement de descente est «couplée» avec une fréquence correspondante VHF du radiophare d'alignement de piste (elle est automatiquement syntonisée en choisissant celle du LOC).

   À l'instar de l'alignement de piste, le signal de l'alignement de descente est formé par deux faisceaux modulés à 90 et 150 Hertz qui se chevauchent (**Fig. 2-83**). Par contre, ces deux signaux sont alignés l'un au-dessus de l'autre et rayonnent principalement le long de la trajectoire d'approche. L'ouverture angulaire de la zone de chevauchement est de 1,4°, soit 0,7° au-dessus et au-dessous de la pente de descente optimale. Le signal d'alignement de descente peut être réglé entre 2° et 4° au-dessus d'un plan horizontal (**Fig. 2-84**). Le réglage type se situe entre 2,5° et 3° suivant, par exemple, la pente de la piste et les obstacles qui se trouvent le long de la trajectoire d'approche.

   La pente de descente peut comporter toutefois des *faux signaux* à multiples de l'angle de la pente d'approche, le premier se trouvant à 6° environ au-dessus du plan horizontal. Ce faux signal sera un signal inverse (c.-à-d. que l'ordre de montée et de descente sera inversé. Le faux signal à 9° sera orienté de la même manière que celui de la vraie pente de descente. Aucun de ces signaux ne se trouve cependant en-dessous de la pente réelle. Par conséquent, un aéronef qui se conforme aux procédures d'approche publiées ne risque pas de rencontrer de tels signaux.

2. *RÉCEPTEUR :* Le signal d'alignement de descente est capté par un récepteur UHF de bord. Dans les installations modernes, les commandes de cette radio sont combinées aux commandes VOR de sorte que la fréquence appropriée de l'alignement de descente est automatiquement affichée lorsque celle de l'alignement de piste est choisie.

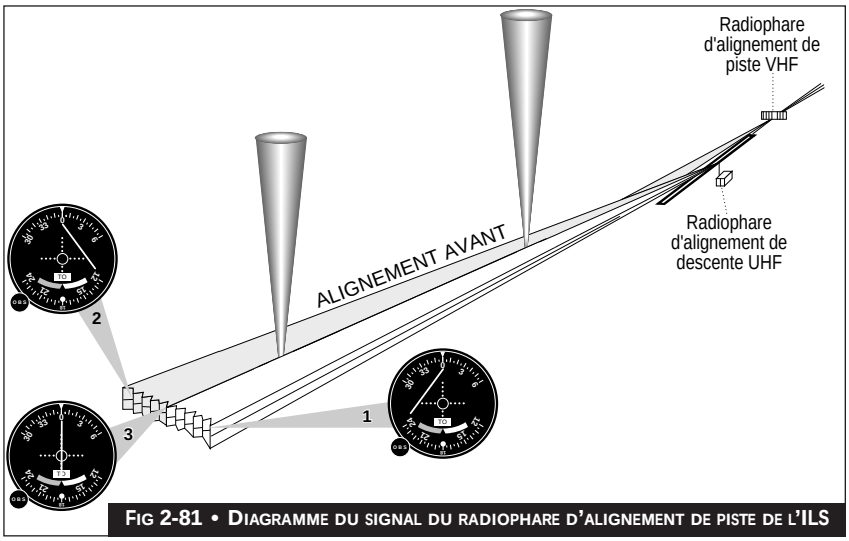


FIG 2-81 • DIAGRAMME DU SIGNAL DU RADIOPHARE D'ALIGNEMENT DE PISTE DE L'ILS

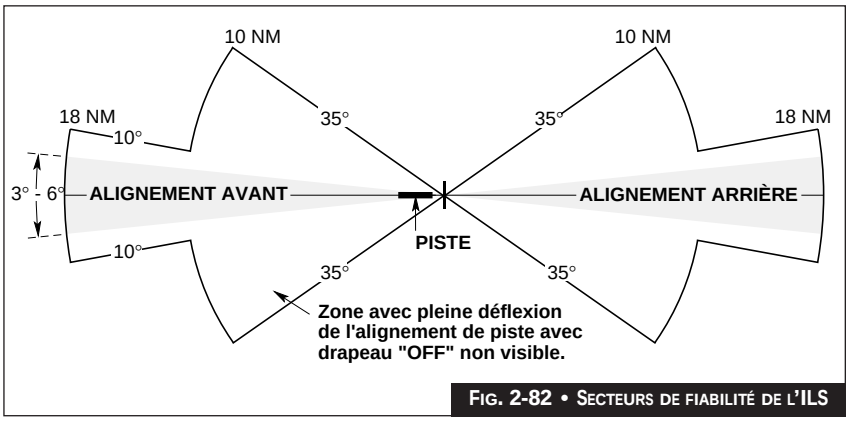


FIG. 2-82 • SECTEURS DE FIABILITÉ DE L'ILS

Le signal d'alignement de descente actionne l'aiguille horizontale située au même endroit que l'aiguille TB (**Fig. 2-83**). Cette aiguille est combinée à un drapeau OFF distinct sur l'indicateur de navigation. Ce drapeau apparaît lorsque le signal devient trop faible. Tout comme pour l'alignement de piste, l'aiguille est décalée au maximum jusqu'à ce que l'aéronef atteigne le point de chevauchement des signaux. À ce moment, l'aiguille indique une légère déviation dans le sens du signal le plus fort. Lorsque les deux signaux sont égaux, l'aiguille est au centre, indiquant ainsi que l'aéronef se trouve en plein sur la trajectoire de descente.

Le pilote peut déterminer sa position exacte par rapport à la trajectoire d'approche en se référant à un seul instrument puisque l'indicateur de navigation fournit à la fois le guidage vertical et le guidage latéral. À la **Figure 2-83**, *position 1*, les aiguilles sont centrées, indiquant ainsi que l'aéronef se trouve en plein sur la trajectoire d'approche. En *position 2*, elles indiquent au pilote qu'il doit descendre et se diriger vers la gauche pour corriger sa trajectoire d'approche. En *position 3*, il lui faut monter et se diriger vers la droite pour atteindre la bonne trajectoire d'approche. Un chevauchement de 1,4° des faisceaux forme une section d'environ 1 500 pieds de hauteur à une distance de 10 milles, de 150 pieds à un mille et de moins de 1 pieds au poser des roues.

La sensibilité apparente de l'instrument augmente au fur et à mesure que l'aéronef s'approche de la piste. Le pilote doit donc le surveiller bien attentivement afin de garder les aiguilles au centre. Comme nous l'avons mentionné précédemment, un écart maximal de l'aiguille indique que l'aéronef se trouve trop haut ou trop bas, sans toutefois en préciser l'ampleur.

D. RADIOBORNES ILS

1. *GÉNÉRALITÉS* : La localisation en distance par rapport à l'entrée de piste est obtenue au moyen de radiobornes situées en des points prédéterminés sur l'axe d'approche. Ces radiobornes sont des émetteurs à faible puissance (3 W ou moins) qui fonctionnent à une fréquence de 75 MHz. Elles envoient un faisceau elliptique vertical à partir du sol. À une altitude de 1 000 pieds, les dimensions du faisceau sont de 2 400 pieds sur 4 200 pieds. Plus l'altitude augmente, plus ces dimensions augmentent considérablement.

2. *RADIOBORNE EXTÉRIEURE (OM) :* La radioborne extérieure est située entre 3 1/2 nm et 6 nm du seuil et est décalée de 250 pieds au plus par rapport au prolongement de l'axe de piste. Son faisceau vertical coupe l'alignement de pente à 1 400 pieds environ au-dessus de l'altitude de la piste. Il indique approximativement le point où un aéronef intercepte normalement l'alignement de descente, et il délimite le début du segment d'approche finale. Son signal est modulé à 400 Hz, basse fréquence audible, et se présente sous forme de traits continus du code Morse émis à un rythme de 2 traits par seconde. Ce signal est capté par le récepteur de radioborne sur la fréquence 75 MHz. Le pilote entend une tonalité par le haut-parleur ou par son casque d'écoute, tonalité témoignée par un voyant bleu qui clignote en synchronisation avec le signal sonore (**Fig 2-85**). Lorsque les conditions géographiques empêchent l'implantation d'une radioborne extérieure, le système ILS peut comprendre une unité DME qui fournit au pilote une indication d'altitude sur sa trajectoire de descente. Dans la plupart des installations ILS, l'OM est remplacée par un NDB.

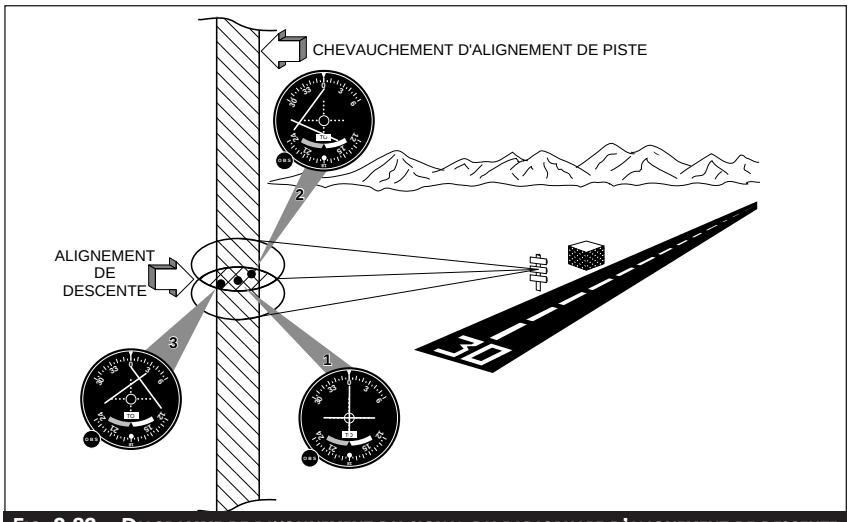


FIG. 2-83 • DIAGRAMME DE RAYONNEMENT DU SIGNAL DU RADIOPHARE D'ALIGNEMENT DE DESCENTE

3. *RADIOBORNE INTERMÉDIAIRE (MM) :* Les radiobornes intermédiaires ont été retirées de toutes les installations ILS au Canada, mais elles sont encore en service aux États-Unis. La radioborne intermédiaire se trouve habituellement entre 0,5 et 0,8 mille environ du seuil et dans le prolongement de l'axe de piste. La radioborne intermédiaire coupe la pente de descente à 200 ou 250 pieds au-dessus de l'altitude de la piste. Elle se trouve près du point d'approche interrompue dans le cas d'une approche ILS de Catégorie I.

4. *RADIOBORNE ARRIÈRE (BM) :* La radioborne arrière (BM) est généralement située sur la trajectoire arrière d'alignement de piste à environ 4 à 6 milles du seuil de la piste. La tonalité sonore de la BM est modulée à 400 Hz (ton grave) et est identifiée par une série de points en code morse. Ce signal provoque l'illumination du voyant blanc. Un repère NDB ou DME peut être également utilisé et, dans la plupart des endroits, il remplace la BM.

E. BALISAGE LUMINEUX

1. *GÉNÉRALITÉS :* Différents types de balisage lumineux de piste font partie du système ILS pour faciliter les atterrissages. Un ou l'ensemble des dispositifs suivants peuvent être disponibles à un aéroport donné. Ce sont les dispositifs lumineux d'approche (ALS), les feux à éclats séquentiels (SFL), les feux de zone de toucher des roues (TDZ) et les feux d'axe de piste (CLL - obligatoire pour les approches de Catérogie II). De plus amples renseignements sur les systèmes de balisage lumineux de piste et d'approche figurent dans le *Canada Air Pilot*.

2. *MESURE DE LA PORTÉE VISUELLE DE PISTE :* Pour compléter l'atterissage, le pilote doit être en mesure d'apercevoir les aides visuelles au plus tard à son arrivée à la hauteur de décision (DH) ou au point d'approche interrompue (MAP).
Jusqu'à tout récemment, un observateur devait scruter l'obscurité pour déterminer la visibilité en essayant d'identifier des repères-sol placés à une distance connue. Cette méthode est quelque peu imprécise et c'est pourquoi des dispositifs spéciaux ont été mis au point pour aider le pilote à mieux déterminer cette visibilité.

L'instrument de mesure de visibilité s'appelle un *transmissomètre* et est normalement placé en bordure d'une piste. La source lumineuse (**Fig. 2-86**) est séparée d'environ 500 à 700 pieds du récepteur à cellule photoélectrique. Ce récepteur, relié à un instrument dans la tour de contrôle, détecte la baisse d'intensité lumineuse entre lui et la source, baisse pouvant être occasionnée par l'augmentation du nombre de particules dans l'air. De cette façon le récepteur mesure la transparence ou l'opacité relative de l'air. L'instrument de lecture est calibré en pieds de visibilité qu'on rend par «portée visuelle de piste» (RVR).

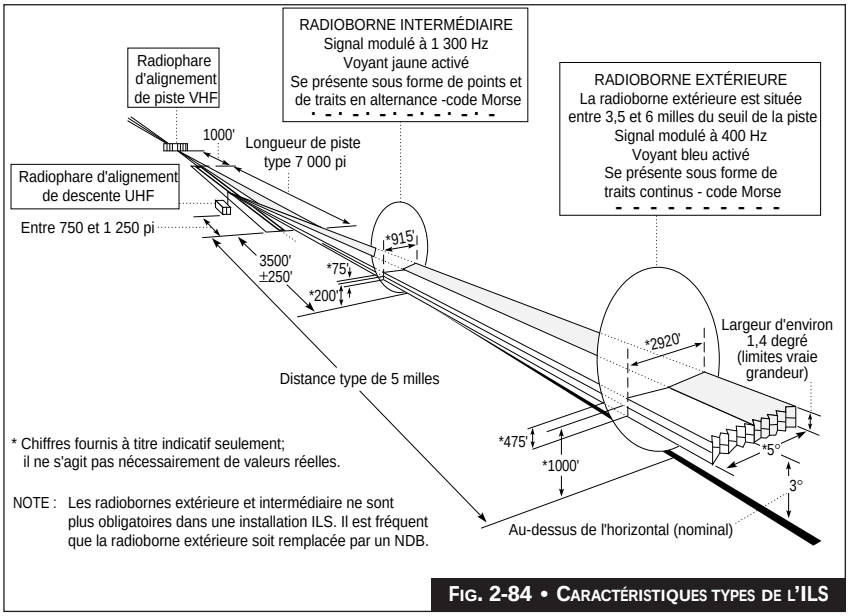
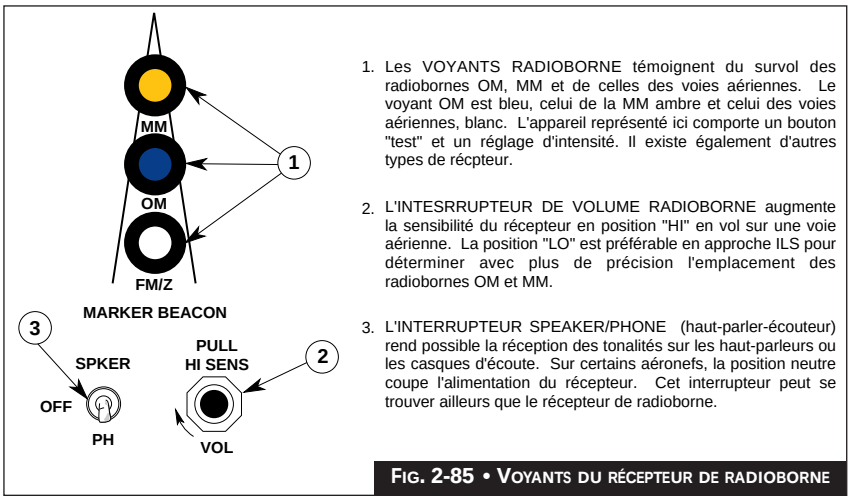


FIG. 2-84 • CARACTÉRISTIQUES TYPES DE L'ILS



1. Les VOYANTS RADIOBORNE témoignent du survol des radiobornes OM, MM et de celles des voies aériennes. Le voyant OM est bleu, celui de la MM ambre et celui des voies aériennes, blanc. L'appareil représenté ici comporte un bouton "test" et un réglage d'intensité. Il existe également d'autres types de récpteur.

2. L'INTESRRUPTEUR DE VOLUME RADIOBORNE augmente la sensibilité du récepteur en position "HI" en vol sur une voie aérienne. La position "LO" est préférable en approche ILS pour déterminer avec plus de précision l'emplacement des radiobornes OM et MM.

3. L'INTERRUPTEUR SPEAKER/PHONE (haut-parler-écouteur) rend possible la réception des tonalités sur les haut-parleurs ou les casques d'écoute. Sur certains aéronefs, la position neutre coupe l'alimentation du récepteur. Cet interrupteur peut se trouver ailleurs que le récepteur de radioborne.

FIG. 2-85 • VOYANTS DU RÉCEPTEUR DE RADIOBORNE

3. *Portée visuelle de piste (RVR) :* La RVR est la distance maximale, dans le sens du décollage ou d'atterrissage, à laquelle la piste, ou les feux ou balises spécifiées qui la délimitent, sont visibles d'une position située au-dessus d'un point spécifié sur son axe, à une hauteur correspondant au niveau moyen des yeux d'un pilote au moment du toucher des roues.

La RVR est normalement exprimée en centaines de pieds. Par exemple, «RVR 24» signifie que la visibilité le long de la piste est de 2 400 pieds. Dans les bulletins météo, la RVR est indiquée sous forme codée : R36/4000 FT/D, qui signifie que la RVR pour la piste 36 est de 4 000 pieds et diminue. Puisque la visibilité peut être différente d'une piste à l'autre, la RVR ne s'applique qu'à la piste sur laquelle l'équipement de mesure se trouve. Il arrive parfois que la visibilité varie d'un point à un autre sur la même piste en raison des conditions météorologiques locales telles qu'un banc de brouillard de la fumée ou une ligne de précipitations. C'est pour cette raison qu'un équipement additionnel peut être installé pour couvrir l'extrémité de départ et le milieu d'une piste.

Les comptes rendus de portée visuelle de piste ont pour but d'indiquer au pilote la visibilité maximale de long d'une piste à partir de la zone de poser des roues. Cependant, *la visibilité réelle en d'autres points de la piste peut être différente* en raison de l'emplacement du transmissomètre. Le pilote doit donc en tenir compte en prenant une décision fondée sur l'information RVR.

La RVR n'est pas signalée à moins que la visibilité dominante soit inférieure à deux milles ou que la RVR soit de 6 000 pieds ou moins. Cela est dû au fait que l'équipement ne peut mesurer une RVR supérieure à 6 000 pieds. Lorsqu'elle est signalée, la RVR peut être utilisée comme une aide qui permet aux pilotes de prévoir les conditions qu'ils rencontreront pendant les étapes finales d'une approche aux instruments. Les cartes d'approche aux instruments spécifient les valeurs consultatives de visibilité et de RVR. La RVR n'est une contrainte à l'approche que dans les cas où les approches sont limitées ou interdites par RVR inférieure à 1 200. Voir 4.5.7 (A) pour de plus amples renseignements.

L'information RVR est fournie par le secteur de contrôle des arrivées, le poste PAR, la tour de contrôle ou la FSS. Elle est régulièrement passée au pilote lorsque les conditions l'exigent. Elle peut être insérée dans les bulletins météorologiques destinés à l'aviation.

La visibilité au sol continuera d'être signalée et utilisée dans l'application des minimums requis pour les décollages et les atterrissages. Toutefois, dans le cas de pistes dotées d'un transmissomètre muni d'un dispositif de lecture numérique ou d'un autre instrument adéquat, les pilotes peuvent utiliser la RVR au lieu de la visibilité dominante pour la détermination des minimums de visibilité, sauf si ces derniers sont perturbés par un phénomène météorologique local de courte durée.

La lecture RVR se fait normalement avec les feux de piste réglés à l'intensité 3. Toutefois, si le réglage des feux est porté à l'intensité 4 ou 5, une augmentation relative de la portée visuelle de piste sera évidente. Aucune diminution n'est toutefois décelée dans le cas des réglages d'intensité inférieure à 3. Les pilotes doivent être avertis chaque fois que le réglage des feux de piste est porté à l'intensité 4 ou 5. Si la RVR est mesurée en deux endroits, le contrôleur identifie la zone de poser des roues par «Alpha» et le milieu de la piste par «Bravo».

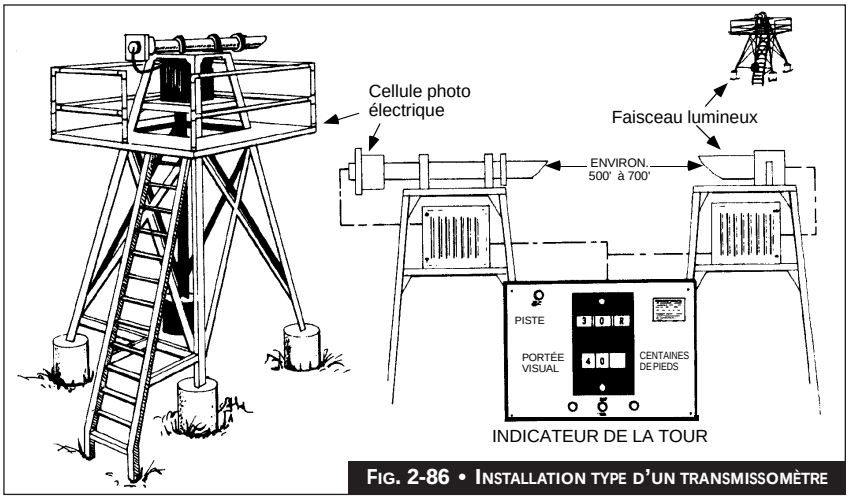


Fig. 2-86 • Installation type d'un transmissomètre

Dans tous les cas, le pilote est libre de demander le réglage d'intensité qui lui convient. Lorsque plusieurs aéronefs effectuent une approche, chacun des pilotes peut exiger un nouveau réglage des feux s'il le désire, après que l'aéronef qui le précède a terminé son atterrissage.

Étant donné la complexité des équipements, la RVR n'est habituellement disponible qu'aux aéroports les plus fréquentés et sur certaines pistes seulement. Si l'équipement RVR n'est pas disponible ou temporairement en panne pour une piste donnée, il ne reste au pilote qu'à utiliser la méthode de l'observateur pour déterminer la visibilité. Dans ce cas, celle-ci est exprimée en milles ou en fraction de mille. Voici la relation qui existe entre la RVR et la visibilité.

Nota :
Ces nombres reflètent des valeurs désignées et non pas des équivalences exactes.

F. Radiophares non directionnels situés aux emplacements de radioborne

Des aides additionnelles peuvent être mises à la disposition des pilotes pour les aider à atteindre le repère d'approche finale (FAF). Le radiophare en est une et se trouve normalement au même endroit que la radioborne extérieure (OM). Il s'agit d'un radiophare non directionnel basse fréquence d'une puissance inférieure à 25 W et émettant sur une gamme de fréquences de 200 à 415 KHz. La portée de ce radiophare est d'environ 15 nm. Dans plusieurs cas, un NDB «en route» est installé à la radioborne extérieure de façon à ce qu'il puisse servir à la fois d'installation terminale et d'installation «en route».

En général, les radiophares sont identifiés par une seule lettre du code Morse. Lorsqu'ils sont situés à la radioborne extérieure, leur indicatif est formé en éliminant la lettre standard «I» et en utilisant la lettre de l'indicatif d'alignement de piste. Par exemple, en approche ILS vers la piste 07 à Ottawa, l'indicatif de l'alignement de piste est IOW. L'indicatif du radiophare, qui est situé à la radioborne extérieure est donc O (OSCAR).

RVR (PIEDS)	VISIBILTÉ (MILLES TERRESTRES)
1400	1/4
2600	1/2
4000	3/4
5000	1

2.2.8
Système d'atterrissage hyperfréquences (MLS)

A. Description du système

L'OACI a adopté le système d'atterrissage hyperfréquences (MLS) à faisceaux battants à référence temporelle comme le système d'approche de précision normalisé pour remplacer l'ILS. Ce système assure le guidage de précision en matière d'alignement et de descente des aéronefs, au cours de l'approche en vue de l'atterrissage, en leur fournissant des renseignements d'azimut, de hauteur et de distance. Le système peut se décomposer selon les cinq fonctions suivantes :

1/ information d'azimut en approche;
2/ information d'azimut arrière;
3/ information de hauteur en approche;
4/ information de distance;
5/ communications de données.

À l'exception du DME, tous les signaux MLS sont transmis sur une seule fréquence grâce à un système de répartition dans le temps. Deux cents canaux sont disponibles entre 5 031 MHz et 5 090,6 MHz. En transmettant un faisceau étroit qui balaie la zone de couverture à un taux de balayage fixe, un récepteur embarqué peut calculer l'angle d'azimut et de hauteur en mesurant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les balayages. Pour le pilote, la présentation du MLS sera similaire à celle de l'ILS sur un indicateur CDI standard ou un écran multifonctions.

B. Limites de l'ILS

Le système d'atterrissage aux instruments (ILS) a servi d'aide d'approche de précision et d'atterrissage normalisée pendant les 40 dernières années. Pendant cette période, il a fourni des services utiles et a subi un certain nombre d'améliorations qui étaient destinées à

accroître son rendement et sa fiabilité. Toutefois, ce système possède bien des limites de base, compte tenu de l'évolution des besoins en aviation :

1/ sensibilité aux conditions liées à l'emplacement et coûts d'installation élevés;
2/ trajectoire d'approche unique;
3/ brouillage multi-trajectoires;
4/ canaux limités - 40 canaux seulement.

C. *Avantages du «MLS»*

Comme il a été mentionné plus tôt, l'ILS possède des limites qui interdisent ou limitent son emploi dans de nombreuses circonstances. Le MLS non seulement ne présente pas ces problèmes, mais offre également de nombreux avantages par rapport à l'ILS, y compris :

1/ élimination des problèmes de brouillage de diffusion ILS/FM;
2/ fourniture d'une couverture tout temps jusqu'à ± 60° de part et d'autre de l'axe de piste, de 0,9° à 15°en pente d'approche et sur 20 nm;
3/ capacité de fournir le guidage de précision dans des zones d'atterrissage réduites, par exemple les héliports sur les toits d'immeubles;
4/ disponibilité permanente d'un large éventail de trajectoires de descentes pour répondre aux besoins des aéronefs et des hélicoptères STOL et VTOL;
5/ choix d'approches segmentées et curvilignes;
6/ disponibilité de 200 canaux - cinq fois plus que l'ILS;
7/ réduction possible des minimums CAT I;
8/ meilleure qualité de guidage avec peu de corrections de trajectoire de vol requises;
9/ fourniture de guidage d'azimut arrière pour les approches interrompues et le départ;
10/ élimination des interruptions du service causées par l'accumulation de neige;
11/ coûts d'aménagement de l'emplacement, de réparation et de maintenance moins élevés.

D. *Guidage en azimut d'approche*

L'antenne destinée au guidage en azimut d'approche fournit une couverture latérale de 40° de part et d'autre du centre de balayage (**Fig. 2-87**). La couverture est fiable jusqu'à une distance minimale de 20 nm à partir du seuil de piste et jusqu'à une hauteur de 20 000 pieds. L'antenne est généralement située à environ 1 000 pieds au-delà de l'extrémité de piste.

E. *Guidage en azimut arrière*

L'antenne d'azimut arrière assure le guidage latéral lors des approches interrompues et pendant la navigation après le départ. L'émetteur d'azimut arrière est essentiellement le même que celui de l'azimut d'approche. Toutefois, l'équipement émet à un taux de données plus faible puisque les exigences de précision de guidage ne sont pas aussi contraignantes que celles requises pour l'approche en vue de l'atterrissage. L'équipement fonctionne sur la même fréquence que l'azimut d'approche mais à un intervalle différent dans la séquence de transmission. Sur les pistes qui permettent les approches MLS aux deux extrémités, l'équipement d'azimut d'approche peut être commuté pour fournir l'information d'azimut d'arrière et vice versa. La **Fig. 2-87** montre les volumes de couverture en azimut du MLS.

F. *Guidage de pente d'approche*

La station de site émet des signaux sur la même fréquence que la station d'azimut. L'émetteur

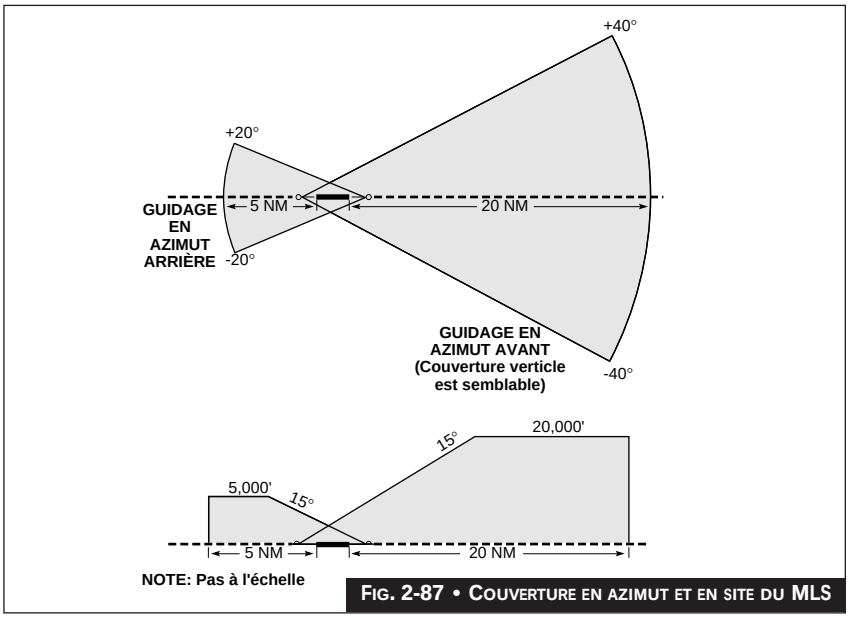


Fig. 2-87 • Couverture en azimut et en site du MLS

de pente d'approche est normalement situé à environ 400 pieds de part et d'autre de la piste entre le seuil et la zone de toucher des roues. La **Fig. 2-87** montre les volumes de couverture du signal en site du MLS. Il permet au pilote de choisir parmi un large éventail d'angles de descente.

G. Guidage en distance

Le guidage en distance, compatible avec la précision qu'offrent les stations d'azimut et de pente d'approche, est fourni par le DME de précision MLS (DME/P). La précision du DME/P est de ± 100 pieds à comparer avec une précision de ± 1 200 pieds du DME standard. Dans l'avenir, il pourra s'avérer nécessaire de déployer un DME/P possédant des modes qui pourraient être incompatibles avec des récepteurs embarqués DME standard.

H. Communications de données

L'équipement d'azimut au sol émet également des données dans le format de son signal, ce qui comprend des données de base et des données auxiliaires également. Les données de base peuvent comprendre la trajectoire d'azimut d'approche et l'angle de descente minimal. Les données auxiliaires peuvent porter sur des renseignements d'approche supplémentaires tels que l'état de la piste, le cisaillement du vent ou la météo.

2.2.9
Navigation de surface

A. Généralités

La navigation de surface (RNAV) peut être définie comme une méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides de navigation à référence sur station ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome ou grâce à une combinaison de ces deux moyens. La navigation de surface a été établie pour donner aux aéronefs une plus grande liberté d'évolution dans le plan horizontal, ce qui permet d'utiliser plus complètement l'espace aérien disponible. Ce type de navigation n'exige pas le suivi d'une trajectoire directement entre des aides de radionavigation déterminées ou à partir de ces dernières et comporte trois applications principales :

1/ Il permet d'établir un réseau de routes entre un point d'arrivée et un point de départ donnés, de façon à réduire les distances de vol et l'espacement des aéronefs;
2/ Il permet d'amener des aéronefs dans les régions terminales en leur faisant suivre des trajectoires d'arrivée et de départ prédéterminées afin d'accélérer la circulation;
3/ Il permet d'élaborer des procédures d'approche aux instruments et de permettre leur homologation à certains aéroports dépourvus d'installations d'atterrissage aux instruments.

Les systèmes de navigation qui offrent la possibilité RNAV sont le VOR/DME, le DME/DME, le LORAN C, le GPS, l'OMEGA et les systèmes de navigation inertiels (INS) autonomes ou les systèmes de référence inertielle (IRS).

B. VOR/DME

Un système RNAV d'emploi courant en aviation générale est le calculateur de lignes de positionnement (TLC), qui repose sur les renseignements d'azimut et de distance d'un VORTAC. Il porte également le nom de *système RHO-THETA*. Grâce à ce calculateur, le pilote déplace effectivement ou décale le VORTAC à un emplacement voulu si ce dernier se trouve dans sa distance de réception. Cette station «fantôme» est créée en établissant la distance

Fig. 2-88 • VOR / DME RNAV

(RHO) et le gisement (THETA) du point de cheminement, à partir d'un VORTAC pertinent, dans les fenêtres appropriées du sélecteur de point de cheminement (**Fig. 2-88**). Une série de ces stations «fantômes» ou points de cheminement forme une route RNAV.

La **Fig. 2-89** illustre la façon dont la RNAV VOR/DME est mise à profit pour se rendre de Belgrade à Haines sur une route directe. Cette route coupe l'axe radial 180o à 23 nm au sud du VORTAC Mystic. Par conséquent, le pilote affiche sur le panneau de commande 180/23 comme *premier point de cheminement*. Le *deuxième point de cheminement* se trouve à 15 nm du VORTAC MEEKER sur l'axe radial 360°, représenté par 360/15 sur le panneau de commande. Le *troisième point de cheminement* est 360/22.

La route directe de Belgrade à Haines est de 191 nm, soit 24 nm de moins que sur la voie aérienne VICTOR.

Le pilote pourrait également placer le point de cheminement 3 sur l'aéroport de destination, ce qui lui permettrait ainsi de naviguer du point de cheminement 2 directement à l'aéroport de Haines. Le DME lui fournirait toujours la distance à franchir pour se rendre à destination. Le pilote afficherait le point de cheminement 3 comme 064/49 (en référence au VORTAC MILTON). Les systèmes de gestion de vol (FMS) modernes utilisent souvent les systèmes DME/DME (RHO-RHO) qui comparent les nombreux signaux DME (lorsque la couverture est disponible) pour fournir des renseignements de position, de temps et de distance.

C. LORAN-C

Il s'agit d'un système hyperbolique à impulsions qui fonctionne dans la bande de fréquences de 90 KHz à 110 KHz. Il est utilisé par les navires et les aéronefs lorsque la couverture du signal est disponible. Le système repose sur le calcul des différences d'heure d'arrivée entre des signaux provenant d'un groupe ou d'une chaîne de stations. Une chaîne comprend une station maîtresse reliée à un maximum de quatre stations secondaires dont tous les signaux sont synchronisés avec la station maîtresse. Le récepteur LORAN-C mesure la différence de temps entre la station maîtresse et au moins deux des stations secondaires pour fournir un relevé de position.

La zone de couverture du LORAN en Amérique du Nord est limitée à la zone continentale des États-Unis, à la partie méridionale du Canada ainsi qu'aux côtes est et ouest (voir **Fig. 2-90**). *L'AIP Canada* et les manuels de fabricants d'équipement appropriés devraient être consultés pour obtenir des renseignements à jour sur la couverture du système et pour prendre connaissance des recommandations concernant la sélection des stations.

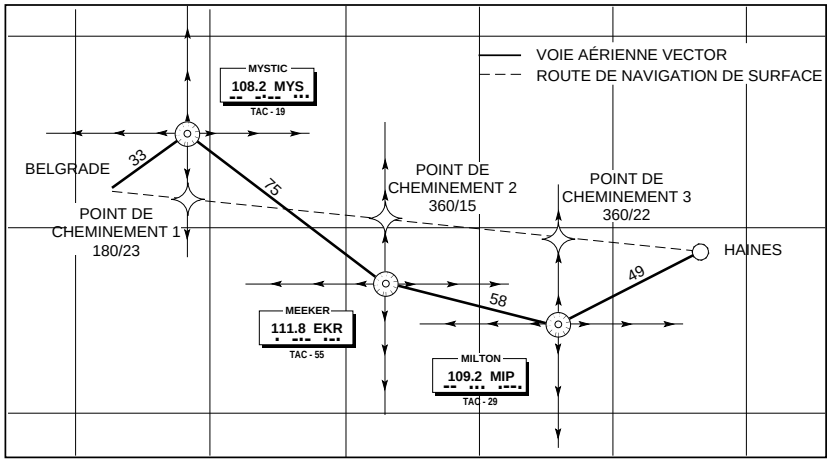


FIG. 2-89 • ROUTE DE NAVIGATION DE SURFACE

Les imprécisions du LORAN sont principalement attribuables à la distance de la

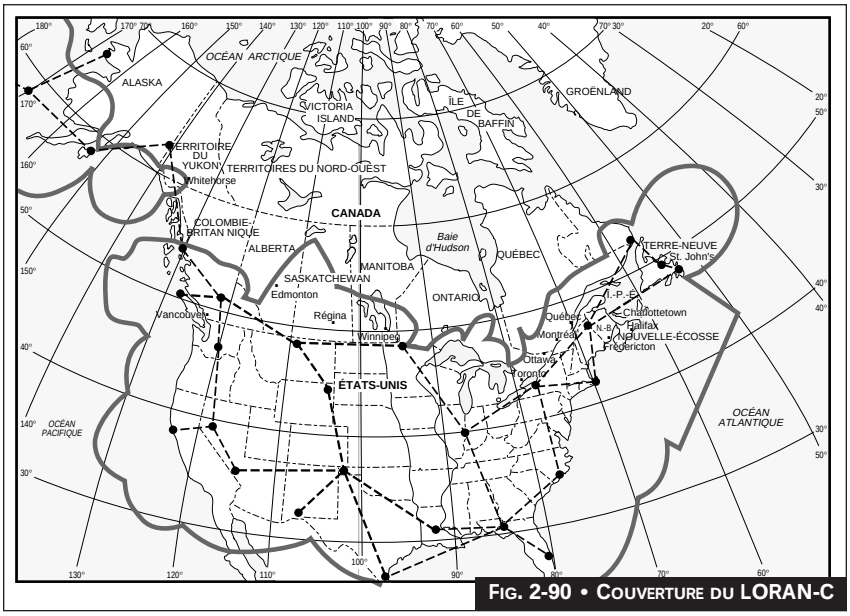


FIG. 2-90 • COUVERTURE DU LORAN-C

station au sol, à la géométrie du récepteur par rapport aux lignes de base de l'émetteur au sol et aux anomalies de propagation dues à la surface terrestre. En raison de la bonne précision de répétition des signaux du LORAN-C lorsque la force du signal est suffisante, le système peut être mis à profit pour les approches de non-précision (classique). La plupart des récepteurs LORAN-C utilisés pour les besoins de l'aviation générale sont homologués pour les vols VFR seulement. *L'équipement qui est homologué pour l'utilisation IFR* devrait être clairement indiqué dans l'aéronef ou dans les documents de bord. Il incombe au pilote de s'assurer de l'homologation IFR de l'équipement LORAN-C installé à bord de son appareil avant d'entamer un vol IFR.

D. GPS (Système de positionnement global)

Le GPS est un système de détermination de position par satellites qui a été conçu par le ministère de la Défense des États-Unis (DOD) pour les besoins de la navigation terrestre, maritime et aérienne. Il constituera l'élément principal du *système mondial de navigation par satellites de l'OACI, désigné GNSS*. La constellation complète GPS comprend 24 satellites opérationnels qui fournissent en permanence des renseignements de position tridimensionnelle hautement précis à l'échelle mondiale. Le système russe GLONASS et le système européen INMARSAT peuvent ajouter des satellites à la constellation GNSS pour accroître sa redondance.

1. *Fonctionnement du GPS :* Placé en orbite à 11 900 nm, chaque satellite émet continuellement des signaux sur 1227,6 et 1575,42 MHz. Le récepteur GPS choisit automatiquement les signaux provenant de quatre ou plusieurs satellites pour calculer une position tridimensionnelle, la vitesse et le temps. Utilisant un signal non codé de navigation de précision (code C/A) auquel auront accès tous les usagers civils, le système offrira une précision d'au moins 100 mètres dans le plan horizontal et de 140 mètres dans le plan vertical, 95 % du temps. À la différence des systèmes de navigation à infrastructure terrestre, le GPS fournit une couverture mondiale pratiquement dépouillée de toute imprécision des signaux liés à la propagation dans l'atmosphère terrestre. Il n'en demeure pas moins que le relief montagneux, les structures artificielles et un mauvais emplacement de l'antenne sur l'aéronef peuvent provoquer le masquage des signaux. Il est important de noter que *la précision du GPS est de meilleure qualité que tout ce que nous avons connu auparavant* en matière de guidage en route et d'approche de non-précision.

Fig. 2-91 • Orbites des satellites GPS

Chaque satellite GPS est équipé de 4 horloges atomiques, étant donné que la navigation GPS repose essentiellement sur la précision de l'heure. Ces horloges garantissent une précision de une nanoseconde ou d'un milliardième de seconde. Les satellites diffusent cette heure en même temps que les données qu'utilisent les récepteurs pour calculer la position des satellites.

Des stations réparties autour du globe surveillent le fonctionnement des satellites, et une station de contrôle principale, située à Colorado Springs, offre la possibilité d'envoyer des corrections aux satellites en cas de détection d'erreur.

En plus des renseignements de position tridimensionnelle précis, le GPS donne également une lecture directe de la vélocité - à la fois la vitesse et le sens du déplacement. Cela signifie que les vitesses-sol affichées sont en étroite corrélation avec les changements de vitesses réels et les pilotes se rendront compte d'une nette amélioration à cet égard par rapport aux vitesses-sol que fournit le DME ou le LORAN-C. Cette fonction qui renseigne sur le sens du déplacement permet de fournir plus rapidement un avertissement d'écart hors route, ce qui rend le fonctionnement plus souple.

2. *GPS différentiel :* Les techniques différentielles peuvent être mises à profit pour obtenir la précision que requièrent des opérations plus exigeantes. Elles consistent à installer un récepteur au sol à un endroit

dont on connaît les coordonnées avec précision. Ce récepteur peut également calculer les erreurs dans les signaux des satellites et les communiquer par liaison de données aux aéronefs sous la forme de corrections que le récepteur de l'aéronef peut appliquer pour réduire l'erreur de position à une valeur aussi faible que de 2 à 5 mètres.

Il existe deux types de techniques différentielles : *locale* et *de zone étendue.* La technique locale est essentiellement décrite ci-dessus. La technique différentielle de zone étendue repose sur l'utilisation de stations au sol, espacées de centaines de milles, pour alimenter une station maîtresse de contrôle, laquelle enverrait des données de correction jusqu'aux satellites géostationnaires.

3. *PRÉCISION, DISPONIBILITÉ ET INTÉGRITÉ :* Les systèmes de navigation aérienne doivent satisfaire à des exigences contraignantes en matière de précision, de disponibilité et d'intégrité. La précision et la disponibilité sont des concepts qui n'appellent pas de commentaires. L'intégrité est la capacité du système d'informer un usager d'un dysfonctionnement quelconque du système. Par exemple, les signaux ILS sont surveillés électroniquement et si les moniteurs détectent un mauvais fonctionnement, ils doivent arrêter l'ILS en moins de 6 secondes. Cela entraîne l'affichage d'un drapeau dans le poste de pilotage et une approche interrompue.

   La conception du récepteur est une autre méthode qui permet d'obtenir l'intégrité et la TSO-129 sur le récepteur GPS préconise le *Contrôle autonome de l'intégrité du récepteur (RAIM).* Le RAIM exige qu'au moins 6 satellites soient en vue. Plus il y a de satellites en vue, meilleure est l'intégrité. Le RAIM fonctionne en comparant les solutions de position obtenues de différentes combinaisons de satellites. La comparaison de ces solutions peut permettre de conclure qu'un satellite diffuse des données incorrectes, et le récepteur peut alors ne pas en tenir compte.

DANGER :
Seuls les récepteurs GPS qui répondent à la norme TSO C-129 sont actuellement agréés comme aide à la navigation principale pour les vols IFR. Si le récepteur n'est pas conforme à la norme, il peut obtenir des données incorrectes du satellite sans aucune indication d'erreur.

FIG. 2-92 • RÉCEPTEUR GPS

4. *APPROCHES GPS :* Le GPS est autorisé pour les approches de non-précision (NPA), y compris les approches VOR, VOR/DME, NDB et NDB/DME. Cette autorisation est assujettie à certains critères :

   a/ le récepteur doit être conforme à la norme TSO C-129;

   b/ tous les points de cheminement d'approche doivent figurer dans la base de données de l'avionique;

   c/ toutes les approches qui peuvent être effectuées à l'aide du GPS doivent être indiquées dans le *Canada Air Pilot.*

   Le GPS devrait être à même, grâce aux techniques différentielles, de fournir des données suffisamment précises et fiables qui permettent des approches de précision selon les minimums de Catégorie I. Il est théoriquement possible que le GPS puisse être même utilisé pour les approches de Catégorie II ou III; toutefois, il n'est pas certain que toutes les questions d'intégrité nécessaires à l'exécution de ces approches puissent être résolues. Pour plus d'information concernant les approches GPS combinées et autonomes, voir *AIP Canada.*

5. *UTILISATION EN ROUTE ET EN RÉGION TERMINALE :* Le GPS peut être utilisé comme système de guidage principal pour les vols IFR dans les régions océaniques, dans l'espace aérien intérieur en route et en région terminale si les dispositions et les limites suivantes sont respectées :

   a/ l'équipement de navigation GPS utilisé doit être agréé conformément aux

exigences spécifiées dans la TSO C-129 et utilisé conformément aux consignes fournies dans le manuel de vol ou le supplément au manuel de vol homologué;

b/ la surveillance de l'équipement de navigation classique est nécessaire sauf pour les installations qui utilisent le RAIM pour la surveillance d'intégrité. La surveillance est également obligatoire lorsqu'il n'existe pas suffisamment de satellites en vue pour assurer le fonctionnement du RAIM;

c/ pour la navigation NAT MNPS, on peut utiliser une installation GPS agréée en vertu de la TSO C-129, pour remplacer l'un des autres moyens de navigation de longue distance homologués. Pour les vols à l'intérieur de l'espace aérien CMNPS ou RNPC, le GPS peut servir comme unique système de navigation de longue portée.

Nota :
S'il existe une discordance entre le GPS et les aides à la navigation classiques, le pilote doit revenir à ce dernier mode de navigation.

E. OMEGA :

L'OMEGA est un réseau de huit stations émettrices VLF réparties à travers le monde qui fournissent une couverture mondiale pour les besoins de la navigation maritime et aérienne. Ces stations émettent des signaux à des intervalles précis, dans la bande VLF (10-13 KHz). Étant donné leur faible fréquence, les signaux peuvent être reçus jusqu'à des centaines de milles de distance. Les variables de propagation influent sur les signaux de l'OMEGA et peuvent diminuer la précision du système. Parmi ces variables figurent la variation quotidienne de la vitesse de phase, l'absorption des signaux par la calotte polaire et l'activité solaire soudaine. La création d'électricité statique dans les précipitations et d'autres activités électriques peuvent également influer sur le fonctionnement du système. L'OMEGA permet d'obtenir une précision de l'ordre de 2 à 4 nm à l'échelle mondiale.

Sous réserve de certaines restrictions, les systèmes de navigation OMEGA sont homologués pour le vol IFR en route dans la plupart des classes d'espace aérien RNAV. L'OMEGA n'est pas homologué pour les procédures d'approche aux instruments.

F. INS (Système de navigation par inertie)

1. *Le système :* Les systèmes de navigation par inertie (INS) sont *complètement autonomes* et ne dépendent d'aucune aide à la navigation au sol. Après que la position initiale de l'aéronef lui a été fournie, le système peut la remettre constamment à jour de manière très précise, tout comme la vitesse-sol, l'altitude et le cap. Il peut calculer la route et la distance entre deux points, afficher l'écart latéral par rapport à la route, fournir les ETA, la vitesse-sol et les renseignements sur le vent. Le système fournit également des informations de guidage et d'orientation au pilote automatique et aux instruments de vol.

   Le système comporte une *plate-forme inertielle*, des *accéléromètres* et *un calculateur*. La plate-forme, qui peut déceler tout mouvement de l'aéronef par rapport à la terre, comprend deux gyroscopes. Ces derniers conservent leur orientation dans l'espace tandis que les accéléromètres détectent tout changement de direction et de vitesse. Cette information fournie par les accéléromètres et les gyroscopes est envoyée au calculateur qui corrige la route en tenant compte des facteurs tels que la rotation de la terre, la dérive de l'aéronef, la vitesse et le taux de virage. Les indicateurs d'assiette de l'aéronef peuvent également être raccordés à la plate-forme inertielle.

   La précision de l'INS est tributaire de la précision des informations de position initiale programmées dans le système. Par conséquent, l'alignement du système avant le vol est très important. La précision est très élevée tout de suite après l'alignement et diminue avec le temps à un taux d'environ 1 à 2 nm à l'heure. Les recalages de position peuvent s'effectuer en vol en utilisant les références au sol introduites manuellement ou automatiquement grâce à des insertions multiples de données DME ou VOR.

2. *Utilisation :* Pour déclencher le

fonctionnement d'un INS type on commence par le mettre sous tension. Dès que le gyro est en rotation et que la plate-forme est alignée avec l'assiette de l'aéronef, on introduit à l'aide d'un clavier (*Fig. 2-93*) la position actuelle de l'aéronef, généralement en termes de latitude et de longitude, et la déclinaison magnétique. Cette information est intégrée dans un modèle mathématique dans l'ordinateur et, selon une procédure connue sous le nom d'alignement au gyrocompas, le système calcule son point de référence nord. Au fur et à mesure de l'alignement du système, les coordonnées de chaque point de cheminement ainsi qu'une route prévue sont introduites dans le calculateur. Des renseignements supplémentaires tels que les itinéraires au sol, la vitesse-sol et les ETA voulus peuvent être également introduits dans certains systèmes.

Une fois en vol, les renseignements requis sont généralement affichés sur un boîtier de commande et d'affichage (CDU), soit sur un tube cathodique soit sous forme numérique (**Fig. 2-93**). L'INS peut être également interfacé avec d'autres équipements et instruments de l'aéronef. Par exemple, un HSI peut recevoir et afficher l'information ou un pilote automatique peut être relié à l'INS de façon à ce que les renseignements de navigation puissent être utilisés pour manoeuvrer l'aéronef.

En route, le pilote rappelle *le point de cheminement* voulu du calculateur. Ce dernier affiche les renseignements d'orientation et de distance sur les instruments de navigation ordinaires de l'aéronef. Les modifications ou les écarts par rapport à la route prévue peuvent être effectués en introduisant les coordonnées du nouveau point de cheminement voulu dans le calculateur.

3. *ERREURS :* Beaucoup de facteurs sont à l'origine d'erreurs dans un système de navigation inertielle. En vol, les erreurs découlent des imperfections des gyros, des accéléromètres et des calculateurs. Un mauvais alignement dès le début peut augmenter les erreurs. Certaines erreurs et leurs effets sont débattus dans les paragraphes qui suivent.

FIG. 2-93 • BOÎTIER DE COMMANDE ET D'AFFICHAGE DE L'INS

Mise à niveau initiale. Si la plate-forme n'est pas parfaitement horizontale, l'angle d'inclinaison qui en résulte permettra à l'accéléromètre de détecter l'effet de la gravité et par conséquent la mesure est faussée par comparaison aux accélérations véritables de l'appareil. D'où des erreurs de distance.

Accéléromètres. À cause de certaines imperfections dans la sensibilité et l'alignement des accéléromètres d'où proviennent l'ensemble des renseignements, il peut se produire des erreurs de vitesse et de distance.

Erreurs d'intégrateur. Les erreurs d'intégration peuvent être dues à la dérive, à un mauvais étalonnage, à la non-linéarité des erreurs dans les conditions initiales établies (l'arrondissage dans l'équation). Compte tenu de l'étape où se produisent les erreurs d'intégration, elles peuvent ou non ne pas s'accroître avec le temps et peuvent se trouver dans n'importe laquelle des solutions de vitesse, de distance ou de position.

Mauvais alignement initial d'azimut. Une erreur due à un mauvais alignement en azimut donnera lieu à des erreurs de vitesse. Une fois intégrées, ces erreurs de vitesse entraîneront des erreurs de distance et de position sans cesse croissantes.

Mise à niveau de la dérive des gyroscopes. À cause de la précession aléatoire des gyros, ces derniers ont tendance à écarter la plate-forme de sa position horizontale, ce qui entraîne une oscillation que les accéléromètres s'efforcent de corriger. Cette oscillation, compte tenu de sa période, entraînera des erreurs de vitesse et des erreurs de distance subséquentes.

Dérive du gyro d'azimut. De faibles erreurs de position peuvent se produire en raison de la dérive du gyro d'azimut. Toutefois, la dérive du gyro autour de son axe d'azimut

occasionne des erreurs d'azimut en vol qui sont faibles à comparer aux erreurs de mauvais alignement initial en azimut.

Erreurs du calculateur. Les erreurs dans le calculateur sont attribuables à deux causes principales : les limites du matériel et les approximations effectuées dans les équations de calcul. Comme la plupart des calculateurs numériques modernes éliminent la plupart des problèmes liés au matériel et au logiciel, seules de légères erreurs d'approximation subsistent.

4. *GYROLASER :* Le gyrolaser est un dispositif en forme de triangle dont le boîtier extérieur est en silicone, et qui possède une cavité remplie de gaz. Une cathode et deux anodes servent à exciter le gaz et à produire deux faisceaux laser voyageant en direction opposée. Les miroirs installés dans chaque coin du dispositif permettent de réfléchir les lasers autour de son boîtier.

   Si les deux faisceaux laser voyagent à la même distance, il n'y aura aucun changement dans leur fréquence. Toutefois, si le dispositif est déplacé (accéléré), un faisceau lumineux voyage à une distance supérieure à celle du détecteur de l'autre faisceau. La fréquence du faisceau voyageant à une distance plus grande sera plus faible que celle voyageant sur une distance plus courte. Le détecteur analyse ces changements de fréquence et envoie les renseignements au calculateur qui traduit alors les données en mouvement dans l'espace.

5. *GYROLASER INTÉGRÉ À UN INS :* En utilisant trois gyrolasers et trois accéléromètres placés à angle droit, il est possible d'interpréter tous les mouvements de l'aéronef dans l'espace. Ce type de système ne comporte aucune pièce mobile et convient de façon idéale pour les systèmes inertiels à composantes liées.

6. *INS À COMPOSANTES LIÉES :* Un INS à composantes liées est un système monté de façon rigide sur l'aéronef. Il n'a pas besoin d'une plate-forme stabilisée comme c'est le cas pour l'INS classique (**Fig. 2-94**).

   Au fur et à mesure que l'aéronef vole le long de sa route, les gyrolasers détectent les changements d'accélération verticale, de cap et de vitesse. Plutôt que de repositionner en permanence l'ensemble des capteurs, comme dans un système classique, le calculateur reconnaît les changements et les traite mathématiquement. L'utilisation de logiciels informatiques pour conserver les références inertielles élimine le besoin de plate-forme stabilisée avec ses moteurs, ses suspensions à cardan et ses dispositifs de mesure angulaires.

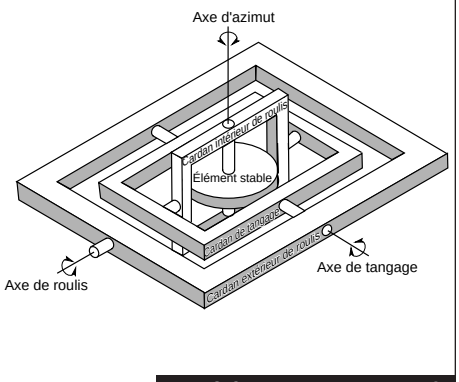


FIG. 2-94 • FIXATIONS DE L'INS

7. *AVANTAGES D'UN GYROLASER :* L'INS à gyrolaser offre les avantages suivants : précision élevée, faible besoin en alimentation électrique, faible taille et poids léger, et capacité d'alignement instantané. En outre, étant donné que le dispositif ne contient aucune pièce mobile, son taux de disponibilité en service est généralement très élevé.

8. *PROCÉDURES À L'INTENTION DES PILOTES :* La plupart des erreurs grossières de navigation liées à l'INS ou aux ONS sont dues à *des erreurs du pilote plutôt qu'à des erreurs de l'équipement lui-même.* Il est extrêmement important que les pilotes suivent les bonnes procédures INS lorsqu'ils introduisent les points de cheminement et qu'ils se servent de l'INS pour naviguer. En particulier, il est essentiel que les deux pilotes contre-vérifient toutes les données avant de les introduire dans le système pour les besoins de la navigation. Voir le *Manuel d'exploitation MNPS sur l'Atlantique Nord* qui contient des directives détaillées.

G. FMS (SYSTÈMES DE GESTION DE VOL) :

Le système de gestion de vol (FMS) est l'expression qui sert à décrire un système intégré qui utilise les données de navigation, atmosphériques et de débit carburant provenant de nombreux capteurs en les regroupant dans un système central pour les fins de planification du vol et de gestion du vol et du carburant. Le système traite les données de navigation pour calculer et mettre à jour une meilleure position

calculée d'après la précision connue du système et la fiabilité des capteurs d'entrée. Ce système peut être aussi désigné *RNAV à multicapteurs*. Les commandes du FMS diffèrent largement selon les types et les fabricants d'aéronefs mais la **Fig. 2-95** illustre une architecture type.

Le calculateur de navigation est le coeur de tout FMS. Il contient le microprocesseur et la base de données de navigation. Une base de données type contient une bibliothèque régionale ou mondiale d'aides à la navigation, de points de cheminement, d'aéroports et de voies aériennes.

Les données des capteurs FMS proviennent de capteurs externes DME, VOR, centrales aérodynamiques (ADC) et de débit de carburant. Généralement, un ou plusieurs capteurs de longue portée tels que l'INS, l'IRS, l'ONS, le LORAN-C ou le GPS y sont également intégrés. La plupart des systèmes de gestion de vol sont homologués pour utilisation IFR en route dans la plupart des classes d'espace aérien RNAV compte tenu des capacités de leurs capteurs de navigation. Les procédures d'approche aux instruments fondées sur l'équipement FMS multicapteurs sont en train d'être introduites au Canada. Un exemple est illustré à la **Fig. 4-42**.

H. ESPACE AÉRIEN :

Dans la foulée du développement de systèmes RNAV fiables et précis, l'espace aérien intérieur et océanique a été restructuré pour permettre l'utilisation des spécifications rigides de performance RNAV. Voici des types d'exemples d'espace aérien RNAV actuels :

1/ L'espace aérien à spécifications de performances minimales de navigation sur l'Atlantique Nord (*NAT MNPS*) repose sur l'utilisation du réseau de routes organisées de l'Atlantique Nord (*OTS*) qui est établi d'après des critères d'espacement RNAV précis (**Fig. 3-12**);

2/ Le réseau de routes septentrionales et le réseau de routes de l'Arctique dans les régions de contrôle du Nord et de l'Arctique sont fondés sur les spécifications canadiennes de performances minimales de navigation (*CMNPS*) (**Fig. 3-11**);

3/ Sur le plan intérieur, l'espace aérien fondé sur la qualité de navigation requise (*RNPC*) a été établi pour permettre l'utilisation à fois des routes aléatoires et des routes fixes RNAV (cet espace aérien comprend toute la partie méridionale du Canada) (**Fig. 3-11**).

À l'heure actuelle, le nombre de routes RNAV existant dans l'espace aérien canadien s'élève à trois, sans compter le réseau de routes organisées :

1/ Routes aléatoires au FL 390 et au-dessus;
2/ Routes T-fixes entre paires de villes à partir du FL 310 et plus (voir *CFS*);
3/ Routes de temps minimum (MTT) entre différentes paires de villes publiées quotidiennement par NOTAM (les MTT sont à titre d'essai seulement).

TYPE	DESCRIPTION	ALTITUDES
Aléatoire	Routes aléatoires	FL 390 ou supérieur
Routes T-Fixes	Routes T-fixes entre paires de villes	FL 310 ou supérieur
MTT	Routes de temps minimum (MTT) entre différentes paires de villes publiées par NOTAM	Entre le FL 350 et le FL 390

FIG. 2-96 • BOÎTIER DE COMMANDE TYPE DU FMS

FIG. 2-95 • BOÎTIER DE COMMANDE TYPE DU FMS

Pour de plus amples renseignements sur les espaces aériens MNPS, CMNPS et RNPC ainsi que leurs frontières réelles, veuillez consulter l'*AIP Canada* et le *Manuel des espaces aériens désignés* (TP 1820F).

2.3 PRINCIPES DE BASE DU PILOTAGE AUX INTRUMENTS

2.3.1 PILOTAGE AUX INSTRUMENTS — TENUE D'ASSIETTE

A. INTRODUCTION

La présente rubrique se propose de passer en revue les techniques de vol aux instruments portant sur la tenue d'assiette, y compris les manoeuvres de décrochage et de sortie de décrochage. L'exercice 24 du *Manuel de pilotage (FTM)* fournit une explication et une description plus approfondies d'un plus grand nombre de manoeuvres aux instruments.

Le vol élémentaire aux instruments est l'étape qui suit le pilotage à vue. Si un avion adopte une certaine inclinaison longitudinale et latérale en plus d'un régime moteur donné, on peut prévoir ses performances. Par conséquent, les instruments de vol servent de référence pour déterminer les assiettes longitudinales et latérales et la puissance; et si ces mêmes instruments confirment les performances désirées, on définit par le fait même la technique du vol élémentaire aux instruments. Le vol élémentaire aux instruments comporte trois éléments principaux :

1/ la surveillance des instruments;
2/ leur interprétation; et
3/ le contrôle de l'aéronef.

Le corps humain est sujet à des sensations qui risquent fort de fausser l'interprétation de l'assiette réelle d'un aéronef. Par conséquent, un pilote doit apprendre à rejeter ses impressions et à contrôler son appareil en adoptant une bonne méthode de surveillance et d'interprétation de ses instruments.

Le pilotage aux instruments demande une bonne méthode de *surveillance* des instruments. Il va de soi que certains instruments de vol sont plus utilisés que d'autres au cours de certaines manoeuvres. Cette surveillance est la technique de surveillance ou *balayage visuel radial selectif*. En effectuant une montée à vitesse constante, par exemple, l'altimètre est moins important que l'anémomètre. Par ailleurs, dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, le pilote se sert de l'indicateur d'assiette pour vérifier la position longitudinale de son appareil et pour la modifier afin de ramener la vitesse à la valeur désirée.

FIG. 2-97 • L'INDICATEUR D'ASSIETTE EST AU CENTRE DU PROCESSUS DE SURVEILLANCE

L'indicateur d'assiette tient lieu de références visuelles extérieures normales et, par conséquent, il constitue l'instrument principal de contrôle d'assiette. En surveillant ses instruments, un pilote doit considérer l'indicateur d'assiette comme le centre de mire de tous les autres instruments. (**Fig. 2-97**)

L'*interprétation* exacte des instruments constitue le deuxième volet du vol aux instruments. Comme l'indicateur d'assiette présente un horizon artificiel, il et très important de bien interpréter l'indication de cet instrument. Voir *le manuel de pilotage* exercice 24 pour de plus amples renseignements.

Le contrôle de l'appareil découle de la surveillance et de l'interprétation des instruments. Il ne s'agit en fait que d'exercer l'effort approprié sur les commandes de vol pour obtenir les performances désirées. Ces efforts sont les mêmes que l'on exerce en vol à vue sauf que les efforts sur les commandes doivent être plus faibles et plus uniformes.

B. PRINCIPE

Le principe du pilotage à l'aide des instruments de contrôle d'assiette et de performances peut s'appliquer à n'importe quel aspect du vol aux instruments. Selon ce principe, les instruments se divisent en trois grandes catégories : *contrôle*, *performances* et *navigation*.

1/ *INSTRUMENTS DE CONTRÔLE*. Ils indiquent *l'assiette de l'avion ainsi que la puissance* (poussée/traînée) fournie. Ces instruments sont gradués de façon à permettre des réglages de grandeur définie. Ils

comprennent l'indicateur d'assiette et les instruments de contrôle moteur (tachymètre, pression d'admission, RPM, EPR).

2/ *INSTRUMENTS DE PERFORMANCES*. Ils indiquent *les performances réelles de l'aéronef*, qui peuvent être déterminées d'après les anémo-machmètres, les variomètres, les altimètres, le conservateur de cap, le contrôleur de virage, le compas magnétique.

3/ *INSTRUMENTS DE NAVIGATION*. Ils indiquent *la position de l'avion* par rapport à une aide à la navigation particulière qui a été choisie. Au nombre de ces instruments figurent le NDB, le VOR, l'ILS, l'INS, le GPS, le LORAN-C et l'OMEGA.

C. CONTRÔLE DE L'ASSIETTE ET DE LA PUISSANCE

Le contrôle correct de l'assiette de l'avion découle de la connaissance du moment et du degré de variation d'assiette et de sa modification progressive et définie. Le contrôle de l'assiette de l'avion s'effectue grâce à l'utilisation judicieuse de l'indicateur d'assiette. Ce dernier fournit une indication immédiate, directe et proportionnelle de tout changement longitudinal ou latéral de l'assiette de l'avion.

Les changements d'assiette longitudinale s'effectuent en modifiant la position de la maquette de l'avion par rapport à la barre d'horizon. Ces changements s'expriment en largeur de barre ou en degrés suivant le type d'indicateur d'assiette, une largeur de barre représentant environ un changement d'angle de tangage de 2 degrés.

Les changements d'assiette latérale s'effectuent en modifiant la position de l'aiguille d'inclinaison ou d'assiette latérale par rapport à l'échelle des angles d'inclinaison. Normalement, les graduations de l'échelle correspondent à 0, 10, 20, 30, 60 et 90 degrés, l'échelle pouvant être située dans la partie supérieure ou inférieure de l'instrument. Normalement, il est recommandé d'utiliser un angle d'inclination approximativement égal au nombre de degrés du virage à effectuer, *sans toutefois dépasser 30 degrés en vol aux instruments*. Il faut tenir compte également de la vitesse vraie et de la cadence de virage voulue.

Un bon contrôle de la puissance se traduit par l'aptitude à atteindre et à maintenir des vitesses voulues de façon progressive en liaison avec les changements d'assiette, les variations de puissance s'accomplissent par le réglage des gaz en se référant aux indicateurs de puissance. Le maintien d'une indication constante ne demande que peu d'attention une fois les réglages faits, parce que ces indications ne sont pas affectées par des facteurs comme une turbulence, un défaut de compensation ou des pressions accidentelles sur les commandes.

FIG. 2-98 • UNE ASSIETTE DE MONTÉE RECTILIGNE

D. TECHNIQUE DE LA COMPENSATION

L'avion a été compensé de façon correcte quand il se maintient à l'assiette voulue sans qu'on ait à exercer de pression sur les commandes. Il est beaucoup plus facile de conserver une assiette donnée en relâchant la pression sur les commandes. D'autre part, le pilote peut alors accorder une plus grande attention aux instruments de navigation, ainsi qu'aux autres tâches qui lui incombent dans le poste de pilotage.

Premièrement, exercer une pression sur les commandes afin d'obtenir l'assiette voulue, puis régler le compensateur, de façon que l'avion se maintienne dans cette assiette après avoir neutralisé les commandes. Compenser l'avion en vol coordonné en centrant la bille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale. À cette fin, agir sur la commande du compensateur de direction dans le sens du déplacement de la bille par rapport au centre.

Les changements d'assiette, de puissance ou de configuration peuvent demander des retouches du réglage des compensateurs. L'utilisation indépendante des compensateurs pour introduire un changement d'assiette de l'avion se traduit invariablement par un contrôle désordonné, et elle est donc déconseillée. La meilleure manière de modifier l'assiette de l'avion de façon précise et souple consiste à combiner l'action sur les commandes et sur les compensateurs.

E. TECHNIQUE DE SURVEILLANCE (BALAYAGE VISUEL)

La surveillance ou le recoupement, comme on la désigne quelques fois, *consiste en l'observation permanente et logique des instruments de pilotage.* Une surveillance méthodique et cohérente des instruments s'avère nécessaire afin d'effectuer les changements qui s'imposent dans l'assiette et les performances de l'aéronef.

Le principe du pilotage aux instruments à l'aide des instruments de contrôle et de performances exige que le pilote définisse une assiette et un réglage de puissance sur les instruments de contrôle qui devraient conduire aux performances désirées. Le pilote doit être capable de se rendre compte de la nécessité d'un changement d'assiette ou de puissance, ou des deux. En comparant les divers instruments de façon appropriée (surveillance), il peut déterminer l'importance et le sens du réglage nécessaire à l'obtention des performances désirées.

La surveillance peut se limiter à la répartition appropriée de l'attention entre les divers instruments de pilotage et à leur interprétation. Il faut répartir efficacement son attention entre les instruments de contrôle et de performances, dans un ordre permettant la consultation de tous les instruments de pilotage. Le pilote doit *interpréter* ce qu'il voit sur les instruments et se familiariser avec les facteurs à considérer en répartissant correctement son attention.

Un facteur influençant la technique de surveillance des indications instrumentales réside dans la manière caractéristique dont les instruments répondent aux changements d'assiette et de puissance. Les instruments de contrôle fournissent des indications directes et immédiates des variations alors que les instruments de performances présentent un léger retard par rapport aux changements. Ce retard est dû à l'inertie de l'avion ainsi qu'aux principes de fonctionnement et aux mécanismes des instruments de performances.

Pour acquérir la technique vous permettant de toujours consulter le bon instrument au bon moment, vous devez vous *poser continuellement ces questions :*

1/ De quelle information ai-je besoin?
2/ Quels instruments me donnent ces renseignements?
3/ Est-ce que ces renseignements sont fiables?

FIG. 2-99 • ASSIETTE DE DESCENTE EN APPROCHE

Comme il a été mentionné plus tôt, l'indicateur d'assiette est le seul instrument qu'un pilote doit observer en permanence pendant un temps assez long. C'est également celui auquel il se reporte le plus fréquemment. Un exemple de surveillance démontre que le pilote passe de l'indicateur d'assiette à l'altimètre, revient à l'indicateur d'assiette, passe à l'anémomètre, revient à l'indicateur d'assiette et ainsi de suite (technique du centre de mire ou du *balayage radial*). Il est évident que les techniques de surveillance varient légèrement selon les différentes phases d'un vol. Il s'agit dans ce cas du *balayage radial sélectif* vu que le pilote utilisera des instruments particuliers pour accomplir une tâche précise.

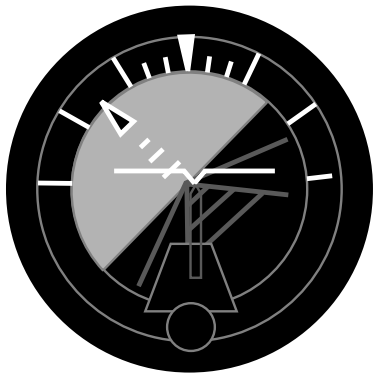


FIG. 2-100 • VIRAGES SERRÉS INCLINÉS DE 45°

Une bonne ou mauvaise technique de surveillance peut se reconnaître grâce à certains symptômes du contrôle de l'avion. Ceux traduisant une utilisation insuffisante des instruments de contrôle sont facilement reconnaissables. Le pilote devrait avoir à l'esprit à tout moment les indications définies d'assiette et de puissance à maintenir. Si les autres instruments de performances accusent des fluctuations désordonnées en passant par les indications désirées, c'est que probablement il ne se reporte pas suffisamment aux instruments de contrôle. Ce manque de précision dans le contrôle de l'avion s'appelle poursuite des indications.

Une trop grande attention aux instruments de contrôle peut se reconnaître grâce aux symptômes suivants : si le pilote exerce un contrôle souple positif et continu sur les indications des instruments de contrôle mais que l'on observe des écarts lents de grande amplitude sur les instruments de performances, une surveillance plus fréquente de ces derniers est alors nécessaire.

Les indications de certains instruments n'attirent pas autant l'attention que d'autres. Par exemple, un écart de cap de quatre degrés n'est pas aussi évident qu'une variation de 300 à 400 pieds par minute du variomètre. Le pilote doit s'efforcer de consulter tous les instruments afin d'apercevoir immédiatement tout écart enregistré par les instruments de performances.

Une bonne surveillance se traduit par une interprétation continuelle des instruments de pilotage, ce qui permet au pilote de conserver en permanence un bon contrôle de l'avion. Se rappeler que le passage d'un instrument à un autre sans interprétation n'a aucune valeur. Les instruments et leur emplacement varient, de même que la compétence du pilote. Par conséquent, *chaque pilote doit mettre au point sa propre technique, à la vitesse qui lui convient, afin d'interpréter de façon correcte et ininterrompue les indications des instruments de pilotage*. Voir l'exercice 24 dans le *Manuel de pilotage*, qui fournit une explication et des exemples détaillés de techniques de surveillance à diverses étapes d'un vol.

F. Réglage de l'assiette et de la puissance

Le principe du vol aux instruments implique que l'assiette et la puissance de l'avion soient réglées pour obtenir les performances voulues par rapport aux capacités de votre appareil. Un changement d'assiette ou de puissance, ou des deux, est nécessaire si l'on observe une indication différente de celle désirée sur les instruments de performances. Il est cependant tout aussi important pour le pilote de savoir quoi changer et de combien il doit modifier un angle le tangage ou de roulis ou la puissance.

La phrase *«l'assiette combinée à la puissance est égale aux performances»* résume le principe sur lequel repose le vol aux instruments. En d'autres mots, les performances d'un aéronef sont le produit de son assiette et de sa puissance. Les performances s'expriment en terme de vitesse, d'altitude, de taux de montée ou de descente, ou selon d'autre critères. Un changement d'assiette ou de puissance entraînera un changement de performances.
Le pilote sait quoi changer en sachant quel est l'instrument de contrôle sur lequel il doit agir pour obtenir l'indication désirée sur les instruments de performances. La commande de roulis permet de maintenir un cap ou un angle d'inclinaison latérale en virage. La commande de puissance, associée à une légère modification d'assiette peut servir à maintenir ou à changer la vitesse de l'avion à une altitude constante. La puissance peut également servir à maintenir un taux de montée ou de descente à une vitesse donnée ou pour un réglage de compensation précis.

Le degré de changement de l'assiette ou de la puissance dépend d'abord d'une estimation reposant sur la connaissance de l'avion et de la valeur du changement à apporter dans les indications des instruments de performances. Après un changement d'assiette ou de puissance, le pilote doit observer les instruments de performances pour voir si la variation désirée s'est produite; sinon, un autre réglage est nécessaire.

En résumé, *le vol aux instruments consiste, en permanence, à :*

a/ afficher une assiette et un régime sur les instruments de contrôle;
b/ compenser l'avion;
c/ recouper les indications des instruments; et
d/ régler.

Ces opérations qui s'appliquent à n'importe quelle évolution fondamentale aux instruments devraient améliorer la précision de la tenue d'assiette en vol aux instruments.

2.3.2
Manoeuvres de vol aux instruments et tenue d'assiette

Les manoeuvres suivantes sont décrites dans le *Manuel de pilotage* pour des tableaux complets et partiels et ne seront pas reproduites ici :

1/ Vol rectiligne en palier;
2/ Montée;
3/ Descente;
4/ Virages;
5/ Virages serrés;
6/ Changement de vitesse; et
7/ Assiette inhabituelle et rétablissement;

A. Décrochages et sortie de décrochage

L'exécution d'un décrochage peut se présenter sous différentes configurations. Nous ne traiterons cependant que des décrochages les

plus couramment rencontrés lors des évolutions en vol aux instruments. Les procédures d'entrée que nous décrirons sont conçues pour exercer les pilotes à rattraper les décrochages provoqués aux fins d'entraînement. Ces manoeuvres devraient s'effectuer en VMC à une altitude de sécurité, généralement en prévoyant une récupération à 3 000 pieds AGL au moins. Voir le manuel de pilotage de l'avion pour les procédures recommandées.

1. *DÉCROCHAGE EN APPROCHE*

Décrochage rectiligne : Dans le cas d'un décrochage en approche, la configuration de l'avion est celle adoptée pour le type en question, c.-à-d. la positon des volets et celle du train d'atterrissage telles que spécifiées dans le manuel de vol de l'avion en vue d'un atterrissage.

Au fur et à mesure que la vitesse diminue vers celle de l'approche, le pilote doit maintenir son altitude en tirant graduellement sur la commande de profondeur. Lorsque cette vitesse d'approche est atteinte, il diminue l'assiette longitudinale de la maquette pour amorcer une descente. Lorsque l'avion est établi sur une pente rectiligne constante à la vitesse d'approche, pour provoquer le décrochage dans cette configuration, il faut cabrer la maquette jusqu'à environ la deuxième ligne de référence au-dessus de l'horizon. En s'approchant de la vitesse de décrochage, le pilote doit maintenir la même assiette longitudinale et conserver le cap du début de la manoeuvre.

La sortie doit être amorcée immédiatement lorsque les vibrations apparaissent, en baissant simultanément la maquette sur la barre d'horizon et en mettant la pleine puissance. Il suffit ensuite de maintenir une assiette en palier pour que la vitesse augmente. Une fois une vitesse de sécurité atteinte, le pilote amorce une montée jusqu'à l'altitude initiale.

Décrochage en virage : Le décrochage en virage sur une approche s'effectue à peu près de la même façon que le décrochage rectiligne en approche (adopter le régime d'approche; maintenir l'altitude jusqu'à atteindre la vitesse d'approche; exécuter une descente rectiligne à cette vitesse et poursuivre la descente jusqu'à ce que les indications des instruments soient devenues stables). À ce moment, le pilote cabre lentement l'appareil jusqu'à la deuxième ligne de référence au-dessus de l'horizon (2e repère) et amorce un virage de 15 à 20 degrés d'inclination dans n'importe quelle direction. En se référant toujours à l'indicateur d'assiette, il conserve cette pente et cette inclinaison jusqu'à l'apparition des vibrations.

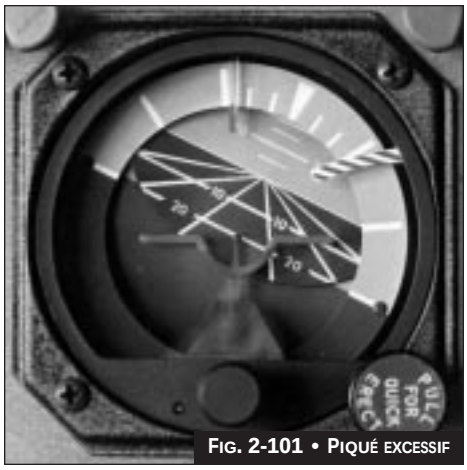


FIG. 2-101 • PIQUÉ EXCESSIF

La procédure de sortie est la même qu'en décrochage rectiligne à l'approche, sauf qu'il faut ramener les ailes à l'horizontale et maintenir le cap de sortie. Voir la partie du *Manuel de pilotage* qui traite des assiettes inhabituelles et des sorties de décrochage.

2. *DÉCROCHAGES AU DÉCOLLAGE ET AU DÉPART*

Rectiligne : Le pilote affiche le régime de ralenti, ou une pression d'admission d'environ 15 po de Hg, et maintient l'altitude en augmentant lentement le cabré en se référant à l'indicateur d'assiette, au variomètre et à l'altimètre. En s'approchant de la vitesse de décollage, le pilote met les ailes à l'horizontale et, augmente la puissance et cabre à un angle provoquant le décrochage rectiligne au moteur.

Pour se faire, il amène la maquette d'avion à la deuxième ligne de référence au-dessus de l'horizon (ou tel qu'indiqué selon le type de l'avion). Il doit, en outre, conserver le cap initial jusqu'à l'apparition des vibrations. Au fur et à mesure que la vitesse diminue, le pilote tire davantage sur le manche pour garder l'assiette de cabré choisie. Seule la commande de direction doit servir au maintien du contrôle en direction.

Lorsque les vibrations apparaissent, le pilote diminue le cabré jusqu'à la barre d'horizon, et met pleins gaz, ce qui permet à l'avion d'accélérer. Il faut conserver l'altitude de rattrapage et terminer la manoeuvre au

même cap utilisé au cours du décrochage. Une fois la vitesse de montée atteinte, le pilote réduit la puissance au régime de montée.

Décrochage en virage : Le décrochage en virage au décollage s'effectue de la même manière que le décrochage rectiligne au départ (le pilote réduit la puissance et maintient l'altitude). Lorsque la vitesse d'envol est atteinte, le pilote cabre la maquette jusqu'à la deuxième ligne de référence, augmente la puissance et effectue un virage de 15 à 20 degrés d'inclinaison dans un sens ou dans l'autre. En se référant à l'indicateur d'assiette, il conserve cette assiette de montée en virage jusqu'à l'apparition des vibrations de décrochage. Pour la sortie, il suffit de ramener la maquette sur la barre d'horizon, de mettre les ailes à l'horizontale et de conserver l'altitude et le cap de sortie. À la vitesse de montée, le pilote réduit la puissance au régime de montée.

PARTIE TROIS

SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

3.1 INTRODUCTION AUX SERVICES DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE
3.2 ESPACE AÉRIEN CANADIEN
3.3 ESPACEMENT IFR
3.4 PROCÉDURES RADIO

3.1 INTRODUCTION AUX SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

3.1.1

SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

SERVICE DE CONTRÔLE D'AÉROPORT - Service fourni par les tours de contrôle d'aéroport à tous les aéronefs qui évoluent sur l'aire de manoeuvre d'un aéroport ainsi qu'aux aéronefs évoluant au voisinage d'un aéroport.

SERVICE DE CONTRÔLE RÉGIONAL - Service assuré par les centres de contrôle régional (ACC) aux vols IFR et aux vols VFR contrôlés évoluant dans des zones de contrôle déterminées.

RÉSOLUTION DE CONFLITS - Résolution de conflits potentiels éventuels entre des aéronefs IFR/VFR et des aéronefs VFR/VFR qui sont identifiés au radar et en communication avec l'ATC.

SERVICE DE CONTRÔLE TERMINAL - Service assuré par les unités IFR (ACC) ou les unités de contrôle terminal (TCU) au bénéfice des aéronefs évoluant dans des zones de contrôle déterminées.

SERVICE RADAR TERMINAL - Service supplémentaire fourni par les unités IFR aux aéronefs VFR évoluant dans un espace aérien de classe C, D ou E.

SERVICE D'ALERTE - Notification des organismes appropriés lorsqu'un aéronef requiert les services de recherches et de sauvetage, ou alerte de l'équipe de secours, des ambulances, des médecins et de tout autre service de sécurité.

SERVICE D'INFORMATION DE VOL - Avis et renseignements fournis par l'ATC, en plus des informations de contrôle, dans le but d'améliorer la sécurité et l'efficacité des vols (voir le paragraphe 3.1.2).

SERVICE DE RÉSERVATION D'ALTITUDE - Ce service comprend les réservations d'altitude qu'assurent l'unité de réservation d'espace aérien (ARU) et les centres de contrôle régional (ACC) pour des opérations aériennes déterminées dans l'espace aérien contrôlé et la communication d'information sur ces réservations et les zones d'activité militaire dans l'espace aérien contrôlé et non contrôlé.

SERVICE D'INFORMATION SUR LES MOUVEMENTS D'AÉRONEFS - Service fourni par un ACC et qui consiste à recueillir, à traiter et à transmettre l'information sur les mouvements d'aéronefs, à l'intention des unités de défense aérienne, au sujet des vols qui évoluent à l'intérieur de la zone d'identification de défense aérienne du Canada (CADIZ).

SERVICE D'INFORMATION DES DOUANES (ADCUS) - Service assuré, sur demande, par les unités ATC pour aviser à l'avance les agents des douanes dans le cas de vols transfrontaliers transitant par certains «ports d'entrée». Les renseignements sur l'ADCUS figurent dans le *Supplément de vol Canada.*

CONTRÔLE SOL - Service fourni par un contrôleur d'aéroport ou un contrôleur sol aux aéronefs et aux véhicules qui se déplacent sur l'aire de manoeuvre de l'aéroport.

A. CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

La circulation aérienne comprend l'ensemble des aéronefs en vol et des aéronefs évoluant sur l'aire de manoeuvre d'un aérodrome. Le contrôle de la circulation aérienne (ATC) au Canada est assuré par un personnel compétent des Forces canadiennes et de Transports Canada Aviation. Il peut être également fourni par un organisme privé comme c'est le cas à l'aéroport de Southport. Tout le contrôle est fondé sur la circulation connue. De même, un aéronef ne peut être sous la responsabilité que d'une seule unité ATC à un moment donné.

OBJECTIFS DE L'ATC : Les objectifs de l'ATC peuvent être résumés comme suit :

a/ assurer un écoulement sécuritaire, rapide et ordonné de la circulation aérienne;
b/ empêcher les collisions;
c/ fournir des avis et des renseignements aux pilotes;
d/ alerter les organismes appropriés lorsque des aéronefs ont besoin d'aide.

NOTA :
Fournir les services de contrôle constitue généralement la responsabilité principale d'une unité ATC.

B. Stations d'information de vol - Services

Il existe environ 100 stations d'information de vol où oeuvrent des spécialistes de l'information de vol dont la tâche première est de fournir efficacement des services de planification de vol, d'information de vol ainsi que des services consultatifs aux pilotes. Les spécialistes de l'information de vol travaillent étroitement avec d'autres organismes dans la prestation de ces services. Ils retransmettent les instructions du contrôle de la circulation aérienne et les comptes rendus de positions des aéronefs, diffusent les renseignements météorologiques, déclenchent les recherches dans les cas d'aéronefs portés manquants ou en retard, et y participent. Les stations d'information de vol offrent les services suivants :

1. *Service de planification pré-vol :* Le spécialiste de l'information de vol fournit un service de planification pré-vol sur place, par téléphone et par une ligne de libre appel interurbain, afin d'aider les pilotes à planifier et à effectuer leurs vols en toute sécurité. La station d'information de vol (FSS) affiche des renseignements aéronautiques et météorologiques complets qu'elle met à jour au fur et à mesure qu'elle reçoit de nouvelles données. Le spécialiste informe le pilote des conditions météorologiques actuelles ou prévues le long de la route qu'il compte suivre, et il met l'accent sur les conditions météorologiques dangereuses. Un pilote peut également obtenir des renseignements sur les voies aériennes, l'état des aides à la navigation, les installations de communication, la réglementation de nature spéciale, les routes recommandées, les distances, les repères au sol, etc... En fin de compte, les spécialistes acceptent et traitent les plans et les avis de vol et prennent des dispositions pour informer les douanes au sujet des vols transfrontaliers.

   Il existe deux types de service d'information météorologique :

   Le service d'*information* météorologique à l'aviation qui consiste à fournir des données météorologiques concrètes extraites de rapports météorologiques factuels, de prévisions météorologiques officielles ainsi que de produits graphiques ou de cartes météorologiques autorisées sans comprendre toutefois leur interprétation. Ce service est accessible à toutes les FSS et il est généralement fourni aux vols qui se rendent à des destinations situées dans un rayon de 500 milles de la station.

   Le service d'exposé météorologique à l'aviation consiste à fournir des renseignements météorologiques selon un processus de sélection, d'interprétation, d'élaboration et d'adaptation de cartes et de rapports pertinents. À des FSS désignées, les responsables d'exposés, en plus de fournir des données météorologiques concrètes, sont autorisés à les interpréter et les adapter à la lumière de l'évolution de la situation météorologique et des besoins particuliers de l'usager. Ils sont également autorisés à fournir des services de consultation et des avis sur des problèmes météorologiques particuliers et, sur demande, la documentation de vol pour des vols sur de longues distances. Pour être en mesure d'assurer la prestation de ce type de service, les FSS désignées ont accès aux renseignements météorologiques pour l'Amérique du Nord et, dans certains cas, pour l'Europe de l'Ouest et(ou) la région en bordure du Pacifique.

2. *Service consultatif d'aéroport :* Le service consultatif d'aéroport est fourni aux aéronefs avant leur décollage ou atterrissage, et il est destiné à assurer le mouvement sécuritaire des aéronefs aux aérodromes non contrôlés. Le service est fourni sur la MF et comprend les données du moment sur la piste en service ou la piste préférentielle, le vent, le calage altimétrique, le sommaire sur la circulation aérienne pertinente connue, la circulation au sol, les conditions météorologiques, les NOTAM et d'autres renseignements pertinents. Une fois qu'il a fourni le service consultatif initial aux aéronefs, le spécialiste peut leur demander des comptes rendus de position pour pouvoir suivre leur évolution à l'intérieur de la MF. Il fera connaître alors aux pilotes les positions et les intentions des aéronefs présentant un conflit possible, permettant ainsi aux pilotes de s'organiser de manière à ce que la circulation se déroule en toute sécurité. Ce service consultatif est également fourni à des aéroports déterminés

où sont co-implantées une FSS et une tour de, contrôle lorsque cette dernière est fermée.

3. *SERVICE DE CONTRÔLE DES VÉHICULES* :Le spécialiste de l'information de vol assure les déplacements en toute sécurité des véhicules et des aéronefs se trouvant sur les aires de manoeuvre de l'aéroport. La circulation au sol ne comprend pas les aéronefs; toutefois, elle comprend l'ensemble des autres trafics tels que les véhicules, les piétons et l'équipement de construction. Ce service est également fourni à des aéroports déterminés où sont co-implantées une FSS et une tour de contrôle, lorsque cette dernière est fermée.

4. *SERVICES CONSULTATIFS À DISTANCE D'AÉROPORT ET DE CONTRÔLE DES VÉHICULES* : Ces services ressemblent aux services consultatif d'aéroport et de contrôle des véhicules décrits précédemment sauf qu'ils sont fournis par l'intermédiaire d'une installation radio commandée à distance. La différence principale réside dans le fait que le spécialiste d'information de vol ne se trouve pas à l'aérodrome pour lequel les services sont fournis. Par conséquent, le spécialiste ne peut observer les conditions météorologiques locales; il se fie aux messages d'une station automatique d'information météorologique ou aux comptes rendus provenant d'autres organismes. De même, les pilotes devraient se sensibiliser au fait que le spécialiste ne peut visuellement suivre le mouvement de la circulation des aéronefs au voisinage d'une aérodrome bénéficiant d'un tel service commandé à distance; il ne peut de ce fait offrir l'assurance que le trafic au sol a libéré la piste en service. Un pilote qui effectue une approche directe aux instruments dans des conditions météorologiques défavorables à un aérodrome desservi par des services à distance devrait tenir compte de ces facteurs.

5. *SERVICE D'INFORMATION DE VOL EN ROUTE* : Les stations d'information de vol maintiennent une écoute continue sur la fréquence 126,7 afin d'obtenir les PIREP et les comptes rendus de position VFR, et également pour transmettre les renseignements relatifs à la sécurité des vols tels que : SIGMET, AIRMET, MANOT, PIREP, comptes rendus météorologiques, prévisions d'aérodromes, NOTAM ainsi que d'autres renseignements à jour sur les conditions de vol défavorables ou les dangers le long de la route d'un aéronef et dont un pilote peut ne pas être conscient. En outre, les FSS retransmettent les comptes rendus de position IFR ou les autorisations ATC dans les zones où les aéronefs se trouvent au-delà de la portée de communication des installations ATC. Au titre des autres activités à cet égard figurent la notification des signaux ELT et la prise en charge des communications relatives au contrôle sécuritaire de la circulation aérienne et des aides à la navigation (SCATANA).

6. *SERVICES D'URGENCE :* Les FSS maintiennent une écoute continue sur la fréquence 121,5 afin d'être prêtes à aider les équipages de conduite aux prises avec une situation d'urgence et pour signaler le cas des aéronefs qui se trouvent dans une situation déclarée d'urgence. De même, les FSS équipées de radiogoniomètres, généralement aux endroits éloignés, peuvent fournir le service de radioralliement et de détermination de position.

7. Service de traitement des plans de vol VFR et d'alerte : Les spécialistes fournissent ce service aux pilotes VFR. Lorsqu'il accepte des plans de vol, le spécialiste assume la responsabilité de l'alerte et de la coordination relatives à la recherche et au sauvetage. Les plans de vol sont communiqués aux stations de destination, et grâce à un fichier en attente, le spécialiste détermine quels aéronefs n'ont pas terminé leur vol dans le délai prévu. Si un aéronef accuse un retard, le spécialiste effectue une recherche par les moyens de communication dans tous les secteurs probables sur la route de l'aéronef et coordonne les résultats avec les services de recherches et de sauvetage.

8. *SERVICE D'OBSERVATION MÉTÉOROLOGIQUE :* À de nombreux aéroports, les spécialistes effectuent une surveillance des conditions météorologiques et des observations, enregistrent et diffusent les données météorologiques de surface, y compris les

bulletins spéciaux pour les besoins de l'aviation.

9. *SERVICE DE SURVEILLANCE DES AIDES À LA NAVIGATION :* Les spécialistes surveillent toutes les aides à la navigation pour en déterminer l'état. Leurs défectuosités sont immédiatement communiquées aux pilotes et à l'ATC pour leur permettre de prendre les mesures qui s'imposent. Lorsqu'il y a lieu, un NOTAM est diffusé pour en informer d'autres pilotes qui se trouvent à des endroits éloignés.

10. *SERVICE DE DIFFUSION :* Les spécialistes diffusent, dès leur réception, les SIGMET, des PIREP choisis et les comptes rendus sur des activités de microrafales. Ils diffusent également les NOTAM concernant l'arrêt d'équipement, et ce, immédiatement avant que cet arrêt soit effectué, et de nouveau lorsque le service est rétabli. Ces diffusions peuvent s'effectuer sur la fréquence en route, une installation radiotélécommandée appropriée et sur la MF associée à l'aéroport où la station d'information de vol est située. Les spécialistes peuvent également diffuser des bulletins météorologiques enregistrés (TWB) et fournir le service téléphonique automatique de bulletins météorologiques pour les pilotes (PATWAS) dans des régions métropolitaines déterminées où les renseignements météorologiques pré-vol sont très demandés.

3.1.2

SERVICE D'INFORMATION DE VOL

A. GÉNÉRALITÉS

Les unités du contrôle de la circulation aérienne assurent un service d'information de vol aux aéronefs, en les renseignant sur les conditions de vol dangereuses connues. De la sorte, les pilotes peuvent recevoir des informations qui n'étaient peut-être pas disponibles avant leur départ ou qui portent sur des changements survenus le long de leur route de vol.

Les pilotes doivent se rappeler que le *service de contrôle de la circulation aérienne a été établi principalement dans le but de prévenir les collisions et d'accélérer l'écoulement du trafic.* Ce service a la priorité sur le service d'information de vol, cependant aucun effort ne sera ménagé pour fournir aux pilotes l'information de vol et toute aide utile.

Le service d'information de vol est fourni, dans la mesure du possible, à tout aéronef en communication avec une unité du contrôle de la circulation aérienne, avant le décollage ou en cours de vol, sauf dans le cas où ce service est déjà assuré par l'exploitant. Divers facteurs tels que le volume de trafic, la charge de travail du contrôleur, la congestion des fréquences de communication et les possibilités limitées de l'équipement radar peuvent cependant empêcher un contrôleur d'assurer ce service. L'ATC fournit aux aéronefs IFR les renseignements suivants :

1/ conditions météorologiques dangereuses;
2/ conditions météorologiques observées ou prévues à l'aérodrome de destination ou de dégagement;
3/ éruption volcanique;
4/ conditions givrantes;
5/ changements survenus dans l'état de fonctionnement des aides à la navigation;
6/ état des aéroports et des installations connexes;
7/ autres détails jugés utiles à la sécurité du vol.

Les *messages d'information de vol* sont transmis à titre d'information seulement. Si une mesure particulière est suggérée, le message est précédé de l'expression «ATC SUGGEST» (L'ATC suggère ...). C'est au pilote qu'il incombe en dernier ressort de décider ce qu'il doit faire.

Le radar de surveillance est souvent utilisé pour renseigner les pilotes sur les conditions météorologiques dangereuses, le largage de paillettes, les vols d'oiseaux et les risques possibles de conflits. En raison des limites propres à tout système radar, les aéronefs, les perturbations météorologiques, etc..., ne peuvent pas toujours être détectés.

B. RENSEIGNEMENTS SUR LES VOLS D'OISEAUX

Des renseignements sur les vols d'oiseaux, résultant des observations faites par le contrôleur ou tirés des comptes rendus de pilotes, sont fournis aux aéronefs qui volent dans la région en cause. Les pilotes peuvent également être avertis d'un péril aviaire si l'observation radar indique la possibilité d'un vol d'oiseaux. Les détails suivants sont donnés :

1/ taille ou espèce d'oiseaux, si elle est connue;
2/ lieu où se trouvent les oiseaux;
3/ direction dans laquelle ils volent;
4/ altitude, si elle est connue.

C. Renseignements sur le largage de paillettes

L'ATC fournit aux pilotes qui ont l'intention de traverser la zone en cause tous les renseignements disponibles sur les largages prévus ou effectifs de paillettes. Ces renseignements comprennent :

1/ l'emplacement de la zone de largage;
2/ l'heure du largage;
3/ la vitesse et le sens prévus de la dérive;
4/ la plage d'altitudes qui sera vraisemblablement atteinte;
5/ l'intensité relative du nuage de paillettes.

D. Renseignements sur les conditions météorologiques dangereuses

Dans la mesure du possible, l'ATC fournit aux aéronefs en vol des renseignements sur les conditions météorologiques dangereuses qu'ils peuvent rencontrer en cours de route. De leur côté, les pilotes peuvent aider l'ATC en lui fournissant des comptes rendus sur le mauvais temps qu'ils rencontrent. L'ATC s'efforce toujours de suggérer d'autres routes disponibles afin que les pilotes puissent éviter ces zones de temps dangereux (voir 3.1.8f).

E. Service automatique d'information de région terminale (ATIS)

Le service automatique d'information de région terminale (ATIS) consiste en une émission continue sur une fréquence VOT ou VHF/UHF distincte, de renseignements enregistrés destinés aux aéronefs en partance ou à l'arrivée. Les messages ATIS sont enregistrés sous une forme normalisée et contiennent généralement les renseignements suivants :

1/ les conditions météorologiques à l'aéroport, y compris le plafond et l'état du ciel, la visibilité, les obstacles à la visibilité, la température, le point de rosée, le vent en surface y compris les rafales, les SIGMET, AIRMET et PIREP pertinents, ainsi que le calage altimétrique;
2/ le(s) type(s) d'approche aux instruments et la ou les pistes en service pour les aéronefs à l'arrivée;
3/ la ou les pistes en service pour les aéronefs au départ;
4/ les NOTAM ou les extraits de NOTAM concernant l'état de fonctionnement des aides à la navigation pertinentes et l'état des pistes, qui intéressent les aéronefs à l'arrivée ou au départ (exemple : le JBI et les rapports sur l'état des pistes seront inclus selon le cas).

Chaque enregistrement est identifié par une lettre de l'alphabet phonétique commençant par «ALPHA». Les lettres successives sont utilisées par ordre alphabétique pour les messages subséquents.

Exemple traduit : TORONTO INTERNATIONAL, INFORMATION BRAVO. MÉTÉO À 0300Z. DEUX MILLES PIEDS ÉPARS, PLAFOND MESURÉ TROIS MILLE PIEDS COUVERT, VISIBILITÉ CINQ, BRUME SÈCHE; TEMPÉRATURE UN HUIT, POINT DE ROSÉE UN CINQ; VENT UN TROIS ZÉRO À DIX, ALTIMÈTRE DEUX NEUF NEUF DEUX. APPROCHE ILS PISTE UN CINQ, ATTERRISSAGE UN CINQ, DÉPARTS DEUX QUATRE GAUCHE. NOTAM : ALIGNEMENT DE DESCENTE ILS PISTE ZÉRO SIX DROITE HORS SERVICE JUSQU'À NOUVEL AVIS. INFORMEZ ATC LORS DU CONTACT INITIAL QUE VOUS AVEZ REÇU L'INFORMATION BRAVO.

Nota :
L'heure et la portée visuelle de piste ne sont pas données dans les messages ATIS, mais elles sont communiquées conformément aux pratiques courantes. La température et le point de rosée ne sont tirés que des observations horaires régulières.

Les pilotes qui entendent l'émission doivent informer l'unité ATC (centre régional, contrôle terminal, contrôle au sol, tour, etc.), dès le premier contact, qu'ils ont reçu l'information, en donnant la lettre d'identification du message, ce qui évitera au contrôleur d'avoir à transmettre lui-même les renseignements en question.

Exemple : GABC 15 MILLES À L'EST, AVEC

L'INFORMATION BRAVO.

Lorsque les conditions changent si rapidement que les messages ATIS peuvent difficilement représenter la situation du moment, le message ci-après est enregistré et transmis :

À CAUSE DES CHANGEMENTS RAPIDES DANS LES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES (OU À L'AÉROPORT), CONTACTEZ L'ATC POUR OBTENIR LES DERNIERS RENSEIGNEMENTS.

Le succès et l'efficacité du service ATIS dépendent dans une grande mesure de la collaboration des usagers de l'espace aérien. Il est donc fortement recommandé aux pilotes de profiter pleinement de ce service.

3.1.3

IDENTIFICATION DES UNITÉS DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

Les unités de contrôle de la circulation aérienne sont identifiées par le nom de l'aéroport ou du lieu suivi du nom approprié de l'unité ou de sa fonction.

EXEMPLES :

OTTAWA TOWER(Tour d'Ottawa) - Tour de contrôle de l'aéroport

OTTAWA GROUND(Ottawa Sol)- Poste de contrôle sol de la tour

OTTAWA CLEARANCE DELIVERY (Autorisation d'Ottawa)

CALGARY TERMINAL(terminal de Calgery) - Unité de contrôle terminal

CALGARY ARRIVALarrivées de Calgary) - Poste de contrôle des arrivées de l'unité de contrôle terminal

CALGARY DEPARTURE(départ de Calgary) - Poste de contrôle des départs de l'unité de contrôle terminal

MONCTON CENTRE(Centre de Moncton) - Centre de contrôle régional

KENORA RADAR(radar de Kenora) -Service radar en route

Étant donné qu'aux unités qui sont dotées de radar de surveillance, tous les contrôleurs l'utilisent pour le service de contrôle, il n'est pas nécessaire d'utiliser le mot «radar» dans la désignation d'une unité ATC pour obtenir le service radar.

3.1.4

UNITÉS DE MESURE

Le système ATC du Canada utilise les unités de mesure suivantes :

VITESSE - Noeuds (Kt) ou nombre de Mach

DISTANCE - Milles marins (nm), sauf pour la visibilité qui est signalée en milles terrestres et la portée visuelle de piste (RVR) en pieds.

ALTITUDE - Mesurée en pieds et normalement arrondie à la centaine près. On l'exprime de la façon suivante :

a/ Au-dessous de 18 000 pi - milliers et centaines de pieds.

EXEMPLE :
16 000 pi - un six mille pieds
8 500 pi - huit mille cinq cent pieds

b/ À 18 000 pieds et plus, et en région de pression standard au-dessous de 18 000 pi, elle est précédée de l'expression «niveau de vol» et exprimée chiffre par chiffre, les deux derniers étant omis.

EXEMPLE :
22 000 pi - niveau de vol deux deux zéro
7 000 pi - niveau de vol sept zéro (dans la région de pression standard)
5 500 pi - niveau de vol cinq cinq (dans la région de pression standard)

HEURE : Pour tous les besoins opérationnels, l'heure est indiquée en temps universel coordonné, (UTC ou Z) et selon le système de 24 heures.

L'heure est normalement exprimée par 4 chiffres, les deux premiers indiquant le nombre d'heures après minuit, et les deux derniers les minutes. Lorsqu'il n'y a aucun risque de malentendu, on peut l'exprimer en minutes seulement, c'est-à-dire par les deux derniers chiffres.

Le groupe horaire 0000Z sert à indiquer le début d'une nouvelle journée, par exemple 152359Z, 160000Z.

POUR CONVERTIR L'HEURE NORMALE (SYSTÈME DE 24 HEURES)	EN HEURE UTC	
	TERRE-NEUVE	AJOUTER 3 1/2 HEURES
	ATLANTIQUE	AJOUTER 4 HEURES
	EST	AJOUTER 5 HEURES
	CENTRE	AJOUTER 6 HEURES
	ROCHEUSES	AJOUTER 7 HEURES
	PACIFIQUE	AJOUTER 8 HEURES

Dans le cas de l'*heure avancée*, réduire les nombres précédents d'une heure.

Il incombe aux membres d'équipage de s'assurer de l'exactitude de leurs montres ou horloges. L'*heure précise* est donnée aux aéronefs au départ lors de leur premier contact avec le contrôle sol ou la tour, et sur demande aux autres aéronefs. Elle est exprimée par quatre chiffres, à la minute près, par exemple, deux deux trois quatre.

CALAGE ALTIMÉTRIQUE (QNH) : Le calage altimétrique (QNH) indique une hauteur au-dessus du niveau de la mer. Dans les communications air-sol, on exprime ce calage en prononçant le mot «altimètre» suivi des quatre chiffres du calage énoncés séparément. Ces derniers indiquent le nombre de pouces de mercure au centième près.

EXEMPLE :
ALTIMÈTRE DEUX NEUF NEUF SIX.

Le QFE (calage qui permet à l'altimètre de mesurer la hauteur au-dessus de l'aérodrome) n'est pas fourni.

3.1.5
VOLS PRIORITAIRES

L'ATC assure normalement les services de la circulation aérienne selon le principe *«premier arrivé, premier servi»*, mais il accorde toutefois la priorité :

a/ à un aéronef qui a déclaré une urgence;

b/ à un aéronef qui semble être en situation d'urgence mais apparemment ne peut en informer l'ATC;

c/ à un aéronef qui signale qu'il peut être contraint d'atterrir compte tenu de facteurs, autre qu'un manque de carburant, affectant sa sécurité d'exploitation;

d/ à un aéronef transportant ou allant chercher un malade ou une personne gravement blessée nécessitant des soins médicaux urgents. Toutefois, la priorité n'est donnée à un aéronef transportant une personne malade ou gravement blessée que si l'état de cette personne l'exige;

e/ à des aéronefs militaires au départ pour des vols opérationnels de défense aérienne ou pour des exercices de défense aérienne.

3.1.6
AUTORISATIONS ET INSTRUCTIONS

Chaque fois qu'un pilote reçoit et accepte une *autorisation* du contrôle de la circulation aérienne, il doit se conformer à cette autorisation. S'il ne peut accepter une autorisation, il doit en informer l'ATC immédiatement, car un accusé de réception de l'autorisation, sans rien de plus, est interprété par le contrôleur comme une acceptation. Ainsi, le pilote qui reçoit l'autorisation de décoller doit en accuser réception et décoller sans retard injustifié, sinon, il doit informer l'ATC de ses intentions de façon que l'autorisation puisse être modifiée ou annulée. Lorsque le mot «immédiatement» fait partie d'une autorisation, il indique que celle-ci doit être exécutée dès réception.

Un pilote est tenu de se conformer à une *instruction* du contrôle de la circulation aérienne, pourvu que la sécurité de son appareil ne soit pas compromise.

Une *autorisation* («clearance» en anglais) se reconnaît du fait qu'elle contient une des formes du mot autorisé («clear» en anglais). Une *instruction* est toujours énoncée de façon à être facilement reconnue comme telle, bien qu'elle contienne rarement le mot «instruction», par exemple : ALPHA BRAVO CHARLIE APPELEZ EN FINALE POUR LA PISTE 32.

Il faut se rappeler que le contrôle n'est basé que sur la circulation aérienne connue. En se conformant aux autorisations ou aux

instructions, les pilotes doivent quand même faire preuve d'une bonne discipline de l'air.

Nota :
Une autorisation ou une instruction n'est valable que dans l'espace aérien contrôlé. Les pilotes en transit dans l'espace aérien contrôlé ou dans l'espace aérien non contrôlé sont censés respecter les normes de franchissement d'obstacles et faire attention au relief.

3.1.7

ASSIGNATION DE PISTE POUR L'ATTÉNUATION DE BRUIT

Il arrive parfois que la piste en service n'est pas celle qui se trouve le plus dans le vent. Cette mesure peut être prise en vue de minimiser les vols au-dessus des quartiers résidentiels adjacents à l'aéroport. Dans ce cas, on choisit la piste en tenant compte des points suivants :

a/ adéquation de l'état de la surface de la piste;
b/ composante réelle du vent de travers (max. 15 Kt en arrivée et 20 Kt au départ);
c/ composante réelle du vent arrière (max. 5 Kt).

C'est au pilote, en fin de compte, à décider si la piste lui convient. Aucun pilote n'est tenu d'utiliser une piste qui ne se prête pas aux besoins de l'exploitation.

3.1.8

RADAR

A. GÉNÉRALITÉS

L'utilisation du radar assure un meilleur emploi de l'espace aérien en permettant à l'ATC de diminuer les espacements entre aéronefs. De plus, avec le radar, le nombre de services est accru, tels que les informations sur le trafic, l'assistance radar à la navigation, les renseignements sur le largage de paillettes, l'activité aviaire et les conditions météorologiques dangereuses. En raison des limites propres à tous les systèmes radar, il peut ne pas être toujours possible de déceler un aéronef ou des perturbations météorologiques, etc. Lorsque les informations radar proviennent uniquement du radar secondaire de surveillance (SSR), il n'est pas possible de donner des renseignements sur le trafic des aéronefs qui ne sont pas équipés d'un transpondeur, ni de dispenser certaines informations de vol mentionnées précédemment. La **Fig. 3-11** illustre l'étendue de la couverture radar au Canada.

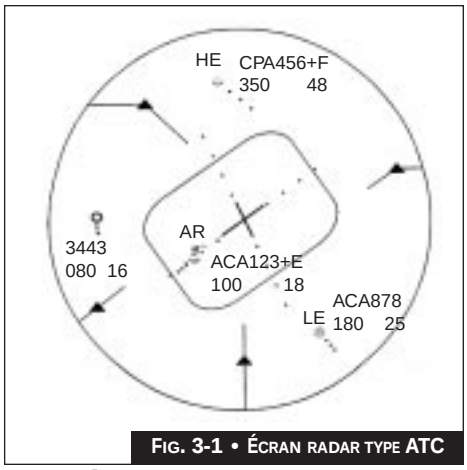


FIG. 3-1 • ÉCRAN RADAR TYPE ATC

B. SYSTÈMES

On utilise actuellement deux types fondamentaux de systèmes radar. Ce sont le *Radar de surveillance primaire (PSR)* et le *Radar secondaire de surveillance (SSR)*. Le PSR est un radar qui détecte et affiche les échos d'aéronef, les conditions météorologiques, les volées d'oiseaux, les objets fixes, etc., qui se trouvent dans les limites de son faisceau de balayage, environ 80 nm. Le SSR est un radar qui émet un «faisceau d'interrogation» lors de son balayage, faisceau auquel répond un transpondeur d'un aéronef en MODE 3/A et(ou) en MODE 2 et (facultativement) les données d'altitude en MODE C, sur une distance de 250 nm.

Le nouveau système radar RAMP (Programme de modernisation des radars) fournira une couverture beaucoup plus précise, fiable et accrue. Le système comprend le radar de surveillance terminale (TSR) et le radar secondaire de surveillance autonome (ISSR). Le TSR combine à la fois les données du PSR et du SSR et est capable de numériser les cibles du radar primaire, y compris les données météorologiques, en vue de leur affichage. Les systèmes ISSR ne fourniront que les données SSR.

La **Fig. 3-1** illustre un écran radar type simplifié d'un contrôleur. Sur cet écran sont affichées une carte d'approche de région terminale et de nombreuses cibles.

Le symbole utilisé pour chaque cible est déterminé par le système et indique le type de données radar sur lequel la cible est fondée. Il peut s'agir du PSR, du SSR ou des deux.

Si le système dispose d'un plan de vol qui correspond au code SSR reçu, un bloc de données sera produit et la cible sera assignée à un secteur particulier. Ce secteur est symbolisé par un indicateur à deux lettres qui figure directement au-dessus du symbole de la cible.

Dans ce cas, le bloc de données comportera l'identification de l'aéronef, sa catégorie de poids et la langue de préférence, qui figureront sur sa première ligne. Sur la deuxième ligne apparaîtront l'altitude et la vitesse-sol.

S'il n'existe aucun plan de vol dans le système, le bloc de données n'indiquera que le code SSR, l'altitude et la vitesse de l'aéronef.
Les autres données représentées sur le schéma comprennent les limites de secteur, les voies aériennes, les repères de transition et les points de compte rendu.

Les cartes qu'utilise le contrôleur sont conçues pour chaque secteur et comportent de nombreux calques qui peuvent contenir d'autres données, par exemple les zone de largage de carburant, les zones d'activité militaires etc..., que le contrôleur peut choisir d'afficher au besoin.

C. *Procédures*

Avant d'assurer le service radar, l'ATC établit l'identification de l'aéronef en cause, soit par le compte rendu de position, soit par les virages d'identification, soit encore par l'utilisation des transpondeurs. Les pilotes sont avertis chaque fois que l'identification est établie ou perdue.

Exemple :
«RADAR IDENTIFIED» ou «RADAR IDENTIFICATION LOST», (identification radar établie ou identification radar perdue)

L'identification radar d'un aéronef n'exempte pas le pilote de la responsabilité d'éviter les aéronefs non contrôlés et de maintenir une marge de franchissement d'obstacles. Si la charge de travail et les capacités de l'équipement le permettent, l'unité de contrôle de la circulation aérienne fournira des informations sur le trafic aux aéronefs identifiés au radar si sa cible semble se fusionner avec celle d'une autre cible observée au radar.

Le contrôle de la circulation aérienne *assure la responsabilité du franchissement d'obstacles* lorsqu'il guide des vols IFR en route et des vols IFR à l'arrivée jusqu'à ce que ces derniers soient dans le secteur d'approche finale. Le fait qu'un aéronef VFR accepte un vecteur radar ne le décharge pas de sa responsabilité de maintenir une marge de franchissement d'obstacles suffisante.

L'ATC a recours au guidage radar au besoin, pour des fins d'espacement, lorsque l'exigent les mesures antibruit ou à la demande du pilote, et dans tous les cas où le guidage radar offre des avantages opérationnels au pilote ou au contrôleur. Dès le début du guidage, l'ATC informe le pilote des raisons du guidage, du repère, de la voie aérienne ou du point vers lequel il est guidé.

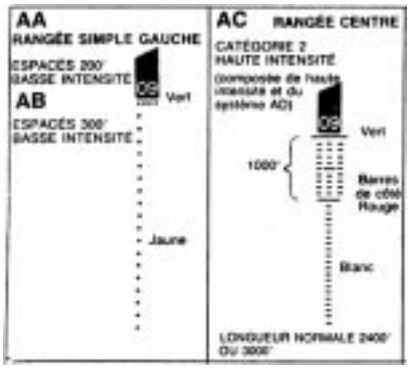


Fig. 3-2 • Légende des feux d'approche

Exemples :
«TURN LEFT HEADING 050, FOR VECTOR TO VICTOR 300.» (virez à gauche, cap 050 pour guidage vers Victor 300)

«MAINTAIN HEADING 200 FOR VECTORS TO THE VANCOUVER VOR 053 RADIAL.» (maintenez cap 202 pour guidage jusqu'au radial 053 du VOR Vancouver)

«DEPART KLEINBURG BEACON ON HEADING 240 FOR VECTORS TO FINAL APPROACH COURSE.» (quittez radiophare Kleinburg sur cap 240 pour guidage vers trajectoire d'approche finale)

L'ATC informe les pilotes lorsque le guidage radar est terminé, sauf lorsqu'un aéronef IFR ou CVFR à l'arrivée a été autorisé pour une approche ou qu'un aéronef est guidé vers le circuit de l'aérodrome.

Exemple :
«RADAR SERVICE TERMINATED» (service radar terminé)

D. *Marge de franchissement d'obstacles pendant le guidage radar*

Normalement, il incombe au pilote d'un aéronef en IFR de s'assurer qu'il maintient, par rapport aux obstacles et au relief, la marge de sécurité spécifiée dans le *Règlement de l'Air*. Cependant, lorsqu'un aéronef en vol IFR est guidé au radar, le contrôle de la circulation aérienne veille à lui assurer la marge de franchissement d'obstacles appropriée.

Pour faciliter les transitions vers les aides d'approche aux instruments, il a été fixé, à un certain nombre d'endroits, des altitudes minimales de guidage radar qui peuvent être inférieures aux altitudes minimales indiquées sur les cartes de navigation et d'approche. Lorsqu'un aéronef en IFR est autorisé à descendre à une telle altitude, l'ATC lui assure la marge de franchissement nécessaire par rapport au relief et aux obstacles jusqu'à ce qu'il puisse entamer une approche aux instruments homologuée ou une approche à vue.

E. Renseignements sur le trafic observé au radar

L'ATC fournit aux aéronefs en vol IFR et CVFR des renseignements sur les cibles radar observées, chaque fois que cela peut intéresser le pilote, sauf si des tâches plus prioritaires, les limites du radar, le volume du trafic, la congestion de fréquence l'en empêchent ou le pilote signale qu'il n'est pas intéressé. Les aéronefs IFR et VFR évoluant dans l'espace aérien de classe C bénéficient du service d'espacement radar.

L'ATC s'efforcera d'assurer l'espacement radar entre les aéronefs IFR identifiés au radar et les aéronefs inconnus qui sont observés au radar dans l'espace aérien de classe D, à condition que la charge de travail et l'équipement le permettent.

Lorsque l'ATC transmet des renseignements radar, il a souvent recours au système de localisation horaire pour indiquer la position relative d'aéronefs, des zones de mauvais temps, etc. Bien que l'ATC indique une position par rapport à la trajectoire de l'aéronef selon le système de localisation horaire, le pilote d'un aéronef peut ainsi connaître la position approximative de ces aéronefs ou de ces zones de mauvais temps, etc., par rapport à son cap, lequel est toujours considéré comme étant à 12 heures, quelle qu'en soit la direction.

Les renseignements sur le trafic communiqués aux aéronefs identifiés par radar sont :

1/ la position de l'autre aéronef par rapport à l'aéronef informé;
2/ la direction que suit l'autre aéronef;
3/ le type d'aéronef ou sa vitesse relative;
4/ l'altitude si elle est connue.

Exemple :
TRAFFIC, 2 O'CLOCK, 3 1/2 MILES, WESTBOUND AT 6,000 FT, (type of aircraft and altitude, or relative speed)
(Trafic, 2 heures, 3 1/2 milles se dirigeant vers l'ouest à 6 000 pieds), (type d'aéronef et altitude, ou vitesse relative)

Un aéronef non identifié au radar reçoit les renseignements suivants sur le trafic :
1/ position de l'autre aéronef par rapport à un repère donné;
2/ la direction que suit l'autre aéronef;
3/ le type d'aéronef ou sa vitesse relative, si on les connaît;
4/ l'altitude si elle est connue.

Exemple :
TRAFFIC, 7 MILLES SOUTH OF QUEBEC NDB, NORTHBOUND SLOW MOVING, (type of aircraft and altitude , or relative speed).
(Trafic à 7 milles au sud du NDB Québec, se dirigeant lentement vers le nord), (type d'aéronef et altitude, ou vitesse relative)

F. Renseignements sur les conditions météorologiques dangereuses

Les unités de l'ATC qui sont dotées d'équipement radar peuvent souvent fournir des renseignements sur la position et le déplacement des zones de fortes précipitations et sur les mauvaises conditions météorologiques. Toutefois, lorsque règnent des conditions météorologiques défavorables, l'ATC peut régler le radar de façon à supprimer ou à réduire les échos radar provenant des zones de fortes précipitations, afin de faciliter le repérage des aéronefs. Pourvu que les conditions de la circulation le permettent, les contrôleurs fournissent à tout pilote qui en fait la demande les renseignements détaillés sur la position des zones de fortes précipitations.

Les pilotes qui utilisent le radar météorologique ou le détecteur d'orages devraient demander à l'ATC des changements de cap ou de route pour éviter le mauvais temps, dès que possible, avant qu'ils rencontrent des conditions météorologiques défavorables. Cela entraînera moins de manoeuvres de l'aéronef et permettra à l'ATC de disposer de plus de temps pour assurer l'espacement. Des caps précis ou des distances hors route précises devraient être demandés toutes les fois que c'est possible (exemple :

DEMANDE DÉROUTEMENT 10 MILLES SUD POUR ÉVITER LE MAUVAIS TEMPS). Une fois que le pilote est à l'écart de la zone de mauvais temps, il doit en informer l'ATC et préciser les mesures demandées.

3.1.9

AIDES VISUELLES AU SOL

Les aides visuelles au sol sont utilisées pour permettre l'identification des limites de piste, des voies de circulation et des aires de trafic. Elles sont également utilisées pour l'atterrissage et le roulage au sol autant en condition VFR que IFR de jour comme de nuit. Ces aides peuvent être classées en trois catégories principales :

a/ aides à l'atterrissage;
b/ aides à la circulation au sol;
c/ aides d'identification des aérodromes.

Les aides à l'atterrissage doivent permettre aux avions de prendre contact avec la zone de poser des roues en toute sécurité. Elles se composent essentiellement du balisage lumineux d'approche et de l'indicateur visuel de pente d'approche (VASIS). Les marques sur la piste même ou à proximité donnent des indications précieuses en ce qui concerne l'orientation et le dégagement.

A. SYSTÈME DE BALISAGE LUMINEUX D'APPROCHE

Ce système est constitué par des aides visuelles, utilisées en conditions de vol aux instruments pour compléter les informations de guidage des aides comme le VOR, le TACAN, le PAR et l'ILS. Ce balisage est destiné à améliorer la sécurité des vols pendant l'approche finale et l'atterrissage. Les feux d'approche sont à *basse intensité* (type courant) et à *haute intensité*, suivant leur puissance lumineuse. (Voir **Fig. 3-2**.)

L'intensité de beaucoup de balisage de piste et d'approche peut être réglée par la tour ou la FSS afin de l'adapter aux conditions climatiques ou au moment de la journée.

Les systèmes de balisage d'approche en utilisation à l'heure actuelle sur un aérodrome sont répertoriés dans les cartes d'approche du Canada Air Pilot et leur configuration apparaît sur une feuille de légende dans CAP.

1. *BALISAGE DE CATÉGORIE I ET II :* Le balisage catégorie I se compose essentiellement de feux d'intensité variable, répartis de 2 400 à 3 000 pieds, avec une barre blanche à 1 000 pieds et une barre rouge à 300 pieds du seuil, qui elle-même est pourvue d'une barre verte. Ce système constitue l'installation primaire de TCA qui sera modifiée par l'adjonction d'une barre blanche avec des barrettes rouges à 500 pieds en arrière pour les vols aux instruments de catégorie II.

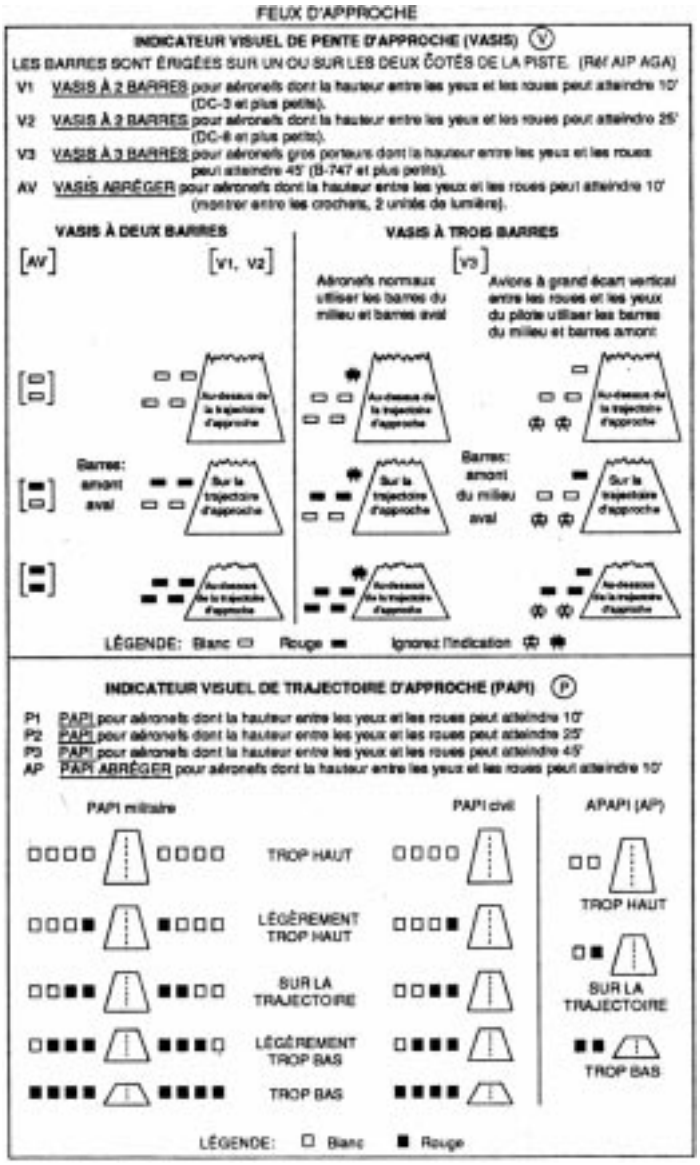


FIG. 3-3 • VASIS ET PAPI

Tous les systèmes de balisage lumineux de catégorie II sont longs de 3 000 pieds.

2. *AUTRES TYPES DE BALISAGE :* D'autres types de balisage utilisés aux aérodromes civils du Canada se composent d'une rampe unique à faible intensité située à gauche ou dans l'axe de la piste ou d'une rampe double à haute intensité. Aux aérodromes militaires, un système «Calvert» à haute intensité est généralement utilisé.

3. *BALISAGE STROBOSCOPIQUE :* Les feux stroboscopiques sont des lampes à décharge de condensateur de courte durée, d'une puissance de 30 millions de candelas ou plus, servant à identifier la direction de la piste en service ainsi que son extrémité.

   Le fonction la plus importante des feux stroboscopiques est de servir de repères d'approche axiaux destinés à faciliter la localisation du seuil de piste dans des conditions de mauvaise visibilité. Ces feux de «guidage» sont brillants, traversent le brouillard et ont une intensité élevée. Ils clignotent en succession vers la piste à partir d'une distance de 3 000 pieds de cette dernière

   Une utilisation qui leur est dévolue est celle d'identification de la piste en service, afin de faciliter son repérage à distance par les avions à l'arrivée. De nombreux terrains civils et militaires possèdent des feux stroboscopiques omnidirectionnels clignotants, installés de chaque côté du seuil de la piste en service, en alignement avec la zone d'approche. Ces feux servent d'aides à l'identification du seuil et s'appellent des feux d'identification d'extrémité de piste (REIL).

4. *BALISAGE LUMINEUX D'AÉRODROME TÉLÉCOMMANDÉ D'AÉRONEF (ARCAL) :* Les systèmes de balisage lumineux d'aérodrome télécommandés d'aéronef ont vu leur emploi répandu comme moyen de conservation de l'énergie, particulièrement aux aérodromes qui ne sont pas surveillés en permanence par le personnel ou lorsqu'il n'est pas pratique d'y installer une ligne terrestre à une FSS toute proche. L'ensemble ou seulement des parties du balisage lumineux de l'aérodrome peuvent être contrôlées, sauf pour ce qui est du phare rotatif et des feux d'obstacles. Ce type de balisage est généralement mis en fonctionnement en cliquant sur le microphone un certain nombre de fois à l'intérieur d'une période déterminée.

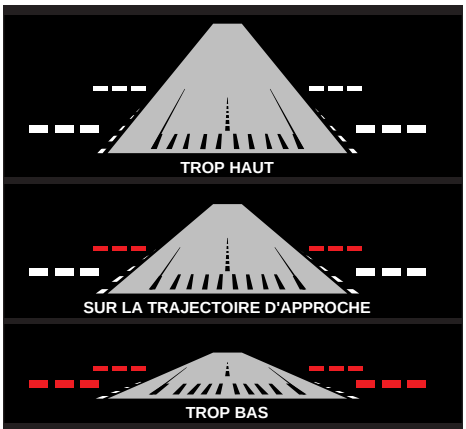


FIG. 3-4 • INDICATION DU VASIS EN APPROCHE FINALE

B. VASIS — INDICATEUR VISUEL DE PENTE D'APPROCHE

Le VASIS est une aide visuelle à l'atterrissage comportant un code de couleurs, qui détermine un plan de descente dans la zone d'approche finale. L'angle du plan de descente et le point de toucher des roues doivent correspondre à ceux d'une aide de précision éventuelle (ILS ou PAR) desservant la même piste. En conditions de vol à vue, ce système est visible à environ 5 milles de jour et à plus de 10 milles la nuit.

Le VASIS standard est constitué d'un système à deux barres. Un système VASIS à trois barres est utilisé pour fournir une indication visuelle aux avions à long fuselage. Les barres de flanc amont et intermédiaires sont utilisées par ces aéronefs, les autres utilisent les barres de flanc aval et les barres intermédiaires. Un autre type de VASIS porte le nom de PAPI - *Indicateur visuel de pente en approche*. Il consiste de quatre feux disposés du côté gauche de la piste sous la forme d'une barre.

Erreurs inhérentes :

1/ Pendant les approches par mauvaise visibilité ou dans les précipitations, les fausses indications de pente de descente risquent de se produire par réflexion ou réfraction des faisceaux lumineux.
2/ La visibilité sera réduite si on a le soleil en face ou sur des fonds de neige.
3/ Le précision du guidage du système risque de se détériorer à l'approche du seuil à cause de la diffusion des sources lumineuses.
4/ Il faut faire attention lorsque le système est associé à des feux de seuil de piste. Le VASIS n'est qu'une aide et il faut contrôler les renseignements donnés avec tous les autres moyens dont on dispose.

NOTA :
Lorsqu'une piste d'approche de précision est équipée

de VASIS, sauf à la demande expresse du pilote, le dispositif devrait être éteint dans les conditions météorologiques inférieures à 500 pieds de plafond et(ou) lorsque la visibilité est inférieure à 1 mille. Cette mesure vise à éviter la contradiction possible entre les pentes d'approche de précision et celles du VASIS.

C. MARQUES D'AÉRODROME

1. *MARQUES DE PISTE TOUT TEMPS :* Les marques tracées à la peinture blanche réfléchissante sur la piste sont les suivantes :

a/ le numéro indiquant l'orientation de piste;
b/ l'axe;
c/ le seuil;
d/ les hachures de la zone d'atterrissage;
e/ les marques de bordure de piste.

Les marques tracées à la peinture jaune réfléchissante indiquent :
a/ les prolongements de la piste amont, les plates-formes anti-souffle ou les seuils décalés;
b/ les zones d'insécurité ou comportant des obstacles;
c/ les accotements stabilisés ou les zones non renforcées de la piste.

Le *marquage en blanc* présente un caractère d'information et se trouve sur les zones sûres de la piste. Celui en *jaune* prend habituellement la forme de chevrons ou de hachures et est situé dans des zones dangereuses qui ne devraient pas être utilisés.

2. *BALISAGE DES VOIES DE CIRCULATION :* Les points de virage pour les sorties des voies de circulation sont normalement indiqués par des lignes s'incurvant à partir de l'axe de la piste qui devient alors un axe de voie de circulation. Des *feux doubles bleus* balisent chaque point de virage sur le chemin vers l'aire de trafic. Sur certains aérodromes, des feux ambres ou des flèches éclairées indiquent les sorties de roulage. Lorsque le réseau des voies de circulation est complexe, des panneaux éclairés munis de flèches et d'indications de roulage sont employés.

Les *bordures des voies de circulation* sont balisés par des lignes jaunes et des feux bleus comme sur l'aire de trafic.

Un balisage axial lumineux de couleur verte est employé dans certaines zones sur les voies de circulation afin d'indiquer celles qui sont en service au départ et à l'arrivée sur l'aire de trafic.

3. *MARQUAGE DE L'AIRE DE TRAFIC :* Les marques sont disposées en fonction d'exigences d'exploitation et comprennent en général des lignes de roulage de sécurité, des bandes de sécurité pour les véhicules et le matériel ainsi que les zones de danger.

Les *zones de danger* sont normalement peintes en jaune avec des hachures sur la piste. Il faut éviter de rouler dans ces zones. Des barrières hachurées en jaune munies de feux clignotants rouges ou ambres délimitent normalement des zones de danger étendues tandis que des drapeaux rouges accompagnés de torchères indiquent les zones plus petites.

D'autres renseignements sur les marques d'aérodrome figurent dans l'*AIP Canada*.

3.2 ESPACE AÉRIEN CANADIEN

3.2.1 GÉNÉRALITÉS

L'espace aérien canadien est divisé en un certain nombre de catégories, elles-mêmes subdivisées en régions et zones. La classification de tout l'espace aérien canadien a simplifié les diverses règles qui s'y appliquent pour des raisons de commodité en voici une description générale, mais l'*AIP Canada*, le *Manuel des espaces aériens désignés*, le *Supplément de vol - Canada* ou d'autres publications appropriées doivent être consultés pour obtenir plus de détails et s'assurer que les informations sont à jour.

3.2.2 ESPACE AÉRIEN INTÉRIEUR CANADIEN (CDA)

L'espace aérien intérieur canadien est divisé en deux régions géographiques : - l'espace aérien intérieur du Nord et l'espace aérien intérieur du Sud (**Fig. 3-5**). Il est en outre subdivisé en deux parties dans le plan vertical : l'espace aérien inférieur, qui comprend tout l'espace aérien au-

dessous de 18 000 pi ASL, et l'espace aérien supérieur, qui comprend tout l'espace aérien à partir de 18 000 pi ASL et plus.

A. *Espace aérien intérieur du Nord (NDA)*

Comme le pôle Nord magnétique est presque au centre du NDA, le compas magnétique peut donner des indications irrégulières. Dans cet espace aérien, toute référence de route est faite par rapport au nord vrai, et la route vraie, au lieu de la route magnétique, est utilisée pour déterminer l'altitude de croisière correspondant à la direction du vol. Tout le NDA est situé dans la *région de pression standard* (**Fig. 3-9**).

B. *Espace aérien intérieur du Sud (SDA)*

Dans cet espace aérien, toute référence de route est faite par rapport au nord magnétique, et la route magnétique est utilisée pour déterminer l'altitude de croisière correspondant à la direction du vol. Tout l'espace aérien supérieur du SDA se trouve dans la région de pression standard et tout l'espace aérien inférieur, dans *la région de calage altimétrique* (**Fig.3-9**).

3.2.3

Espace aérien contrôlé

L'espace aérien contrôlé désigne un espace aérien à l'intérieur duquel le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré et où certains aéronefs ou tous peuvent être soumis au contrôle de la circulation aérienne. Les types d'espaces aériens contrôlés sont les suivants :

a/ Dans l'espace aérien supérieur
- Régions de contrôle du Sud, du Nord et de l'Arctique.

Nota :
Comprend aussi les voies aériennes supérieures, les zones de vols militaires, les parties supérieures de certaines régions de contrôle terminal militaires et des régions de contrôle terminal.

b/ Dans l'espace aérien inférieur
- voies aériennes inférieures
- prolongements des régions de contrôle
- régions de contrôle terminal
- zones de contrôle
- régions de contrôle terminal militaire
- zones de transition.

A. *Espace aérien supérieur contrôlé*

L'espace aérien contrôlé, à l'intérieur de l'espace aérien supérieur, est divisé en trois régions distinctes. Ce sont les *régions de contrôle du sud (SCA)*, de *contrôle du nord (NCA)* et de *contrôle de l'Arctique (ACA)*. Leurs dimensions latérales sont représentées à la **Fig. 3-6** et leurs dimensions verticales à la **Fig. 3-7** (SCA, 18 000 pi ASL et plus; NCA, FL 230 et plus; ACA, FL 280 et plus).

Nous désirons rappeler aux pilotes que la NCA et l'ACA sont dans l'espace aérien intérieur du Nord, et que les *routes vraies* doivent être utilisées pour déterminer le niveau de vol à adopter car les indications compas peuvent être erronées. En plus, l'espace aérien, à partir du FL 330 jusqu'au FL 390, compris dans les dimensions latérales de la NCA, de l'ACA et de la partie nord de la SCA, a été désigné espace aérien CMNPS. Des procédures spéciales s'appliquent à l'intérieur de cet espace aérien. Voir l'article 3.2.8 ou la section RAC de l'AIP pour de plus amples renseignements.

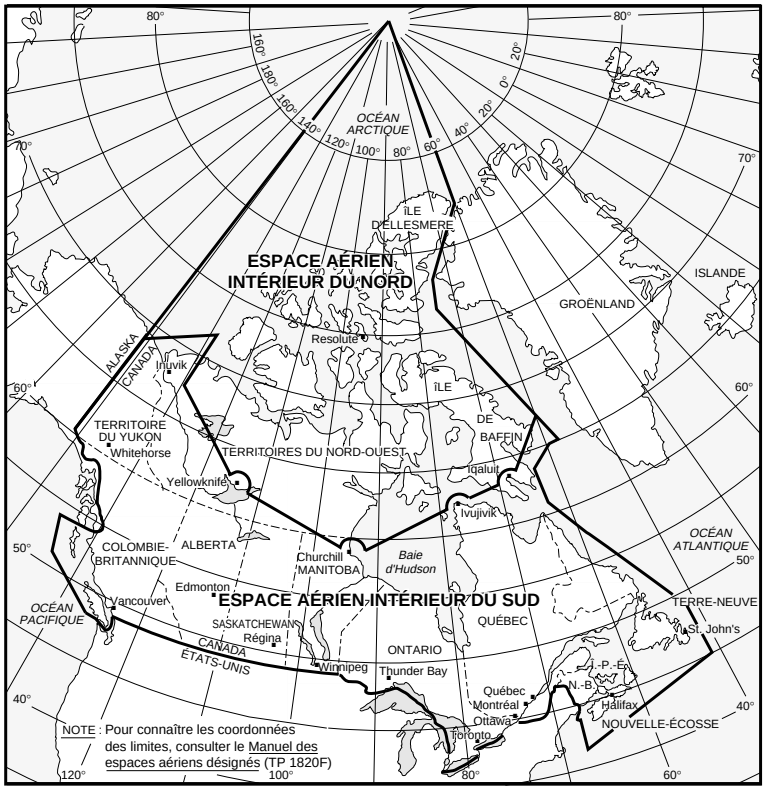


Fig. 3-5 • Espace aérien intérieur canadien

B. *ESPACE AÉRIEN INFÉRIEUR CONTRÔLÉ*

1. *VOIES AÉRIENNES INFÉRIEURES :* Voies, dans l'espace aérien inférieur contrôlé, situées entre 2 200 pi AGL et 18 000 pi ASL exclusivement et délimitées de la façon suivante :

   i/ *voies aériennes LF/MF (NDB)* - la largeur de base d'une voie aérienne est de 4,34 nm de part et d'autre de son axe. Selon le cas, la largeur d'une voie aérienne doit être élargie entre les points où les lignes qui divergent de 5o de part et d'autre de l'axe à partir de l'installation désignée, croisent la largeur de base de la limite et où elles rencontrent des lignes similaires projetées à partir d'une installation adjacente; (Fig. 3-8)

   ii/ *voies aériennes VHF/UHF (VOR)* - la largeur de base d'une voie aérienne est de 4 nm de part et d'autre de son axe. Selon le cas, la largeur d'une voie aérienne doit être élargie entre les points où les lignes qui divergent de 4,5° de part et d'autre de l'axe à partir de l'installation désignée, croisent la largeur de base de la limite et où elles rencontrent des lignes similaires projetées à partir d'une installation adjacente. **Fig. 3--8**

2. *PROLONGEMENT DE RÉGION DE CONTRÔLE : Le prolongement de région de contrôle* est un espace aérien qui a été désigné pour un des buts suivants :

   i/ fournir un espace aérien contrôlé supplémentaire pour le contrôle des vols IFR autour des aérodromes achalandés (l'espace aérien contrôlé compris à l'intérieur de la zone de contrôle correspondante et la largeur de la ou des voies aériennes ne suffisent pas toujours aux manoeuvres nécessaires pour la séparation des arrivées et des départs en IFR);

   ii/ relier deux espaces aériens contrôlés, tels que les prolongements de la région de contrôle qui relient la structure des voies aériennes intérieures aux régions de contrôle océaniques.

Les prolongements de région de contrôle s'étendent verticalement à partir de 2 200 pi AGL jusqu'à 18 000 pi ASL exclusivement. Certains prolongements de la région de contrôle tels que ceux s'étendant dans l'espace aérien océanique contrôlé peuvent s'étendre verticalement à partir de différentes altitudes, par exemple 2 000 pi, 5 500 pi ou 6 000 pi ASL. La base des parties extérieures des autres prolongements de la région de contrôle pourrait se situer à des altitudes plus élevées.

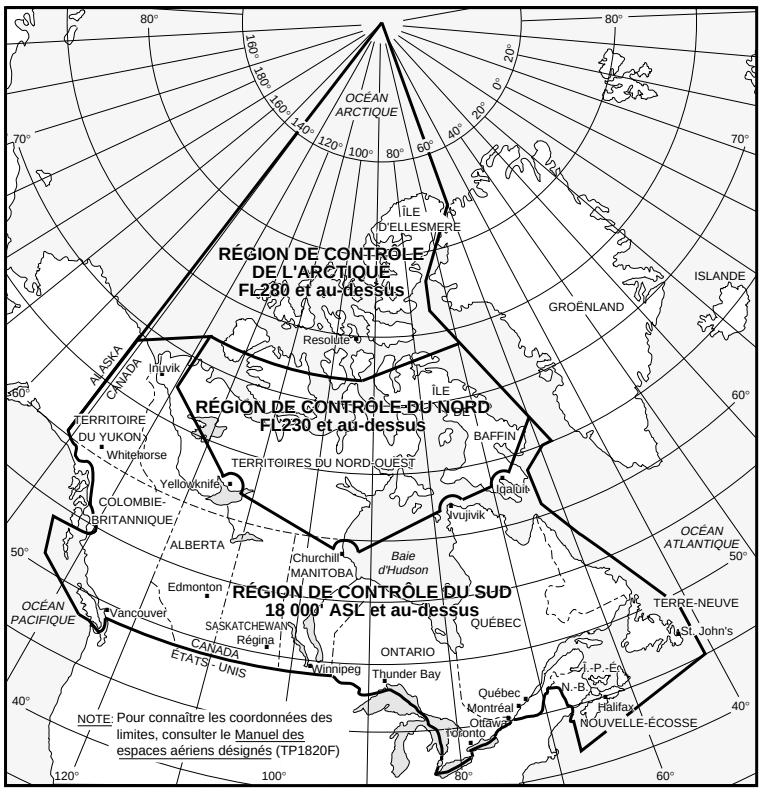


FIG. 3-6 • RÉGIONS DE CONTRÔLE

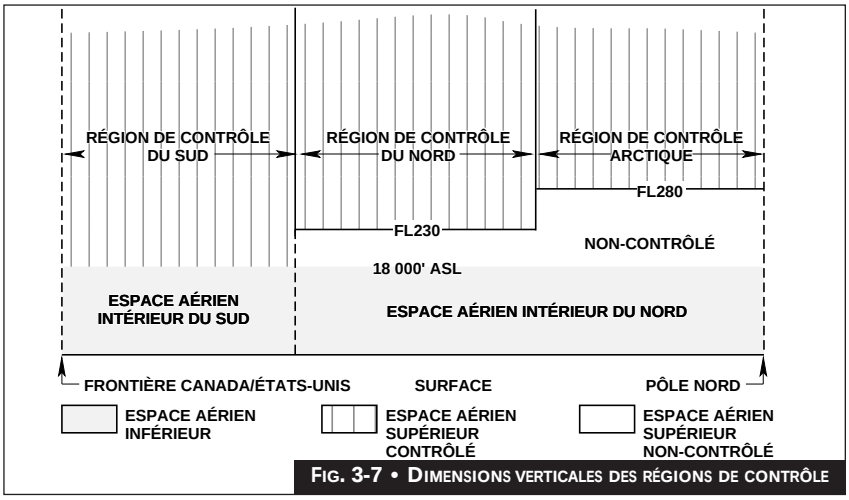


FIG. 3-7 • DIMENSIONS VERTICALES DES RÉGIONS DE CONTRÔLE

3. *RÉGIONS DE CONTRÔLE TERMINAL* : Une région de contrôle terminal (TCA) est un espace aérien contrôlé de dimensions latérale et verticale définies.

   Une région de contrôle terminal est similaire à un prolongement de région de contrôle sauf que :

   i/ la région de contrôle terminal peut s'étendre à la verticale jusqu'à l'intérieur de l'espace aérien supérieur, et

   ii/ le trafic IFR est normalement contrôlé par une unité de contrôle terminal (TCU). (L'ACC contrôlera une TCA durant les périodes de fermeture de la TCU).

   Une région de contrôle terminal militaire (MTCA) est pareille à une région de contrôle terminal (TCA), sauf que des dispositions particulières régissent le vol des aéronefs militaires dans cette région.

4. *ZONES DE CONTRÔLE : Des zones de contrôle* ont été désignées à certains aérodromes pour circonscrire à l'intérieur de l'espace aérien contrôlé les aéronefs en IFR durant les approches, et pour faciliter le contrôle du trafic en VFR et en IFR. Les zones de contrôle, à l'intérieur desquelles un service de contrôle radar est fourni, ont normalement un rayon 7 nm. Certaines ont 5 nm et quelques-unes 3 nm.

   À moins d'avis contraire, les zones de contrôle s'étendent verticalement jusqu'à 3 000 pi au-dessus de l'altitude de l'aérodrome (AAE). Les *zones de contrôle militaire* ont normalement un rayon de 10 nm et s'étendent verticalement jusqu'à 6 000 pi AGL. Toutes les zones de contrôle sont indiquées sur les cartes de navigation VFR et sur les cartes de radionavigation à basse altitude.

5. Zone de transition : *Espace aérien contrôlé de dimensions définies* s'étendant à partir de 700 pi AGL, sauf indication contraire, jusqu'à la base de l'espace aérien contrôlé qui s'étend au-dessus de celui-ci.

3.2.4

RÉGION D'UTILISATION DU CALAGE ALTIMÉTRIQUE

La région d'utilisation du calage altimétrique est un espace aérien de dimensions définies au-dessous de 18 000 pieds ASL exclusivement (**Fig. 3-9**) où les procédures de calage altimétrique suivantes s'appliquent :

DÉPART : Avant de décoller, le pilote doit régler 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.

EN ROUTE : Au cours du vol, le pilote doit régler l'altimètre de son aéronef sur le calage altimétrique courant de la station la plus proche de sa route de vol ou, dans le cas où la distance entre ces stations est supérieure à 150 nm, sur le calage altimétrique courant de la station la plus proche de sa route de vol.

ARRIVÉE : Le pilote doit, lorsqu'il approche de l'aérodrome de destination, régler l'altimètre de son aéronef sur le calage altimétrique courant de l'aérodrome, si ce calage peut être obtenu.

3.2.5

RÉGION D'UTILISATION DE LA PRESSION STANDARD

La région d'utilisation de la pression standard comprend tout l'espace aérien canadien à 18 000 pieds ASL et plus (espace aérien supérieur) et tout l'espace aérien inférieur à l'extérieur des

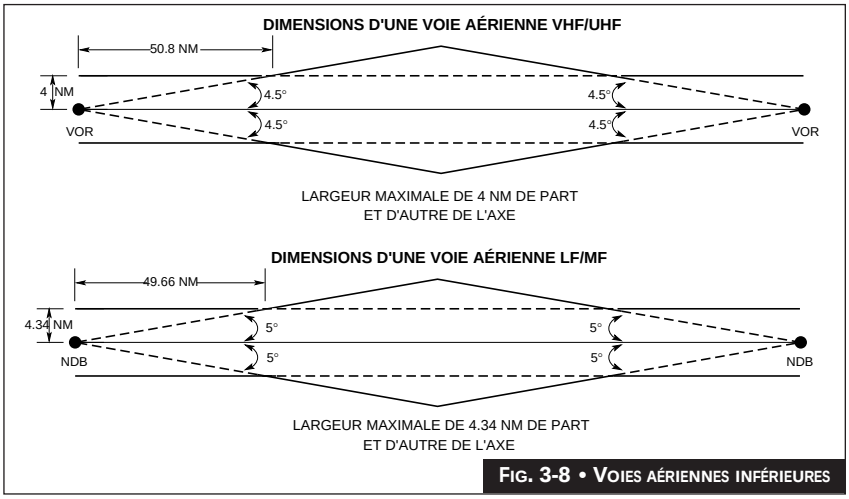


FIG. 3-8 • VOIES AÉRIENNES INFÉRIEURES

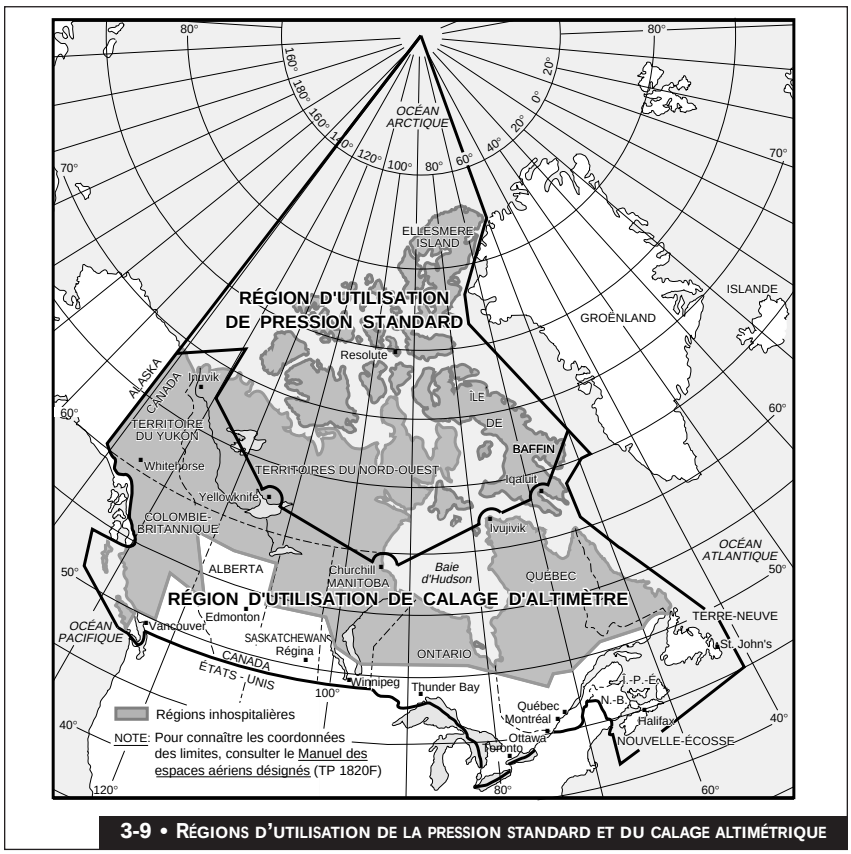
limites latérales de la région d'utilisation du calage altimétrique (**Fig. 3-9**). Dans la région d'utilisation de la pression standard, les procédures de vol suivantes s'appliquent :

GÉNÉRALITÉS : Sauf indication contraire, il est interdit de piloter un aéronef dans la région d'utilisation de la pression standard à moins que l'altimètre de l'aéronef ne soit calé sur 29,92 pouces de mercure ou 1013,2 millibars (voir nota).

DÉPART : Avant de décoller, le pilote doit régler l'altimètre de son aéronef sur le calage altimétrique courant de l'aérodrome de départ ou, si ce calage ne peut être obtenu, sur l'altitude de cet aérodrome. En outre, immédiatement avant d'atteindre le niveau de vol auquel le vol doit être effectué, il doit régler l'altimètre de son aéronef sur la pression standard (29,92 pouces de mercure ou 1013,2 millibars).

ARRIVÉE : Immédiatement avant de commencer sa descente en vue d'atterrir, le pilote doit régler l'altimètre de son aéronef sur le calage altimétrique courant de l'aérodrome d'atterrissage prévu si ce calage peut être obtenu. Cependant, s'il doit exécuter une procédure d'attente, il ne doit pas régler l'altimètre de son aéronef sur le calage altimétrique courant de l'aérodrome d'atterrissage prévu tant qu'il n'est pas sur le point de descendre au-dessous du plus bas niveau de vol auquel s'effectue la procédure d'attente.

TRANSITION : Sauf autorisation contraire de l'ATC, lorsqu'il devient nécessaire de changer le calage altimétrique en passant d'une région à une autre, un tel changement est effectué à l'intérieur de la région de pression standard avant de pénétrer dans la région d'utilisation du calage altimétrique et après en être sorti. Si au cours d'un vol de croisière, l'aéronef doit pénétrer dans la région d'utilisation du calage altimétrique, le pilote doit obtenir le plus longtemps à l'avance possible le calage altimétrique en vigueur de la station la plus



3-9 • RÉGIONS D'UTILISATION DE LA PRESSION STANDARD ET DU CALAGE ALTIMÉTRIQUE

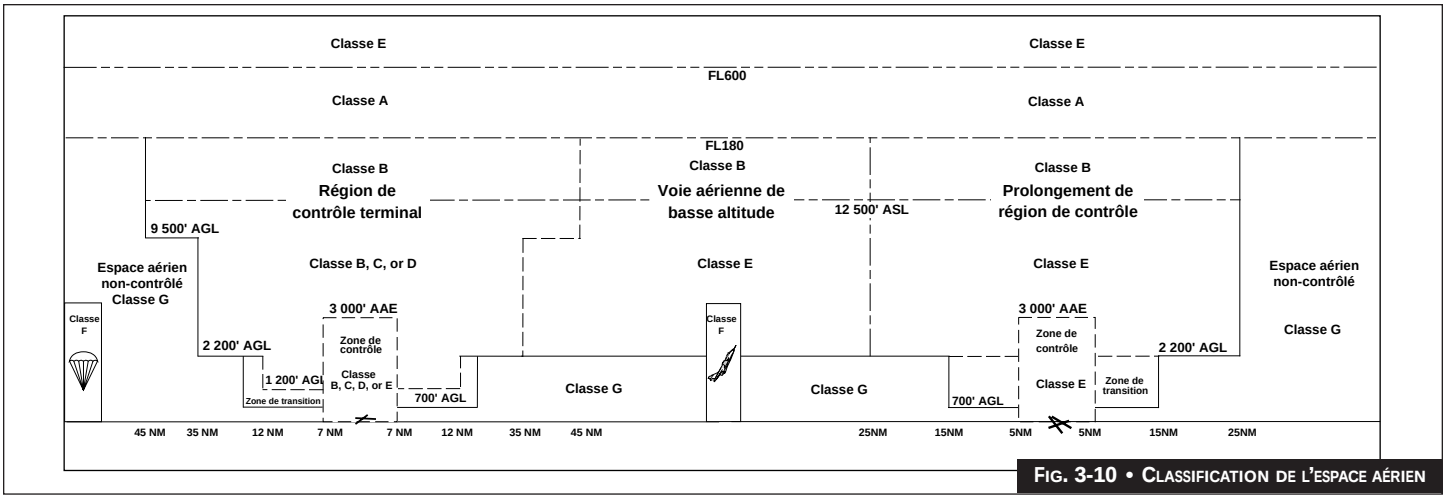


FIG. 3-10 • CLASSIFICATION DE L'ESPACE AÉRIEN

proche de sa route avant d'atteindre le point ou la transition doit avoir lieu. Les pilotes qui montent de la région d'utilisation du calage altimétrique à la région de la pression standard doivent régler leur altimètre à la pression standard (29,92 pouces ou 1013,2 millibars) immédiatement après leur entrée dans cette région. Les pilotes qui descendent dans la région de calage altimétrique doivent régler leur altimètre sur le calage altimétrique de la station appropriée *immédiatement avant* de descendre dans la région de calage altimétrique. Ils reçoivent normalement ce calage dans leur autorisation ATC avant de commencer la descente. Si cette information n'est pas fournie avec l'autorisation ATC, le pilote doit alors l'obtenir de la station.

NOTA :
Lorsqu'un aéronef est en vol dans la région d'utilisation de la pression standard et que son calage altimétrique est à la pression standard, l'expression «niveau de vol» est utilisée au lieu d'«altitude» pour exprimer sa hauteur. Le niveau de vol s'exprime toujours en centaines de pieds; par exemple, le niveau de vol 250 (FL 250) représente une indication altimétrique de 25 000 pieds et le niveau de vol 50, une indication de 5 000 pieds.

3.2.6
CLASSIFICATION DE L'ESPACE AÉRIEN CANADIEN

L'espace aérien intérieur canadien est composé de sept classes, chacune étant identifiée par une lettre soit A, B, C, D, E, F ou G (**Fig. 3-10**). Un vol à l'intérieur de l'une de ces classes est régi par des règles propres à cette classe et ces règles sont stipulées dans le *Réglements de l'AIR*.

Les règles aux fins d'exploitation, à l'intérieur d'une partie déterminée de l'espace aérien, dépendent de la classification de cet espace aérien et non de l'appellation courante de cette dernière. Donc, les règles de vol à l'intérieur d'une voie aérienne supérieure, d'une région de contrôle terminal ou d'une zone de contrôle, sont en fonction de la classe d'espace aérien à l'intérieur de toutes ces régions ou en partie. *Les minimums météo* sont établis pour l'espace aérien contrôlé ou non contrôlé, mais pas pour chaque classe individuelle d'espace aérien.

Les paragraphes qui suivent définissent chaque classe d'espace aérien :

Classe A : Tous les vols doivent s'effectuer selon les règles de vol aux instruments (IFR) et doivent se conformer aux autorisations et instructions de l'ATC.

L'ATC assure l'espacement de tous les aéronefs. L'espace aérien de classe A s'étend du plancher de l'ensemble de l'espace aérien contrôlé supérieur jusqu'au FL 600 inclusivement.

Classe B : Les vols peuvent s'effectuer en IFR ou VFR. Tous les aéronefs doivent se conformer aux autorisations et instructions de l'ATC.

L'ATC assure l'espacement de tous les aéronefs. L'espace aérien de classe B comprend tout l'espace aérien contrôlé inférieur au-dessus de 12 500 pi ASL jusqu'à 18 000 pi exclusivement. Les zones de contrôle et les régions de contrôle terminal qui s'y rattachent peuvent également être désignées espace aérien de classe B.

Classe C : Les vols peuvent s'effectuer en IFR ou VFR. L'ATC assure l'espacement entre tous les aéronefs IFR et, au besoin, entre les aéronefs VFR quand un aéronef IFR est en cause. Les aéronefs VFR recevront les renseignements sur la circulation et, sur demande, des instructions sur la résolution de conflits.

Les vols VFR doivent recevoir une autorisation avant d'y pénétrer.

Les régions de contrôle terminal et les zones de contrôle qui s'y rattachent peuvent être désignées espace aérien de classe C.

Classe D : Les vols peuvent s'effectuer en IFR ou VFR. L'ATC assure l'espacement des vols IFR seulement et fournit des renseignements sur la circulation à tous les autres aéronefs, et sur demande, des instructions sur la résolution de conflits si l'équipement et la charge de travail le permettent.

Les aéronefs VFR doivent établir des communications bidirectionnelles avant de pénétrer dans cet espace aérien. L'ATC peut donner instruction aux aéronefs VFR de rester à l'écarte de l'espace aérien de classe D.

Une région de contrôle terminal et la zone de contrôle qui s'y rattache pourraient être désignées espace aérien de classe D.

Classe E : Les vols peuvent s'effectuer en IFR ou VFR. L'ATC n'assure l'espacement que des aéronefs IFR. Il n'existe aucune exigence particulière auxquelles sont assujettis les vols. Les voies aériennes inférieures, les prolongements de région de contrôle, les zones de transition ou les zones de contrôle établies aux endroits où il n'existe pas de tour de contrôle en service peuvent être désignés espace aérien de classe E.

Classe F : Cet espace aérien peut être classé comme un :

a/ Espace aérien consultatif s'il s'agit d'un espace aérien où se déroule une activité dont les pilotes des aéronefs qui n'y participent pas devraient être informés (c.-à-d. zones d'entraînement, zones de parachutisme, zones de vol libre, etc.).

b/ Espace aérien réglementé :

1/ s'il s'agit d'un espace aérien où se déroule une activité qui est dangereuse pour la sécurité des aéronefs (c.-à-d. zones de tir, lancement de fusées, etc...), ou
2/ s'il s'agit d'un espace aérien duquel les aéronefs doivent être exclus pour des raisons de sécurité (p. ex. : visites de chefs d'État ou du pape, transport de prisonniers, etc...), ou
3/ si son utilisation favorisera l'écoulement efficace de la circulation aérienne à certains aéroports.

NOTA :
Même en l'absence de désignation d'espace aérien de classe F, les vols à l'intérieur d'une région donnée peuvent être également réglementés en vertu de la Loi sur l'Aéronautique pour tenir compte de circonstances particulières, comme une zone où un feu de forêt fait rage ou une zone ou a eu lieu une catastrophe. Ces zones sont également publiées par NOTAM au besoin.

CLASSE G : Les vols peuvent s'effectuer en IFR ou VFR. L'ATC n'a pas l'autorité ou la responsabilité de contrôler la circulation qui s'y déroule. Les unités ATS y fournissent toutefois des services d'information de vol et d'alerte au besoin. L'ensemble d'un espace aérien qui n'a pas été désigné de classe A, B, C, D, E ou F sera classé espace aérien non contrôlé de classe G.

3.2.7

ESPACE AÉRIEN À STATUT SPÉCIAL

A. GÉNÉRALITÉS

Dans certaines conditions, il devient nécessaire de restreindre les vols dans certains espaces aériens canadiens. L'espace aérien à usage spécial peut être classé espace aérien *consultatif* ou espace aérien *réglementé*. Les vols dans l'espace *aérien consultatif* de classe F sont autorisés, mais les pilotes sont encouragés à faire preuve de prudence. Les renseignements sur ces espaces aériens et la nature des restrictions imposées sont donnés dans les documents et directives qui suivent :

1/ Réglementation concernant les restrictions applicables aux aéronefs dans les parcs nationaux, provinciaux et municipaux;

2/ *Manuel des espaces aériens désignés*, section 9, «Espace aérien de classe F»;

3 Avis aux navigants (NOTAM) - les restrictions temporaires de vol font normalement l'objet d'un NOTAM, par exemple réservations d'espace aérien, etc.;

4/ Circulaires d'information appelées «généralités» ou *l'AIP*.

En général, un vol peut être permis sous réserve d'une autorisation préalable dans une zone réglementée. Une fois autorisé, il est toutefois entrepris à la discrétion du pilote. Cela s'applique autant aux aéronefs IFR que VFR.

B. ZONES DE VOLS MILITAIRES (MFA)

Les pilotes qui entreprennent des vols dans l'espace aérien supérieur doivent tenir compte des zones de vols militaires figurant dans les publications d'information aéronautique lorsqu'ils établissent leur route. Ces zones sont réservées aux vols d'entraînement et d'essais militaires et d'essais et il n'est normalement pas permis aux aéronefs civils d'y voler.

Lorsque les opérations le permettent, les autorités militaires peuvent libérer certaines parties d'une MFA pour permettre à l'ATC d'y faire passer des aéronefs civils. Cependant, il s'agit plutôt d'une exception à la règle et les pilotes sont tenus de planifier leur route de façon à éviter ces zones. Les MFA sont

indiquées sur les Cartes en route de l'espace aérien supérieur et sont définies dans le *Manuel des espaces aériens désignés* en donne également la liste.

C. *Zones d'activités militaires (MAA)*

Une zone d'activité militaire est un bloc d'espace aérien réservé, pendant une durée déterminée, à des vols militaires intensifs. Elle comprend généralement des sections d'espace aérien contrôlé et non contrôlé dans une zone stationnaire ou mobile par rapport aux aéronefs y évoluant.

L'espace aérien et la durée des exercices sont indiqués dans des NOTAM diffusés au moins 24 heures à l'avance, sauf quand le manque de temps empêche d'en publier un.

Il est recommandé aux pilotes volant à l'intérieur d'un espace aérien non contrôlé de se tenir à l'écart de ces zones, surtout s'ils volent dans des conditions de vol aux instruments. Toute section de l'espace aérien contrôlé comprise dans une zone d'activité militaire est considérée par l'ATC comme un espace aérien réservé.

D. *Zones dangereuses*

Une zone dangereuse est un bloc d'espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel des activités dangereuses pour les vols, telles que les tirs d'artillerie et aérien, peuvent survenir pendant un temps déterminé. Les pilotes peuvent pénétrer dans ces zones à leur discrétion. Cependant, étant donné les dangers évidents que cela présente, ils *sont fortement encouragés* à les éviter pendant les périodes d'activité. Les aéronefs IFR ne sont pas autorisés à entrer dans les zones dangereuses actives.

E. *Espace aérien réglementé*

Un espace aérien réglementé est un bloc d'espace aérien de dimensions définies dans les limites duquel le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées.

Les vols IFR ne sont pas autorisés à pénétrer dans les zones réglementées lorsqu'elles sont en service, à moins que le pilote n'indique qu'il a obtenu la permission de le faire.

F. *Espace aérien consultatif*

Un espace aérien consultatif est un bloc d'espace aérien de dimensions définies dans lequel on trouve un grand nombre de pilotes à l'entraînement ou un type inhabituel d'activités aériennes, telles que le parachutisme et le vol à voile. Les activités aériennes menées à l'intérieur d'un espace aérien consultatif doivent être exécutées conformément aux règles de vol à vue. Les autres pilotes peuvent y entrer à leur discrétion. Ils sont toutefois priés d'éviter ces zones durant les périodes où elles sont actives ou encore d'être extrêmement vigilants après y être entrés. Les pilotes en vol IFR ne sont pas autorisés à pénétrer dans ces zones lorsqu'elles sont actives.

G. *Réservations d'altitude*

Il s'agit d'un bloc d'espace aérien contrôlé réservé à l'usage exclusif d'un organisme pendant une période déterminée. Les renseignements concernant l'espace aérien et la période de temps concernée sont normalement

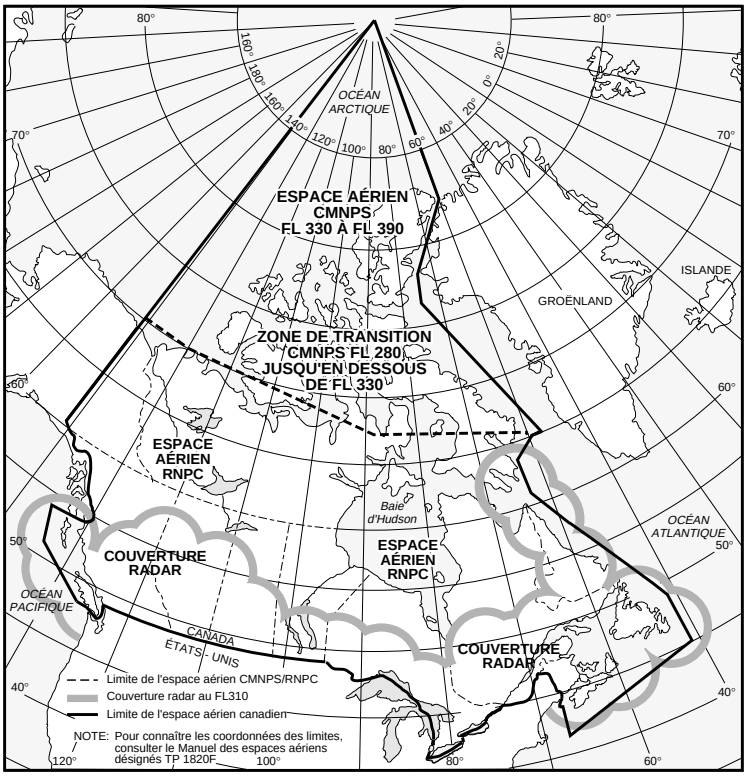


Fig. 3-11 • Espace aérien CMNPS

publiés dans les NOTAM.

À titre d'indication, certaines zones fixes de ravitaillement aérien militaire de l'espace aérien contrôlé sont indiquées sur les cartes en route de l'espace aérien supérieur et dans le *Supplément de vol - Canada*. Lorsqu'elles sont actives, ces zones constituent des espaces aériens réservés.

En préparant leur vol, les pilotes doivent éviter toute réservation d'altitude connue. L'ATC n'autorisera pas un aéronef n'ayant pas reçu d'autorisation préalable à pénétrer dans un espace aérien réservé en activité. L'ATC assure l'espacement réglementaire entre les vols IFR évoluant à l'intérieur de l'espace aérien contrôlé, le trafic VFR contrôlé et l'espace aérien réservé.

H. Zones de lancement de fusées

Les zones de lancement de fusées sont situées près de Churchill au Manitoba et sont indiquées sur les cartes aéronautiques VFR et les cartes de radionavigation. Elles ont été désignées zones réglementées. La zone active et la durée concernées sont publiées au préalable dans un NOTAM.

Nota :
Les pilotes peuvent survoler ces zones à leur discrétion. Cependant, étant donné les dangers évidents, ils sont fortement encouragés à les éviter en période d'activité. Les aéronefs IFR ne sont pas autorisés à pénétrer dans les zones de lancement de fusées.

3.2.8

Espace aérien canadien à spécifications de performances minimales de navigation (CMNPS)

Cet espace aérien a été établi pour permettre une utilisation maximale de l'espace aérien et pour gérer de manière sécuritaireet efficace le volume et la concentration de la circulation aérienne, nationale et internationale, en transit dans la région de contrôle de l'Arctique, dans la région de contrôle du Nord, et dans certaines parties de la région de contrôle du Sud. L'espace aérien canadien à spécifications de performances minimales du navigation (**Fig. 3-11**) a été établi entre le FL 330 et le FL 390.

Il est possible de réduire l'espacement latéral et longitudinal entre les aéronefs volant dans l'espace aérien CMNPS en spécifiant quel doit être l'équipement de navigation minimal que doivent posséder ces aéronefs pour voler dans cet espace aérien. Seuls les aéronefs reconnus comme répondant aux normes CMNPS ont l'autorisation de voler dans l'espace aérien CMNPS désigné, à moins que l'ATC puisse accepter un aéronef sans pénaliser ceux qui sont certifiés CMNPS.

Afin de permettre une transition sécuritaire et efficace entre l'espace aérien CMNPS et le réseau des voies aériennes intérieures, la réduction du minimum de l'espacement latéral intérieur canadien est autorisée. La zone de transition où il est permis d'appliquer cet espacement réduit va du FL 280 jusqu'au FL 330 non compris, en restant dans les limites horizontales de l'espace aérien CMNPS.

Pour plus de détails sur le CMNPS, voir la section RAC de l'*AIP Canada*.

Espace aérien de qualité de navigation requise (RNCP)

L'espace aérien qui n'a pas été désigné pour les

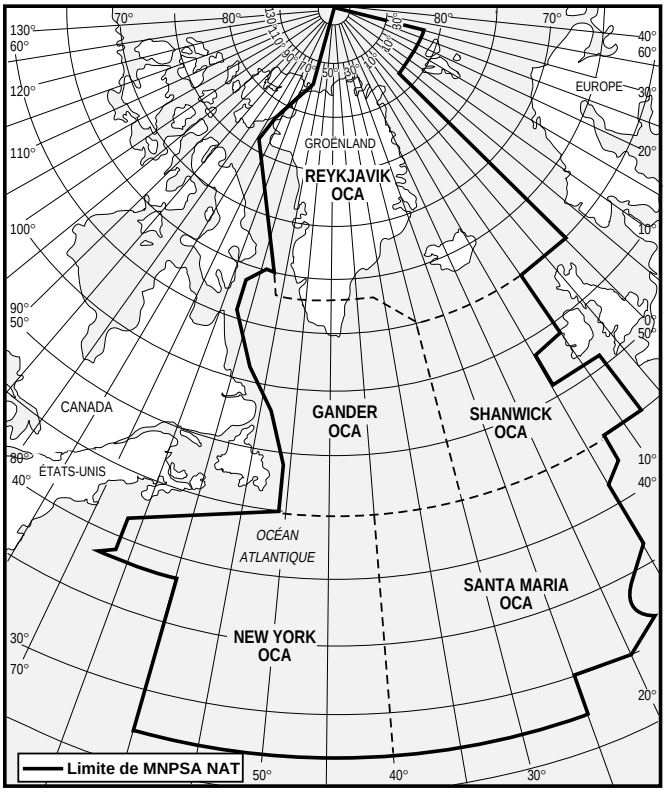


Fig. 3-12 • Espace aérien MNPS NAT

vols RNAV est classé espace aérien RNPC. Il s'agit d'un espace aérien contrôlé dans les limites latérales de la région du sud du Canada illustrée sur la **Fig. 3-11**. Pour déposer un plan de vol pour des routes fixes RNAV publiées dans l'espace aérien supérieur ou des routes improvisées RNAV (voir **Fig. 2-96**) et pour recevoir les services de l'ATC sur les autres routes régies par les normes d'espacement RNPC, un aéronef doit être certifié apte à évoluer à l'intérieur des tolérances prescrites.

L'équipement de navigation minimal qui permet de répondre aux normes RNPC comprend un système de navigation de surface longue portée, Un VOR/DME et un ADF.

3.2.9

ESPACE AÉRIEN MNPS SUR L'ATLANTIQUE NORD

La neuvième réunion de l'OACI sur la navigation aérienne a adopté le concept des spécifications de performances minimales de navigations (MNPS) à l'échelle mondiale, l'objectif étant d'assurer l'espacement des aéronefs et de *permettre aux exploitants* de tirer le maximum de profit de la précision qu'offre l'équipement de navigation de ces dernières années.

À compter de 1980, l'espacement latéral minimal entre les aéronefs qui répondent aux exigences MNPS et qui évoluent dans l'espace aérien MNPS NAT a été fixé à 60 nm.

Une condition implicite du concept MNPS exige que tous les exploitants maintiennent les normes d'exploitation stipulées et soient conscients des obligations ainsi encourues.

Les éléments indicatifs du MNPS NAT figurent dans le Manuel *d'exploitation dans l'espace aérien MNPS NAT,* publié au nom du Groupe de planification des systèmes pour l'Atlantique Nord. Les exploitants doivent connaître le contenu du document qu'ils peuvent se procurer auprès de L'OACI à Montréal. Voir l'*AIP Canada* pour de plus amples renseignements.

Les aéronefs évoluant sur les routes situées à l'intérieur des limites de l'espace aérien défini ci-dessous doivent se soumettre au MNPS, c'est-à-dire l'espace aérien compris :

a/ entre le FL 275 et le FL 400;
b/ entre les latitudes 27° et le Pôle Nord;
c/ à l'est, les limites est des CTA océaniques de Santa-Maria, Shanwick et Reykjavik;
d/ à l'ouest, par les limites ouest des CTA océaniques de Reykjavik, Gander et de New York, sauf la région située à l'ouest du 60°W et au sud de 38° 30'N.

Les aéronefs navigant sur les routes situées à l'intérieur de l'espace aérien défini ci-dessus doivent être capables de se conformer aux exigences de qualité de navigation requises.

Ces performances de navigation seront vérifiées par l'état de l'exploitant, selon le cas. Il incombe à Transports Canada d'autoriser tout aéronef civil d'immatriculation canadienne à évoluer à l'intérieur de l'espace MNPS NAT.

L'équipement de navigation susceptible de satisfaire aux exigences MNPS NAT est le suivant :
a/ 2 systèmes de navigation par inertie (INS);
b/ 2 systèmes de navigation OMEGA (ONS); ou
c/ 1 INS et 1 ONS.

Le GPS peut être utilisé à titre de remplacement de l'un des systèmes de navigation énumérés ci-dessus. La **Fig. 3-12** illustre les limites de l'espace aérien MNPS NAT.

3.3 ESPACEMENT IFR

3.3.1

GÉNÉRALITÉS

La présente section vise à mettre les pilotes au courant des méthodes fondamentales de contrôle de l'ATC sans l'utilisation du radar. Ils seront alors en mesure de mieux préparer leurs vols et de se conformer plus rapidement aux autorisations ATC.

3.3.2

ESPACEMENT VERTICAL

A. MINIMUMS ET PROCÉDURES

L'ATC assure un espacement vertical entre les

aéronefs en leur assignant des altitudes différentes. Cet espacement est fondé sur les minimums suivants : FL 290 et au-dessous : 1 000 pieds; au-dessus du FL 290 : 2 000 pieds.

B. Espacement entre les niveaux de vol et les altitudes - ASL

Lorsque le calage altimétrique est inférieur à 29,92 po, l'*espacement vertical* entre un aéronef à 17 000 pi ASL à ce calage altimétrique et un aéronef au niveau de vol 180, est inférieur à 1 000 pieds. En conséquence, suite à cet exemple, le niveau de vol utilisable le plus bas est assigné ou approuvé d'après le tableau suivant :

SI LE CALAGELE ALTIMÉTRIQUE EST DE	NIVEAU DE VOL UTILISABLE LE PLUS BAS EST ALORS DE
29.92 OU PLUS	FL 180
29.91 À 28.92	FL 190
28.91 À 27.92	FL 200
27.91 OU MOINS	FL 210

3.3.3

Espacement longitudinal

A. Minimums et procédures

L'ATC applique *l'espacement longitudinal* de façon que, à la suite du survol d'une position par un aéronef, celui qui le suit à la même altitude n'arrive pas, d'après l'estimation du contrôle, à la verticale de la même position avec un écart inférieur au nombre de minutes spécifiées par la norme minimale d'espacement approprié. L'ATC applique l'espacement longitudinal, exprimé en milles, d'après des comptes rendus de position obtenus par communication directe contrôleur - pilote (DCPC) des aéronefs visés, par rapport à un DME.

L'ATC assure l'espacement longitudinal en autorisant un aéronef :

1/ à partir à une heure spécifiée;
2/ à arriver à la verticale d'un repère donné à une certaine heure (phraséologie : «ARRANGE YOUR FLIGHT TO ARRIVE OVER (REPORTING POINT) NOT BEFORE/AFTER THAN (TIME)» (adapter votre vol pour arriver à la verticale de (point de compte rendu) pas avant/après (heure));
3/ à attendre à la verticale d'un repère jusqu'à une heure donnée, ou
4/ à prendre un cap inverse.

L'ATC peut demander à deux aéronefs de maintenir un espacement longitudinal spécifié à condition qu'ils soient en communication directe l'un avec l'autre et qu'ils utilisent des aides à la navigation qui permettent une détermination fréquente de la position et de la vitesse à des intervalles ne dépassant pas 40 minutes de vol.

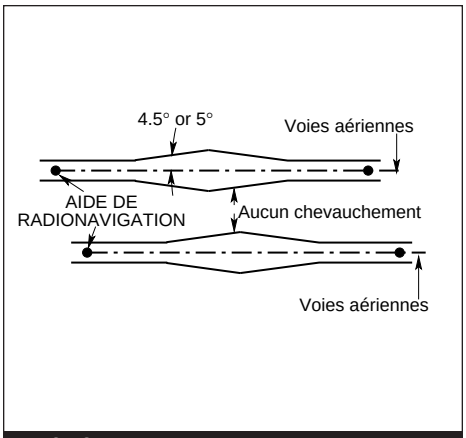


Fig. 3-13 • Espacement latéral des voies aériennes

B. Phraséologie

«MAINTAIN AT LEAST (NUMBER) MILES/MINUTES SEPARATION FROM (AIRCRAFT IDENTIFICATION)»
Maintenez un espacement d'au moins (nombre) milles/minutes par rapport à (indicatif de l'aéronef).

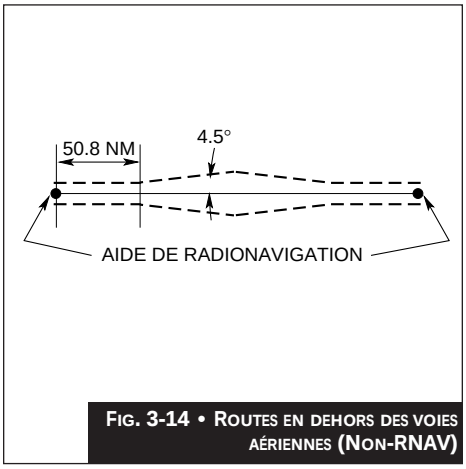


Fig. 3-14 • Routes en dehors des voies aériennes (Non-RNAV)

3.3.4

Espacement latéral

A. Généralités

L'espacement latéral des aéronefs en régime IFR est assuré par l'ATC sous forme de volume d'espace aérien à protéger en fait de procédure d'attente, de procédure d'approche aux instruments ou de routes homologuées.

Les dimensions de l'espace aérien protégé, dans le cas d'une route donnée, sont fixées en tenant compte de la précision des aides à la navigation au sol qui assurent le guidage sur la route, de la précision des récepteurs et indicateurs de bord, d'une tolérance pour les écarts de navigation de chaque côté de la route indiquée, et d'une légère marge pour les sautes de vent. Par conséquent, il est essentiel que la précision des équipements de navigation soit maintenue et que les pilotes en régime IFR ou CVFR suivent autant que possible l'axe des routes homologuées (**Fig. 3-13**).

Étant donné la qualité de couverture des signaux

de navigation et des installations de communication disponibles, les pilotes devraient planifier leurs vols le long des voies aériennes définies (à moins qu'ils utilisent des routes RNAV) toutes les fois que c'est possible. En ce qui concerne les segments de route situés dans la couverture des signaux d'aides à la navigation LF/MF et des installations NDB et VOR, les dimensions de l'espace aérien à protéger tiennent compte de la précision des indications de route disponibles, des récepteurs et indicateurs de bord et des écarts de navigation. On considère que l'espacement est assuré du moment que les espaces aériens protégés des aéronefs ne se chevauchent pas.

Normalement, l'espace aérien à protéger pour une route homologuée est déterminé en tenant pour acquis que le changement de fréquence d'une aide à la navigation à une autre a lieu à peu près à mi-chemin entre ces aides. Quand cela est impossible par suite d'une différence dans les zones de couverture de deux aides voisines, le *point d'égale intensité* des signaux sur un tronçon de voie aérienne est indiqué sur la carte de route IFR concernée.

Pour éviter l'espace aérien de classe F consultatif réglementé, les pilotes doivent établir leur plan de vol de façon que l'espace aérien à protéger pour leur route prévue n'empiète pas sur la zone visée. S'ils s'aperçoivent qu'ils se trouvent en dehors de l'espace aérien protégé pour leur route, ils doivent en informer l'ATC immédiatement.

B. Espace aérien contrôlé

L'ATC protège l'espace aérien suivant le long de routes homologuées :

1/ 4 milles marins de part et d'autre de l'axe de la route jusqu'à une distance de 51 milles à partir d'un VOR et puis à l'intérieur des lignes qui divergent de 4,5° de VOR jusqu'à ce qu'elles rencontrent des lignes similaires projetées à partir d'un VOR adjacent pour :

i/ les segments de voies aériennes établis d'après un VOR, ou

ii/ les routes hors voie aérienne qui sont à l'intérieur de la limite de couverture des signaux d'un VOR.

2/ 4,34 milles marins de part et d'autre de l'axe de la route jusqu'à une distance de 50 milles à partir d'un NDB et puis à l'intérieur des lignes qui divergent à 5° d'un NDB jusqu'à ce qu'elles rencontrent des lignes similaires projetées à partir d'un NDB adjacent pour :

i/ des segments de voie aérienne qui sont fondés sur des NDB et, ou

ii/ les routes en dehors des voies aériennes qui se trouvent dans la limite de couverture des signaux d'un NDB;

iii/ l'espace aérien à protéger pour les segments de voie aérienne qui sont balisés par un VOR à une extrémité et un NDB à l'autre est déterminé comme si l'ensemble du tronçon était balisé par des NDB.

3/ 45 milles de part et d'autre de l'axe pour les trajectoires qui sont au-delà de la portée de couverture des signaux ou qui ne sont pas fondés sur des aides à la navigation.

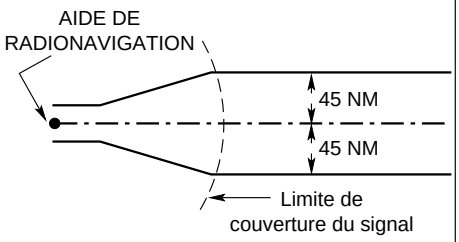


Fig. 3-15 • Routes des voies aériennes VOR supérieures

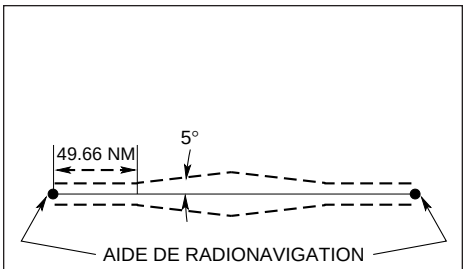


Fig. 3-16 • Routes sur des voies aériennes jalonnées de NDB

D. Changement de direction au niveau de vol 180 et au-dessus

Au niveau de vol 180 et au-dessus, l'ATC protège l'espace aérien supplémentaire de l'espace aérien du côté où une route change de direction de plus de 15° à la verticale d'une aide à la navigation ou à une intersection (**Fig. 3-17**).

Les pilotes d'aéronefs volant en dessous du niveau 180 sont

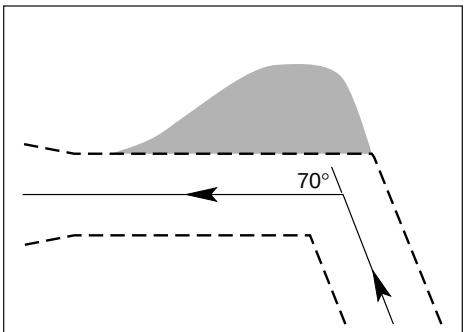


Fig. 3-17 • Routes de l'espace aérien supérieur — Changement de direction

censés effectuer leurs virages de façon à demeurer dans la largeur normale de la voie aérienne ou de l'espace aérien protégé, s'il s'agit d'une route en dehors des voies aériennes.

L'efficacité des normes minimales d'espacement latéral appliquées par le contrôle de la circulation aérienne dépend de la précision probable de la navigation sur chaque route. Il incombe donc aux pilotes de demeurer dans les limites de l'espace aérien protégé pour une route assignée s'ils veulent s'assurer d'un espacement latéral suffisant par rapport aux autres aéronefs.

E. Espace aérien protégé latéralement pour les procédures d'approche aux instruments en IFR (à basse altitude)

L'accroissement du trafic aérien a entraîné la nécessité d'établir des normes d'espacement plus précises pour la détermination des espacements entre les vols IFR. Le besoin se fait sentir par exemple de délimiter l'espacement géographique minimal nécessaire pour séparer les aéronefs effectuant simultanément des approches à des aéroports voisins. Il est également nécessaire de délimiter très exactement l'espacement géographique entre un aéronef effectuant une procédure d'approche normalisée aux instruments et un ou plusieurs appareils en circuit d'attente ou en route à proximité.

Par conséquent, les contrôleurs de la circulation aérienne ont été autorisés à recourir aux dimensions de base horizontales des aires d'approche intermédiaire, des aires d'approche finale et des aires d'approche interrompues, qui servent à déterminer les *marges de franchissement d'obstacles*, comme l'espace aérien à protéger pour les aéronefs effectuant des procédures normales d'approche aux instruments. (Voir **Fig. 4-24**) On considère qu'il y a espacement horizontal suffisant lorsque l'*espace aérien à protéger* pour de tels aéronefs n'empiète pas sur l'*espace aérien à protéger* pour les aéronefs en route ou en attente ou effectuant simultanément des approches aux instruments adjacentes.

SI LE CALAGE ALTIMÉTRIQUE EST DE	NIVEAU DE VOL UTILISABLE LE PLUS BAS EST ALORS DE
29.92 OU PLUS	FL 180
29.91 À 28.92	FL 190
28.91 À 27.92	FL 200
27.91 OU MOIN	FL 210

3.3.5
Espacement en turbulence de sillage

Au Canada, les aéronefs sont regroupés ainsi :

1er groupe (gros) : Tous les appareils dont la masse maximale autorisée au décollage est de 300 000 lb ou plus.

2e groupe (moyen) : Les appareils dont la masse maximale autorisée au décollage est comprise entre 12 500 lb et 300 000 lb.

3e groupe (léger) : Les appareils dont la masse maximale autorisée au décollage est de 12 500 lb et moins.

Généralement, entre un aéronef volant en IFR/VFR et un aéronef qui le suit directement à moins de 1 000 pieds au-dessous, les contrôleurs appliquent les minimums d'espacement radar suivants :

Gros derrière un gros - 4 nm

Moyen derrière un gros - 5 nm

Léger derrière un gros - 6 nm

Léger derrière un moyen - 4 nm

Pour ce qui est des *départs sans l'aide du radar,* les minimums sont de deux (2) minutes pour n'importe quel appareil qui suit un gros si :
L'aéronef visé commence son décollage à partir du seuil de la même ou d'une piste parallèle distante de moins de 2 500 pieds. Ce critère s'applique également lorsque les aéronefs utilisent des pistes sécantes et que leurs trajectoires de vol prévues se croiseront.

NOTA :

1. *Dans la situation susmentionnée, l'ATC communiquera un avertissement de turbulence de sillage à un aéronef léger qui suit un aéronef moyen.*

2. Le B 757 est considéré comme faisant partie du groupe GROS en raison de la forte turbulense de sillage qu'il génère.

Ces minimums sont portés à trois (3) minutes pour tout aéronef décollant dans le sillage d'un aéronef lourd connu ou dans le cas d'un aéronef léger décollant dans le sillage d'une aéronef moyen connu si :

a/ l'aéronef suivant commence sa course de décollage à partir d'une intersection ou d'un point nettement plus en avant sur la piste dans la direction du décollage de l'aéronef précédent, ou

b/ le contrôleur a des raisons de penser que le cabrage peut se produire au-delà du point de cabrage de l'aéronef précédent.

En dépit de ces mesures, l'ATC ne peut garantir que l'aéronef ne rencontrera pas de turbulence de sillage.

3.4 PROCÉDURES RADIO

3.4.1

PROCÉDURES RADIO ÉLÉMENTAIRES

A. *GÉNÉRALITÉS*

Les pilotes doivent :

1/ transmettre leurs messages radio avec clarté et concision, n'utiliser que la phraséologie appropriée et énoncer chaque mot avec précision;
2/ préparer le message à transmettre avant d'appuyer sur l'alternat du microphone;
3/ faire précéder chaque transmission d'une écoute brève et attentive pour éviter toute interférence avec d'autres transmissions.

B. *CONTACT PAR RADIO*

Ce contact se divise généralement en quatre parties. À savoir l'appel, la réponse, le message et l'accusé de réception ou la fin du message.

EXEMPLES :
L'appel de l'aéronef :
ROBERVAL RADIO (ICI) CESSNA CITATION FOXTROT ALPHA BRAVO CHARLIE.

Réponse de la station au sol :
CESSNA CITATION FOXTROT ALPHA BRAVO CHARLIE (ICI) ROBERVAL RADIO. À VOUS

Le message de l'aéronef :
FOXTROT ALPHA BRAVO CHARLIE. QUATRE MILLES AU SUD TRAVERSANT SIX MILLE PIEDS, ATTERRISSAGE À ROBERVAL — AUTORISÉ AU RADIOPHARE D'ALIGNEMENT DE PISTE/DME PISTE TROIS QUATRE ESTIMANT ARRIVÉE À UN CINQ.

Station d'information de vol :
ALPHA BRAVO CHARLIE PISTE EN SERVICE TROIS QUATRE, VENT TROIS SIX ZÉRO DEGRÉ À UN CINQ, CALAGE ALTIMÉTRIQUE DEUX NEUF NEUF SEPT TRAFIC PIPER AZTEC DÉCOLLANT PISTE TROIS QUATRE EN DIRECTION SUD RAPPELEZ PASSANT REPÈRE INTERMÉDIAIRE.
Accusé de réception de l'aéronef :
DEUX NEUF NEUF SEPT, ALPHA BRAVO CHARLIE.

Le pilote devrait noter les points suivants :
Lors du premier appel et de sa réponse, l'aéronef et la station au sol utilisent les quatre lettres de l'indicatif d'appel de l'aéronef.

Lorsque le contact est établi, le service de la circulation peut abréger son indicatif d'appel (trois lettres).

L'aéronef accuse réception de l'information en répétant le calage altimétrique et termine la conversation en transmettant son indicatif d'appel abrégé.

Avant de transmettre le message, le pilote doit toujours écouter la fréquence choisie et ne donner son message qu'une fois la fréquence libre.

C. *ACCUSÉ DE RÉCEPTION D'UN MESSAGE*

Un pilote est tenu d'accuser réception de tous les messages ATC qui lui sont adressés et qu'il reçoit. Un tel accusé de réception peut être donné par la transmission de l'indicatif d'appel de l'aéronef, par la répétition d'une autorisation accompagnée de l'indicatif d'appel de l'appareil, seul ou suivi de un ou de plusieurs mots appropriés.

EXEMPLES :
ATC : VICTOR LIMA CHARLIE

AUTORISÉ À ATTERRIR

Pilote : VICTOR LIMA CHARLIE

ATC : VICTOR LIMA CHARLIE ÊTES VOUS À CINQ MILLE PIEDS?

Pilote : VICTOR LIMA CHARLIE AFFIRMATIF

NOTA :
Un ou deux coups sur l'alternat du microphone en guise d'accusé de réception ne constituent pas une procédure radio acceptable.

D. ÉCHELLE DE LISIBILITÉ ET VÉRIFICATIONS RADIO

Les chiffres 1 à 5 de l'échelle de lisibilité ont la signification suivante :

1/ illisible
2/ lisible par moments
3/ difficilement lisible
4/ lisible
5/ parfaitement lisible

Les principaux types de vérification radio sont :

1/ les vérifications *de signaux* effectuées en vol;

2/ les *vérifications avant vol;*

3/ les vérifications d'entretien effectuées par le personnel d'entretien au sol.

EXEMPLE :
(NOM) RADIO (ICI) CESSNA FOXTROT ALPHA BRAVO CHARLIE, VÉRIFICATION DES SIGNAUX SUR CINQ SIX HUIT ZÉRO. CESSNA FOXTROT ALPHA BRAVO CHARLIE (ICI) (NOM) RADIO, VOUS REÇOIS CINQ SUR CINQ

3.4.2

RADIOTÉLÉPHONIE

A. ALPHABET PHONÉTIQUE INTERNATIONAL OACI CODE MORSE

Les pilotes devraient mémoriser cette phraséologie normalisée ou avoir une copie sous la main pour pouvoir identifier plus facilement les aides à navigation.

A	. -	ALFA	(AL-FAH)
B	- . . .	BRAVO	(BRA-VOH)
C	- . - .	CHARLIE	(CHAR-LEE) (OR SHAR-LEE)
D	- . .	DELTA	(DELL-TAH)
E	.	ECHO	(ECK-OH)
F	. . - .	FOXTROT	(FOKS-TROT)
G	— .	GOLF	(GOLF)
H	. . . .	HOTEL	(HOH-TEL)
I	. .	INDIA	(IN-DEE-AH)
J	. — -	JULIETT	(JEW-LEE-ETT)
K	- . -	KILO	(KEY-LOH)
L	. - . .	LIMA	(LEE-MAH)
M	—	MIKE	(MIKE)
N	- .	NOVEMBER	(NO-VEM-BER)
O	— -	OSCAR	(OSS-CAH)
P	. — .	PAPA	(PAH-PAH)
Q	— . -	QUEBEC	(KEH-BECK)
R	. - .	ROMEO	(ROW-ME-OH)
S	. . .	SIERRA	(SEE-AIR-RAH)
T	-	TANGO	(TANG-GO)
U	. . -	UNIFORM	(YOU-NEE-FORM) OR (OO-NEE-FORM)
V	. . . -	VICTOR	(VIK-TAH)
W	. —	WHISKEY	(WISS-KEY)
X	- . . -	X-RAY	(ECKS-RAY)
Y	- . —	YANKEE	(YANG-KEY)
Z	— . .	ZULU	(ZOO-LOO)
0	— — -	ZERO	
1	. — —	WUN	
2	. . — -	TOO	
3	. . . —	TREE	
4	. . . . -	FOW-ER	
5	. . . . .	FIFE	
6	-	SIX	
7	— . . .	SEVEN	
8	— - . .	AIT	
9	— — .	NIN-ER	

S'il faut assurer une meilleure compréhension, on doit utiliser l'alphabet phonétique pour énoncer une lettre, un groupe de lettres ou épeler un mot. Lors du premier contact, les pilotes doivent se servir de l'alphabet phonétique pour énoncer l'immatriculation de leurs aéronefs dans l'indicatif d'appel de leurs appareils.

B. INDICATIFS D'APPEL DES AÉRONEFS

Au moment du contact initial avec l'ATS, les

pilotes d'aéronefs privés canadiens doivent utiliser le nom du fabricant ou le type d'aéronef suivi des quatre derniers caractères phonétiques de l'immatriculation.

EXEMPLE :
CESSNA GOLF CHARLIE FOXTROT ECHO

Les pilotes doivent inclure le mot LOURD (HEAVY) s'il y a lieu. (Un aéronef lourd est un avion ayant une masse maximale autorisée au décollage de 300 000 livres ou plus.)

Lorsque l'ATS appelle, l'identification de l'aéronef dans les communications suivantes, (pour les aéronefs qui utilisent leur immatriculation civile) peut être abrégée aux trois dernières lettres de l'immatriculation.

EXEMPLE :
CHARLIE FOXTROT ECHO

S'il n'y à pas de risque de confusion, on peut omettre le mot LOURD.

C. INDICATIFS D'APPEL DES STATIONS AU SOL

Les indicatifs d'appel suivants sont constitués du nom de l'aéroport suivi du type de station.

EXEMPLES :

CALGARY TOWER (TOUR CALGARY) (tour de contrôle de l'aéroport)

HALIFAX GROUND (SOL HALIFAX) (poste de contrôle sol de la tour)

KINGSTON RADIO (station d'information de vol)

(AUTORISATION D'OTTAWA) DELIVERY (poste de délivrance des autorisations IFR)

OTTAWA (TERMINAL D'OTTAWA) (poste de contrôle terminal)

VANCOUVER ARRIVAL (ARRIVÉE DE VANCOUVER) (poste de contrôle des arrivées)

EDMONTON DEPARTURE (DÉPART D'EDMONTON) (poste de contrôle des départs)

MONTREAL CENTRE (CENTRE DE MONTRÉAL) (centre de contrôle régional)

D. NOMBRES

En général, on doit transmettre tous les numéros en prononçant chaque chiffre séparément, sauf s'il s'agit de multiples entiers de mille.

EXEMPLES :

75	SEPT CINQ
100	UN ZÉRO ZÉRO
576	CINQ SEPT SIX
11 000	UN UN MILLE

Les exceptions sont mentionnées aux paragraphes qui suivent :
L'altitude au-dessus du niveau de la mer peut être exprimée en milliers et centaines de pieds. On doit énoncer séparément les chiffres pour exprimer les niveaux de vol.

EXEMPLES :

2 800	DEUX MILLE HUIT CENTS
14 500	UN QUATRE MILLE CINQ CENTS
FL 265	NIVEAU DE VOL DEUX SIX CINQ
FL 200	NIVEAU DE VOL DEUX ZÉRO ZÉRO

Les numéros d'identification des aéronefs, le numéro de vol, les numéros de type d'aéronef, la vitesse du vent et la hauteur des nuages peuvent être groupés.

EXEMPLES :

AC320	AIR CANADA TROIS VINGT
DC10	DC DIX
VENT 270/10	VENT DEUX SEPT ZÉRO À DIX
M35BKN	PLAFOND MESURÉ TROIS MILLE CINQ CENT FRAGMENTÉS

Les *caps* sont donnés sous forme d'un groupe de trois chiffres, exprimés en degrés magnétiques, sauf dans la région d'incertitude compas où elle est exprimée en degrés vrais. Les mots degrés et

magnétiques sont omis lorsqu'on fait référence au cap magnétique tandis que le mot vrai suit les nombres lorsqu'on utilise le cap vrai. Le cap nord est désigné par CAP 360.

EXEMPLES :

005 CAP ZÉRO ZÉRO CINQ

350 CAP TROIS CINQ ZÉRO

E. POINTS DÉCIMAUX

Le point décimal est indiqué en prononçant le mot DÉCIMAL. Toutefois, quand on donne des fréquences VHF ou UHF, on peut omettre le point DÉCIMAL, à condition que cette émission ne prête pas à confusion.

3.4.3

COMMUNICATIONS AUX AÉRODROMES NON CONTRÔLÉS

A. GÉNÉRALITÉS

Un aérodrome non contrôlé est un aérodrome sans tour de contrôle en service. Bon nombre d'aérodromes possèdent une tour qui ne fonctionne qu'à temps partiel, ces aérodromes deviennent donc non contrôlés en dehors de ces heures.

L'exploitation d'aéronefs aux aérodromes non contrôlés et (ou) à leur proximité peut présenter certains problèmes, certains peuvent même déboucher sur des conflits. En l'absence d'un contrôle de la circulation en vol et au sol, des situations dangereuses risquent d'apparaître si l'échange d'informations au sujet des mouvements d'aéronefs et de l'équipement d'entretien d'aérodrome est inadéquat. La sécurité peut être améliorée si les pilotes signalent leur position et leurs intentions de façon ordonnée et demeurent à l'écoute d'une fréquence commune à partir d'une distance prédéterminée d'un aérodrome non contrôlé.

Pour qu'un aérodrome puisse fonctionner en toute sécurité, les véhicules d'entretien doivent avoir accès aux pistes. En conséquence, toute information concernant l'intention d'un pilote d'atterrir ou de décoller doit être passée aux autorités de l'aérodrome pour que ces véhicules quittent les pistes concernées. Aux aérodromes desservis par des stations de télécommunications air-sol publiques, ce sont ces stations qui coordonnent les mouvements des véhicules. Elles doivent tout de même être au courant du trafic des aéronefs, pour que leur travail soit efficace. Les stations d'information de vol assurent un service consultatif des véhicules (VCS) et un service consultatif d'aéroport (AAS).

Certains aérodromes non contrôlés sont reliés à une station d'information de vol (FSS) par l'intermédiaire d'une *installation radio télécommandée (RCO)*. Ces installations ont surtout été établies aux fins des communications en route, mais certaines offrent également les services AAS et VCS télécommandés. Là où c'est possible, les FSS coordonneront à distance le retrait des véhicules de la piste. Les pilotes doivent se rappeler que le FSS se trouve à plusieurs milles de la piste et ne peut voir ce qui se passe. Le spécialiste d'information de vol ne peut donc que passer l'information qu'il a reçue par radio.

Le spécialiste d'information de vol peut fournir des renseignements au sujet d'autres aéronefs uniquement s'il a été avisé au préalable de leur présence et de leurs intentions. Il ne peut savoir si un aéronef est NORDO ou même si des appareils dotés de radio volent à proximité de l'aérodrome à moins que les pilotes concernés ne l'aient avisé.

B. FRÉQUENCES OBLIGATOIRES

Transports Canada a attribué une fréquence obligatoire (MF) qui doit être utilisée sur certains aérodromes non contrôlés ou sur des aérodromes contrôlés à certaines heures. Les aéronefs qui évoluent dans une zone où la MF est applicable, tant au sol qu'en vol, doivent être équipés d'un poste radio en état de fonctionnement, permettant d'établir des communications bidirectionnelles. Ces aéronefs doivent également suivre les procédures spécifiées.

En général, la fréquence MF ne sera attribuée qu'aux aérodromes desservis par une FSS, un CARS ou une RCO; la MF sera normalement la fréquence de la station au sol qui assure le service consultatif et le service de contrôle des véhicules pour cet aérodrome. Pour les aérodromes auxquels a été attribuée une MF, la fréquence spécifique, la distance et l'altitude à l'intérieur desquelles cette fréquence doit être

utilisée seront publiées dans le Supplément de vol - Canada, par exemple :

MF - Arpt rdo 122.1 5nm 3035 ASL.

C. *Fréquence de trafic d'aérodrome (ATF)*

Une ATF sera normalement attribuée aux aérodromes non contrôlés en activité, énumérés dans le CFS et qui ne répondent pas aux critères pour l'attribution d'une fréquence MF. L'ATF a été instituée afin de s'assurer que tous les aéronefs équipés de postes de communication et évoluant tant au sol qu'à l'intérieur de la zone spécifiée, sont à l'écoute sur une fréquence commune et suivent les mêmes procédures de transmission de compte rendu. La fréquence ATF sera normalement celle de la station sol lorsqu'il y en a une, ou 123,2 MHz lorsqu'il n'y en a pas. La fréquence spécifique, la distance et l'altitude à l'intérieur desquelles cette ATF doit être utilisée seront publiées dans le CFS, par exemple :

ATF - tfc 118.2 06-14Z 5nm 6900 ASL.

D. *Utilisation de la MF et de l'ATF*

En conditions météorologiques de vol à vue, rien ne peut remplacer une bonne surveillance extérieure; et c'est encore plus vrai à proximité d'aérodromes non contrôlés. L'utilisation efficace de la radio peut cependant améliorer grandement la sécurité en vol.

Tous les pilotes d'aéronefs équipés de radio évoluant à un aérodrome non contrôlé pour lequel une MF ou ATF a été publiée, doivent transmettre leurs comptes rendus de positions sur cette fréquence, conformément aux procédures décrites ci-après.
Les comptes rendus de position peuvent être transmis de deux façons, soit par une transmission directe vers une station au sol, soit par une diffusion générale à tous ceux concernés des intentions du pilote. Cependant, puisque la MF ou ATF est exploitée par une station au sol, la transmission initiale devrait d'abord lui être adressée.

S'il n'a aucune réponse à la suite d'une transmission directe, le pilote doit émettre ses intentions par diffusion générale, sauf si par la suite la station au sol a établi les communications bidirectionnelles, auquel cas le pilote doit alors communiquer par transmission directe.

Lorsqu'il n'y a aucune station sol, le pilote doit émettre ses intentions par diffusion générale.

Exemples :
Transmission directe -
(MUSKOKA RADIO - FXYZ, 5 MILLES NORD DU RADIOPHARE MUSKOKA À 3 000 PIEDS POUR UN ATTERRISSAGE SUR PISTE 18 À MUSKOKA. À VOUS POUR AVIS.)

OU

Diffusion générale
(MUSKOKA TRAFIC - FXYZ, 5 MILLES NORD DU RADIOPHARE MUSKOKA À 3 000 PIEDS, PRÉVOIS SURVOLER LE RADIOPHARE POUR ENTRER DANS LE CIRCUIT DE LA PISTE 18. ETA DANS 3 MINUTES.)

E. *Procédures d'arrivée IFR aux aéroports non contrôlés*

Le pilote commandant de bord d'un aéronef IFR prévoyant effectuer une approche à un aérodrome non contrôlé doit, sauf indication contraire de l'ATC, signaler sa position directement ou par diffusion générale:

1/ *cinq minutes avant l'heure prévue* du début d'approche et faire part de ses intentions et de l'heure prévue d'atterrissage;

2/ *à la verticale du repère d'approche* s'il a l'intention d'exécuter un virage conventionnel, ou dans le cas contraire, à la première interception de la trajectoire d'approche finale;

3 *à la verticale du repère d'approche* finale au cours de l'approche finale ou, trois minutes avant l'heure prévue d'atterrissage s'il n'y a pas de tel repère (repère d'approche à l'aérodrome);

4 *dès le début d'une procédure d'approche* indirecte faire part de ses intentions;

5 *pendant le dernier virage annoncer* sa

position;

6 *dans l'éventualité d'une approche interrompue,* aussitôt que possible après le début de l'interruption de l'approche, faire part de ses intentions.

Dans certains cas, l'ATC demande au pilote de rester à l'écoute sur une fréquence de contrôle au lieu de le faire passer sur la fréquence MF. S'il y a une FSS ou une RCO, l'ATC avisera la FSS du retard et de la position prévue de l'appareil. Aux endroits où les communications ne se font pas directement entre l'unité ATS et l'opérateur de la MF, l'ATS effectuera le transfert de communications le plus tôt possible.

F. DÉPARTS IFR DEPUIS LES AÉRODROMES NON CONTRÔLÉS.

Le pilote commandant de bord qui a l'intention de décoller d'un aérodrome non contrôlé doit :

1/ *obtenir une autorisation de l'ATC* lorsqu'il est à l'intérieur d'un espace aérien contrôlé;

2/ signaler, en utilisant la fréquence appropriée, la *procédure de départ qu'il compte appliquer* et ses intentions avant de s'engager sur la piste ou de s'aligner sur la piste de décollage;

3/ regarder et vérifier par radio en utilisant la fréquence appropriée qu'il n'y a *aucun risque de collision avec un autre aéronef ou véhicule pendant le décollage.*

Le pilote commandant de bord doit *maintenir l'écoute :*

1/ *durant le décollage* d'un aérodrome non contrôlé;

2/ *après le décollage d'un* aérodrome non contrôlé auquel une fréquence obligatoire a été assignée, tant que l'aéronef sera en-deçà de la distance ou de l'altitude couvertes par cette fréquence.

Aussitôt qu'il franchit l'altitude ou la distance associées à la fréquence obligatoire, le pilote commandant de bord doit établir la communication avec l'unité du contrôle de la circulation aérienne ou une station au sol sur la fréquence en route appropriée. Si un aéronef en départ IFR est tenu de communiquer avec une unité de contrôle IFR ou une autre station au sol après le décollage, il est recommandé que, dans le cas d'un avion équipé de deux radios, le pilote garde également l'écoute sur la MF durant le départ.

Si l'aérodrome est situé dans un espace aérien non contrôlé, les procédures ci-dessus doivent être suivies, sauf qu'une autorisation ATC n'est pas nécessaire. En plus de maintenir l'écoute tel que mentionné ci-haut, on recommande que le pilote commandant de bord communique avec l'unité du contrôle de la circulation aérienne appropriée, la station d'information de vol, ou une autre station au sol sur la fréquence en route pertinente.

G. PROCÉDURES IFR AUX AÉRODROMES NON CONTRÔLÉS DANS L'ESPACE AÉRIEN NON CONTRÔLÉ

Si possible, les pilotes en vol IFR dans l'espace aérien non contrôlé doivent garder l'écoute sur la fréquence 126,7 MHz et diffuser leurs intentions sur cette fréquence immédiatement avant de changer d'altitude ou d'amorcer une approche. En arrivant à un aéroport où la MF ou l'ATF est différente de cette fréquence, le pilote doit d'abord transmettre ses *intentions de descente et d'approche* sur cette dernière (126,7 MHz) avant de passer sur la MF ou l'ATF. S'il y a risque de conflit avec tout autre trafic IFR, ce transfert sur la MF ou l'ATF doit être retardé jusqu'à ce que ce risque de conflit ait disparu.

Les pilotes IFR en partance sont tenus de diffuser leurs intentions sur 126,7 ainsi que sur la MF ou l'ATF avant de décoller, puis de garder l'écoute sur ces deux fréquences si leur appareil est équipé de deux radios VHF.

3.4.4

COMMUNICATIONS INTERNATIONALES AIR-SOL

A. TYPES D'ÉMISSION

Les modes d'émission en bande latérale unique ou double HF sur les familles de fréquences OACI sont maintenant possibles à Gander, Iqaluit, Churchill et Cambridge Bay. Des FSS désignées disposent également des fréquences VHF de l'OACI; Gander diffuse aussi la météo

pour certains aéroports deux fois chaque heure. Pour plus de détails, les pilotes devraient consulter les listes de stations appropriées qui figurent dans le Supplément de vol Canada.

B. Système d'appel sélectif (SELCAL)

Ce système d'appel sélectif est installé dans les stations canadiennes pour usage sur les fréquences internationales. Les pilotes devraient vérifier la colonne «Remarques» dans les listes de stations. Le système SELCAL améliore les techniques de communication sol-air en permettant d'appeler un aéronef quelconque de façon automatique et sélective. L'appel en phonie est remplacé par la transmission à un aéronef de tonalités codées sur les voies radiotéléphoniques internationales. Un appel simple consiste à transmettre pendant environ deux secondes quatre tonalités pré-sélectionnées. Ces dernières sont produites par un codeur dans la station au sol et sont reçues par un décodeur branché sur la sortie audio du récepteur de bord. La réception de la tonalité codée assignée (code SELCAL) actionne un voyant et(ou) un signal sonore dans le poste de pilotage.

Le pilote doit s'assurer que les stations au sol visées savent le code SELCAL de leur équipement de bord. Le pilote peut les aviser en l'indiquant sur son plan de vol OACI et lors de son transfert de contrôle en vol d'un organisme à un autre.

PARTIE QUATRE

NOTA :

1/ Les procédures et les services qui sont décrits dans la présente partie sont révisés constamment. Les renseignements que contient l'AIP Canada devraient être consultés avec attention, étant donné qu'ils priment sur ceux présentés ici, en cas d'une éventuelle contradiction entre ces deux sources.

2/ Le lecteur devrait avoir accès au Supplément de vol Canada, au CAP Est et Ouest ainsi qu'aux cartes en route et de région terminale lorsqu'il consulte la présente partie. Toutes les cartes d'approche et les cartes générales accompagnant les renseignements sont strictement fournies aux fins de formation et ne devraient pas être utilisées sur le plan opérationnel.

PROCÉDURES DE VOL IFR

4.1 PLANIFICATION DU VOL IFR
4.2 PROCÉDURES DE DÉPART
4.3 PROCÉDURES EN ROUTE
4.4 PROCÉDURES D'ATTENTE
4.5 PROCÉDURES D'ARRIVÉE
4.6 PROCÉDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS
4.7 URGENCES
4.8 UTILISATION DU TRANSPONDEUR

4.1 PLANIFICATION DU VOL IFR

4.1.1 NÉCESSITÉ DE DÉPOSER UN PLAN DE VOL

Avant d'entreprendre un vol, les pilotes devraient déposer un plan de vol ou un avis de vol. Le dépôt d'un plan de vol est exigé pour tout vol IFR.

Les pilotes sont tenus de déposer un plan de vol VFR ou IFR avant d'entreprendre un vol entre le Canada et les États-Unis. S'il s'agit d'un autre pays que les États-Unis, c'est un plan de vol OACI qu'il faut remplir. (Des exemplaires du plan de vol OACI et de celui de Transports Canada sont inclus dans la présente partie aux **Fig. 4-1** et **4-2**.

Le Règlement de l'Air stipule que «Avant de décoller d'un point quelconque d'un espace aérien contrôlé ou de pénétrer dans un tel espace pendant un vol IFR, ou pendant des conditions atmosphériques IFR, le pilote commandant de bord présentera à l'organe intéressé du contrôle de la circulation aérienne un plan de vol contenant tous les renseignements que pourra indiquer le ministre».

Lorsque les installations de télécommunication ne permettent pas d'entrer en contact avec l'ATC ou avec une station d'information de vol, un vol IFR effectué entièrement en dehors de l'espace aérien contrôlé peut être entrepris si un itinéraire de vol a été soumis à une personne digne de confiance.

Il est essentiel de déposer les plans de vol IFR dans les plus brefs délais auprès du contrôle de la circulation aérienne. De cette façon, le personnel du contrôle a le temps d'extraire et de noter les données qui l'intéressent, d'agencer ces nouvelles données avec l'information disponible sur les autres aéronefs bénéficiant du service de contrôle, et de déterminer la meilleure façon de coordonner les vols. Afin d'aider l'ATC à améliorer son service et de lui donner suffisamment de temps pour introduire les informations dans son système de traitement de données, les pilotes doivent déposer leur plan de vol IFR aussitôt que possible, de préférence *30 minutes avant l'heure de départ* prévue, et être prêts à décoller à une heure aussi rapprochée que possible de cette heure. Lorsqu'il s'agit d'un vol transfrontalier dont le point de départ est situé à proximité de la frontière, les pilotes doivent déposer leur *plan de vol au moins une heure à l'avance pour* que la coordination et le transfert des données se fassent de façon adéquate. Il va sans dire que le fait de se conformer à cette procédure réduit au minimum les retards au départ.

4.1.2 RAISONS D'ÊTRE DU PLAN DE VOL

Tout d'abord, le plan de vol IFR permet à l'ATS d'accélérer l'intégration d'un aéronef dans le réseau de trafic aérien, conformément à l'itinéraire et à la route demandés par le pilote. Un tel plan de vol contient tous les renseignements opérationnels nécessaires à l'ATS pour satisfaire aux exigences du pilote au cours du départ, de la phase en route et de l'approche. Toutefois, l'ATS ne peut pas toujours se conformer à tous les paramètres du plan de vol. Par exemple, il se peut que la route de départ soit modifiée si elle risque de compromettre l'acheminement principal du trafic.

En outre, l'établissement d'un plan de vol IFR :

a/ constitue, en quelque sorte, une protection en cas de panne radio, en ce sens qu'il permet aux pilotes et aux contrôleurs de connaître exactement l'itinéraire de l'appareil;

b/ permet de déterminer assez rapidement la position probable de l'aéronef en cas d'atterrissage forcé;

c/ sert aux fins de statistiques, là où les plans de vol IFR sont enregistrés et utilisés par Transports Canada pour une planification à long terme et

d/ le réglement de l'air rend le dépot d'un plan de volier oubligatoire.

4.1.3 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES DANS L'ÉTABLISSEMENT D'UN PLAN DE VOL

Le pilote doit tenir compte de plusieurs

éléments en matière de sécurité et de commodité quand il établit son plan de vol. (On tient pour acquis que l'équipement à bord d'un aéronef satisfait aux exigences du vol IFR et que la quantité de carburant et d'huile est suffisante pour le vol prévu).

Le pilote doit d'abord se renseigner sur les conditions météorologiques, notamment le plafond et la visibilité aux aéroports de départ, de destination, de dégagement et aux aéroports qu'il survolera. Dans le choix d'une altitude, il est également important de tenir compte du type de nuages, de la nébulosité, de la turbulence et du givrage. Afin de bien établir son plan de vol, il lui faut en outre connaître la vitesse du vent en route et celle prévue aux aéroports de destination et de dégagement.

Ensuite, il doit choisir une route et, pour cela, consulter d'abord la section planification du *Supplément de vol Canada*, pour déterminer s'il existe une *route IFR préférentielle* pour le vol prévu. Dans les principales régions de contrôle terminal du Canada, les aéronefs à l'arrivée et au départ sont guidés par radar sur des routes principales d'arrivée et de départ ou se voient assignés des routes préférentielles. Si le pilote indique dans son plan de vol une route risquant de compromettre l'écoulement principal de la circulation à l'arrivée, il se peut que l'ATS l'autorise plutôt vers une autre voie aérienne.

En choisissant une voie aérienne, il faut également tenir compte de la MEA. Par exemple, entre Sudbury et Sault-Ste-Marie, la V-348 a une MEA de 7 000 pieds tandis que celle de la V-316 est de 5 000 pieds. La plus basse MEA le long de la V-316 offre une plus grande souplesse pour choisir les altitudes appropriées en cas de prévision de givrage, et en outre, il n'y a qu'un (1) mille de différence entre les deux routes.

Il faut également, aux aéroports de destination et de dégagement, vérifier la vitesse du vent par rapport au plafond prévu surtout lorsque l'un de ces aéroports ne permet qu'une approche directe ou n'est desservi que par une seule piste. Par exemple, il est tout à fait inutile de se rendre à Wabush si le plafond prévu est de 500 pieds et que la vitesse du vent dépasse la composante vent de travers spécifiée pour l'appareil.

Si le vol est bien planifié, il est rare qu'un pilote ait à se rendre à un aéroport de dégagement. Si jamais le pilote doit se rendre à un aéroport de dégagement à la suite de la détérioration des conditions météo à l'aéroport de destination, il n'y a pas de temps à perdre, d'où l'importance d'un bon choix. Il faut tout d'abord considérer la possibilité d'effectuer des procédures d'approche vers plus d'une piste. S'il s'agit de procédures d'approche de précision, tant mieux.

Les *limites à l'aéroport de dégagement* sont publiées dans le *Canada Air Pilot (CAP)* en vue de l'établissement d'un plan de vol seulement. Une fois en vol, les limites de cet aéroport deviennent celles indiquées dans la case «minima» de la carte d'approche. Si les conditions atmosphériques à destination se détériorent, le pilote doit vérifier celles de l'aéroport de dégagement. À titre de conseil, si les conditions météo s'approchent des limites d'approche indirecte, le pilote doit, dès lors, choisir un autre aéroport de dégagement et l'indiquer dans son plan de vol comme premier ou deuxième choix, et s'assurer d'en informer l'ATC.

NOTA :

Certains aéroports répertoriés dans le CAP possèdent des limites de dégagement fondées sur des prévisions de zone en raison d'un manque de prévision météorologique d'aérodrome.

Si, d'après ces renseignements, le pilote juge que son vol doit quand même avoir lieu, il doit consulter les NOTAM pertinents et remplir le formulaire de plan de vol. Il doit avoir à bord les publications appropriées - le CFS, le CAP et les cartes en route et de région terminale.

4.1.4
FORMULAIRE DE PLAN DE VOL IFR

Les plans de vol, d'ailleurs requis pour tous les vols IFR, doivent être déposés au moins 30 minutes avant l'heure prévue du départ afin d'éviter tout retard de trafic. Il est recommandé que les pilotes informent l'ATC si leur vol ne sera pas en route dans les 60 minutes de l'heure prévue dans le plan de vol IFR. Dans le cas contraire, l'ATC peut déclencher les procédures de recherches et de sauvetage ou le vol peut être retardé puisque le pilote devra déposer un autre plan de vol. Aux aérodromes non contrôlés, il

incombe aux pilotes de fermer leur plan de vol IFR sauf s'ils reçoivent un avis contraire de l'ATS. Le plan de vol (**Fig. 4-1**) doit comporter :

a/ le type de plan de vol (IFR);

b/ l'identification de l'aéronef, y compris le numéro d'immatriculation au complet;

c/ le type d'aéronef et d'équipement, notamment le type de transpondeur, c'est-à-dire le suffixe qui correspond au type de transpondeur, de dispositif de mesure de distance, de système de navigation par inertie, etc.;

d/ la vitesse vraie, donnée en noeuds d'après la vitesse vraie prévue à l'altitude du plan de vol;

e/ le point de départ, l'indicatif ou le nom de l'aéroport de départ - toutefois, si le plan de vol est déposé en vol, ce point de départ est la position de l'aéronef au moment où le plan de vol est déposé;

f/ l'heure de départ UTC (Zulu);

g/ l'altitude de croisière initiale qui doit être conforme à l'altitude de croisière appropriée pour la direction du vol;

h/ la route du vol;

NOTA :

Si un quelconque segment de vol se situe hors des voies aériennes, le mot «direct» (DRCT) doit apparaître. Toute aide à la navigation au sol sur une route directe devient automatiquement un point de compte rendu. Pour les autres vols, le pilote inscrit les aides à la navigation ou les voies aériennes qui seront utilisées.

i/ la destination, c'est-à-dire le nom de l'aéroport ou l'indicatif;

j/ à la section des remarques (au choix), soit le nom des passagers, les exigences de la douane ou d'autres renseignements de nature non opérationnelle;

k/ le temps en route prévu, c'est-à-dire le temps total en heures et en minutes à partir du décollage jusqu'à la verticale du repère d'approche;

l/ l'autonomie en carburant - le temps en heures et en minutes pendant lequel l'aéronef peut rester en vol;

m/ l'aéroport de dégagement doit être indiqué au cas où les conditions météorologiques empêcheraient une approche à l'aéroport de destination;

n/ les aides à la navigation et à l'approche sont indiquées par des chiffres inscrits dans les cases appropriées;

o/ le nom du constructeur de l'ELT ainsi que le numéro du modèle doivent être inscrits dans la case ELT;

p/ le nom du pilote et son numéro de licence;

r/ le nombre de personnes à bord, exigé seulement dans le cas de vols internationaux, mais préférable si l'on connaît le nombre exact de passagers;

s/ la couleur de l'aéronef (recommandée) en indiquant d'abord la couleur principale et ensuite la couleur des bandes décoratives.

Transport Canada / Transports Canada

FLIGHT PLAN / NOTIFICATION
PLAN / AVIS DE VOL

PART - PARTIE 1 - PILOTS - PILOTES

Air File / Plan déposé en vol	Type of flight - Régime de vol: IFR ✓ / VFR / DVFR / NOTE AVIS	Aircraft identification / Immatriculation de l'aéronef	Type of aircraft & equipment / Type de l'aéronef et équipement	True air speed (Knots)/Mach / Vitesse vraie (noeuds)/Mach
		C-FLZA	C550/SDR/P	360

Point of departure - Point de départ	Flight altitude/level and route (If DVFR include altitude) - Altitude ou niveau de vol et route (Si DVFR indiquer l'altitude)
CYOW	FL330 V300 YJN J500

Destination Aerodrome / Aérodrome de destination: CYQM

Time of Departure - Heure de départ (UTC)		Est. elapsed time / Durée totale est.		Alt. airport(s) / Aéroport(s) de dégagement	Fuel on board / Carburant embarqué		Type of emergency locator transmitter / Type de radiobalise de repérage d'urgence
Proposed - Prévue	Actual - Réelle	Hrs	Mins		Hrs	Mins	
1430		1	20	CYFC	4	00	ARTEX 110-U

Communication equipment / Équipement de communication			Navigational & Approach Aids / Aides à la navigation et à l'atterrissage								Total number of persons on board / Nombre total des personnes à bord	Pilot's name - Nom du pilote
VHF	UHF	Other - Autres	ILS	VOR	ADF	INS	FMS	GPS	DME	Other - Autres		
2			2	2	2		1		2		6	C. PILON

Name and address of aircraft owner / (Person(s) or company to be notified if search and rescue action initiated)
Nom et adresse du propriétaire de l'aéronef / (Personne(s) ou compagnie à aviser si des récherches sont entreprises)
TRANSPORT LTD., 751-100e rue, OTTAWA, ONT (613)987-6543

Other information (such as colour of aircraft etc.) - Autres renseignements (tels que couleur de l'aéronef, etc.)
☑ Wheels / Roues ☐ Seaplane / Hydravion ☐ Skis ☐ Amphibian / Amphibie ROUGE ET BLANC

An arrival report will be filed (Note - place, date, time, method) with - Un avis d'arrivée sera notifié (Avis - lieu, date, heure et méthode) à: | SAR Time - Heure du SAR

ADCUS	Number of U.S. Citizens / Nombre de ressortissants américains	Other - Autres	Pilot's Licence No. - N° de licence du pilote	Pilot's Signature - Signature du pilote
			A203030	C. Pilon

PART - PARTIE 2

Flight plan (Note) received by - Plan de vol (Avis) reçu par	Flight plan (Note) passed to - Plan de vol (Avis) communiqué à	Received by - Reçu par

28-0055 (93.02)

FIG. 4-1 • PLAN DE VOL IFR INTÉRIEUR

Les pilotes doivent se rappeler qu'après l'atterrissage le plan de vol IFR est clôturé automatiquement aux aéroports pourvus d'une tour de contrôle en service. *Si un aéroport n'est pas doté d'une tour de contrôle, il incombe au pilote de clore le plan de vol.*

4.1.5
FORMULAIRE DE PLAN DE VOL DE L'OACI

Les plans de vol pour les vols internationaux en partance ou à destination du Canada doivent être déposés dans le format OACI (**Fig. 4-2**). Pour les besoins de la planification des vols, les vols entre le Canada et la zone continentale des États-Unis ne sont pas classés comme «vols internationaux». Les instructions pour remplir le plan de vol OACI se trouvent dans la partie RAC de l'AIP.

4.1.6
QUANTITÉ DE CARBURANT À EMPORTER EN IFR

Il incombe au commandant de bord d'emporter assez de carburant pour effectuer le vol vers l'aéroport de destination, puis vers l'aéroport de dégagement qui convient. Pour la quantité de carburant, il doit également tenir compte de tout retard prévu par l'ATS. Le pilote doit, en plus, prévoir une réserve suffisante de carburant pour lui permettre de voler à son régime de croisière normalement 45 minutes. (Voir le Règlement de l'Air, pour plus d'information).

4.1.7
MODIFICATIONS AU PLAN DE VOL

Les aéronefs en vol IFR doivent aviser l'ATC et obtenir une nouvelle autorisation ou une modification d'autorisation avant de changer l'un des éléments suivants de leur plan de vol;

a/ l'altitude de croisière;

b/ la route;

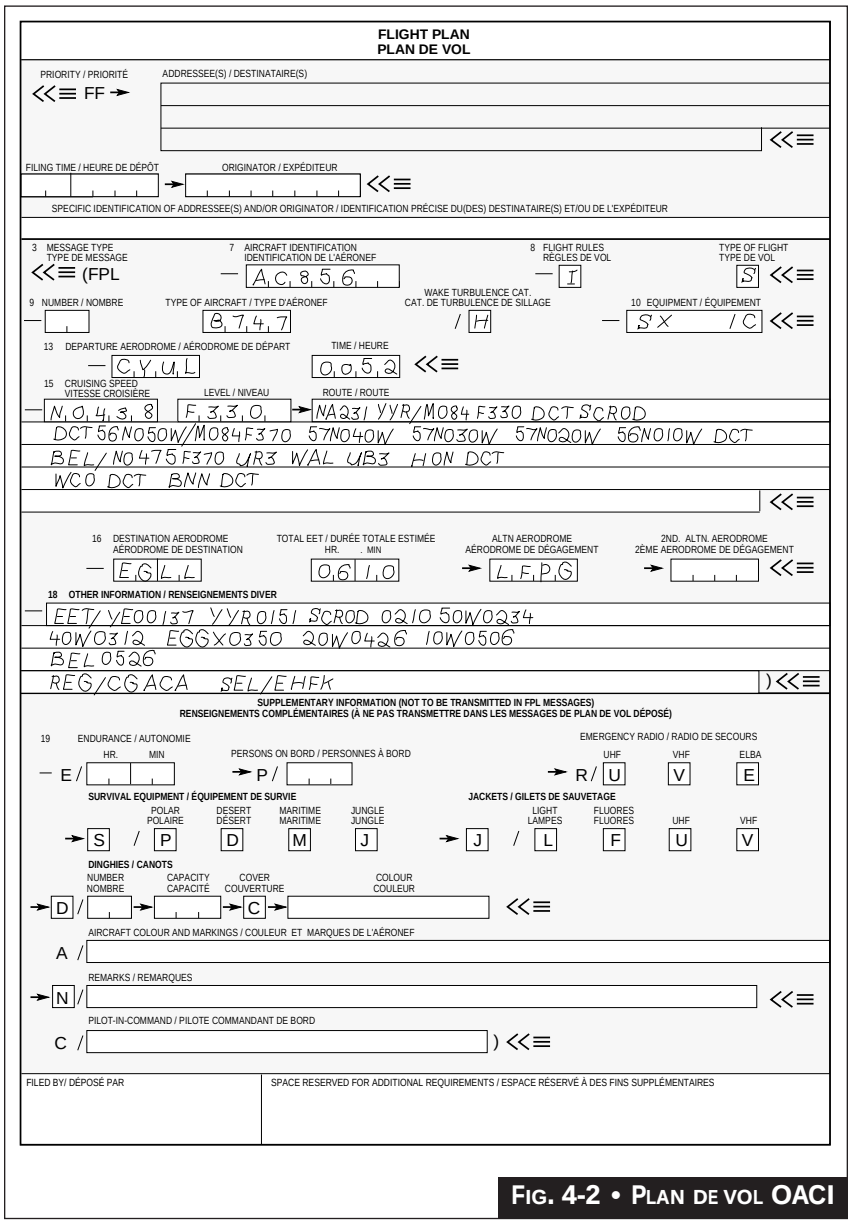
c/ l'aérodrome de destination;

d/ la vitesse vraie à l'altitude de croisière ou au niveau de vol lorsque le changement à effectuer dépasse de 5 % la vitesse vraie mentionnée au plan de vol;

e/ le nombre de Mach lorsque la variation est supérieure à 0,01 ou que l'autorisation ATC comporte un nombre de Mach défini.

Les aéronefs IFR en vol à l'extérieur de l'espace aérien contrôlé doivent rendre compte par radio, sur les fréquences correspondantes, de tous les changements apportés aux points a à c ci-dessus.

Les *plans de vol IFR consécutifs* comportant des escales en route peuvent être déposés au point de départ pourvu que les éléments suivants soient respectés :


FLIGHT PLAN
PLAN DE VOL

PRIORITY / PRIORITÉ: FF
ADDRESSEE(S) / DESTINATAIRE(S)
FILING TIME / HEURE DE DÉPÔT
ORIGINATOR / EXPÉDITEUR
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR / IDENTIFICATION PRÉCISE DU(DES) DESTINATAIRE(S) ET/OU DE L'EXPÉDITEUR

3 MESSAGE TYPE / TYPE DE MESSAGE: (FPL
7 AIRCRAFT IDENTIFICATION / IDENTIFICATION DE L'AÉRONEF: ACB56
8 FLIGHT RULES / RÈGLES DE VOL: I
TYPE OF FLIGHT / TYPE DE VOL: S
9 NUMBER / NOMBRE:
TYPE OF AIRCRAFT / TYPE D'AÉRONEF: B747
WAKE TURBULENCE CAT. / CAT. DE TURBULENCE DE SILLAGE: H
10 EQUIPMENT / ÉQUIPEMENT: SX / C
13 DEPARTURE AERODROME / AÉRODROME DE DÉPART: CYUL
TIME / HEURE: 0052
15 CRUISING SPEED / VITESSE CROISIÈRE: N0438
LEVEL / NIVEAU: F330
ROUTE / ROUTE: NA231 YYR/M084F330 DCT SCROD
DCT 56N050W/M084F370 57N040W 57N030W 57N020W 56N010W DCT
BEL/N0475F370 UR3 WAL UB3 HON DCT
WCO DCT BNN DCT
16 DESTINATION AERODROME / AÉRODROME DE DESTINATION: EGLL
TOTAL EET / DURÉE TOTALE ESTIMÉE HR. MIN: 0610
ALTN AERODROME / AÉRODROME DE DÉGAGEMENT: LFPG
2ND. ALTN. AERODROME / 2ÈME AÉRODROME DE DÉGAGEMENT:
18 OTHER INFORMATION / RENSEIGNEMENTS DIVER
EET/YE00137 YYR0151 SCROD 0210 50W0234
40W0312 EGGX0350 20W0426 10W0506
BEL 0526
REG/CGACA SEL/EHFK

SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)
RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES (À NE PAS TRANSMETTRE DANS LES MESSAGES DE PLAN DE VOL DÉPOSÉ)

19 ENDURANCE / AUTONOMIE HR. MIN: E/
PERSONS ON BOARD / PERSONNES À BORD: P/
EMERGENCY RADIO / RADIO DE SECOURS: R/ UHF U VHF V ELBA E
SURVIVAL EQUIPMENT / ÉQUIPEMENT DE SURVIE: S / POLAR POLAIRE P DESERT DÉSERT D MARITIME MARITIME M JUNGLE JUNGLE J
JACKETS / GILETS DE SAUVETAGE: J / LIGHT LAMPES L FLUORES FLUORES F UHF U VHF V
DINGHIES / CANOTS: D / NUMBER NOMBRE / CAPACITY CAPACITÉ / COVER COUVERTURE C / COLOUR COULEUR
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS / COULEUR ET MARQUES DE L'AÉRONEF: A /
REMARKS / REMARQUES: N /
PILOT-IN-COMMAND / PILOTE COMMANDANT DE BORD: C /

FILED BY/ DÉPOSÉ PAR
SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS / ESPACE RÉSERVÉ À DES FINS SUPPLÉMENTAIRES

FIG. 4-2 • PLAN DE VOL OACI

a/ le point de départ et les escales doivent être situés au Canada;
b/ les escales doivent s'effectuer dans un laps de temps de 24 heures au plus;
c/ les détails suivants doivent être au moins fournis pour chaque étape du vol :

1/ point de départ;
2/ altitude;
3/ route;
4/ destination;
5/ heure prévue de départ;
6/ durée prévue du vol;
7/ aéroport de dégagement;
8/ quantité de carburant à bord, et à la demande :
i/ vitesse vraie;
ii/ nombre de personnes à bord;
iii/ lieu de dépôt d'un compte rendu d'arrivée.

Le pilote qui effectue un vol pour lequel un plan de vol a été déposé doit signaler l'heure d'arrivée à une unité de l'ATC ou à une base de communications aussitôt que possible après l'atterrissage/

Un pilote peut *annuler son plan de vol IFR , ou le transformer en plan de vol VFR*, pourvu qu'il se trouve en conditions météorologiques VFR et hors de l'espace aérien de classe A ou B. Lorsque les conditions laissent prévoir que le reste du vol pourra s'effectuer conformément aux règles de vol à vue et que le pilote en a décidé ainsi, il peut informer l'ATC par l'un des messages suivants :

a/ pour annuler un plan de vol IFR - «CANCEL IFR FLIGHT PLAN» (J'ANNULE LE PLAN DE VOL IFR), ou

b/ pour convertir le plan de vol IFR en plan de vol VFR - «CHANGE FLIGHT PLAN TO VFR» (JE CHANGE LE PLAN DE VOL EN VFR).

Le pilote ne doit s'attendre qu'à un simple accusé de réception après transmission de l'un des messages ci-dessus. **Pour convertir un plan de vol IFR en plan de vol VFR, le pilote doit contacter la station d'information de vol appropriée afin de déposer en vol un plan de vol VFR s'il désire apporter d'autres modifications quelconques au plan de vol.** Il ne doit pas employer ces procédures s'il prévoit des conditions IFR dans une partie ultérieure de son vol. Toutefois, si après l'emploi de l'une ou l'autre de ces procédures , le vol IFR s'impose de nouveau, le pilote doit déposer un autre plan de vol IFR et attendre l'autorisation de l'ATC avant de pénétrer dans les conditions IFR.

4.1.8
PANNES D'ÉQUIPEMENT

Les pilotes sont tenus de signaler dès que possible à l'unité du contrôle de la circulation aérienne toute panne ou tout mauvais fonctionnement des dispositifs de communication ou de navigation à bord de l'aéronef.

4.1.9
AUTORISATION ATC

En vol IFR, les pilotes doivent obtenir une autorisation ATC avant d'entrer dans l'espace aérien contrôlé. En dehors de cet espace aérien, il n'est pas nécessaire d'avoir une autorisation ATC. Les pilotes doivent cependant se rappeler qu'il peut y avoir au hasard d'autres aéronefs évoluant dans le voisinage immédiat.

Nota :
Lorsqu'il s'agit d'un vol IFR effectué dans l'espace aérien contrôlé, c'est l'ATS qui assigne une altitude. Le pilote n'est cependant pas tenu d'accepter une altitude inappropriée en raison de la turbulence, du givrage, de l'économie de carburant ou de toute autre raison opérationnelle. Le pilote doit tout simplement faire part de son refus et demander d'autres instructions ou encore indiquer quelles altitudes seraient acceptables.

Dès qu'il obtient une autorisation ATC, le pilote commandant de bord ne peut pas déroger à cette autorisation sauf en cas d'urgence ou pour se conformer à un avis de résolution TCAS. S'il ne peut se conformer à une autorisation, le pilote devrait informer l'ATC qu'il refuse l'autorisation et en demander une autre. Une autorisation IFR peut être annulée n'importe quand en conditions météorologiques VFR (sauf dans l'espace aérien qui nécessite que tous les aéronefs évoluent en régime IFR). À partir de ce point, tout le vol doit être exécuté strictement en conditions VFR sauf si le pilote

obtient une nouvelle autorisation IFR.

Obligation de relire toutes les autorisations ATC

Cette mesure permet de s'assurer que le pilote les comprend bien et peut s'y conformer. En copiant une autorisation en route, le pilote ne devrait pas être en train de circuler au sol ni d'exécuter d'autres vérifications du poste de pilotage risquant de le distraire/ Si on lui dit que l'autorisation est prête alors qu'il est en train d'effectuer ces vérifications, le pilote doit demander au contrôleur de retenir l'autorisation jusqu'à ce qu'il soit prêt à copier. Dans ce cas, il suffit de dire "STAND-BY" (attendez un moment).

Si plusieurs autorisations sont obtenues en route, la dernière a préséance sur tous les éléments connexes des autorisations précédentes. Si un état d'urgence indique qu'il faut déroger à une autorisation, et que l'ATC a donné priorité à l'aéronef concerné, le commandant de bord peut être tenu de soumettre un rapport écrit au chef de l'installation ATC dans les 48 heures qui suivent. Au cours d'un vol effectué dans des conditions météorologiques VFR, conformément aux règles de vol aux instruments, il incombe au commandant de bord d'éviter les autres aéronefs. Dans ce cas, le principe de la surveillance extérieure *(«Voir et être vu»)* associé au vol VFR est de mise/

4.2 PROCÉDURES DE DÉPART

4.2.1 GÉNÉRALITÉS

C'est au contrôle ATS qu'incombe la fonction du contrôle des départs en veillant à assurer un espacement entre les aéronefs. Il arrive parfois que ce contrôle suggère un décollage dans une direction autre que celle normalement utilisée pour une manoeuvre VFR. Il est préférable de conseiller aux pilotes d'utiliser une piste qui exige le moins de virages possible après le décollage pour qu'ils puissent se placer aussi rapidement que possible sur leur route ou sur leur route de départ choisie. Plusieurs aéroports disposent de *pistes préférentielles* qui permettent de se conformer aux programmes locaux d'atténuation de bruit et donc d'éviter les zones habitées au départ. Les pistes préférentielles peuvent être utilisées malgré les forts vents de travers, mais c'est au pilote que revient la décision d'accepter ou de refuser une telle piste.

Le contrôle des départs qui se sert du radar autorise normalement les aéronefs à sortir de la région terminale par l'intermédiaire de départs normalisés aux instruments (SID) et d'aides à la radionavigation. Si un vecteur donné à l'aéronef écarte celui-ci de la route qui lui a été préalablement assignée, le contrôleur doit justifier brièvement sa demande aux pilotes. Le service radar est ensuite assuré jusqu'à ce que l'aéronef soit rétabli sur sa route en utilisant une aide à la navigation appropriée, puis l'on informe le pilote de sa position ou l'on transfère le contrôle à un autre contrôleur radar pouvant le guider encore plus loin.

Le service automatique d'information de région terminale (ATIS) au départ, étant disponible à la plupart des aéroports, devrait faire l'objet d'une écoute de la part des pilotesavant de circuler au sol. Les fréquences ATIS figurent dans le *Canada Air Pilot*, le *Supplément de vol Canada* et les cartes de région terminale.

Le présent chapitre décrit brièvement les procédures que doivent suivre les pilotes lorsqu'ils communiquent avec el contrôle de la circulation aérienne au cours de manoeuvres de départ.

Les pilotes doivent garder l'écoute sur la fréquence appropriée de la tour tant qu'ils sont sous le contrôle de la tour. Chaque fois que c;est possible, les demandes de vérification radio et d'instructions de circualtion au sol doivent être adressées sur la fréquence appropriée du contrôle au sol. Après être entré en communication avec la tour de contrôle, le pilote est informé de tout changement de fréquence nécessaire.

Une fois la communication établie avec la tour,

TAXI CHART — D.E.M.& R. — TORONTO/LESTER B. PEARSON INTL — TORONTO ONTARIO

VOT	ATIS	CLNC DEL	APRON ADVSY	GND	TORONTO TWR	DEP
114.8	112.15 114.8 120.825 133.1	121.3	TML 1 & 2 122.075 (122.275) TML 3 122.875	121.9 121.65 275.8	118.35 118.7 236.6	128.8 127.575 363.8

FIG. 4-3 • SÉQUENCE DE DÉPART À L'AÉROPORT DE TORONTO

les expressions du genre “THIS IS” (“ICI”) et autres peuvent être omises, pourvu qu’il n’y ait aucun risque de malentendu.

4.2.2

DEMANDES D’AUTORISATION DE RECULER

Les contrôleurs n’étant pas toujours en mesure de voir tous les obstacles qu’un aéronef peut rencontrer en reculant, la tour ne donne pas d’autorisation pour cette manoeuvre/ Aux pilotes qui demandent la permission de reculer, la tour répond «PUSH BACK AT YOUR DISCRETION» («RECULEZ À VOTRE DISCRÉTION
») et donne tous les renseignements pertinents possibles sur la circulation. C’est au pilote qu’il incombe de s’assurer qu’il peut reculer en toute sécurité avant d’amorcer la manoeuvre/

4.2.3

PROCÉDURES D’AUTORISATION AVANT LA CIRCULATION AU SOL

Certains aéroports possèdent des fréquences de délivrance d’autorisation VHF qui permettent aux pilotes d’aéronefs IFR au départ de recevoir leurs autorisations IFR avant qu’ils commencent à circuler au sol en prévision de leur décollage. Les pilotes devraient suivre ces procédures là où c’est nécessaire :

a/ les pilotes communiquent avec le poste des autorisations IFR ou avec le contrôle-sol au plus tard 10 minutes avant l’heure prévue de la circulation au sol ou 5 minutes avant l’heure de mise en route des moteurs (sauf s’ils ont reçu une directive contraire sur l’ATIS);

b/ l’autorisation IFR (ou un avis de retard si l’autorisation ne peut être obtenue) est donnée en même temps que ce premier appel;

c/ après que l’autorisation IFR est reçue sur la fréquence IFR sol, les pilotes appellent alors le contrôle-sol quand ils sont prêts à circuler;

d/ les pilotes ne sont normalement pas tenus d’informer le contrôle-sol qu’ils ont reçu l’autorisation IFR. À certains endroits cependant, il se peut qu’ils doivent renseigner le contrôle-sol sur une partie de leur itinéraire ou confirmer l’autorisation;

e/ si un pilote ne peut établir un contact sur la fréquence d’autorisation IFR ou n’a pas reçu son autorisation IFR avant d’être prêt à circuler, il doit contacter le contrôle-sol et en informer le contrôleur;

f/ lorsqu’elles sont disponibles, les fréquences d’autorisation IFR sont indiquées sur les cartes d’aérodrome ou sur les cartes de

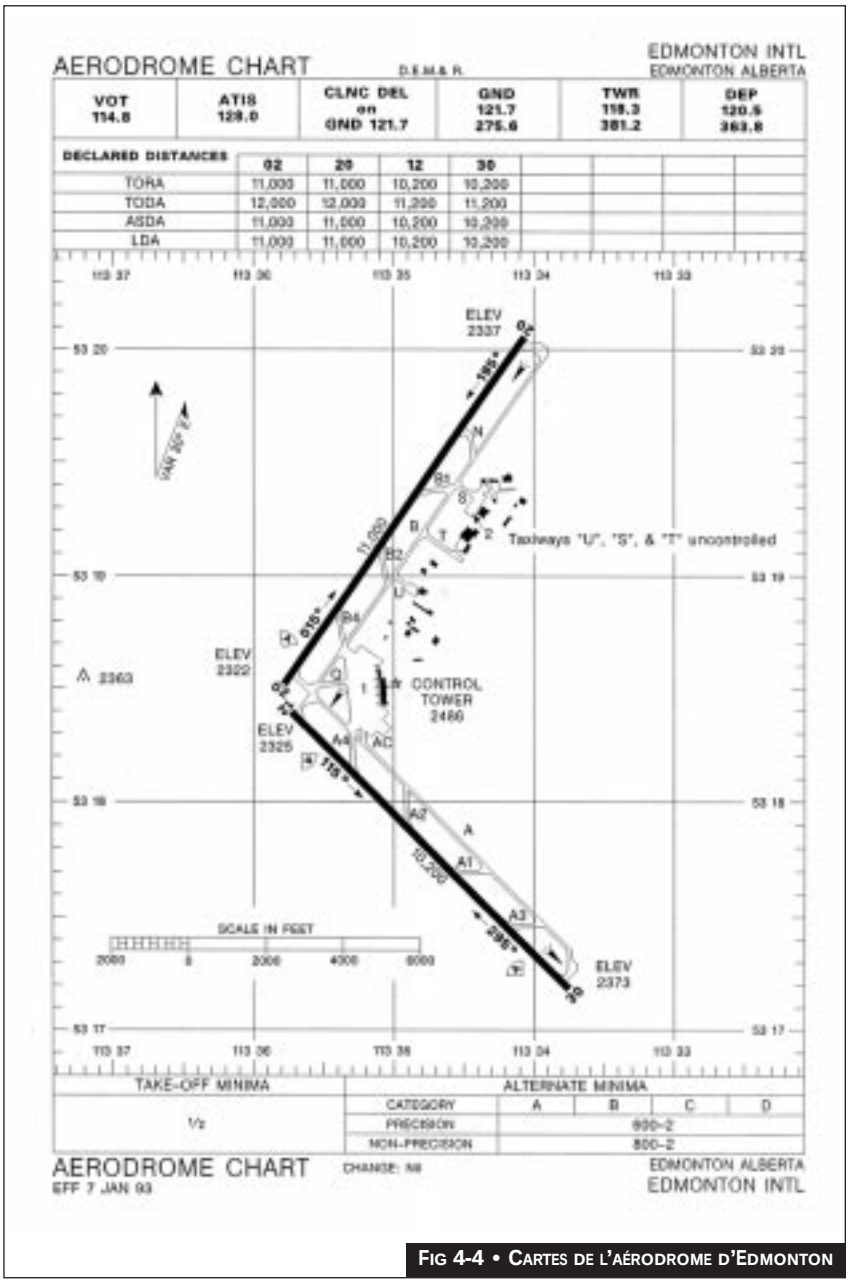


FIG 4-4 • CARTES DE L’AÉRODROME D’EDMONTON

circulation dans le CAP, dans le répertoire des aérodromes du *Supplément de vol Canada* ainsi que sur les cartes de région terminale. (Voir **Fig. 4-3**).

Si par contre il n'existe aucune fréquence d'autorisation IFR, le pilote doit demander son autorisation ATC au premier service appelé après la mise en route des moteurs, normalement le contrôle-sol ou la station d'information de vol.

4.2.4

AUTORISATION DE CIRCULER AU SOL

A. GÉNÉRALITÉS

Lors du *contact initial avec le contrôle-sol*, le pilote d'un aéronef en IFR doit indiquer la destination et l'altitude de croisière initiale prévue pour son vol.

Lorsque les pilotes sont autorisés sans restriction à circuler jusqu'à la piste en service, ils n'ont besoin d'aucune autre autorisation pour traverser les pistes qui croisent leur route. Lorsqu'il reçoit une autorisation normale de circuler au sol, le pilote est censé se rendre jusqu'à la piste devant être utilisée pour décoller, mais non s'y engager. Si, pour une raison quelconque, le contrôleur-sol ou le contrôleur d'aéroport désire que le pilote demande une nouvelle autorisation avant de traverser ou de s'engager sur une piste en se rendant à la limite de son autorisation de circulation, il en fera mention dans son autorisation de circulation (HOLD SHORT OF...) (restez à l'écart de...), et cette autorisation doit être collationnée. Aux aéroports importants, un service de contrôle d'aire de trafic peut être mis en oeuvre pour accélérer la circulation des aéronefs et des véhicules sur l'aire de trafic.

EXEMPLE :
Pilote :
«WINNIPEG GROUND, DC3 FOXTROT OSCAR VICTOR HOTEL AT HANGAR 3, REQUEST TAXI, SEVEN THOUSAND, TO OTTAWA, WITH INFORMATION BRAVO, OVER». (ST-HUBERT SOL, DC3 FOXTROT OSCAR VICTOR HOTEL AU HANGAR 3, DEMANDE AUTORISATION DE CIRCULER, SEPT MILLE PIEDS, DESTINATION OTTAWA, AVEC L'INFORMATION BRAVO, À VOUS.)

Contrôle-sol :
«OSCAR VICTOR HOTEL, WINNIPEG GROUND, RUNWAY (number), WIND (in magnetic and knots), TIME (in UTC), ALTIMÈTRE (four-figure group indicating inches of mercury), CLEARED TO TAXI (runway or other specific point, route)». (OSCAR VICTOR HOTEL, ST-HUBERT SOL, PISTE (numéro), VENT (en degrés magnétiques et noeuds), HEURE (en UTC), ALTIMÈTRE (groupe de quatre chiffres donnant le calage en pouces), AUTORISÉ À ROULER JUSQU'À (piste ou autre point déterminé, route).
Pilote :

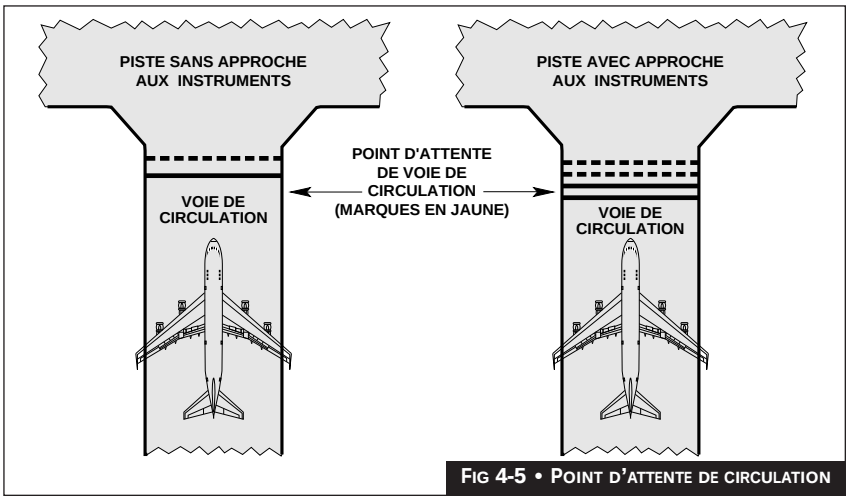


FIG 4-5 • POINT D'ATTENTE DE CIRCULATION

OSCAR VICTOR HOTEL.

Normalement, l'heure et le calage altimétrique peuvent être fournis. La piste, le vent et le calage altimétrique ne sont pas donnés normalement si ces renseignements sont inclus

FIG. 4-6 • BOÎTIER DE COMMANDE DU TRANSPONDEUR

dans le message ATIS en vigueur et que le pilote en accuse réception.

Les services de la circulation aérienne ne fournissent pas un véritable contrôle des aires de trafic mais ils fournissent des informations concernant la circulation connue et les obstacles. On demande aux pilotes d'être prudents lorsqu'ils circulent sur les aires de mouvement d'un aéroport et particulièrement sur les aires de trafic.

B. VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS

Le fonctionnement de la plupart des instruments peut être contrôlé lors de *la vérification au roulage et en virage qui est obligatoire.* Il faut donc procéder de la façon suivante :

DANS UN VIRAGE À DROITE : aiguille à droite, bille à gauche, cap augmentant, indicateur d'assiette stable, ASI/VSI à zéro et tous les moyens de radionavigation suivant le virage;

DANS UN VIRAGE À GAUCHE : aiguille à gauche, bille à droite, cap diminuant, indicateur d'assiette stable, ASI/VSI à zéro et tous les moyens de radionavigation suivant le virage/

C. POINT D'ATTENTE DE CIRCULATION

Il faut obtenir une autorisation avant de quitter un point d'attente de circulation, ou lorsque de tels points n'ont pas été établis, avant de se rendre à moins de 200 pieds du bord de la piste en service. Aux aéroports où il n'est pas possible de se conformer à cette disposition, les aéronefs qui circulent au sol doivent s'arrêter à une distance suffisante de la piste en service afin de ne pas constituer un danger pour les aéronefs qui arrivent ou qui partent. À certains aéroports, des points d'attente distincts sont établis pour les manoeuvres en CAT I et CAT II.

Les repères des points d'attente de circulation sont présentés à la **Fig 4-5**.

D. EXPRESSIONS COURANTES DE L'ATC

«ADVISE WHEN READY. CONTINUE or CONTINUE TAXIING». (AVERTISSEZ QUAND VOUS ÊTES PRÊTS. CONTINUEZ ou CONTINUEZ DE CIRCULER.) «HOLD OR HOLD ON (runway number, taxiway) or HOLD (direction) OF (runway number, taxiway) or HOLD SHORT OF (runway number, taxiway) or TAXI ON (runway number, taxiway). TAXI TO POSITION. TURN NOW or TURN LEFT or TURN RIGHT». (ATTENDEZ ou ATTENDEZ SUR (la piste no ..., la voie de circulation) ou ATTENDEZ AU (direction) DE (la piste n° ..., la voie de circulation) ou ATTENDEZ EN BORDURE DE (la piste n° ..., la voie de circulation) ou CIRCULEZ SUR

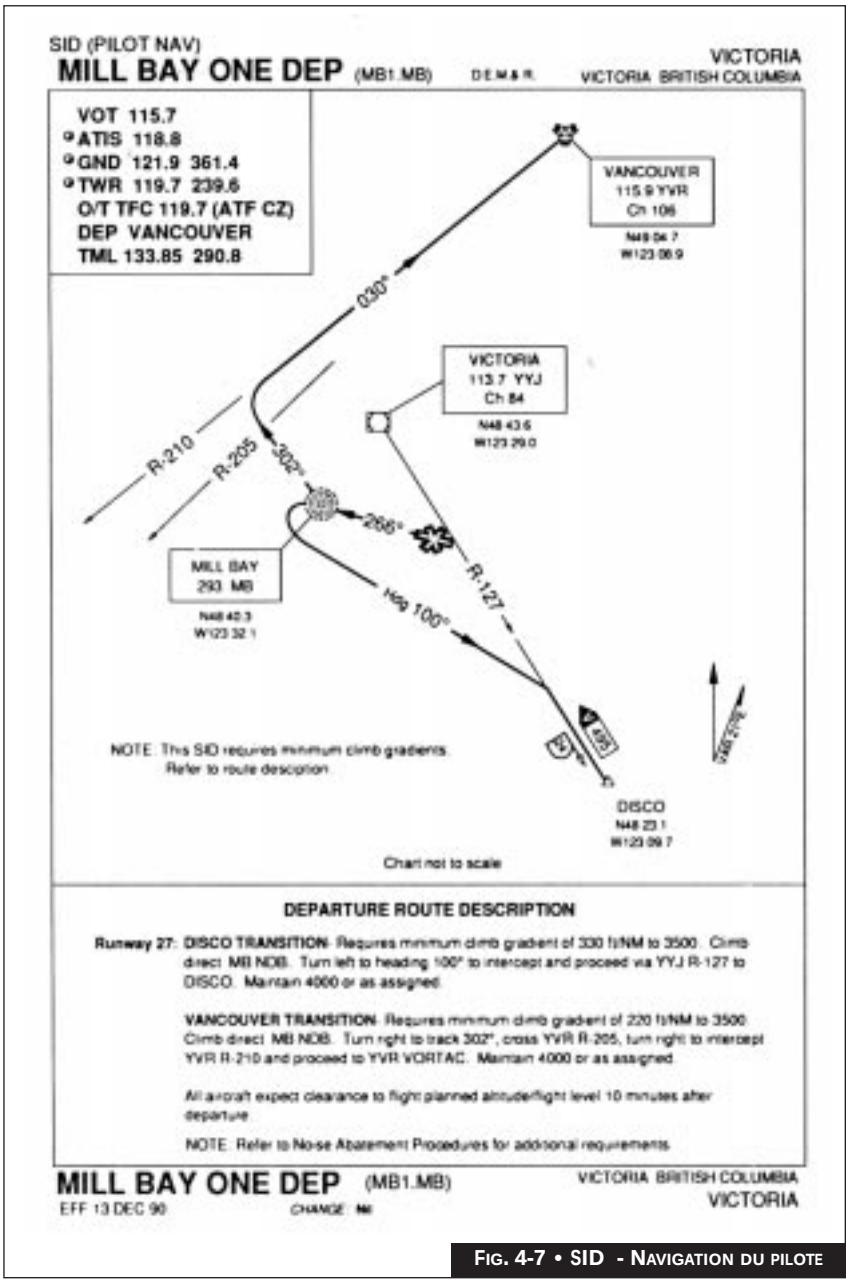


FIG. 4-7 • SID - NAVIGATION DU PILOTE

(la piste n° ..., la voie de circulation). PRENEZ POSITON ET ATTENDEZ. TOURNEZ MAINTENANT ou TOURNEZ À GAUCHE ou TOURNEZ À DROITE.)

E. Transpondeur

Pour qu'ils ne soient pas cause de brouillage sur les écrans radar des contrôleurs, les transpondeurs doivent rester sur «standby» pendant la circulation au sol, et n'être mis sur «on» (ou «normal») que juste avant le décollage. Si l'ATC a besoin d'une réponse du transpondeur immédiatement après le décollage, les instructions nécessaires seront données dans l'autorisation IFR.

Exemple :

«SQUAWK CODE TWO ONE ZERO ZERO. WHEN AIRBORNE». (AFFICHEZ LE CODE DEUX UN ZÉRO ZÉRO, JUSTE APRÈS LE DÉCOLLAGE)

F. Choix de la piste en service

Si la vitesse du vent est inférieure à 5 noeuds, le contrôleur peut assigner une «piste vent calme» pourvu que la direction et la vitesse du vent soient bien indiquées. La piste vent calme est assignée au regard des avantages opérationnels qui en découlent lorsqu'on tient compte des facteurs suivants :

1/ la longueur;
2/ la meilleure approche;
3/ la plus courte distance de circulation au sol;
4/ les mesures d'atténuation de bruit;
5/ la nécessité d'éviter les vols au-dessus des régions à forte densité de population.

4.2.5

Autorisation IFR

A. Procédures fondamentales

Aux aéroports où une fréquence de «délivrance d'autorisation» est indiquée, les pilotes doivent appeler sur cette fréquence avant de demander l'autorisation de circuler au sol, ou au plus 5 minutes avant la mise en route des moteurs.

Aux aéroports où aucune fréquence «d'autorisation IFR» n'est indiquée, l'autorisation IFR n'est normalement donnée qu'après l'autorisation de circuler au sol. Toutefois, à cause de la consommation élevée en carburant pendant le temps de marche des moteurs au sol, certains pilotes d'avion à réaction préfèrent obtenir ces deux autorisations avant de mettre les moteurs en route. Dans ces cas, le pilote doit appeler la tour en employant une formule comme «READY TO START NOW» (PRÊT À PARTIR MAINTENANT) ou «READY TO START AT (time)» (PRÊT À PARTIR À (heure)).

Les éléments d'autorisation sont donnés dans l'ordre suivant :

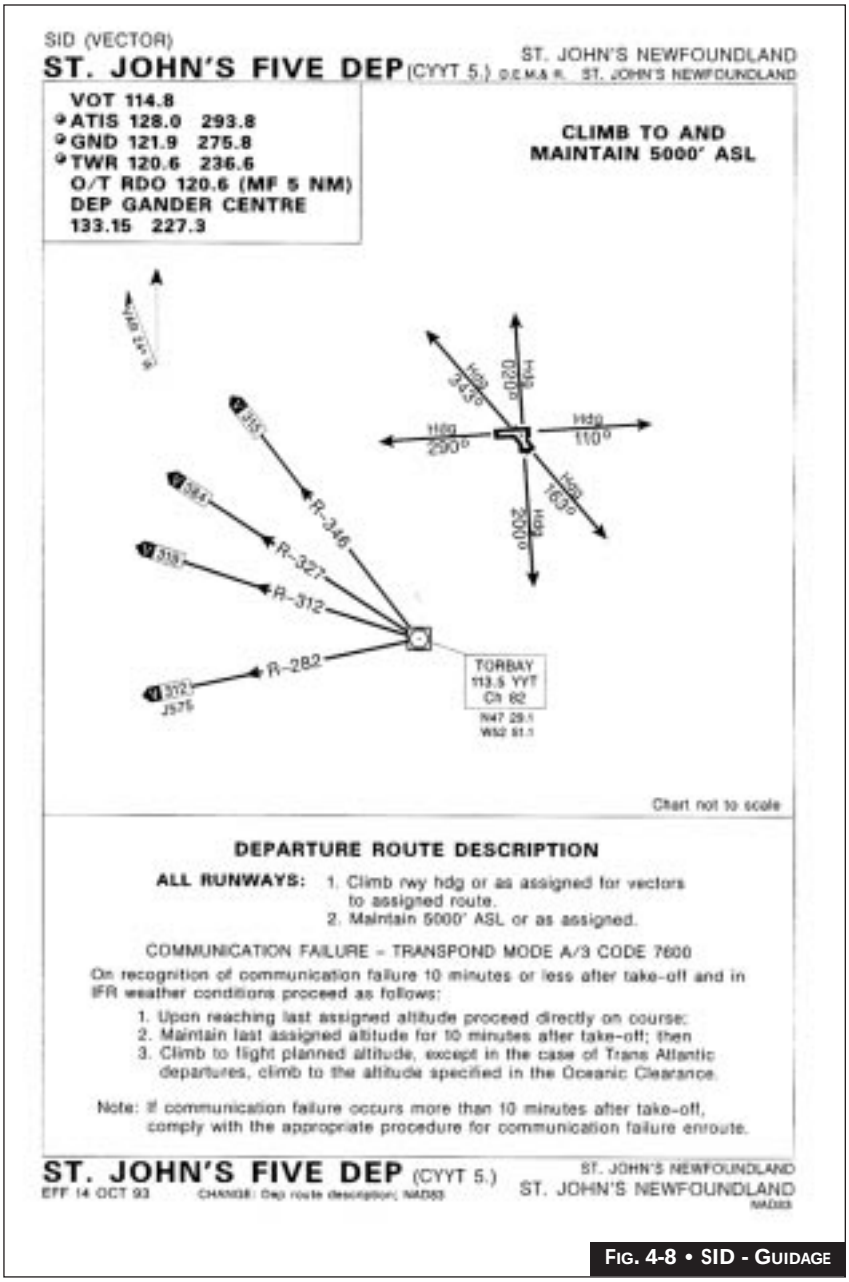


Fig. 4-8 • SID - Guidage

1/ préfixe «ATC CLEARS» (ATC AUTORISE);
2/ indicatif de l'aéronef;
3/ limite d'autorisation;
4/ SID;
5/ route;
6/ altitude homologuée (peut être omise en cas d'autorisation SID);
7/ instructions de départ, de route, d'approche ou d'attente;
8/ instructions ou renseignements spéciaux;
9/ renseignements sur le trafic.

Au lieu de décrire la route spécifiée, l'ATC peut avoir recours à l'une des expressions suivantes selon le cas :

«VIA FLIGHT PLANNED ROUTE» (VIA LA ROUTE PRÉVUE AU PLAN DE VOL);

«VIA CENTRE STORED FLIGHT PLANNED ROUTE» (VIA LA ROUTE PRÉVUE AU PLAN DE VOL HOMOLOGUÉ);

«VIA REQUESTED ROUTING» (VIA LA ROUTE DEMANDÉE).

On utilise la locution «WHILE IN CONTROLLED AIRSPACE» (PENDANT QUE VOUS ÊTES EN ESPACE AÉRIEN CONTRÔLÉ) avec l'altitude si un aéronef prévoit entrer dans l'espace aérien contrôlé ou en sortir.

EXEMPLE :

«MAINTAIN (altitude) WHILE IN CONTROLLED AIRSPACE».
(MAINTENEZ (altitude) PENDANT QUE VOUS ÊTES EN ESPACE AÉRIEN CONTRÔLÉ)

L'ATC fait de son mieux pour permettre à un aéronef de poursuivre sa route, en limitant au minimum le nombre de ses virages, et de monter à l'altitude assignée en lui imposant le moins de contraintes possibles. Pour les fins de contrôle au besoin, l'ATC spécifie le cas échéant les éléments suivants dans une autorisation de départ (éléments 7 et 8) :

1/ la direction du décollage et du virage après le décollage;
2/ le cap initial à suivre avant de poursuivre la route;
3/ l'altitude à maintenir avant de poursuivre la montée vers l'altitude assignée;
4/ l'heure ou le point où doit s'effectuer un changement d'altitude ou de cap;
5/ toute autre manoeuvre nécessaire/

Lorsqu'un aéronef effectue un vol entre deux aéroports voisins, l'ATC peut l'autoriser dès le départ à effectuer une approche à l'aéroport de destination. Cette procédure exige que les conditions suivantes soient satisfaites :

1/ aucun autre trafic n'est prévu;
2/ le temps prévu en route est de 25 minutes ou moins, ou
3/ la distance entre le point de départ et l'aéroport de destination est de 75 nm ou moins.

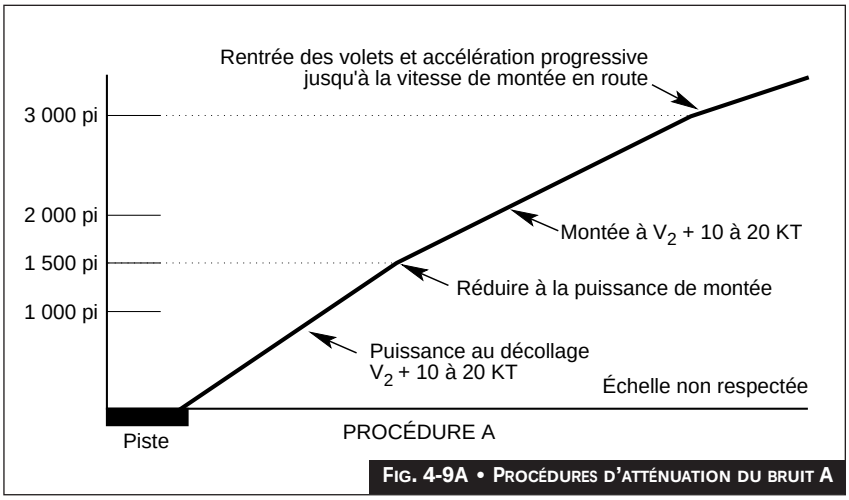


FIG. 4-9A • PROCÉDURES D'ATTÉNUATION DU BRUIT A

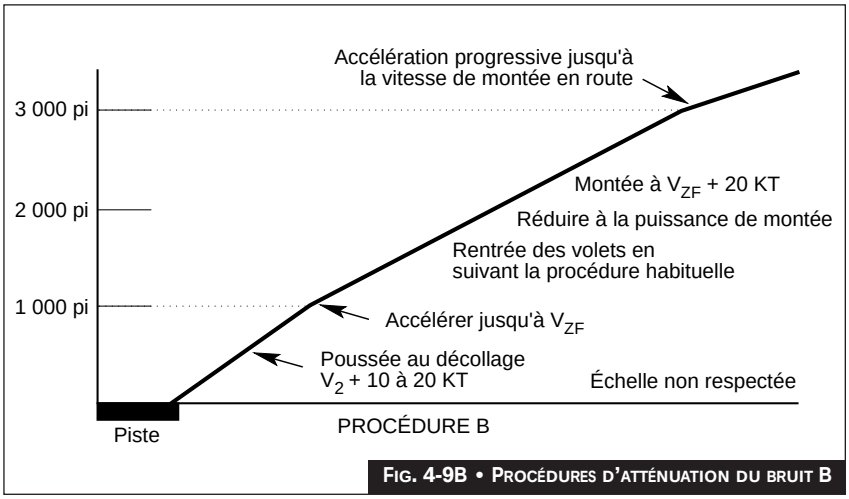


FIG. 4-9B • PROCÉDURES D'ATTÉNUATION DU BRUIT B

Lorsque les autorisations sont données de cette façon, le pilote peut choisir son altitude de vol dans la mesure où elle n'est pas supérieure à l'altitude spécifiée dans l'autorisation.

EXEMPLE :

«ATC CLEARS AIR NOVA ONE ZERO ONE TO THE ST. JOHN'S AIRPORT FOR AN APPROACH. *PROCEED VIA VICTOR THREE ONE FIVe. DO NOT CLIMB ABOVE FIVE THOUSAND*».

(ATC AUTORISE AIR NOVA UN ZÉRO UN À SE RENDRE À L'AÉROPORT DE DORVAL POUR UNE APPROCHe. *CONTINUEZ VIA VICTOR TROIS UN CINQ. NE MONTEZ PAS AU-DESSUS DE CINQ MILLE.)*

B. NOMBRE DE MACH - AUTORISATIONS

Les autorisations données aux aéronefs à turboréacteurs munis d'un machmètre peuvent comprendre un nombre de Mach approprié. Le pilote doit maintenir le nombre de Mach autorisé dans une plage de tolérance de ± 0,01 et obtenir l'approbation de l'ATC avant de faire quelque changement que ce soit. Si un changement immédiat dans le nombre de Mach s'impose temporairement (en raison de la turbulence, par exemple), le pilote doit en informer l'ATC le plus tôt possible. Lorsqu'un nombre de Mach est inclus dans une autorisation, le pilote doit donner dans chaque compte rendu de position le nombre de Mach alors indiqué à l'instrument.

C. DÉPARTS NORMALISÉS AUX INSTRUMENTS (SID)

À certains aéroports, une autorisation de départ IFR peut comprendre une autorisation de départ codée connue sous le nom de départ normalisé aux instruments (SID). Les SID sont publiés dans le *Canada Air Pilot* en tant que SID DE NAVIGATION DU PILOTE, lorsque le pilote doit utiliser la carte comme référence pour la navigation jusqu'à la phase en route, ou comme SID de GUIDAGE, lorsque l'ATC fournit le guidage de navigation radar jusqu'à une route prévue au plan de vol ou assignée, ou jusqu'à un repère illustré sur la carte. La **Fig. 4-7** et la **Fig. 4-8** illustrent chacune des SID.

Les pilotes d'aéronefs évoluant aux aéroports pour lesquels des SID ont été publiés reçoivent des autorisations SID au moment opportun. S'il existe le moindre doute quant à la signification d'une telle autorisation ou au sujet de la procédure concernée en cas de panne de communication, le pilote devrait demander une autorisation détaillée.

En cas de panne de communication, il faut rejoindre l'altitude établie au plan de vol en fonction des procédures SID publiées. Par conséquent, l'ATC doit connaître cette altitude. Les pilotes se conformant à un plan de vol homologué doivent se rendre compte que la seule altitude connue de l'ATC est cette dernière. Si le pilote propose une altitude différente de celle du plan de vol homologué, il doit en aviser l'ATC et obtenir une confirmation en demandant son autorisation. Ensuite, le pilote communique tout changement d'altitude par rapport au dernier plan de vol connu des contrôleurs de départ ou en route.

Le SID comprend normalement un cap et une altitude à suivre après le départ. En outre, la seule référence à l'altitude dans l'autorisation initiale ATC est celle donnée dans le SID. Un SID n'est annulé que lorsque l'ATC indique «SID annulé».

Lorsque le pilote reçoit l'instruction de voler au «cap de piste» ou de rester sur ce cap et lorsqu'il décolle selon un SID pour lequel aucun cap particulier n'est publié, il est censé voler ou maintenir le cap qui correspond au prolongement de l'axe de la piste de départ sauf sur autorisation contraire de l'ATC. La correction de dérive ne doit pas être appliquée; par exemple : piste 04, si le cap magnétique réel de l'axe de la piste est 044°, le pilote doit alors suivre un cap de 044° M.

L'altitude de plan de vol étant incluse dans la procédure de panne de communication, il n'est pas nécessaire d'obtenir une autorisation de monter ni d'annuler l'autorisation SID. Toutefois, lorsque l'altitude de plan de vol n'est pas libre, l'ATC peut annuler le SID, à condition qu'il assigne à l'aéronef l'altitude conforme aux exigences opérationnelles en cas de panne de communication. Il est indispensable que le pilote comprenne parfaitement tout SID et les procédures de panne de communication connexes avant

d'accepter une autorisation SID/

À moins que le pilote ne demande une altitude inférieure, l'ATC considère les altitudes suivantes acceptables du point de vue opérationnel :

1/ *aéronefs à pistons* - altitude prévue au plan de vol ou moins;

2/ *autres aéronefs* - altitude prévue au plan de vol ou altitude aussi proche que possible de l'altitude prévue au plan de vol en tenant compte de la route de vol de l'aéronef. À titre de ligne directrice, une altitude de 4 000 pi au maximum au-dessous du niveau de vol prévu dans l'espace aérien supérieur sera considérée conforme aux exigences opérationnelles dans la plupart des cas.

D. PROCÉDURES D'ATTÉNUATION DU BRUIT

Les pilotes doivent se conformer aux procédures d'atténuation du bruit publiées dans le CAP. Normalement, l'ATC fournit les vecteurs radar, mais il commencera à le faire une fois seulement que le pilote aura terminé la procédure d'atténuation du bruit. Un contrôleur ne délivrera pas une autorisation ni n'approuvera une demande qui forcerait un pilote à déroger aux procédures d'atténuation du bruit établies, sauf pour des raisons de sécurité. Les procédures d'atténuation du bruit A et B pour les turboréacteurs sont illustrées sur la **Fig. 4-9 A**et **4-9B**. De plus amples détails figurent dans la section RAC de l'AIP.

E. RELECTURE D'UNE AUTORISATION

Le pilote doit lire au contrôleur l'autorisation IFR qu'il vient de recevoir. Toutefois, pour accuser réception des renseignements sur le trafic qui sont donnés à la fin de l'autorisation, il peut s'en tenir à la formule «TRAFFIC RECEIVED» (TRAFIC REÇU). La relecture de la partie SID d'une autorisation devrait consister à répéter le nom du SID plutôt que ses détails, tels qu'ils sont publiés. Si la relecture de l'autorisation est incorrecte, le pilote en est averti et la bonne autorisation lui est retransmise. Le pilote doit également collationner ces corrections pour s'assurer qu'il les a reçues correctement. Si les routes nord américaines pour le trafic Nord Atlantique (NAR) publiées sont utilisées, seul le numéro NAR a besoin d'être répété.

Lorsqu'un équipement radar est disponible, les contrôleurs guident l'aéronef de façon à lui permettre d'amorcer la montée et d'atteindre l'altitude de croisière le plus rapidement possible. Sous guidage radar, les pilotes sont toujours tenus de répéter les caps à suivre aux contrôleurs.

F. DÉBLOCAGE VFR D'UN AÉRONEF IFR

Avant de partir en VFR, un pilote doit d'abord obtenir la permission du centre ATC (par l'intermédiaire d'une station d'information de vol, de la tour de contrôle ou par communication directe pilote-contrôleur (DCPC)), et, une fois en vol, demander une autorisation IFR. L'ATC peut approuver une demande émanant d'un aéronef IFR de décoller et de rester en VFR jusqu'à réception d'une autorisation IFR, à condition qu'il spécifie une heure, une altitude ou un point où l'aéronef peut s'attendre à recevoir l'autorisation IFR. (Si la restriction VFR spécifie une heure ou un point, le pilote n'est pas autorisé à pénétrer dans l'espace aérien de classe A ou B).

G. AUTORISATION DE DÉCOLLAGE

Lorsqu'il est prêt à décoller, le pilote doit demander l'autorisation de décoller en donnant le numéro de la piste. Dès qu'il reçoit cette autorisation, il en accuse réception et décolle sans tarder; sinon, il en informe l'ATC.

EXEMPLE :

PILOT :WINNIPEG TOWER YANKEE FOXTROT PAPA REQUEST TAKE-OFF RUNWAY THREE SIX.

(Pilote :TOUR DE ST-HUBERT, YANKEE FOXTROT PAPA DEMANDE AUTORISATION DE DÉCOLLER, PISTE TROIS SIX)

Tower :YFP WINNIPEG TOWER (any special information - hazards, obstructions, etc.) CLEARED FOR TAKE-OFF (control instructions - turn after take-off, wind information if required, etc.)

(Tour :YFP, TOUR DE ST-HUBERT (tout renseignement spécial : dangers, obstacles,

etc.) AUTORISÉ À DÉCOLLER (instructions du contrôle - virage après décollage, renseignements sur le vent au besoin, etc.)).

Pilote :YANKEE FOXTROT PAPA

Un pilote peut toujours exiger toute la longueur de piste pour un décollage. Toutefois, s'il n'a pas déjà amorcé un décollage à partir d'une intersection et que son aéronef doit remonter la piste en service, le pilote est tenu de faire connaître ses intentions au contrôleur et d'obtenir une autorisation pour effectuer cette manoeuvre avant de s'engager sur la piste/

Suite à la suggestion du contrôleur ou à la demande du pilote, un décollage peut s'effectuer en n'utilisant qu'une partie de la piste. Une telle demande de la part du pilote est autorisée pourvu que les procédures de réduction de bruit, la circulation et les autres conditions le permettent. Si cette suggestion est faite par le contrôleur, ce dernier mentionne la longueur de piste restante. Il incombe toutefois au pilote de s'assurer que la partie de la piste à utiliser est suffisante pour la course au décollage/

Pour accélérer l'écoulement du trafic d'aéroport et obtenir l'espacement entre les aéronefs à l'arrivée et au départ, l'autorisation de décollage peut comprendre le mot «immédiat». Lorsqu'il accepte l'autorisation, l'aéronef peut rouler sur la piste et décoller sans s'arrêter. Si le pilote est d'avis qu'en se conformant à cette autorisation il risque de mettre en danger son aéronef, il doit refuser l'autorisation. Les pilotes qui ont l'intention de décoller à partir d'une vitesse nulle (c'est-à-dire après un arrêt complet en position sur la piste) ou de retarder le décollage, doivent l'indiquer lorsqu'ils demandent l'autorisation de décollage/

Pour accélérer le départ d'un aéronef, le contrôleur peut suggérer un décollage dans une direction qui n'est pas forcément face au vent. Il revient toutefois au pilote de décider :

1/ d'effectuer le décollage;
2/ d'attendre pour décoller face au vent, ou
3/ de demander de décoller dans une autre direction.

Pour un vol IFR, l'appel initial au contrôle des départs devrait contenir les renseignements minimums suivants :

1/ indicatif d'appel;
2/ piste de départ;
3/ altitude franchie (centaine de pieds la plus proche);
4/ altitude assignée (SID).

4.2.6

CRITÈRES ET MINIMUMS DE DÉCOLLAGE

A. MINIMUMS DE DÉCOLLAGE

Le *Règlement de l'Air* prescrit les minimums de décollage, qui sont basés sur la visibilité spécifiée pour la piste de départ. Ces minimums sont publiés sur chacune des cartes d'aérodrome dans le *CAP*. La visibilité minimale normale pour le décollage est la suivante : RVR 26 ou 1/2 mille terrestre (sm). Lorsque des obstacles sur la trajectoire empêchent d'imposer les normes minimales de décollage, des minimums spécifiés et des procédures de départ sont publiés sur la carte de l'aérodrome. Les critères pour déterminer les minimums de décollage sont

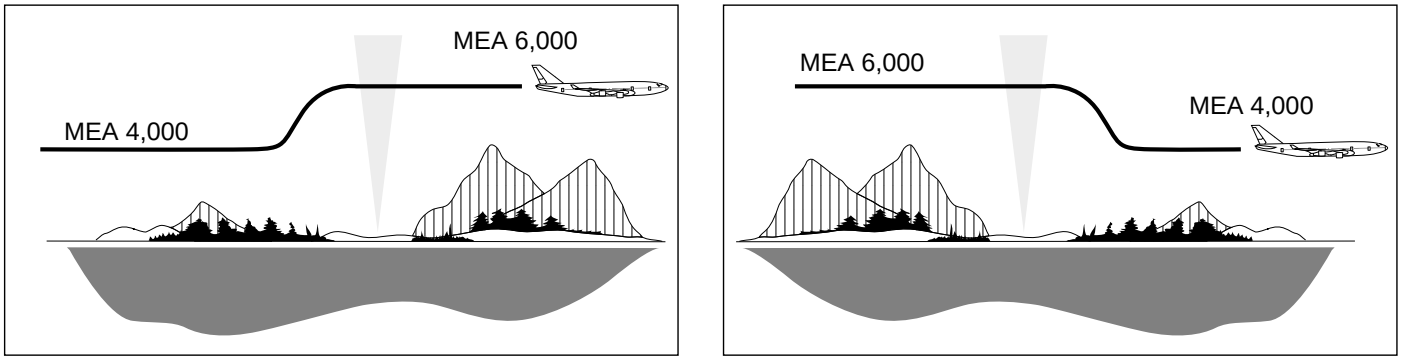


FIG. 4-10 • CHANGEMENTS AUX ALTITUDES MINIMALES EN ROUTE

indiqués ci-dessous.

B. Critères de décollage

Le gradient minimal de montée après le décollage est établi en supposant que l'aéronef franchisse l'extrémité de la piste à 35 pieds du sol, qu'il monte à un gradient de 200 pieds par mille marin jusqu'à 400 pieds au-dessus de l'altitude de l'aéroport (AAE) avant de tout virage, sauf indication contraire de la procédure. Une pente de 152 pieds par mille, commençant 35 pieds au plus au-dessus de l'extrémité de la piste, est prévue pour les obstacles. Un minimum de 48 pieds de marge de franchissement d'obstacles est prévu pour chaque mille de vol.

Si aucun obstacle ne traverse le profil de 152 pieds de pente par mille, aucune procédure particulière de départ IFR n'est publiée et la visibilité minimale pour le décollage est de 1/2 mille terrestre. Si des obstacles traversent le profil de la pente, des procédures permettant de les éviter sont spécifiées (**Fig. 4-7**). Ces procédures peuvent imposer :

1/ une *montée visuelle* pour voir les obstacles;
2/ une *pente de montée* supérieure à 200 pieds par mille marin pour survoler l'obstacle;
3/ une *route de départ* détaillée pour rester à l'écart des obstacles;
4 une *combinaison* de ce qui précède/

Si les performances d'un aéronef lui permettent d'utiliser les cheminements ou les pentes de montée prescrits, une visibilité de 1/2 mille terrestre au décollage est autorisée. Toutefois, s'il est indispensable que le pilote manoeuvre à vue pour éviter les obstacles, des minimums de visibilité au décollage précis sont indiqués. Ces visibilités sont déterminées d'après la vitesse de montée de l'aéronef qui place celui-ci dans une certaine catégorie (voir section 4.6.2 pour les catégories et les vitesses). Il appartient essentiellement au pilote d'éviter les obstacles qui se trouvent sur une trajectoire de départ jusqu'à ce que l'aéronef atteigne une altitude de sécurité, comme l'altitude minimale de franchissement d'obstacles (MOCA) sur une voie aérienne. Aussi, chaque pilote qui s'apprête à décoller pour un vol IFR doit-il tenir compte des performances de son aéronef, du relief et des autres obstacles sur l'aéroport de départ ou dans son voisinage. Il doit en outre déterminer :

1/ s'il y a une procédure de départ ou un SID pour l'évitement des obstacles;
2/ s'il est possible d'éviter les obstacles en restant à vue ou si la procédure de départ doit être suivie;
3/ quelles sont les mesures nécessaires à prendre pour assurer la sécurité du départ.

Dans la case des minimums de décollage des cartes d'aérodrome répertoriées dans le CAP figure un astérisque (*) lorsque l'utilisation d'une procédure de départ aux instruments est imposée pour une piste donnée ou lorsque des minimums précis sont établis pour le décollage à partir de cette piste. Si un départ n'a pas été évalué par Transports Canada, le terme «standard» est utilisé. Dans ce cas, le pilote doit déterminer une procédure de départ sécuritaire en utilisant les altitudes minimales IFR, la montée à vue, les procédures d'approche interrompue ainsi que les cartes topographiques et en mettant à profit les connaissances du milieu.

C. Marge de franchissement d'obstacles et du relief

Les procédures ATC civiles et militaires n'exigent pas que le contrôleur de la circulation aérienne communique la marge de franchissement du relief et des obstacles dans ses instructions de départ. Les termes tels que «au départ», «virage à gauche», «montée en route» ou «au départ virage à gauche en route» ne sont pas considérés comme des instructions de départ spécifiques. *Il incombe au pilote de s'assurer qu'il respecte la marge de franchissement du relief et des obstacles.*

4.3 PROCÉDURES EN ROUTE

4.3.1 Comptes rendus de position

Tout pilote qui effectue un vol IFR ou un vol VFR contrôlé qui n'est pas identifié au radar est tenu de transmettre un compte rendu de position à la verticale des points de compte rendu obligatoire illustrés sur les cartes de région terminale et en route, et sur tout autre point de compte rendu spécifié par l'ATC. Normalement, les pilotes évoluant dans l'espace

aérien supérieur ne sont pas tenus de rendre compte à la verticale des points de compte rendu qui n'apparaissent pas sur les cartes en route de l'espace aérien supérieur.

Les points de compte rendu sont indiqués par un symbole sur les cartes appropriées. Le point de compte rendu «désigné obligatoire» est un triangle à trait plein et le symbole de point de compte rendu «sur demande» est représenté par un triangle ouvert. Les comptes rendus de passage d'un point de compte rendu «sur demande» ne sont fournis qu'à la demande de l'ATC. Par conséquent, aucune mention d'un point de compte rendu «sur demande» n'a besoin d'être indiquée dans un compte rendu de position sauf à la demande de l'ATC. Pour les altitudes non appropriées à la route de vol, les comptes rendus de position sont demandés à tous les points de compte rendu, même lorsque le vol est identifié au radar

Les vols IFR en route doivent établir des communications directes contrôleur-pilote (DCPC) chaque fois que c'est possible. Des émetteurs-récepteurs périphériques (PAL) ont été installés à un certain nombre d'endroits afin d'étendre la couverture des communications. Toutefois, bien que les DCPC offrent un contact direct avec l'unité IFR aux endroits non dotés de tour de contrôle, mais où il existe une station d'information de vol, les pilotes doivent aussi communiquer avec cette station pour obtenir des renseignements sur le trafic local.

Lorsque la communication DCPC ne peut être établie, les pilotes doivent transmettre leurs comptes rendus de position à l'ATC par l'entremise du plus proche organisme de communications situé sur leur route de vol. Lorsque le pilote commandant de bord d'un aéronef IFR est informé que l'aéronef a été IDENTIFIÉ AU RADAR, il ne lui est plus nécessaire de transmettre des comptes rendus de position à la verticale des points de compte rendu obligatoire. Les pilotes seront informés du moment où ils doivent reprendre la transmission des comptes rendus de position habituels.

Pour que tous les vols IFR effectués **en dehors de l'espace aérien contrôlé** puissent bénéficier du service d'information de vol et d'alerte, les pilotes doivent, lors de leur passage au-dessus de chaque aide à la navigation située sur leur route, transmettre un compte rendu de position à la plus proche station.

4.3.2

ALTITUDE

A. *GÉNÉRALITÉS*

Il incombe aux pilotes de déterminer et de maintenir l'altitude de franchissement d'obstacles exigée, conformément au *Règlement de l'Air.*

Dans l'espace aérien contrôlé, l'ATC n'est pas autorisé à approuver ou à assigner une altitude IFR en dessous de l'«altitude IFR minimale», soit la plus basse altitude IFR à utiliser dans un espace aérien donné. Selon l'espace aérien en cause, cette altitude peut être :

1/ l'altitude minimale en route (MEA);
2/ l'altitude minimale de franchissement d'obstacles (MOCA);
3/ l'altitude de sécurité de région géographique (GASA);
4/ l'altitude minimale de secteur (MSA);
5/ l'altitude de sécurité 100 nm, ou

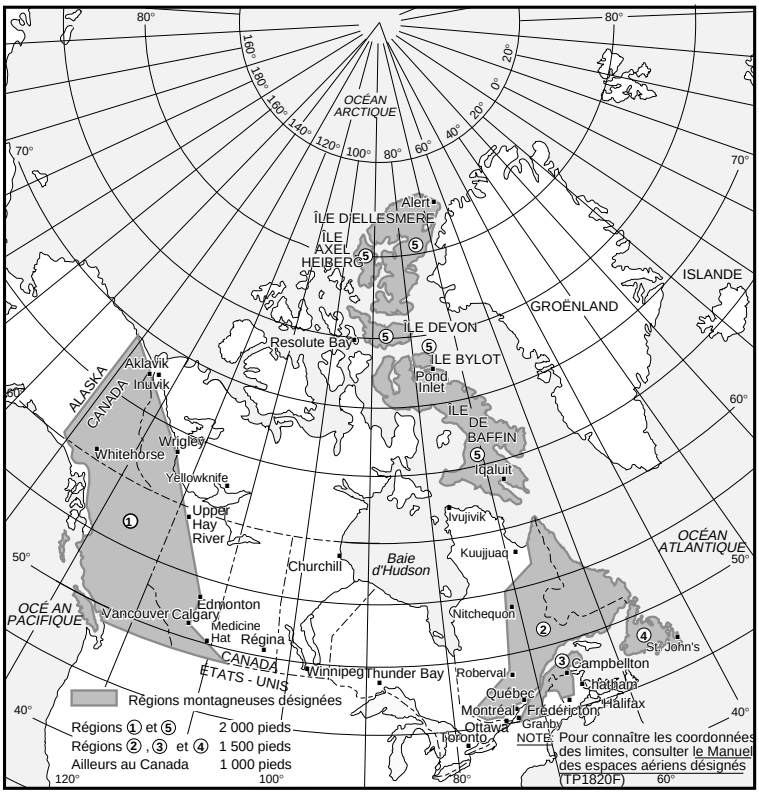


FIG. 4-11 • RÉGIONS MONTAGNEUSES DÉSIGNÉES

6/ l'altitude minimale de guidage radar.

Lorsqu'un aéronef évolue à une altitude inférieure à la MEA d'une partie subséquente de sa route, il doit obtenir une autorisation assez longtemps à l'avance pour qu'il puisse passer à la verticale du point de repère concerné à l'altitude établie ou à une altitude supérieure au-delà de ce repère (**Fig. 4-10**).

Lorsque le pilote doit descendre à une MEA inférieure en cours de vol, il ne doit le faire qu'après avoir survolé le repère d'entrée du segment de route suivant dont l'altitude minimale IFR est plus faible. (**Fig. 4-10**).

Sur une voie aérienne VHF, l'ATC peut approuver des altitudes inférieures à la MEA, sans toutefois être inférieures à la MOCA, lorsqu'elles sont spécifiquement demandées par le pilote d'un vol IFR dans l'intérêt de la sécurité du vol (givrage par exemple). Il est à noter que, sous la MEA, la couverture des ondes électromagnétiques exigée pour naviguer dans l'espace aérien protégé de votre route n'est peut-être pas suffisante. Il pourrait en résulter certains conflits avec le trafic aérien avoisinant ou une perte des marges de franchissement du relief.

B. ALTITUDES MINIMALES IFR

Des *altitudes minimales en route (MEA)* ont été établies pour toutes les voies et routes aériennes inférieures désignées du Canada et sont indiquées sur les cartes en route de l'espace aérien inférieur. Les MEA de certaines voies aériennes supérieures sont également établies et sont illustrées sur les cartes en route de l'espace aérien supérieur.

Dans des conditions de température et de pression types, l'*altitude minimale de franchissement d'obstacles* (MOCA) dans les régions non montagneuses assure un dégagement de 1 000 pieds au-dessus de tous les obstacles situés dans les limites latérales d'une voie aérienne ou d'un segment de route aérienne.

Lorsque la MOCA est inférieure à la MEA, la MOCA est également indiquée sur les cartes de route. Si la MEA et la MOCA sont les mêmes, seule la MEA est présentée.

La *MOCA* (ou la MEA lorsque la MOCA n'est pas publiée) est la plus basse altitude de la voie aérienne ou du segment de route aérienne à laquelle un vol IFR peut, dans tous les cas, être effectué. Cette altitude est établie pour que le pilote ait une altitude minimale de sécurité pouvant être utilisée en cas d'urgence, tel que le mauvais fonctionnement d'un moteur ou le givrage.

L'*altitude minimale de réception (MRA)* peut être indiquée aux intersections indiquées sur les cartes en route lorsque la MRA d'une intersection VHF/UHF est supérieure à la MEA du segment de voie aérienne sur laquelle l'intersection est située.

L'*altitude de sécurité de région géographique (GASA)* sert à indiquer sur des cartes en route une altitude de sécurité à laquelle un aéronef peut évoluer et maintenir une marge de franchissement d'obstacles de 2 000 pi à la verticale des obstacles connus et du relief, et ce, à l'intérieur de la région géographique délimitée. Sur les cartes de la partie sud, la région géographique est de 2o de latitude et de 4o de longitude et, sur les cartes du nord, de 2o de latitude et 8o de longitude.

L'*altitude de sécurité 100 nm* est publiée sur les cartes d'approche pour indiquer l'altitude qui est supérieure de 1 000 pieds au-dessus des obstacles les plus élevés dans un rayon de 100 nm de l'aérodrome.

L'*altitude minimale de secteur (MSA)* est illustrée sur les cartes d'approche et est fondée sur un cercle d'un rayon de 25 nm de l'aide à la navigation indiquée. Elle fournit une marge de franchissement d'obstacles de 1 000 pieds au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans divers secteurs.

L'*altitude de transition* est publiée sur les cartes d'approche aux instruments pour fournir une marge de franchissement d'obstacles de 1 000 pi au cours d'une transition vers une aide d'approche.

L'*altitude minimale de guidage* est utilisée par l'ATC pour déterminer les altitudes de guidage minimales dans divers secteurs sur l'écran radar. Ces altitudes sont corrigées pour les températures plus froides que la normale au cours des mois d'hiver.

C. Altitudes dans les régions désignées montagneuses

Lorsqu'un aéronef en vol IFR évolue dans les régions désignées montagneuses (**Fig 4-11**), mais en dehors des routes et des voies aériennes désignées, le pilote doit survoler d'au moins 2 000 pieds le plus haut obstacle en deçà d'un rayon de 5 nm de sa position au-dessus de la Cordillère septentrionale et des régions montagneuses des îles arctiques. Au-dessus des régions des provinces Maritimes et du Québec, il faut ajouter 1 500 pieds au-dessus ou plus haut obstacle.

Sur les voies et les routes aériennes désignées, les aéronefs IFR peuvent voler à la MEA/MOCA publiée, sauf en hiver, car les températures risquent d'être de beaucoup inférieures à celles de l'atmosphère type OACI (ISA). Ils doivent alors adopter une altitude d'au moins 1 000 pieds au-dessus de la MEA-MOCA publiée.

ATTENTION :

Les températures extrêmement basses combinées à l'effet des ondes de relief risquent d'entraîner une erreur d'altimètre pouvant se traduire par une surestimation de 3 000 pieds par rapport à l'altitude réelle. D'autres renseignements sont donnés dans l'AIP Canada au paragraphe intitulé «Erreurs importantes de l'altimètre barométrique».

D. Comptes rendus d'altitude

Les pilotes doivent aviser l'ATC lorsqu'ils atteignent l'altitude à laquelle ils ont été initialement autorisés à voler. En montée ou en descente durant la phase «en route», ils sont également tenus d'effectuer un compte rendu lorsqu'ils quittent ou atteignent l'altitude qui leur a été préalablement assignée.

Lors de leur premier contact avec l'ATC et lorsqu'ils passent d'une fréquence ATC à une autre, les pilotes sont priés de mentionner l'altitude de croisière assignée et, selon le cas, l'altitude franchie en montée ou en descente jusqu'au centième de pieds le plus proche pour permettre de vérifier l'affichage du Mode C.

Exemple :

«MONTREAL DEPARTURe. CANADIAN 775 OFF RUNWAY 28. THROUGH 1,500 CLIMBING TO 5,000». (MONTRÉAL DÉPART, CANADIAN 775, DÉPART PISTE 28, PASSANT MILLE CINQ CENTS PIEDS EN MONTÉE VERS CINQ MILLE PIEDS.)

«EDMONTON CENTRE AIR CANADA 801 HEAVY. 8,000 CLIMBING TO FLIGHT LEVEL 350». (EDMONTON CENTRE, AIR CANADA 801, GROS PORTEUR, HUIT MILLE PIEDS EN MONTÉE VERS LE NIVEAU DE VOL 350)

Si le pilote ne fait pas mention de son altitude lors du premier contact avec l'ATC, ce dernier peut lui demander de la vérifier. Au départ, le fait que le pilote indique l'altitude qu'il traverse permet au contrôleur de vérifier l'utilisation du Mode C et par conséquent de fournir un service plus efficace.

4.3.3

Montée et descente

A. Généralités

Lorsqu'un aéronef rend compte qu'il quitte une altitude, l'ATC peut dès lors assigner cette altitude à un autre aéronef. Dans tous les cas, l'ATC tient pour acquis qu'une montée ou une descente, une fois amorcée, se poursuit à une vitesse verticale optimale et sans interruption. S'il est nécessaire d'effectuer une mise en palier ou d'afficher une faible vitesse de montée ou de descente, il convient d'en aviser l'ATC. Le taux de descente minimale est considéré être au moins de 500 pieds par minute (pi/min) pour les avions à pistons et de 1 000 pi/min pour les avions à turbine.

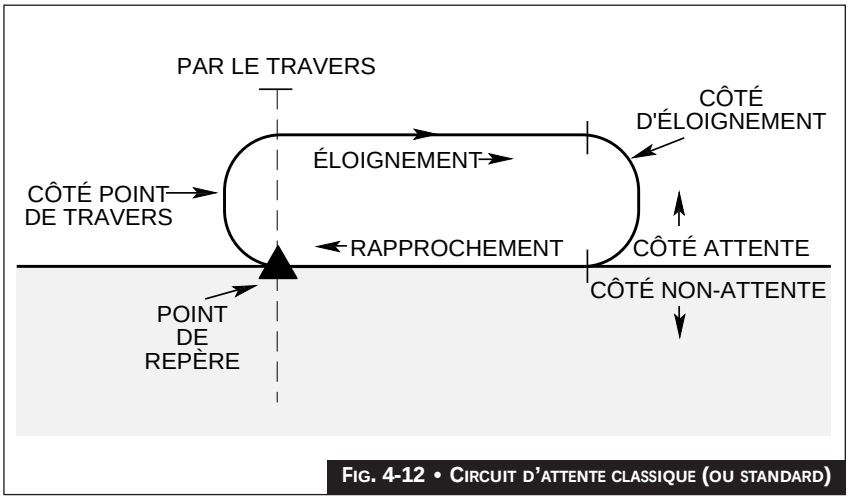


Fig. 4-12 • Circuit d'attente classique (ou standard)

Si un aéronef en descente doit se mettre en palier à 10 000 pieds pour se conformer à l'Ordonnance portant sur la limitation de la vitesse des aéronefs alors qu'il est déjà autorisé à passer à une altitude inférieure, il est tenu d'obtenir une autorisation ATC avant d'interrompre sa vitesse normale de descente.

B. Montée et descente en VFR

L'ATC n'autorise un vol IFR à descendre ou à monter en VFR que si le pilote le demande. On rappelle cependant aux pilotes qu'au cours d'un tel changement d'altitude en VFR, ils doivent assurer leur propre espacement par rapport à tout autre aéronef.

Aucun changement d'altitude en VFR n'est autorisé dans l'espace aérien de classe A ou B (vol IFR).

4.3.4
Vols de formation en IFR

Lorsque des aéronefs civils participent à des vols de formation IFR, l'ATC fournira un espacement latéral accru. Le leader de la formation doit rester en contact étroit avec l'unité ATC compétente.

4.3.5
Mille pieds au-dessus de la couche

À la demande du pilote, l'ATC peut autoriser un aéronef IFR à maintenir «1 000 pieds au moins au-dessus de la couche» à condition que :

1/ l'altitude maintenue soit d'au moins 1 000 pi au-dessus de tout nuage, toute brume, toute fumée ou toute autre formation;
2/ la visibilité en vol au-dessus de la couche de nuage soit d'au moins 3 milles;
3/ le dessus de la couche de nuage soit bien défini;
4/ l'altitude appropriée à la direction du vol soit maintenue lorsque l'aéronef se trouve en palier et en croisière/
5/ l'aéronef soit appelé à évoluer dans l'espace aérien de classe C ou d/

Un vol à «1 000 pieds au moins au-dessus de la couche» est interdit dans l'espace aérien de classe A ou B et au-dessous de l'altitude minimale IFR applicable. Il incombe au pilote de maintenir un espacement adéquat par rapport à tous les autres aéronefs.

4.3.6
Limite d'autorisation

La limite d'autorisation spécifiée dans une autorisation de l'ATC est le point jusqu'où un aéronef est autorisé à se rendre. Une autre autorisation est habituellement donnée à l'aéronef avant qu'il ne parvienne à la limite d'autorisation; il peut cependant se présenter des cas où cela est impossible/

Si le pilote ne reçoit pas d'autre autorisation, il doit effectuer un circuit d'attente sur la trajectoire en rapprochement en maintenant la dernière altitude assignée à la limite de son autorisation. Par exemple, si un aéronef s'approche d'un repère sur une route de 90o, l'attente devrait se faire à la verticale de ce repère sur une trajectoire en rapprochement de 90o. Si le pilote ne peut entrer en communication avec l'unité du contrôle de la circulation aérienne, il doit alors suivre les procédures établies dans le CFS en cas d'interruption des communications.

C'est au pilote qu'incombe la responsabilité de déterminer s'il pourra ou non se conformer à l'autorisation reçue en cas d'interruption des communications. S'il y a le moindre doute, *il peut refuser l'autorisation, mais il doit alors proposer d'autres choix acceptables.*

Les procédures relatives à la limite d'autorisation s'appliquent également aux restrictions d'altitude. Par exemple, si le pilote est autorisé à survoler un repère à 10 000 pi et si, compte tenu de circonstances imprévisibles (vent ou modifications OAT), il est incapable de respecter la restriction, il doit en informer l'ATC et demander d'autres instructions. *S'il ne peut contacter l'ATC,* il doit effectuer un circuit d'attente en montée ou en descente, en utilisant les altitudes de circuit d'attente standard, jusqu'à ce qu'il puisse se conformer à la restriction. À ce moment, le vol peut continuer en route.

4.4 PROCÉDURES D'ATTENTE

4.4.1 GÉNÉRALITÉS

Du fait que l'espacement latéral est assuré par l'ATC sous forme «d'espace aérien à protéger» en ce qui a trait à la procédure d'attente, il importe que les pilotes se conforment exactement aux procédures d'intégration et d'attente telles qu'elles sont définies.

4.4.2 AUTORISATION D'ATTENTE

Une autorisation d'attente donnée par l'ATC comprend au moins les éléments suivants :

1/ l'autorisation de se rendre jusqu'au repère d'attente (le repère d'attente peut être une aide à la navigation par exemple un NDB, un VOR ou une radiale/DME);
2/ le sens du circuit d'attente c'est-à-dire au nord, au sud, etc. (n'est pas compris dans une autorisation de circuit d'attente DME);
3/ la spécification d'une radiale, d'une route ou d'une trajectoire de rapprochement à moins que le circuit d'attente soit publié;
4/ la distance DME (si l'attente se fait au moyen du DME), à laquelle doivent être commencés les virages «côté repère» et «côté éloignement» (par exemple : «HOLD BETWEEN (NUMBER OF MILES) AND (NUMBER OF MILES)» (ATTENDEZ ENTRE (nombre de milles) ET (nombre de milles));
5/ l'heure probable d'une autorisation additionnelle ou de l'autorisation d'approche, ou l'heure à laquelle le pilote doit quitter le repère d'attente en cas de panne de communications. Une autorisation de circuit d'attente suppose implicitement que le circuit se fait à droite, à moins que l'expression «VIRAGES À GAUCHE» soit spécifiée.

Nota :

1. «L'heure prévue d'une autorisation» additionnelle est normalement suivie d'une autorisation additionnelle en route puis d'une «heure prévue d'autorisation d'approche», si le trafic le permet.
2. Si le DME de «côté éloignement» est omis, le pilote est censé effectuer son circuit d'attente au DME «côté repère» selon le minutage approprié.

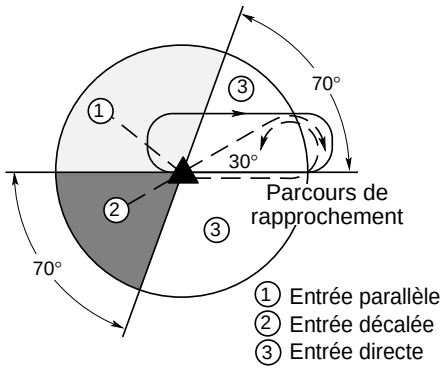


FIG. 4-13 • SECTEURS ENTRÉE

L'ATC n'utilise pas les points suivants comme repères d'attente :

1/ une aide à la navigation non surveillée;
2/ un point DME situé dans le cône d'ambiguïté (lorsque l'attente s'effectue en éloignement de l'aide à la navigation, toute l'aire d'attente doit être située hors du cône d'ambiguïté);
3/ une intersection formée par des radials ou des routes se coupant sous un angle de moins de 45°;
4/ une intersection formée par un ou plusieurs relèvements ADF d'aides à la navigation LF/MF.

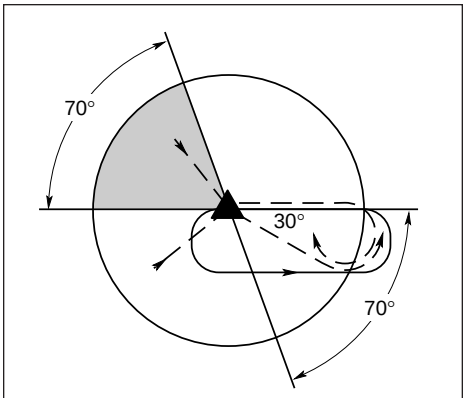


FIG. 4-14 • ENTRÉE DANS UN CIRCUIT NON CLASSIQUE

Au cours de l'intégration au circuit et de l'attente, tous les virages doivent être effectués de façon à obtenir soit un angle moyen d'inclinaison latérale supérieur ou égal à 25°, soit une vitesse angulaire de 3° par seconde si cette vitesse demande une inclinaison

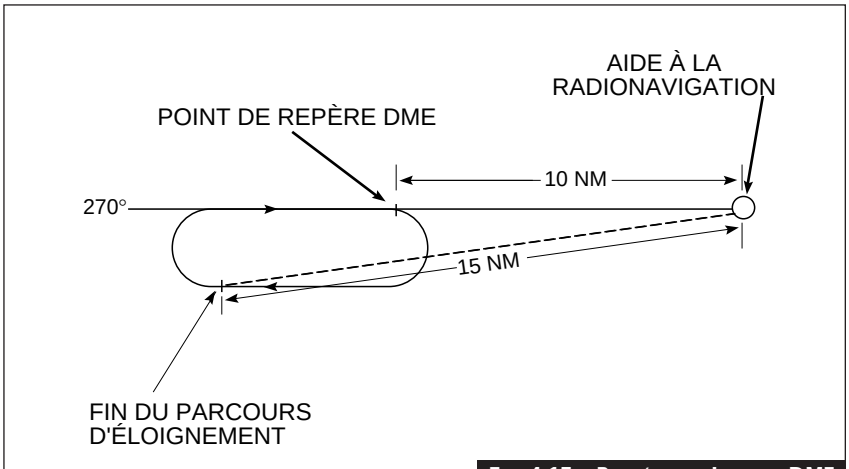


FIG. 4-15 • PROCÉDURE D'ATTENTE DME

latérale moins importante que dans le premier cas. À moins d'instructions contraires dans l'autorisation de l'ATC, tous les virages, après l'intégration dans le circuit d'attente, doivent être effectués à droite.

Occasionnellement, un pilote peut atteindre sa limite d'autorisation avant d'avoir obtenu une autorisation additionnelle de l'ATC. Dans ce cas, il doit réduire sa vitesse sous les limites de vitesse de circuit d'attente(au besoin) et effectuer un circuit d'attente standard sur la trajectoire de rapprochement, jusqu'à sa limite d'autorisation, puis demander une autorisation subséquente.

EXEMPLE 1 :

Un aéronef se dirigeant vers l'ouest sur Golf 1 et qui a été autorisé jusqu'au NDB de Moncton (QM) atteint QM avant d'avoir obtenu une autorisation additionnelle. Le pilote doit attendre à la verticale de QM sur une trajectoire de rapprochement de 287o et demander une autorisation subséquente.

EXEMPLE 2 :

La procédure d'approche interrompue publiée pour une approche ILS vers la piste 24 à Halifax se lit comme suit :

CLIMB TO 2200FT ON TRACK OF 236° TO GOLF NDB (MONTEZ À 2 200 PIEDS SUR UNE TRAJECTOIRE DE 236° JUSQU'AU NDB GOLF). Un pilote qui interrompt son approche ILS piste 24 et qui n'a pas reçu d'autorisation additionnelle doit se rendre directement au NDB GOLF, effectuer une intégration directe (virage à droite) et attendre à 2 200 pieds au radiophare GOLF sur une trajectoire en rapprochement de 236° avec des branches d'une minute, et demander une autorisation subséquente.

Si, pour quelque raison que ce soit, un pilote est dans l'impossibilité de se conformer à ces procédures, il doit en informer l'ATC le plus tôt possible.

4.4.3
CIRCUIT D'ATTENTE CLASSIQUE (OU STANDARD)

Un circuit d'attente classique est représenté à la **Fig 4-12** et décrit ci-dessous dans le cas d'air calme.

a/ Après être entré dans le circuit d'attente, au deuxième passage à la verticale du repère et aux passages suivants, l'aéronef exécutera un virage à droite pour suivre une trajectoire d'éloignement qui l'amènera à la meilleure position possible lui permettant de rejoindre la trajectoire de rapprochement ensuite/

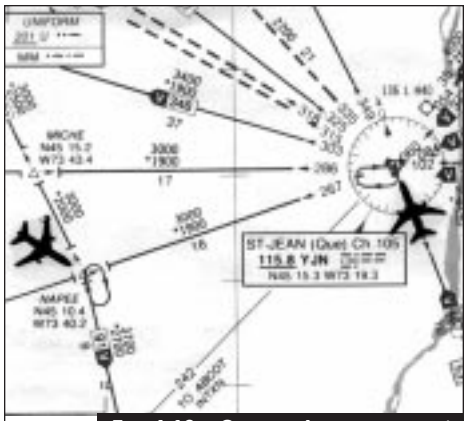


FIG. 4-16 • CIRCUIT D'ATTENTE INDIQUÉS SUR LES CARTES

b/ L'aéronef volera en éloignement pendant 1 minute si l'aéronef se trouve à 14 000 pi ASL ou moins, ou pendant 1 1/2 minute si l'aéronef vole à plus de 14 000 pi ASL. (Lors d'une attente DME, l'ATC indique la distance et non le temps).

c/ Le pilote tournera à droite pour rejoindre la trajectoire de rapprochement. Lors d'une attente VOR, le pilote doit amorcer son virage vers la trajectoire d'éloignement au passage du radiophare, c'est-à-dire dès le passage de TO à FROM sur l'indicateur VOR.

À la demande du pilote, un contrôleur peut l'autoriser à déroger à une procédure d'attente classique, pourvu que l'ATC protège l'espace aérien additionnel. Si l'aéronef doit rester en attente pendant une assez longue période (ce qui arrive habituellement lorsque le service radar n'est pas assuré) à cause d'autres aéronefs en approche, l'ATC peut autoriser le pilote concerné à prolonger le parcours du circuit afin de lui accorder plus de temps pour calculer son autonomie en carburant, vérifier les conditions météorologiques à l'aéroport de dégagement, etc.

4.4.4
PROCÉDURES D'ENTRÉE

L'entrée dans un circuit d'attente varie selon le cap de l'aéronef considéré en fonction des trois secteurs représentés à la **Fig. 4-13**, en admettant une tolérance de 5°par rapport aux limites de secteur. Dans le cas d'attentes sur une intersection VOR ou à la verticale d'un repère VOR/DME, les entrées ne se feront que selon

les radiales ou sur le long des arcs DME formant le repère d'attente, selon le cas.

Procédure du secteur 1 (entrée parallèle)

a/ À l'arrivée au repère, virez pour prendre un cap d'éloignement du circuit d'attente et conservez ce cap pendant la durée appropriée;
b/ virez à gauche pour rejoindre la trajectoire de rapprochement ou pour revenir directement au repère;
c/ au deuxième passage au-dessus du repère, virez à droite, et suivez le circuit d'attente.

Procédure du secteur 2 (entrée décalée)

a/ À l'arrivée au repère, virez pour prendre un cap permettant de suivre une trajectoire faisant un angle égal à 30o ou moins avec la direction opposée à la trajectoire de rapprochement du côté attente;
b/ suivez cette trajectoire pendant la durée appropriée, puis virez à droite pour rejoindre la trajectoire de rapprochement et suivez ensuite le circuit d'attente.

Procédure du secteur 3 (entrée directe)

À l'arrivée au repère, virez à droite et suivez le circuit d'attente.

Le pilote doit aviser l'unité ATC appropriée lorsqu'il franchit le repère afin d'entrer dans le circuit d'attente *«ENTERING THE HOLD»* (entrant dans le circuit d'attente). *L'ATC peut également demander* que le pilote l'avise «ESTABLISHED IN THE HOLD» lorsqu'il est «ÉTABLI DANS LE CIRCUIT D'ATTENTE». Le pilote doit signaler qu'il est «établi» (si ce compte rendu lui a été demandé), seulement lorsqu'il a franchi le repère après avoir terminé la procédure d'entrée.

4.4.5
Circuit d'attente non classique (ou non standard)

Dans un circuit non standard :

a/ les virages côté repère et côté éloignement se font à gauche, et(ou)
b/ la durée de parcours de la trajectoire de rapprochement est différente de la durée normale de 1 minute ou 1 1/2 minute selon l'altitude de vol.

Les procédures d'intégration dans un circuit non standard avec virages à gauche sont orientées par rapport à la ligne formant un angle de 70° du côté de l'attente (**Fig. 4-14**) tout comme dans un circuit standard.

4.4.6
Minutage

En air calme, la durée du parcours d'éloignement d'un circuit d'attente ne devrait pas excéder normalement *une minute* si l'altitude est inférieure ou égale à 14 000 pi ASL, ou *une minute et demie* si l'altitude est supérieure à 14 000 pi ASL. Toutefois, il faut apporter au cap et au temps de parcours les modifications nécessaires pour compenser les effets du vent.

Après le premier circuit, le minutage devrait commencer à partir du travers du repère ou du moment où l'avion prend le cap d'éloignement, si cette opération s'effectue après le passage par le travers du repère. La durée du parcours d'éloignement doit être augmentée ou diminuée, selon le vent, de façon à ce que le *parcours en rapprochement du repère* soit effectué en une minute ou une minute et demie (suivant l'altitude) en rapprochement vers le repère.

Lorsque le pilote reçoit de l'ATC une autorisation qui spécifie une heure de sortie du circuit d'attente, il doit modifier son circuit d'attente, dans les limites du circuit établi, de façon à quitter le repère d'attente à une heure se rapprochant le plus possible de celle spécifiée (en ne perdant pas de vue qu'il faut deux minutes pour terminer un virage complet de 360° au taux 1).

4.4.7
Limites de vitesse

Les vitesses d'entrée et d'évolution dans les circuits d'attente doivent être égales ou inférieures aux vitesses suivantes :

a/ avions à hélice(s)175 kt (IAS)
b/ turboréacteurs
  1/ jusqu'à 14 000 pi230 kt (IAS) inclusivement

2/ au-dessus de 265 kt (IAS) 14 000 pi

c/ lorsqu'ils effectuent une montée dans un circuit d'attente, les turbopropulseurs peuvent adopter la vitesse indiquée normale de montée, et les turboréacteurs, une vitesse indiquée de 310 kt IAS ou moins.

Les pilotes doivent informer l'ATC immédiatement si, pour une raison quelconque, y compris la turbulence, des vitesses supérieures à celles spécifiées ci-dessus s'imposent, ou encore s'ils sont incapables d'exécuter une partie quelconque de la procédure d'attente. Lorsqu'une vitesse supérieure n'a plus sa raison d'être, l'aéronef doit revenir à la vitesse spécifiée, et l'ATC doit en être avisé.

NOTA :

1. *La protection de l'espace aérien dans les cas d'attente en air turbulent est fondée sur une vitesse indiquée maximale de 280 kt ou sur 0,8 Mach, selon la valeur la plus faible. Lorsque les aéronefs attendent à des vitesses supérieures à celles spécifiées précédemment, cela risque de compromettre l'écoulement du trafic aérien.*
2. *Consulter les NOTAMs et l'AIP pour des modifications à la vitesse maximum en circuit d'attente. À l'heure où cette publication allait sous presse, une modification temporaire aux vitesses maximum de circuit d'attente était en vigeur par la force de NOTAM comme suit:*
   - *i/ jusqu'à 6000 pieds inclusivement 200 noeuds*
   - *ii/ de 6000 pieds à 14 000 pieds 210 noeuds.*

Après avoir quitté un repère d'attente, les pilotes doivent reprendre une vitesse normale, sous réserve de toutes autres conditions particulières, telles que les limites de vitesse dans le voisinage d'aéroports contrôlés et les demandes expresses de l'ATC.

4.4.8
PROCÉDURES D'ATTENTE DME

Pour les attentes DME, on suit les procédures d'entrée et d'attente décrites précédemment, sauf que les distances sont exprimées en milles marins plutôt qu'en durée.

En donnant dans son autorisation la direction par rapport au repère où doit se faire l'attente, et les limites du circuit d'attente DME, l'ATC spécifie à quelle distance DME de l'aide à la navigation doivent se terminer les trajectoires de rapprochement et d'éloignement. L'extrémité de chaque trajectoire est déterminée par les indications DME

EXEMPLE :

Un aéronef, autorisé à se rendre AU REPÈRE DME SITUÉ À 10 MILLES SUR LA RADIALE 270° et à ATTENDRE ENTRE 10 ET 15 MILLES, doit attendre en rapprochement sur le radial 270°, (**Fig. 4-15**), amorcer le virage vers sa trajectoire en éloignement lorsque le DME indique 10 nm, et commencer son virage vers la trajectoire en rapprochement lorsque le DME indique 15 nm.

4.4.9
PROCÉDURE DE NAVETTE

Une procédure de navette est définie comme une manoeuvre comprenant une descente ou une montée dans un circuit d'attente. Pour la phase d'approche, on prescrit généralement à quel point une descente de plus de 2 000 pi est nécessaire pendant les segments d'approche initiale ou intermédiaire. Elle peut être également exigée à certains aéroports au cours de l'exécution d'une procédure d'approche interrompue ou d'une procédure de départ. Une procédure de navette doit s'effectuer dans le circuit d'attente, telle qu'elle est publiée, à moins d'instructions contraires fournies dans une autorisation directe de l'ATC.

4.4.10
CIRCUITS D'ATTENTE INDIQUÉS SUR LES CARTES TERMINALES ET EN ROUTE

Les circuits d'attente sont indiqués sur les cartes de région terminale et en route IFR de certaines zones à haute densité de trafic. Lorsqu'un pilote reçoit l'autorisation d'attendre à un repère pour lequel un circuit d'attente est publié, ou s'il n'en a pas encore reçu l'autorisation au-delà du repère, il doit attendre conformément au circuit décrit en effectuant les procédures d'entrée normales et selon la durée spécifiée. Le contrôleur de la circulation aérienne utilisera la

phraséologie suivante pour autoriser l'aéronef à attendre à un repère comportant un circuit d'attente publié :

«CLEARED to the (fix), HOLD AS PUBLISHEd/
EXPECT FURTHER CLEARANCE AT (time)».

(AUTORISÉ à (repère), ATTENDRE TEL QUE PUBLIÉ.
AUTORISATION SUBSÉQUENTE PRÉVUE À (heure)).

Si un pilote est autorisé à quitter un repère ayant un circuit d'attente publié, à une heure spécifiée, le pilote peut :

a/ continuer jusqu'au repère, puis attendre l'heure spécifiée pour le quitter, ou
b/ réduire sa vitesse de façon à quitter le repère à l'heure spécifiée, ou
c/ une combinaison de (a) et (b).

Nota :
La direction d'attente signifie le secteur où l'attente doit être effectuée par rapport au repère, exemple : nord-est, nord-ouest, etc. Si le circuit d'attente requis diffère de celui qui est indiqué, le contrôleur de la circulation aérienne délivrera une instruction d'attente détaillée.

4.5 PROCÉDURES D'ARRIVÉE

4.5.1

PLANIFICATION DE LA DESCENTE

A. INTRODUCTION

Sauf dans les cas où des arrivées normalisées en région terminale (STAR) ou des profils de descente sont publiés, les pilotes sont tenus de planifier leur propre profil de descente, même lorsqu'ils sont sous contrôle radar. En principe, l'autorisation de descente est donnée aux pilotes suffisamment longtemps à l'avance afin de leur permettre d'atteindre la MEA du segment concerné ou l'altitude assignée par l'ATC. Les pilotes devraient obtenir l'ATIS du contrôle-sol le plus tôt possible afin de planifier leur descente.

Il arrive parfois, en régions terminales très fréquentées, qu'on demande à un aéronef de se mettre en attente à une altitude intermédiaire en raison de la circulation à des altitudes inférieures. Dans ce cas, le pilote peut avoir à effectuer une descente fort importante (p. ex. : 3 000 pi) sur une distance relativement courte. Les pilotes doivent donc toujours pouvoir se représenter clairement leur position dans la séquence d'approche de sorte qu'ils puissent amorcer leur descente dès qu'ils sont autorisés à passer à une altitude inférieure. Il est de beaucoup préférable de réduire son taux de descente en fin de descente plutôt que de l'augmenter au moment où l'aéronef intercepte la trajectoire d'approche finale.

Les STAR sont publiées dans le Canada Air Pilot pour certains importants aéroports. Une STAR , telle qu'elle est utilisée au Canada, est à peu près semblable à un SID en ce sens que c'est une autorisation ATC de continuer sous réserve de certaines conditions et que cette procédure est désignée par un nom. (Voir **Fig. 4-18**) Elle assure une sorte de transition entre l'altitude de croisière et le milieu radar d'une région terminale, et comprend des restrictions d'itinéraire, de vitesse et d'altitude qui, autrement, devraient être indiquées individuellement. Les cartes de profil de descente illustrant les procédures accompagnées de restrictions d'altitude et de vitesse peuvent être publiées pour certains aérodromes achalandés. La **Fig. 4-19** en constitue un exemple.

B REPÈRES D'ARRIVÉE

1. *REPÈRES EN RÉGION TERMINALE - GÉNÉRALITÉS :* Les repères et points de région terminale comprennent notamment (sans toutefois se limiter aux repères énumérés) le repère d'approche initiale (IAF), le repère d'approche intermédiaire (IF), le repère de trajectoire d'approche finale (FACF), le repère d'approche finale (FAF) et le repère d'attente.

2. *REPÈRES DÉFINIS PAR UNE INTERSECTION :* Comme toutes les aides de navigation ont une précision limitée, le point géographique ainsi identifié peut se trouver n'importe où à l'intérieur d'une zone (zone de tolérance du repère) qui entoure le point d'intersection nominal. La **Fig. 4-17** montre comment se définit l'intersection de deux radiales ou de deux routes fournies par deux aides distinctes de navigation.

3. *FACTEURS DÉTERMINANTS DANS L'ÉTABLISSEMENT DES TOLÉRANCES D'UN REPÈRE :* Les dimensions de la zone de tolérance d'un repère dépendent de la précision des systèmes de navigation qui fournissent l'information. Les facteurs qui permettent de déterminer la précision d'un système sont les suivants : tolérance de station au sol, tolérance du système récepteur de bord, tolérance technique de vol et distance par rapport à l'aide à la navigation. La différence entre la tolérance globale de l'aide à la navigation d'intersection et de l'aide à la navigation située le long de la trajectoire s'explique par le fait que la tolérance technique de vol de navigation ne s'applique pas au premier de ces facteurs. Les valeurs suivantes sont utilisées dans l'établissement des procédures d'approche aux instruments.

RADIALS VOR		**RELÈVEMENT ADF**	
LE LONG D'UNE ROUTE	± 4.5°	LE LONG D'UNE ROUTE	± 5.0°
À UNE INTERSECTION	± 3.6°	À UNE INTERSECTION	± 5.0°
ALLIGNEMENT DE PISTE AVANT ILS		**ALIGNEMENT DE PISTE ARRIÈRE ILS**	
LE LONG D'UNE ROUTE	± 1.0°	LE LONG D'UNE ROUTE	± 5.0°
À UNE INTERSECTION	± 0.5°	À UNE INTERSECTION	± 5.0°

TOLÉRANCES D'UN REPÈRE:
DME : ±0,25 nm plus 1,25 % de la distance par rapport à l'antenne, selon la distance la plus élevée des deux valeurs (on tient compte de la correction de la distance oblique avant d'appliquer la tolérance du repère).

RADIOBORNES VHF	*RADIOBORNES ILS*
±1 NM	*±0,5 NM*

Toutes ces valeurs ne sont mentionnées que dans le seul but d'indiquer que toutes les aides à la navigation comportent des tolérances positives et négatives. Si un pilote désire demeurer à l'intérieur d'une voie aérienne par exemple, il doit toujours tenter de rester sur l'axe de cette dernière.

4.5.2
ROUTE D'ARRIVÉE NORMALISÉE EN RÉGION TERMINALE (STAR)

Pour simplifier les procédures d'autorisation, des routes STAR codées ont été prévues à certains aéroports, et elles sont publiées dans le CAP. Les STAR permettent une transition progressive entre la phase en route et l'approche proprement dite. La **Fig. 4-18** montre une STAR pour Calgary. Si le pilote a le moindre doute quant à sa signification, il devrait demander une autorisation plus détaillée.

4.5.3
PROFILS DE DESCENTE

A. GÉNÉRALITÉS

Les procédures de profils de descente permettent aux aéronefs à l'arrivée d'effectuer une descente sans interruption de leur altitude de croisière ou de leur niveau de vol en direction de l'aéroport de destination. De telles procédures améliorent l'efficacité du système ATC, réduisent la congestion sur les fréquences dans la région terminale et permettent aux usagers d'économiser du carburant en se conformant à

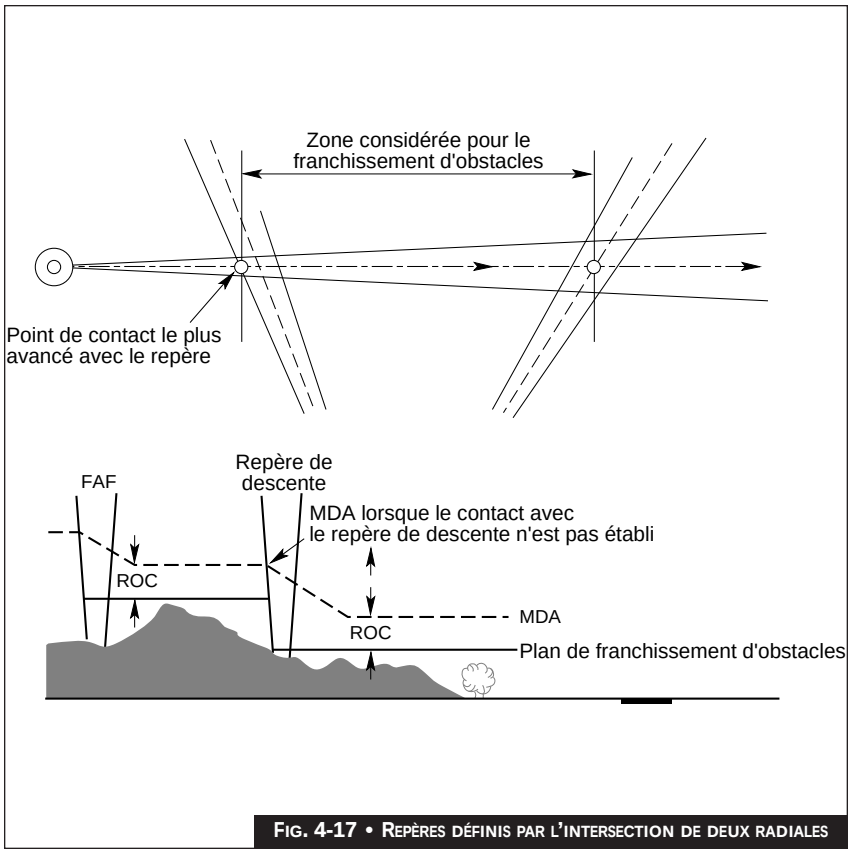


FIG. 4-17 • REPÈRES DÉFINIS PAR L'INTERSECTION DE DEUX RADIALES

des altitudes et à des vitesses normalisées. La **Fig. 4-19** montre un profil de descente pour Toronto.

Les procédures de profils de descente contiennent des instructions pour la navigation dans le plan vertical. Toutefois, pour offrir à l'ATC la souplesse requise dans l'assignation de routes, pour espacer et ordonner les aéronefs en séquence dans les régions terminales à haute densité, il n'y aura pas nécessairement de route décrite pour les profils de descente. Dans ces cas, la route sera fournie par l'ATC lors de la délivrance de l'autorisation de profil de descente (ordinairement la STAR). L'ATC donnera des guidages radar jusqu'à la trajectoire d'approche finale à partir d'une position indiquée sur la carte.

Une fois émis, un profil de descente constitue une autorisation ATC. L'acceptation de l'autorisation par le pilote (p. ex. : AUTORISÉ PROFIL DE DESCENTE PISTE 24 DIRECT VIA LE VOR DE TORONTO) exige qu'il se conforme à toutes les instructions décrites sur la carte du profil de descente. S'il existe le moindre doute dans son esprit quant à la signification du profil de descente, il devrait demander une autorisation détaillée.

Avant de passer de la phase en route du vol à la phase arrivée, l'ATC autorisera l'aéronef à effectuer la procédure comme suit :

«ALPHA BRAVO CHARLIE CLEARED PROFILE DESCENT RWY 24».

(ALPHA BRAVO CHARLIE AUTORISÉ PROFIL DE DESCENTE PISTE 24)

Les autorisations profils de descente sont assujetties aux conditions de trafic et peuvent être annulées ou révisées au besoin par l'ATC.

B. Révisions de l'ATC

Toute révision qu'apporte l'ATC aux *altitudes* décrites, *annule tout ce qui reste de la procédure publiée*. Dans ce cas, l'ATC communiquera les restrictions d'altitude et de vitesse au besoin. Par exemple, une restriction indiquée sur la carte spécifie : «CROSS 25 DME AT AND MAINTAIN 9,000 FT. AT 250 KT» (PASSEZ À 25 DME À 9 000 PI ET RESTEZ À CETTE ALTITUDE À 250 KT). L'ATC révise l'altitude à 7 000 pi à un point avant le 25 DME :

«ALPHA BRAVO CHARLIE MAINTAIN 7,000 FT. CROSS 25 DME AT OR BELOW 9,000 FT. AT 250 KT» (ALPHA BRAVO CHARLIE MAINTENEZ 7 000 PI PASSEZ À 25 DME À 9 000 PI OU PLUS BAS À 250 NOEUDS)

Une révision de vitesse données par le contrôleur *annule toutes les autres restrictions de vitesse indiquées sur la carte*. Toutefois, les instructions d'altitude figurant sur la carte ne sont pas touchées par une révision de vitesse. Si un pilote ne peut se conformer aux instructions d'altitude mentionnées sur la carte suite à une révision de vitesse, il doit en aviser l'ATC.

Une autorisation profil de descente ne constitue pas une autorisation d'approche aux instruments. La dernière altitude à *maintenir spécifiée* dans la procédure de profil de descente devient la dernière altitude assignée par l'ATC, et le pilote doit maintenir cette altitude jusqu'au moment où il reçoit l'autorisation d'approche, à moins que l'ATC ne lui ait assigné une autre altitude.

4.5.4

Préavis d'intentions en conditions météorologiques minimales

Au cours d'approches interrompues, le contrôleur est en mesure de réagir plus rapidement s'il connaît à l'avance les intentions du pilote. Le temps supplémentaire dont il dispose lui permet de penser aux mesures à prendre dans l'éventualité d'une remontée, et de donner ainsi un meilleur service si l'approche est effectivement interrompue. Lorsque les valeurs de plafond ou de visibilité sont proches des minimums publiés pour le type d'approche à exécuter, les pilotes devraient avertir à l'avance les contrôleurs de leurs plans en cas d'approche interrompue.

«IN THE EVENT OF MISSED APPROACH REQUEST (altitude or flight level) VIA (route) TO (airport)». (EN CAS D'APPROCHE INTERROMPUE, DEMANDE (altitude ou niveau de vol) VIA (route) JUSQU'À (aéroport).

Il est reconnu que la mise en application de

cette procédure augmente le nombre des communications, mais cet inconvénient peut être réduit au minimum si les pilotes n'utilisent la dite procédure que lorsqu'ils prévoient à juste titre la possibilité d'une approche interrompue.

4.5.5

TRANSFERT DE CONTRÔLE

A. UNITÉS IFR - TOURS DE CONTRÔLE

À un certain point après que l'ATC autorise un aéronef à effectuer une approche aux instruments, l'unité IFR de l'ATC transfère le contrôle de l'aéronef à la tour de contrôle. Un transfert de contrôle à la tour n'annule pas le plan de vol IFR, mais indique plutôt que l'aéronef reçoit un service de contrôle de la circulation aérienne VFR.

À l'occasion, la tour peut donner des instructions qui remplacent les instructions ou les autorisations reçues précédemment de l'unité IFR. Le fait d'accuser réception de ces instructions indique à la tour que le pilote les observera. Le pilote ne doit pas tenir pour acquis que la tour de contrôle possède un équipement radar ou que l'ATC exerce encore un contrôle radar.

B. CONTACT INITIAL AVEC LES TOURS DE CONTRÔLE

Les pilotes doivent établir les communications avec la tour de contrôle de la façon suivante :

1/ Si le pilote est en communication directe avec un centre de contrôle régional ou avec une unité de contrôle terminal, le contrôleur IFR doit indiquer au pilote à quel moment ce dernier doit contacter la tour, ou

2. Si les conditions susmentionnées ne sont pas satisfaites, les pilotes doivent établir la communication avec la tour à environ 25 nm de l'aéroport et doivent rester sur la fréquence de la tour de contrôle.

4.5.6

PROCÉDURES D'AUTORISATION D'APPROCHE

A. GÉNÉRALITÉS

L'ATC informe généralement les pilotes du plafond, de la visibilité, du vent, de la piste, du calage altimétrique et des aides à l'approche utilisées, immédiatement avant de leur donner l'autorisation de descente ou peu après, lorsque les communications directes contrôleur-pilote (DCPC) sont établies. Si par contre le pilote accuse réception du message ATIS en vigueur, l'ATC ne lui donne alors que le calage altimétrique du moment et la RVR seulement (s'il y a lieu).

Les contrôleurs ne donnent une *autorisation d'approche* (y compris les approches à vue ou contact) aux aéronefs que s'il existe une

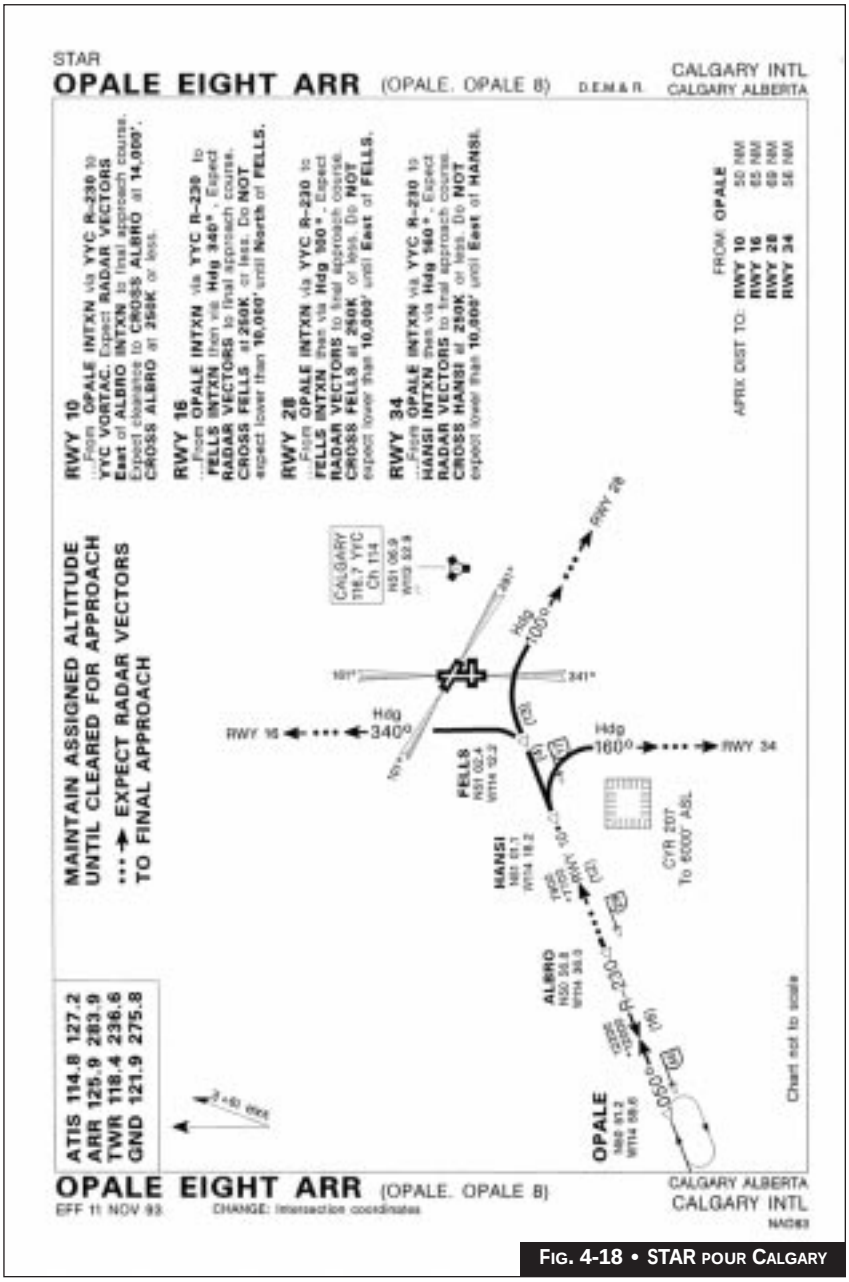


FIG. 4-18 • STAR POUR CALGARY

procédure d'approche aux instruments publiée pour l'aéroport concerné. S'il n'y a pas de telle procédure à un aéroport situé le long d'une voie aérienne, l'ATC autorise alors l'aéronef hors de l'espale aEerien contrôlé à descendre à l'altitude IFR minimale. Lorsqu'il atteint cette altitude, le pilote a le choix d'annuler son plan de vol IFR et de continuer en VFR en direction de l'aéroport ou, en l'absence de conditions météorologiques VFR, de continuer avec une autorisation IFR vers un aéroport de dégagement. Dans l'espace aérien contrôlé, l'ATC n'est pas autorisé à approuver ou à assigner une altitude IFR quelconque inférieure à «l'altitude minimale IFR». Pour l'ATC, «l'altitude minimale IFR» est l'altitude IFR la plus basse pouvant être utilisée dans un espace aérien précis, et cette altitude peut être selon l'espace aérien en cause :

a/ l'altitude minimale en route (MEA);
b/ l'altitude minimale de franchissement d'obstacles (MOCA);
c/ l'altitude minimale de secteur (voir Nota)
d/ l'altitude de sécurité de région géographique (GASA);
e/ l'altitude de sécurité de 100 NA en cas d'urgence (voir Nota);
f/ l'altitude minimale de guidage/

Sur une voie aérienne, des altitudes inférieures à la MEA, mais en aucun cas inférieures à la MOCA, peuvent être approuvées par un contrôleur lorsqu'elles sont spécifiquement demandées par le pilote d'un aéronef IFR dans l'intérêt de la sécurité du vol (exemple : givrage). Les pilotes doivent noter que la couverture des ondes radio exigée pour naviguer dans l'espace aérien protégé de la route du pilote n'est peut-être pas suffisante. Il pourrait en résulter certains conflits avec des aéronefs évoluant dans le voisinage ou une collision avec le relief.

NOTA :

À moins que ces zones ne soient centrées sur un VOR/DME, sur un TACAN ou sur toute autre aide à la navigation pouvant fournir une information de distance, les pilotes doivent s'assurer qu'ils se trouvent à l'intérieur des limites de la voie aérienne visée avant d'accepter l'altitude assignée.

Lorsqu'une autorisation d'approche est délivrée, le nom de l'approche réglementaire est normalement employé pour désigner le type d'approche, s'il faut suivre une procédure particulière. En cas de contact visuel avec le sol avant la fin d'une approche spécifiée, le pilote est tout de même tenu de continuer la même procédure d'approche, à moins d'obtenir une autorisation subséquente.

EXEMPLE :

«CLEARED TO THE OTTAWA AIRPORT, STRAIGHT-IN ILS RUNWAY 07 APPROACH» (AUTORISÉ JUSQU'À L'AÉROPORT D'OTTAWA, APPROCHE DIRECTE ILS PISTE 07).

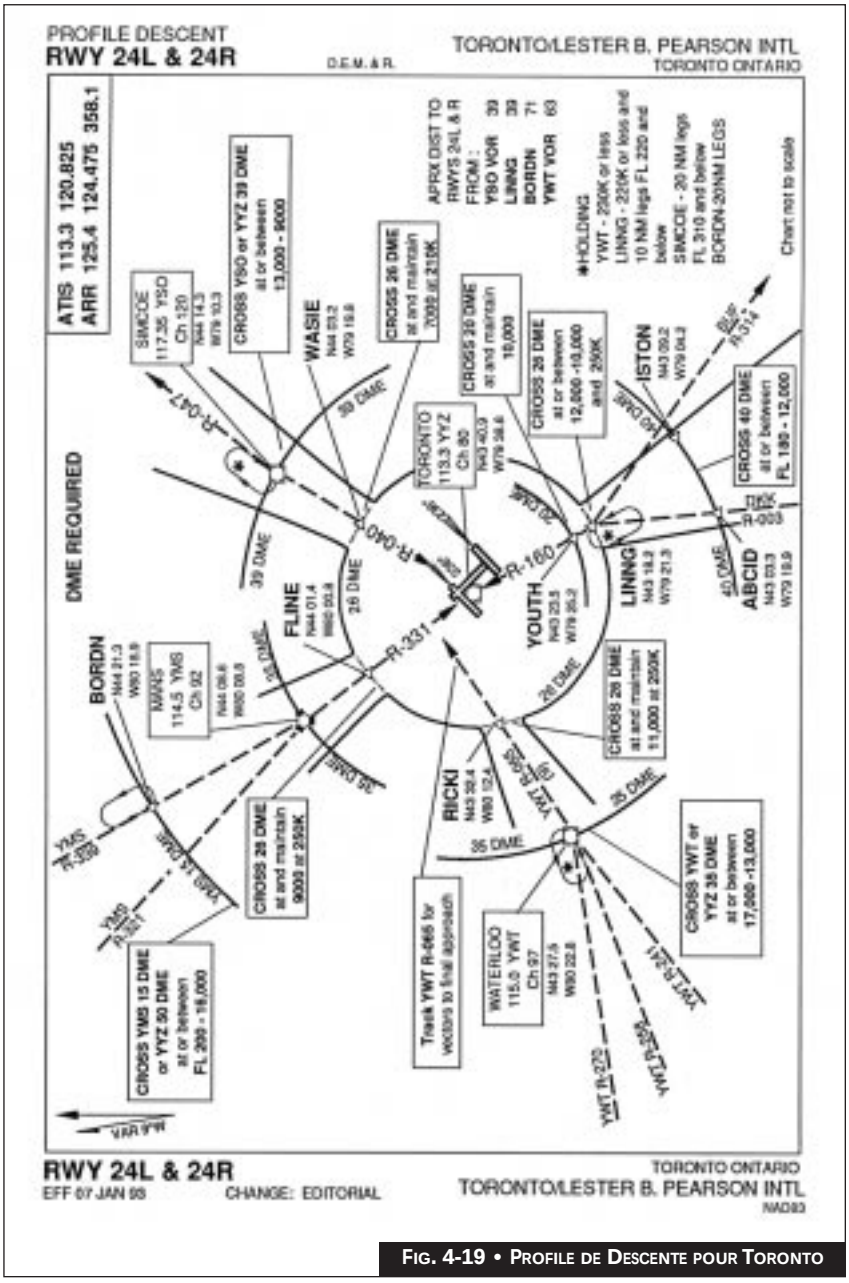


FIG. 4-19 • PROFILE DE DESCENTE POUR TORONTO

EXEMPLE :

«CLEARED TO THE TORONTO AIRPORT, ILS RUNWAY 06 LEFT APPROACH» (AUTORISÉ JUSQU'À L'AÉROPORT DE TORONTO, APPROCHE ILS PISTE 06 GAUCHE).

La piste sur laquelle l'aéronef doit atterrir est mentionnée dans l'autorisation d'approche lorsque l'atterrissage doit se faire sur une piste autre que celle qui est alignée avec l'aide d'approche aux instruments utilisée.

EXEMPLE :

«CLEARED TO THE PRINCE GEORGE AIRPORT, STRAIGHT-IN ILS 15 APPROACH, CIRCLING PROCEDURE WEST FOR RUNWAY 06» (AUTORISÉ JUSQU'À L'AÉROPORT DE PRINCE GEORGE, APPROCHE DIRECTE ILS PISTE 15, PROCÉDURE D'APPROCHE INDIRECTE PAR L'OUEST POUR PISTE 06).

NOTA :

En cas d'interruption d'une procédure d'approche indirecte, le pilote doit se conformer à la procédure d'approche interrompue réglementaire prévue pour la piste aux instruments. Il ne doit pas suivre la procédure de la piste sur laquelle il envisageait de se poser.

En certains endroits, lorsque le trafic aérien est peu important, les contrôleurs peuvent donner une autorisation d'approche sans en spécifier le type.

EXEMPLE :

«CLEARED TO THE LETHBRIDGE AIRPORT FOR AN APPROACH» (AUTORISÉ JUSQU'À L'AÉROPORT DE LETHBRIDGE POUR UNE APPROCHE).

Dès que possible après la réception de ce type d'autorisation, le pilote doit informer l'ATC sur le type d'approche qu'il effectuera ainsi que sur la route de vol qu'il suivra. La route peut être celle pour laquelle il a reçu antérieurement l'autorisation, une route de transition ou une position quelconque le long de la route de vol précédemment autorisée directement jusqu'à un repère où une procédure d'approche aux instruments publiée puisse être exécutée. Les pilotes ne peuvent pas déroger aux procédures aux instruments sans l'accord explicite de l'ATC.

Vu que les approches contact et les approches à vue ne sont pas des approches aux instruments, le pilote n'a pas la possibilité d'effectuer l'une ou l'autre de ces approches en se fondant seulement sur l'autorisation «CLEARED FOR AN APPROACH» (AUTORISÉ POUR UNE APPROCHE). Si le pilote désire effectuer une approche contact ou à vue, il doit formuler une demande au contrôleur.

Parfois, une autorisation d'approche peut ne préciser aucune instruction d'altitude. Cette autorisation peut être obtenue alors que l'aéronef est encore à une distance considérable de l'aide à la navigation dans la couverture radar ou non, et dans les limites ou non de l'espace aérien contrôlé. Dans ces cas, le pilote peut descendre jusqu'à une altitude minimale IFR appropriée (voir **3.3.2a**).

Après avoir déterminé l'altitude minimale qui assure la marge requise de franchissement d'obstacles, le pilote peut y descendre quand il le désire. Les pilotes sont avertis que les descentes anticipées à l'altitude de sécurité de 100 nm ou à l'altitude minimale de secteur peuvent amener l'aéronef à quitter l'espace aérien contrôlé.

NOTA :

Dans les régions désignées montagneuses en dehors des zones pour lesquelles une altitude minimale est publiée, le pilote doit utiliser 1 500 pi ou 2 000 pi au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon horizontal de 10 nm autour de la position établie de l'aéronef. Voir en 4.3.2C.

Lorsque l'altitude IFR minimale publiée est inférieure à la base de l'espace aérien contrôlé et que l'aérodrome de destination est en dehors de l'espace aérien contrôlé, l'ATC peut autoriser un aéronef à descendre en dehors de l'espace aérien contrôlé en utilisant une procédure d'approche aux instruments publiée/

EXEMPLE :

«ATC CLEARS GABC OUT OF CONTROLLED AIRSPACE VIA THE NDB "A" APPROACH AT KINCARDINE». (ATC AUTORISE GABC À SORTIR DE L'ESPACE AÉRIEN CONTRÔLÉ VIA NDB «A», APPROCHE À KINCARDINE).

B. *APPROCHES DIRECTES*

L'ATC utilise l'expression «straight-in approach» (approche directe) pour désigner une approche aux instruments dans laquelle l'aéronef commence l'approche finale sans avoir au préalable exécuté un virage conventionnel. Les approches directes sont autorisées lorsqu'elles sont publiées sur les cartes d'approche aux instruments (*aucun virage conventionnel* ou note autorisant les approches directes) ou lorsque l'ATC guide par radar les aéronefs jusqu'au point où une approche directe peut être entamée ou lorsque l'ATC a donné une autorisation d'approche directe. Si ces conditions ne sont pas remplie, un aéronef évoluant en *IFR doit effectuer un virage conventionnel ou une approche à vue ou une approche contact*. L'altitude IFR minimum doit être gardée sur une approche directe jusqu'à ce que les altitudes publiées sur la cartes d'approche aux instruments puissent être suivies en sécurité, il est très important de transmettre par radio sur les fréquences opportunes à l'ATS et aux autres pilotes *ses intentions* pour prévenir tout conflits.

C. *APPROCHES À VUE ET APPROCHES CONTACT*

1. *Approche à vue :* Approche effectuée par un aéronef évoluant selon un plan de vol IFR, dans des conditions météorologiques VFR, sous la responsabilité d'une unité de contrôle de la circulation aérienne et conformément à une autorisation du contrôle de la circulation aérienne qui l'habilite à continuer vers l'aéroport de destination en VFR.

   Dans un environnement radar, afin d'obtenir des avantages sur le plan de l'exploitation, le contrôleur peut demander à un aéronef guidé au radar d'accepter une autorisation d'une approche à vue dans les conditions suivantes :

   a/ le plafond signalé est d'au moins 500 pi au-dessus de l'altitude minimale de guidage radar et la visibilité au sol d'au moins cinq milles terrestres ;

   b/ le pilote signale qu'il voit l'aéroport ou tout autre trafic avec lequel il maintiendra un espacement visuel.

   Pour le contrôleur, le pilote qui accepte une autorisation d'approche à vue prend la responsabilité d'assurer lui-même l'espacement nécessaire relatif à la turbulence de sillage. Le pilote est aussi responsable du respect des procédures publiées sur l'atténuation du bruit et des restrictions qui peuvent s'appliquer à l'espace aérien de classe F.

   L'ATC n'émettra pas des instructions spécifiques d'approche interrompue. Les avions en approche à vue interrompue sont considérés comme étant en VFR.

2. *APPROCHE CONTACT :* Approche effectuée par un aéronef évoluant selon un plan de vol IFR conformément à une autorisation du contrôle de la circulation aérienne, et naviguant hors des nuages dans une visibilité en vol d'au moins un mille, et qui peut en toute probabilité continuer jusqu'à l'aéroport de destination dans ces conditions, dévier de la procédure aux instruments et continuer vers l'aéroport de destination par référence visuelle au sol.

   Ce type d'approche ne pourra être autorisé par l'ATC que si :

   a/ le pilote le demande,
   b/ la visibilité au sol signalée est d'au moins 1 mille, et
   c/ les conditions de la circulation aérienne le permettent.

Lorsqu'il effectue une approche contact, le pilote est lui-même responsable de la marge de franchissement d'obstacles, du respect des procédures publiées d'atténuation du bruit et des restrictions qui peuvent s'appliquer à l'espace aérien de classe F. L'ATC assurera l'espacement d'un vol IFR avec les autres vols IFR et émettra des instructions spécifiques quant à une approche interrompue.

Nota :
L'ATC n'émettra pas une autorisation d'approche IFR, comprenant une autorisation pour une approche à vue ou une approche contact, à moins qu'il n'y ait une procédure d'approche aux instruments publiée ou une procédure d'approche aux instruments de compagnie autorisée par Transports Canada pour l'aéroport visé.

D. Comptes rendus de position

Les aéronefs IFR doivent fournir des comptes rendus de position lors de leurs approches vers des aéroports non contrôlés comme il est indiqué à l'article 3.4.3(E). Aux aéroports contrôlés, les pilotes doivent faire des comptes rendus de position en n'indiquant que leur indicatif d'appel et leur position, à la demande de l'ATC. Les pilotes peuvent s'attendre à ce que l'ATC leur demande un compte rendu, soit au FAF, soit à une distance précise en finale/

Afin d'assurer l'espacement minimal requis entre les aéronefs devant effectuer une approche aux instruments complète et les autres aéronefs, l'ATC doit souvent déterminer la position et la direction d'un aéronef à l'arrivée en fonction du repère d'approche. Lorsqu'il est demandé aux pilotes de rendre compte en éloignement, aux aéroports contrôlés, ils ne doivent le faire qu'à la verticale ou par le travers du repère d'approche et en éloignement de l'aéroport.

E. Procédures d'approche interrompue

Lorsqu'une approche interrompue s'effectue sans autorisation préalable, le pilote doit se conformer aux instructions d'approche interrompue publiées. Si le pilote arrive au repère d'attente correspondant à l'approche interrompue avant d'avoir reçu une autre autorisation, il doit procéder de la manière suivante :

1/ effectuer un circuit d'attente standard sur la trajectoire de rapprochement suivie pour arriver au point de repère, ou
2/ s'il y a une trajectoire publiée d'approche interrompue vers le repère, effectuer un circuit d'attente standard, en suivant cette trajectoire en direction du repère, ou
3/ si un circuit d'attente publié ou un circuit de navette est publié pour le repère, effectuer ce circuit d'attente quelle que soit la trajectoire de l'approche interrompue au point de repère, ou
4/ si des instructions sont publiées pour un circuit d'attente à la suite d'une approche interrompue, suivre les instructions.

Si le pilote a reçu l'autorisation de se rendre à une autre destination, il devra, en l'absence d'autres instructions, suivre les instructions publiées d'approche interrompue jusqu'à ce qu'il atteigne l'altitude qui assurera une marge de franchissement d'obstacles suffisante, avant de poursuivre sa route.

Lorsque le pilote a reçu des instructions précises d'approche interrompue et qu'il en a accusé réception, il devra se conformer à ces nouvelles instructions avant de poursuivre sa route. Par exemple, *«en cas d'approche interrompue, montez au cap piste jusqu'à 3 000 pi, puis virez à droite, montez en route»* ou *«en cas d'approche interrompue, montez dans l'axe jusqu'au NDB BRAVO avant de poursuivre votre route»*.

Les procédures ATC n'obligent *pas* le contrôleur à fournir une marge de franchissement du relief ou d'obstacles lorsqu'il émet une instruction d'approche. C'est toujours au pilote qu'incombe la responsabilité de s'assurer qu'il dispose d'une marge de franchissement du relief ou des obstacles.

F. Réglage de la vitesse en contrôle radar

Ce paragraphe illustre les directives auxquelles doivent se conformer les contrôleurs, et ne contredit aucunement les *vitesses maximales suivantes :*

1/ *à moins de 10 000 pi ASL* et en espace aérien contrôlé, 250 noeuds pour tous les aéronefs.
2/ *à moins de 3 000 pi AGL* et à 10 nm ou moins d'un aéroport contrôlé, 200 noeuds pour tous les aéronefs.

Afin de renforcer ou de limiter le guidage radar, il peut être nécessaire de demander aux pilotes de régler leur vitesse. Toutefois, si l'ATC doit veiller à ne pas demander aux pilotes d'adopter une vitesse qui dépasse les limites de l'appareil, c'est à eux qu'il incombe de ne pas évoluer à une vitesse inférieure à la vitesse de manoeuvre de sécurité. Si jamais une unité de l'ATC demande à un pilote de réduire sa vitesse en deçà de la vitesse de manoeuvre de sécurité, le pilote doit informer l'ATC qu'il ne peut se conformer à cette instruction. Pour demander ces réglages, les contrôleurs utilisent des multiples de 10 noeuds, applicables à la vitesse indiquée (IAS). Les pilotes qui se conforment à ces demandes de réglage sont censés maintenir la vitesse spécifiée à 10 noeuds près.

PHRASÉOLOGIE :

«MAINTAIN PRESENT SPEED» (MAINTENEZ VITESSE ACTUELLE)
«MAINTAIN (specific speed) KNOTS» (MAINTENEZ (vitesse spécifiée) (noeuds)
«INCREASE TO (specified speed) KNOTS» (AUGMENTEZ LA VITESSE À (vitesse spécifiée) (noeuds)
«REDUCE SPEED TO (specified speed) KNOTS» (RÉDUISEZ LA VITESSE À (vitesse spécifiée) (noeuds)
«INCREASE SPEED BY (number) KNOTS» (AUGMENTEZ LA VITESSE DE (nombre) (noeuds)
«REDUCE SPEED BY (number) KNOTS» (RÉDUISEZ LA VITESSE DE (nombre) (noeuds)

Il peut être demandé aux pilotes :

1/ de maintenir la vitesse à laquelle ils volent, ou
2/ d'augmenter ou de réduire leur vitesse à une valeur donnée ou d'une certaine valeur.

À moins que le pilote ne consente à l'avance à utiliser une vitesse inférieure, les *vitesses minimales* suivantes seront considérées pour les aéronefs au cours du guidage radar :

1/ Aéronefs volant à une distance de 20 milles ou plus de l'aéroport de destination, et
   i/ à 10 000 pi ASL ou plus : 250 noeuds IAS;
   ii/ à moins de 10 000 pi ASL : 210 noeuds IAS.

2/ Aéronefs à turboréacteurs volant à moins de 20 milles de l'aéroport de destination : 160 noeuds IAS.

3/ Aéronefs à hélices volant à *moins de 20 miles* de l'aéroport de destination : 120 noeuds.

L'émission d'une *autorisation d'approche annule normalement un réglage de la vitesse*, cependant, si le contrôleur exige qu'un pilote maintienne un réglage de la vitesse après l'émission d'une autorisation d'approche, il le spécifiera de nouveau. Dans les autres cas, le contrôleur demandera de reprendre la vitesse normale.

G. CIRCULATION AU SOL

Après l'atterrissage sur une piste en cul-de-sac, un aéronef reçoit habituellement l'autorisation de remonter la piste en service. Là où une voie de circulation ou un point de virage existe sur la longueur restante, l'aéronef doit quitter la piste au plus tôt. À moins d'indications contraires de la tour de contrôle, l'aéronef doit, après avoir quitté la piste, continuer à rouler jusqu'à un point situé au moins à 200 pi de la piste (ou au-delà de la ligne «d'attente») avant de s'arrêter s'il lui faut effectuer une vérification après atterrissage. Au besoin, des instructions sur la façon de quitter la piste seront données comme suit :

EXEMPLE :

Tour :«CF-ABC (instructions for clearing runway) CONTACT GROUND CONTROL (specific frequency) NOW or AT (specific location)». (CF-ABC (instructions sur la façon de quitter la piste) COMMUNIQUEZ AVEC LE CONTRÔLE-SOL (sur fréquence) MAINTENANT OU À (endroit précis).

Normalement, la tour ne donne l'heure à laquelle l'aéronef s'est posé qu'à la demande du pilote.

Habituellement l'aéronef n'est pas pris en charge par le contrôle-sol tant qu'il n'a pas dégagé la piste en service.

Lorsque l'aéronef a quitté la piste en service, l'autorisation de circuler au sol lui est donnée de la façon suivante :

EXEMPLE :

Tour :«ABC CLEARED TO (Apron or parking area) (any special instructions such as routing, cautionary or warning regarding construction or repair on the manoeuvring areas)». (ABC, AUTORISÉ VERS (aire de trafic ou aire de stationnement) (instructions spéciales telles que cheminement, avertissement (de turbulence de sillage) ou avertissement concernant des travaux ou réparations sur l'aire de manoeuvre).

4.5.7

MINIMUMS D'APPROCHE ET DE DÉGAGEMENT

A INTERDICTION D'APPROCHE

À part certaines exceptions, il est interdit à tous les pilotes de continuer une approche aux instruments au-delà de la radioborne extérieure ou du repère d'approche finale vers une piste

desservie par une RVR si les valeurs RVR mesurées pour cette piste sont inférieures aux minimums suivants :

RVR MEASURÉE*	FIXED WING	ROTORCRAFT
RVR "A" SEULEMENT	1200	1200
RVR "A" & "B"	1200 / 700	1200 / 0
RVR "B" SEULEMENT	1200	1200

* RVR «A» mesurée au seuil de la piste.
* RVR «B» mesurée à mi-piste.

Voici les *exceptions* aux interdictions susmentionnées qui s'appliquent à tous les aéronefs :

a/ lorsque la RVR est reçue alors que l'aéronef se trouve en rapprochement, au cours d'une approche finale, et qu'il a franchi la radioborne extérieure;
b/ le pilote commandant de bord a informé l'ATS que l'aéronef effectue un vol d'entraînement et qu'il a l'intention d'amorcer une procédure d'approche interrompue à la DH ou à la MDA;
c/ la RVR fluctue rapidement au-dessus et au-dessous de la RVR minimale, ou
d/ la RVR est inférieure à la RVR minimale en raison d'un phénomène localisé et la visibilité au sol à l'aérodrome, communiquée par l'ATS, est d'au moins 1/4 de mille terrestre.

En ce qui concerne les restrictions d'approche, certaines exceptions sont permises à cause de *«fluctuations»* de la RVR ou des effets d'un *«phénomène local»*.

En résumé, *une approche est autorisée* lorsque :

a/ la RVR la plus basse signalée pour la piste est égale ou supérieure aux minimums, quelle que soit la visibilité au sol signalée;
b/ la RVR signalée pour la piste fluctue au-dessus et au-dessous des minimums, quelle que soit la visibilité au sol signalée;
c/ la visibilité au sol signalée par l'ATC/FSS est d'au moins 1/4 de mille terrestre, quelle que soit la RVR signalée pour la piste;
d/ la RVR pour la piste n'est pas disponible ou n'est pas signalée, ou
e/ l'ATS est informé que l'aéronef effectue un vol d'entraînement et qu'il effectuera une approche interrompue prévue.

NOTA :

Les sections Généralités du CAP ou RAC de l'AIP devraient être consultées pour obtenir les renseignements à jour sur les minimums. Les renseignements susmentionnés ne sont à jour qu'au moment de l'impression du présent manuel.

B. MINIMUMS D'ATTERRISSAGE

Le *Règlement de l'Air* stipule que les atterrissages sont régis par les DH et les MDA publiées. Il est interdit au pilote d'un aéronef en approche aux instruments de poursuivre la descente au-dessous de la DH ou de descendre au-dessous de la MDA, selon le cas, s'il n'a pas établi et maintenu la référence visuelle requise à l'exécution d'un atterrissage en toute sécurité. Si la *référence visuelle* requise n'est pas établie et maintenue, le pilote amorcera la procédure d'approche interrompue. *Le franchissement des obstacles n'est pas assuré si la procédure d'approche interrompue débute avant ou après le MAP.*

1. *RÉFÉRENCES VISUELLES* : Les références visuelles dont le pilote a besoin pour continuer l'approche et faire un atterrissage en toute sécurité devraient comprendre au moins l'une des références suivantes en rapport avec la piste utilisée. Cette référence devrait être **bien visible et reconnaissable** par le pilote :

   a/ la piste ou les marques de piste;
   b/ le seuil de piste ou les marques de seuil;
   c/ la zone de toucher des roues ou les marques de la zone de toucher des roues;
   d/ les feux d'approche;
   e/ l'indicateur de pente d'approche;
   f/ les feux d'identification de piste (RILS);
   g/ les feux de seuil et d'extrémité de piste;
   h/ les feux de zone de toucher des roues;
   i/ les feux parallèles au bord de pistes, ou
   j/ les feux de l'axe de piste/

Les visibilités d'atterrissage publiées pour toutes les procédures d'approche aux instruments ne le sont qu'à titre indicatif seulement. Ces valeurs indiquent les visibilités qui, si elles sont présentes au moment de l'approche, devraient permettre d'établir et de conserver la référence

visuelle requise jusqu'à l'atterrissage. Elles ne sont aucunement limitatives et ne sont publiées que pour permettre aux pilotes de juger s'il leur est possible d'accomplir un atterrissage avec succès lorsqu'ils comparent ces valeurs aux comptes rendus de visibilité disponibles à l'aérodrome vers lequel ils effectuent une approche aux instruments.

2. *EXIGENCES DE CALAGE ALTIMÉTRIQUE :* Avant d'entamer une procédure d'approche aux instruments, le pilote doit régler l'altimètre de l'aéronef sur un calage altimétrique en cours utilisable pour l'endroit où l'approche aura lieu. Le calage altimétrique peut être un calage local ou un calage à distance, si un tel calage est autorisé sur la carte de procédure aux instruments. Le calage altimétrique en cours est fourni par un équipement à lecture directe approuvé ou un équipement à distance, ou encore par le dernier rapport météorologique horaire régulier. De telles lectures sont considérées valides pendant 90 minutes après le moment d'observation.

ATTENTION :

L'utilisation de calages altimétriques dépassant 60 minutes ou les baisses rapides de pression signalées devraient faire l'objet d'une attention particulière. Dans de tels cas, une valeur peut être ajoutée à la DH ou à la MDA publiée, pour compenser la tendance de la chute de pression (0,01 pouce de mercure = une correction de 10 pieds).

3. *UTILISATION DES MINIMUMS D'APPROCHE DIRECTE :* Les minimums d'approche directe dont un pilote a besoin pour un atterrissage sécuritaire sont fondés sur les rapports météorologiques et les rapports sur l'état de la piste visée. Le pilote qui n'a pas l'information nécessaire devrait procéder, de son appareil, à une inspection visuelle de la piste avant l'atterrissage. Dans certains cas, il doit, pour ce faire, recourir à une approche indirecte en utilisant la MDA nécessaire.

   L'état de la piste, y compris les obstacles temporaires comme les véhicules, peut être déterminé par le pilote grâce à :

   a/ une communication avec l'UNICOM au point de destination;
   b/ un appel téléphonique avant vol au point de destination pour qu'on lui prépare l'information nécessaire à l'atterrissage;
   c/ une inspection aérienne visuelle;
   d/ un NOTAM diffusé par l'exploitant d'aéroport, ou
   e/ tout autre moyen disponible pour le pilote, comme la transmission de message par des aéronefs venant d'atterrir.

   Les pilotes doivent toujours s'assurer que la piste est libre d'obstacles et vérifier la direction du vent avant l'atterrissage/

   Quelle que soit la direction du vent ou de la piste en service, les pilotes de giravion peuvent utiliser les minimums publiés pour l'atterrissage en approche directe correspondant à la piste qu'ils ont choisie/

C. MINIMUMS DE DÉGAGEMENT

Tous les vols IFR, à l'exception de ceux pour lesquels les exploitants sont autorisés dans leurs spécifications d'exploitation à effectuer des vols *«sans aérodrome de dégagement IFR»*, sont tenus d'indiquer un aéroport de dégagement dans leur plan de vol. Consultez la section RAC de l'*AIP* pour les minimums de dégagement en vigueur exigés.

Les minimums météorologiques autorisés pour les aérodromes de dégagement sont précisés sur les cartes d'aérodromes et sont établis d'après les prévisions d'aérodrome (FT) ou les prévisions de zone (FA). Les minimums utilisés pour les aérodromes de dégagement devront tenir compte des performances de l'aéronef, des limites de l'équipement de navigation, des conditions météorologiques prévues et de la piste à utiliser. Les pilotes de giravion peuvent utiliser les minimums météorologiques de plafond et la moitié des minimums de visibilité pour l'aérodrome de dégagement (mais pas moins que 1 SM) indiqués dans le CAP lorsqu'ils choisissent un aérodrome de dégagement.

Les minimums de dégagement inférieurs à ceux mentionnés dans le tableau ci-dessus peuvent être autorisés dans les spécifications d'exploitation de certains exploitants.

En raison des différences qui existent entre les

valeurs de visibilité des prévisions de l'aviation et les valeurs de visibilité des aérodromes de dégagement publiées ou calculées, on utilisera la corrélation suivante pour déterminer les minimums acceptables pour l'exploitation civile aux aérodromes de dégagement :

VALEUR PUBLIÉE OU CALCULÉE	UTILISER LA VALEUR PRÉVUE
1 3/4	2 SM
2 1/4	2 SM
2 3/4	3 SM

Pour choisir un aérodrome de dégagement aux endroits où les prévisions d'aérodrome ou un avis d'aérodrome ne sont pas disponibles, on peut utiliser les prévisions régionales couvrant l'aérodrome de dégagement donné. Les prévisions de zone pour l'heure d'arrivée doivent indiquer les conditions météorologiques suivantes :

a/ aucun nuage au-dessous du plafond minimal de dégagement mentionné dans le CAP;
b/ pas de cumulonimbus;
c/ une visibilité égale ou supérieure à 3 milles terrestres.

Dans les prévisions d'aérodrome (FT), les termes OCNL et RISK peuvent être utilisés pour déterminer si un aérodrome convient comme aérodrome de dégagement dans la mesure où la condition OCNL ou RISK prévue n'est pas inférieure aux *minimums* d'atterrissage pour l'aérodrome visé.

NOTA :

Toutes les hauteurs indiquées dans les prévisions régionales sont exprimées en ASL, sauf indication contraire.

Aux endroits où les prévisions d'aérodrome sont disponibles à temps partiel seulement, deux valeurs seront publiées.

EXEMPLE :

Kecpart, (Qué)
la remarque sur la carte d'aérodrome se lit :

> + Établie d'après les prévisions régionale. Voir les minimums de dégagement, section des renseignements généraux.

MINIMUMS DÉGAGEMENT	+ 1800 - 3	VISIBILITÉ
	800 - 2	(SM)
PLAFOND (AGL)		

4.5.8
CATÉGORIES D'AÉRONEF

Les normes de Transports Canada en matière de marge de franchissement requise d'obstacles au décollage, de pente de descente et de visibilité,

MINIMUMS MÉTÉOROLOGIQUES POUR LES AÉRODROMES DE DÉGAGEMENT		SI LES MINIMUMS NORMALISÉS S'APPLIQUENT, LES MINIMUMS SUIVANTS SONT ÉGALEMENT AUTORISÉS		MINIMUM DE DÉGAGEMENT NORMALISÉ	
INSTALLATIONS DISPONIBLES AUX AÉROPORTS DE DÉGAGEMENT APPROPRIÉS	CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES REQUISES	*PLAFOND*	*VISIBILITÉ*	*CEILING*	*VISIBILITE*
deux ou plusieurs approches de précision utilisables chacune autorisant des minimums d'approche directe vers des pistes appropriées	400-1 ou 200-1/2 au-dessus des plus basses valeurs de HAT et de visibilté utilisables, selon la plus élevée des deux.	700 800	11/2 1	600	2
une approche de précision utilisable	600-2• ou 300-1 au-dessus des plus basses valeurs de HAT et de visibilté utilisables, selon la plus élevée des deux.	900 1000	11/2 1	800	2
seulement approche de non-précision possible	800-2• ou 300-1 au-dessus des plus basses valeurs de HAT/HAA et de visibilité utilisables, selon la plus élevée des deux.				
aucune approche IFR disponible	Les conditions météorologiques prévues ne doivent pas être inférieures à 500 pieds au-dessus de l'altitude IFR minimale que permettra l'execution d'une approche et d'un atterrissage VFR.				

* 600-2 & 800-2, SELON LE CAS, SONT CONSIDÉRÉ DES MINIMUMS DE DÉGAGEMENT NORMALISÉS. SI LES CRITÈRES CHOISIS POUR L'AÉRODROME DE DÉGAGEMENT CORRESPONDENT AUX MINIMUMS STANDARD, PAR CONSÉQUENT LES MINIMUMS SONT ÉGALEMENT AUTORISÉS.

NOTE 1: LES CRITÈRES SUSMENTIONNÉS SONT ÉTABLIS EN TENANT CKOMPTE DU FAIT QU'IL EXISTE UNE PRÉVENTION D'AÉRODROME (FT).
NOTE 2: LES AÉRODROMES POUR LESQUELS SONT DIFFUSÉS UN AVIS D'AÉRODROME PEUVENT ÊTRE CHOISIS COMME AÉRODROMES DE DÉGAGEMENT SI LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PRÉVUES NE SONT PAS INFÉRIEURES À 500 PIEDS AU-DESSUS DE LA HAT/HAA LA PLUS BASSE UTILISABLE ET SI LA VISIBILITÉ EST DE 3 MILLES AU MOINS.

particulièrement en ce qui a trait aux procédures d'approche de non-précision et indirecte, visent à tenir compte de divers types d'aéronef. Les aéronefs qui évoluent dans les plages de vitesse correspondant à la catégorie indiquée doivent utiliser les minimums d'approche aux instruments applicables à cette catégorie. Par exemple, un aéronef dont la vitesse d'approche est généralement de 110 kt mais qui vole à 125 kt en raison de rafales de vent utiliserait les minimums publiés pour la catégorie C.

Ces catégories sont désignées par une lettre :

CATÉGORIE A	-	JUSQU'À **90** KT (Y COMPRIS LES GYRAVIONS);
CATÉGORIE B	-	**91** À **120** KT;
CATÉGORIE C	-	**121** À **140** KT;
CATÉGORIE D	-	**141** À **165** KT.

Toutes les évolutions sont fonction des caractéristiques d'exploitation de l'appareil. Les pilotes doivent connaître les paramètres tels que les marges de rayon de virage et de tenue d'axe et appliquer les renseignements publiés dans les cartes de procédures aux instruments afin de rester dans les zones de franchissement d'obstacles. Les minimums varient selon la catégorie d'aéronef.

4.5.9
CORRECTIONS POUR TEMPÉRATURE

Les corrections pour température froide sont extrêmement importantes pour l'exécution en toute sécurité d'un vol IFR dans les conditions hivernales canadiennes. La **Fig. 4-20** est extraite du CAP et montre les corrections qui devraient être appliquées à toutes les altitudes publiées sur une carte d'approche aux instruments.

4.5.10
CALAGE ALTIMÉTRIQUE À DISTANCE

En général, les approches devraient être exécutées en ne tenant compte que du calage altimétrique de l'aérodrome de destination. Toutefois, à certains aérodromes qui ne disposent pas du calage altimétrique local, les approches peuvent être exécutées selon le calage altimétrique d'un aérodrome situé à proximité. Un tel calage altimétrique est considéré un «calage altimétrique à distance» et l'autorisation relative à son utilisation est indiquée dans le profil de la carte d'approche pertinente. (**Fig. 4-21**).

Si l'utilisation d'un calage altimétrique à distance n'est requis que *pendant certaines heures,* une correction d'altitude accompagnera l'autorisation. Lorsque le calage altimétrique à distance est utilisé, la correction d'altitude doit être appliquée de la façon indiquée. Si l'utilisation d'un calage altimétrique à distance s'avère nécessaire en permanence, la correction

M.E.M.A.R. **TABLEAU DE CORRECTION DES ALTITUDES**

CORRECTIONS POUR TEMPÉRATURE FROIDE

Les altimètres barométriques sont calibrés pour indiquer l'altitude vraie en conditions ISA. Toute déviation des conditions ISA introduira une erreur dans la lecture de l'altimètre. Lorsque la température est supérieure à la température ISA, l'altitude vraie est supérieure à l'altitude indiquée par l'altimètre et lorsque la température est inférieure à la température ISA, l'altitude vraie est inférieure à l'altitude indiquée. L'erreur de l'altimètre peut être significative et en température très basse, elle s'avère extrêmement importante en ce qui concerne les marges de franchissement d'obstacles.

Les pilotes devraient, en période de grand froid, ajouter les valeurs dérivées de ce tableau aux altitudes des procédures publiées dans ce manuel y compris les altitudes minimales de secteur et des arcs DME pour s'assurer d'un franchissement d'obstacles adéquat. Sauf indication contraire, l'altitude de la source du calage de l'altimètre est la même que l'altitude de l'aérodrome de destination.

Tenant compte des corrections à l'altitude, les procédures suivantes s'imposent:

1. Les altitudes IFR attribuées peuvent être soit acceptées ou refusées. Un refus, dans ce cas, est fondé d'après l'évaluation du pilote visant l'effet de la température sur le franchissement d'obstacles.
2. Les altitudes IFR attribuées, acceptées par le pilote, ne doivent pas être ajustées pour compenser aux températures froides. Exemple: si un pilote accepte (maintenir 3000') des corrections à l'altitude ne doivent pas être effectuées à 3000'.
3. Les altitudes de guidage radar attribuées par l'ATC portent les corrections nécessaires et n'exigent aucune action corrective de la part des pilotes.
4. Lorsque des corrections, aux altitudes publiées, sont effectuées soit à l'altitude de passage du repère d'approche final, soit à un virage conventionnel ou soit à une altitude d'approche interrompue, les pilotes devraient informer l'ATC de la correction à être apportée.

TABLEAU DE CORRECTION DES ALTITUDES

Temp Aérodrome °C	HAUTEUR AU-DESSUS DE L'ALTITUDE DE LA SOURCE DE CALAGE DE L'ALTIMÈTRE (pieds)													
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000	4000	5000
0°	0	20	20	20	20	40	40	40	40	60	80	140	180	220
-10°	20	20	40	40	40	60	80	80	80	120	160	260	340	420
-20°	20	40	40	60	60	80	100	120	120	180	240	380	500	620
-30°	40	40	60	80	100	120	140	140	160	240	320	500	660	820
-40°	40	60	80	100	120	140	160	180	200	300	400	620	820	1020
-50°	40	80	100	120	140	180	200	220	240	360	480	740	980	1220

NOTE: Valeurs à être ajouter aux altitudes publiées.

EXEMPLE: L'altitude de l'aérodrome 2262.
Température de l'aérodrome -50°C.

	ALTITUDE	HAA	CORRECTION	ALTITUDE INDIQUÉE
VIRAGE CONVENTIONNEL	4000'	1738'	+420'	4420'
FAF	3300'	1038'	+240'	3540'
MDA DANS L'AXE	2840'	578'	+140'	2980'
MDA APPROCHE INDIRECTE	2840'	578'	+140'	2980'

VAL. 30 MAR 95 CHANGEMENT: Néant **TABLEAU DE CORRECTION DES ALTITUDES GÉN. 20**

FIG. 4-20 • TABLEAU DE CORRECTION DES ALTITUDES

est alors intégrée à la procédure au moment de la conception de cette dernière.

EXEMPLES :
Lorsqu'on utilise le calage altimétrique de Mont-Joli, ajoutez 200 pi à l'altitude de franchissement du FAF et à toutes les MDA. Le calage altimétrique de London doit être obtenu avant d'entamer une procédure IFR.

4.5.11

TRANSITIONS VERS L'APPROCHE

A. GUIDAGE RADAR

L'espacement radar des aéronefs à l'arrivée vise à établir et à maintenir la séquence d'arrivée la plus souhaitable possible afin d'éviter de placer les aéronefs en «pile d'attente». Au cours de la phase d'approche, le guidage radar est assuré pour amener un aéronef à une aide d'approche. L'instruction initiale consiste normalement à prescrire un virage sur un cap donné pour les fins de guidage radar jusqu'à l'approche finale vers la piste en service. S'il survient une panne de communication après ce point, le pilote devrait continuer et effectuer son approche directe, s'il est en mesure de le faire, ou effectuer un virage conventionnel et atterrir dès que possible. Les aéronefs sont guidés de façon à ce qu'ils puissent intercepter la trajectoire d'approche finale à environ 2 nm du point où ils entameront leur descente finale.

EXEMPLE :

«JULLIETT WHISKEY CHARLIE, ARRIVAL. TURN LEFT HEADING 180 TO INTERCEPT FINAL APPROACH COURSE CLEARED TO THE TORONTO AIRPORT FOR STRAIGHT-IN ILS RUNWAY 15 APPROACH».
(JULLIETT WHISKEY CHARLIE, ARRIVÉE VIREZ À GAUCHE AU CAP 180 POUR INTERCEPTER LA TRAJECTOIRE D'APPROCHE FINALe. AUTORISÉ JUSQU'À L'AÉROPORT DE TORONTO POUR UNE APPROCHE DIRECTE ILS PISTE 15).

B. LE LONG DES VOIES AÉRIENNES

Une voie aérienne peut passer à la verticale d'une aide d'approche. Dans ce cas, l'aéronef peut descendre à l'altitude minimale en route (MEA) de la voie aérienne ou à l'altitude du virage conventionnel, selon la plus élevée des deux altitudes, et survoler en éloignement à cette altitude l'aide servant au virage conventionnel.

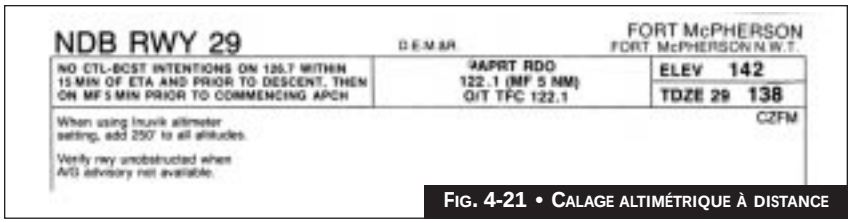


FIG. 4-21 • CALAGE ALTIMÉTRIQUE À DISTANCE

Une voie aérienne peut déboucher sur une aide ou un repère en région terminale à partir duquel

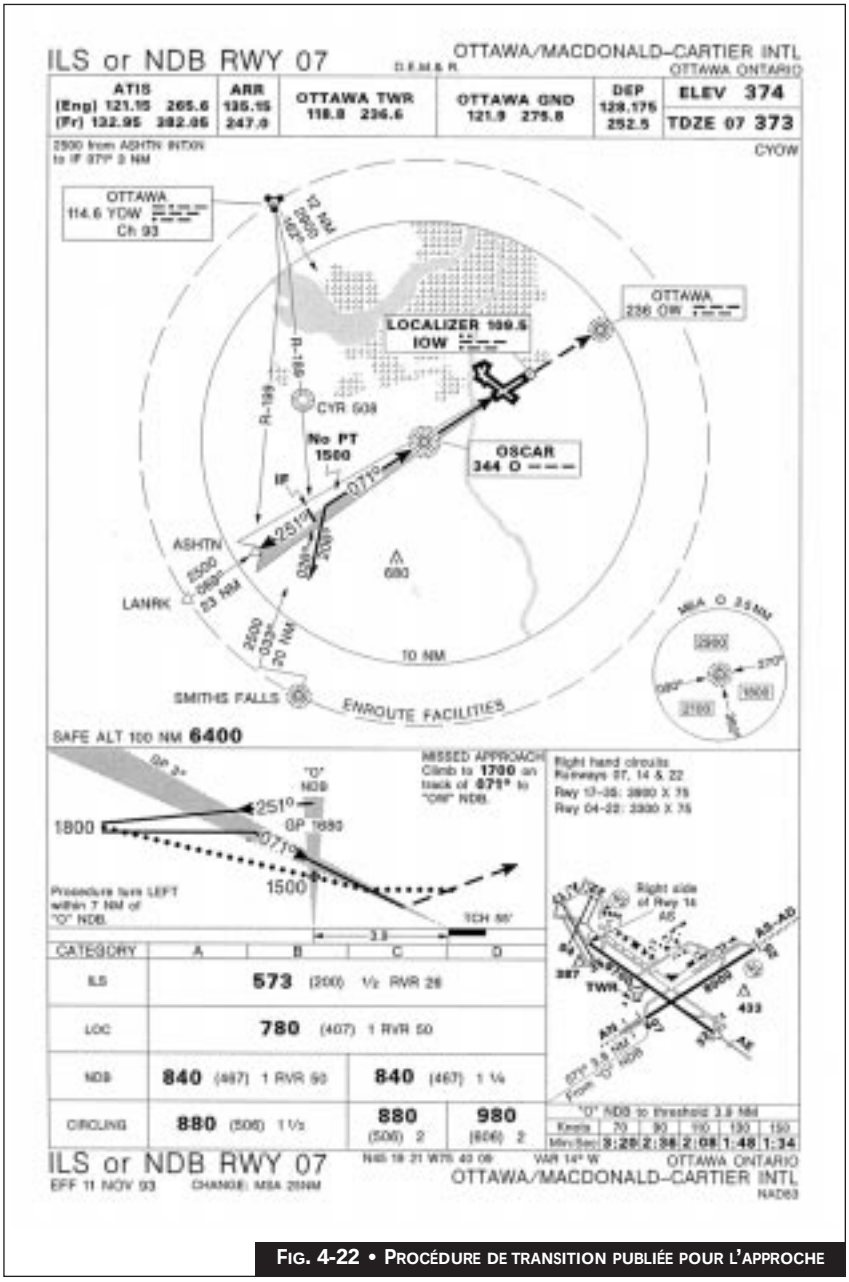


FIG. 4-22 • PROCÉDURE DE TRANSITION PUBLIÉE POUR L'APPROCHE

une procédure de transition, indiquée sur la carte d'approche, permet de se rendre au repère d'approche (p. ex. : 2 900 du VORTAC d'Ottawa jusqu'au NDB OSCAR pour ILS 07 - Ottawa **Fig. 4-22**).

C. EN DEHORS DES VOIES AÉRIENNES

Jusqu'à ce qu'il soit établi sur une voie aérienne intérieure ou sur une procédure de transition publiée, le pilote est tenu d'assurer sa propre marge de franchissement d'obstacles.

D. TRANSITIONS SUR UN ARC DME

La transition sur un arc conduit normalement un aéronef en un point situé sur la trajectoire d'approche finale en vue d'une approche directe. Souvent un *radial d'amorce* est utilisé pour permettre une transition progressive vers la trajectoire d'approche finale. Seule la partie de l'arc indiquée sur la carte peut être utilisée à l'altitude de transition minimale désignée pour cet arc. Il faut maintenir cette altitude jusqu'à ce que l'aéronef soit établi à un point sur la trajectoire d'approche finale indiquée sur la vue de profil de la carte d'approche d'où il peut continuer sa descente. (Voir **Fig. 4-23**).

4.5.12

PLANIFICATION DE L'APPROCHE

Une planification soignée de l'approche et une bonne technique de vol aux instruments conditionnent l'exécution d'approches sécuritaire et efficaces en conditions météorologiques de vol aux instruments. Parfois, un événement imprévu peut entraîner une distraction momentanée ou peut dégénérer en situation d'urgence qui réclame rapidement l'attention du pilote. Il existe de nombreux types de situations qui peuvent se présenter au cours d'une approche; néanmoins, il devient plus facile pour le pilote de réagir à ces situations lorsqu'il a planifié son approche dans ses moindres détails.

Les approches devraient être planifiées longtemps à l'avance. La planification commence avant le décollage et se poursuit pendant le vol alors que le pilote examine les cartes d'approche et *met à jour les conditions météorologiques pour l'aérodrome de destination et de dégagement*. Les renseignements ci-après sont *essentiels à la planification :*

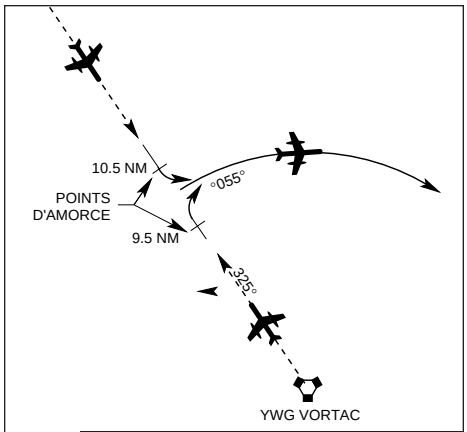


FIG. 4-23 • INTERCEPTION D'ARC DME

1/ l'autorisation d'arrivée et les conditions météorologiques à l'aéroport de destination;
2/ la position de l'aéronef d'après l'aide d'approche;
3/ la force et la direction du vent, particulièrement en surface;
4/ la piste en service qui, lorsqu'on en tient compte ainsi que des renseignements sur le vent, détermine si des minimums d'approche directe ou d'approche indirecte s'appliquent;
5/ l'altitude minimale publiée pour les procédures requises;
6/ les limites de vitesse pendant le virage conventionnel et en finale;
7/ le type de virage conventionnel qui doit être effectué pour que l'aéronef reste à l'intérieur de l'espace aérien désigné;
8/ la distance de l'aide d'approche au MAP;
9/ les taux de descente requis au cours des diverses étapes de l'approche (particulièrement de l'aide d'approche jusqu'à l'aéroport au cours des approches de non-précision);
10/ le temps de l'aide d'approche jusqu'au point d'«approche interrompue» - se rappeler que les vitesses figurant sur les cartes d'approche sont des vitesses-sol, de telle sorte que le pilote doit appliquer le vent à la TAS ou à l'IAS avant de calculer le temps jusqu'au MAP;
11/ le type de procédure d'approche indirecte qui doit être utilisé (s'il y a lieu);
12/ la procédure d'approche interrompue;
13/ les aides à la navigation qui seront utilisées pendant la procédure d'approche et d'approche interrompue;
14/ la surveillance auditive du NDB par le pilote ou par l'un des membres de l'équipage de conduite s'il effectue une approche NDB (seulement pour les aéronefs non équipés de FMS).

Un *exposé complet sur l'approche* à tous les membres d'équipage de conduite (s'il s'agit d'un poste de pilotage à plusieurs membres d'équipage) servira à deux fins. Premièrement,

il fera connaître à chaque personne intéressée les manoeuvres que vous avez l'intention d'effectuer en tant que pilote; il leur sera plus facile alors de détecter d'éventuelles erreurs. Deuxièmement, vous aurez ainsi l'occasion de verbaliser les points importants de l'approche et de les éclaircir dans votre esprit.

La vérification préalable à l'atterrissage, avant le passage de la station en éloignement, offre un certain nombre d'avantages; elle réduit donc les distractions et permet de se concentrer sur le pilotage. Toutes les vérifications qui s'appliquent doivent s'effectuer conformément au manuel d'exploitation de l'aéronef. Par conséquent, lorsque les tâches de vérification sont partagées, par souci de commodité, le pilote doit s'assurer qu'elles sont menées à bien.

Le pilote dispose de peu de temps pour recevoir une autorisation subséquente après une procédure d'approche interrompue. Si la météo semble augmenter le risque d'une approche interrompue, le pilote devrait informer l'organisme de contrôle de ses intentions qui pourraient comprendre sa route et de son altitude prévue jusqu'à l'aérodrome de dégagement. Cette notification revêt une importance particulière en cas de panne de communication ou de retard au cours de l'approche.

4.6 PROCÉDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

4.6.1 INTRODUCTION

Au cours des phases de départ et en route d'un vol IFR, le pilote monte graduellement à une altitude de sécurité puis maintient une certaine marge par rapport à l'altitude de croisière qui, elle, est située à la MEA ou au-dessus, suivant le segment de route.

En descendant à destination, c'est là que le pilote doit recourir à toute l'habilité et à l'expérience qu'il possède. La hauteur de franchissement d'obstacles diminue par étapes jusqu'à zéro au point de toucher des roues. Il se peut que cette descente s'effectue en grande partie dans les nuages et ne débouche en conditions de vol à vue qu'aux cours des dernières centaines de pieds, et souvent la visibilité est d'un demi-mille ou moins.

La transition du vol, de la phase en route au toucher des roues ne peut pas toujours suivre un profil uniforme, bien que les possibilités de la navigation de surface, du guidage radar et des procédures d'approche directe ILS permettent presque d'y arriver. Les pilotes doivent encore exécuter des mises en palier, des réductions de vitesse et des changements de configuration, même dans les régions terminales les mieux organisées.

Ce sont des pilotes expérimentés de Transports Canada qui ont mis au point des procédures d'approche conformément au TP 308 : *Criteria for the Development of Instrument Procedures*. Les approches sont conçues pour satisfaire aux exigences de performance et d'équipement minimales. Chaque procédure est divisée en segments qui indiquent au pilote quand descendre, quand ralentir, quand adopter la configuration d'atterrissage et quand exécuter une approche interrompue s'il n'a pas établi de contact visuel à l'altitude minimale.

Chaque *segment d'une approche* est conçu dans un dessein bien précis et demande que certaines tâches soient exécutées dans le poste de pilotage. Celui qui établit une procédure d'approche tente d'inclure les quatre segments de base afin que le pilote ait le temps de contrôler son appareil, de réduire sa vitesse, et en même temps, de perdre de l'altitude de sorte qu'il arrive sur la piste volets et train d'atterrissage sortis et à la bonne vitesse.

Nous expliquons à 4.6.2 les quatre segments d'une approche, principalement du point de vue exploitation.

Les procédures d'approche aux instruments sont mises au point par Transports Canada et publiées dans le *Canada Air Pilot* et par un tieerce organisme tel que *Jeppesen*. Les procédures, établies pour certains aéroports après une analyse approfondie des obstacles, du relief et des installations de navigation, font ressortir les manoeuvres appropriées, y compris les altitudes, routes et autres restrictions. Elles visent à rendre sécuritaire les percées effectuées en conditions de vol aux instruments qui se fondent sur les exigences de franchissement d'obstacles acceptées, ainsi que sur plusieurs

années d'expérience.

ATTENTION:

On n'a pas cherché à expliquer dans le présent manuel les symboles et les légendes qui apparaissent sur les cartes d'approche, les cartes d'aérodrome et les cartes en route. Tous les pilotes doivent comprendre à fond ces symboles et procédures et pouvoir s'en servir

A. APPROCHES DE NON-PRÉCISION (NPA)

Descente selon une procédure approuvée où l'alignement sur la trajectoire d'approche finale est fourni. Les NPA comprennent les procédures NDB, VOR, LOC, LOC (BC) et certaines approches RNAV. Aucun guidage vertical n'est fourni au cours d'une NPA.

B. APPROCHES DE PRÉCISION

Descente selon une procédure approuvée au cours de laquelle l'aide à la navigation est généralement alignée dans l'axe de piste et où le guidage vertical est assuré. Les approches ILS, MLS, et au radar d'approche de précision (PAR) font partie de cette catégorie.

Approches simultanées. Procédure qui permet des approches vers des pistes parallèles ou convergentes. Elle nécessite généralement deux pistes parallèles équipées d'ILS (24L et R à Toronto). Les approches simultanées, lorsqu'elles sont autorisées, sont surveillées au radar.

4.6.2

PROCÉDURE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

A. ÉTABLISSEMENT DE LA PROCÉDURE

Une procédure d'approche aux instruments peut comprendre quatre segments distincts : *initial, intermédiaire, final et approche interrompue.* Il est possible, en outre, d'effectuer une approche indirecte à un aérodrome en conditions de vol à vue. La **Fig. 4-24** illustre les segments typiques d'une approche. **«R»** indique l'*aire primaire* qui possède la marge de franchissement d'obstacles suivante :

•initial	•1 000 pi
•intermédiaire	•500 pi
•final	•selon l'aide d'approche
•indirect	•300 pi
•approche interrompue	•augmentation jusqu'à la phase en route ou attente

«R_1» indique *l'aire secondaire* où la marge de franchissement d'obstacles est plus faible.

Chaque segment d'approche commence et se termine généralement à des repères désignés. Cependant, dans certains cas, des segments peuvent commencer à des points spécifiés où aucune installation n'existe. Par exemple, le segment d'approche finale d'une approche de précision peut commencer au point d'intersection de l'altitude de vol intermédiaire désignée et de la trajectoire de descente normale. Par ailleurs, une approche finale VOR peut

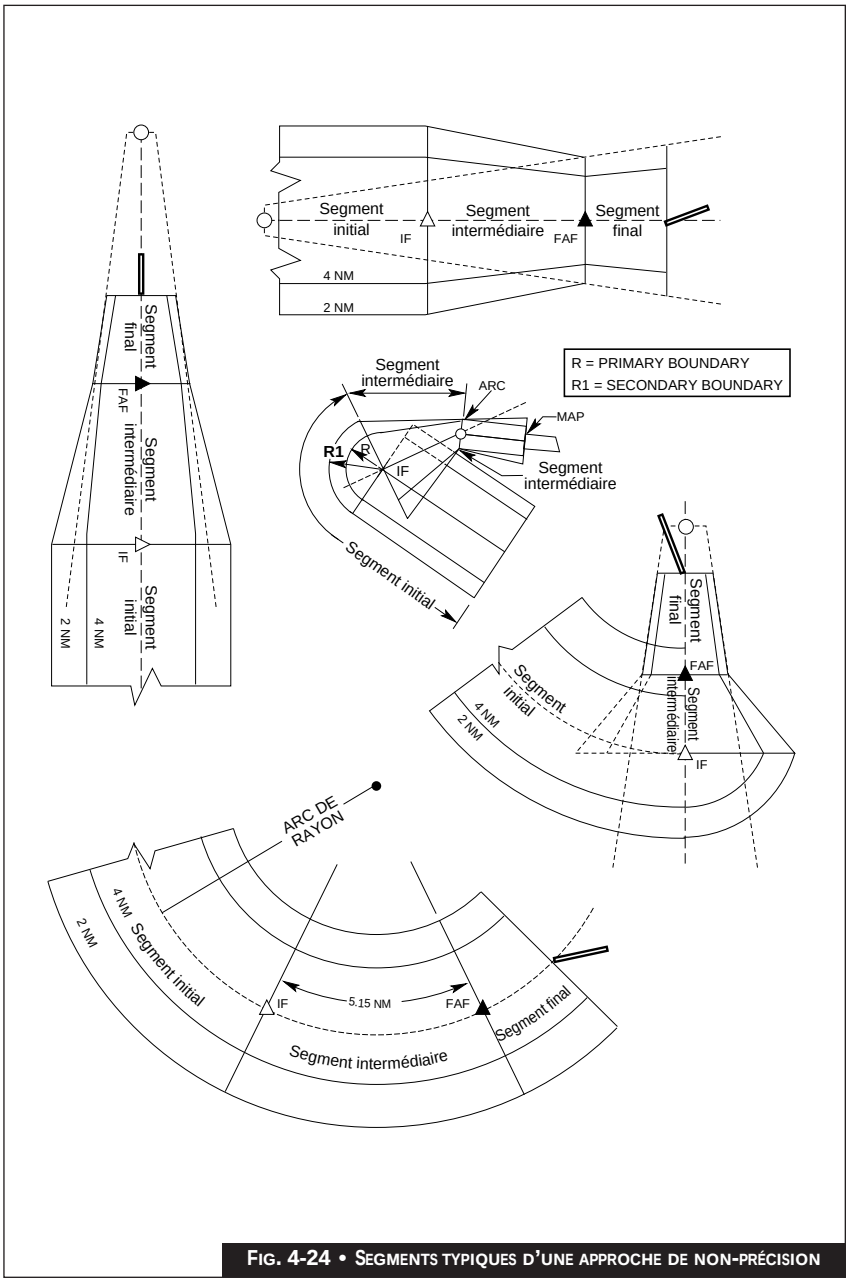


FIG. 4-24 • SEGMENTS TYPIQUES D'UNE APPROCHE DE NON-PRÉCISION

débuter à une intersection ou encore à une distance DME donnée.

L'établissement d'une procédure est fonction du type d'aides à la navigation, du lieu où elles se trouvent par rapport à la piste ou à l'aérodrome, du relief et des catégories d'aéronef concernés. Lorsqu'il existe des restrictions d'espace aérien concernant les aides à la navigation, il est nécessaire d'en tenir compte. Toutes les fois que c'est possible, la procédure d'approche spécifie les minimums pour les *approches directes et indirectes*. Lorsque ce n'est pas pratique, la procédure ne spécifie que les limites d'approche indirecte.

Les aides à la navigation servant aux approches directes se trouvent normalement dans l'axe de piste. On peut aussi préciser des approches directes de non-précision lorsque la divergence de la trajectoire d'approche finale et de l'axe de piste n'est pas supérieure à 30° (**Fig. 4-25**). Dans certains cas, une approche directe peut également être indiquée lorsque la trajectoire d'approche finale ne coupe pas le prolongement de l'axe de piste (ou ne le coupe pas à un point approprié), si à une distance de 3 000 pi du seuil, la trajectoire d'approche finale ne s'écarte pas latéralement de 500 pi du prolongement de l'axe de piste.

Les minimums d'approche directe ne sont pas publiés lorsque la pente de descente entre l'altitude minimale de franchissement publiée au repère d'approche finale et l'écart au seuil de piste dépasse 400 pi/nm ou 3,76°.

B. SEGMENT D'APPROCHE INITIALE

L'approche aux instruments commence au repère d'approche initiale (IAF, **Fig. 4-26**). Au cours de l'approche initiale, l'aéronef a quitté la phase en route et manoeuvre pour s'établir sur le segment intermédiaire. À ce moment-là, la vitesse et la configuration de l'appareil doivent être réglées en fonction de sa distance par rapport à l'aérodrome et du taux de descente requis. Le segment d'approche initiale se termine au *repère d'approche intermédiaire*.

Sous contrôle radar terminal, il n'est pas nécessaire de suivre les segments d'approche initiale ou les procédures de transition publiées. Le radar terminal guide l'aéronef vers un repère ou sur la trajectoire d'approche intermédiaire d'où le pilote peut continuer son approche en se référant à la carte d'approche aux instruments.

Il arrive parfois qu'un pilote reçoive une autorisation d'approche sans restriction d'altitude. Une telle autorisation peut être donnée lorsque l'aéronef concerné se trouve à une distance considérable par rapport à l'aide à l'approche. Suivant l'emplacement de l'aéronef et les informations fournies par la carte d'approche, plusieurs procédures de transition peuvent s'appliquer. Ces procédures de transition, présentées à 4.5.11, visent à établir l'aéronef à la verticale d'une aide d'approche ou sur la trajectoire de l'approche finale.

Altitudes minimales de secteur (MSA)

Les altitudes minimales de secteur sont établies généralement par rapport à l'aide servant au virage conventionnel et ne doivent pas être utilisées à moins que la position de l'aéronef ne soit connue par rapport à un repère ou à une aide. Il se peut qu'une station DME se trouve à une certaine distance du centre du cercle de secteur minimum. Dans ce cas, la distance DME peut ne pas toujours concorder avec les altitudes minimales de secteur.

C. SEGMENT D'APPROCHE INTERMÉDIAIRE

Ce segment relie les segments d'approches initiale et finale. C'est là que les dimensions latérales de l'espace aérien et les marges de franchissement d'obstacles commencent à diminuer. Le pilote doit donc en profiter pour adopter la vitesse et la configuration en vue de la descente en approche finale. C'est pour cette raison que la pente de descente sur le segment

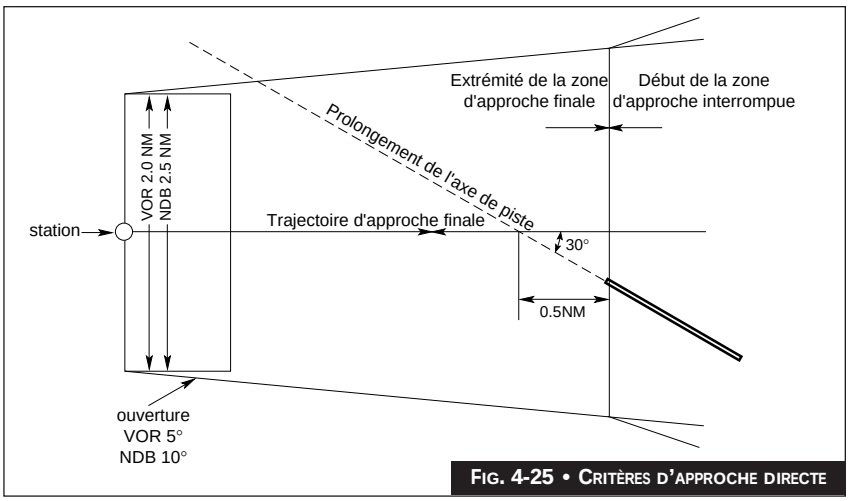


FIG. 4-25 • CRITÈRES D'APPROCHE DIRECTE

d'approche intermédiaire est fixée à 300 pi/nm au maximum.

Étant donné que la plupart des aéroports importants sont équipés de VOR et de DME, plusieurs repères intermédiaires peuvent être ainsi désignés. Les progrès survenus en avionique de base permettent maintenant à la grande majorité des aéronefs d'effectuer des approches directes. Les pilotes s'apercevront sans doute qu'il existe de plus en plus de procédures utilisant des IF désignés *(repères intermédiaires)* qui nécessitent plus d'un équipement de radionavigation embarqué. Toutefois, la flèche zébrée, symbole du virage conventionnel, continuera d'être illustrée à l'intention des pilotes qui ne possèdent pas d'équipement de navigation suffisant pour pouvoir effectuer la transition à l'approche directe ou pour ceux qui souhaitent effectuer des virages conventionnels.

Dans certains cas, les transitions sont des transitions d'arc DME jusqu'au repère intermédiaire, fondées sur l'utilisation de l'équipement de mesure des distances (DME). (Voir 2.2.4d). L'altitude minimale à conserver au cours de la transition sur l'arc DME est illustrée sur la vue en plan de la carte de procédure d'approche aux instruments (**Fig. 4-36**). Cette altitude assure une marge de franchissement d'obstacles minimale de 1 000 pi en deçà de 4 nm de l'arc. Les radiales d'amorce, approximativement à 10° d'arc (2 nm) de la trajectoire d'approche finale, sont illustrés afin d'aider les pilotes à intercepter la trajectoire d'approche finale.

Les pilotes ne devraient pas accepter d'effectuer des transitions d'arc sauf si leur aéronef est équipé de DMe. Les pilotes peuvent refuser une autorisation pour une approche DME.

1. *APPROCHES DIRECTES (PAS DE VIRAGE CONVENTIONNEL) :* L'expression *«approche directe»* désigne une procédure d'approche aux instruments effectuée sans virage conventionnel. C'est l'expression qu'utilise l'ATC pour autoriser un aéronef à effectuer de telles approches.

   Afin d'augmenter l'économie en carburant et tirer davantage partie des équipements électroniques modernes de bord, Transports Canada ajoute sans cesse des trajectoires de transition à ses cartes d'approche aux instruments. Ces transitions amènent les aéronefs à un point situé sur la trajectoire d'approche intermédiaire à partir duquel ils peuvent effectuer une approche directe, sous réserve des exigences du contrôle de la circulation aérienne (ATC) et de la circulation locale.

   Là où les aides à la navigation et les exigences de franchissement d'obstacles permettent l'établissement d'une trajectoire de transition vers une approche directe, la vue en plan de la carte d'approche concernée présente un *«repère d'approche intermédiaire»* sur l'axe de la procédure. Ce repère portera un nom (**Fig 4-26**). Ce repère doit absolument se trouver dans l'axe de la piste pour qu'il soit désigné repère intermédiaire. Le repère intermédiaire est normalement situé entre 5 et 10 nm de celui de l'approche finale. Sa distance exacte par rapport au seuil est fonction de l'emplacement des aides à la navigation, de l'angle formé par la trajectoire de transition et la trajectoire d'approche finale, et de la perte d'altitude prévue entre ce repère et le repère d'approche finale.

   Il faut parfois effectuer un virage allant jusqu'à 120° afin d'intercepter la trajectoire d'approche finale. L'angle maximal d'interception est normalement de 90°, comme c'est le cas lorsque l'on suit un arc DME pour rejoindre la trajectoire d'approche finale. Pour tous les virages de 70° ou plus, *une radiale d'amorce* ou un relèvement apparaît sur la vue en plan de la carte *d'approche*. Cette ligne de position

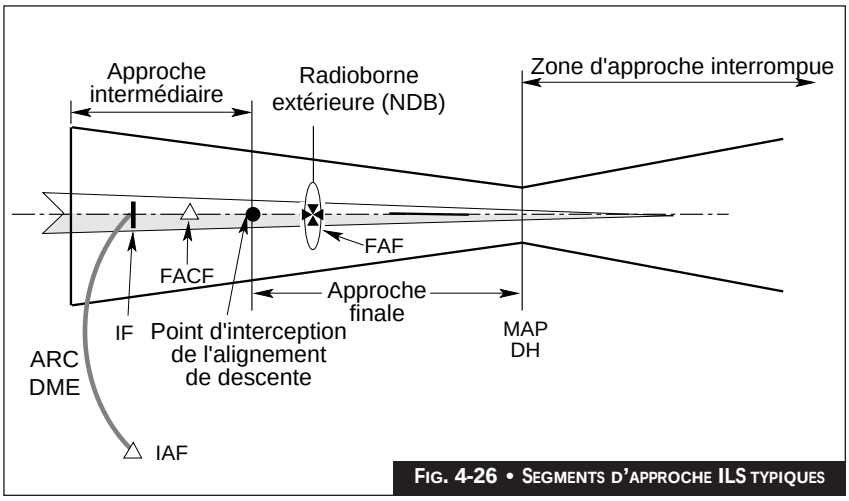


FIG. 4-26 • SEGMENTS D'APPROCHE ILS TYPIQUES

indique au pilote qu'il se trouve à 2 nm de l'intersection de la trajectoire d'approche finale. L'amorce du virage dépend en fait de la vitesse de l'aéronef ainsi que du vecteur vent.

Bon nombre de procédures d'approche directe sont publiées dans le CAP. À titre d'exemple, citons la procédure d'approche directe ILS ou NDB vers la piste 07 à Ottawa (**Fig. 4-22**) et la procédure d'approche directe VOR vers la piste 27 à partir de l'intersection Frenn à Fredericton (**Fig. 4-35**). L'intersection Frenn, quoique non désignée, sert de repère d'approche intermédiaire. L'autorisation d'approche directe est indiquée dans le coin supérieur gauche de la vue en plan sous forme de note ou par le symbole **«NoPT»** au point IF.

Les pilotes doivent se rappeler que le repère intermédiaire se trouve approximativement au point où un virage conventionnel débouche sur la trajectoire de rapprochement. Tout comme au cours d'un virage conventionnel, soit après le franchissement du repère et après avoir établi l'aéronef sur la trajectoire de rapprochement, le pilote peut descendre à l'altitude de franchissement du repère d'approche finale. Là où plus d'une trajectoire de transition coupent la trajectoire d'approche finale à des points distincts, seule l'intersection la plus éloignée de la piste est désignée comme repère intermédiaire. Un pilote peut entamer une approche sans virage conventionnel à partir de n'importe quelle trajectoire de transition indiquée qui coupe la trajectoire d'approche finale au repère intermédiaire, à condition que l'ATC connaisse ses intentions et que l'appareil puisse accomplir les manoeuvres voulues.

Après avoir été autorisé par l'ATC à effectuer une approche sans virage conventionnel, il se peut que l'aéronef se trouve très à l'écart, latéralement ou verticalement, de la trajectoire d'approche finale. Si tel est le cas, le pilote doit obtenir une autorisation modifiée avant qu'il entame un virage conventionnel inattendu ou il doit entamer une procédure d'approche interrompue et demander une autorisation subséquente.

REPÈRES DE TRAJECTOIRE D'APPROCHE FINALE (FACF) : Dans la foulée de l'utilisation de la technologie informatique à bord des aéronefs modernes, les fournisseurs de base de données et les fabricants d'avionique ont élaboré des normes de codage des procédures aux instruments dans les calculateurs d'aéronef.

Grâce au FACF, le calculateur fournit en permanence une trajectoire de vol car certains repères créés par les fournisseurs de base de données ne faisaient pas partie de la procédure aux instruments. Le repère de trajectoire d'approche finale (FACF), connu auparavant sous le nom de «repère d'axe», constituait l'un de ces repères. Certes, le calculateur de l'aéronef reconnaissait le FACF grâce à sa base de données, cependant il n'était pas toujours connu ni du contrôleur de la circulation aérienne ni du pilote.

Pour faciliter l'utilisation de la technologie actuelle et future dont ne saurait se passer un aéronef moderne, Transports Canada a adopté le concept de FACF pour les procédures d'approche aux instruments. On prévoit que l'introduction du FACF contribuera à réduire le problème des fausses interceptions d'alignement de piste qu'ont connu les aéronefs de technologie moderne.

Le FACF est un repère situé sur la trajectoire d'approche finale d'une procédure d'approche aux instruments, à environ 8 nm du seuil de piste. Il ne remplace pas le repère d'approche intermédiaire (IF), ni le repère d'approche finale (FAF). Il est situé avant le point d'interception de l'alignement de descente dans le cas d'une approche de précision ou avant le repère d'approche finale (FAF) dans le cas d'une approche de non-précision associée à l'approche de précision. Le FACF possède un nom unique à cinq lettres de l'OACI, qui peut être prononcé. Il est illustré sur la carte de procédure aux instruments et répertorié également selon ses coordonnées pertinentes de latitude et de longitude dans le *Supplément de vol Canada (CFS).*

NOTA :

La mise en oeuvre des FACF a commencé en 1994, et ces repères seront en fin de compte ajoutés aux procédures d'approche aux instruments canadiennes. Les approches ILS et LOC seront les premières approches où des FACFs seront installés.

2. *VIRAGES CONVENTIONNELS :* Le pilote doit exécuter un virage conventionnel si aucun repère approprié n'est disponible pour effectuer une procédure d'approche directe ou lorsqu'une autorisation d'approche directe ne peut être accordée par l'ATC.. Dans ce cas, le repère d'approche initiale et le repère d'approche final coïncident. L'aéronef doit donc survoler le repère et se diriger en éloignement au(x) cap(s) spécifié(s), tout en descendant si nécessaire à l'altitude minimale requise pour l'exécution du virage conventionnel.

   Le virage conventionnel permet de réduire la marge minimale verticale de 1 000 pi sur le segment initial à 500 pi sur le segment intermédiaire. Cette procédure continuera d'être en vigueur à beaucoup d'endroits éloignés qui ne possèdent dans leur voisinage qu'une seule aide.

   Une autorisation complète d'approche aux instruments peut comprendre les mots «REPORT BEACON OUTBOUND AND INBOUND» (RAPPELEZ EN ÉLOIGNEMENT ET RAPPROCHEMENT DU RADIOPHARE). Un virage conventionnel est spécifié dans une autorisation d'approche directe afin de limiter le survol de l'aide d'approche à une altitude de loin assez élevée qui permettra une transition directe vers l'approche finale. S'il existe le moindre doute dans l'esprit du pilote à ce sujet, il doit demander des éclaircissements.

   Si l'autorisation d'approche ne comprend pas ces exigences, le virage conventionnel est alors facultatif et l'ATC devrait être avisé des intentions du pilote.

   Si l'*altitude minimale de la zone d'entrée* n'est pas spécifiée pour le repère, le pilote doit descendre à l'altitude de virage conventionnel immédiatement après avoir survolé le repère *peut importe sa direction* alors qu'il est en virage vers le cap d'éloignement. Si une altitude minimale plus élevée est précisée sur le profil illustré sur la carte d'approche, cette altitude ou *une altitude plus élevée* devrait être conservée jusqu'à ce que le pilote se trouve par le *travers du repère en éloignement*. Le pilote doit terminer la manoeuvre du côté indiqué par la flèche zébrée et dans les limites de la distance spécifiée sur la trajectoire en rapprochement, puis suivre la trajectoire en éloignement jusqu'au repère d'approche finale ou jusqu'à l'interception de l'alignement de descente, auquel point il commencera l'approche finale. Il est important de respecter la distance spécifiée sur la carte d'approche votre assurance de franchissement d'obstacles. Des virages conventionnels types sont illustrés ci-dessous et sur la **Fig. 4-27**.

   Les virages conventionnels se présentent de cinq façons , les voici :

   Le *virage conventionnel type* (illustré sur la **Fig. 4-27a**)

   a/ L'aéronef se dirige en éloignement pendant une minute puis effectue un virage à 45°par rapport à la réciproque de la trajectoire d'approche finale. Il continue ensuite en ligne droite pendant (habituellement) 45 secondes, puis exécute un virage de 180° dans le

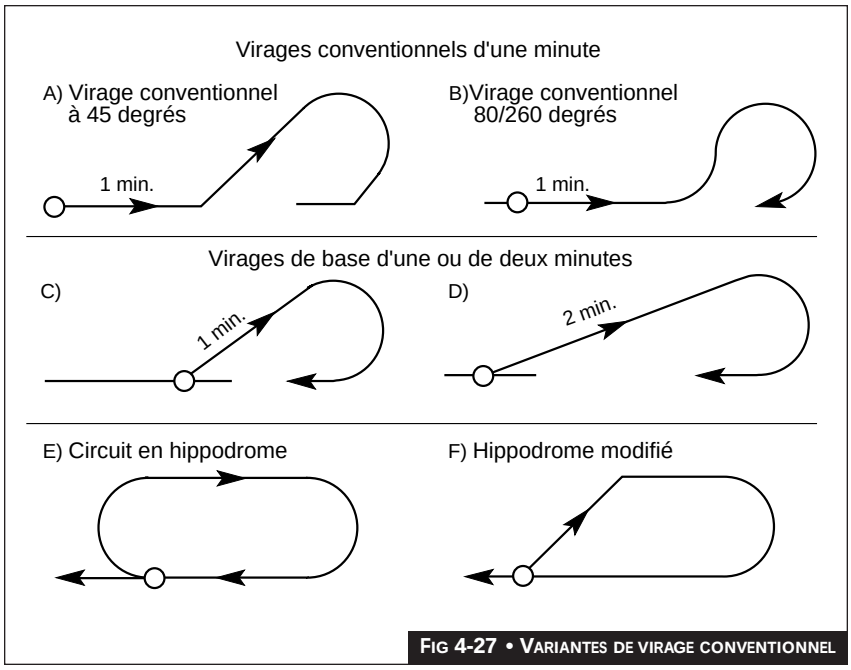


FIG 4-27 • VARIANTES DE VIRAGE CONVENTIONNEL

sens spécifié pour intercepter la trajectoire en rapprochement. C'est ce qu'on appelle parfois le *bâton de hockey.*

b/ Le *circuit en hippodrome* (**Fig. 4-27 e et f**). Au survol de l'aide ou du repère d'approche finale, l'aéronef exécute un virage et se dirige habituellement pendant une à deux minutes sur une trajectoire en éloignement parallèle à la réciproque de la trajectoire d'approche finale. Il effectue ensuite un virage d'environ 180° afin d'intercepter la trajectoire d'approche finale.

c/ Le *virage conventionnel 80°/260°* (**Fig. 4-27 b**). L'aéronef se dirige en éloignement pendant une minute puis exécute un virage de 80° en éloignement par rapport à la réciproque de la trajectoire d'approche finale qu'il fait suivre immédiatement d'un virage d'environ 260° dans le sens opposé afin d'intercepter la trajectoire d'approche finale.

d/ L'*intégration décalée* ou virage de base (**Fig. 4-27 c et** d). La trajectoire en éloignement diverge de 30° par rapport à la réciproque de la trajectoire en rapprochement pendant une minute ou de 15°pendant deux minutes. L'aéronef exécute ensuite un virage en vue d'intercepter la trajectoire en rapprochement.

e/ Si l'approche initiale s'effectue du côté où s'oriente le virage conventionnel, le pilote peut effectuer un *virage en «S»*, qui n'est ni plus ni moins qu'une variante du virage de 45°(bâton de hockey). Les pilotes doivent s'assurer de regagner le côté de la manoeuvre du virage conventionnel dès que possible.

NOTA :

Les temps de vol mentionnés précédemment sont des valeurs nominales. Les pilotes doivent donc calculer leurs temps suivant la vitesse du vent connue. Il est cependant essentiel que le virage conventionnel soit effectué en deçà de la distance spécifiée qui est normalement de 10 nm. La distance est imprimée dans la case de la vue de profil des cartes d'approche. (voir ***Fig 4-22****)*

Une procédure de *navette* est une descente ou une montée effectuée dans un circuit d'attente. L'entrée dans une navette ainsi que le minutage sont les mêmes que pour un circuit d'attente, soit une minute en éloignement à 14 000 pi ASL ou moins et une minute et demie en éloignement au-dessus de 14 000 pi ASL. La navette est normalement prescrite dans un circuit d'attente standard de sorte que tous les virages après l'entrée initiale soient effectués à droite, sauf si un circuit d'attente *non standard* (à gauche) offre des avantages opérationnels importants. La navette est normalement prescrite seulement lorsqu'il faut perdre un excès d'altitude pendant le virage conventionnel.

TRANSITION DE LA PHASE EN ROUTE À LA PHASE D'APPROCHE AVEC VIRAGE CONVENTIONNEL : En s'approchant du repère d'une approche aux instruments, le pilote d'un aéronef en route doit considérer les caractéristiques de la manoeuvre de transition concernée. À moins qu'il ne prévoit d'effectuer une approche directe ou toute autre manoeuvre simplifiée, il doit comparer entre elles les diverses trajectoires de base de l'approche aux instruments et voir si elles sont alignées avec la trajectoire en route.

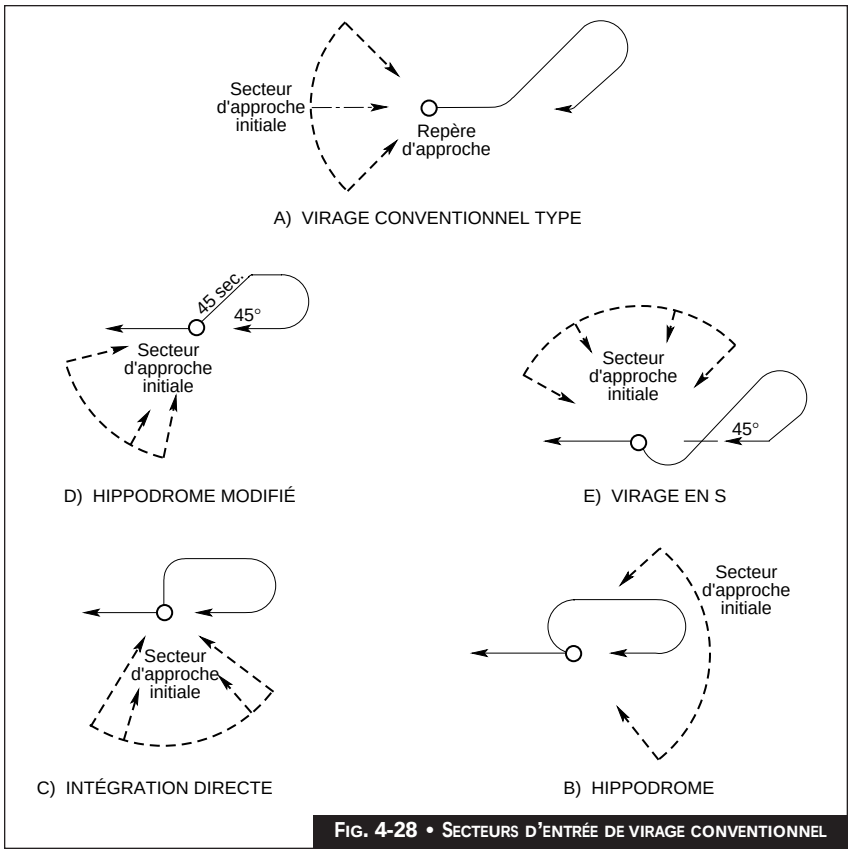


FIG. 4-28 • SECTEURS D'ENTRÉE DE VIRAGE CONVENTIONNEL

Afin d'assurer un espacement IFR entre les aéronefs effectuant des approches aux instruments complètes et les autres aéronefs, l'ATC s'attend à ce que les pilotes utilisent l'une des cinq manoeuvres d'approche intermédiaire (virage conventionnel) autorisées (**Fig. 4-27**)ou informent l'ATC de la manoeuvre qu'ils exécuteront dans le cas contraire.

Les secteurs d'entrée aux cinq virages conventionnels se chevauchent quelque peu. Ce chevauchement n'est pas exprimé en un nombre déterminé de degrés, mais il est conçu pour permettre l'exécution de deux procédures à partir de chaque zone de chevauchement.

Il n'y a qu'un seul secteur sur la trajectoire de route qui permet l'entrée progressive et directe en un virage conventionnel type. Si l'aéronef en route se dirige vers le repère d'approche de ce secteur, il peut effectuer un virage conventionnel type (standard). Par contre, d'autres orientations (ou secteurs) de la trajectoire en route permettent l'entrée directement dans d'autres variantes des procédures d'approche. Celles-ci sont décrites ci-après et illustrées à la **Fig. 4-28**.

En comparant les schémas entre eux, on peut voir que chaque secteur (lignes discontinues) en chevauche deux autres. C'est que le but visé consiste à rendre la transition en route/approche finale la plus progressive possible. Quoiqu'il n'existe aucune façon précise et rapide d'entrer dans un virage conventionnel, les circuits d'entrée décrits ci-après permettent à un aéronef de s'y établir sans perte de temps et sans manoeuvres inutiles. En pratique, il est toujours préférable de tourner du côté le plus près du cap qui établira l'appareil dans le virage conventionnel. Si un pilote en vol dans l'espace aérien contrôlé prévoit être incapable d'effectuer une procédure d'approche approuvée, il doit en informer l'ATC qui, au besoin, augmentera l'espacement par rapport aux autres aéronefs.

D. Segment d'approche finale

C'est le segment sur lequel l'aéronef s'aligne et descend pour atterrir. Une approche finale peut être effectuée vers une piste en vue d'un atterrissage direct, ou vers un aérodrome en guise de manoeuvres à vue pour atterrir. Il existe plusieurs variations fondamentales suivant les aides à la navigation disponibles.

1. *Approches de non-précision :*

   Le segment d'approche commence à une aide ou à un repère appelé repère d'approche finale (FAF) et se termine au point d'approche interrompue (MAP). Le FAF se trouve sur la trajectoire d'approche finale, à une distance permettant à l'aéronef d'adopter la configuration d'approche finale et de descendre de l'altitude d'approche intermédiaire jusqu'à la piste, dans le cas d'une approche directe, ou à l'altitude minimale de descente (MDA), dans le cas d'une manoeuvre à vue. La position idéale de ce repère se trouve à environ 4 nm du point d'approche interrompue, sans toutefois dépasser 10 nm.

   L'aéronef doit franchir le FAF au niveau spécifié ou au-dessus puis amorcer sa descente. Deux procédures sont généralement admises à partir de ce moment, suivant le type d'aéronef ou la préférence du pilote. Ce dernier peut opter pour un taux de descente lui permettant d'atteindre l'altitude minimale de descente (MDA) bien avant le MAP. À partir de ce point, l'aéronef maintient la MDA jusqu'à ce qu'il soit en position pour effectuer sa descente finale vers la piste. D'autre part, le pilote peut opter pour un taux de descente qui lui permettra de continuer, autant que possible, la partie visuelle au-dessous de la MDA avec un minimum de changement de régime.

   Approche de non-précision sans repère

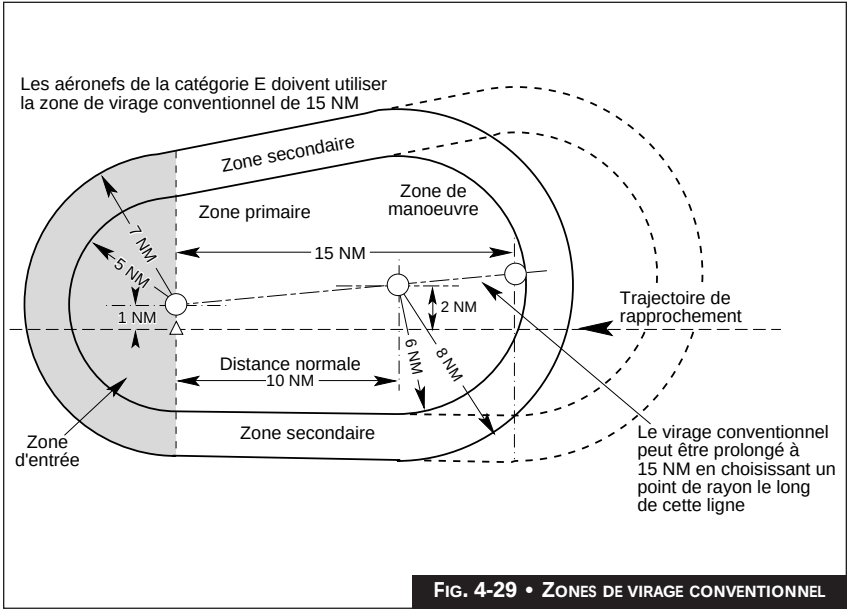


Fig. 4-29 • Zones de virage conventionnel

D'APPROCHE FINALE : Lorsqu'une procédure est fondée sur une seule aide et qu'aucun repère d'approche finale n'existe, un type d'approche spéciale peut être conçu pour utiliser l'aide en tant que repère d'approche finale et de MAP (dans ce cas, il n'y a aucun IF).

Ces procédures prévoient une altitude minimale pour le virage conventionnel ainsi qu'une MDA . S'il n'y a pas de FAF, la descente à la MDA s'effectue dès que l'aéronef est établi en rapprochement sur la trajectoire d'approche finale.

NOTA :

Une procédure de ce genre ne permet normalement pas à la trajectoire d'approche d'être alignée sur l'axe de piste. C'est la différence angulaire entre la trajectoire d'approche et l'axe de piste qui détermine si des limites d'approche finale directe doivent être publiées ou non.

PROFILS DE DESCENTE POUR APPROCHES DE NON PRÉCISION : Les profils de descente stabilisée pour les approches de non précision ont fait leur apparition en même temps que les IF. Par exemple, pour ce qui est de l'approche ILS-NDB 07 à Ottawa (**Fig. 4-22**), un aéronef sur une trajectoire de descente de 3° franchit le repère Oscar à 1 680 pi tandis qu'un pilote en approche ADF peut le franchir à 1 500 pi. Cette altitude de 1 500 pi (le pointillé à la **Fig. 4-22**) est l'altitude minimale permise avant de survoler en rapprochement le repère Oscar, mais rien n'indique que l'aéronef doit toujours le survoler à 1 500 pi.

Bon nombre de pilote préfèrent toutefois une descente stabilisée en affichant un régime constant (ligne pleine à la **Fig. 4-22**). Dans ce cas, le pilote doit tenir compte de l'altitude du virage conventionnel, de l'altitude de la piste, de la distance qui sépare le FAF du seuil et de la vitesse-sol. Cette procédure ne devrait être utilisée qu'en cas de conditions météorologiques supérieures aux minimums étant donné que l'on ne prévoit pas de retour en vol horizontal à la MDA. Si l'on suppose qu'un pilote préfère une descente stabilisée, ce dernier n'a qu'à diviser la hauteur à perdre jusqu'au seuil par le temps en minutes jusqu'au seuil pour trouver le taux de descente en pieds par minute comme suit :

Temps à 120 kt	2.0 minutes
Hauteur perdue (1 500 pi- 373 pi)	1 127 pi
Vitesse verticale	1127 = 564 pi/min

ATTENTION :

La présente rubrique donne une simple indication sur le taux de descente qui doit être établi initialement pour une descente stabilisée dans des conditions météorologiques favorables.

De façon analogue, si une pente de descente choisie est de 3°, on obtient facilement l'altitude de survol du repère Oscar d'Ottawa qui est de 1 680 pi. Il faut cependant s'assurer que l'aéronef atteint la MDA à temps sans trop devoir descendre afin de poursuivre la manoeuvre à vue - ordinairement en tâchant d'atteindre la MDA aux valeurs *minimales de visibilité* avant le MAP.

La plupart des FAF au Canada sont situés à environ 4 nm de la zone de toucher des roues. Si pour l'altitude de franchissement du FAF, le pilote ajoute 1 000 pi à la hauteur du seuil de piste, il obtient ainsi une pente de descente tout à fait acceptable de 250 pi au mille ou encore un angle de descente de 2,36°.

250 / 6.076,1 x= 0,041 = 2,36°

Si l'on ajoute par contre 1 200 pi à la hauteur du seuil de piste, on obtient alors une pente de 300 pi au mille, c'est-à-dire un angle d'environ 3°.

La *méthode préférée* pour effectuer les NPA est de soustraire le temps que l'on mettrait pour franchir la distance associée aux minimums de visibilité (c.-à-d. 1 nm) du temps de parcours jusqu'au MAP. Si l'aéronef est établi à la MDA, à la distance avant d'atteindre le MAP, le pilote devrait être à même d'effectuer un atterrissage en toute sécurité sans exagération et peut-être sans modification non sécuritaire de régime et d'assiette.

Dans la récente organisation de l'espace aérien, la base de l'espace aérien terminal aux principaux aéroports est de 1 200 pi AAe. La hauteur du passage du FAF peut être fixée pour assurer que les aéronefs IFR ne descendent pas au-dessous de cette base avant de pénétrer dans la zone de contrôle.

D'autres renseignements sur le segment d'approche finale figurent en 4.6.7, approches ILS.

2. *Virages à la verticale d'une aide d'approche finale :* En certains endroits, un virage pour se placer dans l'axe de l'approche finale, à la verticale du FAF, peut présenter un avantage opérationnel assez important. L'approche intermédiaire et le début de l'approche finale peuvent ainsi être écartées des zones où le relief et les obstacles sont plus élevés. En plus de se conformer aux exigences d'alignement de descente, le pilote doit ramener son aéronef sur la trajectoire d'approche finale à une distance suffisante de l'aérodrome pour exécuter une approche et un atterrissage ordonnés. Par conséquent, les virages effectués au-dessus du FAF sont limités à 30°.

3. *Approches de précision :* Il existe quatre types d'approches de précision - ILS, MLS, GPS et PAR, bien que les approches GPS ne soient pas encore homologuées. Le segment d'approche finale débute lorsque l'aéronef est établi sur la trajectoire d'approche finale et intercepte l'alignement de descente. Ce point n'est toutefois pas fixe sur le plan opérationnel étant donné que les points d'interception de l'alignement de descente varient, ce qui entraîne la modification de la position longitudinale de l'intersection.

   En général, l'interception du faisceau d'alignement de descente a lieu entre 1 200 et 3 000 pi au-dessus de la zone de toucher des roues (TDZ). Dans le cas d'une pente de descente de 3° par exemple, l'interception se situe entre 4 et 10 nm avant le toucher des roues.

E. Segment d'approche interrompue

L'approche interrompue représente sans doute la phase la plus dangereuse d'une approche aux instruments. Le pilote doit en effet changer la configuration et l'assiette de son aéronef, décider des mesures subséquentes à prendre et obtenir une autorisation subséquente. Une approche interrompue est par conséquent aussi simple que possible. Avant d'amorcer toute approche, le pilote doit bien connaître la position du MAP ainsi que la procédure d'approche interrompue.

Le MAP peut être formé de diverses façons, à savoir :

a/ la hauteur de décision, ou
b/ une aide à la navigation, ou
c/ un repère déterminé par une intersection (DME, relèvement, radial), ou
d/ une certaine distance du FAF, normalement exprimée en minutes et en secondes suivant la vitesse-sol.

En atteignant le MAP, le pilote doit exécuter une approche interrompue s'il n'a pas établi *la référence visuelle requise* ou si un atterrissage ne peut être effectué à vue entoute sécurité. Chaque procédure d'approche aux instruments prévoit nécessairement une approche interrompue qui est délimitée par un point initial et un point final. Si les références visuelles requises n'ont pu être établies, l'approche interrompue doit être amorcée en atteignant la DH dans le cas d'une approche de précision, ou en un point donné non inférieur à la MDA dans le cas d'une approche de non précision.

Nota :

Si l'amorce d'une approche interrompue est déterminée par un minutage, ce dernier est fondé sur la distance séparant le FAF et l'aéroport.

En général, une seule procédure d'approche interrompue est publiée. L'ATC peut établir une procédure de rechange d'approche interrompue.

Le pilote doit faire preuve de grande prudence lorsqu'il établit la montée et modifie la configuration de son appareil. Par conséquent, il n'y a aucun virage prescrit dans la phase initiale du segment d'approche interrompue.

Un virage peut éventuellement être de mise au cours de l'approche interrompue et c'est à partir de ce moment que le pilote doit commencer à s'établir sur une trajectoire ou sur un cap spécifié. Le segment final se termine au point où commence une autre approche, une attente

ou un retour au vol en route. Les virages peuvent commencer au MAP, à un repère ou plus couramment à une altitude. Si un virage est prescrit au MAP, le pilote doit s'y engager dès qu'il obtient une indication franche d'un taux de montée.

NOTA :

Lorsqu'une procédure d'approche interrompue spécifie un itinéraire et des altitudes, le pilote doit s'y conformer.

Par exemple : «CLIMB 020° TO CROSS "X" NDB AT OR ABOVE 1300 FEET. RIGHT TURN AT "X" NDB TO 090°, CLIMBING TO 2100 FEET». (MONTEZ SUR 020° POUR TRAVERSER NDB «X» À 1 300 PIEDS OU PLUS. VIREZ À DROITE AU NDB «X» POUR LE 090° EN MONTANT À 2 100 PIEDS.

Dans ce cas, le pilote doit se rendre au NDB X-RAY, peu importe où il atteint 1 300 pi. Si aucun point de virage n'est spécifié, il peut commencer son virage dès qu'il atteint l'altitude de virage demandée.

Les pilotes doivent noter que la surface de franchissement d'obstacles d'une approche interrompue commence au point d'approche interrompue. L'aéronef qui descend au-dessous de la MDA ou de la DH peut se trouver sous la surface d'approche interrompue. En cas d'interruption de l'atterrissage, le pilote pourrait se trouver à plusieurs centaines de pieds au-dessous de la surface de franchissement d'obstacles.

Un pilote que amorce une approche interrompue avant d'atteindre le MAP, doit, s'il se trouve en conditions IMC, entamer la montée et *continuer sur la trajectoire d'approche finale jusqu'au MAP* avant de commencer la procédure publiée.

4.6.3

MANOEUVRES À VUE AU COURS DE L'APPROCHE

A. GÉNÉRALITÉS

Manoeuvre d'approche à vue (ou atterrissage à l'issue de l'approche aux instruments) est l'expression utilisée pour décrire la phase à vue d'un vol qui a lieu à la fin d'une approche aux instruments lorsque le pilote amène son appareil en position d'atterrissage sur une piste. Les renseignements sur les approches à vue et les approches contact figurent à 4.5.6C.

Il existe *deux principaux* types de manoeuvres à vue rattachées à l'approche aux instruments :

1/ la transition au vol à vue à l'issue d'une approche directe;
2/ l'approche indirecte.

B. TRANSITION AU VOL À VUE

1. *GÉNÉRALITÉS :* Le point limite où la transition des références aux instruments aux références à vue peut s'effectuer en toute sécurité est représenté par le MAP. Dans le cas d'une approche de précision, les minimums sont indiqués en termes de hauteur de décision (DH). C'est la hauteur à laquelle le pilote doit commencer l'approche interrompue s'il n'a pas obtenu la référence visuelle indispensable pour continuer en vue d'atterrir. Les *visibilités publiées pour toutes les approches* aux instruments concernant l'atterrissage ne le sont qu'à titre consultatif. Les valeurs données indiquent la visibilité qui devrait permettre au pilote d'établir la référence visuelle indispensable, si cette visibilité règne au moment de l'approche. C'est pour cette raison que les pilotes doivent prendre en considération les prévisions de visibilité lorsqu'ils établissent leur plan de vol, et les visibilités signalées au moment de la planification de leur approche.

   La transition entre le vol aux instruments et le vol à vue varie avec chaque approche. Les références visuelles requises pour déterminer la position de l'aéronef par rapport à la piste ont été décrites à 3.1.9. Il est essentiel que ces références soient utilisées correctement et avec prudence pendant les derniers stades d'une approche aux instruments par mauvaise visibilité. Il faut se rappeler que, par visibilité minimale, les *références visuelles* utilisées pour s'aligner sur l'axe de la piste et l'arrondi sont extrêmement limitées par rapport à celles normalement utilisées pour une approche à vue.

   Au stade de sa planification, le pilote devrait bien connaître les *types de balisage lumineux* dont la piste est équipée et noter la distance jusqu'à l'aérodrome à partir des aides à la

navigation installées. Rien ne remplace une préparation soignée et détaillée étant donné qu'elle sera utile lors du passage du vol aux instruments aux conditions de vol à vue.

Les conditions d'obscurcissement présentent un certain nombre de problèmes que l'on ne rencontre pas au cours d'une approche pour laquelle un plafond défini a été établi. Au point où l'aéronef effectue sa percée, les références visuelles que le pilote utilise pour contrôler l'aéronef sont généralement évidentes et distinctes, et il peut reconnaître instantanément la position de l'aéronef par rapport à la piste. Lorsque le plafond est obscurci ou dans les conditions d'obscurcissement partiel, l'inverse est ordinairement vrai; les références visuelles ne peuvent être distinguées et on les perd facilement. Par ailleurs, il est difficile de discerner la position de l'aéronef dans le plan latéral et vertical par rapport à la piste.

Lorsqu'il effectue une approche directe en VMC, le pilote a presque toujours des références visuelles périphériques illimitées pour sa perception de la profondeur, de sa position dans le plan vertical et de son déplacement. Même là encore, les différences de longueur et de largeur des pistes avec lesquelles il n'est pas habitué peuvent conduire à des perceptions erronées de la hauteur de l'aéronef au-dessus de la surface de la piste. Une piste relativement large peut donner l'illusion que l'aéronef se trouve au-dessous d'une pente de descente normale; à l'inverse, une piste relativement étroite peut laisser à penser au pilote qu'il est plus haut sur la pente de descente. Si on est conscient de ces illusions qui se manifestent dans des conditions de visibilité illimitée, il devient alors facile à comprendre les problèmes du pilote qui doit se poser sur une piste où il ne dispose comme référence visuelle que des feux d'approche et des feux de piste.

Les feux d'approche ne fournissent pas au pilote un guidage suffisant dans le plan vertical lors des approches dans de mauvaises conditions de visibilité. Dans ces conditions, particulièrement lorsque la surface de la piste n'est pas visible, ou lorsque la visibilité est bonne la nuit, il n'existe tout simplement pas suffisamment de références visuelles pour déterminer correctement la position verticale ou le déplacement dans le plan vertical. Des études ont montré que l'apparition soudaine des feux de piste alors que l'aéronef se trouve dans des conditions de visibilité réduite ou proche des minimums de ces conditions donne souvent au pilote l'illusion d'être à une altitude élevée. Ces études ont également fait ressortir que lorsque les feux d'approche deviennent visibles, les pilotes ont tendance à délaisser la pente de descente établie, à ne pas tenir compte des instruments de pilotage et à se fier plutôt aux références visuelles. Des références visuelles erronées, qui donnent au pilote la conviction que l'aéronef est au-dessus de la pente de descente normale, entraînent généralement une amorce de descente, une augmentation du taux de descente ainsi qu'un atterrissage court ou brutal.

Pour éviter des taux de descente excessifs pendant la partie visuelle de l'approche, il est important que le pilote effectue une *approche aux instruments stabilisée*, à vitesse constante, de façon à ce que la transition au vol à vue ne requiert que de légères corrections dans le plan latéral et(ou) vertical. Le pilote, sachant que les références visuelles peuvent être erronées, doit continuer de contrevérifier les instruments (ou de demander à un autre membre d'équipage de conduite de le faire) même après qu'il a vu les feux de piste et(ou) d'approche. La plupart des pilotes trouvent extrêmement difficile de contrevérifier leurs instruments de pilotage une fois qu'ils ont effectué la transition au vol à vue, en raison de leur tendance naturelle à croire en l'exactitude de ce qu'ils ont vu, ou de continuer à regarder à l'extérieur en vue de repérer davantage de références visuelles. Un *balayage en vue de repérer des références extérieures* devrait faire partie de la contrevérification au fur et à mesure que le pilote s'aproche des minimums, et ce, quand bien même que les obstacles à la visibilité puissent empêcher le pilote de voir des références visuelles quelconques.

2. *OBSTACLES À LA VISIBILITÉ :* Il existe de nombreux phénomènes tels que la pluie, la

fumée, la neige et la brume sèche qui peuvent réduire la visibilité. En présence de conditions de visibilité réduite en surface, et si le ciel ou les nuages sont totalement invisibles pour l'observateur, le ciel est considéré totalement obscurci et le plafond représente la visibilité verticale à partir du sol. Si vous effectuez une approche dans une condition d'obscurcissement, il se peut que vous ne voyiez pas les feux d'approche ou la piste au moment où vous franchissez le niveau de plafond obscurci. Vous devriez être en mesure de voir directement le sol au-dessous; toutefois, la transition du vol aux instruments au vol à vue peut se produire à une altitude moins élevée que la visibilité verticale signalée. Il est également important de tenir compte de la portée visuelle à laquelle vous seriez en mesure de distinguer les références visuelles pour les fins d'alignement sur la piste et pour effectuer l'arrondi. La visibilité de la piste ou la portée visuelle de piste (RVR) peut ne pas correspondre à la distance à laquelle le pilote verra la piste. En fait, la visibilité oblique peut être considérablement inférieure à la RVR signalée.

Les feux de piste peuvent provoquer un effet d'éblouissement la nuit. La transition à partir de l'approche, dans une situation d'obscurcissement total, nécessite que l'on tienne compte des références visuelles lors de la contrevérification qui a lieu pendant la dernière partie de l'approche. Là encore, il faut que le pilote connaisse bien le système de balisage lumineux d'approche pour qu'il puisse établir une perspective adéquate entre ces références et l'environnement de la piste.

Les approches par temps de *pluie* et la transition qui s'en suit au vol à vue, peuvent être dangereuses étant donné que des conditions de pluie modérée à forte peuvent nuire sérieusement à l'utilisation des références visuelles. Les approches de nuit dans ces conditions peuvent être même plus dangereuses puisque vous pouvez être distrait par les feux stroboscopiques à éclats ou les feux d'identification d'extrémité de piste. L'incapacité de bien maîtriser l'appareil et d'interpréter les instruments en raison de rafales de vent ou de turbulence peuvent nuire à la transition au vol à vue. En cas d'averse modérée ou forte, les essuie-glace peuvent être également inefficaces, ce qui peut causer l'obscurcissement des références visuelles à un moment critique pendant la transition. Dans ces conditions, une solution de rechange peut consister à prévenir le développement d'une situation dangereuse.

La neige poudreuse s'accompagne de bon nombre des mêmes phénomènes dangereux que sont la pluie, la turbulence, l'obscurcissement des références visuelles, et les problèmes de contrôle de l'aéronef. Il est aussi important de noter un manque de référence visuelle pour l'identification de la piste pendant la partie visuelle de l'approche. Les feux d'approche et de piste fourniront une certaine identification; toutefois, les marques de pistes et le contraste par rapport aux alentours peuvent être cachés par la neige. Par conséquent, la perception de la profondeur peut être difficile, et exiger que le pilote se concentre beaucoup plus sur les instruments pour le contrôle de l'assiette. Il est extrêmement important d'*éviter de grandes modifications d'assiette* lors d'approches dans la neige.

3. *RÉFÉRENCES VISUELLES :* Les feux d'approche, les marques de piste, les feux de piste et le contraste de la piste constituent les références visuelles principales. Certains aérodromes peuvent être également équipés de feux de zone de toucher des roues et d'axe de piste. Si vous connaissez la configuration du balisage lumineux et des schémas de marquage à votre destination et que vous les mettiez en relation avec la météo, vous serez prêt à effectuer la transition au vol à vue. Lorsque règnent des conditions de visibilité minimale, les références visuelles pour l'arrondi et l'alignement de piste sont extrêmement réduites comparées aux références normales utilisées au cours d'une approche à vue. Par conséquent, le point de contact prévu de l'aéronef avec la piste peut ne pas se trouver dans votre segment visuel tant que vous ne serez pas considérablement au-dessous des minimums publiés.

DANGER :

Toute modification soudaine d'assiette pour essayer d'amener le point de toucher des roues prévu dans votre champ visuel peut entraîner des taux

d'enfoncement élevés à un moment critique. Ces soi-disant manoeuvres de plongée doivent être évitées lors d'une approche dans des conditions de visibilité réduite.

4. *TEMPS DE RÉACTION DU PILOTE :* À une hauteur de 200 pieds et sur une pente de descente de 3°, un aéronef se trouve approximativement à 3 800 pieds du point d'interception de piste (RPI). Si la vitesse d'approche finale de l'aéronef est de 130 noeuds (250 pi/sec), *vous disposez de moins de 18 secondes* pour incorporer les références visuelles dans la contrevérification des instruments, vérifier la position de l'aéronef dans le plan latéral et vertical, déterminer une trajectoire de vol à vue et effectuer les corrections qui s'imposent. Pour une approche de Cat II à la DH, on dispose de *moins de 9 secondes* jusqu'au toucher des roues. Il est plus que probable que 3 à 4 secondes seront consacrées à l'intégration des références visuelles avant que l'on effectue un contrôle nécessaire. D'ici là, l'aéronef sera à 600 ou 800 pieds plus proche du RPI et 40 à 60 pieds plus bas. Par conséquent, il est absolument essentiel que l'on soit prêt à utiliser les références visuelles correctement et avec prudence pendant les derniers stades d'une approche dans des conditions de visibilité réduite. Avant de vous fier totalement aux indications visuelles, vous devez vous assurer que les indications des instruments renforcent les indications visuelles.

C. APPROCHE INDIRECTE

Une approche indirecte est une *manoeuvre aux instruments effectuée à vue*. Étant donné que chaque manoeuvre d'approche indirecte se distingue l'une de l'autre en raison de différents facteurs tels que la configuration de la piste, la trajectoire d'approche finale, la vitesse du vent et les autres conditions météorologiques, une seule procédure ne peut s'adapter à toutes les approches indirectes (**Fig. 4-31**). Les conditions fondamentales qui s'imposent donc sont de toujours garder la piste en vue après le premier contact visuel et de demeurer à la MDA jusqu'à ce que l'atterrissage soit assuré. Le pilote doit choisir la procédure qui lui permettra de rester à l'intérieur de l'espace aérien protégé et d'effectuer un atterrissage en toute sécurité.

L'aire de manoeuvre à vue pour une approche indirecte est délimitée par des axes centrés sur chaque seuil et réunis entre eux par des tangentes (**Fig. 4-30**). Les pilotes devraient être sensibilisés au fait que la marge de franchissement d'obstacles de 300 pi n'est fournie que dans l'aire de manoeuvre à vue. Le vol en dehors de cette aire n'est pas protégé contre les obstacles. Le rayon de ces arcs correspondant à la catégorie d'aéronef, et il est indiqué ci-dessous.

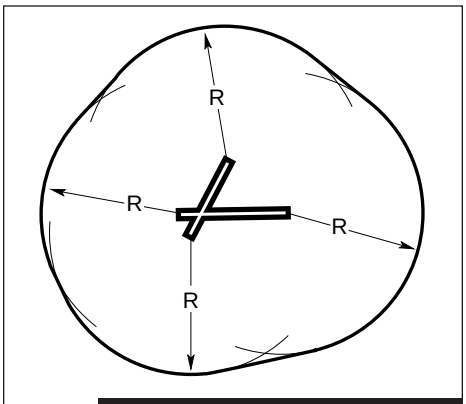


FIG. 4-30 • AIRE DE MANOEUVRE À VUE - APPROCHE INDIRECTE

Choisissez un circuit qui convient le mieux à la situation. Manoeuvrez l'aéronef jusqu'à une position de sécurité qui vous permet d'avoir l'aéroport en vue autant que possible. Envisagez d'effectuer un virage vers la trajectoire finale dans le vent si cette manoeuvre vous permettra de rester en vue de l'aéroport. Vous pouvez effectuer soit des virages à gauche ou à droite jusqu'à la trajectoire finale sauf si :

CATÉGORIE D'AÉRONEF	VITESSE	RAYON D'ARC (R)
CATÉGORIE A	JUSQU'À 90 KT	1.3 NM
CATÉGORIE B	91 À 120 KT	1.5 NM
CATÉGORIE C	121 À 140 KT	1.7 NM
CATÉGORIE D	141 À 165 KT	2.3 NM

a/ l'organisme de contrôle vous a donné une directive contraire, ou

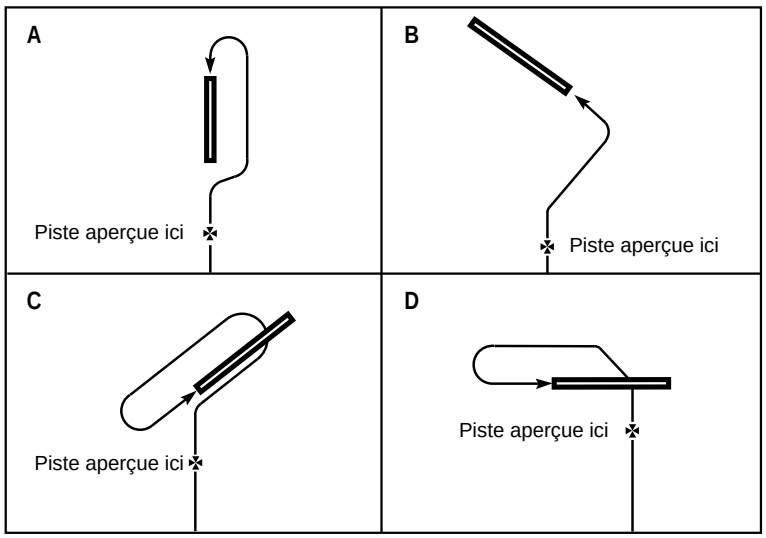


FIG. 4-31 • OPTIONS POUR APPROCHE INDIRECTE

b/ si vous êtes tenus d'effectuer le contraire en raison des restrictions figurant sur la carte d'approche telles que :

«...all circling north of runway 09-27» (...toutes les approches indirectes au nord de la 09-27).

S'il existe un doute quelconque dans l'esprit du pilote, à savoir si l'aéronef peut être manoeuvré en toute sécurité jusqu'au toucher des roues, il doit exécuter la procédure d'approche interrompue.

ATTENTION :
Soyez conscient de la tendance courante à manoeuvrer trop près de la piste à des altitudes plus faibles que l'altitude normale du circuit VFR. Cette tendance découle du fait que l'on utilise les mêmes repères visuels auxquels on a recours pour les altitudes d'un circuit VFR normal. Choisissez un circuit qui déplace l'aéronef assez loin de la piste pour vous permettre de virer en finale sans incliner trop l'avion ou de remettre les gaz en finale tout en restant à l'intérieur de l'espace aérien protégé.

Nota :

1. *LES MINIMUMS D'APPROCHE INDIRECTE (MDA et visibilité) sont spécifiés pour chaque catégorie d'aéronef. S'il est nécessaire d'évoluer à une vitesse plus élevée que la limite supérieure de la gamme de vitesses de la catégorie, c'est la vitesse minimale de la catégorie immédiatement supérieure que vous devez utiliser.*

2. *Bien que les minimums d'approche directe ne soient pas publiés sur certaines cartes d'approche aux instruments, le pilote peut quand même atterrir directement s'il aperçoit la piste assez longtemps à l'avance pour pouvoir effectuer une descente normale. Aux aéroports contrôlés, le pilote doit se le faire confirmer par le contrôleur d'aéroport. Aux aéroports non contrôlés, le pilote doit être sur ses gardes au cas où il y aurait des aéronefs ou des véhicules sur la piste, et faire savoir par radio qu'une approche directe est sur le point d'être effectuée/*

3. *Des restrictions d'approche indirecte (**Fig. 4-32**) sont publiées pour certains aéroports afin d'éviter toute approche indirecte dans certains secteurs ou directions où il y a présence d'un relief élevé ou d'obstacles proéminents. Cette pratique permet d'établir des minimums plus faibles qu'il n'en serait autrement. Dans de tels cas, la MDA d'approche indirecte n'assure pas de marge de franchissement d'obstacles dans le secteur réglementé. Pour un autre exemple, voir* **Fig. 4-33.**

D. PROCÉDURE D'APPROCHE INTERROMPUE

Il peut devenir nécessaire d'effectuer une approche interrompue après l'amorce des manoeuvres à vue. Aucune procédure

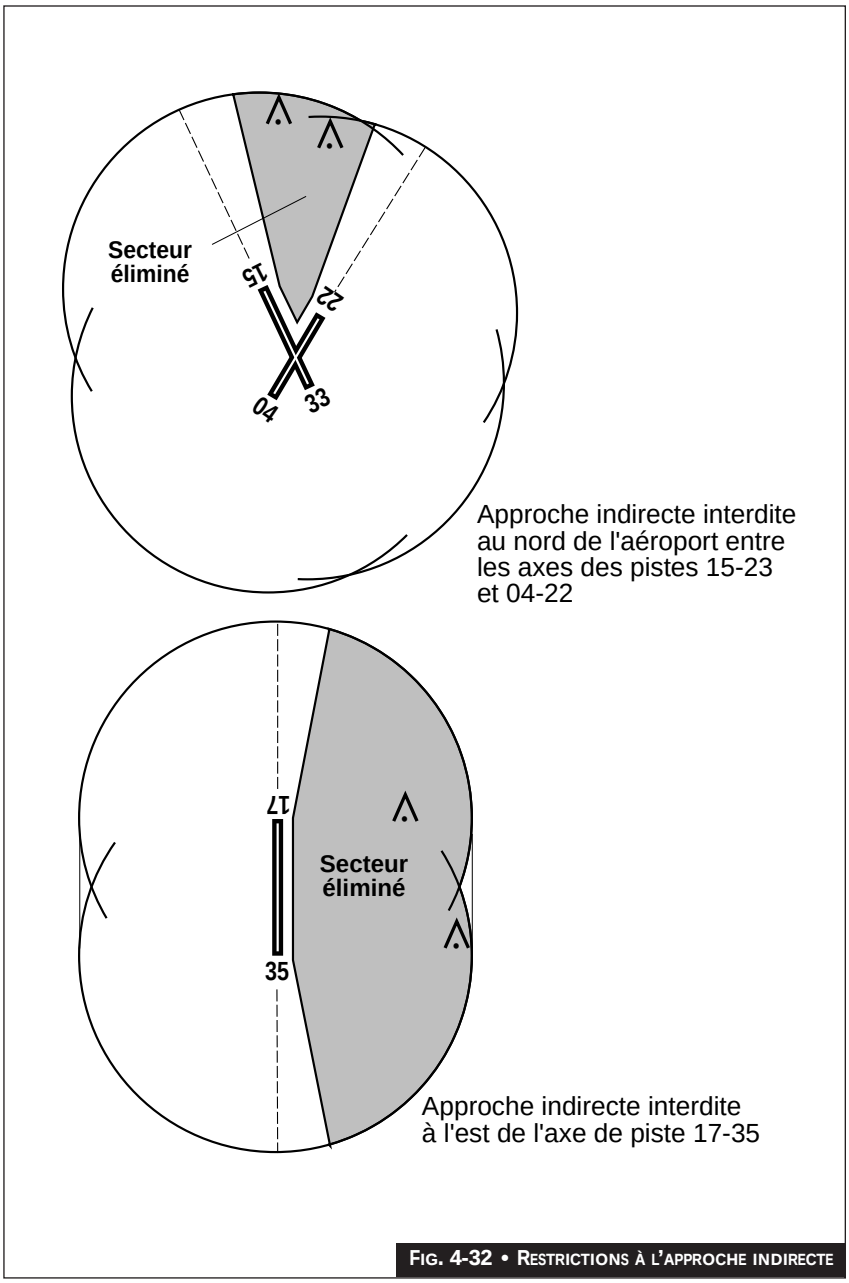


FIG. 4-32 • RESTRICTIONS À L'APPROCHE INDIRECTE

normalisée n'est prévue dans cette situation. À moins que le pilote connaisse le terrain, il est recommandé qu'il :

1/ prenne de l'altitude,
2/ oriente son appareil vers le centre de l'aéroport, et
3/ que l'aéronef soit établi autant que possible sur la trajectoire de la procédure d'approche interrompue qui est publiée pour l'approche aux instruments qu'il vient tout juste de terminer.

Même lorsque le pilote aperçoit l'aéroport à la MDA de l'approche indirecte, il doit tout de même exécuter la procédure d'approche interrompue s'il craint le moindrement que le plafond et la visibilité ne lui permettront pas de se rendre en toute sécurité au point de toucher des roues.

4.6.4
APPROCHES NDB

Pour un exemple d'une approche NDB, voir **Fig. 4-33**.

A. PASSAGE DE LA STATION

À toutes les altitudes, le premier passage à la verticale de la station est considéré comme étant le point où l'aiguille de gisement du radiocompas pointe vers le *saumon d'aile*. À haute altitude, l'aiguille de gisement peut demander 1 à 3 minutes avant de se stabiliser à 180°. À basse altitude, du fait de l'étroitesse du cône de confusion, les oscillations de l'aiguille de gisement peuvent être de faible amplitude. À proximité de la balise, l'aiguille se déplace rapidement : ne pas la suivre car les erreurs de route au voisinage de la station sont minimales. Conservez le même cap de rapprochement puis, au moment du passage à la verticale de la station, virez au plus court pour rejoindre la trajectoire d'éloignement en utilisant la même correction de dérive. Effectuez la première vérification *en 5 temps.*

Une référence pratique pour l'exécution des approches NDB est donnée ci-après :

1/ *en rapprochement vers le radiophare* - «correction voulue» pointe (de l'aiguille) plus
2/ *en éloignement du radiophare* - «correction» queue (de l'aiguille) à la valeur voulue plus.

B. VÉRIFICATION EN CINQ TEMPS

La vérification suivante en 5 temps est effectuée immédiatement après le passage de la station en *éloignement* :

VÉRIFICATION	MESURE
T -Temps(heure)	Notez l'heure à laquelle l'aéronef a commencé à voler en éloignement.
T - Tournez (virage)	Si nécessaire, virez sur un cap qui permettra d'intercepter la trajectoire en éloignement.
T - Trajectoire	Volez sur la trajectoire requise pour le virage conventionnel choisi en effectuant les compensations pour la dérive.
T - Traction (gaz)	Réduire les gaz au besoin et amorcez une descente vers l'altitude publiée du virage conventionnel. Réglez la vitesse si nécessaire.
T - Transmettez (appel)	Passez un compte rendu de position à l'organisme de contrôle, s'il s'agit d'un aérodrome non contrôlé. Aux aérodromes contrôlés, communiquez seulement les comptes rendus de position demandés par l'ATC. (Winnipeg Arrivée, Golf Alpha Lima Mide, verticale du radiophare en éloignement.)

C. APPROCHE NDB (RADIOPHARE NON SITUÉ À L'AÉROPORT)

Normalement, la vérification précédant l'atterrissage est effectuée pendant la partie en éloignement du virage conventionnel, mais le manuel d'exploitation de l'aéronef concerné devrait être consulté. L'aéronef devrait éviter de descendre au-dessous de l'altitude publiée du virage conventionnel au cours d'une partie quelconque du virage. Cette altitude est de 3 200 pi sur la **Fig. 4-33**.

Une fois établi en *rapprochement*, il est essentiel d'adopter une bonne tenue d'axe. Compensez pour la dérive le plus tôt possible car c'est cette compensation qui servira normalement jusqu'à l'aérodrome. Évitez de grands changements de cap à l'approche de la verticale de la station. *La descente de l'altitude de virage conventionnel* à l'altitude du repère d'approche ne peut être effectuée que lorsque l'aéronef est établi sur la trajectoire en rapprochement vers le radiophare (tolérance ±5°).

L'*approche finale* entre le radiophare et l'aérodrome est la plus importante de toute l'approche et sa réussite est intimement liée à une planification poussée. À la verticale du radiophare en rapprochement, effectuez une deuxième vérification en 5 temps de la façon suivante.

VÉRIFICATION	MESURE
T -Temps(heure)	Notez l'heure au «passage de la station» et commencez le minutage.
T - Tournez (virage)	Si nécessaire, virez sur le cap en rapprochement prévu.
T - Trajectoire	Volez sur la trajectoire en rapprochement en compensant pour la dérive. Effectuez de légères corrections pour éviter des corrections excessives.
T - Traction (gaz)	Réduire les gaz au besoin et amorcez une descente vers l'altitude minimale de descente publiée.
T - Transmettez (appel)	L'aéronef devrait être stabilisé à la MDA avant qu'il atteigne le point qui permet de suivre une trajectoire de vol normal vers la piste (voir article 4.6.2D). Réglez la vitesse et la configuration de l'aéronef au besoin. Transmettez un compte rendu de position à l'organisme de contrôle, (si nécessaire). (Winnipeg Tour, Golf Alpha Lima Mike, verticale du radiophare en rapprochement.)

Lorsque l'aiguille de relèvement se stabilise, vérifiez son écart par rapport à la trajectoire et apportez les corrections nécessaires. Évitez les changements trop importants de cap au cours de cette étape car l'appareil se trouve très près de la station. Maintenez la MDA et la vitesse d'approche publiées et recherchez des références visuelles. Consultez la rubrique 4.6.2 D.1 pour de plus amples renseignements sur les deux méthodes d'exécution de descente jusqu'à la MDA.

Si une *procédure d'approche interrompue* s'avère nécessaire, le pilote doit se conformer aux procédures publiées, faire part de ses intentions

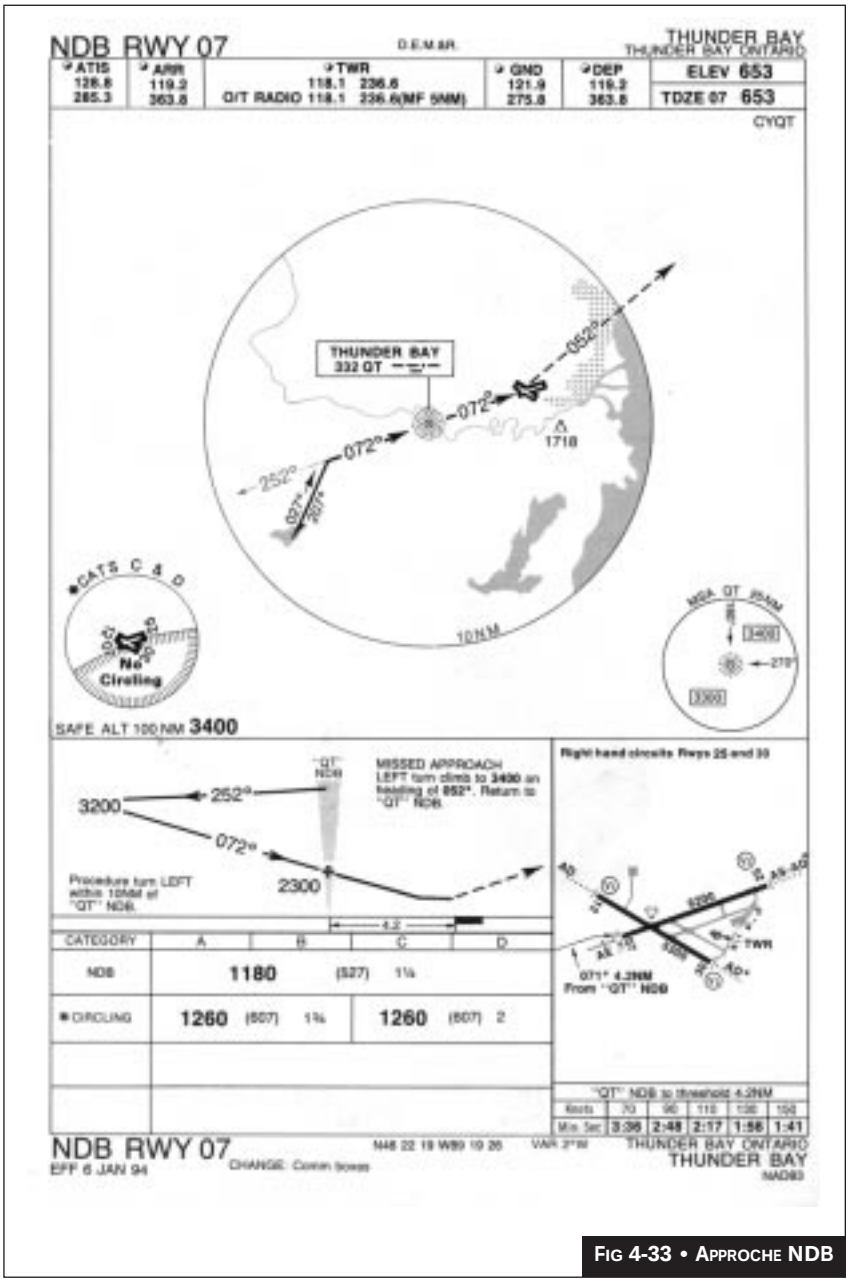


FIG 4-33 • APPROCHE NDB

à l'organisme de contrôle et demander une autre autorisation.

UNE APPROCHE INTERROMPUE EST OBLIGATOIRE LORSQUE :

1/ l'heure d'arrivée au MAP s'est écoulée sans que la référence visuelle requise soit établie, ou
2/ un atterrissage en toute sécurité n'est pas possible, ou
3/ l'organisme de contrôle ordonne au pilote de remettre les gaz ou
4/ perte du signal ou de l'orientation NDB de la trajectoire avant d'arriver au map (panne du NDB).

D. APPROCHE AU MOYEN D'UN NDB SITUÉ SUR L'AÉRODROME

Certaines approches NDB s'effectuent au moyen d'une aide située sur l'aérodrome (c.-à-d/ à moins de 1 nm). Cette situation crée des problèmes particuliers :

1/ s'il n'existe pas un point de repère en approche finale (c.-à-d. DME ou relèvements simultanés), le pilote n'a aucune indication de la *distance le séparant de la piste*, et ce, à partir du moment où il s'engage sur la trajectoire d'éloignement jusqu'à l'établissement du contact visuel avec la piste ou jusqu'au deuxième passage du NDB en rapprochement;
2/ la *branche en éloignement doit être prolongée* pour assurer une trajectoire rectiligne suffisamment longue en approche finale afin de permettre la descente requise à la MDA (on ne doit pas dépasser la distance maximale publiée pour le virage conventionnel);
3/ l*es vérifications* à effectuer au passage du radiophare en rapprochement doivent être terminées à la fin du virage conventionnel.

4.6.5
APPROCHES VOR

L'approche VOR (voir **Fig. 4-35**) est identique à l'approche NDB, vérification en 5 temps et considérations de descente comprises, à deux exceptions près. D'abord *la barre de route* fournit une référence visuelle de la position relative de l'aéronef par rapport à la trajectoire affichée sur le HSI ou au moyen du sélecteur de route (OBS). Ensuite, le survol de la station est indiqué par le drapeau TO-FROM sur la face avant de l'instrument. L'un des avantages qu'offrent les approches VOR est que le radiophare n'est pas sujet à l'erreur d'inclinaison.

Certaines approches VOR utilisent des repères DME on NDB pour établir un repère d'approche finale (**Fig. 4-36**). Généralement, un tel repère est situé à environ 4 nm du seuil de piste. Cette utilisation du NDB pour les approches VOR permet d'abaisser les minimums d'atterrissage. Si une carte

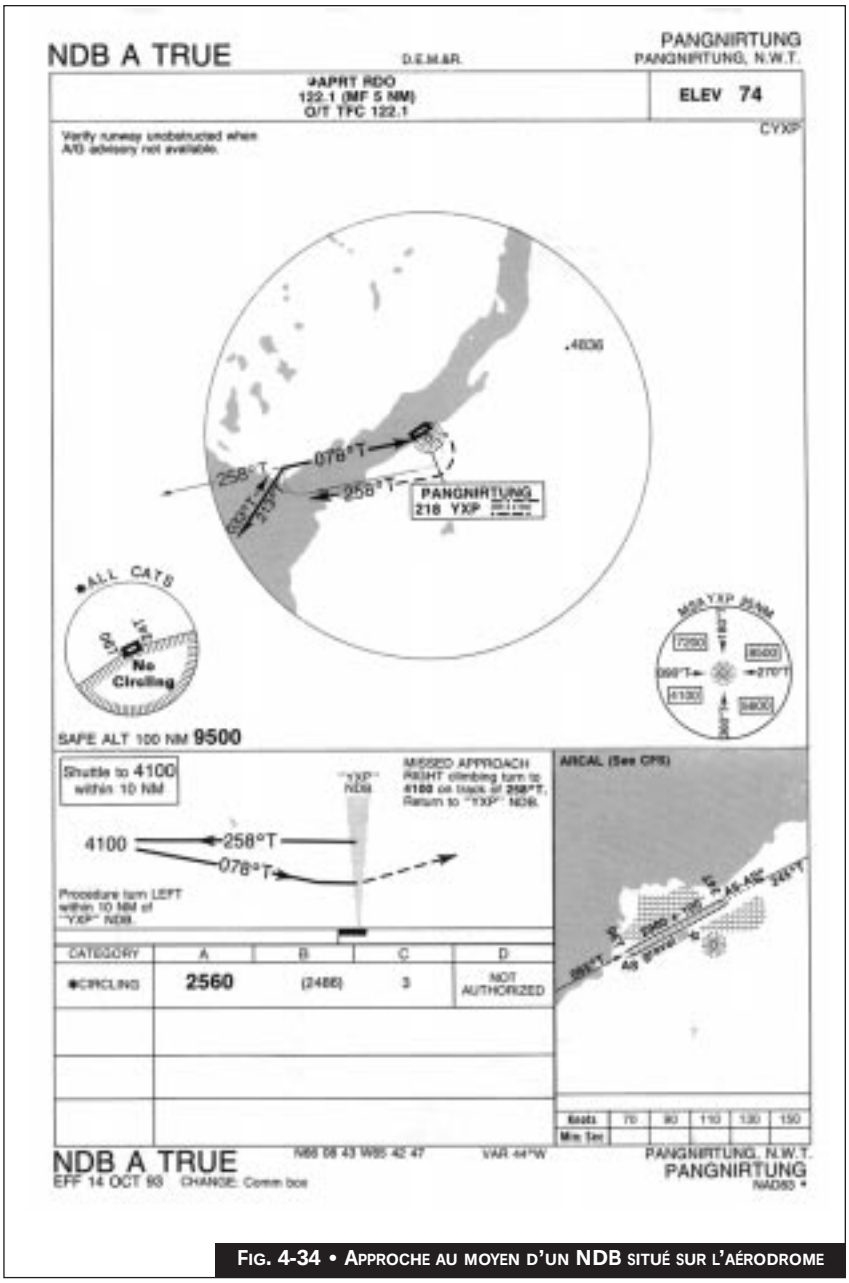


FIG. 4-34 • APPROCHE AU MOYEN D'UN NDB SITUÉ SUR L'AÉRODROME

d'approche aux instruments comporte le titre «VOR/DME» pour une piste donnée, cela signifie que les deux équipements sont nécessaires à l'exécution de l'approche en question.

Pendant le virage conventionnel, il faut s'assurer que la trajectoire de rapprochement est bien choisie à l'aide de l'OBS ou affichée dans la fenêtre de route. À proximité du VOR, les radials convergent; par conséquent, il ne faut effectuer que de légères corrections de cap afin d'éviter les dépassements. Lorsque la trajectoire en rapprochement pour l'approche finale est affichée dans la fenêtre de route, il faut suivre les indications de l'aiguille pour maintenir sa route.

4.6.6

APPROCHES AVEC ALIGNEMENT DE PISTE (LOC) ET ALIGNEMENT DE PISTE-ARRIÈRE (LOC (BC))

A. APPROCHES AVEC ALIGNEMENT DE PISTE

Une approche avec alignement de piste avant et sans indication de l'alignement de descente s'appelle (approche LOC ou approche avec alignement de piste seulement). La procédure est identique à celle suivie normalement au cours d'une approche ILS jusqu'à ce que l'aéronef intercepte le radioalignement de piste en rapprochement. Complétez la vérification en 5T (temps) en rapprochement (et en éloignement si-nécessaire)

Après que l'aéronef a intercepté le radioalignement de piste, il peut descendre jusqu'à l'altitude de franchissement du FAF publiée si elle diffère de l'altitude de virage conventionnel. La **Fig. 4-22** montre que l'altitude de franchissement du FAF pour l'approche LOC ou NDB est de 1 500 pi. Cette altitude assurera la marge de franchissement d'obstacles en approche finale avant le survol du FAF. Lors du passage à la verticale du FAF, il faut amorcer une descente à un taux prédéterminé de façon à amener l'avion à la MDA publiée pour le «LOC» à une distance appropriée du MAP (**voir 4.6.2D**)

Certaines cartes d'approches ILS illustrent en pointillé les altitudes de franchissement du FAF en cas de panne du radioalignement de descente. (**voir Fig. 4.39**)

B. APPROCHES AVEC ALIGNEMENT DE PISTE ARRIÈRE (LOC (BC))

Le radioalignement de piste arrière (LOC (BC)) suit le prolongement de l'axe de piste dans le sens contraire au radioalignement avant. Les approches avec alignement de piste arrière sont effectuées en se servant du même radiophare d'alignement de piste que pour les approches ILS avec alignement avant pour la piste inverse. L'alignement arrière ne fournit seulement que le guidage en azimut et, en l'absence d'alignement de descente, il ne permet qu'une approche de non-précision (voir **Fig. 4-37**). Il est important que le pilote ignore toutes les indications

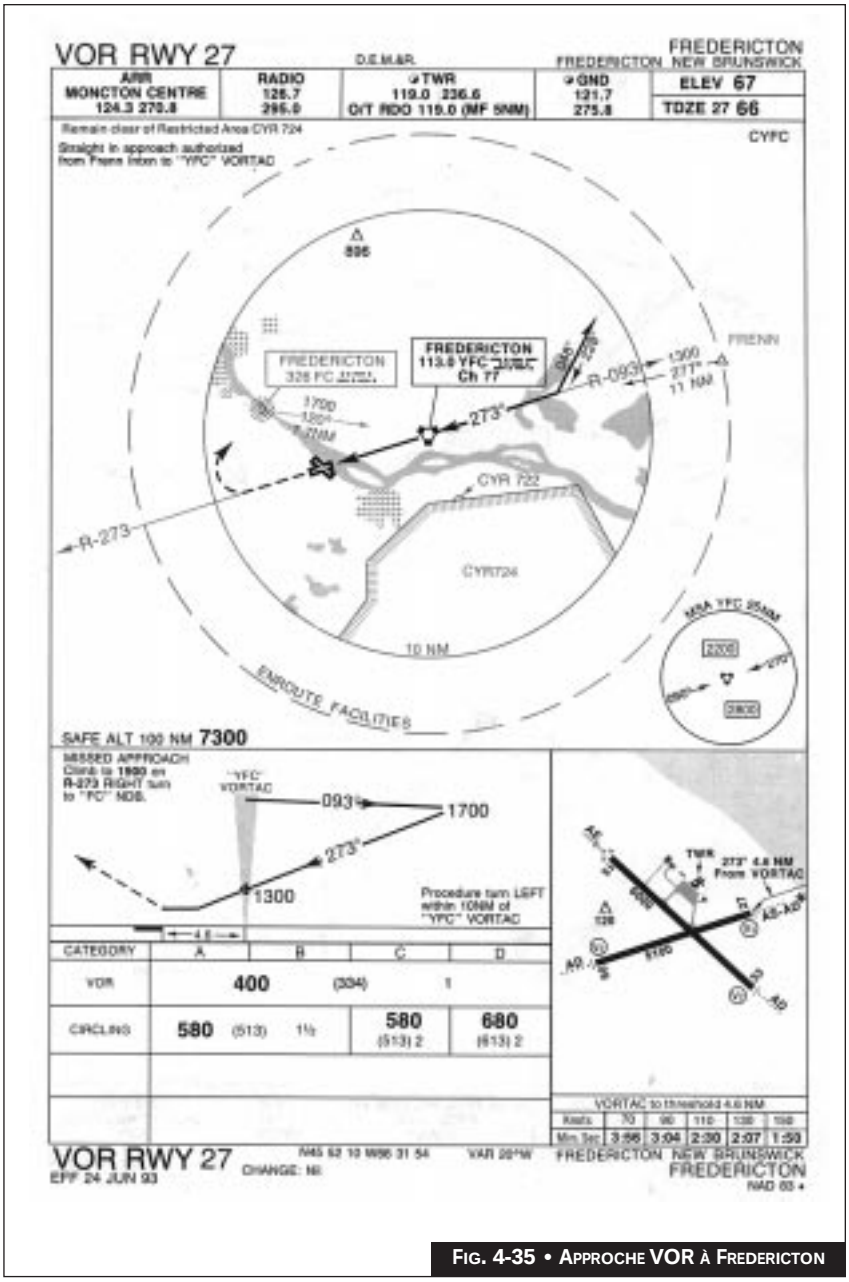


FIG. 4-35 • APPROCHE VOR À FREDERICTON

d'alignement de descente lorsqu'il effectue une approche avec alignement de piste arrière (LOC (BC)).

De nombreux aérodromes au Canada possèdent une procédure publiée pour l'alignement arrière. Étudiez la carte d'approche LOC (BC) avec soin tout en préparant l'approche et notez les caps et les altitudes à respecter. Faites attention à la distance entre le FAF et la piste ainsi qu'à l'altitude à perdre sur cette distance. Il faut faire également attention de choisir l'*alignement de piste avant dans la fenêtre de sélection de route.*

En général, les procédures utilisées sont identiques à celles d'une approche ILS avec alignement avant. Les différences résident habituellement dans l'approche finale où se posent des problèmes d'orientation.

Au cours d'une approche LOC (BC), le pilote doit interpréter en *sens inverse* l'information fournie par la barre de route (TB), à moins que l'équipement ne soit doté d'un dispositif d'inversion (tel un HSI). En d'autres mots, pour demeurer sur l'alignement de piste, le pilote doit effectuer les corrections nécessaires en allant de l'aiguille vers le centre de l'instrument plutôt que l'inverse. La situation est la même lorsque le pilote se sert du faisceau avant au cours d'un départ. Par conséquent, que ce soit en éloignement sur le faisceau avant ou en rapprochement sur le faisceau arrière, le pilote doit interpréter la TB de façon inverse (sauf si l'équipement est doté d'un dispositif d'inversion).

Il faut agir avec précaution lors des corrections pour revenir ou pour se maintenir sur l'alignement arrière. D'autre part, les *corrections doivent être de faible amplitude à l'approche de l'émetteur,* car la largeur du faisceau est très étroite à une distance proche de l'installation. Se rappeler que le radiophare d'alignement de piste est situé à environ 1 000 pi de l'extrémité de piste (côté aval).

À bord des aéronefs équipés de HSI, il n'existe aucune inversion apparente de l'instrument. Par conséquent, l'approche est effectuée comme une approche avec alignement de piste avant. Certains directeurs de vol compensent également pour l'inversion perçue de l'instrument. Vérifiez les manuels de l'aéronef et les guides d'exploitation pour de plus amples renseignements.

Calculer le temps jusqu'au point d'approche interrompue lors de la préparation de l'approche. Se rappeler que les vitesses utilisées ne sont que des vitesses-sol (en noeuds). Le point d'approche interrompue se trouvant habituellement au niveau du seuil de piste, il faut avoir atteint la MDA *avant la fin du délai prévu* de façon à effectuer l'atterrissage à l'issue de l'approche.

Chaque radiophare d'alignement de piste comporte un faisceau d'alignement arrière. Toutefois, en raison de l'emplacement de

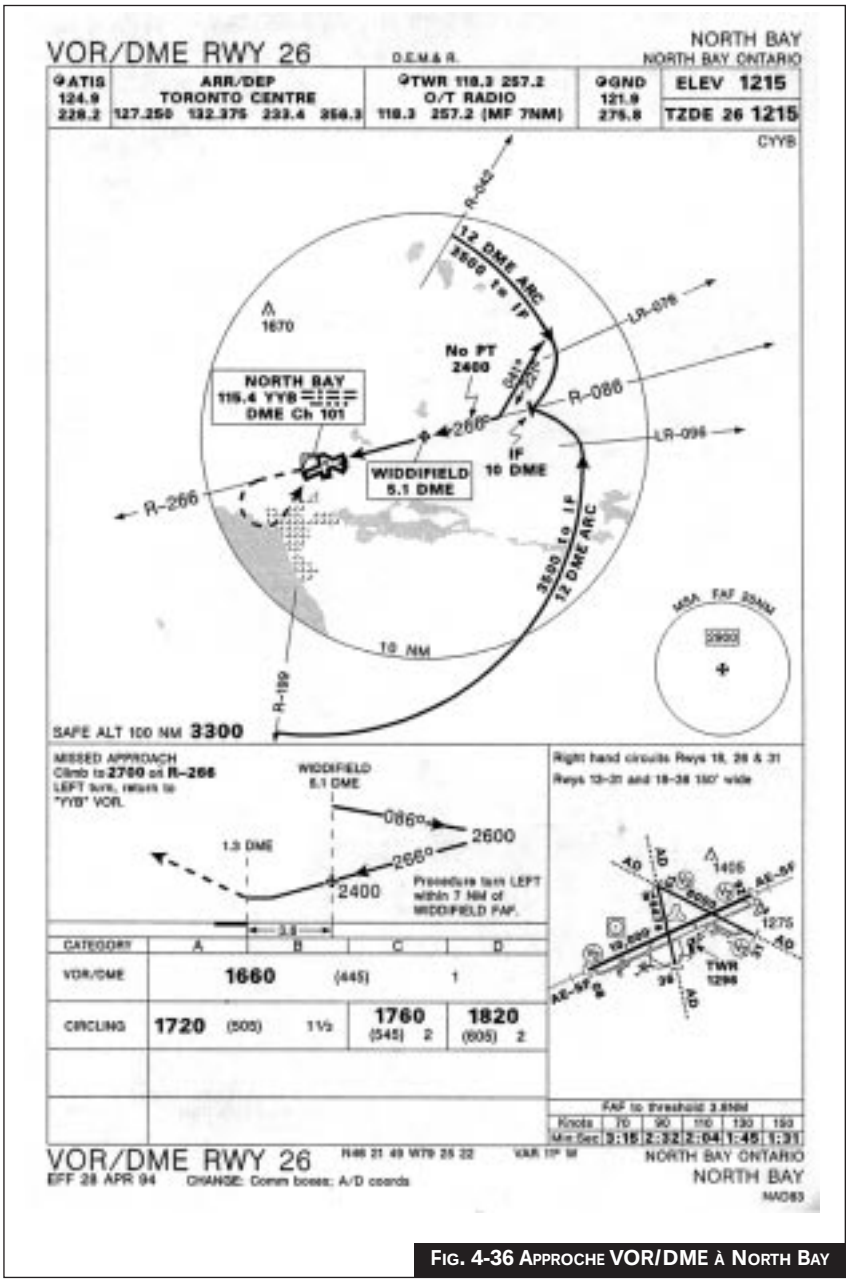


FIG. 4-36 APPROCHE VOR/DME À NORTH BAY

l'équipement, des obstacles ou d'autres facteurs, il se peut que l'approche avec alignement arrière ne soit pas publiée dans le Canada Air Pilot.

4.6.7
APPROCHES ILS

Les approches ILS au Canada sont regroupées en deux catégories : CAT I et CAT II.

A. CATÉGORIE I (CAT I)

L'approche ILS de base est appelée approche catégorie I. Une qualification de vol aux instruments permet à un pilote d'effectuer des approches ILS de catégorie I. *Les minimums de base* pour les approches de catégorie I sont une hauteur de décision (DH) de 200 pi au moins au-dessus de la zone de toucher des roues. Les limites de visibilité fournies à titre consultatif sont généralement de 1/2 mille terrestre ou RVR26. Les minimums réels peuvent toutefois être plus élevés pour un certain nombre de raisons, y compris le relief, ou si l'un ou plusieurs des éléments du système ou des aides visuelles ne sont pas installés ou sont temporairement hors service.

B. CATÉGORIE II (CAT II)

Les approches de catégorie II requièrent une certification spéciale des pistes, des aéronefs et des pilotes. Les minimums de base de la catégorie II sont une RVR de 12 et une hauteur de décision non inférieure à 100 pi. Voir l'exemple à la **Fig. 4-38**. La hauteur de décision pour la CAT II est fondée sur les indications de l'altimètre radar, tandis que la hauteur de décision pour la CAT I se fonde sur les indications de l'altimètre barométrique.

Il existe quatre types fondamentaux d'exigences en ce qui concerne les minimums d'atterrissage de catégorie II : 1) la certification du transporteur aérien ou de l'exploitant par Transports Canada; 2) les qualifications spéciales du pilote; 3) les caractéristiques spéciales de l'aéronef en ce qui concerne la certification et l'équipement de l'appareil; et 4) les caractéristiques de la piste et des installations, y compris l'installation et la certification d'équipement relativement perfectionné et la conformité à des règles strictes relatives au prolongement dégagé (franchissement d'obstacles). De plus amples renseignements sur les approches ILS CAT II figurent dans le TP 1490, *Manuel d'exploitation tout temps (Catégorie II).*

C. APPROCHES ILS

Une carte d'approche ILS est illustrée à la **Fig. 4-39**.

Des pilotes ont connu des difficultés à placer leurs aéronefs en rapprochement sur les radiophare d'alignement de piste ILS. Ces difficultés se présentent au cours de la transition

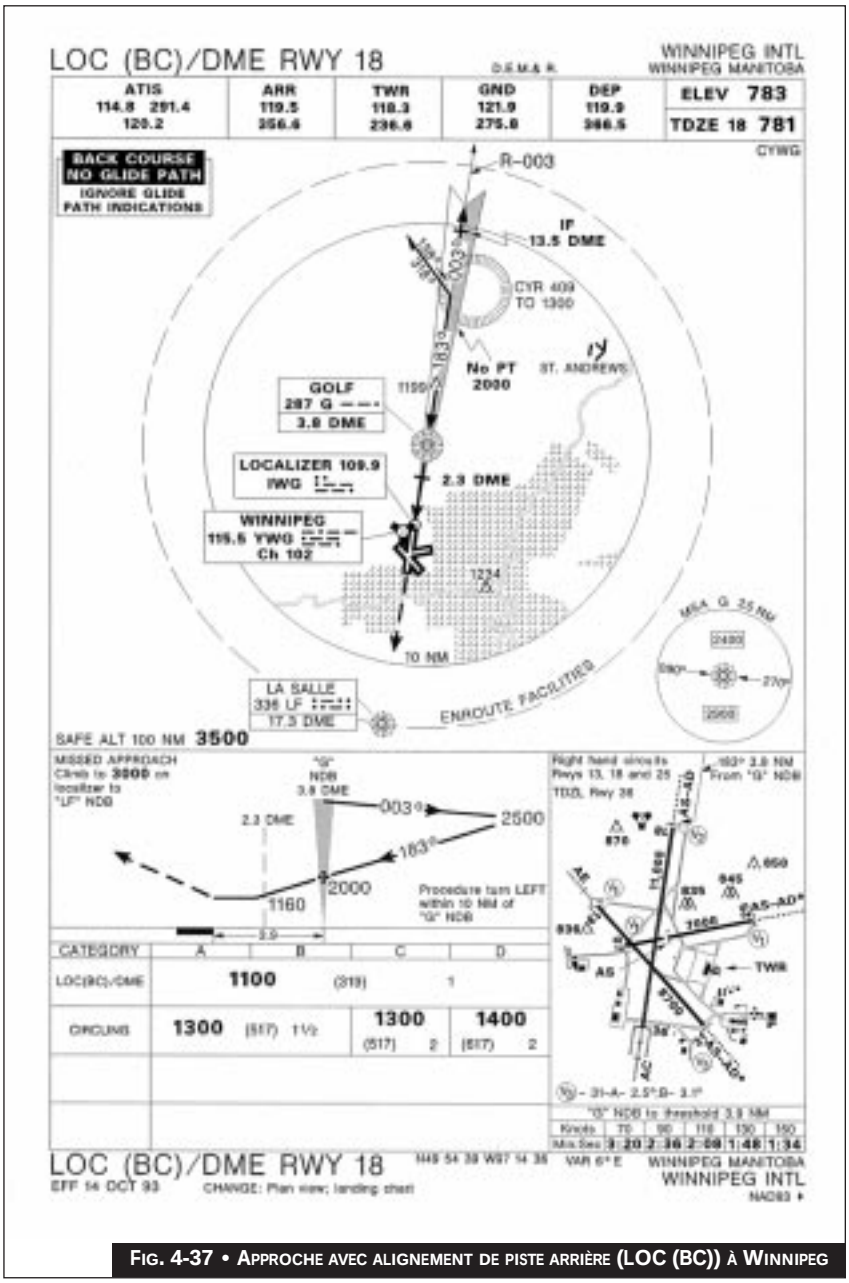


FIG. 4-37 • APPROCHE AVEC ALIGNEMENT DE PISTE ARRIÈRE (LOC (BC)) À WINNIPEG

vers une approche directe alors que l'aéronef est toujours en dehors de la zone de fiabilité du radiophare d'alignement de piste. Cette situation peut se présenter en dehors de la trajectoire d'approche nominale de 35°(**Fig. 2-82**) dans un rayon de 10 nm ou de 10° de la trajectoire d'approche lorsque l'aéronef est à plus de 18 nm. Les pilotes évoluant sur des trajectoires de transition, y compris des arcs, jusqu'au repère intermédiaire, peuvent recevoir des anomalies du signal (*fausses indications de l'alignement de piste*) alors qu'ils se trouvent à l'extérieur de la zone de fiabilité du signal de navigation.

Les pilotes doivent *confirmer leur position* lorsqu'ils effectuent une approche ILS, et ce, de la façon suivante :

1/ sur une transition d'arc, l'interception du radial d'amorce se fait à environ 2 nm de l'interception de l'alignement de piste;

2/ sur un relèvement, sur un radial ou sur une trajectoire de navigation à l'estime, un relèvement ADF peut confirmer l'interception de l'alignement de piste. Si un pilote est autorisé à effectuer une approche ILS sans guidage radar ou à suivre une transition publiée, il doit se rendre directement au NDB ou à l'IF en s'assurant que pendant la transition, il ne vole pas à une altitude inférieure à l'altitude IFR minimale appropriée;

3/ en guidage radar, une autorisation d'approche ILS n'est généralement pas émise tant que l'aéronef ne se trouve près de la trajectoire d'approche finale.

Dans tous les cas, la position du pilote sera confirmée en dernier lieu lorsque la trajectoire de son aéronef coïncide avec le relèvement de l'alignement de piste, c'est-à-dire avec la barre de route centrée.

Par la suite, l'aéronef doit respecter strictement les indications sur l'axe ainsi que l'alignement de descente. Une déviation de l'aiguille d'azimut ou de l'aiguille verticale sur la moitié de leur secteur place l'aéronef près du bord ou du bas de l'*espace aérien* protégé où il risque d'évoluer en dessous de la marge de franchissement d'obstacles.

Pour des raisons de sécurité, les trajectoires d'approche intermédiaire ou les guidages radar placent l'aéronef sur l'alignement de piste à une altitude inférieure à l'altitude nominale de l'alignement de descente avant l'interception de celui-ci. Si l'aéronef est en rapprochement sur l'alignement de piste *au-dessus de la pente de descente*, le pilote doit faire extrêmement attention étant donné qu'il doit suivre une procédure non standard et pourrait avoir besoin d'un taux de descente excessif pour regagner la pente de descente.

Vers la fin du virage conventionnel, le pilote

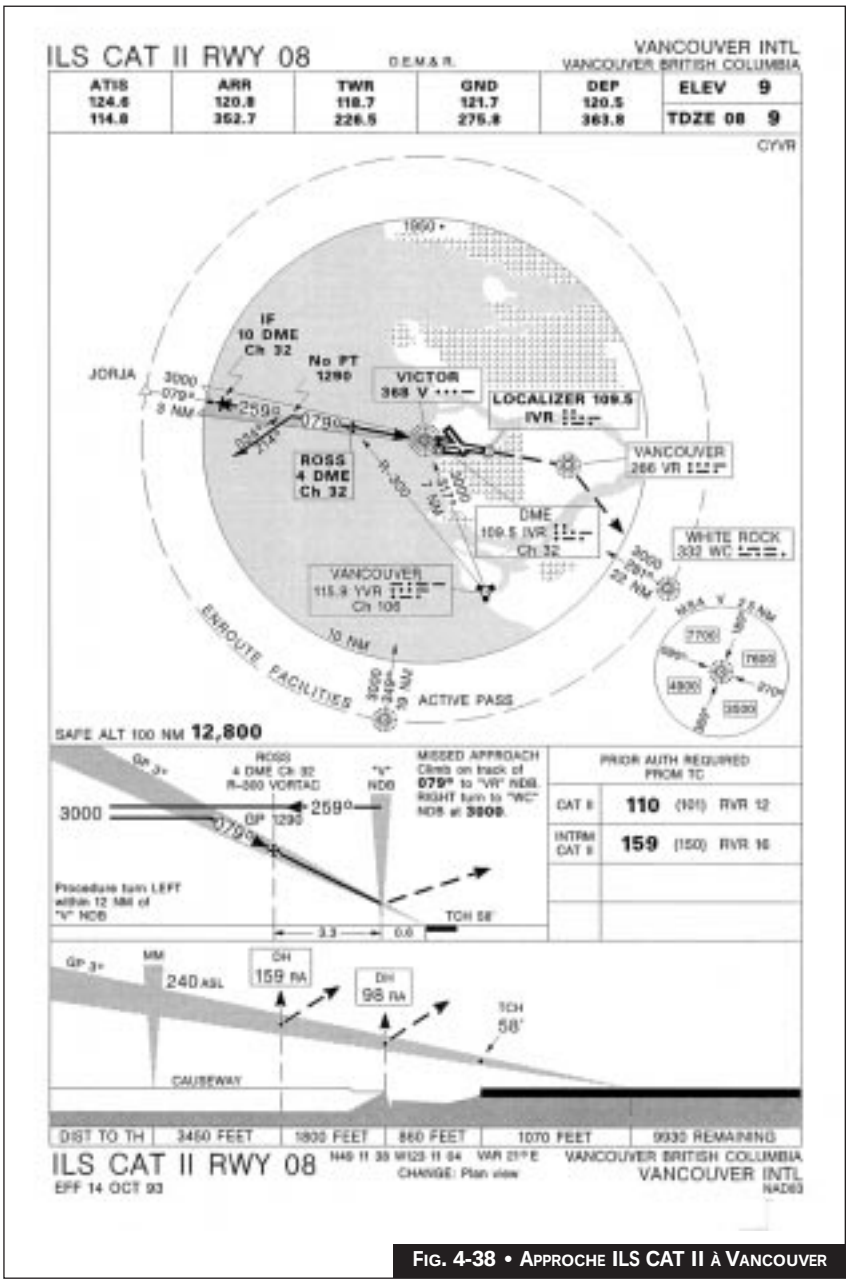


FIG. 4-38 • APPROCHE ILS CAT II À VANCOUVER

doit prendre un cap qui lui permettra d'intercepter l'axe de rapprochement du radiophare d'alignement de piste (en règle générale, il est recommandé d'adopter un angle d'interception de 45°). L'interprétation de la vitesse de déplacement de la barre d'écart de route permet d'amorcer le virage en rapprochement avec une anticipation suffisante. L'aéronef ne doit pas être autorisé à descendre au-dessous de l'altitude du virage conventionnel publiée.

Au départ, l'indicateur de pente de descente (GSI) est placé dans la partie supérieure de l'instrument, ce qui signifie que la pente de descente se trouve au-dessus. Contrairement à la barre d'écart de route, l'indicateur de pente de descente est toujours directionnel : en corrigeant vers l'indicateur de pente, on ramène toujours l'aéronef sur la pente de descente. L'indicateur s'abaisse vers le centre de l'instrument et l'interception du plan de descente intervient normalement avant que l'avion ait atteint le FAF. *L'altitude FAF publiée* sur la carte d'approche *n'est* destinée qu'à permettre la vérification des altimètres et du plan de descente - ce *n'est* pas une hauteur de sécurité. Elle devrait être utilisée à titre de confirmation de l'indication de l'altimètre et pour vérifier que l'aéronef ne se trouve pas sur une mauvaise pente de descente. On s'attend à des écarts de ± 100 pieds, ce qui est tout à fait normal, en raison de la température. Le pilote doit inclure l'indicateur de pente (GSI) dans la contre-vérification des indications instrumentales en prévision de l'interception, et il doit être prêt à commencer sa descente sitôt que l'indicateur de pente s'aproche du centre. Le degré d'anticipation dépend de la vitesse du déplacement du GSI, de sorte que, au moment où il atteint le centre de l'instrument, un taux de descente défini soit établi. Réglez les gaz et la configuration, au besoin, pour maintenir la vitesse et le taux de descente voulus.

Le pilote doit conserver un taux de descente et un cap constants jusqu'au moment où l'un des indicateurs, ou les deux, s'écartent du centre. Aussitôt que le pilote détecte un écart sur l'indicateur de pente, il doit corriger le taux de descente en modifiant l'assiette vers l'indicateur. La faible profondeur de la pente de descente entraîne des mouvements rapides de l'indicateur, mais habituellement, les corrections nécessaires pour ramener l'indicateur au centre sont de faible amplitude. Si l'aéronef s'écarte du radioalignement de piste, provoquant ainsi un déplacement de la barre d'écart de route par rapport au centre, effectuez une correction dans le sens de la barre d'après le compas pour revenir sur le radioalignement de piste, puis choisissez un nouveau cap qui tient compte de la dérive. La barre d'écart de route n'est pas un instrument de pilotage; toutes les corrections vers le radioalignement doivent donc s'effectuer à l'aide du compas.

Le *segment d'approche finale* commence au repère ou à l'aide à la navigation qui permet de vérifier les indications de l'alignement de descente et de

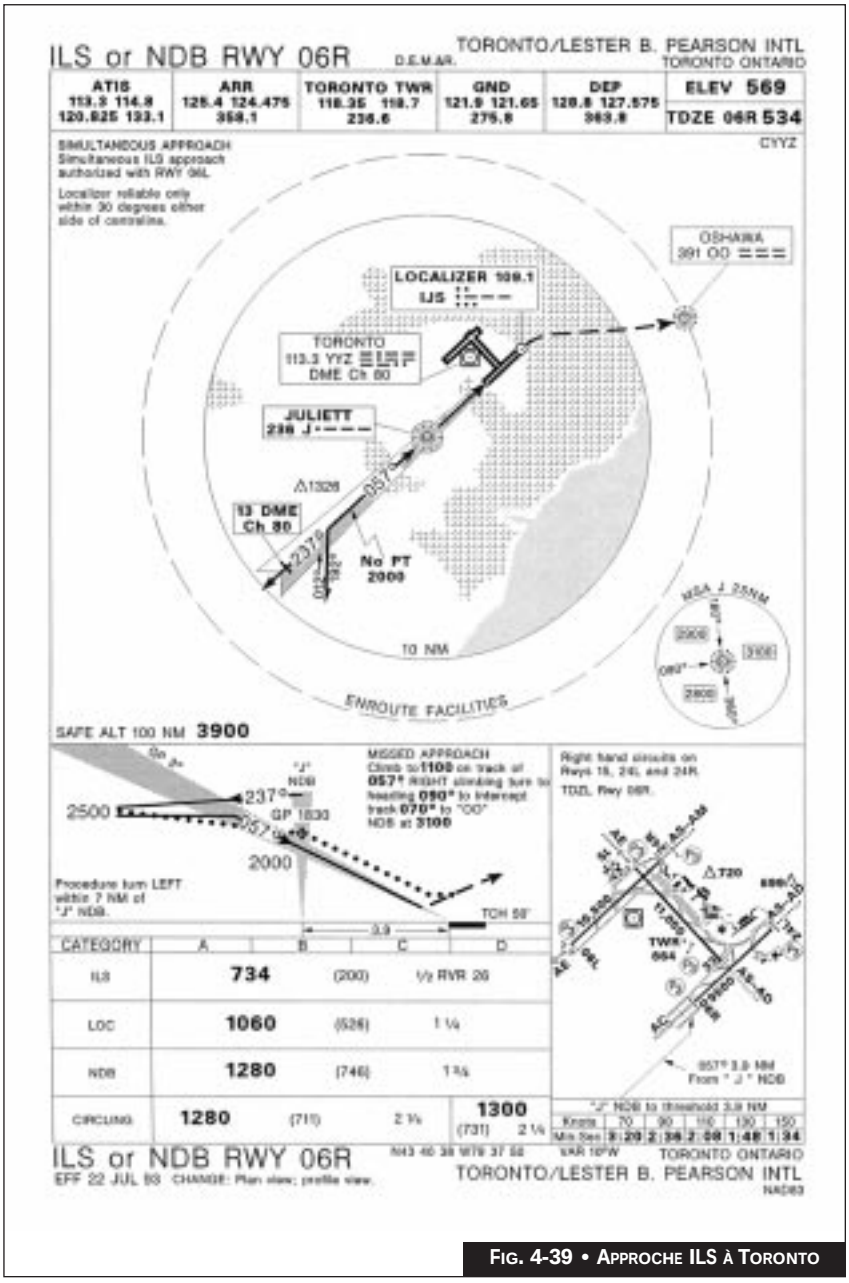


FIG. 4-39 • APPROCHE ILS À TORONTO

l'altimètre. La radioborne extérieure (OM), le DME ou un NDB sont généralement utilisés à cette fin.

Si un radiophare non directionnel (NDB) est associé à la radioborne extérieure, le pilote recevra une indication normale du passage de la station. Comme dans le cas des autres types d'approche, une *vérification «5-T»* devrait être effectuée au passage du IAF en éloignement et en rapprochement du FAF.

Lorsque l'aéronef est stabilisé sur l'axe du radiophare d'alignement de piste et sur la pente de descente, les corrections doivent se limiter à de légers changements de cap et de taux de descente à l'approche du seuil de piste. Cette précaution est nécessaire du fait du rétrécissement rapide des deux faisceaux, ce qui se traduit par une sensibilité croissante de la barre d'écart de route et de l'indicateur de pente (GSI).

Si, à n'importe quel moment au cours de l'approche finale avant la DH, le pilote constate une *déviation maximale de l'aiguille* d'alignement de piste, il doit effectuer une approche interrompue. Quand l'aiguille du GSI dévie totalement vers le bas, le pilote peut continuer à descendre jusqu'à une MDA de non-précision sans utiliser des taux excessifs de descente. Si l'aiguille du GSI dévie totalement vers le haut, l'aéronef devrait effectuer une approche interrompue puisque le franchissement d'obstacles n'est plus garantie.

Si le guidage sur l'alignement de descente est perdu (c.-à-d. apparition du drapeau) au cours de l'approche, la procédure devient une approche de non-précision. Le pilote peut descendre à la MDA du LOC à l'heure appropriée, à condition qu'une MDA soit publiée pour le cas où le guidage d'alignement de descente ne fonctionne pas.

Comme dans le cas de toutes les approches, la descente au-dessous de la MDA ou de la DH *doit* s'effectuer *seulement lorsque le pilote a établi le contact visuel requis.*

Si le pilote ne peut établir le contact visuel requis à l'altitude minimale publiée (DH), il doit effectuer une procédure d'approche interrompue. Quoiqu'une certaine descente au-dessous de la DH puisse se produire pendant la transition de la descente à la montée, il est absolument obligatoire de minimiser une telle descente en assurant un contrôle rapide et précis de l'aéronef. Après avoir remis les gaz et une fois l'aéronef en remontée conformément à la procédure d'approche interrompue publiée, vous devez informer l'organisme de contrôle des mesures que vous avez prises et de vos intentions. Demandez une autre autorisation.

FIG. 4-40 • SUR L'AXE, SUR L'ALIGNEMENT DE DESCENTE

4.6.8

APPROCHES RADAR

A. GÉNÉRALITÉS

Le contrôle de la circulation aérienne applique l'espacement radar des aéronefs à l'arrivée afin d'établir et de maintenir la séquence d'arrivée qui permettra d'éviter autant que possible des «piles d'attente ou délais». Pendant la phase d'approche, le guidage radar permet de placer l'aéronef sur l'alignement d'une aide d'approche. On guide l'aéronef de façon qu'il rejoigne la trajectoire d'approche finale à deux milles environ du point où doit commencer la descente finale. Au cours de l'approche au radar de précision, l'ATC guide l'aéronef au moyen du radar de surveillance jusqu'à un point prédéterminé, point où il transfère le contrôle de l'aéronef au contrôleur radar de précision pour que le pilote puisse recevoir les instructions de descente.

EXEMPLE:

«SDC, ARRIVAL, 3 MILES FROM THE OUTER MARKER, TURN RIGHT HEADING 180 TO INTERCEPT FINAL APPROACH COURSe. CLEARED TO THE TORONTO AIRPORT FOR STRAIGHT-IN ILS RUNWAY 15 APPROACH».
(SDC, ARRIVÉE, 3 MILLES DE LA RADIOBORNE EXTÉRIEURE, VIREZ À DROITE CAP 180 POUR INTERCEPTER ALIGNEMENT D'APPROCHE FINALe. AUTORISÉ APPROCHE DIRECTE, AÉROPORT DE TORONTO, PISTE 15).

ou pour une approche au radar

«SDC, ARRIVAL, TURN LEFT HEADING 230 FOR FINAL APPROACH. 8 MILES FORM THE AIRPORT. CLEARED TO THE GREENWOOD AIRPORT FOR A PRECISIOIN RADAR APPROACH, RUNWAY 26».
(SDC, ARRIVÉE, VIREZ À GAUCHE, CAP 230 POUR APPROCHE FINALE 8 MILLES DE L'AÉROPORT. AUTORISÉ À L'AÉROPORT DE GREENWOOD POUR UNE APPROCHE RADAR DE PRÉCISION, PISTE 26).

B. RADAR D'APPROCHE DE PRÉCISION (PAR)

Certains aéroports militaires sont équipés du *radar d'approche de précision (PAR)*. Les approches au radar de précision fournissent au pilote des données d'azimut, de distance et de descente. Les limites météorologiques normales pour le PAR sont 200 pieds de plafond et 1/2 mille de visibilité. Les minimums pour les approches PAR et les aérodromes qui en sont équipés, sont publiés dans la section GEN du CAP.

L'approche peut s'effectuer *sans un compas en fonctionnement* en suivant les directives fournies par le contrôleur radar. On peut également contourner *une panne totale radio* en syntonisant un NDB équipé d'un dispositif en phonie; le contrôleur PAR communiquera alors les instructions au pilote sur la fréquence du NDB. Si le pilote n'accuse pas réception des instructions du contrôleur avant l'approche finale, cela indiquera que le récepteur PAR seulement est en fonctionnement. Le *Supplément de vol Canada aussi* donne la liste des aérodromes militaires équipés de PAR et ceux qui ont la possibilité d'émettre sur un NDB (en indiquant un «T» après la fréquence).

Du point de vue du pilote, l'approche au radar se divise en un *circuit de piste* et une *approche finale*. Le circuit de piste comprend toutes les manoeuvres jusqu'à un point situé 7 à 8 milles du point de toucher des roues sur la trajectoire d'approche finale au taux normalisé (TAUX 1) pour tous les virages. L'approche finale commence tout de suite après le circuit de piste et se termine après l'atterrissage ou à l'amorce d'une procédure d'approche interrompue. Tous les virages au cours de l'approche finale ne devraient pas dépasser une cadence de 1/2 ou taux normalisé.

Pendant le circuit de piste de l'approche radar, le contrôleur, après avoir établi l'identification radar, demandera au pilote d'accuser réception du calage altimétrique et de l'altitude. Le contrôleur fournira au pilote des instructions de remplacement au besoin, suivies des renseignements pour l'atterrissage. La pente de descente et la hauteur de décision sont communiquées au pilote à l'étape vent arrière. À cette étape, le contrôleur responsable de l'approche finale confirmera l'altitude et le calage altimétrique. Il fournira ensuite les instructions relatives aux pannes de communication et d'approche interrompue. Voir la **Fig. 4-41**.

Avant d'atteindre la pente de descente, le pilote doit réduire la vitesse jusqu'à la vitesse d'approche finale recommandée pour le type d'aéronef utilisé. Lorsque le contrôleur radar observe que l'appareil intercepte la pente de descente, il donne des instructions au pilote de commencer la descente pour l'angle de pente correspondant. Les renseignements relatifs à la position par rapport à la pente de descente sont transmis à intervalles réguliers, afin de fournir une indication précise.

Un contrôle précis du cap revêt la plus grande importance pendant l'approche finale, car il facilite la tâche du contrôleur qui cherche à mettre l'appareil sur la trajectoire d'approche finale. Des corrections au nouveau cap doivent être effectuées immédiatement. Le contrôleur radar fonde toujours ses nouvelles instructions sur l'hypothèse que ses instructions précédentes ont été bien exécutées. Les contrôleurs PAR sont aussi capable sur demande du pilote de fournir la surveillance radar d'une approche ILS.

C. RADAR DE SURVEILLANCE D'AÉRODROME (ASR)

L'approche au *radar de surveillance d'aéroport (ASR)* utilise les fonctions de surveillance du radar pour fournir des informations d'azimut et de distance au pilote. Le contrôleur ne dispose pas de renseignements sur l'altitude ou la position de l'aéronef par rapport à la pente de descente idéale. Les limites météorologiques pour les approches ASR sont généralement un plafond de 400 pieds et une visibilité de 1 mille.

Le *circuit de piste* de l'approche au radar de surveillance est identique à celui de l'approche

au radar de précision. Pendant *l'approche finale*, jusqu'au point d'interception de la pente de descente, le pilote reçoit les mêmes instructions que lors d'une approche de précision. Le pilote affiche un taux de descente dès réception de l'instruction à cet égard, mais, étant donné qu'aucune information de pente de descente n'est fournie pendant une approche au radar de surveillance, le pilote ne peut pas recevoir d'instructions destinées à corriger le taux de descente. Le contrôleur, par contre, donne une indication de l'altitude optimale à chaque mille de l'approche. Si le pilote désire recevoir cette information, il devrait le demander pendant le circuit. Après la mise en palier à la MDA, le pilote doit continuer jusqu'à ce qu'il ait la piste en vue ou jusqu'à ce que le contrôleur radar l'informe qu'il a atteint le MAP.

Aux aéroports civils canadiens, lorsque la couverture du radar de surveillance le permet, un contrôleur de la circulation aérienne peut fournir une approche au radar de surveillance s'il ne peut recourir à aucune autre méthode d'approche. Le pilote doit déclarer une urgence et demander une approche au radar de surveillance.

NOTA :

Les radars de Transports Canada ne sont pas vérifiés en vol ou mis en service pour les fins d'approche de surveillance et les contrôleurs de Transports Canada ne sont pas expressément formés pour fournir ce type de service.

4.6.9
APPROCHES RNAV

Au moment de la publication du présent document, il existait deux types d'approche RNAV de *non-précision* autorisés : l'approche RNAV multicapteurs et celle du système de positionnement global (GPS). Les rubriques 2.2.9 D et G fournissent des détails sur l'équipement requis et son mode d'utilisation. Dès que les GPS différentiels seront installés au Canada, il sera possible d'effectuer des approches de précision à l'aide du GPS. (voir AIP Canada pour les derniers renseignements)

A. APPROCHES GPS

Il existe deux catégories d'approche de non-précision GPS (NPA) - *recouvrements* et *autonomes*. Les aides à la navigation classiques (VOR, NDB), n'ont pas besoin d'être surveillées lorsqu'on effectue une NPA GPS autonomes tant que certaines conditions sont respectées.

L'approche de recouvrement GPS repose sur un NPA actuel - VOR, VOR/DME, NDB, NDB/DME - mais le GPS est utilisé pour effectuer l'approche. L'approche autonome GPS est une approche entièrement nouvelle conçue pour le GPS.

1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

a/ L'équipement d'avionique du GPS doit satisfaire aux exigences de la TSO C-129 ou à des critères équivalents. Il doit être installé et homologué conformément à la réglementation pertinente.

b/ Une approche GPS ne doit pas être effectuée à moins que cette approche aux instruments soit puisée dans la base de données de l'avionique. Celle-ci doit enregistrer tous les points de cheminement, les intersections et(ou) les aides à la navigation requis pour définir l'approche et les présenter dans l'ordre illustré sur la carte de procédure d'approche aux instruments

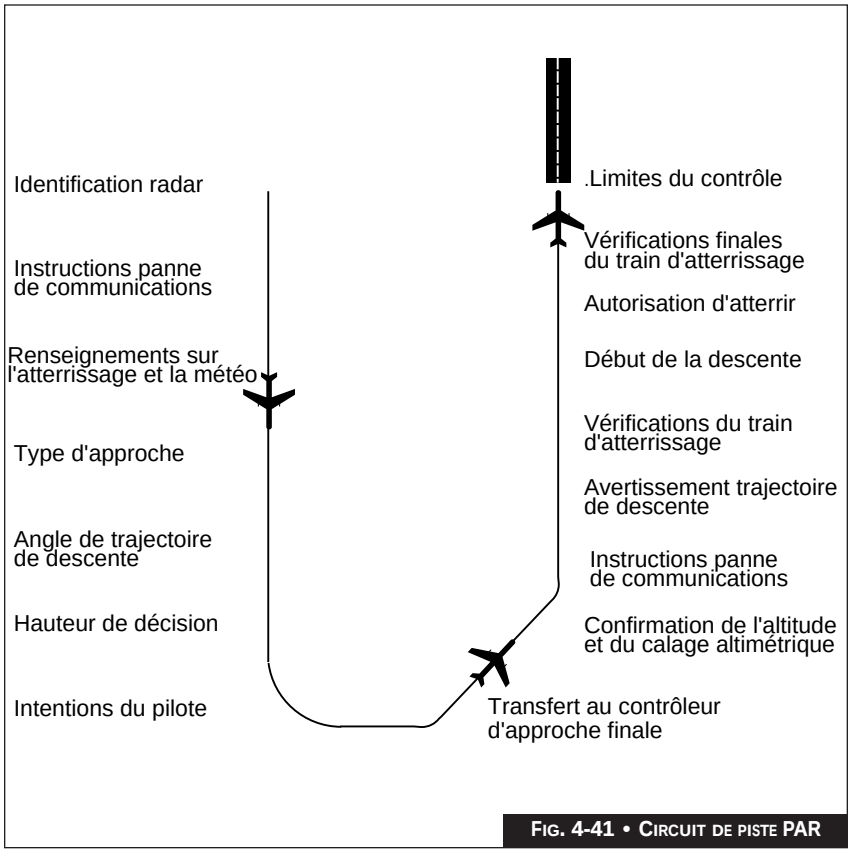


FIG. 4-41 • CIRCUIT DE PISTE PAR

de non-précision publiée.

c/ L'autorisation générale concernant l'utilisation du GPS pour l'exécution d'approches aux instruments est présentement limitée au VOR, VOR/DME, NDB et NDB/DME disponible dans le CAP. L'utilisation du GPS pour tout autre procédure d'approche aux instruments doit être autorisée.

NOTA :

Les approches qui peuvent être effectuées au moyen du GPS sont indiquées dans le Canada Air Pilot ou peuvent être autorisées de manière spéciale pour des compagnies données.

2. *APPROCHES DE RECOUVREMENT GPS*

a/ Les aides à la navigation au sol nécessaires en vue de l'approche publiée doivent être en état de fonctionnement et les équipements requis pour exécuter cette approche doivent être installés et en état de fonctionnement et *être surveillés* par l'équipage de conduite pendant l'approche.

b/ L'approche doit être demandée et autorisée en utilisant le ***nom publié de l'approche*** (p. ex. : «NDB RWY 24», «VOR RWY 24» (NDB PISTE 24, VOR PISTE 24)). Il n'est pas nécessaire de modifier l'identification de l'approche aux instruments publiée.

NOTA :

S'il y a contradiction entre le GPS et les aides à la navigation classiques, le pilote doit revenir aux aides à la navigation classiques pour la navigation.

3. *APPROCHES GPS AUTONOMES*

a/ L'appareil doit être équipé du RAIM (contrIole autonome de l'intégrité du récepteur) pour les fins de l'intégrité relative au guidage de navigation au cours de l'approche.

b/ Les aides à la navigation au sol qui définissent habituellement l'approche publiée à l'aéroport de destination *peuvent ne pas être en état de fonctionnement.*

c/ Une procédure d'approche aux instruments autorisée, autre que GPS, doit être établie pour l'*aérodrome de dégagement* requis, et on anticipera sa mise en oeuvre au moment d'arrivée prévue. L'équipement de bord requis pour l'exécution de cette approche doit être installé et opérationnel. De même, l'équipement requis pour recevoir les aides à la navigation classiques, qui définissent la route à suivre entre le point de départ et l'aéroport de destination vers l'aérodrome de dégagement requis, doit également être installé et opérationnel.

d/ L'approche publiée doit être identifiée et demandée à titre d'*approche GPS* (p. ex. : «GPS RWY 13» (GPS PISTE 13)).

4. *EXÉCUTION D'APPROCHE GPS*

Les approches GPS doivent être effectuées comme les autres approches de non-précision en

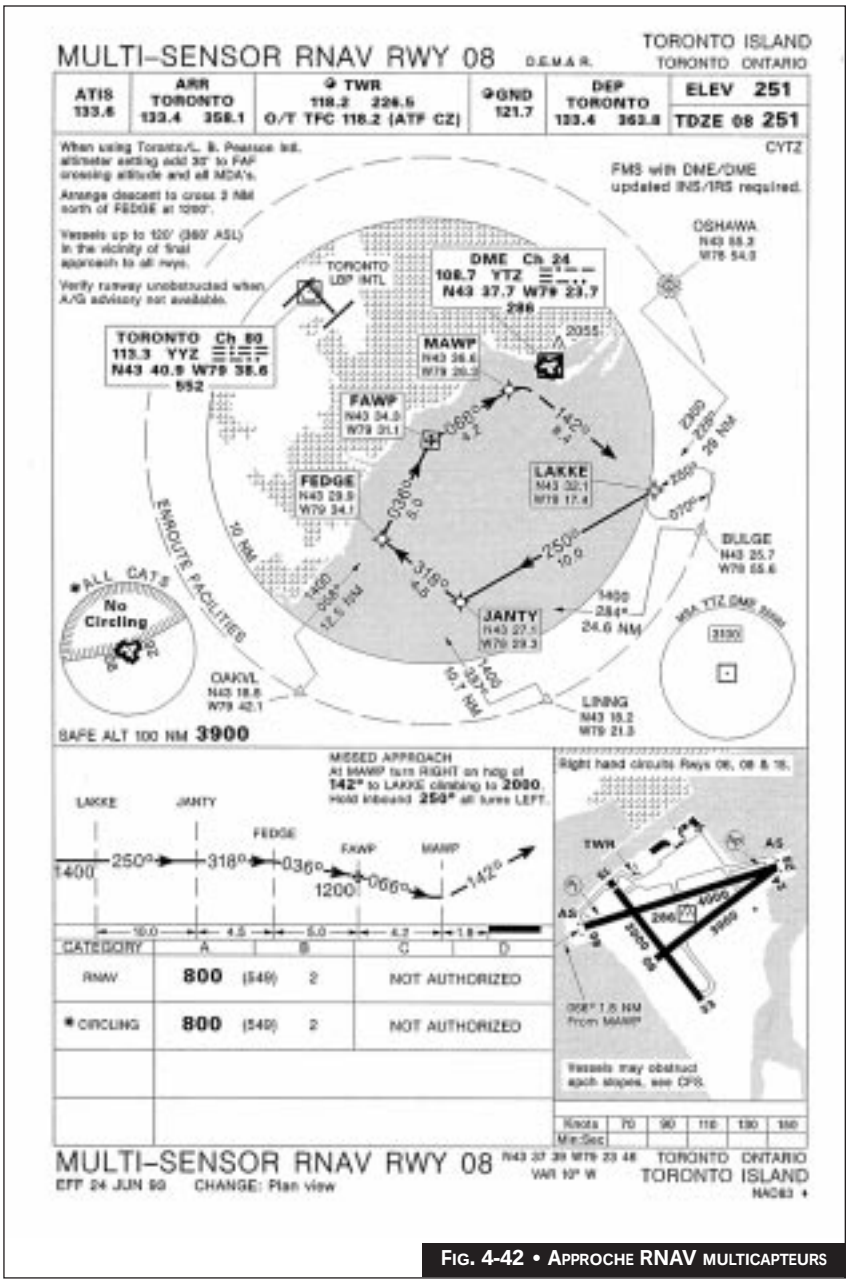


FIG. 4-42 • APPROCHE RNAV MULTICAPTEURS

ce qui concerne le contrôle de l'aéronef, la tenue d'axe et les descentes. Le guidage sur trajectoire est censé être plus précis que celui qu'offrent les aides à la navigation classiques et l'avantage supplémentaire que reçoit le pilote consiste en des informations de temps, de distance et de vitesse-sol. Des essais ont montré que des NPA fondées sur le GPS peuvent normalement amener l'aéronef en deçà de 100 pi de l'axe de piste à 1 nm du seuil. Au moment de la publication du présent manuel, les critères relatifs à l'établissement et à la description des procédures RNAV étaient au stade d'élaboration au Canada et dans d'autres pays. Par conséquent, aucun renseignement détaillé ne peut être fourni dans l'édition du présent *Manuel de procédures aux instruments.*

B. Approches multicapteurs

La **Fig. 4-42** illustre une approche RNAV multicapteurs. Cette approche requiert un FMS associé à un INS/IRS et recalé par un DME/DMe. À noter que les minimums pour cette approche sont une HAT (hauteur au-dessus de la zone de poser) de 549 pieds et une visibilité de 2 nm. De même, il faut au total 5 repères disposés sous forme d'un diagramme en «U». (LAKKE, JANTY, FEDGE, FAWP, MAWP)

4.7 URGENCES

4.7.1 Déclaration d'une situation d'urgence

Toutes les fois qu'un pilote se trouve en situation d'urgence, l'ATC s'attend à ce qu'il prenne *les dispositions nécessaires.* L'ATC l'aidera par tous les moyens possibles s'il en est informé. Le pilote doit se rappeler que s'il désire obtenir la priorité de l'ATC, il doit déclarer une situation d'urgence. Si vous avisez l'ATC que votre *«niveau de carburant»* est bas, votre statut ne change pas. Toutefois, une *«urgence pour carburant bas»* vous donne une priorité de traitement et de service. Les pilotes voudront bien aviser l'ATC le plus tôt possible de tout changement d'altitude ou de route IFR nécessité par une situation d'urgence afin que tout puisse être mis en oeuvre pour éviter les risques d'abordage. Ils doivent aussi se rappeler que l'ATC pourra leur demander un rapport écrit sur la nature de l'urgence qu'ils auront déclarée.

Voici un résumé des deux catégories d'urgence :

Type	R/T	C/W	Usage
A. **DÉTRESSE**	**MAYDAY**	**SOS**	1/ Situation où l'on est menacé par un danger grave ou imminent et qui nécessite une assistance immédiate (amerrissage ou atterrissage forcés, etc.)
Un message de détresse			2/ Retransmission d'un message de détresse pour d'autres aéronefs incapables de transmettre.
B. **URGENCE**	**Pan Pan**	**xxx**	1/ Situation où l'on a besoin d'une assistance immédiate sans toutefois être en détresse (égarement, manque de carburant etc.)
Un message d'urgence a la priorité sur tous les autres messages, saouf ceux de détresse			**2/ Compte rendu d'une situation relative à la sécurité d'un aéronef, d'un bateau ou d'un autre véhicule ou de quiconque se trouve à bord ou repéré.**

Le pilote devrait :

a/ Brancher tout l'équipement automatique d'urgence.
b/ Précéder son message de détresse ou d'urgence par le signal approprié en le répétant de préférence trois fois.
c/ Transmettre sur la fréquence air-sol en usage à ce moment, y compris son niveau de vol et son cap.
d/ Insérer le plus possible des éléments suivants dans son message de détresse ou d'urgence :

1/ MAYDAY MAYDAY MAYDAY qui sert d'indicatif d'appel de l'aéronef (3 fois)
2/ le type d'aéronef
3/ la position ou la position prévue
4/ le cap et la vitesse
5/ l'altitude
6/ la nature de l'urgence
7/ les intentions du pilote (amerrissage, atterrissage, etc.)

CES PROCÉDURES N'EMPÊCHENT PAS :

a/ le pilote d'utiliser n'importe quelle fréquence disponible pour diffuser son message;
b/ le pilote d'utiliser tous les moyens dont il dispose pour attirer l'attention et faire connaître sa situation;
c/ une station d'utiliser tous les moyens à sa disposition pour venir en aide à l'aéronef en difficulté.

En général, le pilote s'adresse à la station avec qui il est normalement en communication.

Lorsqu'un aéronef ne répond pas à un appel et qu'on suppose qu'il a des ennuis d'émetteur, les messages pourront alors lui être *adressés sans accusé de réception*. Dans ce cas, les messages doivent être répétés trois fois toutes les trois minutes. Les messages du contrôle de la circulation aérienne ne doivent pas rester sans accusé de réception à moins que des instructions spéciales en ce sens n'aient été obtenues du contrôleur, ou que vous avez des raisons de penser que votre émetteur continue de fonctionner, mais que votre récepteur est hors d'usage.

Lorsque le pilote d'un aéronef muni d'un transpondeur se trouve en situation d'urgence et ne peut établir immédiatement la communication avec l'unité du contrôle de la circulation aérienne, il peut signaler la *situation d'urgence* à l'ATC en réglant son transpondeur pour qu'il réponde sur le Code 7700. Il doit ensuite se mettre aussitôt que possible en communication radio avec l'ATC qui lui donnera les directives à suivre sur l'utilisation du transpondeur. Le signal de Code 7700 n'est pas capté si l'aéronef se trouve en dehors de la couverture du SSR.

4.7.2

PANNE DE COMMUNICATIONS EN VOL IFR

Tous les pilotes et exploitants doivent se faire un devoir d'étudier les procédures en cas de panne des communications qui figurent dans le *Supplément de vol Canada*.

a/ Si une panne de communications se produit pendant un vol effectué dans des *conditions météorologiques VFR*, ou si le pilote rencontre ces conditions après la panne, il doit poursuivre son vol en VFR et se poser le plus tôt possible.
b/ Si la panne se produit par *conditions météorologiques IFR*, ou si le vol ne peut être poursuivi en VFR, le pilote commandant de bord doit le poursuivre suivant les procédures suivantes :

1/ *ROUTE*

i/ par la route assignée lors de la dernière autorisation reçue de l'ATC (dont le pilote a accusé réception), ou
ii/ si l'aéronef est guidé par radar, par une route directe pour se rendre du point où s'est produite la panne de communications jusqu'au repère, à la route ou à la voie aérienne spécifiée dans l'autorisation de guidage radar, ou
iii/ si aucune route n'a été assignée à l'aéronef, par la route indiquée par l'ATC comme pouvant être assignée dans une autorisation subséquente, ou
iv/ si aucune route ou route indiquée par l'ATC comme pouvant être assignée dans une autorisation subséquente n'a été assignée, par la route du plan de vol.

2. *ALTITUDE :* À l'altitude ou niveau de vol le PLUS ÉLEVÉ pour le SEGMENT DE ROUTE SUIVI :

a/ altitude(s) ou niveau(x) de vol assigné(s) dans la dernière autorisation reçue de l'ATC et ayant accusé réception; ou
b/ l'altitude minimale IFR (voir la section RAC de l'AIP pour définition), ou
c/ l'altitude ou le niveau de vol indiqué par l'ATC comme pouvant être assigné dans une autorisation subséquente. (Le pilote doit commencer à monter vers cette altitude ou FL, à l'heure ou au point spécifié par l'ATC comme pouvant faire l'objet d'une autorisation subséquente ou d'un changement d'altitude.)

NOTA 1 :
Ces mesures visent à assurer qu'un aéronef qui subit une panne de communications pourra, pour tout segment de vol, poursuivre son vol à une altitude qui assure l'espacement exigé avec les obstacles.

NOTA 2 :
Si une panne de communications survient pendant

qu'un aéronef est guidé par vecteurs radar à une altitude inférieure à l'altitude minimale IFR publiée, le pilote doit immédiatement monter et maintenir l'altitude IFR minimale appropriée jusqu'à son arrivée au repère, à la route ou à la voie aérienne précisé dans l'autorisation.

3/ *DESCENTE EN VUE DE L'APPROCHE :* Maintenir l'altitude en route jusqu'à l'installation de navigation ou au repère d'approche initial (les procédures de transitions publiées sont incluses comme IAFs dans cette situation) devant servir à la procédure d'approche aux instruments choisie et commencer une *procédure de descente* appropriée à la plus tardive des possibilités suivantes :
   - i/ à l'heure d'arrivée prévue (ETA calculée en fonction de l'heure de décollage à laquelle est ajoutée la durée prévue en route du plan de vol ou modifiée (auprès de l'ATC);
   - ii/ à la dernière heure d'arrivée prévue communiquée et dont le contrôle de la circulation aérienne a accusé réception, ou
   - iii/ à la dernière heure d'approche prévue (EAT) que le pilote a reçue et dont il a accusé réception.

Si une panne de communications se produit après que le pilote a reçu les instructions d'attente et en a accusé réception, le pilote doit suivre les *instructions d'attente* et commencer une approche aux instruments à l'heure d'approche prévue ou à l'heure prévue d'autorisation additionnelle, selon celle de ces heures qui lui aura été transmise.

NOTA 1 :

Si le repère d'attente n'est pas un repère à partir duquel l'approche est commencée, quittez le repère à l'heure prévue d'autorisation additionnelle, si vous en avez reçu une, sinon, rendez-vous à la limite d'autorisation pour ensuite vous diriger vers un repère à partir duquel vous pouvez effectuer une approche ou une transition. Commencez la descente et(ou) l'approche en respectant le plus possible l'heure estimée d'arrivée (ETA) telle que calculée à partir de la durée estimée du vol ou modifiée auprès de l'ATC.

NOTA 2 :

Si vous avez reçu l'autorisation d'effectuer une STAR ou une procédure de profil de descente, maintenez l'altitude appropriée de l'alinéa 2 (altitude) et dirigez-vous vers le repère d'approche finale via :

a/ le cheminement publié (et les altitudes dans le cas d'un profil de descente), ou

b/ la route publiée jusqu'où débute le guidage par radar, puis dirigez-vous directement vers l'installation desservant la piste tel qu'indiqué par le message ATIS ou l'autorisation ATC, pour une approche directe, si possible, ou une procédure complète tel que publié.

c/ Lors d'une panne de communication bidirectionnelle, *les pilotes d'un aéronef équipé de transpondeur* doivent indiquer la situation à l'ATC en sélectionnant le Code 7600. Cette mesure constitue une simple indication de la situation et ne dégage en rien le pilote de son obligation d'observer les prescriptions publiées en cas de panne de communications.

NOTA :

Lorsque le pilote utilise le Code 7600, l'ATC peut ne pas capter le signal soit parce que l'aéronef se trouve en dehors de la couverture du SSR ou parce que l'unité ATC utilise un SSR qui ne capte pas automatiquement le Code 7600.

S'il se présente une situation à l'égard de laquelle *aucune procédure n'est prévue*, ou lorsque les circonstances le justifie, il incombera au pilote de juger lui-même des mesures à prendre. De toute façon, l'ATC protégera l'espace aérien requis pour permettre au pilote d'effectuer l'approche aux instruments à l'aérodrome de premier atterrissage prévu durant une période de 30 minutes à compter de l'heure à laquelle il prévoit que l'aéronef commencera son approche.

4.7.3

OBLIGATION DE SIGNALER LES MAUVAIS FONCTIONNEMENTS D'UN APPAREIL DE NAVIGATION OU DE COMMUNICATION

Le pilote d'un aéronef en vol IFR dans un espace aérien contrôlé est tenu de signaler immédiatement à l'unité de contrôle de la

circulation aérienne concernée tout mauvais fonctionnement des équipements de navigation ou de communication air-sol, par exemple :

a/ panne totale du VOR, ADF ou d'autres moyens de navigation;
b/ panne totale ou partielle d'ILS;
c/ panne totale ou partielle des moyens ILS/ONS/GPS;
d/ mauvais fonctionnement des moyens de communication air-sol, ou
e/ mauvais fonctionnement du transpondeur.

Après avoir été ainsi informé, l'ATC tiendra compte des limites de fonctionnement des équipements de navigation ou de communication air-sol de l'aéronef et fournira des instructions de contrôle en conséquence.

4.7.4
LARGAGE DE CARBURANT

Toutes les fois que c'est nécessaire de larguer du carburant, le pilote doit en aviser immédiatement l'ATC et préciser la trajectoire qu'il suivra, la durée du largage et les conditions météorologiques. L'ATC peut toutefois suggérer une autre région pour le largage; l'aéronef doit effectuer l'opération en maintenant un cap constant au-dessus des régions non habitées et à l'écart des zones de trafic dense. Pour permettre une vaporisation adéquate, le largage de carburant doit s'effectuer à 2 000 pi au moins au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 5 nm de la trajectoire qui doit être suivie. Après avoir obtenu les renseignements nécessaires, l'ATC diffuse sur les fréquences appropriées, toutes les trois minutes jusqu'à 15 minutes après la fin du largage, un avis de «largage de carburant». Les pilotes sont tenus d'aviser l'ATC immédiatement après la fin de l'opération.

4.8 UTILISATION DU TRANSPONDEUR

4.8.1
GÉNÉRALITÉS

Lorsque les instructions sur l'utilisation des transpondeurs sont données par l'ATC, les pilotes doivent s'y conformer jusqu'à réception d'autres instructions ou jusqu'à ce que l'aéronef ait atterri, sauf en *cas d'urgence, de panne de communication,* ou *de détournement illicite.*

Chaque unité radar de l'ATC est équipée d'un *système d'alarme* qui se déclenche si un aéronef se trouve à l'intérieur de la zone de couverture radar et que son pilote affiche le code d'urgence de panne de communication ou de détournement illicite. Les pilotes peuvent involontairement choisir ces codes de façon temporaire lorsqu'ils passent d'un code à un autre. Pour éviter que le signal d'alarme ne fonctionne inutilement, les pilotes doivent donc vieller à ne pas afficher les Codes 7500, 7600 ou 7700. Pour ce faire, il leur suffit d'éviter d'afficher le premier «7» du code. Si par contre le 7 est nécessaire, comme dans le 7215 par exemple, il leur faut prendre des mesures spéciales. Ne choisissez pas «standby» au cours d'un changement de code étant donné que cela entraînera la perte de la cible radar.

Les pilotes devraient régler leur transpondeur sur *«standby»* pour la circulation au sol avant le décollage, sur *«on»* ou *«normal»* le plus tard possible avant le décollage, et sur «standby» ou «off» aussitôt que possible après l'atterrissage. L'identification (IDENT) n'est utilisée que sur demande de l'ATC. Le compte rendu d'altitude en mode C doit être toujours utilisé lorsque l'aéronef en est équipé. Au contact initial avec le contrôle de départ, communiquez l'altitude en tranche de 100 pi les plus proches de façon à ce que l'ATC puisse valider l'indication de son altitude.

4.8.2
VOLS IFR DANS L'ESPACE AÉRIEN SUPÉRIEUR

Les transpondeurs doivent être utilisés conformément aux instructions de l'ATC, ou si l'ATC n'a fourni aucune instruction, ils devraient être réglés pour répondre sur le *Code 2000* et en mode C.

Un aéronef doit être équipé d'un transpondeur pour évoluer dans l'espace aérien

FIG. 4-43 • TRANSPONDEUR NUMÉRIQUE

supérieur contrôlé. Un contrôleur peut cependant autoriser un aéronef, non muni d'un transpondeur en état de fonctionnement, à voler dans l'espace aérien supérieur contrôlé pourvu que le pilote adresse une demande écrite en ce sens auprès d'une unité ATC ou d'un autre bureau de plan de vol. Le pilote peut inclure cette demande dans un plan de vol. Lorsqu'un transpondeur tombe en panne au cours d'un vol, l'aéronef concerné peut quand même continuer à évoluer dans l'espace aérien supérieur contrôlé jusqu'au prochain point d'atterrissage prévu.

Le contrôle de la circulation aérienne peut refuser une demande ou annuler une autorisation préalable si les conditions de circulation ou d'autres exigences d'exploitation imposent une telle mesure.

4.8.3
VOLS IFR DANS L'ESPACE AÉRIEN INFÉRIEUR

Les pilotes doivent utiliser les transpondeurs conformément aux instructions de l'ATC, ou dans le cas contraire, ils doivent le régler sur le *Code 1000* et en mode C. Si un pilote annule son plan de vol IFR, il doit régler son transpondeur sur le code VFR approprié indiqué ci-dessous, sauf instructions contraires de l'ATC.

4.8.4
PHRASÉOLOGIE

SQUAWK (numéro) :
Affichez le code spécifié en mode a.

SQUAWK IDENT :
Appuyez sur le bouton d'identification («IDENT») du transpondeur.

SQUAWK (numéro) ET IDENT :
Affichez le code spécifié et appuyez sur le bouton d'identification («IDENT»).

SQUAWK STANDBY :
Affichez «STANDBY» et conservez les mêmes modes et codes.

SQUAWK LOW/NORMAL:
Mettez le bouton de réglage de sensibilité sur low (faible) ou normal. (La sensibilité est réglée sur normal à moins que l'ATC ne spécifie «low». Certains boîtiers de commande de transpondeurs portent l'indication «ON» au lieu de «NORMAL» et d'autres n'ont pas le réglage «LOW».

SQUAWK MAYDAY, CODE SEVEN SEVEN SEVEN ZERO :
Affichez le Code 7700.

STOP SQUAWK :
Mettez le transpondeur sur OFF (arrêt).

STOP ALTITUDE SQUAWK :
Coupez l'alimentation de l'équipement de signalement automatique d'altitude.

4.8.5
MODE C

Les équipages d'aéronefs dotés de transpondeurs pouvant fonctionner en mode «C» (transmission automatique d'altitude) sont priés de régler leur appareil sur le mode de transmission «C» lorsqu'ils volent dans l'espace canadien à moins d'instructions contraires de l'ATC. Pour le vol dans certaines classes d'espace aérien, les aéronefs IFR et VFR doivent être équipés généralement des transpondeurs en mode «C». Voir pour de plus amples renseignements l'AIP, le CFS ou le *Manuel des espaces aériens désignés.* L'article 2.1.6d porte sur l'utilisation des transpondeurs mode S.

4.8.6
VOLS VFR (Y COMPRIS LES VOLS VFR CONTRÔLÉS)

Sauf indication contraire de l'ATC, les transpondeurs doivent être utilisés en affichant l'un des codes suivants, selon le cas :

a/ *Code 1200,* pour les vols au-dessous de 12 500 pi ASL.
b/ *Code 1400,* pour les vols à 12 500 pi ASL ou plus.

NOTA :

Dans le cas d'une montée à plus de 12 500 pi ASL, les pilotes doivent utiliser le code 1200

jusqu'à ce qu'ils quittent 12 500 pieds puis ils doivent afficher le code 1400. En descente de 12 500 pieds ou plus, les pilotes doivent afficher le code 1200 en atteignant 12 500 pieds.

4.8.7
URGENCES

En cas d'urgence, si le pilote ne peut entrer immédiatement en communication avec une unité de l'ATC, il doit régler son transpondeur sur le *Code 7700* pour alerter l'ATC. Le pilote doit ensuite entrer en communication avec l'ATC le plus tôt possible et régler son transpondeur en suivant les instructions reçues.

4.8.8
PANNE DE COMMUNICATION

En cas de panne de communication, le pilote doit suivre les procédures décrites dans le *Supplément de vol Canada* et régler son transpondeur sur le *Code 7600*. L'article 4.7.2 et l'*AIP Canada* fournissent de plus amples renseignements.

4.8.9
CAPTURE ILLICITE (DÉTOURNEMENT)

À l'instar d'autres pays, le Canada a adopté un code spécial de transpondeur SSR que doivent utiliser les pilotes dont l'avion est détourné. L'ATC n'assigne pas ce code (7500) à moins que le pilote ne l'avise de la capture illicite de son aéronef.

Le fait de sélectionner ce code provoque le déclenchement d'un système d'alarme et met en relief l'écho de l'aéronef concerné sur l'écran radar. Si le contrôleur doute qu'il y a détournement (cela risque de se produire après une instruction de changement de code et que le code de détournement apparaît plutôt que le code assigné), il demande : «YOU ARE SQUAWKING SEVEN FIVE ZERO ZERO, IS THIS INTENTIONAL?» (VOUS AFFICHEZ SEPT CINQ ZÉRO ZÉRO AU TRANSPONDEUR, EST-CE INTENTIONNEL?). Si le pilote répond par la négative, le contrôleur lui redonnera le bon code.

PARTIE CINQ

PILOTAGE DE L'HÉLICOPTÈRE – TENUE DE L'ASSIETTE AUX INSTRUMENTS

5.1 DÉFINITIONS
5.2 PRINCIPE DE VOL
5.3 CONTRÔLE DE L'ASSIETTE ET DE LA PUISSANCE
5.4 SYSTÈMES DE STABILISATION
5.5 VOL AUX INSTRUMENTS
5.6 APPROCHES POUR HÉLICOPTÈRE
5.7 URGENCES

PILOTAGE DE L'HÉLICOPTÈRE – TENUE DE L'ASSIETTE AUX INSTRUMENTS

Le présent chapitre est consacré aux manoeuvres de base aux instruments qu'effectuent les hélicoptères dans les conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC).

5.1 DÉFINITIONS

1. *PHASE D'APPROCHE :* La partie du vol qui commence à 300 mètres (1 000 pieds) au-dessus de la surface d'atterrissage, ou plus si le vol doit s'effectuer plus haut, ou qui, dans les autres cas, s'amorce au commencement de la descente, et se termine à l'atterrissage ou au point d'approche interrompue.

2. *CATÉGORIE A :* En ce qui concerne les giravions de la catégorie transport, cette expression désigne les giravions multimoteurs dont les caractéristiques de conception satisfont aux exigences d'isolement moteur spécifiées au chapitre 529 du Manuel de navigabilité et qui utilisent le concept permettant de garantir un décollage et un atterrissage planifié en cas de panne du moteur critique, lequel prévoit le franchissement d'une aire désignée en surface et des performances suffisantes pour la poursuite en sécurité du vol en cas de panne moteur.

3. *CATÉGORIE B :* En ce qui concerne les giravions de la catégorie transport, cette expression désigne les giravions monomoteurs ou multimoteurs qui ne satisfont pas totalement à toutes les normes de la catégorie A. L'aptitude à conserver l'altitude n'est pas garantie pour les giravions de catégories B en cas de panne moteur et on suppose qu'il y aura atterrissage imprévu.

4. *POINT DÉFINI AVANT L'ATTERRISSAGE :* Le point, dans la phase d'approche, au-delà duquel il n'est pas certain que l'hélicoptère puisse continuer à voler de manière sécuritaire avec un moteur en panne et où il est possible qu'il faille exécuter un atterrissage forcé.

5 *POINT DÉFINI APRÈS LE DÉCOLLAGE :* Le point, dans la phase de décollage ou de montée initiale, en-deçà duquel il n'est pas certain que l'hélicoptère puisse continuer à voler de manière sécuritaire avec un moteur en panne et où il est possible qu'il faille exécuter un atterrissage forcé.

6. *HÉLIPORT SURÉLEVÉE :* Héliport terrestre reposant sur une structure surélevée.

7. *PHASE EN ROUTE :* La partie du vol qui commence à la fin de la montée initiale et se termine au commencement de la phase d'approche.

NOTA :

Lorsqu'il n'est pas possible de garantir un franchissement d'obstacles suffisant à vue, le vol doit être planifié de manière à ce que ce franchissement se fasse avec une marge appropriée. En cas de panne moteur, les exploitants peuvent être obligés d'adopter d'autres procédures.

8. *ZONE D'APPROCHE FINALE ET DE DÉCOLLAGE POUR HÉLICOPTÈRE (FATO) :* Une zone déterminée au-dessus de laquelle le pilote exécute la phase finale de la manoeuvre d'approche ou d'atterrissage à partir de laquelle commence la manoeuvre de décollage. Dans le cas où la zone FATO doit être utilisée, celle-ci comprend aussi la partie utilisable pour interrompre le décollage.

9. *HÉLICOPTÈRE :* Aéronef plus lourd que l'air supporté en vol par la réaction de l'air sur un ou plusieurs rotors motopropulsés dont l'axe est pratiquement vertical.

10. *HÉLI-PLATEFORME :* Héliport située sur une structure marine, flottante ou fixe.

11. *HÉLIPORT :* Aérodrome ou zone déterminée sur une structure artificielle servant en tout ou en partie pour les arrivées, les départs et les mouvements des hélicoptères en surface.

12. *PHASE INITIALE DE MONTÉE :* La partie du vol qui va de la fin de la phase de décollage jusqu'à 300 mètres (1 000 pieds) au-dessus de la surface de décollage, si le vol doit s'effectuer au-dessus de cette altitude, ou jusqu'à la fin de la montée dans les autres cas.

13. *CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE VOL AUX INSTRUMENTS (IMC) :* Conditions météorologiques inférieures aux minimums prescrits dans les règlements de l'air pour les vols en VFR et exprimées en termes de visibilité, de distance des nuages et de plafond.

14. *POINT DE DÉCISION À L'ATTERRISSAGE (LDP) :* C'est le point utilisé pour déterminer les performances à l'atterrissage à partir duquel, en cas d'urgence survenant à ce point, il est possible d'atterrir de manière sécuritaire ou d'entamer une approche interrompue.

15. *DISTANCE REQUISE POUR L'ATTERRISSAGE :* La distance horizontale requise pour atterrir et immobiliser l'hélicoptère à partir d'un point situé à 10,7 mètres (35 pieds) au-dessus de la surface d'atterrissage.

16. *PHASE D'APPROCHE INTERROMPUE* … Partie du vol qui débute au point où la procédure d'approche interrompue est commencée, jusqu'à 300 mètres (1 000 pieds) au-dessus de la surface prévue pour atterrir, ou jusqu'à la hauteur de mise en palier, si celle-ci se trouve au-dessous de 300 mètres (1 000 pieds).

17. *RÉFÉRENCE VISUELLE REQUISE :* En ce qui concerne un aéronef en approche vers une piste, cette expression désigne la section de l'aire d'approche de la piste ou des aides visuelles qui, vue par le pilote, lui permettra d'évaluer la position de l'hélicoptère et le taux de changement de sa position en fonction de la trajectoire de vol nominale.

18. *DISTANCE REQUISE EN CAS D'INTERRUPTION DU DÉCOLLAGE :* La distance horizontale requise à partir du commencement du décollage jusqu'au point où l'hélicoptère s'immobilise complètement à la suite d'une condition d'urgence nécessitant d'interrompre le décollage au point de décision au décollage.

19. *ATTERRISSAGE FORCÉ SÉCURITAIRE :* Atterrissage ou amerrissage inévitable offrant des chances raisonnables de s'effectuer sans que personne à bord ou à la surface ne soit blessé.

20. *PHASE DE DÉCOLLAGE :* La partie du vol depuis le début du décollage jusqu'au point où l'hélicoptère atteint la VTOSS et un taux de montée positif, et arrive au moins à 10,7 mètres (35 pieds) de hauteur.

21. *POINT DE DÉCISION AU DÉCOLLAGE (TDP) :* Point utilisé pour déterminer les performances de décollage. C'est le point à partir duquel le pilote peut interrompre ou continuer le décollage en toute sécurité, au cas où une urgence se déclare à ce point.

22. *DISTANCE REQUISE POUR LE DÉCOLLAGE :* La distance horizontale requise depuis le début du décollage jusqu'à l'endroit où la VTOSS, hauteur de 10,7 mètres (35 pieds) au-dessus de la surface de décollage, et le gradient positif de montée sont atteints, en cas d'urgence survenant à la TDP, les moteurs en état de marche continuant à fonctionner dans les limites autorisées.

23. *CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE VOL À VUE (VMC) :* Conditions météorologiques égales ou supérieures aux minimums prescrits dans Les Règlements de l'air pour le vol en VFR, exprimées en termes de visibilité, de distance des nuages et de plafond.

24. *VTOSS :* Vitesse minimale spécifiée dans le manuel de vol à laquelle la montée sera établie, à la configuration décollage, avec un ou plusieurs moteurs arrêtés, le ou les autres moteurs continuant à fonctionner dans les limites de fonctionnement autorisées. Cette vitesse garantit que, dans les conditions ambiantes, le taux de montée sera positif.

25. *VYU :* Vitesse de montée aux instruments, utilisée à la place de VY pour satisfaire aux exigences de montée pour le vol aux instruments.

26. *VNEI :* Vitesse limite pour le vol aux instruments, utilisée à la place de VNE pour satisfaire aux exigences de vitesse limite maximale pour le vol aux instruments.

27. *VMINI :* Vitesse minimale de vol aux instruments, utilisée conformément aux exigences de vitesse limite minimale prescrite pour le vol aux instruments.

5.2 PRINCIPE DE VOL

Le vol aux instruments est essentiellement le vol à vue où les instruments remplacent l'horizon naturel et les différents repères qui entourent l'hélicoptère. En vol, les instruments renseignent sur 1) l'assiette de l'hélicoptère; 2) sur le régime nécessaire; et 3) indiquent si la combinaison assiette et régime permet d'obtenir les performances voulues.

Le pilotage de l'hélicoptère aux instruments, quelle que soit la catégorie de l'aéronef (à voilure fixe et à voilure tournante), présente des similitudes avec celui de l'avion, mais en général seulement pour le vol de croisière en palier. Le temps que passe un hélicoptère en vol stabilisé est limité par le caractère distinctif de ses performances et par son *instabilité intrinsèque*, instabilité et caractère communs à la plupart des hélicoptères (excepté ceux qui possèdent un système d'augmentation de stabilité). Dans un hélicoptère, à la différence de l'avion, la portance et la traînée émanent toutes les deux d'une source unique, le rotor principal.

Au fur et à mesure que la vitesse diminue en *transition* (au-dessous de 60 noeuds) jusqu'au stationnaire, les instruments du circuit anémométrique deviennent moins précis. La chute de la vitesse entraîne une diminution générale de la stabilité. Les constructeurs d'hélicoptères bimoteurs spécifient quelles sont les vitesses (indiquées) minimales de contrôle VMINI en condition IMC, informations fournies en vue de la certification et pour renseigner sur la stabilité. Ils indiquent aussi

quelles sont les *vitesses minimales* auxquelles l'hélicoptère peut rester en vol avec un moteur en panne (OEI). Il n'est pas recommandé de voler pendant des périodes prolongées au-dessous de ces vitesses minimales, sauf pour des opérations spéciales. Ces particularités obligent à interpréter et à utiliser différemment les instruments communs aux deux catégories d'aéronefs.

Le principe selon lequel *l'assiette* (par rapport à l'horizon) *plus le régime donnent les performances*, fait partie de l'enseignement fondamental de la tenue d'assiette en vol à vue. La tenue de l'assiette de vol aux instruments repose sur ce principe de base. On trouvera dans la présente section des discussions sur les relations entre les commandes de vol d'une part et les instruments de conduite et de performances d'autre part. Les actions qu'il faut exercer sur les commandes pour obtenir une assiette donnée en se référant aux instruments sont les mêmes que celles employées dans les conditions météorologiques de vol à vue (VMC).

Les manoeuvres discutées dans la présente section sont destinées à développer la compétence du pilote à tenir l'assiette de l'hélicoptère, et elles constituent le premier pas pour voler en toute sécurité en tout temps.

5.3 CONTRÔLE DE L'ASSIETTE ET DE LA PUISSANCE

CONTRÔLE DE L'ASSIETTE

L'assiette de l'hélicoptère est commandée par les mouvements autour de l'axe de *tangage* (latéral), de l'axe de roulis (longitudinal) et de l'axe de *lacet* (vertical). Les trois commandes de vol de l'hélicoptère sont :

LE CYCLIQUE:

i/ *Contrôle de l'assiette longitudinale*. Le mouvement de l'hélicoptère autour de l'axe latéral consiste à faire varier l'inclinaison longitudinale du disque du rotor principal (cycliquement) - chaque pale change une fois par révolution).

ii/ *Contrôle de l'assiette latérale.* Le mouvement de l'hélicoptère autour de l'axe longitudinal consiste à contrôler l'angle du disque du rotor principal incliné latéralement avec l'horizon naturel.

LE COLLECTIF:

Contrôle de puissance/de poussée. En agissant sur le collectif (poussée/portance), l'angle d'attaque des pales du rotor change, c.-à-d. toutes les pales du rotor changent de pas ensemble.

LE PALONNIER:

Conjugaison et compensation des commandes. La coordination au palonnier se fait pour compenser tous les changements de puissance.

CONTRÔLE DE LA PUISSANCE

Comme il a été mentionné précédemment, la portance et la traînée ont toutes les deux une source commune qui est le *rotor principal*. Le pilote qui veut conserver ou changer son altitude doit connaître les paramètres de puissance qui créent un état de vol stable pour l'hélicoptère en question, c.-à-d. en atmosphère type internationale au niveau de la mer, un hélicoptère bimoteur moyen avec un équipage de deux personnes et le plein en carburant doit développer un couple (Q) de 62 % pour voler en palier rectiligne à 100 noeuds. Les puissances nécessaires pour effectuer des montées et descentes normales (500 pieds minute) devraient aussi être déterminées.

La puissance, commandée au collectif, est affichée au couplemètre. Les effets primaires et secondaires d'un déplacement de la commande de pas collectif sont les mêmes que pour le vol VFR. Lorsque la puissance augmente, l'avant de l'hélicoptère se lève et tourne à droite (rotation nord américaine). L'inverse se produit lorsque la commande de pas collectif est baissée. Dans la plupart des hélicoptères IFR, le système de stabilisation, s'il est utilisé, compense les effets secondaires des changements de puissance (roulis hollandais). *La panne du pilote automatique en IMC peut entraîner une perte de contrôle.*

À une vitesse donnée, un hélicoptère monte, descend ou vole en palier en fonction de la puissance affichée. Si le pilote augmente la puissance en maintenant la vitesse constante, l'hélicoptère monte; s'il diminue la

FIG. 5-1 • ATTERRISSAGE SUR UNE PLATE-FORME PÉTROLIÈRE

puissance, l'hélicoptère descend.

À une altitude constante, la puissance détermine la vitesse. Lorsque la puissance augmente, il faut baisser l'avant de l'appareil pour maintenir l'altitude, et ensuite la vitesse augmente. Lorsque la puissance diminue, l'inverse se produit.

En palier, une vitesse et une altitude constantes dépendent de la coordination entre l'assiette en tangage et la puissance.

Le règlage de la puissance pour obtenir une vitesse ou une altitude modifie l'assiette de l'hélicoptère dans une proportion et dans une direction qui dépendent des changements effectués ou nécessaires. La coordination du vol dépend du bon réglage de l'inclinaison latérale et de l'inclinaison longitudinale, ainsi que de l'élimination du lacet.

A. Instruments de contrôle et de performances

Les instruments de contrôle et de performances sont groupés ci-dessous comme suit.

L'interprétation des *instruments de contrôle* se fait :

a/ d'après l'indicateur d'assiette;
b/ d'après le couplemètre.

Les *instruments de performances* suivants montrent les effets des changements apportés aux instruments de contrôle sur la trajectoire de l'hélicoptère :

a/ anémomètre (ASI);
b/ altimètre;
c/ variomètre (VSI);
d/ indicateur du cap ou compas (HSI/DG);
e/ indicateur de virage et d'inclinaison latérale.

Les instruments de performances montrent les corrections à faire en se référant aux instruments de contrôle.

Le principe de contrôle et de performances s'applique à toutes les manoeuvres effectuées aux instruments; le *cyclique* (assiette) commande la vitesse, et le *collectif* (puissance) commande l'altitude ou le taux de changement d'altitude. En vol, toute variation de l'assiette longitudinale (cyclique) a un effet immédiat sur la vitesse et, à titre secondaire, sur l'altitude. Un changement de puissance (collectif) a un effet immédiat sur la portance (altitude) et un effet moindre sur la poussée (vitesse).

L'interprétation de l'indicateur d'assiette dans le vol aux instruments sur hélicoptère doit aussi être discutée. Sur hélicoptère, l'indicateur *montre l'assiette du fuselage* et *non celle du disque rotor.* Un hélicoptère peut monter ou descendre en cabré, en piqué ou à l'horizontale. Lorsqu'il est en vol de croisière en palier, à puissance constante, à chaque assiette correspond une vitesse différente. L'indicateur d'assiette est le seul instrument qui donne une indication directe sur l'assiette de l'hélicoptère. Toutefois, il ne représente pas toujours l'assiette du disque rotor et, pour cette raison, il n'indique pas avec précision ce que l'hélicoptère fait. Par exemple, l'indicateur d'assiette peut montrer que l'hélicoptère est en cabré alors qu'en réalité il descend à 90 noeuds. L'instrument doit toujours être lu en conjonction avec les instruments de performances, particulièrement le VSI et l'altimètre, pour que les informations soient valides.

À une vitesse donnée, le réglage de la puissance détermine si l'hélicoptère monte, descend ou vole en palier. Réciproquement, si l'altitude reste constante, le réglage de la puissance et de l'assiette détermine si la vitesse augmente, diminue ou reste la même.

Le rapport entre puissance et assiette est si étroit qu'il n'est pas toujours facile de déterminer le vrai «coupable» en cas d'écart de vitesse, d'altitude ou de cap. Le cap ou l'altitude peuvent changer sans qu'il y ait un changement d'assiette correspondant. Le processus permettant d'interpréter correctement les informations reçues de l'indicateur d'assiette est souvent difficile; il faut, pour que le vol aux instruments soit stable et coordonné, interpréter correctement tous les instruments de performances et de contrôle.

B. Contrôle de l'assiette longitudinale

Contrôle longitudinal. Les instruments de performances faisant référence au contrôle

Fig. 5-2 • Vols dans l'Arctique

longitudinal sont :

a/ l'indicateur d'assiette (contrôle);
b/ l'altimètre;
c/ le variomètre;
d/ l'anémomètre.

INDICATEUR D'ASSIETTE : L'indicateur d'assiette fournit des indications générales sur l'inclinaison longitudinale. Il s'utilise conjointement avec les autres instruments qui renseignent sur l'inclinaison longitudinale. En vol en palier, à vitesse de croisière normale, la maquette doit être superposée à la barre d'horizon. Si la maquette monte au-dessus de l'horizon, le variomètre et l'altimètre doivent confirmer que l'hélicoptère monte, et la vitesse devrait diminuer. Pour effectuer des changements d'altitude mineurs, en montée ou en descente, il suffit d'incliner légèrement l'avant de l'hélicoptère vers le haut ou vers le bas. Ces changements d'inclinaison longitudinale ne doivent pas dépasser 1 barre et demie et la manoeuvre doit être contre-vérifiée au moyen des autres instruments d'inclinaison longitudinale. Pour effectuer des changements d'inclinaison longitudinale plus importants, il sera probablement nécessaire de régler la puissance en conséquence.

ALTIMÈTRE : L'altimètre fournit des informations indirectes sur l'inclinaison longitudinale en vol en croisière en palier. L'altimètre doit être utilisé conjointement avec d'autres instruments de contrôle longitudinal, car l'hélicoptère peut descendre ou monter en vol en croisière en palier sans qu'il y ait changement d'assiette longitudinale. L'altimètre n'a que peu d'utilité pour mesurer les taux de changement, car il n'a pas été conçu pour cela. Le fait de se concentrer sur l'altimètre peut amener le pilote à surcontrôler ou à «courir après l'aiguille», s'il s'en sert comme unique référence d'inclinaison longitudinale.

VARIOMÈTRE (VSI) : Le variomètre est essentiellement un instrument qui indique une tendance et il devrait toujours être utilisé conjointement avec les autres instruments qui donnent des renseignements sur l'inclinaison longitudinale. Lorsque l'hélicoptère est en vol de croisière en palier, l'aiguille indique zéro. Il faut utiliser ensemble le variomètre et l'altimètre pour corriger les écarts de vol dans le plan vertical. Le variomètre (sauf l'IVSI) est un instrument où l'élément temps (retard) joue un rôle, aussi faut-il éviter de se concentrer sur lui, sous peine de «courir après l'aiguille», ce qui rend précaire le contrôle de l'inclinaison longitudinale.

TROP CORRIGER EN UTILISANT LE VARIOMÈTRE AMÈNE À SURCONTRÔLER : En règle générale, à un changement d'assiette longitudinale doit correspondre un taux de changement du variomètre égal à deux fois la déviation d'altitude (maximum 500 pieds minute); par exemple, si l'hélicoptère est à 200 pieds de l'altitude voulue, il faut faire une correction de 400 pieds minute au maximum.

Il y a surcontrôle, en changeant d'altitude, à un taux donné si le variomètre indique 200 pieds minute de plus que le taux voulu.

Pour éliminer le surcontrôle, ramener les commandes au neutre, laisser l'assiette longitudinale se stabiliser et la régler de nouveau au moyen des autres instruments d'inclinaison longitudinale.

VARIOMÈTRE INSTANTANÉ (IVSI) : De nos jours, la plupart des hélicoptères certifiés IFR sont munis d'un variomètre instantané. Cet instrument, efficace en inclinaison longitudinale, peut aider le pilote à voler IFR. Contrairement au variomètre classique, l'instrument n'accuse pas de retard apparent. Bien que de construction similaire, le variomètre instantané incorpore des accéléromètres qui créent des différences de pression lorsque l'accélération normale de l'hélicoptère change. Il faut toutefois faire attention en vol IFR à ne pas se concentrer uniquement sur un seul instrument, ce qui pourrait avoir des conséquences désastreuses. Pour interpréter correctement l'assiette longitudinale de l'hélicoptère, il faut *contre-vérifier tous les instruments* fournissant des indications à ce sujet.

ANÉMOMÈTRE (ASI) : La vitesse dépend de la puissance et de l'assiette (voir section 5.3). C'est en fonction de son expérience sur type que le pilote règle à peu près la puissance pour la vitesse qu'il veut atteindre. En vol en croisière en palier, si la vitesse augmente, l'avant de l'hélicoptère est incliné vers le bas et il faut le relever. Si la vitesse diminue, l'hélicoptère est trop cabré et il faut incliner l'avant vers le bas. Des changements rapides de vitesse représentent des changements importants de l'assiette longitudinale, et inversement. Lorsque le pilote effectue des changements d'assiette, l'instrument peut accuser un certain retard apparent, ce qui est une fonction du temps nécessaire pour accélérer/décélérer. Certains types d'hélicoptère sont de plus sujets à d'autres aggravations causées par un retard dans *la commande du cyclique.* Lorsque la vitesse cesse d'être constante, par suite d'un changement involontaire d'assiette, l'altitude change; par exemple - lorsque la vitesse augmente parce que l'hélicoptère a une faible inclinaison longitudinale, l'altitude diminue. En corrigeant l'inclinaison longitudinale, le pilote regagne l'altitude et la vitesse.

C. CONTRÔLE DE L'ASSIETTE LATÉRALE

CONTRÔLE DE L'INCLINAISON LATÉRALE : Lorsque le vol en palier est bien coordonné, tout changement d'assiette latérale se traduit par un virage. Les

instruments de performances utilisés pour le contrôle de l'inclinaison latérale sont :

a/ l'indicateur d'assiette (contrôle);
b/ l'indicateur de cap;
c/ l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale.

INDICATEUR D'ASSIETTE : Sur l'instrument, la maquette montre les changements d'assiette latérale. L'inclinaison latérale est indiquée par l'angle que forment les ailes de la maquette avec la barre d'horizon et par l'index d'inclinaison latérale qui se déplace du zéro vers les repères. Pour interpréter les informations, imaginez que vous êtes sur la maquette de l'indicateur d'assiette. Le cyclique sert à incliner le disque rotor à l'angle d'inclinaison voulu; il suffit alors de maintenir la commande de pas cyclique pour conserver l'angle d'inclinaison voulu. Pendant le virage, la bille doit rester au centre. Pour retourner au vol en palier, il suffit d'appliquer la même procédure dans l'autre sens. Il n'est pas toujours facile de repérer une faible inclinaison latérale sur l'indicateur d'assiette, mais elle peut l'être sur l'indicateur de cap et sur l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale.

INDICATEUR DE CAP : L'indicateur de cap donne immédiatement une indication de virage, mais son principal rôle est d'indiquer un cap et non un angle d'inclinaison latérale. En vol coordonné, lorsque l'hélicoptère est incliné latéralement, l'indicateur de cap défile. Lorsque l'indicateur indique un cap constant (latéralement à l'horizontale), vous êtes en vol rectiligne. Une légère inclinaison latérale se manifeste sous forme de changement de cap lent; lorsque l'angle d'inclinaison latérale est important, le changement de cap est rapide. Pour corriger le virage, il faut mettre le cyclique dans la direction voulue jusqu'à ce que le cap désiré soit atteint, tout en coordonnant le vol au palonnier. Il ne faut pas que l'angle d'inclinaison latérale dépasse le nombre de degrés qui sépare du cap voulu, le virage standard au taux un étant le maximum pour commencer un virage ou pour en faire la correction.

INDICATEUR DE VIRAGE ET D'INCLINAISON LATÉRALE AIGUILLE : L'aiguille indique à la fois la direction et le taux de virage. Lorsqu'elle se trouve à gauche du centre et que la bille est au centre, l'hélicoptère est en virage à gauche. Pour remettre l'hélicoptère en vol rectiligne, le pilote ramène l' aiguille au centre en mettant du cyclique opposé. *Lorsqu'il y a de la turbulence,* il faut faire la moyenne des indications de l'aiguille pour détecter un virage. Si l'aiguille dévie plus vers la droite, l'hélicoptère est en virage à droite.

LA BILLE : La bille est soumise à la pesanteur et à la force centrifuge. La bille et l'aiguille sont interprétées ensemble, mais la bille indique un mouvement de lacet (glissade ou dérapage). Si l'hélicoptère est en *glissade,* la bille est du côté du virage, essentiellement à cause de la pesanteur. Si l'hélicoptère est en *dérapage*, la bille est du côté opposé au virage, à cause de la force centrifuge. La bille indique si les commandes sont coordonnées ou non, en virage comme en vol rectiligne. Sur hélicoptère, le déplacement de la bille à droite ou à gauche du centre appelle une correction au palonnier. Pour empêcher l'hélicoptère de virer, le cyclique doit être déplacé dans la direction opposée. Ce pilotage en croisé (utilisation du cyclique pour contrer le mouvement de lacet) est inconfortable, en plus d'augmenter les contraintes sur la cellule, et peut causer du vertige.

La bille aide à bien coordonner les commandes; dans un hélicoptère, cette bonne coordination se fait au moyen des pédales anticouple et du cyclique.

COORDONATEUR DE VIRAGE : L'instrument montre le mouvement et le taux de roulis de l'hélicoptère autour de l'axe de roulis. Lorsque ce taux est réduit à zéro, l'instrument fournit l'indication du taux de virage. Il faut bien comprendre que la maquette du coordinateur de virage n'indique que le taux de roulis et le taux de virage. Elle n'affiche pas directement l'angle d'inclinaison de l'hélicoptère.

D. TECHNIQUES DE COMPENSATION

Un hélicoptère étant par nature instable, il faut que le pilote compense de manière aussi précise que possible pour minimiser la fatigue et réduire sa charge de travail Le perfectionnement du pilotage aux instruments dépend en grande partie de l'aptitude du pilote à bien régler la compensation de son hélicoptère.

FIG. 5-3 • TABLEAU D'INSTRUMENTS TYPE D'HÉLICOPTÈRE

La compensation s'obtient en contre-vérifiant en permanence les instruments et en utilisant le compensateur cyclique, s'il y en a un, pour supprimer les pressions indésirables. En relâchant le compensateur, tous les axes sont simultanément débrayés, et le pilote doit s'assurer que les axes qui n'ont pas besoin de changement sont maintenus dans cet état, pendant que les autres subissent les corrections voulues. Il faut mettre le pied *«du côté de la bille»* et supprimer les pressions au moyen du compensateur, tout en assurant que l'assiette et le cap sont maintenus. Sur les hélicoptères dont le cyclique est muni d'un bouton compensateur conique, le pilote fait des corrections en agissant par petites touches sur le bouton jusqu'à la disparition des pressions. La compensation s'effectue en tangage - cabré, piqué -, et en roulis -droite gauche.

L'axe de LACET est l'axe le plus instable sur un hélicoptère monorotor et il demande une attention spéciale du pilote en vol IMC. L'instabilité devient plus prononcée chaque fois qu'il y a changement de puissance car il faut corriger et compenser au palonnier pour que la bille de l'indicateur de virage soit ramenée au centre. En conditions IMC, les mouvements de lacet indésirables sont un facteur contribuant à la désorientation spatiale ainsi qu'aux illusions dangereuses qui l'accompagnent.

E. CONTRÔLE ET VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS

On appelle *contre-vérification la surveillance* et l'interprétation des divers instruments de vol et de navigation pour déterminer l'assiette et les performances de l'hélicoptère.

Il y a autant de techniques de contre-vérification qu'il y a de types d'hélicoptère; il faut donc utiliser les instruments qui fournissent les meilleures informations pour maîtriser l'hélicoptère dans ses manoeuvres. Les instruments importants sont ceux qui donnent le plus d'informations pertinentes pour une phase donnée d'une manoeuvre. Ce sont les instruments dont les indications doivent être tenues constantes, grâce aux indications des autres instruments.

Pour que la contre-vérification soit utile, il faut qu'elle comprenne, lors de chaque balayage visuel, les instruments de vol et de navigation. Un hélicoptère pouvant monter, descendre et changer de cap sans que l'assiette soit modifiée, la contre-vérification devient douteuse si le regard *«se repose»* sur l'indicateur d'assiette pendant un temps prolongé. Il faut passer autant de temps à vérifier l'indicateur de cap que l'altimètre. Ces deux instruments montreront des déviations qui peuvent ne pas être évidentes si les yeux se reposent sur l'indicateur d'assiette.

La méthode de contre-vérification à utiliser dépend de la position relative de l'indicateur de cap, de l'altimètre et(ou) du variomètre par rapport à l'indicateur d'assiette. Il est possible que le regard doive passer constamment de l'ADI au HSI/DG et retourner à l'ADI. D'autres configurations de vol permettent aux yeux de *se reposer* brièvement sur l'ADI, tout en continuant à surveiller les autres instruments grâce à la vision périphérique.

Une contre-vérification qui nécessite le déplacement continuel du regard pour être efficace, contribue vite à fatiguer le pilote en peu de temps (30 minutes ou moins). Il est donc très souhaitable, pendant la contre-vérification, que le regard *se repose*, tout en continuant son rôle principal qui est de détecter les écarts.

5.4 SYSTÈMES DE STABILISATION

Le système de contrôle d'augmentation de la stabilité (SCAS) offre une stabilité à court terme.

Le but principal du SCAS est d'améliorer la stabilité générale de l'hélicoptère tout en réduisant la fatigue et la charge de travail du pilote. Le résultat est obtenu au moyen d'un gyromètre qui génère des impulsions électriques pour contrôler des actionneurs hydrauliques ou électriques. Ces actionneurs compensent les influences extérieures comme la turbulence et s'opposent à tout écart par rapport à l'assiette choisie. Le système peut être amélioré par l'utilisation de signaux électriques comparés à des paramètres proportionnels au déplacement ou à la position du manche (via rappel de manche) qui annulent les signaux électriques provenant des gyromètres. Certains manufacturiers utilisent un vérin électrique ou un électro-distributeur hydraulique monté en série avec des clapets pilotes sur le vérin hydraulique de commande. Généralement, la transparence est incorporée au système SCAS. Si le gyromètre commande soudainement un mouvement brusque, le déplacement de la commande est limité et le pilote reprend la maîtrise; c'est-à-dire que l'autorité du SCAS est de 10 % en tangage et en roulis, et de 5 % en lacet.

Les *commandes automatiques de vol (AFCS)* offrent une stabilité à long terme.

Avec l'arrivée du système AFCS, la possibilité de piloter sans se servir des mains a progressé d'un pas. Avec le SCAS, le pilote doit continuer à vérifier et à faire des corrections au moyen du «rappel de manche» ou du «bouton compensateur» pour conserver l'assiette voulue. À un stade plus avancé, le système AFCS utilise un ordinateur pour combiner les impulsions électriques venant des capteurs situés à

différents endroits et mémoriser leurs positions relatives. L'ordinateur n'a plus alors que la simple tâche de rappeler des positions de commande sélectionnées et d'annuler ce qui vient de l'extérieur, comme par exemple les rafales, la turbulence etc. Le pilote devient le gestionnaire de l'ordinateur et du pilote automatique, ce qui réduit encore plus la charge de travail et diminue sa fatigue.

5.5 VOL AUX INSTRUMENTS

VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS

La capacité d'effectuer une vérification complète des instruments de la façon indiquée ci-dessous est assujettie à deux facteurs, l'état du terrain et les conditions météorologiques :

a/ vérifiez le cap de l'hélicoptère à l'aide de références extérieures et ensuite le compas magnétique ou gyroscopique;
b/ réglez l'indicateur d'assiette en le centrant;
c/ appuyez sur le collectif progressivement jusqu'à ce que l'hélicoptère repose légèrement sur ses patins, mais se trouve toujours en contact avec le sol;
d/ décollez en vol stationnaire. Si des phénomènes d'obscurcissement en surface vous en empêchent, effectuez autant de vérifications que les conditions le permettent;
e/ vérifiez les indications de couple ainsi que toutes les indications du moteur et de la chaîne dynamique pour connaître les réactions de l'appareil à la mise des gaz;
f/ effectuez un virage en vol stationnaire de 30 degrés à gauche et de 30 degrés à droite et vérifiez ce qui suit :

1/ les indicateurs de direction y compris le compas de secours pour une bonne indication de virage;
2/ le suivi des aides à la navigation pendant que l'appareil est en virage;
3/ l'aiguille de virage pour voir si elle indique une bonne direction de virage et si l'indicateur de glissade-dérapage (bille) se déplace librement;
4/ le zéro VSI;

g/ à partir d'une position en vol stationnaire stable, augmentez le collectif pour commencer à prendre de l'altitude. Vérifiez les indications du VSI et de l'altimètre;
h/ effectuez une légère inclinaison à gauche ou à droite et vérifiez l'indicateur d'assiette principale pour vous assurer que les indications d'inclinaison longitudinale sont correctes;
j/ au fur et à mesure que vous gagnez de l'altitude, provoquez une légère montée ou baisse de l'avant de l'appareil et vérifiez l'indicateur d'assiette principale pour vous assurer que les indications d'inclinaison longitudinale sont correctes;
k/ retournez au sol et terminez la vérification préalable au départ ainsi que la vérification pré-décollage.

DÉCOLLAGE AUX INSTRUMENTS (DÉPART TERRESTRE)

a/ Le décollage aux instruments (ITO) peut s'effectuer à partir du *vol stationnaire ou du sol,* en fonction des restrictions à la visibilité (sable, neige). Cette procédure de décollage utilise à la fois la méthode du vol à vue et celle du vol aux instruments, à condition qu'il y ait deux pilotes. Le décollage doit s'accomplir de la manière suivante : l'un d'eux pilote aux instruments pendant que l'autre regarde à l'extérieur.

b/ Le décollage aux instruments s'accomplit comme suit (en fonction du type) :

1/ Réglez la barre de l'horizon de l'indicateur d'assiette à la position de décollage normal pour le type d'hélicoptère en cause. L'hélicoptère doit être dans l'axe de la piste ou de la route de départ approuvée (héliplateforme ou zone exiguë). Afin d'empêcher un déplacement vers l'avant, s'il s'agit d'un hélicoptère à roues, utilisez les freins au besoin. Réglez la friction du collectif suffisamment pour minimiser la tendance à surcontrôler et pour empêcher qu'il se déplace tout seul. Ne serrez pas trop pour ne pas gêner les mouvements de la commande;

2/ Revérifiez tous les instruments pour être sûr que vous pouvez décoller. Commencez le décollage en tirant sur la commande de pas collectif/manette de poussée pour amener l'hélicoptère à ne reposer que légèrement sur les roues ou les patins. Dès que la position est stable, vérifiez la puissance requise et la compensation, si vous êtes en sustentation. Affichez la puissance prédéterminée, compte tenu du poids, de l'altitude et de la température, puissance qui doit être plus forte que celle nécessaire au stationnaire, de façon à gagner de l'altitude avant d'augmenter la vitesse (sans toutefois dépasser le régime maximal permissible). Poussez sur le cyclique pour accélérer et prendre la vitesse de montée; au début, servez-vous des pédales pour maintenir le cap voulu. Assurez-vous que le taux de montée est positif avant de commencer la transition au vol vers l'avant (altitude d'abord, vitesse ensuite). Une *rotation*

anticipée de l'hélicoptère avant qu'un taux de montée soit bien établi, peut entraîner et a effectivement entraîné des accidents. Surveillez le variomètre en premier, puis l'altimètre, pour être sûr d'avoir un taux de montée bien établi. Tant que l'hélicoptère est au-dessous de la vitesse minimale requise pour connaître avec précision la vitesse, la puissance et l'assiette déterminées à l'avance renseignent le mieux sur la trajectoire de montée. L'assiette de l'hélicoptère est correcte lorsque la maquette de l'ADI est à une ou deux épaisseurs de barre sous l'horizon. *N'entrez pas en IMC avant d'atteindre* V_{mini} *;*

3/ Dès que l'hélicoptère atteint une altitude minimale de sécurité, accélérez jusqu'à la vitesse minimale de sécurité au décollage. Dès que l'hélicoptère atteint la vitesse de montée recommandée, réglez la puissance et l'assiette de façon à obtenir 500 pieds à la minute et effectuez la transition jusqu'au moment où le vol devient entièrement coordonné;

4/ Dès que l'hélicoptère quitte le sol, il faut faire une rapide contre-vérification des instruments, sans en oublier aucun.

NOTA :

Les critères de départ recommandés pour l'altitude minimale de franchissement d'obstacles avant de commencer un virage en conditions IMC, de jour, sont 400 pieds AGL. Pour une approche indirecte, la MDA, dans chaque catégorie, garantit un minimum de 300 pieds au-dessus de tous les obstacles, à l'intérieur de la zone de manoeuvre à vue.

MONTÉE DIRECTE

a/ La phase de vol entre le moment du décollage aux instruments et la mise en palier à l'altitude de croisière consiste généralement à suivre une procédure d'approche interrompue, une procédure SID, des vecteurs radar ou des autorisations ATC. L'hélicoptère peut aussi entamer une montée directe à partir du vol rectiligne en palier. La montée dans les conditions de vol aux instruments s'effectue en utilisant la technique assiette-puissance-compensation (APT).

b/ Au cours de la montée, la puissance est réglée au collectif pour produire un taux de montée minimum de 500 pieds à la minute. Au fur et à mesure que la puissance augmente, le pilote doit corriger au palonnier.

c/ Pendant la montée, la tenue du cap, de l'assiette et de la vitesse se fait au moyen du cyclique. Le contrôle du taux de montée se fait avec le collectif (puissance), et la compensation se fait au palonnier. Il est généralement admis que la mise en palier se fait en commençant la manoeuvre avant d'atteindre l'altitude voulue, à un nombre de pieds égal à 10 % du taux de montée; le chiffre exact varie en fonction de l'appareil, du taux de montée et de la technique du pilote.

d/ Pour revenir au vol de croisière en palier, le pilote utilise la technique *assiette - puissance - compensation (APT).* D'abord le cyclique pour prendre l'assiette et la vitesse de croisière, ensuite le collectif (puissance) pour le vol de croisière, enfin la compensation au besoin.

VOL RECTILIGNE EN PALIER : C'est le vol où l'altitude (puissance/couple), la vitesse, le cap (tenu au cyclique) sont constants, et l'assiette horizontale, à condition que l'indicateur d'assiette soit bien réglé. Il est possible de voler en palier rectiligne dans la plupart des conditions météorologiques (IMC) s'il y a des moyens de stabilisation pour tenir une configuration.

Lorsqu'un instrument montre qu'il faut effectuer une correction pour maintenir les performances voulues, le pilote utilise les autres instruments pour déterminer dans quelle proportion le faire. L'anémomètre, le couplemètre et(ou) l'altimètre indiquent quels réglages de puissance ou d'altitude doivent être faits.

Les corrections de changement d'assiette doivent être faites dès que ces changements sont repérés. Le pilote ne doit alors pas fixer son attention sur l'instrument intéressé pour voir le résultat de la correction, mais il doit continuer la contre-vérification avant de retourner finalement à l'instrument original. De cette manière, tout le tableau de bord reflète les effets de la correction faite.

Tout écart par rapport au cap voulu se remarque sur l'indicateur de cap. Pour revenir au cap original, le pilote agit immédiatement et en douceur sur le cyclique. La correction rapide des petits écarts de cap permet de bien contrôler l'assiette.

Dès que la correction est faite, vérifiez celle-ci au moyen des autres instruments de performances.

En vol rectiligne en palier, la puissance sert pour régler les écarts d'altitude mineurs s'il n'est pas possible de maintenir l'altitude voulue en modifiant l'angle d'inclinaison longitudinale, sans que la variation de vitesse dépasse ± 10 noeuds.

DESCENTE

a/ Essentiellement, un hélicoptère peut commencer la descente dans la plupart des configurations de vol normal en utilisant la technique *puissance-assiette-compensation (PAT)*. La puissance et le couple sont réduits jusqu'à la valeur qui permet d'atteindre le taux de descente voulu. L'assiette s'obtient au moyen du cyclique et la coordination du vol est maintenue au palonnier.

Dès que le taux de descente est établi, le pilote fait un réglage fin au collectif (puissance). Avant d'arriver à l'altitude de palier, il met de la puissance pour empêcher que l'hélicoptère dépasse l'altitude voulue en continuant à descendre. Il entame la manoeuvre avant d'atteindre l'altitude voulue, à un nombre de pieds correspondant approximativement à 10 % du taux de descente, c'est-à-dire à 50 pieds si le variomètre indique 500 pieds à la minute.

b/ Lorsqu'il arrive à l'altitude du palier, le pilote affiche la puissance correspondante et fait la contre-vérification des instruments.

VIRAGES : Afin de trouver l'angle d'inclinaison nécessaire pour effectuer un virage standard, il faut calculer 15 % à peu près de la vitesse vraie. L'inclinaison latérale dépend du nombre de degrés du virage. Un virage de 20 degrés ou plus se fait au *taux standard de 3 degrés* par seconde, ce qui correspond à deux épaisseurs d'aiguille sur l'indicateur de virage et de dérapage gradué à 4 minutes. Pour effectuer un virage de moins de 20 degrés, il suffit de prendre le taux 1/2, soit une épaisseur d'aiguille.

VIRAGE EN PALIER : Pour commencer un virage, le pilote met la commande de pas cyclique du côté où il veut faire le virage, en contrôlant l'inclinaison sur l'indicateur d'assiette. Lorsqu'il atteint l'angle d'inclinaison et le taux de virage voulus, le pilote relâche la pression sur le manche pour empêcher que l'inclinaison augmente. Le retour au vol rectiligne en palier s'effectue par un mouvement coordonné du cyclique dans la direction opposée au virage. L'entrée et la sortie de virage doivent se faire au même taux.

VIRAGE À UN CAP DÉTERMINÉ : Le terme s'applique à un virage en palier, arrêté à un cap donné sur l'indicateur de cap. Le virage à un cap donné doit s'effectuer dans la direction la plus courte. L'entrée et la tenue du virage se font de la même manière que le virage en palier. La sortie du virage doit être amorcée avant d'atteindre le cap voulu, sinon l'hélicoptère continue à tourner aussi longtemps que l'inclinaison est conservée. La valeur de l'anticipation doit être égale à la moitié de l'angle d'inclinaison. La sortie de virage sur cap donné s'exécute de la même manière que la sortie d'un virage en palier.

VIRAGE SERRÉ : On appelle virage serré tout virage effectué à un taux plus grand que le taux standard. Il est rare qu'un virage serré soit nécessaire ou recommandé en conditions IMC, mais la manoeuvre constitue un bon moyen de juger la capacité d'un pilote à réagir rapidement et en souplesse à tout changement d'assiette. Les techniques d'entrée et de sortie sont les mêmes que pour n'importe quel autre virage. Le cyclique sert à maintenir le taux de virage et l'assiette; la puissance sert à conserver la vitesse et l'altitude.

VIRAGE MINUTÉ : Les techniques d'entrée et de contrôle du virage minuté sont les mêmes que pour le virage en palier. Lorsque le pilote entame le virage, il doit noter la position de l'aiguille des secondes de la montre. Pour rendre le chronométrage plus facile, il est préférable de commencer à compter lorsque l'aiguille des secondes passe la position 3, 6, 9 ou 12 heures. Le taux standard du virage doit être maintenu jusqu'à ce que le temps prédéterminé soit écoulé; ensuite commence la remise à l'horizontale. Le taux de sortie de virage doit être le même que le taux d'entrée.

5.6 APPROCHE POUR HÉLICOPTÈRE (À TERRE ET SUR PLATE-FORME EN MER)

Le (TP 308). Criteria for the Development of Instrument Procedures, définit les critères spécifiques utilisés pour les approches IMC en hélicoptère.

Les approches faites pour hélicoptère seulement sont identifiées par le terme *«Copter»*, par le type d'installation qui fournit le guidage en approche finale et par une identification numérique sur la trajectoire d'approche finale.

FIG. 5-4 • RETOUR VERS LA TERRE

Les critères pour approche Copter reposent sur l'hypothèse que les hélicoptères ont des caractéristiques de manoeuvre spéciales et qu'ils entrent dans le profil de *catégorie «A»* (90 noeuds maximum) quels que soient leur poids ou leur vitesse. Ces approches sont généralement plus courtes et le gradient de descente peut être plus prononcé que pour les approches classiques. Transports Canada homologue les approches aux instruments de compagnie pour les hélicoptères qui font la navette entre les plates-formes en mer et les bateaux.

Les hélicoptères peuvent aussi effectuer les approches aux instruments publiées dans le *Canada Air Pilot (CAP)*.

5.7 URGENCES

A. *Panneau partiel*

1/ *Panne de l'indicateur d'assiette :* Lorsque l'indicateur d'assiette tombe en panne, les références principales d'inclinaison - longitudinale et latérale - disparaissent. Le variomètre est trop sensible pour indiquer les changements d'inclinaison longitudinale et il ne doit être utilisé que comme instrument indiquant une tendance. Les principaux instruments de contrôle indiquant l'inclinaison longitudinale sont l'anémomètre et l'altimètre. L'aiguille de l'indicateur de virage et de dérapage devient alors l'indicateur de cap (instrument de performances). La correction d'assiette dans le plan longitudinal se fait alors que l'hélicoptère est à peu près à l'horizontale lorsque le variomètre et(ou) l'anémomètre changent de sens.

PROCÉDURE D'AUTOROTATION

RÉDUIRE LA VITESSE À 70 KT
VIRAGE FACE AU VENT - MAINTENIR CAP ET VITESSE

DE NUIT
DE NUIT PHARES ALLUMÉs À 500 PIEDS SI HORS NUAGES

SUR L'EAU
DÉPLOYER FLOTTEURS À L'ARRONDI

IFR
ARRONDI À + 10° À L'INDICATEUR ADI

PROCÉDURE D'AUTOROTATION (SUITE)

HAUTEUR DE L'ARRONDI
S332/SK61 - 200' ALTITUDE RADAR
BH12/S76 - 150' ALTITUDE RADAR

NOTA :
Ces altitudes, vitesses et hauteurs d'arrondi ne sont fournies qu'à titre d'exemple. Pour des renseignements précis, veuillez consulter le manuel de vol correspondant du fabricant de l'aéronef.

VÉRIFICATION EN DESCENTE
S332/SK61 -100 PI ALTITUDE RADAR
BH12/S76 -75 PI ALTITUDE RADAR

* Rendu à ce point, un léger mouvement du collectif vers le haut rappelle qu'il faut freiner la descente au moment où l'altitude radar passe 40 pieds.

2/ *Panne de l'indicateur de cap :* Au cas où les gyrocompas (libres ou asservis) tombent en panne en vol, les références de cap doivent se faire au compas de secours. Pour effectuer un changement de cap en panneau partiel, ayez recours au virage, au taux standard et minuté. Dans ces conditions, l'approche aux instruments doit être planifiée d'avance et il est recommandé qu'elle soit directe avec le minimum de virages. Toute panne mettant en cause plusieurs des instruments suivants, pilote automatique, indicateur de cap, indicateur d'assiette, crée une situation d'urgence qui demande une surveillance constante de la part du copilote. Le maintien du pilotage coordonné aux instruments, sans pilote automatique et avec des instruments de vol fonctionnant mal, constitue une situation d'urgence critique.

B. *Autorotation*

Le pilote obligé de faire une autorotation doit adopter les vitesses correspondant aux procédures recommandées par le manufacturier. Il est impératif de conserver le régime rotor, la commande de *pas collectif doit être baissée immédiatement* et en douceur, et les instruments de contrôle et de performances doivent être surveillés de près. Il faut faire particulièrement attention à ce que le pilotage reste bien coordonné.

Fig. 5-5 • Panne de l'indicateur d'assiette

En règle générale, il faut prendre la vitesse donnant le taux minimal de descente compatible avec la sécurité. Les virages s'accomplissent en utilisant les mêmes techniques de base que pour le vol avec moteur. Le régime rotor tend à *augmenter au cours d'un virage* en autorotation et la correction pour empêcher la survitesse des tours rotor doit faire partie de la contre-vérification du pilote. Une connaissance approximative du plafond aide aussi à déterminer à quel moment se servir des références extérieures. Pour réussir une autorotation en conditions IMC, la coopération de l'équipage est primordiale et il est indispensable que celui-ci suive les procédures permanentes. Le profil de descente finale jusqu'au moment du toucher doit être bien étudié et mémorisé. La procédure illustrée sur la **Fig. 5-6** n'est là qu'à titre d'exemple seulement.

C. Positions inhabituelles

Les caractéristiques aérodynamiques de l'hélicoptère, en ce qui regarde les mouvements des commandes et le concept de performances de vol, font que la sortie de position inhabituelle est unique. Une mauvaise technique peut se traduire par une perte de contrôle et des dommages à la cellule.

1/ *Pour sortir* d'une position inhabituelle, le pilote corrige l'assiette d'inclinaison longitudinale et latérale; il règle la puissance et fait les compensations nécessaires. Toutes ces manoeuvres s'exécutent à peu près simultanément, avec très peu d'anticipation de l'une ou l'autre. Autrement dit, si l'hélicoptère monte ou descend en virage serré, l'inclinaison latérale et longitudinale ainsi que la puissance sont corrigées simultanément. L'assiette d'inclinaison latérale est corrigée d'après l'indicateur de virage et de dérapage ou d'après l'indicateur d'assiette, s'il y en a un. L'assiette d'inclinaison longitudinale est corrigée en surveillant l'altimètre, l'anémomètre, le variomètre et l'indicateur d'assiette. Le réglage de la puissance se fait d'après les indications de l'anémomètre et des instruments de contrôle moteur.

2/ *En piqué*, il faut tenir compte de l'altitude, des limitations d'accélération et de la possibilité de décrochage des pales; si l'altitude le permet, éviter de faire une ressource en étant incliné latéralement. Pour sortir d'un piqué, il faut d'abord amener l'hélicoptère à l'horizontale en se servant de l'aiguille comme référence, et en faisant la contre-vérification de l'indicateur d'assiette et de l'indicateur de cap. Il faut régler la puissance de manière à ne pas dépasser la VNE et reprendre le vol normal en croisière en affichant le régime moteur approprié.

3/ *En montée*, le pilote doit tenir compte de l'assiette d'inclinaison longitudinale et de la vitesse. Si l'inclinaison longitudinale n'est pas extrême (inclinaison longitudinale à 10° au plus de l'horizontale) il faut la diminuer sans brusquerie pour prendre la référence de vol en palier sur l'indicateur d'assiette. Remettre l'hélicoptère en palier en se servant de l'aiguille de l'indicateur de virage et de dérapage et de l'indicateur de cap, Puis, reprendre la contre-vérification normale tout en réglant la puissance. Lorsque *l'assiette de cabré est très prononcée*, plus de 10°, incliner l'hélicoptère par le plus court chemin vers l'index d'inclinaison 30°. L'inclinaison latérale devrait être proportionnée à l'assiette d'inclinaison longitudinale, *sans toutefois dépasser 30° au moment* de la sortie de

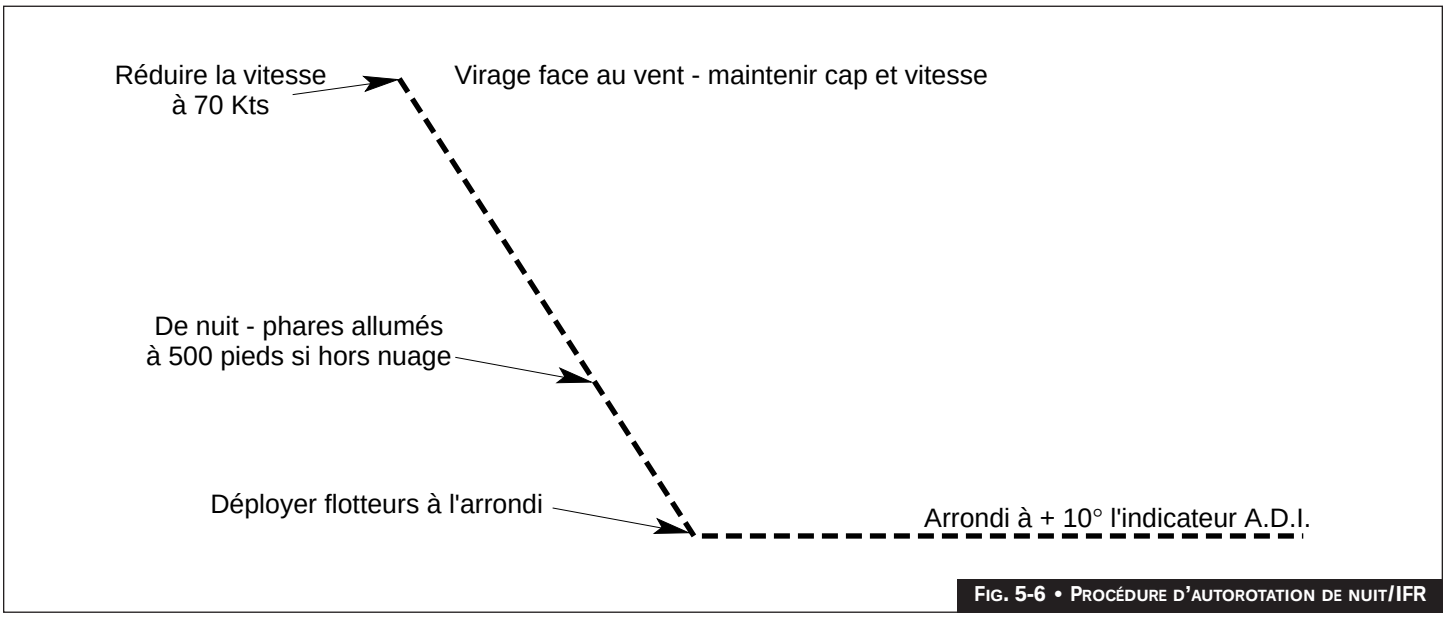


Fig. 5-6 • Procédure d'autorotation de nuit/IFR

position inhabituelle. Amener l'avant de l'hélicoptère vers la barre d'horizon sur l'indicateur d'assiette. Lorsque le nez de l'appareil est sur l'horizon, il faut s'assurer que l'hélicoptère est en palier. Pendant la manoeuvre le pilote effectue continuellement les réglages de puissance nécessaires. Afin de faciliter la détermination de l'assiette en palier, le pilote peut arrêter le mouvement et noter lorsque les indications de l'anémomètre et du variomètre changent de sens.

4/ *LE DÉPLACEMENT* des commandes pour sortir d'une position inhabituelle ne doit pas être plus grand que celui utilisé en vol normal. Aussi faut-il prendre soin de faire les réglages au fur et à mesure que l'hélicoptère s'approche du vol rectiligne en palier, tout en surveillant des près les instruments pour éviter de surcontrôler.

NOTA :

1/ Les assiettes de cabré prononcé et les régimes élevés sont particulièrement dangereux. Pour faciliter la sortie de position inhabituelle, il est recommandé d'afficher au collectif le régime à mi-puissance. Abaisser rapidement le collectif lorsque l'hélicoptère est fortement cabré crée des problèmes de maîtrise critiques du fait que le rotor n'est plus soumis à une charge et que la commande accuse un certain retard. La tendance est d'agir encore plus sur la commande, ce qui peut rendre l'angle de battement excessif et amener le rotor à entrer en contact avec le mât, ou forcer les pales du rotor principal à heurter le fuselage, avec les conséquences catastrophiques que cela entraîne. ***La combinaison faible vitesse et petit pas crée une situation dangereuse qui doit être évitée.***

2/ Si l'hélicoptère se trouve fortement cabré en position inhabituelle, à la suite d'un décrochage de pale, il faut réduire la puissance au collectif avent d'effectuer la correction d'assiette, ce qui élimine la possibilité d'aggraver le décrochage des pales. Si l'hélicoptère se trouve en piqué en position inhabituelle, il faut réduire la puissance au collectif et l'assiette d'inclinaison latérale avant de commencer à changer l'inclinaison longitudinale, pour éviter le décrochage des pales. ***Dans tous les cas, il est d'importance primordiale d'éviter des facteurs de charge anormalement positifs ou négatifs qui pourraient entraîner d'autres positions inhabituelles, ainsi que des dommages à la cellule.***

D. VOL IMC PAR INADVERTANCE (HÉLICOPTÈRE NON ÉQUIPÉ EN CONSÉQUENCE)

Les pilotes d'hélicoptère qui ne sont pas certifiés pour le vol IFR ***doivent éviter à tout prix d'entrer par inadvertance en IMC.*** Un pilote d'hélicoptère qui se trouve dans ces conditions doit agir immédiatement. ***Un pilote non qualifié pour le vol IFR aux commandes d'un hélicoptère non équipé des instruments appropriés et qui entre par inadvertance en IMC, va tout droit à la catastrophe.***

La maîtrise de l'hélicoptère et le passage aux instruments sont vitaux pour la sécurité du vol. Le pilote doit savoir quelle est l'assiette de son appareil et s'assurer qu'il n'est pas dans une position inhabituelle. Il doit se rapporter aux instruments de contrôle et de performances, car il est essentiel qu'il ait des informations en tangage, en roulis et en lacet.

Dès qu'il peut, après stabilisation en vol, le pilote doit commencer à prendre les ***mesures pour retrouver les conditions VMC.*** Il peut avoir à effectuer un virage de 180° ou une montée (s'il sait où sont les sommets et les obstacles dans la région) si l'altitude et les performances de l'hélicoptère le permettent. Il peut aussi descendre sous la base des nuages, pourvu qu'il sache exactement quelles sont les conditions météorologiques et quelle marge de sécurité existe entre la base des nuages et la surface : sol-eau-obstacles. Par ailleurs, le pilote peut essayer de contacter l'ATC pour obtenir une autorisation et se faire guider par radar pour retrouver les conditions VMC.

Pour le pilote VFR, le 180° est de loin la procédure classique la plus sûre et la plus commode, et elle devrait être exécutée avant qu'il rentre dans les nuages ou qu'il soit aux prises avec le voile blanc. Le pilote qui se trouve en vol stable avant de rencontrer les conditions IMC, note le temps et le cap. Lorsque la grande aiguille arrive sur un point cardinal, 12 heures, 3 heures, 6 heures ou 9 heures, il commence un virage standard au taux de trois degrés par seconde. Le pilote prend ensuite le cap réciproque de celui qui l'a amené en conditions IMC, et il devrait retrouver les conditions VMC à l'expiration du temps requis. Cette procédure ne devrait pas être entamée si l'hélicoptère a été forcé à adopter un scénario de faible altitude et de faible vitesse en IMC, vu qu'un virage de 180° effectué par référence aux instruments selon ce scénario entraîne à coup sûr un accident. On n'insistera jamais assez sur le fait que les pilotes d'hélicoptère VFR doivent éviter en tout temps de pénétrer dans les nuages.

Les procédures ci-dessus sont destinées à aider le pilote qui n'est pas qualifié pour le vol aux instruments et pour piloter un hélicoptère qui ne possède pas les instruments IFR. **Le pilote VFR doit éviter les situations qui le placent en conditions IMC.**

PARTIE SIX

PROGRAMME DE FORMATION IFR

6.1 INTRODUCTION
6.2 FORMATION AU SOL
6.3 FORMATION À L'ENTRAÎNEUR SYNTHÉTIQUE DE VOL
6.4 ENTRAÎNEMENT EN VOL

6.1 INTRODUCTION

6.1.1
GÉNÉRALITÉS

L'esquisse suivante sur la *formation au sol*, au *simulateur et en vol* n'est présentée qu'à titre de programme modèle pour la *formation préparatoire à la qualification aux instruments.* Élaboré grâce à l'aide d'organismes de formation au pilotage au Canada, le programme indique *la formation recommandée* à l'intention d'un candidat possédant peu d'expérience de l'aviation. La nature du programme de formation devrait être déterminée au regard des ressources dont dispose l'unité de formation au pilotage, des qualifications des instructeurs ainsi que de la capacité des élèves. Par exemple, si un entraîneur homologué de procédures au sol n'est pas disponible, il se peut qu'il faille prolonger le temps en vol de formation au pilotage pour fournir une formation complète sur un domaine d'étude particulier.

6.1.2
CONSEIL AUX PERSONNES ASSURANT LA FORMATION

Les personnes qui donnent les cours d'instruction pour la qualification aux instruments ou qui préparent un programme de cours devraient tenir compte de toutes les connaissances et compétences que les élèves doivent posséder pour tirer profit de leur qualification aux instruments et non pas uniquement pour réussir l'examen écrit et le test en vol. Le vaste domaine des *facteurs humains* ne devrait pas être négligé. La *physiologie de l'aviation* en ce qui concerne le vol aux instruments, la *prise de décisions* et la *formation à l'exercice du jugement* devrait être intégrée à la fois dans la formation au sol et en vol. Le *Guide de l'instructeur de vol* (TP975) et le *Instrument Flying Handbook* (AC61-27C) de la Federal Aviation Administration sont deux bons ouvrages de référence pour l'instructeur chargé de la formation pour la qualification aux instruments.

Il faudrait prévoir dans le programme de formation aux instruments *suffisamment d'heures* pour permettre à l'élève d'assimiler les sujets qui font partie de la préparation pour l'obtention de la qualification aux instruments. Un cours intensif de formation au sol ou en vol de courte durée peut permettre à un élève de réussir l'examen écrit ou le test en vol, mais par contre l'élève peut ne pas avoir été bien préparé pour prendre en charge un vol IFR dans des conditions météorologiques exigeantes. Un programme bien intégré de formation en vol et au sol, qui permet à l'élève de recevoir une formation formelle et d'avoir l'occasion de surveiller d'autres pilotes de conduite IFR en vol, facilitera le processus d'apprentissage.

Quoique les exigences relatives à l'expérience minimale pour la qualification aux instruments puissent être satisfaites sans évolution réelle dans les nuages ou aucun vol selon un plan de vol IFR, cette pratique n'est pas recommandée. La formation au pilotage comprenant des *vols réels IFR* où l'élève prend progressivement de plus en plus de décisions et assure les communications ATC, est *fortement recommandée.* L'instructeur devrait mettre à profit le *temps de vol réel aux instruments* pour développer la confiance de l'élève et renforcer l'apprentissage.

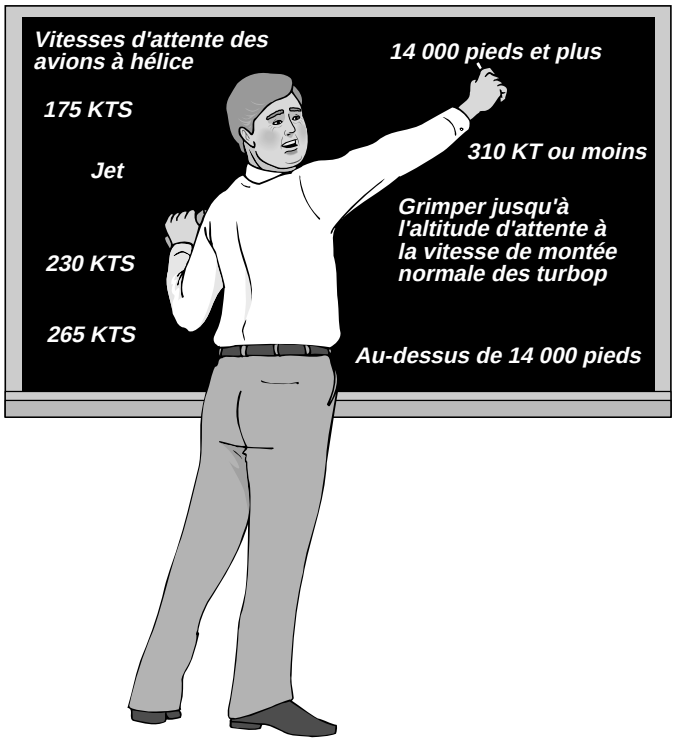


FIG. 6-1 • FORMATION AU SOL IFR

Pour les fins de l'établissement de l'horaire pendant la formation en vol initial, il est recommandé que les leçons soient limitées à 1,5 heure vu que l'attention de l'élève diminue très rapidement au-delà de cette période. L'unité de formation au pilotage peut tirer parti du *pilotage mutuel* des élèves candidats à la qualification aux instruments quand ces derniers ont atteint un niveau de connaissances satisfaisant pour les exercices qui doivent être effectués. Cette méthode est particulièrement bénéfique pour l'élève qui se voit à la place du pilote de sécurité.

6.1.3

ACHÈVEMENT DE LA FORMATION

À la fin de la formation, le parachèvement et la signature de la partie C de la demande de qualification (formulaire 26-0083, voir **Fig. 6-2**) par une personne qualifiée conformément au *Manuel de licences du personnel*, volume 1, partie II, chapitre 1, certifient que le candidat a reçu une formation adéquate et qu'il est prêt à subir le test en vol. Transports Canada surveille le dossier de test en vol des personnes qualifiées qui font de telles recommandations.

6.2 FORMATION AU SOL

6.2.1

PRÉSENTATION DU COURS

Plan de leçon	Durée	Sujet
Généralités 1	1,5 heure	Introduction
Généralités 2	1,5 heure	Révision VFR
IFR 1	1,5 heure	Planification générale des vols
IFR 2	1,5 heure	Départs
IFR 3	1,5 heure	En route
IFR 4	1,5 heure	Arrivées
IFR 5	1,5 heure	Approches
IFR 6	1,5 heure	Urgences
Instrument 1	3 heures	Instruments de vol
Instrument 2	3 heures	Instruments et équipement de navigation
Instrument 3	1,5 heure	compas
Instrument 4	1,5 heure	autres instruments et équipement de navigation
Météorologie 1	1,5 heure	Introduction
Météorologie 2	1,5 heure	Masses d'air
Météorologie 3	1,5 heure	Fronts froids
Météorologie 4	1,5 heure	Fronts chauds
Météorologie 5	1,5 heure	Orages
Météorologie 6	1,5 heure	Givrage, turbulence et brouillard
Météorologie 7	1,5 heure	Cartes météorologiques
Météorologie 8	1,5 heure	Bulletins météorologiques
Météorologie 9	1,5 heure	Planification météorologique des vols
Météorologie 10	1,5 heure	Révision et discussion
Navigation 1	1,5 heure	Planification d'un vol IFR
Navigation 2	1,5 heure	Problèmes à résoudre à l'aide de calculateur
Navigation 3	1,5 heure	Exercices généraux de navigation
Navigation 4	3 heures	Exercices de vol voyage de navigation (planification du vol uniquement)
Examen de préparation	3 heures	

6.2.2

INTRODUCTION — 1,5 HEURE

a. Objectif du cours

PARTIE C – RECOMMANDATION

J'atteste par la présente que le candidat a reçu la formation et l'expérience prescrites dans le Manuel de licences du personnel et qu'il est apte à recevoir la(les) qualification(s) suivante(s): _____

Le test en vol est recommandé ☐ (Cocher la case lorsqu'un test en vol est requis)

J M A Date	Nom en lettres moulées	Signature	N° de licence	Établissement

FIG. 6-2 • RECOMMANDATION POUR LE TEST INITIAL DE VOL AUX INSTRUMENTS

b. Services de contrôlede la circulation aérienne au Canada - Historique , services fournis, description du contrôle-sol, tour, terminal, départ, arrivée, ACC
c. OACI - Historique, organisation, méthode de diffusion de l'information, respect des procédures
d. Définitions
e. Caractéristiques de l'espace aérien canadien, voies aériennes et routes

6.2.3
RÉVISION DU VFR **1,5 HEURE**

a. VFR - Minimums météorologiques, planification du vol, exigences concernant le pilote, l'aéronef et le carburant, communications
b. SVFR - Minimums météorologiques, autorité
c. DVFR - Généralités, ADIZ, exigences concernant Scatana et conformité
d. Altitudes de croisière
e. Région d'utilisation de la pression standard
f. Régions inhospitalières et montagneuses

6.2.4
PLANIFICATION GÉNÉRALE DES VOLS **1,5 HEURE**

a. Exigences concernant le pilote, l'aéronef et la météorologie afin d'évoluer par conditions IFR
b. *CAP*, cartes *LE*, *LO* et *HE*, *Supplément de vol Canada, Cartes de terminal*
c. Préparation de la route - Routes préférentielles IFR
d. Journal de navigation
e. Plan de vol
f. NOTAM
g. Vol à destination des États-Unis
h. AIRMET/SIGMET
i. Utilisation du plan de vol OACI

6.2.5
DÉPARTS **1,5 HEURE**

a. ATIS
b. Vérifications et exposés
c. Autorisatio - Limite d'autorisation
d. Départs - SID
e. Départs - Non SID
f. Départs - aérodromes non contrôlés - Régions montagneuses
g. Procédures de départ - Régions montagneuses
h. Limite de franshissement d'obstacles et marge de franchissement du relief

6.2.6
EN ROUTE **1,5 HEURE**

a. Radar et non radar
b. MEA, MOCA, MRA
c. Limites d'autorisations - Attente
d. Changements d'altitude - Canada et états-Unis
e. Comptes rendus de position
f. Intersections
g. Points tournants
h. Espace aérien à titre consultatif de classe F/espace aérien réglementé

6.2.7
ARRIVÉES **1,5 HEURE**

a. Autorisations
b. Profils de descente, arrivées normalisées aux instruments (STAR)
c. Terminal
d. Aéroports contrôlés, aérodromes non contrôlés
e. Radar et non radar
f. Aéroports sans tour de contrôle
g. Attente
h. Renseignements nécessaires au pilote

6.2.8
APPROCHES **1,5 HEURE**

a. Autorisation
b. Cartes d'approche
c. Balisage d'approche et de piste
d. Transitions
e. Radar et non radar
f. Approches ILS et ILS/DME
g. Approches alignement de piste avant (LOC) et arrière (BC)
h. Approches au NDB
i. Approches au VOR
j. Arcs DME

k. Approches RNAV (facultatives)
l. Approches interrompuesm
m. Approches ILS Cat II (facultatives)

6.2.9
URGENCES **1,5 HEURE**

a. Départ, en route, arrivée
b. Panne de communication
c. Panne d'équipement de navigation
d. Panne d'instruments de vol
e. Panne d'un système
f. Panne moteur
g. 121,5
h. Détournement
i. ELT

6.2.10
INSTRUMENTS DE VOL **3 HEURES**

a. Indicateur d'assiette - Principes de fonctionnement, limitations, pannes
b. Indicateur de cap - Principes de fonctionnement, limitations, précession, pannes
c. Indicateur de virage et de dérapage - Principes de fonctionnement, taux de virage, pannd
d. Coordonnateur de virage - Principes de fonctionnement, taux de virage, pannes
e. Variomètre - Principes de fonctionnement, limitations, pannes IVSI
f. Anémomètre - Principes de fonctionnement, limitations, pannes, réchauffage Pilot, Mach
g. Altimètre - Principes de fonctionnement, limitations, pannes, types
h. Directeur de vol - Principes de fonctionnement, limitations, pannes
i. Indicateur de situation horizontale (HSI) - Principes de fonctionnement, limitations, pannes

6.2.11
INSTRUMENTS ET ÉQUIPEMENT DE NAVIGATION **3 HEURES**

a. VOR et VOT-Principes de fonctionnement, limitations, pannes, identification, fréquences TVOR, vérifications des équipements au VOT, erreurs inhérentes
b. ADF-principes de fonctionnement, limitations, identification, radiodiffusion, puissance, gamme des fréquences, rose compas fixe et RMI, erreurs inhérentes
c. ILS-Principes de fonctionnement, limitations, identification, bande des fréquences, composants du système, alignement de piste uniquement, guidage sur route à l'indicateur d'alignement de piste, erreurs inhérentes
d. DME-Principes de fonctionnement, limitations, identification, utilisation du TACAN DME
e. TRANSPONDEUR-Principes de fonctionnement, limitations, utilisation, transmission de l'altitude

6.2.12
COMPAS **1,5 HEURE**

a. Compas -Principes de fonctionnement magnétiqueErreurs - Déclinaison, déviation, inclinaison
Tolérances et pannes
Compensation des compas - Fréquence et procédures
b. Gyro compas-Principes de fonctionnement
Erreurs
Tolérances et pannes
Compensation
Asservissement

6.2.13
AUTRES ÉQUIPEMENTS DE NAVIGATION EN USAGE **1,5 HEURE**

a. INS
b. OMEGA, OMEGA/VLF
c. LORAN C
d. GPS - Utilisation en route et pour les approches
e. NAVIGATION DE SURFACE
f. TACAN
g. MLS

6.2.14

MÉTÉOROLOGIE **1,5 HEURE**

INTRODUCTION

a. Historique des services météorologiques canadiens
b. Température
c. Pression
d. Humidité
e. Nuages
f. Précipitation
g. Visibilité
h. Vent

6.2.15

MASSES D'AIR **1,5 HEURE**

a. Description
b. Type de masses d'air communément rencontrées au Canada
c. Caractéristiques
d. Stabilité et humidité
e. Modification
f. Fronts
g. Air chaud en altitude

6.2.16

FRONTS FROIDS **1,5 HEURE**

a. Description
b. Facteurs régissant la météorologie frontale
c. Vents au sol
d. Température
e. Humidité
f. Nuages et précipitation
g. Visibilité
h. Pression
i. Fronts froids en altitude

6.2.17

FRONTS CHAUDS **1,5 HEURE**

a. Description
b. Facteurs régissant la météorologie frontale
c. Vents au sol
d. Température
e. Humidité
f. Nuages et précipitation
g. Visibilité
h. Pression
i. Fronts chauds en altitude

6.2.18

ORAGES **1,5 HEURE**

a. Description
b. Stades et types
c. Conditions météorologiques en surface
d. Conditions météorologiques en vol
e. Statique
f. Précautions à prendre au voisinage d'un orage
g. Systèmes de détection d'orages et radar météo

6.2.19

GIVRAGE, TURBULENCE ET BROUILLARD **1,5 HEURE**

a. Turbulence- Mécanique
- Thermique
- Frontale
- Cisaillement du vent
- Précautions en vol

b .Givrage- Formation
- Types
- De cellule
- De moteur
- Précautions
- Précautions en vol/règlementation

c. Brouillard- Types
- Formation
- Dissipation

d. Turbulence en ciel clair (CAT)
e. Ondes de montagne ou orographiques

6.2.20

CARTES MÉTÉOROLOGIQUES **1,5 HEURE**

a. Cartes en altitude
b. Cartes de surface
c. Symboles
d. Fréquence
e. Cartes spéciales

6.2.21

BULLETINS MÉTÉOROLOGIQUES **1,5 HEURE**

a. Prévisions météorologiques- Fréquence

pour l'aviation- Description
- Renseignements fournis

b. Bulletins météorologiques- Fréquence pour l'aviation- Description
- Renseignements fournis

c. Symboles

6.2.22

PLANIFICATION MÉTÉOROLOGIQUE DU VOL **1,5 HEURE**

a. Renseignements à donner au responsable d'exposés de la FSS
b. Renseignements à obtenir de la FSS ou d'un système d'exposé informatisé
c. Prévisions de route
d. Choix de l'altitude de vol
e. Choix des aérodromes de destination et de dégagement
f. Nuages
g. Turbulence
h. Givrage
i. Vents/Courant Jet

6.2.23

RÉVISION ET DISCUSSION **1,5 HEURE**

a. Révision générale et discussion
b. Travaux en atelier

6.2.24

PLANIFICATION D'UN VOL IFR **1,5 HEURE**

a. Météorologie et NOTAM
b. Journal de-Acheminement vers les aérodromes de navigationdestination et de dégagement
-Altitudes (MEA, MRA, MOCA, ALTITUDE DE CROISIÈRE)
-Route
-Cap
-Vitesses (IAS, CAS EAS, TAS, MACH)
-Points de compte rendu, changement d'altitude, points de changement
c. Plan de vol-Rédaction
-Dépôt
d. Équipement-Pilote
-Aéronef
-Départ, en route, arrivée, approche
e. Bloc de temps aux aérodromes achalandés
f. Routes préférentielles IFR
g. Dépôt du plan de vol avant d'obtenir les autorisations
h. Plan de vol vers les États-Unis

6.2.25

PROBLÈMES DE PLANIFICATION DE VOL À RÉSOUDRE À L'AIDE DE CALCULATEUR **1,5 HEURE**

a. Description
b. Temps, vitesse, distance
c. Carburant
d. Milles terrestres et marins, kilomètres
e. Corrections de vitesse et altimétriques
f. Cap et vitesse-sol
g. Direction et vitesse du vent
h. Point de non retour (facultatif)
i. Point critique (facultatif)

NOTA :

Il se peut que la durée des exercices soit prolongée eu égard aux connaissances antérieures de l'élève

6.2.26

PROBLÈMES DE NAVIGATION À CARACTÈRE GÉNÉRAL **1,5 HEURE**

a. Court vol-voyage de navigation, vents donnés, etc. uniquement pour l'entraînement à la navigation

6.2.27

EXERCICE DE PLANIFICATION D'UN VOL **3 HEURES**

a. Préparation d'un vol-voyage de navigation complet en utilisant les prévisions météorologiques préparées, les séquences et les acheminements en vigueur pendant la période de temps prévue de l'exercice.

NOTA :

Pour préparer cet exercice les élèves doivent obtenir les cartes LE ou LO. Des cartes périmées peuvent être utilisées pour l'entraînement, à condition qu'elles aient été publiées à la même date.

6.2.28
EXAMEN DE PRÉPARATION 3 HEURES

Cet examen devrait être du même format que l'examen de qualifications aux instruments de Transports Canada, afin que les élèves puissent évaluer leurs connaissances. Cet examen devrait être préparé par le personnel de l'école (plusieurs examens de préférence) d'après le format de l'examen de la qualification aux instruments de Transports Canada, afin que les élèves puissent évaluer leurs connaissances. Si l'on utilise un examen du type à choix multiples, on devrait rédiger un examen qui permet l'évaluation profonde des connaissances des élèves. L'association de questions à choix multiples et à réponse directe est un bon moyen pour mesurer ce niveau de connaissances.

6.3 FORMATION À L'ENTRAÎNEUR SYNTHÉTIQUE DE VOL

Les figures 6-3 et 6-5 illustrent deux entraîneurs synthétiques de vol et des entraîneurs évolués de niveau II agréés par Transports Canada.

PROGRAMME DE FORMATION DURÉE

Minimale recommandée

6.3.1
RÉVISION DES INSTRUMENTS DE BASE 2,0

a. Utilisation des instruments de vol
b. Détermination des assiettes de vol
c. Vol rectiligne et en palier
d. Montée
e. Descente
f. Virages (taux , taux 1, 30° et 45°d'inclinaison)
g. Virages en montée
h. Virages en descente
i. Évolutions coordonnées
j. Approche du décrochage
k. Sortie de décrochage
l. Sortie de positions inhabituelles

NOTA :

FIG. 6-3 • ENTRAÎNEUR DE PILOTAGE HAWKER

1. *Les séquences doivent être effectuées en panneau partiel et complet*
2. *La période de temps allouée devrait être utilisée pour revoir l'utilisation des instruments de base et familiariser l'élève avec le simulateur. La durée réelle dépend des exercices effectués par l'élève et de sa progression.*

6.3.2
RADIOGONIOMÈTRE AUTOMATIQUE (ADF/NDB) 4,0

a. Orientation
b. Suivi des routes, en rapprochement, en éloignement
c. Interception d'une route prédéterminée, en rapprochement, en éloignement
d. Détermination de la position
e. Calcul des temps et distance
f. Virage conventionnel

NOTA :

Les séquences devraient être effectuées en utilisant un indicateur radiomagnétique (RMI) (à rose

compas mobile) et un indicateur à rose compas fixe (gisement) compte tenu des instruments dont est équipé l'entraîneur.

6.3.3
RADIOPHARE OMNIDIRECTIONNEL VHF (VOR) 4,0

a. Essai de réception du signal VOR (VOT)
b. Orientation
c. Suivi des routes, en rapprochement, en éloignement
d. Interception d'une route prédéterminée, en rapprochement, en éloignement
e. Détermination de la position
f. Calcul des temps et distance
g. Virage conventionnel

NOTA :

Les séquences devraient être effectuées en n'utilisant que l'indicateur de situation horizontale (HSI), l'indicateur radiomagnétique (RMI) et l'indicateur de route, compte tenu des instruments dont est équipé l'entraîneur.

6.3.4
ÉQUIPEMENT DE MESURE DE DISTANCE (DME) 1,5

a. Interception d'un arc DME
b. Suivi d'un arc DME
c. Interception d'un radial à partir d'un arc DME

NOTA :

Les séquences devraient être effectuées en n'utilisant que l'indicateur radiomagnétique (RMI) et l'indicateur de route, compte tenu des instruments dont est équipé l'entraîneur.

6.3.5
ATTENTE 3,0

a. Procédures d'entrée et de suivi d'un hippodrome d'attente standard et non standard
b. Entrée et circuit d'attente sur :
   1. un NDB
   2. un VOR
   3. une intersection

FIG. 6-4 • VISUEL HAWKER EFIS

   4. un repère DME

NOTA :

1. *Les séquences devraient être effectuées en n'utilisant que l'indicateur de situation horizontale (HSI), l'indicateur radiomagnétique (RMI) et un l'indicateur de route, compte tenu des instruments dont est équipé l'entraîneur.*
2. *Avant cette séquence, les candidats devraient avoir des connaissances sur la vitesse du vent*

FIG. 6-5 • ENTRAÎNEUR DE VOL STC-3000

obtenue à partir des prévisions et(ou) avant de se diriger vers un repère d'attente.

6.3.6

APPROCHES ET APPROCHES INTERROMPUES 6,0

a. Approche publiée complète :
   1. NDB
   2. VOR
   3. ILS alignement avant
   4. Alignement de piste seulement
   5. Alignement de piste arrière
   6. PAR (si disponible)
   7. RNAV (si disponible)
b. Approche après attente sur un repère d'approche :
   1. NDB
   2. VOR
   3. ILS
   4. Alignement de piste arrière
c. Transition pour approche directe :
   1. À partir d'un vecteur radar
   2. À partir d'une transition publiée
d. Approche indirecte

NOTA :

1. *Les séquences devraient être effectuées en utilisant les différents instruments de l'entraîneur, par exemple, indicateur de situation horizontale (HSI), indicateur radiomagnétique (RMI), indicateur à rose compas fixe, etc.*
2. *Les approches indirectes peuvent ne pas être réalisables du fait d'un manque de présentation visuelle à l'entraîneur.*
3. *On devrait demander aux élèves d'effectuer un atterrissage ou une approche interrompue à partir du point d'approche interrompue (MAP) à la DH ou à la MDA, en fonction des possibilités de l'entraîneur.*

6.3.7

SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE (ATS) AUTORISATION/PROCÉDURES 1,0

a. Départ :
   1. Sans service radar
   2. Avec service radar
   3. Départ normalisé aux instruments (SID)
b. Arrivée
   1. Sans service radar
   2. Avec service radar
   3. Arrivée normalisée aux instruments (STAR)

NOTA :

Les exercices d'arrivée et de départ devraient être effectués concurremment avec d'autres exercices.

6.3.8

VOL-VOYAGE DE NAVIGATION IFR 3,0

a. Préparation du journal de bord
b. Préparation du plan de vol
c. Départ
d. En route
e. Attente
f. Transition
g. Approche
h. Approche interrompue
i. Déroutement
j. Approche
k. Urgences

6.4 5ENTRAÎNEMENT EN VOL

PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT POUR LA QUALIFICATION AUX INSTRUMENTS

NOTES GÉNÉRALES

1. *L'élève ne suivra la séquence d'entraînement de vol applicable qu'une fois qu'il a réussi la*

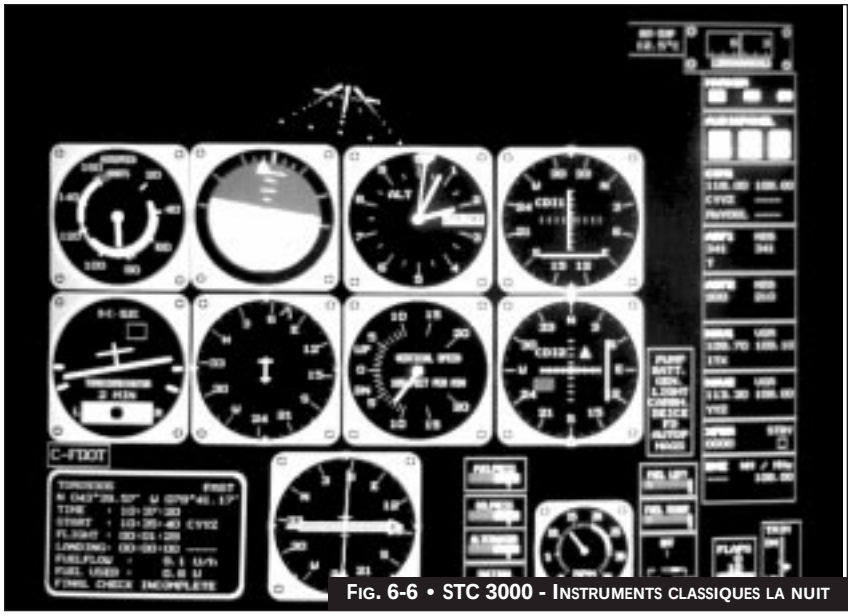


FIG. 6-6 • STC 3000 - INSTRUMENTS CLASSIQUES LA NUIT

phase d'entraînement sur entraîneur synthétique de vol comme le prévoit le programme de formation au pilotage IFR.

2. *Si l'entraîneur synthétique de vol ne permet pas de fournir les séquences recommandées ou s'il n'y a pas d'entraîneur, le nombre minimal recommandé d'heures de vol devrait être augmenté afin que l'élève satisfasse aux exigences d'entraînement.*

3. *Par heures minimales recommandées on entend «heures de vol aux instruments» telles que le définit le Manuel de licences du personnel, Volume 1, Équipage de conduite, Partie I, Section 8 qui spécifie : «Temps de vol pendant lequel un pilote manoeuvre l'aéronef en se référant uniquement aux instruments de vol et sans références extérieures».*

4. *Il est bien compris que tous les aéronefs d'entraînement ne peuvent être équipés pour fournir les séquences d'entraînement recommandées. Par exemple, l'aéronef peut pas être équipé de RMI pour l'entraînement à l'ADF et au VOR, ou ne pas posséder de DME pour que l'élève intercepte les arcs DME.*

MINIMALE RECOMMANDÉE **DURÉE**

6.4.1

ENTRAÎNEMENT AU VOL AUX INSTRUMENTS **6,0**

a. Utilisation des instruments de vol
b. Identification des assiettes
c. Vol rectiligne et en palier
d. Montée
e. Descente
f. Virages
g. Virages en montée
h. Virages en descente
i. Évolutions coordonnées
j. Approche du décrochage
k. Sortie de positions inhabituelles

NOTA :

1. *Les séquences doivent être effectuées en panneau partiel et complet.*

2. *La durée minimale recommandée de six heures devrait être utilisée en tant que temps de révision et pour familiariser l'élève avec le vol aux instruments sur l'aéronef en question. La durée réelle sera fonction de l'entraînement antérieur de l'élève aux instruments, de son expérience* et de sa progression.

6.4.2

RADIOGONIOMÈTRE AUTOMATIQUE (ADF) **4,0**

a. Orientation
b. Suivi : en rapprochement, en éloignement
c. Interception d'une route prédéterminée : en rapprochement, en éloignement
d. Détermination de la position
e. Calcul des temps et distance
f. Virage conventionnel

NOTA :

En fonction de l'équipement de l'aéronef, les séquences devraient être effectuées en utilisant un indicateur à rose fixe (gisement) et un indicateur radiomagnétique (RMI) (rose mobile).

6.4.3

RADIOPHARE OMNIDIRECTIONNEL VHF (VOR) **4,0**

a. Vérification du VOR(VOT)
b. Orientation
c. Suivi : en rapprochement, en éloignement
d. Interception d'une route prédéterminée : en rapprochement, en éloignement
e. Détermination de la position
f. Calcul des temps et distance
g. Virage conventionnel

NOTA :

En fonction des instruments de l'aéronef, les séquences pourront être effectuées avec l'indicateur de position horizontale (HSI), l'indicateur radiomagnétique (RMI) et l'indicateur de route seulement.

6.4.4

ÉQUIPEMENT DE MESURE DE DISTANCE (DME) **1,5**

a. Interception d'un arc DME
b. Suivi d'arc DME
c. Interception d'un radial à partir d'un arc DME

NOTA :

Les séquences devraient être effectuées en n'utilisant que le RMI et l'indicateur de route compte tenu des instruments dont est équipé l'aéronef.

6.4.5
ATTENTE 2,0

a. Procédures d'entrée et de suivi d'un hippodrome d'attente standard et non standard
b Entrée et circuit d'attente sur :
   1. un NDB
   2. un VOR
   3. une intersection
   4. un repère DME

NOTA :

1. *Les séquences devraient être effctuées en utilisant que l'indicateur de situation horizontale (HSI), l'indicateur radiomagnétique (RMI) et l'indicateur de route, compte tenu des instruments dont est équipé l'aéronef.*
2. *Avant d'entreprendre la séquence, l'élève devrait toujours avoir connaissance de la vitesse du vent extraite des prévisions et(ou) avant de se diriger vers le rep*ère d'attente.

6.4.6
APPROCHES ET APPROCHES INTERROMPUES 7,0

a. Approche complète publiée :
   1. NDB
   2. VOR
   3. ILS
   4. Alignement de piste
   5. Alignement de piste arrière
   6. PAR (si disponible)
   7. RNAV (si applicable et approuvée)
b. Approche après une attente sur un repère d'approche :
   1. NDB
   2. VOR
   3. ILS
   4. Alignement de piste arrière
c. Transition vers une approche directe :
   1. À partir d'un vecteur radar
   2. À partir d'une transition publiée
d. Approche indirecte

NOTA :

1. *Les séquences devraient être effectuées en utilisant les différents instruments de l'aéronef, par exemple : indicateur de situation horizontale, (HSI), indicateur radiomagnétique (RMI), indicateur à rose fixe etc.*
2. *L'élève devrait effectuer un atterrissage ou une approche interrompue à partir du point d'approche interrompue (MAP) à la DH ou à la MDA.*

6.4.7
SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE (ATS) AUTORISATIONS/PROCÉDURES 1,0

a. Départ :
   1. Sans service radar
   2. Avec service radar
   3. Départ normalisé aux instruments (SID)
b. Arrivée :
   1. Sans service radar
   2. Avec service radar
   3. Arrivée normalisée aux instruments (STAR)

NOTA :

Il est recommandé que les exercices d'arrivée et de départ soient effectués concurremment avec d'autres exercices de vol.

6.4.8
VOYAGE DE NAVIGATION 1,5

a. Exposé météo
b. Préparation du journal de bord
c. Préparation du plan de vol
d. Calcul de la consommation de carburant
e. Départ
f. En route
g. Attente
h. Transition et approche
i. Approche interrompue
j. Déroutement
k. Approche
l. Urgences

NOTES GÉNÉRALES

NOTA :

1. *Pendant le vol de navigation IFR, l'élève doit se charger des communications radio avec l'ATC.*

2. *Pendant sa formation, l'élève devrait avoir eu l'occasion d'effectuer autant d'heures de vol que possible dans les nuages.*

3. *Les procédures d'urgence telles que panne d'équipement de radionavigation et d'aide d'approche, d'installations de communications et d'autre équipement de l'aéronef, y compris les pannes moteur doivent être incluses dans la séquence d'entraînement au moment opportun.*

4. *Les exigences minimales d'expérience pour obtenir la qualification de vol aux instruments sont spécifiées dans le Manuel de licences du per*sonnel, volume 1.

ANNEXE

ANNEXE

ANN-1 DÉFINITIONS
ANN-2 ABBRÉVIATIONS
ANN-3 RÈGLES PRATIQUES
ANN-4 OUVRAGES DE RÉFÉRENCE POUR LE VOL AUX INSTRUMENTS

ANNEXE 1 : DÉFINITIONS

Les définitions suivantes concernent le vol IFR. Des définitions supplémentaires figurent dans la section GEN de l'AIP Canada.

AÉROPORT DE DÉGAGEMENT

Alternate Airport - Désigne un aérodrome, spécifié dans un plan de vol, vers lequel le vol peut être poursuivi lorsqu'il devient inopportun d'atterrir au point de destination.

ALIGNEMENT DE DESCENTE

Glide Path - Profil de descente défini électroniquement pour le guidage dans le plan vertical au cours de l'approche finale.

ALTITUDE DE SÉCURITÉ 100 NM

Safe Altitude 100 nm - L'altitude la plus basse qui assure une marge de franchissement d'obstacles minimale de 1 000 pieds dans les régions non montagneuses ou de 2 000 pieds dans les régions montagneuses, dans des conditions de température et de pression types, au-dessus de tous les obstacles situés dans une zone circulaire de 100 nm de rayon et qui est centrée sur une aide à la navigation ou sur le centre géographique de l'aérodrome.

ALTITUDE MINIMALE DE DESCENTE (MDA)

Minimum Descent Altitude (MDA) - Altitude spécifiée par référence au niveau de la mer pour une approche de précision, au-dessous de laquelle une descente ne doit pas être exécutée tant que le contact visuel requis pour continuer l'approche et atterrir n'a pas été établi.

ALTITUDE MINIMALE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES (MOCA)

Minimum Obstruction Clearance Altitude (MOCA) - Altitude au-dessus du niveau de la mer spécifiée entre des repères radio sur des voies ou des routes aériennes inférieures qui répond aux exigences IFR de franchissement d'obstacles pour cette partie de la route.

ALTITUDE MINIMALE DE RÉCEPTION (MRA)

Minimum Reception Altitude (MRA) - Appliquée à une intersection VHF/UHF spécifique, l'altitude la plus basse au-dessus du niveau de la mer à laquelle la réception des signaux de navigation est suffisante pour déterminer l'intersection.

ALTITUDE MINIMALE DE SECTEUR (MSA)

Minimum Sector Altitude (MSA) - Altitude la plus basse qui fournit une marge minimale de franchissement de 1 000 pieds, dans des conditions de pression et de température types, au-dessus de tous les objets situés dans un secteur circulaire de 25 nm centré sur l'aide de navigation spécifiée.

ALTITUDE MINIMALE EN ROUTE (MEA)

Minimum En Route Altitude (MEA) - Altitude publiée au-dessus du niveau de la mer entre des repères spécifiés sur des voies ou des routes aériennes qui assurent une couverture acceptable des signaux de

navigation et qui répond aux exigences de franchissement d'obstacles IFR.

ANGLE DE L'ALIGNEMENT DE DESCENTE

Glide Path Angle - Angle de l'alignement de descente mesuré en degrés au-dessus d'un plan horizontal.

APPROCHE SIMULÉE (TCA)

Simulated Approach (TCA) - Approche aux instruments effectuée en conditions météorologiques VFR par un aéronef sans autorisation IFR.

APPROCHE CONTACT

Contact Approach - Approche effectuée par un aéronef selon un plan de vol IFR, avec une autorisation du contrôle de la circulation aérienne, naviguant hors des nuages et avec une visibilité en vol d'au moins 1 mille, qui, en toute probabilité, peut continuer à l'aéroport de destination dans ces conditions et qui peut dévier de la procédure aux instruments et se diriger vers l'aéroport de destination par référence visuelle.

APPROCHE FINALE

Final Approach - Partie de l'approche aux instruments entre le repère ou le point d'approche finale de la piste, l'aéroport ou le point d'approche interrompue, selon la dernière éventualité, au cours de laquelle sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage.

APPROCHE INITIALE

Initial Approach - Partie de la procédure d'approche aux instruments entre le repère ou le point d'approche initiale et le repère ou le point d'approche intermédiaire où l'aéronef quitte la phase en route du vol et manoeuvre pour pénétrer dans le segment d'approche intermédiaire.

APPROCHE INTERMÉDIAIRE

Intermediate Approach - Partie d'une procédure d'approche aux instruments entre le repère ou le point d'approche intermédiaire et le repère ou le point d'approche finale où le pilote effectue des corrections de la configuration, de la vitesse et du positionnement de son aéronef en vue de l'approche finale.

APPROCHE AU RADAR DE SURVEILLANCE

Surveillance Approach - Approche aux instruments au cours de laquelle l'approche finale est effectuée selon les directives formulées par un contrôleur d'après la présentation fournie par le radar de surveillance.

APPROCHE À VUE

Visual Approach - Approche selon laquelle un aéronef évoluant conformément à un plan de vol IFR dans des conditions météorologiques VFR sous la responsabilité d'un service de contrôle de la circulation aérienne et ayant reçu l'autorisation du

contrôle de la circulation aérienne, peut se diriger jusqu'à l'aéroport de destination dans des conditions météorologiques VFR.

ARC DME

DME Arc - Trajectoire, indiquée comme une distance DME constante, par rapport à une aide à la navigation fournissant des informations de distance.

AUTORISATION DU CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

Air Traffic Control Clearance - Autorisation accordée à un aéronef de manoeuvrer dans l'espace aérien contrôlé dans des conditions spécifiées par une unité de l'ATC.

CODE (Code SSR)

Code (SSR code) - Numéro assigné à un signal de réponse à impulsions multiples particulier émis par un transpondeur.

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE VOL À VUE (VMC)

Visual Meteorological Condition (VMC) - Conditions météorologiques, exprimées en fonction de la visibilité, de la distance par rapport aux nuages et du plafond, égales ou supérieures au minimums spécifiés dans le règlement de l'air pour le vol dans des conditions météorologiques VFR.

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE VOL AUX INSTRUMENTS (IMC)

Instrument Meteorological Conditions (IMC) - Conditions météorologiques, exprimées en fonction de la visibilité, de la distance par rapport aux nuages et du plafond, inférieures aux minimums spécifiés dans le règlement de l'air pour le vol dans des conditions météorologiques de vol à vue.

DISTANCE DE ROULEMENT UTILISABLE AU DÉCOLLAGE (TORA)

Take-off Run Available (TORA) - Longueur de piste déclarée comme étant utilisable et convenant pour le roulement au sol d'un avion au décollage.

DISTANCE UTILISABLE AU DÉCOLLAGE (TODA)

Take-off Distance Available (TODA) - Distance de roulement utilisable au décollage, augmentée de la longueur du prolongement dégagé, s'il y en a un.

DISTANCE UTILISABLE À L'ATTERRISSAGE (LDA)

Landing Distance Available (LDA) - Longueur de piste déclarée comme étant utilisable et convenant pour le roulement au sol d'un avion à l'atterrissage.

DISTANCE UTILISABLE D'ACCÉLÉRATION/ARRÊT (ASDA)

Accelerate/Stop Distance Available (ASDA) - La longueur de roulement utilisable au décollage (TORA) à laquelle s'ajoute la longueur de piste restante s'il en existe.

ÉQUIPEMENT DE MESURE DE DISTANCE (DME)

Distance Measuring Equipment (DME) - Équipement de bord et au sol utilisé pour mesurer la distance oblique en milles marins d'une aide à la navigation.

ESPACE AÉRIEN CONTRÔLÉ

Controlled Airspace - Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne.

ESPACE AÉRIEN INFÉRIEUR

LOW LEVEL AIRSPACE - ENSEMBLE DE L'ESPACE AÉRIEN COMPRIS DANS L'ESPACE AÉRIEN CANADIEN INTÉRIEUR AU-DESSOUS DE 18 000 PIEDS ASL.

ESPACE AÉRIEN SUPÉRIEUR

HIGH LEVEL AIRSPACE - ENSEMBLE DE L'ESPACE AÉRIEN COMPRIS DANS L'ESPACE AÉRIEN CANADIEN INTÉRIEUR, À 18 000 PIEDS ASL ET AU-DESSUS.

FRÉQUENCE OBLIGATOIRE (MF)

MANDATORY FREQUENCY (MF) - FRÉQUENCE PRÉVUE PAR LES RÈGLEMENTS QUE TOUS LES PILOTES ÉVOLUANT DANS LE VOISINAGE IMMÉDIAT DE CERTAINS AÉRODROMES NON CONTRÔLÉS DOIVENT SURVEILLER POUR TRANSMETTRE LEURS INTENTIONS, LEUR HEURE PRÉVUE D'ATTERRISSAGE ET D'APPROCHE APPROPRIÉE DE MÊME QUE TOUS LEURS COMPTES RENDUS PENDANT LES TOURS DE PISTES, LA CIRCULATION AU SOL ET LE DÉCOLLAGE SELON LE CAS.

HAUTEUR AU-DESSUS DE L'AÉRODROME (HAA)

HEIGHT ABOVE AERODROME (HAA) - HAUTEUR EXPRIMÉE EN PIEDS DE L'ALTITUDE MINIMALE DE DESCENTE (MDA) AU-DESSUS DE L'ALTITUDE DE L'AÉRODROME.

HAUTEUR AU-DESSUS DE LA ZONE DE TOUCHER DES ROUES (HAT)

HEIGHT ABOVE TOUCHDOWN ZONE (HAT) - HAUTEUR EXPRIMÉE EN PIEDS DE LA DH OU DE LA MDA AU-DESSUS DE LA HAUTEUR DE LA ZONE DE TOUCHER DES ROUES.

HAUTEUR DE LA ZONE DE TOUCHER DES ROUES (TDZE)

TOUCHDOWN ZONE ELEVATION (TDZE) - LA HAUTEUR LA PLUS ÉLEVÉE DANS LA ZONE DE TOUCHER DES ROUES.

HAUTEUR DE DÉCISION

DECISION HEIGHT (DH) - HAUTEUR SPÉCIFIÉE À LAQUELLE UNE APPROCHE INTERROMPUE DOIT ÊTRE AMORCÉE SI LE CONTACT VISUEL NÉCESSAIRE À LA POURSUITE DE L'APPROCHE N'A PAS ÉTÉ ÉTABLI.

HAUTEUR DE FRANCHISSEMENT DU SEUIL (TCH)

THRESHOLD CROSSING HEIGHT (TCH) - HAUTEUR DU FAISCEAU D'ALIGNEMENT DE DESCENTE AU-DESSUS DU SEUIL DE LA PISTE.

HEURE D'APPROCHE PRÉVUE (EAT)

EXPECTED APPROACH TIME (EAT) - HEURE À LAQUELLE LES SERVICES ATC PRÉVOIENT QU'UN AÉRONEF, À LA SUITE D'UN RETARD, QUITTERA LE POINT D'ATTENTE POUR EXÉCUTER SON APPROCHE EN VUE D'UN ATTERRISSAGE.

HEURE PRÉVUE D'AUTORISATION SUBSÉQUENTE (EFC)

EXPECTED FURTHER CLEARANCE TIME (EFC) - HEURE À LAQUELLE IL EST PRÉVU QU'UNE AUTORISATION ULTÉRIEURE SERA DÉLIVRÉE À UN AÉRONEF.

INSTRUCTION DU CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

AIR TRAFFIC CONTROL INSTRUCTION - DIRECTIVE DONNÉE PAR UNE UNITÉ DE L'ATC AUX FINS DU CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE.

INTERSECTION DÉSIGNÉE

DESIGNATED INTERSECTION - POINT À LA SURFACE DE LA TERRE DÉFINI PAR COORDONNÉES OBTENUES À PARTIR DE DEUX OU PLUSIEURS LIGNES DE POSITION. LES RELÈVEMENTS DE DEUX NDB, LES RADIALS D'AIDES À LA NAVIGATION VHF/UHF, LES AXES DE VOIE OU ROUTES AÉRIENNES

DÉSIGNÉS, LES RADIOPHARES D'ALIGNEMENT DE PISTE ET LES DISTANCES DME PEUVENT SERVIR DE LIGNES DE POSITION.

LIMITE D'AUTORISATION

CLEARANCE LIMIT - POINT JUSQU'AUQUEL UNE AUTORISATION DU CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE EST ACCORDÉE À UN AÉRONEF.

MINIMUMS DE CATÉGORIE I

CATEGORY I MINIMA - MINIMUMS APPLICABLES AUX APPROCHES DE PRÉCISION DE CATÉGORIE I QUI FIGURENT DANS LE CANADA AIR PILOT, DANS LES MANUELS DE L'EXPLOITANT OU LES MINIMUMS ÉTABLIS PAR UNE DIRECTIVE ÉCRITE DU MINISTRE À L'ÉGARD D'UN EXPLOITANT PARTICULIER.

NAVIGATION DE SURFACE (RNAV)

AREA NAVIGATION (RNAV) - MÉTHODE DE NAVIGATION PERMETTANT LE VOL SUR N'IMPORTE QUELLE TRAJECTOIRE VOULUE DANS LES LIMITES DE LA COUVERTURE DES AIDES DE NAVIGATION À RÉFÉRENCE SUR STATION, OU DANS LES LIMITES DES POSSIBILITÉS D'UNE AIDE AUTONOME OU GRÂCE À UNE COMBINAISON DE CES DEUX MOYENS.

NIVEAU DE VOL

FLIGHT LEVEL - ALTITUDE EXPRIMÉE EN CERTAINES DE PIEDS INDIQUÉE SUR UN ALTIMÈTRE CALÉ À 29,92 POUCES DE MERCURE OU 1013,2 MILLIBARS.

NOTAM

NOTAM - AVIS QUI DONNE, SUR LA CRÉATION, L'ÉTAT OU LA MODIFICATION D'UNE INSTALLATION, D'UN SERVICE, D'UNE PROCÉDURE OU D'UN DANGER TOUCHANT LA NAVIGATION AÉRIENNE, DES RENSEIGNEMENTS DONT LA COMMUNICATION, À TEMPS, AUX EXPLOITANTS DE L'AÉRONAUTIQUE EST ESSENTIELLE.

PISTE PRÉFÉRÉE

PREFERRED RUNWAY - LORSQU'AUCUNE PISTE N'EST EN SERVICE, LA PISTE PRÉFÉRÉE EST JUGÉE LA PLUS CONVENABLE SUR LE PLAN DE L'EXPLOITATION EN TENANT COMPTE DE FACTEURS TELS QUE : LA PISTE LA PLUS ALIGNÉE AVEC LE VENT, LES RESTRICTIONS D'ATTÉNUATION DU BRUIT OU D'AUTRES RESTRICTIONS QUI INTERDISENT L'UTILISATION DE CERTAINE(S) PISTE(S), LE TRAFIC AU SOL ET L'ÉTAT DE LA PISTE.

POINT D'APPROCHE INTERROMPUE (MAP)

MISSED APPROACH POINT (MAP) - POINT SUR LA TRAJECTOIRE D'APPROCHE FINALE QUI INDIQUE LA FIN DE L'APPROCHE ET LE DÉBUT DU SEGMENT D'APPROCHE INTERROMPUE.

POINT DE COMPTE RENDU OBLIGATOIRE

COMPULSORY REPORTING POINT - POINT DE COMPTE RENDU DÉSIGNÉ PAR LE MINISTRE OU SPÉCIFIÉ COMME TEL PAR UNE UNITÉ ATC.

PORTÉE VISUELLE DE PISTE (RVR)

RUNWAY VISUAL RANGE (RVR) - DÉSIGNE, POUR UNE PISTE EN PARTICULIER, LA DISTANCE HORIZONTALE MAXIMALE, DANS LE SENS DU DÉCOLLAGE OU DE L'ATTERRISSAGE, MESURÉE PAR UN SYSTÈME AUTOMATISÉ D'ÉVALUATION DE LA DISTANCE VISUELLE D'ATTERRISSAGE ET COMMUNIQUÉE PAR L'UNITÉ DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE OU

une station d'information de vol, jusqu'à laquelle la piste ou les feux ou balises spécifiés qui la délimitent sont visibles à partir d'un point au-dessus de l'axe de piste, à une hauteur correspondant au niveau moyen des yeux des pilotes au moment du toucher des roues.

PROCÉDURE D'APPROCHE INTERROMPUE

Missed Approach Procedure - Procédure à suivre, si pour une raison quelconque, il est impossible d'effectuer un atterrissage à l'issue d'une approche aux instruments.

PROCÉDURE D'APPROCHE INDIRECTE

Circling Procedure - Manoeuvre à vue requise, à l'issue d'une approche aux instruments, pour amener un aéronef à une position lui permettant d'atterrir sur une piste dont l'emplacement ne convient pas à l'atterrissage de cet aéronef en ligne droite.

PROCÉDURE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

Instrument Approach Procedure - Séries de manoeuvres déterminées permettant à un aéronef en vol aux instruments d'évoluer rationnellement entre le début de l'approche initiale et l'atterrissage ou un point à partir duquel un atterrissage peut être effectué à vue.

PROCÉDURE D'ATTENTE

Holding Procedure - Manoeuvres prédéterminées qu'un aéronef effectue pour demeurer dans un espace aérien désigné en attendant une autorisation subséquente.

PROLONGEMENT D'ARRÊT

Stopway - Aire rectangulaire définie au sol à l'extrémité de la distance de roulement utilisable au décollage, aménagée de telle sorte qu'elle constitue une surface convenable sur laquelle un aéronef puisse s'arrêter lorsque le décollage est interrompu.

PROLONGEMENT DÉGAGÉ

Clearway - Aire rectangulaire définie, au sol ou sur l'eau, placée sous le contrôle de l'autorité compétente et choisie ou aménagée de manière à constituer une aire convenable au-dessus de laquelle un avion peut exécuter une partie de la montée initiale jusqu'à une hauteur spécifiée.

PROLONGEMENT DE RÉGION DE CONTRÔLE

Control Area Extension - Sauf indication contraire, l'espace aérien de dimensions définies compris dans l'espace aérien inférieur et s'étendant verticalement à partir de 2 200 pieds au-dessus de la surface de la Terre.

PUBLICATION D'INFORMATION AÉRONAUTIQUE (AIP)

Aeronautical Information Publication (AIP) - Publication d'un État, ou éditée par décision d'un État, renfermant des informations aéronautiques de caractère durable et essentielles à la navigation aérienne.

RADAR D'APPROCHE DE PRÉCISION (PAR)

Precision Approach Radar (PAR) - Radar de haute définition et de courte portée utilisé comme aide à

l'approche. Le système fournit au contrôleur des renseignements hautement précis d'altitude, d'azimut et de distance pour lui permettre de guider le pilote au cours de l'exécution d'une approche et de l'atterrissage. Cette forme d'aide à la navigation s'appelle «approche au radar de précision».

RADAR SECONDAIRE DE SURVEILLANCE (SSR)

Secondary Surveillance Radar (SSR) - Système radar dont l'utilisation dépend de la présence d'équipement complémentaire à bord d'un aéronef (transpondeur). Le transpondeur émet un signal codé en réponse aux transmissions provenant de la station au sol (interrogateur). Comme ce système enregistre un signal émis par le transpondeur plutôt qu'un signal réfléchi par l'aéronef, comme c'est le cas pour le radar primaire, il présente de sérieux avantages opérationnels, en particulier, une portée supérieure et une indication fiable.

RADAR DE SURVEILLANCE D'AÉROPORT (ASR)

Airport Surveillance Radar (ASR) - Radar de portée relativement courte conçu principalement pour la surveillance des aéroports et des régions terminales.

RADAR DE SURVEILLANCE D'AÉROPORT ET DE VOIES AÉRIENNES (AASR)

Airport and Airways Surveillance Radar (AASR) - Radar de portée moyenne destiné à assurer la surveillance des voies aériennes et des aéroports.

RADIAL

Radiale - Relèvement magnétique à partir d'une installation VOR, TACAN ou VORTAC, sauf à partir des installations dans l'espace aérien inférieur du Nord où il peut être exprimé par rapport au nord vrai ou au nord grille.

RADIOBORNE EN ÉVENTAIL

Fan Marker Beacon - Type de radiophare émettant un faisceau d'ondes vertical en forme de cône.

RADIOPHARE D'ALIGNEMENT DE PISTE

Localizer - Émetteur VHF qui fournit un profil d'alignement latéral en approche ILS faisceau avant ou arrière vers une piste.

RÉFÉRENCE VISUELLE REQUISE

Required Visual Reference - Désigne, à l'égard d'un aéronef qui approche d'une piste, la partie de l'aire d'approche de la piste ou la partie des aides visuelles que le pilote doit pouvoir observer pour estimer la position de l'aéronef et son taux de changement de position par rapport à la trajectoire de vol nominale.

RÉGION DE CONTRÔLE

Control Area Espace aérien contrôlé s'étendant verticalement à partir d'une hauteur spécifiée au-dessus de la surface de la Terre et désignée comme telle dans le *Manuel des espaces aériens désignés* (DAH).

RÉGION DE CONTRÔLE TERMINAL (TCA)

Terminal Control Area (TCA) Espace aérien contrôlé de dimensions définies désignée pour desservir les aéronefs à l'arrivée, au départ et en route.

RÉGION D'INFORMATION DE VOL (FIR)

Flight Information Region (FIR) - Espace aérien de dimensions définies s'étendant verticalement à partir de la surface de la Terre et à l'intérieur duquel sont assurés le service d'information de vol et le service d'alerte.

RELÈVEMENT

BearingAngle mesuré en un point donné, dans le plan horizontal et dans le sens horaire, entre une référence donnée et un autre point. Suivant la référence utilisée, il existe des relèvements vrais, magnétiques, relatifs (gisements), grille, etc.

REPÈRE D'APPROCHE FINALE (FAF)

Final Approach Fix (FAF) - Repère qui indique le commencement du segment d'approche finale d'une approche aux instruments.

REPÈRE DE TRAJECTOIRE D'APPROCHE FINALE (FACF)

Final Approach Course Fix (FACF) - Repère situé sur la trajectoire d'approche avant l'interception de l'alignement de descente, à environ 8 milles du seuil de la piste et qu'utilisent les systèmes de gestion de vol des aéronefs modernes.

RÉSEAU DE ROUTES ORGANISÉES DE L'ATLANTIQUE NORD (NAT)

North Atlantic (NAT) Organized Track System - Système de routes établies et publiées, conformément aux procédures régionales supplémentaires de l'OACI, pour utilisation par les aéronefs navigant au-dessus de l'Atlantique Nord, au cours de périodes de pointe de trafic aérien.

ROUTE

Track - Projection à la surface de la Terre de la trajectoire d'un aéronef; trajectoire dont l'orientation, en un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord vrai, magnétique ou grille.

ROUTE AÉRIENNE INFÉRIEURE

Low Level Air Route - Dans l'espace aérien inférieur, espace aérien de classe G qui s'étend verticalement à partir de la surface de la Terre, à l'intérieur de limites spécifiées et dans lequel le service de contrôle de la circulation aérienne n'est pas fourni.

ROUTE AÉRIENNE SUPÉRIEURE

High Level Air Route - Dans l'espace aérien supérieur, une route établie entre des aides radio à la navigation déterminées le long de laquelle le service de contrôle de la circulation aérienne n'est pas assuré.

SEUIL

Threshold - Début de la partie de la piste utilisable pour l'atterrissage.

SPÉCIFICATIONS DE PERFORMANCES MINIMALES DE NAVIGATION (MNPS)

Minimum Navigation Performance Specifications (MNPS) - Exigences précises portant sur le type d'équipement dont un aéronef doit être équipé pour s'assurer qu'il possède un moyen minimal de navigation lui permettant d'évoluer dans l'espace aérien désigné MNPS.

STATION D'INFORMATION DE VOL (FSS)

FLIGHT SERVICE STATION (FSS) - STATION AÉRONAUTIQUE QUI OFFRE DES SERVICES DE COMMUNICATIONS FIXES ET MOBILES, DE L'INFORMATION DE VOL, UN SERVICE D'ALERTE DES RESPONSABLES DE LA RECHERCHE ET DU SAUVETAGE ET ÉGALEMENT UN SERVICE D'INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE AUX PILOTES ET AUX AUTRES UTILISATEURS.

SYSTÈMES ANTICOLLISION EMBARQUÉS (ACAS)

AIRBORNE COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS (ACAS) - SYSTÈME DE BORD UTILISANT LES SIGNAUX DU TRANSPONDEUR RADAR DE SURVEILLANCE SECONDAIRE (SSR) QUI FONCTIONNE INDÉPENDAMMENT DE L'ÉQUIPEMENT AU SOL POUR FOURNIR DES AVIS AU PILOTE SUR DES CONFLITS POSSIBLES AVEC DES AÉRONEFS ÉQUIPÉS DE TRANSPONDEURS SSR.

SYSTÈME D'ATTERRISSAGE AUX INSTRUMENTS (ILS)

INSTRUMENT LANDING SYSTEM (ILS) - SYSTÈME ÉLECTRONIQUE CONÇU DE FAÇON À FOURNIR UN ALIGNEMENT PRÉCIS EN AZIMUT ET EN SITE POUR L'APPROCHE ET QUI SE COMPOSE D'UN RADIOALIGNEMENT DE PISTE, D'UN RADIOALIGNEMENT DE DESCENTE, ET PEUT COMPTENDRE DES RADIOBORNES, DME OU NDB.

SYSTÈME D'ATTERRISSAGE HYPERFRÉQUENCES (MLS)

MICROWAVE LANDING SYSTEM (MLS) - SYSTÈME AUX INSTRUMENTS FONCTIONNANT DANS LE SPECTRE DES HYPERFRÉQUENCES ET DESTINÉ À FOURNIR DES INDICATIONS PRÉCISES DE LA POSITION LATÉRALE, LONGITUDINALE ET VERTICALE D'UN AÉRONEF.

TRANSPONDEUR

TRANSPONDER - ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR ÉMETTANT UN SIGNAL EN RÉPONSE À UNE INTERROGATION DONNÉE, LA RÉPONSE ET L'INTERROGATION ÉTANT DIFFUSÉES SUR DES FRÉQUENCES DIFFÉRENTES.

VIRAGE CONVENTIONNEL

PROCEDURE TURN - MANOEUVRE CONSISTANT EN UN VIRAGE EFFECTUÉ À PARTIR D'UNE TRAJECTOIRE DÉSIGNÉE, SUIVIE D'UN AUTRE VIRAGE EN SENS INVERSE, LES DEUX VIRAGES ÉTANT EXÉCUTÉS DE TELLE SORTE QUE L'AÉRONEF PUISSE REJOINDRE LA TRAJECTOIRE DÉSIGNÉE POUR LA SUIVRE EN SENS INVERSE.

VOIE AÉRIENNE INFÉRIEURE

LOW LEVEL AIRWAY - ESPACE AÉRIEN INFÉRIEUR CONTRÔLÉ, COMPRIS À L'INTÉRIEUR DE CERTAINES LIMITES SPÉCIFIÉES, S'ÉTENDANT VERTICALEMENT À PARTIR DE 2 200 PIEDS AU-DESSUS DE LA SURFACE DE LA TERRE JUSQU'À 18 000 PIEDS ASL EXCLUSIVEMENT.

VOIE AÉRIENNE SUPÉRIEURE

HIGH LEVEL AIRWAY - DANS L'ESPACE AÉRIEN SUPÉRIEUR, UNE VOIE ÉTABLIE ENTRE DES AIDES RADIO À LA NAVIGATION DÉTERMINÉES LE LONG DE LAQUELLE LE SERVICE DE CONTRÔLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE EST ASSURÉ.

ZONE DE TRANSITION

TRANSITION AREA - ESPACE AÉRIEN CONTRÔLÉ DE DIMENSIONS DÉFINIES S'ÉTENDANT VERTICALEMENT À PARTIR DE 700 PIEDS AGL, SAUF INDICATION CONTRAIRE, JUSQU'À LA BASE DE L'ESPACE AÉRIEN CONTRÔLÉ QUI S'ÉTEND AU-DESSUS DE CELLE-CI.

ZONE DE TOUCHER DES ROUES (TDZ)

Touchdown Zone (TDZ) - Les premiers 3 000 pieds d'une piste ou le premier tiers de la piste, selon le moindre des deux, mesurée à partir du seuil dans la direction de l'atterrissage.

ANNEXE 2 : ABRÉVIATIONS

Les abréviations suivantes sont courantes dans le domaine du pilotage IFR. D'autres abréviations figurent également dans la section GEN de l'*AIP Canada* ainsi que dans *le Supplément de vol Canada*.

AAE	Altitude au-dessus de l'aérodrome
AAS	Service consultatif d'aéroport
AASR	Radar de surveillance d'aéroport et de voies aériennes (contrôle régional)
ABM	Par le travers
ACFT	Aéronef
A/D	Aérodrome
ADCUS	Aviser les douanes
ADF	Radiogoniomètre automatique
ADIZ	Zone d'identification de la défense aérienne
A/G	Air-sol
AGL	Au-dessus du sol
AIP	Publication d'information aéronautique
ALT	Altitude
ALTN	Aérodrome de dégagement
APCH	Approche
ARR	Arrivée
APRX	Approximatif, environ
ARTCC	Centre de contrôle de la circulation aérienne en route
ASDA	Distance accélération-arrêt utilisable
ASL	Au-dessus du niveau moyen de la mer
ASR	Radar de surveillance d'aéroport
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
ATF	Fréquence de trafic d'aérodrome
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
ATZ	Zone de circulation d'aérodrome
AUTH	Autorisé
AVBL	Disponible
AWY	Voie aérienne
BC	Alignement arrière
BCST	Émission, diffusion
BLDG	Bâtiment
BPOC	Avant de continuer en route
BRG	Relèvement
CAP	Canada Air Pilot
CAT I	Catégorie I
CAT II	Catégorie II
CEIL	Plafond
CFB	Base des forces canadiennes
CFS	Supplément de vol Canada
CH	Canal, fréquence
CIV	Civil
CLNC	Autorisation
CLSD	Fermé
CMNPS	Spécifications canadiennes de performances minimales de navigation
COMM	Communications
CONT	Continu
CRS	Cap
DCPC	communication directe entre le Pilote et le contrôleur
CTL	Contrôle
CZ	Zone de contrôle
DEL	Délivrance
DEP	Départ
DAH	Manuel des espaces aériens désignés
DF	Radiogoniométrie
DH	Hauteur de décision
DIREC	Direct ou directionnel
DIST	Distance
DLY	Tous les jours, quotidien
DME	Équipement de mesure de distance
DRCO	RCO à composition
DUR	Au cours, pendant
DT	Heure avancée
EAT	Heure d'approche prévue
EET	Durée estimée
EFC	Heure prévue d'autorisation subséquente
EFF	En vigueur
EFIS	Ensemble d'instruments de vol électroniques
ELEV	Altitude, élévation
EMERG	Urgenge
ENG	Anglais
ETA	Heure d'arrivée prévue
ETD	Heure de départ prévue
ETE	Heure prévue en route
EXC	Excepté
FACF	Repère de trajectoire d'approche finale
FAF	Repère d'approche finale
FAS	Service consultatif de vol
FIR	Région d'information de vol
FL	Niveau de vol
FLD	Terrain, aérodrome

FM	Radioborne en éventail
FMS	Système de gestion de vol
Fr	Français
FREQ	Fréquence
FSS	Station d'information de vol
GASA	Altitude de sécurité de région géographique
GEOREF	Référence géographique
GND	Sol
GP	Alignement de descente
GPI	Point d'interception au sol
GPS	Système mondial de localisation
GPWS	Système d'avertissement de proximité du sol
GS	Pente de descente
H24	Fonctionnement continu
HAA	Hauteur au-dessus de l'aérodrome
HAT	Hauteur au-dessus de la zone de toucher des roues
HDG	Cap
HF	Haute fréquence
Hg	Pouces de mercure
HIAL	Feux d'approche à haute intensité
HIRL	Feux de piste haute intensité
HOL(S)	Jour(s) férié(s)
HR	Heure
HUD	Colimateur de pilotage
IAF	Repère d'approche initiale
IDENT	Identification
IF	Repère intermédiaire
IFR	Règles de vol au instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
INBD	En rapprochement
INOP	Hors service
INS	Système de navigation par inertie
INST	Instrument
INTL	International
INTRIM	Par interim
INTXN	Intersection
IRS	Système inertiel de référence GBI
ISA	Atmosphère type internationale
JBI	Coefficient de freinage James
KHz	Kilohertz
KT	Noeuds
LAT	Latitude
LDA	Distance d'atterrissage utilisable
LF	Basse fréquence
LGT	Feu ou balisage lumineux
LGTD	Éclairé, illuminé
LOC	Radiophare d'alinement de piste (pour procédures d'approche de non-précision fondées sur cette aide)
LONG	Longitude
LR	Radial d'amorce
LTD	Limité
M ou Mag.	Magnétique
MAINT	Entretien, maintenance
MAX	Maximum
MB	Millibars
MDA	Altitude minimale de descente
MDN	Ministère de la Défense nationale
MDT	Ministère des Transports
MF	Fréquence obligatoire
MEA	Altitude minimale en route
M ou MIL	Militaire
MIN	Minimum
MIN	Minutes
MHz	Megahertz
MLS	Système d'atterrissage hyperfréquences
MNPS	Spécifications de performances minimales de navigation
MOCA	Altitude minimale de franchissement d'obstacles
MSA	Altitude minimale de secteur
MUNI	Municipal
NAT	Région Atlantique Nord
NAVAID	Aide à la navigation
NDB	Radiophare non directionnel
NM	Milles marins
No PT	Pas de virage conventionnel (virage conventionnel non requis à partir du point indiqué)
NOTAM	Avis aux aviateurs
NTC	Avis
NWS	Système d'alerte du Nord
OBS	Sélecteur omnidirectionnel d'azimut
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OBST	Obstacle
OCL	Limite de franchissement d'obstacles
OM	Radioborne extérieure
Ocnl	Occasionnel
ONA	Ordonnance sur la navigation aérienne
Opr	Exploitant ou exploite
O/R	Sur demande
O/T	En d'autres temps
PAL	Station radio périphérique

PAPI	Indicateur de trajectoire d'approche de précision
PAR	Radar d'approche de précision
Pos'n	Position
PPR	Autorisation préalable exigée
PRO	Procédure
PT	Virage conventionnel
QUAD	Quadrant
R	Radial
RA	Radioaltimètre
RCR	Compte rendu sur l'état des pistes
RDO	Radio
RIL	Feux d'identification de piste
RNAV	Navigation de surface
RNPC	Capacité de performance de navigation requise
REQ	Requis
ROC	Exigence de franchissement d'obstacles
REQ'D	Requis
RVR	Portée visuelle de piste
RWY	Piste
SEC	Seconde
SELCAL	Système d'appel sélectif
SEMA	Service d'exposé météorologique à la navigation
SID	Départ normalisé aux instruments
SKED	Itinéraire, horaire
SR	Lever du soleil
SS	Coucher du soleil
STAR	Route d'arrivée normalisée en région terminale
T	Vrai
TA	(3000) Altitude de transition
TAS	Vitesse vraie
TACAN	Équipement de navigation aérienne tactique (radiophare omnidirectionnel UHF)
TC	Transports Canada
TCA	Région de contrôle terminal
TCA	Transports Canada Aviation
TCAS	Système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions
TCH	Hauteur de franchissement du seuil
TDZ	Zone de toucher des roues
TDZE	Altitude de la zone de toucher des roues
TDZL	Feu de zone de toucher des roues
Tel	Téléphone
TKOF	Décollage
TML	Terminal, aérogare
TODA	Distance utilisable au décollage
TORA	Distance de roulement utilisable au décollage
TWR	Tour de contrôle
TWY	Voie de circulation
UFN	Jusqu'à nouvel avis
UHF	Ultra-haute fréquence
UNICOM	Station de service consultatif privée
UNREL	Fonctionnement incertain
U/S	Hors service
UTC	Temps universel coordonné
VAR	Déclinaison
VASIS	Indicateur visuel de pente d'approche
VDF	Radiogoniomètre VHF
VFR	Règles de vol à vue
VHF	Très haute fréquence
VIS	Visibilité
VMC	Conditions météorologiques de vol à vue
Vmc	Vitesse minimale de contrôle
VOLMET	Renseignements météorologiques destinés aux aéronefs en vol
VOR	Radiophare omnidirectionnel VHF
VORTAC	Combinaison VOR et TACAN
VOT	Système de vérification de récepteur VOR
Vso	Vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage
WP	Point de cheminement
WX	Météo
Z	Temps universel coordonné

NOTA :

Des abréviations supplémentaires ainsi qu'une légende du répertoire des aérodromes et des installations figurent dans les sections GÉNÉRAL (GEN) du *Supplément de vol Canada* et de l'*A.I.P. Canada*.

ANNEXE 3 : RÈGLES EMPIRIQUES

3.1 VÉRIFICATION DE LA VITESSE

La vitesse-sol peut être calculée à l'aide de la distance oblique indiquée par le DME; elle est ensuite appliquée à la formule :

$$\frac{\text{distance parcourue} \times 60}{\text{temps écoulé en minutes}} = \text{vitesse-sol}$$

Les vérifications ne doivent être effectuées que :

a/ si l'avion se dirige vers l'emplacement du DME ou s'il s'en éloigne directement;

b/ si la distance oblique de l'avion est supérieure à l'altitude en milliers de pieds.

Noter la différence de lecture de l'indicateur de distance au bout d'un temps chronométré :

a/ en laissant s'écouler au moins une minute (des temps supérieurs donnent des résultats plus précis);

b/ en commençant le chronométrage à partir du passage à un chiffre entier sur l'indicateur de distance.

Les données obtenues peuvent être converties en vitesse-sol par l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

a/ *Calculateur circulaire* - afficher le temps écoulé en minutes (échelle interne des minutes) en face de la distance parcourue (échelle externe des milles) et lire la vitesse-sol sur l'échelle externe en face de la flèche noire de l'indexe de vitesse;

b/ *Calcul mental* - chronométrer le temps écoulé en adoptant une fraction d'heure commode et effectuer la multiplication appropriée, par exemple : vitesse-sol :
= distance parcourue en 1 minute x 60
= distance parcourue en 2 minutes x 30
= distance parcourue in 3 minutes x 20
= distance parcourue en 6 minutes x 10

À l'aide d'un indicateur Mach, calculer la distance à l'aide de la formule suivante :

[Mach = MPM (milles par minute)]; puis multiplier la valeur obtenue par 6 pour calculer la vitesse-sol.

À l'aide de l'indicateur Mach, pour obtenir la TAS, multiplier Mach x 6 = TAS.

3.2 ANGLE D'INCLINAISON APPROXIMATIF POUR LES VIRAGES À UN TAUX DONNÉ (NOEUDS)

L'angle d'inclinaison approximatif nécessaire pour effectuer un virage au taux standard (3 degrés par seconde) est égal au 1/10 de la TAS plus 7. Ainsi, à une vitesse de croisière de 200 noeuds, la formule serait :

RATE 1 = 200/10 + 7 = 27 DEGREES BANK

RATE 1/2 = 200/20 + 7 = 17 DEGREES BANK

3.3 TAUX DE DESCENTE POUR SUIVRE UN PLAN DE DESCENTE

Lors de l'exécution d'une approche PAR ou ILS, le pilote doit régler son taux de descente de façon à se maintenir sur le plan de descente. Plutôt qu'une supposition, il vaut mieux utiliser la formule suivante en se souvenant qu'elle implique une vitesse-sol.

Le taux de descente pour un plan incliné à 3 degrés est égal à 5 fois la vitesse-sol. Si l'angle du plan de descente est de 2,5 degrés, le taux est obtenu par la même formule en retranchant 10 au résultat. Par exemple, dans le cas d'une vitesse-sol de 110 noeuds :

3 DEGREES GP = 110 x 5 = 550 FPM

21/2 DEGREES GP = (110 x 5) - 100 = 450 FPM

TABLEAU DE TAUX DE DESCENTE

PLAN DE DESCENTE	VITESSE-SOL MOYENNE (NOEUDS)								
ANGLE	60	70	80	90	100	120	140	160	180
2°	212	248	283	314	353	424	495	565	636
2.5°	264	310	353	397	442	530	617	705	794
3°	318	370	424	476	530	636	740	847	953
3.5°	370	433	494	558	617	740	866	987	1111
4°	423	495	565	636	706	848	990	1130	1270
4.5°	478	557	636	716	794	955	1112	1270	1430

HAUTEUR AU-DESSUS DE LA ZONE DE TOUCHER DES ROUES EN PIEDS PAR RAPPORT À LA DISTANCE AU POINT D'INTERCEPTION DU PLAN DE DESCENTE								
ANGLE DU PLAN DE DESCENTE	1/4NM	1/2NM	3/4NM	1NM	2NM	3NM	4NM	5NM
2°	53	106	159	212	425	637	850	1060
2.5°	67	133	200	266	532	800	1065	1330
3°	80	159	238	318	635	955	1270	1590
3.5°	93	186	279	372	745	1120	1490	1860
4°	106	212	318	425	850	1275	1700	2120
4.5°	120	239	358	478	955	1435	1915	2390

3.4 CHANGEMENTS D'ASSIETTE LONGITUDINALE (TANGAGE)

Pour les aéronefs à performances élevées équipés d'un machmètre, la règle fondamentale est la suivante :

Un changement de 1 degré de l'assiette longitudinale produira une modification de la vitesse verticale égale à 1 000 fois le nombre de Mach. Par exemple, en croisière à Mach 0,8 :

1 DEGRÉ X 0.8 X 1,000 = 800 PI/MIN EN MONTÉE OU EN DESCENTE

Si l'aéronef n'est pas équipé d'un machmètre, la règle est la suivante :

Un changement de 1 degré de l'assiette longitudinale produira une modification de la vitesse verticale égale au nombre de milles parcourus en 1 minute multiplié par 100. Par exemple, à 180 noeuds, soit à une vitesse de 3 milles par minute, cela donne :

1 DEGRÉ X 3 X 100 = 300 FPM PI/MIN EN MONTÉE OU EN DESCENTE

L'autre formule qui peut être utilisée est la suivante :

TAS / 0.6 = V/V POUR CHANGEMENT D'ASSIETTE LONGITUDINALE DE 1°

3.5 POUR INTERCEPTER UN ARC À PARTIR D'UN RADIAL

Il faut réellement utiliser la vitesse-sol dans ce cas, bien que la TAS soit également utilisable. Tout d'abord, décider du taux de virage à utiliser et continuer :

a/ entamer un virage au taux 1/2 à une distance de l'arc correspondant à 1 pour cent de la vitesse avant l'interception de l'arc, ou au taux 1 à une distance de l'arc correspondant à 1/2 pour cent de la vitesse;

b/ en supposant une TAS de 200 noeuds, en direction de l'installation, pour suivre l'arc de 15 milles :

TAUX 1/2 = 1% DE 200 = 2; DÉBUT DU VIRAGE À 17 NM

TAUX 1 = 0.5% DE 200 = 1; DÉBUT DU VIRAGE À 16 NM

3.6 POUR INTERCEPTER UN RADIAL À PARTIR D'UN ARC

Ce principe est basé sur la règle de *«60 au numérateur»*. Le nombre de radials d'anticipation du virage est égal à 60 sur la distance de l'arc DME, multiplié par le pourcentage approprié de la TAS. Par exemple, à une TAS de 200 noeuds en suivant un arc de 15 milles, nous obtenons :

TAUX DE VIRAGE 1/2 = 60/15 X 2 = 8 RADIALS

TAUX DE VIRAGE 1 = 60/15 X 1 = 4 RADIALS

3.7 POINTS D'ANTICIPATION POUR LES VIRAGES SUR UN CAP

- taux de virage standard 1/2 utiliser 1/3 d'angle d'inclinaison;
- taux de virage standard, utiliser 1/2 angle d'inclinaison.

3.8 CALCUL DU TEMPS ET DE LA DISTANCE À L'AIDE DU NDB

Voir l'article 2.2.5D où est expliquée la façon d'utiliser un NDB pour calculer le temps et la distance à partir de ce radiophare.

3.9 CORRECTION D'ALTITUDE

- 2 x l'écart d'altitude = v/v (vitesse verticale);
- point d'anticipation pour la mise en palier = 10% x v/v

3.10 CORRECTION DE LA DÉRIVE

300/TAS = DEGRÉS POUR CHAQUE 5 NOEUDS DE VENT DE TRAVERS.

3.11 INTERCEPTION DE TRAJECTOIRES NDB

En éloignement :
queue (de l'aiguille) à la trajectoire voulue plus la correction;
En rapprochement :
trajectoire voulue à la flèche (de l'aiguille) plus la correction.

3.12 RAYON DE VIRAGE POUR UN ANGLE D'INCLINAISON DE 30°

TAS	Rayon de virage (nm)
150	0,57
180	0,82
210	1,11
240	1,45
270	1,84
300	2,27
330	2,74
360	3,27

ANNEXE 4 :

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE POUR LE PILOTAGE AUX INSTRUMENTS

Les documents de référence sur le pilotage aux instruments qui sont indiqués ci-dessous se limitent essentiellement aux *publications du gouvernement du Canada* ou des États-Unis, ainsi qu'à celles de l'OACI concernant les normes et procédures internationales. Il existe une abondante littérature sur le pilotage aux instruments provenant d'autres sources qui ne sont pas citées ici.

4.1 SYMBOLES ET LÉGENDES DES CARTES

Une description et une explication des légendes et symboles illlustrés sur les cartes d'approche ainsi que d'autres renseignements importants sur le vol aux instruments, figurent dans le *CFS (Supplément de vol Canada)* et dans le *CAP (Canada Air Pilot).*

Dans le *CFS,* ces renseignements sont donnés dans la section A - Généralités. Dans le *CAP,* ils apparaisent dans la section d'information générale (GEN) qui se trouve au début du document.

4.2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE GÉNÉRALE

D'autres renseignements d'utilité générale sur le pilotage aux instruments sont donnés dans les sections COM, MET et RAC de *l'AIP.*

La publication de la FAA *Instrument Flying Handbook* (AC 61-27C) est une source de renseignemnts supplémentaires et de documents de référence. Le TP 975, *Guide le l'instructeur de vol* contient d'autres renseignements à caractère général sur le pilotage aux instruments de même que la publication *Entre ciel et terre* et du *Manuel de pilotage,* l'exercise 24.

4.3 CRITÈRES DE VOL AUX INSTRUMENTS

Les renseignements sur les critères relatifs aux procédures de vol aux instruments figurent dans le TP 308, *Criteria For the Development of Instrument Procedures.*

4.4 RENSEIGNEMENTS SUR L'ESPACE AÉRIEN

Ces renseignements sont fournis dans le TP 1820, Manuel des espaces aériens désignés et dans l'AIP Canada.

4.5 RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES

Les renseignements de cette nature peuvent être obtenus en consultant le *Manuel de météorologie du commandement aérien* et le *Supplément,* de même que le manuel *Aware* (anglais) ou *Metavi* (français).

4.6 EXIGENCES RELATIVES À LA QUALIFICATION DE VOL AUX INSTRUMENTS

Les connaissance, l'expérience et les habiletés qu'exige Transports Canada pour la qualification de vol aux instruments sont exposées dans le TP 691, *Guide des sujets d'études et ouvrages à consulter en préparation à la qualification de vol aux instruments;* le TP 9939, *Guide de test en vol - Qualification de vol aux instruments,* et le TP 193, *Manuel de délivrance de licences au personnel* - Vol. I.

4.7 SIMULATEURS ET ÉQUIPEMENTS DE FORMATION AU SOL

Les renseignements sur les équipements de formation au sol et les simulateurs agréés pour la formation IFR peuvent être obtenus en consultant le TP 2943, *Manuel des procédures de délivrance des licences du personnel;* et le TP 9685, *Manuel des simulateurs d'avions et de giravions.*

4.8 EXPLOITATION SUR L'ATLANTIQUE NORD

Les éléments indicatifs sur l'exploitation dans l'espace aérien NAT MNPS (Spécifications de

performances minimales de navigation sur l'Atlantique Nord figurent dans le docuent *Espace aérien MNPS de l'Atlantique Nord - Manuel d'exploitation* que l'on peut se procurer auprès de l'OACI. Les pilotes qui désirent évoluer sur l'Atlantique Nord au-dessous du FL 275, peuvent se procurer auprès de l'OACI le *North Atlantic International General Aviation Operations Manual.*

4.9 RENSEIGNEMENTS SUR LA MÉDECINE AÉRONAUTIQUE

Ces renseignements peuvent être obtenus dans le *Guide à l'intention des pilotes - Facteurs médicaux et humains* publié par Santé et Bien-être social Canada et que l'on peut se procurer en s'adressant au Groupe Communication Canada.

4.10 EXIGENCES RELATIVES À L'APPROCHE ILS CAT II

Les données à ce sujet figurent dans le TP 1490, *Manuel d'exploitation tous temps (Catégorie II).*

SERVICES DE PUBLICATIONS AÉRONAUTIQUE (AARNG)
TRANSPORTS CANADA
Place de Ville
Ottawa, Ontario
K1A 0N8
Téléphone : 1-800-305-2059
613-993-7284
Télécopieur : 613-998-7416
Internet : http://www.tc.gc.ca/aviation

Egalement disponible sur CD-ROM

Catalogue No. T52-54/1997F
ISBN 0-660-95814-7
Révisé : Novembre 1997

Canada

ISBN-0-660-95814-7

9 780660 958149