

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE de l'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR et de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB, BLIDA
DEPARTEMENT AERONAUTIQUE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN AERONAUTIQUE

OPTION : EXPLOITATION AERONAUTIQUE
OPERATIONS AERIENNES

THEME

ELABORATION D'UNE PROCEDURE D'APPROCHE RNAV DE PRECISION BASEE SUR LE VOR/DME/ILS POUR L'AERODROME DE TAMANRASSET

PRESENTE PAR :

M^{elle} BOUSNINA soumia

et

M^{elle} SEBAI kheira

DIRIGE PAR:

M^R TERMELIL, Promoteur .

M^R REKKA, promoteur.

Résumé

les procédures RNAV(navigation de surface) sont des nouvelles procédures qui n' ont pas encore été élaborer en Algérie ce sont des procédures qui exigent l'installation des équipements de haute qualité de précision ,permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue en suivant des éternitaires directes ,faciles et économiques avec un haut degré de raffinement .

Dans le présent travail nous avons construit une procédure d'approche aux instruments RNAV de précision sur l'aérodrome de Tamanrasset qui présente une contrainte naturel .Nous avons aussi construit une star nord, une star sud et un départ nord pour reprendre aux besoins.

Resume

RNAV procedures are new procedures that haven't bees existed before in Algeria .It requires the installation of performed equipments ,that method of navigation permits aircraft operation on any desired flight path Following direct trajectories ,economic and easy one with a high level of precision

In the present work we have built an approach instruments procedure in Tamanrasset airport that present a huge natural difficulties .we have built A STAR for aircraft coming from the north, STAR for aircraft coming from the south and a departure to the north in order to manage the needs .

Remerciements

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance et notre soumission à notre dieu et créateur, qui sans sa volonté rien n'aurait été possible.

C'est au terme du projet nous adressons nos vifs remerciements et notre profond respect à **Mr BOUSNINA.L.**

Nous adressons également nos sincères remerciement aux

Messieurs :

REKKAA LAMINE chef de département circulation aérienne qui nous a honoré en acceptant d'être notre Co-promoteur.

BELLOULOU RAFIK directeur adjoint d'exploitation de la navigation aérienne.

De nous avoir permis d'effectue notre stage au sein de l'ENNA dans les meilleurs conditions.

TERMELIL FARID sous directeur des Opérations aérienne qui nous a proposé le sujet de notre thèse et qui a bien voulu être notre promoteur.

MR.SACI qui nous a si aimablement accueillis et conseillé.

MELLE BENKHADA

MELLE DRARNI

MELLE BENKHELIL

Qui n'ont pas hésité à nous prodiguer des recommandations précieuses.

Enfin, nous présentons notre remerciement les plus distingués et nos salutations les plus chaleureuses à l'ensemble des enseignants de l'IAB, spécialement ceux qui ont accepté d'être membres de jury.

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire A

La plus belle des mères Mama qui ma enveloppé avec son amour et sa tendresse infinie

Mon très cher père qui me soutien depuis toujours

Mes sœurs Razika et Amel que J'aime.

Mes frères Mohamed, Fethi, Karim, Farouk, Sidali, et mon frère mazouzi Rafik.

A ma chère tente aicha.

Mes belles sœurs spécialement Djamila et Djihed

A mes Neveux et nièces que j'adore Mimi, Mouhamed , Zahra , Abdrahmen, Hanan, Sidahmed, Wafa, Nounou, Abdelmalek, Mustapha ,

Anes, Sidali et Imane.

A tous mes fideles amis, spécialement mon adorable binôme et tous les membres de ca famille

A mon cher ami Mustapha qui m'a aidé et encourager pleinement

A tous ceux qui me sont si chers .que dieux les protège tous.

kheira

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui m'ont encouragé le long de mes études et soutenu par leur amour et leur tendresse

A ma sœur Louka

A toute ma famille BOUKHIT et ma très chère grand-mère

A ma chère binôme Kheira et toute sa famille, Khalidou et Mustapha.

A tous mes fidèles amis.

A tous ce que j'ai connu, et qui m'ont soutenus et que me sont chers.

soumia

Sommaire

INTRODUCTION	
Définitions.....	
Abréviations.....	
CHAPITRE I: PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT ENNA	
I.1 Historique	2
I.2.Présentation de l'ENNA.....	2
I.3.les missions de l'ENNA.....	3
I.4.l'organisation de l'ENNA	4
I.4.1.direction de l'exploitation de la navigation aérienne	5
I.4.2. département de la circulation aérienne	5
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA CIRCULATION AERINNE	
II.1. Généralités	8
II.1.1. désignation des responsabilités	8
II.2.devisions de l'espace aérien	8
II.2.1. espace aérien contrôlé	8
II.2.2.espace aérien non contrôlé	10
II.2.3. Les zones à statut particulier	11
II.3. définition de la circulation aérienne	11
II.3.1. les types de la circulation aérienne.....	12
II.3.2.objet des services de la circulation aérienne	12
II.3.3. subdivision des services de la circulation aérienne.....	12
II.3.4.détermination de la nécessité des services de la circulation aérienne	13
II.4.classification des espaces aériens	13
II.5.service de contrôle de la circulation aérienne.....	14
II.6. service d'information de vol.....	16
II.7. service d'alerte	17
CHAPITRE III : PROCEDURES	
III.1. les procédures d'approches aux instruments	20
III.1.1.Introduction	20
III.1.2. définition	20
III.1.3.segments d'arrivées.....	21

III.1.4. procédure d'attente	21
III.1.5.segment d'approche initiale	26
III.1.6.segment intermédiaire	27
III.1.7. Segment finale pour une approche classique	29
III.1.8.segment d'approche interrompue	32
III.1.9.manœuvre à vue	33
III.2.Approche de précision ILS	36
III.2.1.Définition	36
III.2.2.catégorie d'approche de précision	36
III.2.3.point de repère.....	36
III.2.4.conditions normalisées.....	36
III.2.5.différent segment d'une procédure ILS	37
III.2.5.1. segment d'approche initiale	37
III.2.5.2.segment d'approche intermédiaire	37
III.2.5.3.segment de précision.....	40
III.3.procédure RNAV	46
III.3.1.introduction	46
III.3.2.critères pour la construction des procédures RNAV.....	46
III.3.3.équipements minimale à prendre en compte	47
III.3.4.VOR/DME de référence	47
III.3.5.couverture radioélectrique	47
III.3.6.acceptabilités d'un repère	47
III.3.7.aire de tolérance de repère	47
III.3.8.calcul des tolérances d'écart des points RNAV	48
III.3.9.aire de protection.....	49
III.3.10.segments d'une procédure d'approche RNAV	49
III.3.10.1.segment d'approche initiale	49
III.3.10.2.segment d'approche intermédiaire.....	51
III.3.10.3.approche finale.....	53
III.3.10.4.approche interrompue	54
III.3.10.5.attente RNAV basée sur le VOR/DME	57

CHAPITRE IV : CONCEPT RNAV

IV.1.historique	63
IV.2.Introduction.....	63
IV.3.concept RNAV.....	64
IV.3.1.définition de la RNAV	64
IV.3.2.équipement RNAV	65

IV.3.3.compétence RNAV	66
IV.4.system RNAV et base de données	67
IV.5.RNAV scenario et responsabilité.....	70
IV.6.les avantages de la RNAV	71
IV.7.les éléments RNAV	72
IV.7.1.procédures RNAV de recouvrement	72
IV.7.2.B-RNAV	72
IV.7.3.RNAV de précision P-RNAV.....	74
IV.7.4.RNAV libre.....	75
IV.7.5.RNP.....	75
IV.7.6.VNAV.....	78
IV.7.7.LNAV	78
IV.8.performances opérationnelles	79
IV.9.les opérations RNAV	79
IV.10.RNAV basée les moyens de navigation	81
IV.10.1.procédures RNAV (VOR/DME)	81
IV.10.2.procédures RNAV (DME/DME)	82
IV.11.RNAV basée sur l'utilisation des satellites	83
IV.11.1.introduction	83
IV. 11.2.GPS	83
IV.11.3.GNSS	85
IV.12 comparaison entre le concept RNAV et conventionnelle.....	88

CHAPITRE V. ETUDE DE L'EXISTANT

V.1.Généralités	90
V.1.1.Division de l'espace aérien algérien	90
V.1.2.Zone délégués à l'approche	92
V.1.3.Les aides de radionavigation	92
V.2.Secteurs SUD-SUD.....	93
V.2.1.Limites des secteurs	93
V.2.2.Aérodromes à l'intérieur du secteur SUD-SUD	93
V.2.3.Description de l'aérodrome de Tamanrasset.....	93
V.3.Statistiques	96
V.3.1.Définitions.....	96
V.3.2. Introduction.....	97

V.3.3.Statistiques du trafic 2004 sur l'aérodrome de Tamanrasset	97
V.3.4.Etude de l'évolution du trafic de Tamanrasset année 2008	98
V.3.5.Statistiques du trafic aérien des 7 dernières années	99
V.3.6.Etude statistique sur les axes par mois	102
V.3.7.Informations importante pour les prévisions du trafic	103
Conclusion	103

Chapitre VI : ELABORATION DE PROCEDURE D'APPROCHE RNAV BASEE SUR LE DVOR/DME

VI.1. procédure existante	105
VI.2. inconvénients de la procédure actuelle	105
VI.3.choix du type de la procédure	105
VI.4.catégorie d'aéronefs desservant l'aérodrome	105
VI.5.étude la procédure d'approche VOR/DME	105
VI.5.1.arrivée	105
• Arrivées pour l'approche non alignée.....	106
• Arrivée pour l'approche alignée sur l'axe de piste	107
VI.5.2.attente.....	107
• attente non alignée	107
• attente alignée	113
VI.5.3.segment d'approche initiale.....	114
• Initiale non alignée.....	114
• initiale alignée	116
VI.5.4. segment d'approche intermédiaire.....	117
• Intermédiaire non aligné	117
• Intermédiaire aligné	119
VI.5.5.segment de précision.....	119
VI.5.5.1. segment d'approche finale.....	119
VI.5.5.2. segment d'approche interrompue	127
VI.6.manœuvre à vue.....	129
VI.7.conception de la STAR pour les A/C venant du SUD	130
VI.8.conception d'une STAR pour les aéronefs venant du Nord	131
VI.9.conception d'un SID RNAV	132
VI.10.avantage de la procédure RNAV VOR/DME/ILS.....	133
VI.11.propositions.....	133
Conclusion Générale	134

FIGURES, TABLEAUX ET GRAPHS

- Figure II.1 Espace aérien contrôlé
- Figure II.3 subdivision des services de la circulation aérienne
- Figure II.4 Subdivision du service du contrôle
- Figure II.5 Les séparation entre les niveau succesif
-
- Figure III.1 Les phases d'une procédure d'approche aux instruments.
- Figure III.2 circuit nominale d'attente
- Figure III.3 attente type éloignement en temps
- Figure III.4 attente type éloignement en distance
- Figure III.5 Les secteurs d'entrée d'attente
- Figure III.6 aire de protection d'attente
- Figure III.7 les zones tampon
- Figure III.8 séparation attente/attente
- Figure III.9 séparation Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale
- Figure III.10 Séparation Attente/Zone à statut particulier
- Figure III.11 type de procédure d'insertion
- Figure III.12 Longueur et orientation du segment d'approche intermédiaire
- Figure III.13 pente de descente
- Figure III.14 Approche de non précision
- Figure III.15 Approche de précision
- Figure III.16 alignement du segment d'approche finale
- Figure III.17 la position du MAPT
- Figure III.18 Les phases d'une approche interrompue
- Figure III.19A virage à un repère
- Figure III.19B virage à un altitude/altitude
- Figure III.20 Aire de manœuvres à vue (Approche indirecte)
- Figure III.21A Aire d'approche intermédiaire (vue en perspective)
- Figure III.21B Segment de précision avec repère d'approche finale Moyen radioélectrique matérialisant l'IF
- Figure III.21C Segment de précision sans repère d'approche finale Installation radioélectrique située en amont de l'IF
- Figure III.22 Illustration des surfaces d'évaluation d'obstacles ILS
- Figure III.23 Système de coordonnées
- Figure III.24 Obstacles à l'approche interrompue au-delà de - 900 m
- Figure III.25 Obstacles à l'approche interrompue avant - 900 m
- Figure III.26A Segment final d'approche interrompue en ligne droite
- Figure III.26B Marge de franchissement d'obstacles pour Approche interrompue en ligne droite
- Figure III.27 Aire de tolérance de repère
- Figure III.28 calcul des XTT et ATT

Figure III.29 aire d'approche initiale
Figure III.30 Aire d'approche intermédiaire
Figure III.31 Procédure RNAV-ILS ; Raccordement initiale RNAV-FINALE ILS
Figure III.32 Finale RNAV
Figure III.33 Emplacement du MAPT
Figure III.34 Approche interrompue en ligne droite
Figure III.35 Attente RNAV sur un point de cheminement
Figure III.36 Attente RNAV sur deux points de cheminement
Figure III.37 Aire d'attente RNAV
Figure III.38 Gabarit de RNAV
Figure III.39 Construction d'aires de tolérance de point de cheminement
Figure III.40 Aire de base RNAV
Figure III.41 Aire d'attente en RNAV, incluant protection de procédures d'entrée
Figure III.42 Secteurs d'entrée
Figure V.1 sectorisation actuelle (carte de croisière)
Figure VI.1 Attente VOR - DME en rapprochement.

Tableau III.1* les taux de descente du segment finale
Tableau III.2* Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)
Tableau III.3* dimensions des aéronefs

Tableau V.1* Classification de l'espace aérien
Tableau V.2* les services d'approche
Tableau V.3* moyens de surveillance

Tableau IV.1* Objets qui peuvent être négligés dans le calcul de l'OCA/H
Tableau IV.2* constantes des surface OAS
Tableau IV.3* Coordonnes des point d'intersection de ces plan avec les plans horizontaux
Tableau VI.4* Coefficient des plans OAS pour ses caractéristiques
Tableau VI.5* Analyse des obstacles situés à l'intérieure des OAS
Tableau VI.6* Obstacles situés dans l'API
Tableau VI.7* Calcule de la hauteur équivalente
Tableau VI.8* calcule de l'OCH
Tableau VI.9* Points de cheminement et leurs coordonnées
Tableau VI.10* Points de cheminement STAR et leurs coordonnées
Tableau (V.4*) Statistique du trafic 2004 sur l'aérodrome de Tamanrasset
Tableau (V.5*) les mouvements commerciaux nationaux
Tableau (V.6*) Trafic commercial internationaux
Tableau (V.7*) Trafic par aérodromes et par nature 2003-2004
Tableau (V.8*) Trafic d'aérodrome
Tableau (V.9*) Trafic en route 2007-2008

Tableau (V.10*) statistique du trafic aérien des 7 dernières années
Tableau (V.11*) Etude statistique sur les axes par mois

Graphe 1 mouvement avion
Graphe 2 trafic passagers national
Graphe 3 trafic passagers international
Graphe 4 trafic fret national

INTRODUCTION GENERALE

Le transport aérien est un domaine où plusieurs techniques s'interagissent dans le but d'un développement sûr, économique et efficace, parmi ces techniques on trouve la navigation aérienne.

Parmi les techniques de la navigation aérienne, on trouve la navigation de surface appuyée sur les aides radio à la navigation implantées au sol, tels que le VOR/DME, DME/DME, sur des instruments IRS/INS, ou sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite GNSS.

Il y'a à peine quelque années l'espace aérien algérien était déserté par toutes les compagnies du monde à cause de la terrible conjoncture que traversait le pays.

Les autorités publiques encouragent fortement les compagnies au développement du transport aérien en Algérie. Ces compagnies ciblent une présence bénéfique sur le réseau domestique, sur les lignes internationales et également une activité très utile de transport aérien (lutte antiacridienne, service agro aérien).

Sur la base de l'analyse du trafic aérien effectuée et confrontée par l'étude prévisionnelle projetée sur un avenir proche, il en résulte avec certitude que l'espace aérien algérien est en voie de saturation.

Pour cela, on propose comme solution l'élaboration des procédures RNAV (navigation de surface) qui doivent être effectuées pour chaque aéroport, ces procédures apporteront l'amélioration, garantiront la sécurité, la simplicité et la flexibilité de l'espace aérien ainsi que la diminution de la charge de travail des contrôleurs de la navigation aérienne.

Dans notre étude, nous nous intéressons à l'aéroport de Tamanrasset qui est caractérisé par un trafic évolutif, où les courants de trafic arrivent et partent selon diverses directions ayant pour inconvénients la non fluidité du trafic, l'augmentation du temps de l'occupation de la fréquence et la situation topographique défavorable (présence de relief).

Ces procédures doivent être établies suivant les besoins, pour permettre :

- Le maintien d'un écoulement sûr, ordonné, et rapide du trafic aérien, en séparant les départs des arrivées ;
- Alléger la charge de travail des contrôleurs ;
- L'augmentation potentielle de la capacité ;
- Voler sur n'importe quelle trajectoire avec des itinéraires directs et faciles.

Le plan de travail est comme suit :

Une introduction générale, suivi de deux parties :

- Une partie théorique composée de 5 chapitres :

Chapitre I : Présentation de l'établissement de la navigation aérienne ENNA ;

Chapitre II : Généralités sur la circulation aérienne ;

Chapitre III : Règles générales d'élaboration de procédures aux instruments ;

chapitre IV : Concept RNAV

Chapitre V : Etude de l'existant de l'aérodrome de Tamanrasset ;

- Une partie pratique

Chapitre VI : procédure d'approche RNAV VOR/DME/ILS.

DEFINITIONS

Aéronefs d'État

Tous les aéronefs intervenant dans des activités militaires, de douane ou de police sont réputés « aéronefs d'État ».

Aire primaire

Aire définie située symétriquement de part et d'autre de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieure de laquelle une marge constante de franchissement d'obstacles est assurée.

Aire secondaire

Aire définie située de part et d'autre de l'aire primaire, le long de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge décroissante de franchissement d'obstacles est assurée.

Altitude

Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer (MSL).

Altitude de décision (DA) ou hauteur de décision (DH)

Altitude ou hauteur spécifiée à laquelle, au cours de l'approche de précision ou d'une approche avec guidage vertical, une approche interrompue doit être amorcée si la référence visuelle nécessaire à la poursuite de l'approche n'a pas été établie.

✓ L'altitude de décision (DA) est rapportée au niveau moyen de la mer et la hauteur de décision (DH) est rapportée à l'altitude du seuil.

✓ On entend par « référence visuelle nécessaire » la section de la configuration d'aide visuelle ou de l'aire d'approche qui devrait demeurer en vue suffisamment longtemps pour permettre au pilote d'évaluer la position de l'aéronef et la vitesse de variation de cette position par rapport à la trajectoire à suivre.

Altitude de franchissement d'obstacles (OCA) ou hauteur de franchissement d'obstacles (OCH)

Altitude la plus basse ou hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude du seuil de piste en cause ou au-dessus de l'altitude de l'aérodrome, selon le cas, utilisée pour respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles.

- L'altitude de franchissement d'obstacles est rapportée au niveau moyen de la mer et la hauteur de franchissement d'obstacles est rapportée à l'altitude du seuil ou, dans le cas d'approches classiques, à l'altitude de l'aérodrome ou à l'altitude du seuil si celle-ci est inférieure de plus de 2 m (7 ft) à l'altitude de l'aérodrome. Une hauteur de franchissement d'obstacles pour une approche indirecte est rapportée à l'altitude de l'aérodrome.

Altitude de transition

Altitude à laquelle ou au-dessous de laquelle la position verticale d'un aéronef est donnée par son altitude.

Altitude d'un aéroport

Altitude du point le plus élevé de l'aéroport d'atterrissage.

Altitude/hauteur de procédure

Altitude/hauteur spécifiée pour l'exploitation, égale ou supérieure à l'altitude/hauteur de sécurité minimale du segment, et établie pour permettre une descente stabilisée selon une pente/un angle de descente prescrit sur le segment d'approche intermédiaire/finale.

Altitude minimale de descente (MDA) ou hauteur minimale de descente (MDH)

Altitude ou hauteur spécifiée, dans une approche classique ou indirecte, au-dessous de laquelle une descente ne doit pas être exécutée sans la référence visuelle nécessaire.

- L'altitude minimale de descente (MDA) est rapportée au niveau moyen de la mer et la hauteur minimale de descente (MDH) est rapportée à l'altitude de l'aéroport ou à l'altitude du seuil si celle-ci est inférieure de plus de 2 m (7 ft) à l'altitude de l'aéroport. Une hauteur minimale de descente pour l'approche indirecte est rapportée à l'altitude de l'aéroport.

- On entend par « référence visuelle nécessaire » la section de la configuration d'aide visuelle ou de l'aéroport d'approche qui devrait demeurer en vue suffisamment longtemps pour permettre au pilote d'évaluer la position de l'aéronef et la vitesse de variation de cette position par rapport à la trajectoire à suivre. Dans le cas d'une approche indirecte, la référence visuelle nécessaire est l'environnement de la piste.

Altitude minimale de secteur (MSA)

Altitude la plus basse qui puisse être utilisée et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1 000 ft) au-dessus de tous les objets situés dans un secteur circulaire de 46 km (25 NM) de rayon centré sur une aide de radionavigation

Arrivée standard d'instrument (ÉTOILE)

Un itinéraire indiqué d'arrivée de la règle de vol d'instrument (IFR) liant à point significatif, normalement sur un itinéraire d'ATS, avec un point duquel une approche éditée d'instrument le procédé peut être débuté.

Arrivée normalisée aux instruments (STAR)

Route désignée d'arrivée suivie conformément aux règles de vol aux

instruments (IFR), reliant un point significatif, normalement situé sur une route ATS, à un point où peut commencer une procédure d'approche aux instruments.

Cap

Orientation de l'axe longitudinal d'un aéronef, généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique, compas ou grille).

Couche de transition

Espace aérien compris entre l'altitude de transition et le niveau de transition.

Capteur

Dispositif capable de fournir des informations destinées à L'équipement RNAV et au système de gestion de vol (FMS).

Départ normalisé aux instruments (SID)

Route désignée de départ suivie conformément aux règles de vol aux instruments (IFR) reliant l'aérodrome ou une piste spécifiée de l'aérodrome à un point significatif spécifié, normalement situé sur une route ATS désignée, auquel commence la phase en route d'un vol.

Distance DME

Distance optique (distance oblique) entre la source d'un signal DME et l'antenne de réception.

Écart transversal

Distance mesurée perpendiculairement à la route désirée, représentant l'écart d'un aéronef à gauche ou à droite de cette route.

Environnement mélangé de navigation

Un environnement où les différentes caractéristiques de navigation peuvent être appliqué dans le même cubage (par exemple itinéraires de RNP 10 et itinéraires de RNP 4 dans le même cubage) ou où on permet des opérations employant la navigation conventionnelle ainsi que des applications de RNAV ou de RNP.

Équipement de navigation de surface

Combinaison d'équipements utilisés pour assurer un guidage RNAV.

Erreur globale du système

Différence entre la position réelle et la position souhaitée. L'erreur globale du système est égale au vecteur somme de l'erreur de direction de la trajectoire, de l'erreur de définition de la trajectoire et de l'erreur d'appréciation de la position.

Erreur technique de vol

Précision avec laquelle l'aéronef est contrôlé, Mesurée par la position indiquée de l'aéronef par rapport à la directive indiquée ou à la position désirée. Elle ne comprend pas les erreurs opérationnelles.

Hauteur

Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et un niveau de référence spécifié.

Hauteur du point de repère (RDH)

Hauteur de l'alignement de descente prolongé ou d'une trajectoire verticale nominale au seuil de la piste.

Niveau

Terme générique employé pour indiquer la position verticale d'un aéronef en vol et désignant, selon le cas, une hauteur, une altitude ou un niveau de vol.

Niveau de transition

Niveau de vol le plus bas qu'on puisse utiliser au-dessus de l'altitude de transition.

Niveau de vol

Surface isobare liée à une pression de référence spécifiée, soit 1 013,2 hectopascals (hPa), et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

Un altimètre barométrique étalonné d'après l'atmosphère type :

- a) calé sur le QNH, indique l'altitude ;
- b) calé sur le QFE, indique la hauteur par rapport au niveau de référence QFE ;
- c) calé sur une pression de 1 013,2 hPa, peut être utilisé pour indiquer des niveaux de vol.

Opérations d'approche

Opérations réalisées sur la base de procédures d'approche aux instruments (IAP) publiées, commençant au repère d'approche initiale (IAF) et s'achevant au point d'approche interrompue.

Opérations en route

Opérations réalisées sur des routes ATS publiées et/ou opérations directes “ de point à point ” entre des points de cheminement définis.

Opérations en région terminale

Opérations réalisées sur la base de Procédures standard de départ aux instruments (SID) publiées ou de procédures standard d'arrivée aux instruments (STAR) publiées, ou autres opérations de transition vers la phase de vol en route ou à partir de la phase de vol en route.

Précision

Degré de conformité entre la position et/ou vitesse estimée ou mesurée d'une plate-forme à un instant donné et sa position ou vitesse vraie. La précision de la radionavigation est habituellement présentée comme une mesure statistique de l'erreur de système. La précision peut être :

- **prévisible:**

Précision d'une position par rapport aux coordonnées géographiques ou géodésiques de la terre

- **renouvelable :**

Précision avec laquelle un usager peut retourner à une position dont les coordonnées ont été mesurées avec le même système de navigation.

- **relative :**

Précision avec laquelle un usager peut déterminer une position relativement à une autre, quelle que soit l'erreur éventuelle par rapport aux positions vraies. (MAN RNP) “Précision d'utilisation du système”).

Qualité de navigation requise (RNP)

Expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini. La performance et les spécifications de navigation sont définies en fonction du type et/ou de l'application de RNP considérés.

Route

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 ATS

Route déterminée, conçue de manière à canaliser les flux de trafic pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne.

L'expression “route ATS” est utilisée pour désigner à la fois les voies aériennes, les routes à service consultatif, les routes contrôlées ou non contrôlées, les routes d'arrivée ou de départ.

La route RNAV

Est une route ATS établie pour l'utilisation des aéronefs capable d'employer la navigation de la surface.

Une route RNAV peut être suivie automatiquement, avec le pilote automatique couplé au système RNAV ou manuellement avec les données du système RNAV affichées sur le flight director/course déviation indicator, avec les avertissements de vitesse, altitude et de changement de trajet communiqués pour donner au pilote le temps de répondre et de suivre la route requise.

Seuil

Début de la partie de la piste utilisable pour l'atterrissage.

Système anticollision embarqué (ACAS)

Système embarqué qui, au moyen des signaux du transpondeur de radar secondaire de surveillance (SSR) et indépendamment des systèmes sol, renseigne le pilote sur les aéronefs dotés d'un transpondeur SSR qui risquent d'entrer en conflit avec son aéronef.

Système Avion-aircraft-based d'augmentation (ABAS)

Un système d'augmentation qui augmente et/ou intègre l'information obtenue à partir des autres éléments de GNSS avec l'information disponible à bord de l'avion. **Le satellite a**

basé le système d'augmentation (SBAS)

Un système large d'augmentation d'assurance dans lequel l'utilisateur reçoit l'augmentation d'un émetteur par satellite.

Spécifications de navigation

Un ensemble d'exigences d'équipage d'avion et d'air a dû soutenir l'exécution opérations basées de navigation dans un cubage définie. Il y a deux genres de caractéristiques de navigation:

- **Spécifications de RNP**: Des spécifications de navigation basées sur navigation sur zone qui inclut la condition pour la surveillance d'exécution et alerter, indiqué par le préfixe RNP, par exemple RNP 4, RNP APCH.
- **Spécifications de RNAV**: Des spécifications de navigation basées sur navigation sur zone qui n'inclut pas condition pour la surveillance d'exécution et alerter, indiquée par le préfixe RNAV, par exemple RNAV 5, RNAV 1.

Valeur de confinement

Distance par rapport à la position voulue, à l'intérieur de laquelle sont censés se trouver les aéronefs pendant un pourcentage spécifié du temps de vol total, cumulé pour l'ensemble des aéronefs.

A/C : aéronef
A/D : aéroport
AIP : Publication d'information aéronautique
API : Approche interrompue
APV : procédure d'approche avec guidage verticale
ATC : Contrôle de la circulation aérienne
ATM : Gestion de la circulation aérienne
ATT : tolérance d'écart longitudinale
ATS : Services de la circulation aérienne

B-RNAV : Navigation de surface de base

CAG : Circulation aérienne générale
CAT : catégorie
CEAC : Conférence européenne de l'aviation civile
CDU : Boîtier de commande et de visualisation

DA/H : altitude/hauteur de décision
DER : extrémité départ de la piste
DME : Dispositif de mesure de la distance
DR : à l'estime
DTNA : direction technique de la navigation aérienne

ENNA : Etablissement national de la navigation aérienne

FAF : repère d'approche finale
FAP : point d'approche finale
FIR : Région d'information de vol
FMC : ordinateur de gestion de vol
FMS : Système de gestion de vol
FT : pied (feet)
FTT : tolérance technique de vol

GNSS : Système mondial de satellites de navigation
GP : alignement de descente
GPS : Système mondial de localisation
HL : perte d'altitude

IAF : Repère d'approche initiale
IAP : Procédures d'approche aux instruments
IAS : Vitesse indiquée
IF : repère d'approche intermédiaire
IFR : Règles de vol aux instruments
ILS : système d'atterrissage aux instruments
INS : Système de navigation inertiel
IMC : conditions météorologiques de vol aux instruments

ISA : Atmosphère normale internationale

KT : Nœud

KM: Kilomètre

LLZ : alignement de l'axe de piste

MAPT : point d'approche interrompue

MDA/H : altitude /hauteur minimale de descente

MLS : système d'atterrissage hyperfréquences

MOC : marge minimale de franchissement d'obstacles

MSA : altitude minimale de secteur

MSL : niveau moyen de la mer

NAVAID : Aide à la navigation

NDB : Radiophare moyenne fréquence omnidirectionnel

NM : Mille marin

NPA : approche de non précision (classique)

OACI : Organisation de l'aviation civile internationale

OAS : surface d'évaluation d'obstacles

OCA/H : altitude /hauteur de franchissement d'obstacle

PAPI : indicateur de trajectoire d'approche de précision

PAR : radar d'approche de précision

P-RNAV : Navigation de surface de précision

R : taux de virage

RAIM : contrôle autonome d'intégrité par le récepteur

RDH : hauteur du point de repère (ILS)

RNAV : Navigation de surface

RNP : Qualité de navigation requise

RSR : radar de surveillance de la route

SI : système internationale d'unité

SID : Départ normalisé aux instruments

SOC : début de montée

ST : tolérance de calcul de système

STAR : Arrivée normalisée aux instruments

TAR : Radar de surveillance de région terminale

TMA : Région de contrôle terminale

TNA/H : altitude /hauteur de virage

TP : point de virage

VHF : très hautes fréquence

VI : vitesse indiquée

VOR : radiophare omnidirectionnel VHF

VV : vitesse vraie

WGS : Système géodésique mondial

XTT : tolérance d'écart latérale

Chapitre I

Présentation de l'Établissement

de la

Navigation Aérienne

I.1.HISTORIQUE

Depuis l'indépendance, cinq organismes ont été chargés de la gestion, de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie : OGSA, ONAM, ENEMA, ENESA, ENNA.

De 1962 à 1968 c'est l'organisation de gestion et de sécurité aéronautique(OGSA), organisme Algéro-Française, qui a géré l'ensemble des services d'exploitation de l'aviation civile en Algérie.

Le 1 janvier 1968, l'OGSA a été remplacé par l'office de la navigation aérienne et de la météorologie (ONAM). Ce dernier a été remplacé par, en 1969, par l'établissement national pour l'exploitation météorologique et aéronautique(ENEMA) qui a géré la navigation aérienne jusqu'à 1983.

En 1975, les activités de météorologie ont été transférées à l'office national de météorologie créé le 29 avril 1975, sous forme d'établissement public à caractère administratif.

Le 07/05/1983 un réaménagement des structures de l'ENEMA et une modification de sa dénomination pour devenir ENESA « entreprise national d'exploitation et de sécurité aéronautique » avec statut d'entreprise nationale à caractère économique

Afin de clarifier les attributions de l'ENESA, il a été procédé aux réaménagements de ses statuts ainsi qu'au changement de dénomination en « ENNA » le 18 mai 1991.

L'ENNA, établissement public à caractère industrielle et commercial(EPIC), sous tutelle du ministère des transports, est dirigé par un directeur général et administré par un conseil d'administration.

I.2.Présentation de l'ENNA

L'établissement national de la navigation (E.N.N.A) est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'état, placé sous la tutelle du ministre du transport, il a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées. Il est chargé en outre du contrôle et du suivi des appareils en vol ainsi que la sécurité aérienne.

Dans le cadre du développement des projets liés à la navigation aérienne. L'ENNA collabore avec des institutions nationales et internationales :

- Ministère de transport.
- Université Saad dahlab / département de l'aéronautique de Blida (DAB).
- Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).
- AEFMP : organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal.
- ASECNA : agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar.

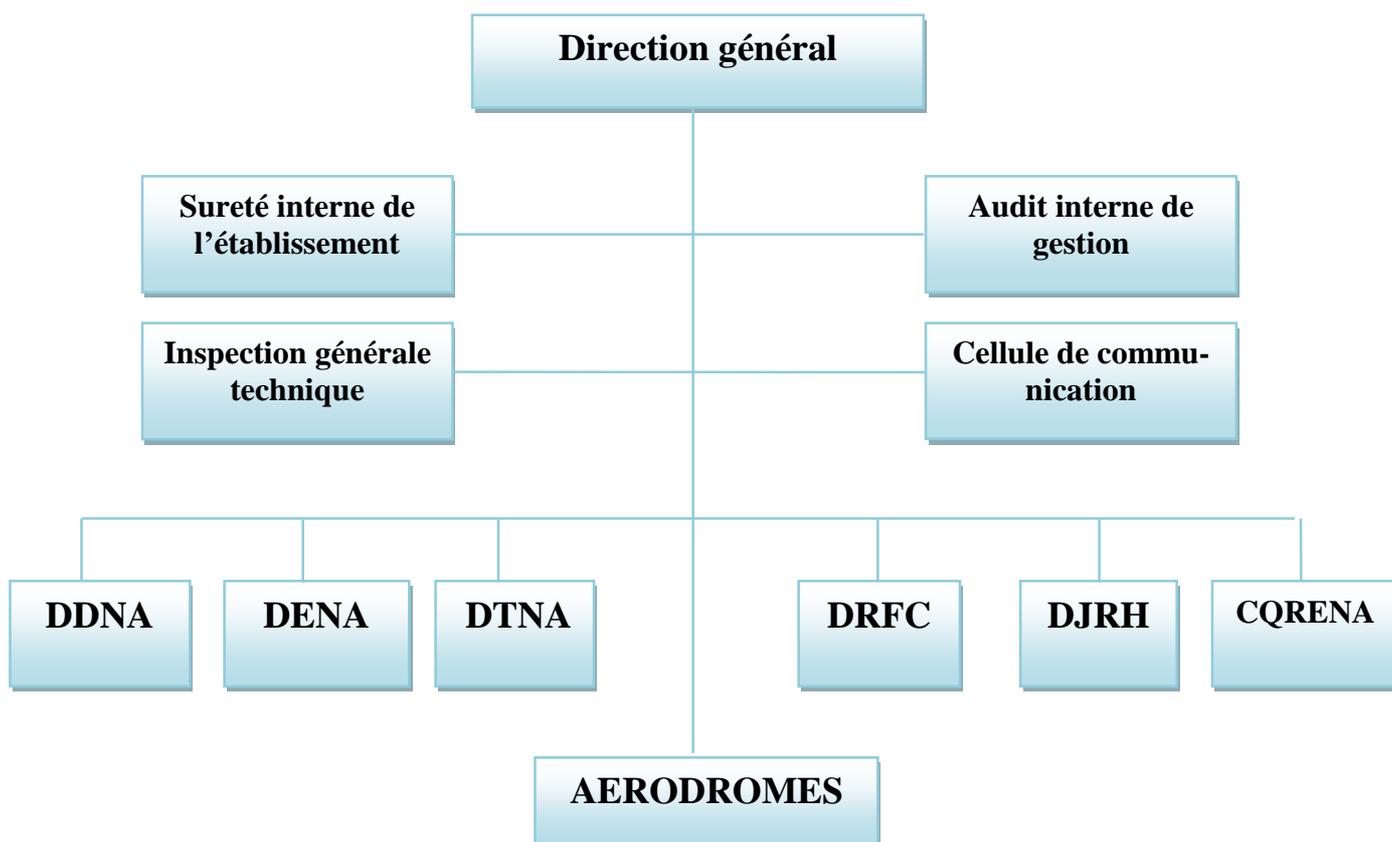
- EUROCONTROLE : organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne.
- Ecole nationale de l'aviation civile de Toulouse (ENAC)

I.3. Les Missions de l'ENNA

Les principales missions de l'établissement sont :

- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs, l'implantation des aéroports et les installations relevant de sa mission.
- Dans le cadre de sa mission, participer à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aéroports ; établir les plans des servitudes aéronautiques et radioélectriques en coordination avec les autorités concernées .veiller à leur application.
- Assurez l'installation et la maintenance des moyens de télécommunications, de radionavigation, de l'aide à l'atterrissage, des aides visuelles et des équipements annexes.
- Contrôler la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérien.
- Assurez la sécurité de la navigation dans l'espace national (relevant de la compétence de l'Algérie) ainsi qu'au-dessus et aux abords des aéroports ouvert à la circulation aérienne publique CAP
- Diffuser l'information aéronautique (en vol et au sol) et météorologique nécessaires à la navigation aérienne.
- Assurez le service de sauvetage et de lutte contre les incendies sur les plates-formes aéroportuaires
- Contribuer à l'effort de développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne.
- Concentrez, diffusez ou retransmettez au plan international les messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.
- Calibrer les moyens de communication, de radionavigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire.

I.4.1'organisation de l'ENNA



DDNA : Direction de Développement de la Navigation Aérienne.

DENA : Direction D'exploitation De La Navigation Aérienne.

DTNA : Direction Technique De La Navigation Aérienne.

DRFC : Direction Des Ressources, Finances Et De La Comptabilité.

DJRH : Direction Juridique Et Ressources Humaines.

CQRENA : Centre De Qualification, De Recyclage Et D'exploitation De La Navigation Aérienne.

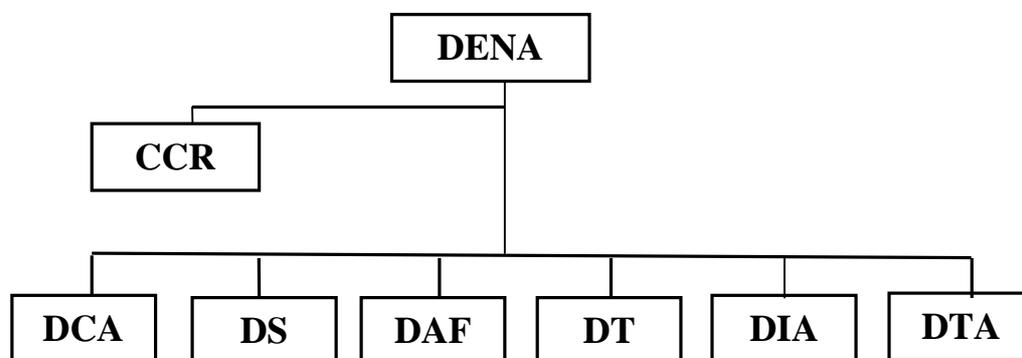
AERODROMES : Direction De La Sécurité Aéronautique.
21 Aérodrômes Nationaux
11 Aérodrômes Internationaux

I.4.1. Direction de l'exploitation de la navigation aérienne

La direction de l'exploitation de la navigation aérienne (DENA) est chargée d'assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne, de veiller à la bonne gestion technique au niveau des aéroports. Ses principales missions se résument comme suit :

- gérer et contrôler l'espace aérien (en route et au sol) confié par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne.
- Mettre à la disposition de tous les exploitants le service de l'information, aéronautique ainsi que les informations météorologiques.
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique.
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aéroports.

La direction de l'exploitation de la navigation aérienne se compose de six(06) départements et d'un centre de contrôle régional :



DCA : Département Circulation Aérienne.

DS : Département Système.

DAF : Département Administration Et Finances.

DT : Département Technique.

DIA : Département Information Aéronautique.

DTA : Département Télécommunication Aéronautique.

CCR : Centre De Contrôle Régional.

I.4.2. Département de la circulation aérienne

Le département de la circulation aérienne (DCA) est chargé du contrôle et de la coordination des différents aéroports et des centres de contrôle (régional, approche, TWR) ainsi que des études liées au développement de la navigation aérienne, conformément aux

Normes de l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Au sein de ce département on trouve deux services :

SED : Service Etudes Et Développement

SCC : Service Contrôle Et Coordination

I.4.2.1. Le Service Etudes Et Développement

Ce service est chargé des tâches suivantes :

- Elaboration des plans des servitudes aéronautique et des dégagements des aérodromes
- Etude des obstacles à la navigation aérienne.
- Elaboration des cartes d'obstacles d'aérodrome.
- Etude des schémas de la circulation aérienne.
- Conception des procédures de départs et d'arrivées aux instruments (SID et STAR) pour les services de contrôle d'approche.
- Conception des procédures aux instruments (classique, précision et à vue) pour l'ensemble des aérodromes.
- Mise à jour de l'AIP Algérie selon les informations aéronautiques émanant de la direction sécurité d'aérodrome (DSA).
- Examen des dossiers de l'homologation des pistes des aérodromes.
- Etudes de la circulation aérienne au niveau des aérodromes.
- Choix de sites pour l'installation et le déplacement des moyens de radionavigation.
- Participation aux projets concernant le développement de la navigation aérienne (RVSM, l'exploitation de la catégorie III à l'aéroport d'Alger, le contrôle radar, etc...).
- Traitement des données statiques du trafic aérien pour les besoins des études.

I.4.2.2. Le service contrôle et coordination

Il assure les fonctions suivantes :

- Prise en charge de la tenue à jour du fichier informatisé « l'état des aérodromes » relatif à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national.
- Analyse des anomalies, comptes-rendus d'intégrité d'exploitation (AIR PROX, réclamations, déroulements, alertes, procédures et infractions) concernant les aéronefs et équipages.
- Mise à jour et tenus de la réglementation en vigueur sur le plan national.
- Veille à l'application de la réglementation internationale de l'organisation internationale de l'aviation civile (OACI) concernant l'exploitation des aérodromes.
- Représentation de la direction de l'exploitation de la navigation aérienne (DNA) auprès des services de recherches et de sauvetage de l'aéronef en détresse (SAR).
- Inspection technique de tous les aérodromes sur les territoires nationaux conformément à l'instruction de la direction de l'aviation civile et de la météorologie (DACM).

Chapitre II

Généralités sur la circulation aérienne

II.1. GENERALITES

1.1 Désignation des responsabilités

L'autorité compétente détermine, pour les territoires sur lesquels s'étendent son autorité, les portions d'espace aérien et les aérodromes où doivent être assurés les services de la circulation aérienne.

Lorsqu'un État délègue à un autre État le soin d'assurer des services de la circulation aérienne au-dessus de son territoire, cette délégation ne porte pas atteinte à sa souveraineté nationale. De même, la responsabilité de l'État assurant les services est limitée.

En outre, l'État «fournisseur» assurera les services de la circulation aérienne dans les limites du territoire de l'État délégateur selon les besoins de ce dernier, qui devrait normalement mettre à la disposition de l'État fournisseur les installations et services jugés nécessaires d'un commun accord. Il est prévu, en outre, que l'État délégateur ne devrait ni retirer ni modifier ces installations et services sans consulter l'État fournisseur. L'État délégateur comme l'État fournisseur peuvent mettre fin à leur accord à n'importe quel moment.

Les portions de l'espace aérien situé au-dessus de la haute mer ou de souveraineté indéterminée dans lesquelles seront assurés les services de la circulation aérienne sont déterminées par des accords régionaux de navigation aérienne.

II.2. DIVISION DE L'ESPACE AERIEN

L'espace aérien est divisé en régions ou zones de contrôle dans les quelles les services de la circulation aérienne sont spécifiques et différents, on peut le diviser sur la base des services rendus en deux types :

- Espace aérien contrôlé.
- Espace aérien non contrôlé.

II.2.1. Espace aérien contrôlé

C'est un espace aérien dans lequel un vol IFR bénéficie des services rendus par l'organisme chargé du contrôle de la circulation aérienne. Pour un vol VFR les conditions VMC en espace contrôlé changent selon que le vol s'effectue en dessous ou au-dessus du niveau FL 100. (*Voir Figure (II.1)*)

Un espace aérien est contrôlé lorsqu'il existe un organisme de contrôle de la circulation aérienne. Dans ce type d'espace aérien on trouve :

- Les régions de contrôle (CTA).
- Les régions de contrôle terminal (TMA).
- Les voies aériennes (AWY).
- Les zones de contrôles (CTR).
- Les régions supérieures de contrôle (UTA).

II.2.1.1. Les régions de contrôle (CTA)

Elles sont déterminées de manière à englober un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires des aéronefs (régions de vol IFR) afin de les protéger pendant la phase d'approche en leur fournissant les services de contrôle de la circulation aérienne. Leurs limites latérales et verticales sont fixées et sont présentées dans les cartes SID et STAR.

Les régions de contrôle sont associées aux aérodromes d'Alger, Annaba, Constantine, Hassi Messaoud et Oran (voir annexe E).

II.2.1.2. Les régions de contrôle terminal (TMA)

Elles sont situées au carrefour des voies aériennes et au dessus d'un ou plusieurs aérodromes, les TMA peuvent être un espace contenant des trajectoires d'attente et d'approche aux instruments.

On distingue en Algérie trois TMA:

- TMA Alger.
- TMA Oran.
- TMA Nord Est.

II.2.1.3. Les voies aériennes (AWY)

Les voies aériennes ou les routes ATS résultent de la nécessité d'exécuter la fonction de contrôle dans la phase de vol de croisière, elles sont présentées sous la forme de couloirs radioguidés par des aides à la navigation (NDB, VOR, VOR/DME).

La protection des routes aériennes ATS est fixée dans l'annexe 11 (services de la circulation aériennes) de l'OACI la limite inférieure de la route ATS est fonction des reliefs, y compris une marge de franchissement d'obstacles (MFO entre 450 m et 600 m).

La protection des routes aériennes de navigation de surface RNAV est fixée d'une valeur de 10 NM de part et d'autre de l'axe en route.

Chaque route est désignée par un indicatif (une lettre et un numéro) :

- ✓ A, B, G, R : route autre que les routes de navigation des surface.
- ✓ L, M, N, P : routes de navigation de surface.

II.2.1.4. Zones de contrôle (CTR)

C'est un espace aérien contrôlé et déterminé de manière à englober les trajectoires des aéronefs à l'arrivée et au départ de l'aérodrome en régime de vol IFR et VFR et au profit desquelles on juge nécessaire d'exercer la fonction de contrôle, leurs limites latérales et verticales sont fixées pour chaque aérodrome. Elles sont présentées dans la carte d'approche a vue.

Les zones de contrôle (CTR) partant du sol sont définies :

1. Lorsqu'une zone de contrôle est située à l'intérieur des limites latérales d'une région de contrôle (CTA), elle s'élève au moins jusqu'à la limite inférieure de la CTA.
2. Lorsqu'une zone de contrôle est située dans une région d'information de vol (FIR), une limite supérieure lui est fixée.

II.2.1.5. Région supérieure de contrôlé (UTA)

Afin de limiter le nombre de régions de contrôle pour les aéronefs volant à haute altitude il a été créé une région de contrôle supérieure englobant tout l'espace aérien supérieur.

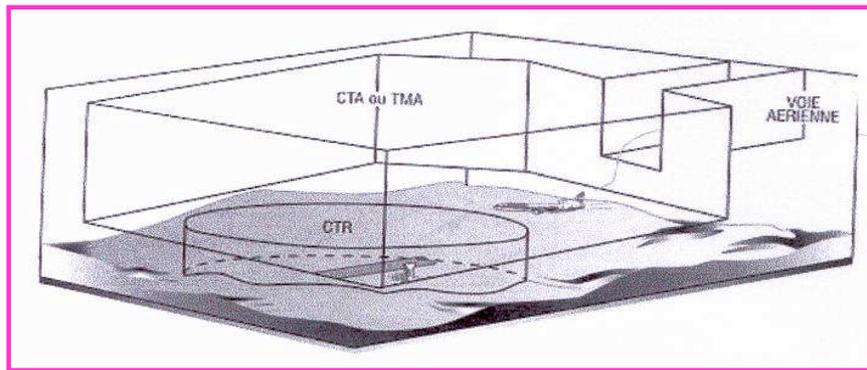


Figure (II.1) espace aérien contrôlé

II.2.2. Espace aérien non contrôlé

L'espace aérien non contrôlé est un espace de trafic moindre où l'intervention des services de la circulation aérienne est limitée à l'information et l'alerte, il se divise en :

- Région d'information de vol FIR.
- Région supérieure d'information de vol UIR.
- Routes à service consultatif ADR.

II.2.2.1. Région d'information de vol

La région d'informations de vol (FIR) est une région dans laquelle les services d'informations de vol sont assurés, ses limites géographiques sont déterminées en fonction des caractéristiques de portée de moyen de liaison au sol.

La FIR Alger englobe la totalité de l'espace aérien Algérien. Elle est limitée par :

- La FIR Barcelone, la FIR France (Marseille).
- La FIR Casablanca à l'Ouest.
- La FIR Tunis et Tripoli à l'Est.
- La FIR Dakar et Niamey au Sud.

(Voir figure II.2)

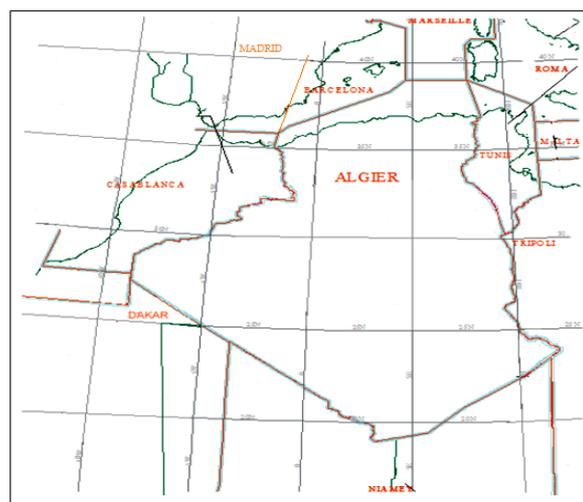


Figure (II.2) limite de l'espace aérien algérien

II.2.2.2. Région supérieure d'information de vol (UIR)

La région supérieure d'information de vol (UIR) a été créée afin de limiter le nombre de régions d'information de vol que les aéronefs traversent à très haute altitude.

Une région supérieure d'information de vol englobe l'espace aérien situé à l'intérieur des limites latérales d'un certain nombre de FIR.

II.2.2.3. Routes à service consultatif (ADR)

Les routes à service consultatifs (ADR) sont des itinéraires aériens à l'intérieur des espaces non contrôlés au long desquelles la densité du trafic est suffisante pour justifier une fonction d'information de vol approfondie, cette fonction particulière d'information de vol est remplie par un service consultatif de la circulation aérienne afin d'assurer l'espacement des aéronefs volants conformément aux règles de vol IFR.

II.2.3. Les zones à statut particulier

Ce sont des zones établies pour les raisons de sécurité ou pour les besoins de la circulation aérienne dont la pénétration est soumise à un accord préalable.

On distingue trois types de zones :

1. Les zones dangereuses (D : dangerous)

Espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel peuvent se dérouler des activités dangereuses pour des aéronefs, pendant des périodes spécifiées

Exemple : DA-D50 : zone dangereuse de Bousfer.

2. Les zones réglementées (R : restricted)

Espace aérien de dimensions définies au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état où le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées

Exemple : DA-R65 : zone réglementée de Constantine.

3. Les zones interdites (P : prohibited)

Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état où le vol des aéronefs est interdit.

Exemple : DA-P73 : zone interdite de Tlemcen.

L'existence de ces zones est portée à la connaissance des usagers de l'espace aérien par voie de l'information aéronautique publiée dans l'AIP et qui sont mentionnées sur les cartes de radionavigation.

4. Zones au-dessus des frontières internationales

Les zones de ségrégation temporaire transfrontalières (CBA) réservées à l'usage exclusif d'usagers spécifiques pendant une durée déterminée.

II.3. DEFINITION DE LA CIRCULATION AERIENNE

La circulation aérienne représente l'ensemble des mouvements aériens de tous les aéronefs civils commerciaux et privés, militaires opérationnels ou non, ainsi que les aéronefs en essai ou en cours de certification.

Les besoins nés de la nature différente de ces vols ont nécessité la création de deux types de circulation aérienne afin de régler les problèmes de compatibilité de ces circulations.

II.3.1. Les types de la circulation aérienne

1. Circulation aérienne générale CAG

Ensemble des mouvements aériens des A/C civils auxquels s'ajoutent les A/C d'état lorsque ceux-ci effectuent des vols assimilables au précédents du fait de leurs nature, donc les règles concernant la CAG peuvent leur être appliquées et qu'ils peuvent s'y soumettre sans restrictions.

2. Circulation aérienne militaire CAM

Comporte deux types de circulations :

- **Circulation opérationnel militaire COM**

Ensembles des mouvements d'A/C (d'état) qui pour des raisons d'ordre technique ou militaire relève d'une réglementation propre à la COM.

- **Circulation d'essai et de réception CER**

Ensembles des A/C en essai ou en réception qui pour des raisons techniques relèvent d'une réglementation particulière.

II.3.2. Objet des services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne ont pour objet :

- De Prévenir les abordages entre aéronefs sur l'aire de manœuvre ;
- De Prévenir les collisions entre aéronefs et obstacles ;
- D'Accélérer et d'ordonner la circulation aérienne ;
- de fournir les avis et les renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols ;
- d'alerter les organismes appropriés lorsque des aéronefs ont besoin de l'aide des organismes de recherches et de sauvetage, et de prêter à ces organismes le concours nécessaire.

II.3.3. Subdivision des services de la circulation aérienne

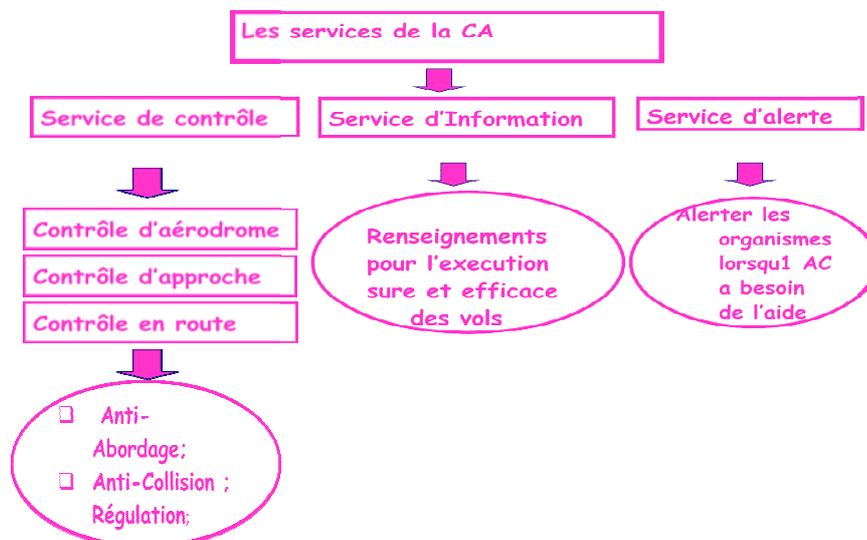


Figure (II.3) subdivision des services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne comprennent 3 services

- le service de contrôle de la circulation aérienne.
- le service d'information de vol.
- le service d'alerte.

II.3.4. Détermination de la nécessité des services de la circulation aérienne

La nécessité des services de la circulation aérienne est déterminée par les considérations suivant :

- types de trafic en cause ;
- densité de la circulation aérienne ;
- conditions atmosphériques ;
- toutes autres conditions particulières.

II.4. CLASSIFICATION DES ESPACES AERIENS

Les espaces aériens sont classés et désignés comme suit :

Classe A :

Seuls les vols IFR sont admis ;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols et la séparation est assurée entre tous.

Sur dérogation obtenue auprès de l'autorité ATS compétente et après obtention d'une clearance, un aéronef en vol VFR peut évoluer dans un espace de classe A. Dans ce cas :

Une séparation est assurée entre ce vol VFR et les vols IFR ;

Une information de trafic est fournie à ce vol VFR sur les autres vols VFR dûment autorisés.

- ***Classe B :***

Les vols IFR et VFR sont admis;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols et la séparation est assurée entre tous.

- ***Classe C :***

Les vols IFR et VFR sont autorisés;

Tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne

Les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et des aéronefs en vol VFR.

Les aéronefs en vol VFR sont séparés des aéronefs en vol IFR et reçoivent des informations de trafic au sujet des autres aéronefs en vol VFR.

- ***Classe D :***

Les vols IFR et VFR sont admis,

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols;

La séparation est assurée entre vols IFR et les vols VFR; les vols IFR reçoivent des informations de trafic relatives aux vols VFR; les vols VFR reçoivent des informations de trafic relatives à tous les autres vols.

- **Classe E :**

Les vols IFR et VFR sont admis;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne aux vols IFR et la séparation est assurée entre vols IFR. Tous les vols reçoivent dans la mesure du possible des informations de trafic. A compter du 1er janvier 2007, la classe E ne sera pas utilisée pour les zones de contrôle.

- **Classe F :**

Les vols IFR et VFR sont admis ;

Tous les vols IFR qui le demandent, bénéficient du service consultatif de la circulation aérienne, et tous les vols bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

- **Classe G :**

Les vols IFR et VFR sont admis et bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

Remarque

Les classes A, B, C, D, E, F et G sont adoptés par l'Algérie, Seules les classes A, D, E sont mises en œuvre dans la FIR Alger.

II.5.SERVICE DE CONTROLE DE LA CIRCULATION AERIENNE

II.5.1.Mise en œuvre du service de contrôle de la CA

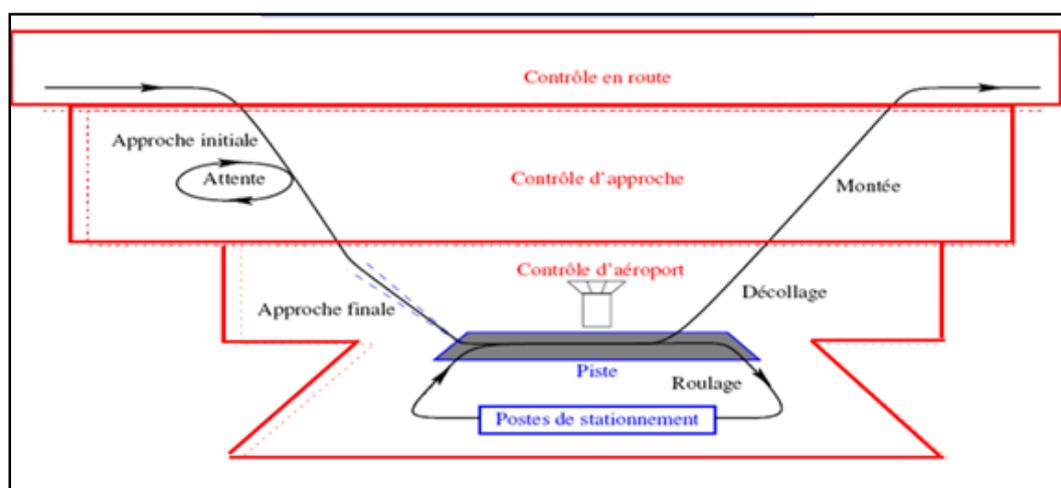


Figure (II.4) Subdivision du service du contrôle

Les différentes fonctions du service du contrôle de la circulation aérienne sont assurées par les différents organismes de la manière suivante :

1. Contrôle régional

- Par un centre de contrôle régional ;
- Par l'organisme assurant le service du contrôle d'approche dans une zone de contrôle, ou dans une région de contrôle d'étendue limitée, qui est surtout destinée à assurer le service du contrôle d'approche et où il n'a pas été créé de centre de contrôle régional.

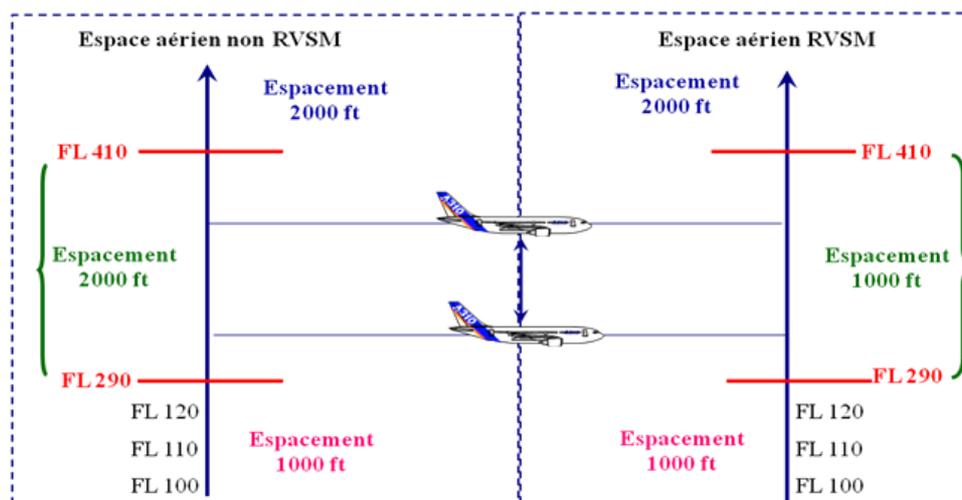
2. Contrôle d'approche

- Par une tour de contrôle d'aérodrome ou un centre de contrôle régional, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable de grouper sous la responsabilité d'un seul organisme les fonctions du service du contrôle d'approche et celles du service du contrôle d'aérodrome ou du service du contrôle régional ;
- Par un organisme de contrôle d'approche, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable d'établir un organisme séparé.

3. Contrôle d'aérodrome

- Par une tour de contrôle d'aérodrome.
- La tâche qui consiste à assurer des services spécifiés sur l'aire de trafic, par exemple un service de gestion d'aire de trafic, peut être confiée à une tour de contrôle d'aérodrome ou à un organisme distinct.

II.5.2. Minimums de séparation



Figure(II.5) Les séparations entre les niveaux successifs

II.5.3. Responsabilité du contrôle

Le contrôle de tous les aéronefs évoluant dans une portion d'espace aérien donnée incombe à un seul organisme du contrôle de la circulation aérienne. Toutefois, le contrôle d'un aéronef ou d'un groupe d'aéronefs peut être délégué à d'autres organismes du contrôle de la circulation aérienne, à condition que soit assurée la coordination entre les organismes du contrôle de la circulation aérienne intéressés.

II.5.4. Transfert de contrôle

Le transfert du contrôle d'un aéronef d'un organisme du contrôle de la circulation aérienne à un autre s'effectue de la manière suivante :

- Entre deux organismes adjacents s'assurant le contrôle régional.
- Entre un organisme assurant le contrôle régional et un organisme assurant le contrôle d'approche, ou entre deux organismes assurant le contrôle d'approche.
- Entre un organisme assurant le contrôle d'approche et une tour de contrôle d'aérodrome.

II.6.SERVICE D'INFORMATION DE VOL

II.6.1. Mise en œuvre

Le service d'information de vol est assuré pour tous les aéronefs auxquels les renseignements correspondants pourraient être utiles, et auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne; ou dont la présence est connue par ailleurs des organismes des services de la circulation aérienne intéressés.

Le service d'information de vol ne dégage le pilote commandant de bord d'aucune de ses responsabilités ; c'est à lui qu'il incombe en dernier ressort de prendre une décision en ce qui concerne toute modification au plan de vol qui lui est proposée.

Lorsqu'un organisme des services de la circulation aérienne assure à la fois le service d'information de vol et le service du contrôle de la circulation aérienne, le service du contrôle de la circulation aérienne a priorité sur le service d'information de vol chaque fois que le service du contrôle de la circulation aérienne l'exige.

Il est reconnu que, dans certaines conditions, les aéronefs peuvent avoir besoin, pendant l'approche finale, l'atterrissage, le décollage et la montée, de recevoir sans tarder des renseignements essentiels autres que ceux qui relèvent du service du contrôle de la circulation aérienne.

II.6.2.Portée du service d'information de vol

Le service d'information de vol comporte la communication des éléments suivants :

- renseignements SIGMET et AIRMET ;
- renseignements concernant toute activité volcanique pré-éruptive, toute éruption volcanique et la présence de nuages de cendres volcaniques ;
- renseignements concernant le dégagement dans l'atmosphère de matières radioactives ou de produits chimiques toxiques ;
- renseignements sur les modifications de l'état de fonctionnement des aides à la navigation;
- renseignements sur les modifications de l'état des aérodromes et des installations et services connexes, y compris des renseignements sur l'état des aires de mouvement de l'aérodrome quand leurs caractéristiques sont modifiées par la présence de neige, de glace ou d'une épaisseur significative d'eau ;
- renseignements sur les ballons libres non habités ; enfin, tous autres renseignements susceptibles d'influer sur la sécurité.
- les conditions météorologiques observées ou prévues sur les aérodromes de départ, de destination et de dégagement ;
- les risques de collision, pour les aéronefs évoluant dans les espaces aériens des classes C, D, E, F et G ;

II.6.3. Organismes assurant le service d'information de vol

Le service d'information de vol est assuré :

- **au bénéfice des vols contrôlés** : par l'organisme du contrôle de la circulation aérienne chargé d'assurer le service du contrôle (TWR, APP, ACC);
- **au bénéfice des vols non contrôlés** : par un centre d'information de vol (CIV), un organisme AFIS ou par l'organisme du contrôle désigné pour rendre ce service.

II.6.4. Diffusions du service d'information de vol pour l'exploitation

Les renseignements météorologiques et les renseignements opérationnels sur les aides à la navigation et les aérodromes, qui sont inclus dans les messages du service d'information de vol, sont fournis, chaque fois qu'ils sont disponibles, sous une forme intégrée du point de vue opérationnel.

II.7. SERVICE D'ALERTE

II.7.1. Mise en œuvre

Le service d'alerte est assuré à :

- Tous les aéronefs auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne;
- Tout autre aéronef ayant communiqué un plan de vol ;
- Tout aéronef que l'on sait ou que l'on croit être l'objet d'une intervention illicite ;
- Tout aéronef n'ayant pas communiqué de plan de vol, lorsqu'un organisme de la circulation aérienne estime qu'il possède suffisamment d'éléments lui permettant de douter de la sécurité de l'aéronef ou de ses occupants.

Les centres d'information de vol ou les centres de contrôle régional servent de centres de rassemblement de tous les renseignements relatifs à un aéronef en difficulté se trouvant dans la région d'information de vol ou dans la région de contrôle intéressée et transmettent ces renseignements au centre de coordination de sauvetage intéressé.

II.7.2. Alerte des centres de coordination de sauvetage

Les organismes des services de la circulation aérienne alertent les centres de coordination de sauvetage dès qu'un aéronef est considéré comme étant en difficulté, dans les cas suivants :

✓ **Phase d'incertitude**

- lorsqu'aucune communication n'a été reçue d'un aéronef dans les 30 minutes qui suivent l'heure à laquelle une communication aurait dû être reçue.

✓ **Phase d'alerte**

- lorsque, après la phase d'incertitude, les tentatives pour entrer en communication avec l'aéronef ou les demandes de renseignements à d'autres sources appropriées n'ont apporté aucune information sur l'aéronef, ou
- lorsqu'un aéronef qui a reçu l'autorisation d'atterrir n'atterrit pas dans les 5 minutes qui suivent l'heure prévue d'atterrissage et qu'il n'a pas été établi de nouvelle communication avec l'aéronef, ou
- lorsque les renseignements reçus indiquent que le fonctionnement de l'aéronef est compromis, sans que, toutefois, l'éventualité d'un atterrissage forcé soit probable, à

moins que des indices concluants apaisent toute appréhension quant à la sécurité de l'aéronef et de ses occupants, ou

- lorsque l'on sait ou que l'on croit qu'un aéronef est l'objet d'une intervention illicite.

✓ **Phase de détresse**

- lorsque, après la phase d'alerte, l'échec de nouvelles tentatives pour entrer en communication avec l'aéronef et de nouvelles demandes de renseignements plus largement diffusées indiquent que l'aéronef est probablement en détresse, ou
- lorsque l'on estime que l'aéronef a épuisé son carburant ou que la quantité qui lui reste est insuffisante pour lui permettre de se poser en lieu sûr, ou
- lorsque les renseignements reçus indiquent que le fonctionnement de l'aéronef est compromis au point qu'un atterrissage forcé est probable, ou
- lorsque l'on a été informé ou qu'il est à peu près certain que l'aéronef a effectué un atterrissage forcé ou est sur le point de le faire, à moins qu'il ne soit à peu près certain que l'aéronef et ses occupants ne sont pas menacés d'un danger grave et imminent et n'ont pas besoin d'une aide immédiate.

La notification comporte ceux des renseignements suivants dont on dispose, présentés dans l'ordre ci-après :

- INCERFA, ALERFA et DETRESFA, selon la phase d'urgence ;
- organisme et personne qui appelle ;
- nature du cas d'urgence ;
- renseignements significatifs tirés du plan de vol ;
- organisme ayant établi le dernier contact, heure et moyen utilisé ;
- dernier compte rendu de position et façon dont il a été établi ;
- couleur et signes distinctifs de l'aéronef ;
- marchandises dangereuses transportées comme fret ;
- mesures prises par l'organisme qui adresse la notification ;
- autres observations utiles.

II.7.3. Repérage sur carte de la position de l'aéronef en difficulté

Lorsqu'on estime que l'état d'urgence existe, la route suivie par l'aéronef en difficulté est tracée sur une carte, de manière à déterminer la position future probable de l'aéronef et son rayon d'action maximal à partir de sa dernière position signalée. Les routes des autres aéronefs signalés dans le voisinage de l'aéronef en difficulté sont également portées sur la carte, de manière à déterminer leur position ultérieure probable et leur rayon d'action maximal.

Selon les moyens de surveillance disponibles, des dispositions équivalentes peuvent être prises.

chapitre III

Règles Générales d'élaboration des procédures aux instruments

III.1.LES PROCEDURES D'APPROCHES AUX INSTRUMENTS

III.1.1. INTRODUCTION

Une procédure est un ensemble de trajectoires basées sur un ou plusieurs moyens radioélectriques (procédures conventionnelles) ou repères (procédure RNAV), elle est destinée aux aéronefs selon les règles de vol aux instruments (IFR).

A chaque portion de trajectoires est associée une aire de protection qui sert à déterminer quels sont les obstacles pénalisant.

Une marge de franchissement d'obstacles (MFO) appliquée à ceux-ci permet de déterminer une altitude (hauteur) minimale dont le respect garantit au pilote en absence de références visuelles une utilisation sûre de la trajectoire.

L'OACI donne des informations détaillées sur la conception des procédures applicables à l'espace aérien de région terminale dans le document 8168.

Lors de l'établissement d'une procédure, les principaux usagers sont consultés pour une nouvelle procédure ou sa modification de manière à prendre en compte, dans la mesure du possible, leurs contraintes opérationnelles.

Néanmoins, si lors de l'expérimentation une procédure ne donne pas satisfaction à certains usagers, ceux-ci ont la possibilité de signaler et éventuellement demander certaines modifications.

Les différentes procédures existantes sont basées sur les opérations suivantes :

- Les procédures de départ sont établies pour chaque piste appelée à servir les départs aux instruments.
- Les procédures d'approche et d'atterrissage comportent quatre segments distincts : L'approche initiale, l'approche intermédiaire, l'approche finale et l'approche interrompue.
- Les procédures d'arriver comportent le segment d'arriver et l'attente.

Pour mieux comprendre ce chapitre il est primordiale de :

- Savoir lire les coordonnées sur une carte topographique. voir annexe A
- Identifier le système de coordonnées. voir annexe A
- Savoir utiliser l'échelle d'une carte topographique. voir annexe A
- Connaître les normes de conception des procédures de vol à vue et aux instruments contenues dans le document 8168 'exploitation technique des aéronefs'.

III.1.2. DEFINITION

Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant uniquement les instruments de vol. Depuis le repère d'approche initiale jusqu'en un point à partir du quel l'atterrissage pourra être effectué, jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacles en attente ou en route deviennent applicables.

Elle peut comporter cinq segments distincts, à savoir le segment d'arrivée, les segments initial, intermédiaire, final et le segment d'approche interrompue. Il faut considérer, en outre, une aire destinée aux manœuvres à vue. *Voir figure (III.1)*

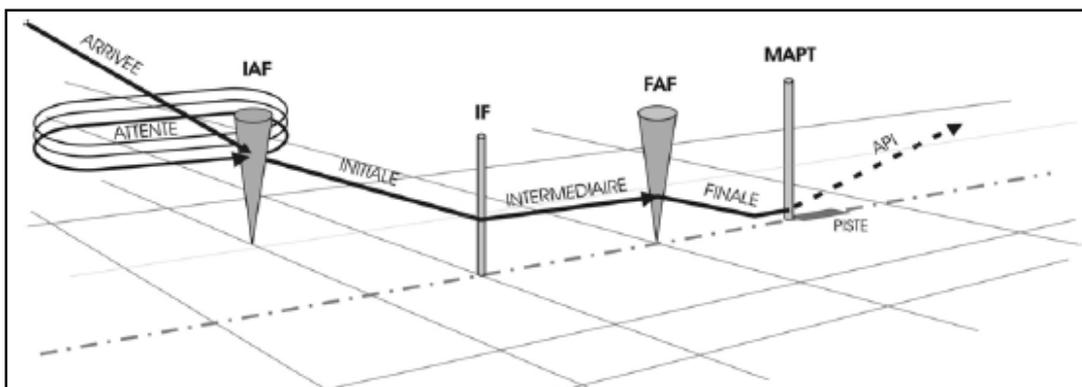


Figure (III.1) Les phases d'une procédure d'approche aux instruments.

III.1.3. SEGMENTS D'ARRIVEES

Ce sont des routes ou segments de routes, permettant de relier l'itinéraire de Croisier au repère d'approche initiale (IAF), ce qui présente un avantage sur le plan opérationnel, dans le cas contraire, il faut définir une arrivée omnidirectionnelle.

La route d'arrivées devrait commencer selon le cas :

- Au dernier repère en route, s'il est situé à moins de 25 NM de l'IAF, sinon au point situé à 25NM de l'IAF sur la route d'arrivée. s'il n'existe pas d'espace contrôlé associé à la procédure.
- Aux limites d'un espace ou le repère le plus possible de cette limite s'il existe un espace contrôlé associé à la procédure.

La route d'arrivées prendra fin au premier point où commence la procédure d'approche aux instruments.

III.1.4. PROCEDURE D'ATTENTE

III.1.4.1. Définition

L'attente est une manœuvre prédéterminée, exécutée par un aéronef pour attendre dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation du contrôle.

III.1.4.2. Circuit nominal

Une procédure d'attente utilise un circuit en hippodrome, basé sur un repère appelé point d'attente.

Une attente peut être à droite « virages à droite » ou à gauche « virages à gauche ».

Le circuit se compose de deux virages standard de 180° reliés par deux branches en ligne droite de 1 minute : une branche dite « d'éloignement » et une dite de « retour balise » ou « rapprochement ». (Voir figure (III.2))

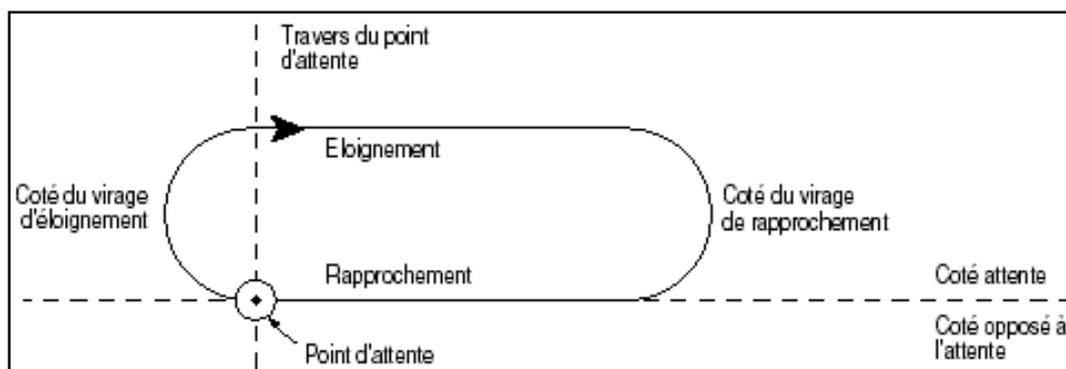


Figure (III.2) Circuit nominale d'attente

III.1.4.3. Types d'attente

Les différents types d'attente sont caractérisés soit par **la nature du repère** d'attente, soit par le type **d'éloignement** :

- ✓ En fonction de la nature du point d'attente : on distingue
 - attentes VOR ou NDB effectuées à la verticale d'une installation ;
 - attente sur intersection de rayons VOR dont le repère est une intersection de rayons VOR ;
 - attente VOR-DME dont le repère est l'intersection d'un rayon VOR avec un arc DME ;
 - attente LLZ-DME, dont le repère est l'intersection d'un localizer d'ILS avec un arc DME.
- ✓ En fonction de type d'éloignement : on distingue
 - Eloignement en temps : voir figure (III.3)

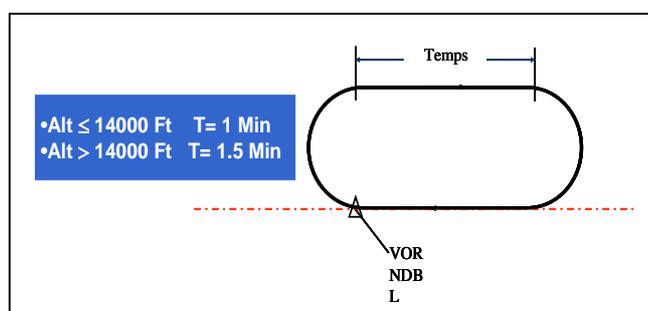
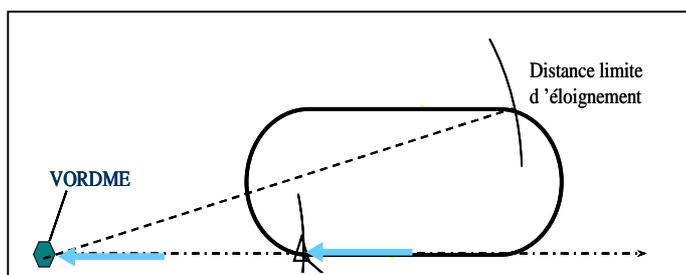


Figure (III.3) Attente type éloignement en temps

- Eloignement en distance : voir figure(III.4)



Figure(III.4) Attente type éloignement en distance

III.1.4.4. Les secteurs d'entrée d'attente

Les entrées en attente omnidirectionnelles ne sont possibles que lorsque le point d'attente est un VOR ou un NDB. La description des entrées donnée ci-après suppose une attente orientée à droite. Voir figure (III.5)

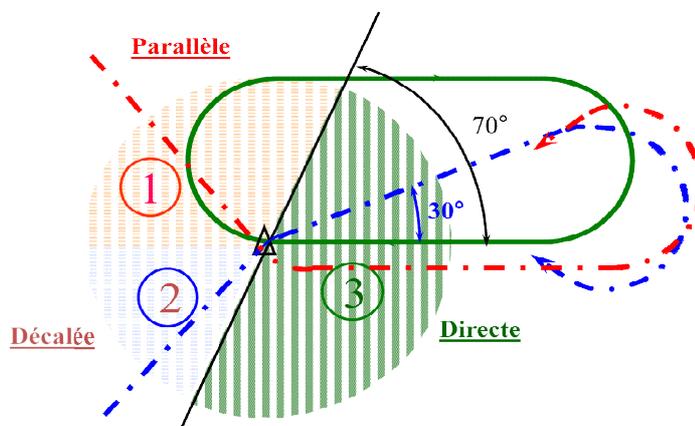


Figure (III.5) Les secteurs d'entrée d'attente

III.1.4.5. Aire de protection d'attente

L'aire de protection de l'attente comprend l'aire de base, les aires de protection des entrées et les zones tampon. Voir figure(III.6)

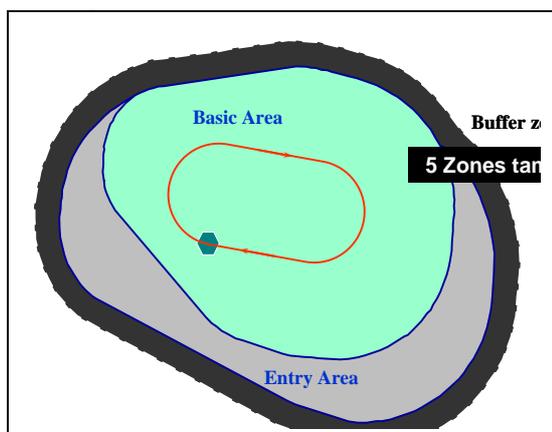


Figure (III.6) Aire de protection d'attente

✓ Paramètres de l'aire de protection

1. **Altitude pression max (Z_p max)** : L'altitude considérée pour la protection est au moins égale à la plus grande des altitudes minimales de secteur basées sur le point d'attente.

2. **Température** : La température considérée est supérieure de 15° à la température standard au niveau considéré, sauf si l'existence de statistiques de températures permet d'adopter un écart différent.

3. **Sens de virage** : A gauche ou à droite

4. **Vitesse indiquée** : L'aire de protection doit être tracée en tenant compte d'une vitesse indiquée (voir annexe C).

5. Minutage ou distance d'éloignement :

T= 1 min si l'altitude de protection est ≤ 14000 ft

T=1.5 min si l'altitude de protection est >14000 ft

Le minutage est remplacé par une distance dans le cas d'une attente VOR/DME.

✓ **Zones Tampon**

Les zones tampon s'étendent à 5 NM (1 NM par zone) au delà des limites de l'aire d'attente et des aires d'entrées associées. Voir figure (III.7)



Figure(III.7) les zones tampon

✓ **La marge de franchissement d'obstacle :**

Aire de base : 100% MFO \Rightarrow (300m)

L'aire d'entrée : 100% MFO \Rightarrow (300m)

Zone tampon 1 : 100% MFO \Rightarrow (300m)

Zone tampon 2 : 50% MFO \Rightarrow (150m)

Zone tampon 3 : 40% MFO \Rightarrow (120m)

Zone tampon 4 : 30% MFO \Rightarrow (90m)

Zone tampon 5 : 20% MFO \Rightarrow (60m)

III.1.4.6.La stratégie de séparation

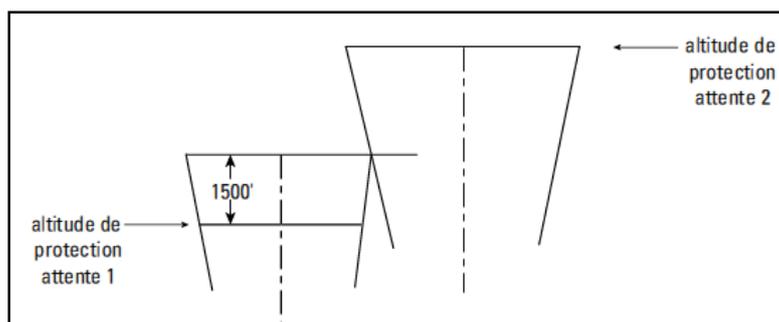
Les trajectoires nominales ne peuvent se rapprocher à la même altitude à moins de 5 NM, l'une de l'autre (sauf sans certains cas de séparation départ/départ, étant donné que les origines des trajectoires sont alors très précises, puisque partant de pistes ou si l'une des trajectoires est basée sur un radioalignement ILS).

III.1.4.6.1.Règle de séparation

1. Attente/Attente

Les aires de base et les aires de protection des entrées de deux attentes calculées à la plus basse des deux altitudes de protection majorée de 1500 pieds doivent être séparées.

Voir figure (III.8)



Figure(III.8) Séparation attente/attente

2. Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale

L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection majorée de 1500 pieds ne doivent pas interférer avec l'aire de guidage de l'installation définissant la route d'arrivée ou le segment d'approche initiale (les critères considérés sont ceux de l'approche initiale). voir figure (III.8)

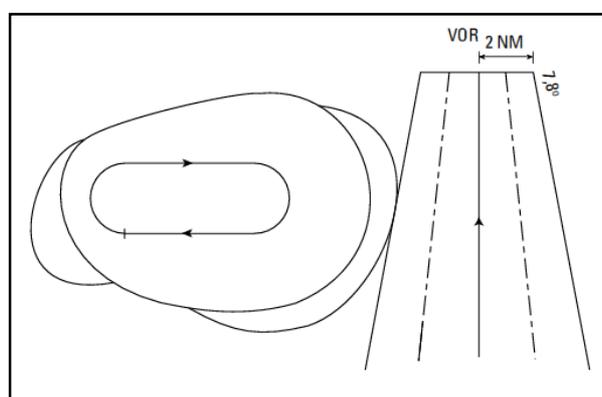


Figure (III.9) Séparation Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale

3. Attente/voie aérienne (ou axe de transit à l'intérieur d'une TMA)

Les aéronefs volant en niveaux de vols dans les deux aires considérées, le critère de 1 500 pieds n'est pas pris en compte. L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées calculées à l'altitude de protection de l'attente ne doivent pas interférer avec la voie aérienne (largeur publiée) ou avec une aire de ± 5 NM de part et d'autre de l'axe de transit à l'intérieur d'une TMA.

4. Attente/Segment de procédure

L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection de l'attente majorée de 1500 pieds ne doivent pas interférer avec l'aire associée au segment de procédure. Si une altitude maximum est publiée pour le segment de procédure, l'altitude de protection à considérer est cette altitude maximum, majorée de 1 500 pieds.

5. Attente/départ

L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection majorée de 1 500 pieds ne doivent pas interférer avec l'aire associée au départ considérée pour la protection vis à vis d'autres espaces. Si une altitude maximum est publiée pour le segment de procédure, l'altitude de protection à considérer est cette altitude maximum majorée de 1 500 pieds.

6. Attente/Zone à statut particulier

La partie supérieure d'un volume d'attente peut surplomber une zone réglementée de telle manière que l'aire d'attente calculée pour une altitude située à 1 500 pieds au-dessus du plafond de cette zone soit disjointe de la protection verticale de la zone. (Voir figure III.10)

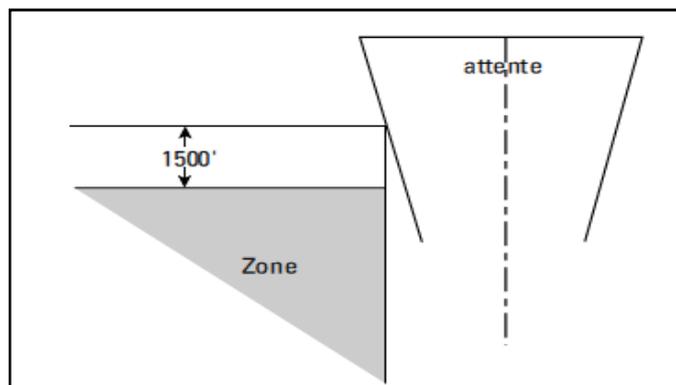


Figure (III.10) Séparation Attente/Zone à statut particulier

III.1.5. SEGMENT D'APPROCHE INITIALE

III.1.5.1. DEFINITION

Il permet à l'aéronef de s'établir sur l'axe d'approche à une altitude satisfaisante. Ce segment est facultatif.

- **Début**

Ce segment commence au repère d'approche initiale (IAF) (généralement c'est le point d'attente).

Lorsqu'un trajet direct sans procédure d'attente associée peut être utilisé sur autorisation du contrôle, le segment d'arrivée n'existe pas et l'IAF est le dernier repère en route.

- **Fin**

Le segment d'approche initiale prendra fin, selon le cas, à :

- ✓ L'**IF** ou **FAF** pour une procédure avec FAF
- ✓ **La sortie du virage d'inversion ou d'hippodrome**, pour une procédure sans FAF.

Le segment d'approche initiale peut s'effectuer selon plusieurs manières :

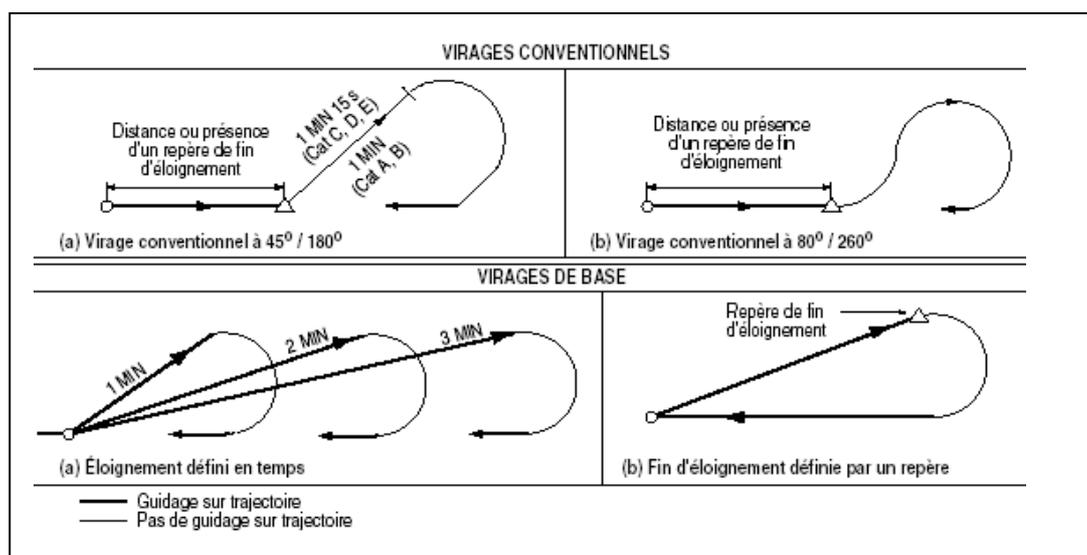
- Une approche initiale peut être exécutée en suivant un radial VOR, un relèvement NDB ou un cap radar.
- **Arc DME** : un arc DME peut fournir un guidage sur la trajectoire pour la totalité ou une partie d'une approche initiale, le rayon d'arc minimal est de 7 NM.
- **Procédure en hippodrome**

Des procédures en hippodrome sont utilisées comme circuit de perte d'altitude ou comme circuit de raccordement à une procédure d'inversion.

- Aires de protection et altitude minimale : l'aire de protection d'une procédure en hippodrome est constituée selon les mêmes principes que celle d'une procédure d'attente.
- L'altitude de protection de l'hippodrome est l'altitude du circuit d'attente.

➤ Procédure d'inversion

Une procédure d'insertion consiste en un parcours d'éloignement, suivi d'un virage, afin de revenir sur le parcours de rapprochement. Elle est utilisée pour amener l'aéronef en rapprochement sur une trajectoire d'approche intermédiaire ou d'approche finale à l'altitude désirée. (Voir figure III.11)



Figure(III.11) type de procédure d'insertion

III.1.5.2. Longueur du segment d'approche initiale

La longueur du segment d'approche initiale n'est pas normalisée. Cette longueur doit être suffisante pour permettre le changement d'altitude requis par la procédure.

III.1.5.3. Pente de descente

La pente à considérer en approche initiale est de 4 %. La pente maximale admissible est de 8 %.

III.1.5.4. La marge de franchissement d'obstacle

La MFO est de 300 m (1000 ft), au moins, dans l'aire de base et décroît linéairement jusqu'à zéro dans l'aire secondaire.

III.1.6. Segment intermédiaire

III.1.6.1. Définition

Ce segment permet à l'aéronef de faire la liaison entre le segment d'approche initiale et le segment d'approche finale. Sur ce segment, la configuration de l'aéronef, sa vitesse et les corrections d'alignement préparent l'établissement de l'aéronef sur le segment d'approche finale. **Ce segment est facultatif.**

- **Début :**
 - ✓ Approche classique : L'IF (on parle d'un segment avec IF désigné) ou la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome (on parle d'un segment sans IF).
 - ✓ Approche de précision Identique au précédent.

- **Fin :**
 - ✓ Approche classique : Le repère d'approche finale est le FAF
 - ✓ Approche de précision : Le repère d'approche finale est le FAP
 - ✓

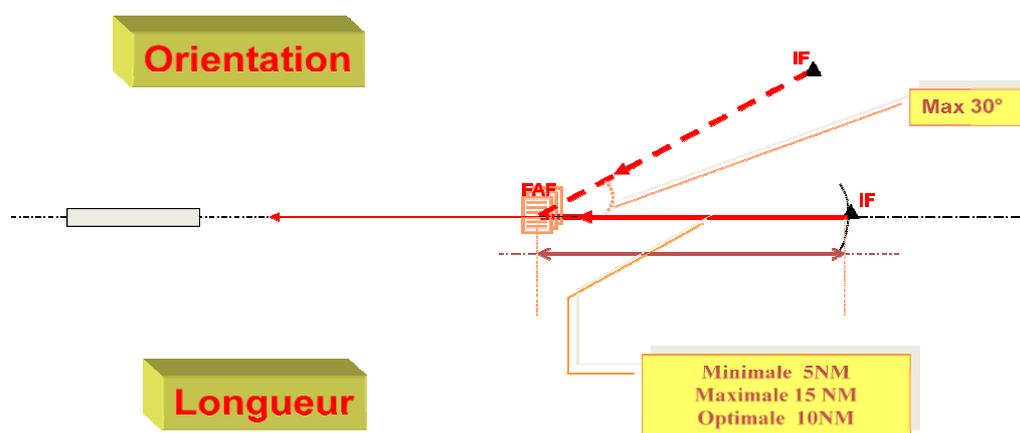
III.1.6.2. Longueur et orientation du segment d'approche intermédiaire

La longueur minimale doit correspondre à un temps de vol de 30s à la vitesse d'approche initiale. Le segment d'approche intermédiaire doit être aligné avec le segment d'approche finale ; toutefois, dans le cas des approches de non précision, si cela est pratiquement impossible l'angle maximal entre le segment d'approche intermédiaire et le segment d'approche finale est de 30°. (Voir figure III.12)

La longueur minimale 5 NM.

La longueur optimale 10 NM.

La longueur maximale 15 NM.



Figure(III.12) Longueur et orientation du segment d'approche intermédiaire

III.1.6.3. Pente de descente

Le segment d'approche intermédiaire étant utilisé pour établir la vitesse et la configuration de l'aéronef en vue d'aborder le segment d'approche finale, **la pente devrait être nulle**.

Si ce critère ne peut être respecté et qu'une descente est nécessaire, la pente maximale admissible est de 5 % et un palier de décélération d'une longueur minimale de 1,5 NM (Cat C et D) et 1 NM (Cat A et B) doit être prévu avant l'approche finale. (Voir figure III.13)

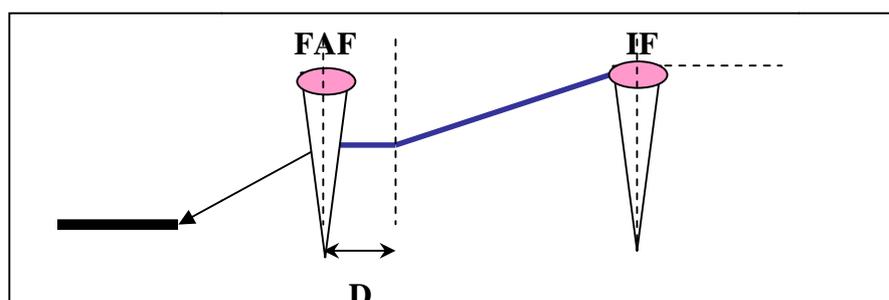


Figure (III.13) pente de descente

III.1.6.4. Marge de franchissement d'obstacle

Une marge minimale de franchissement d'obstacles de **150 m (500 pieds)** sera fournie dans l'aire primaire du segment intermédiaire. Le principe des aires secondaires, quant elles existent, s'applique.

III.1.7. SEGMENT FINAL POUR UNE APPROCHE CLASSIQUE

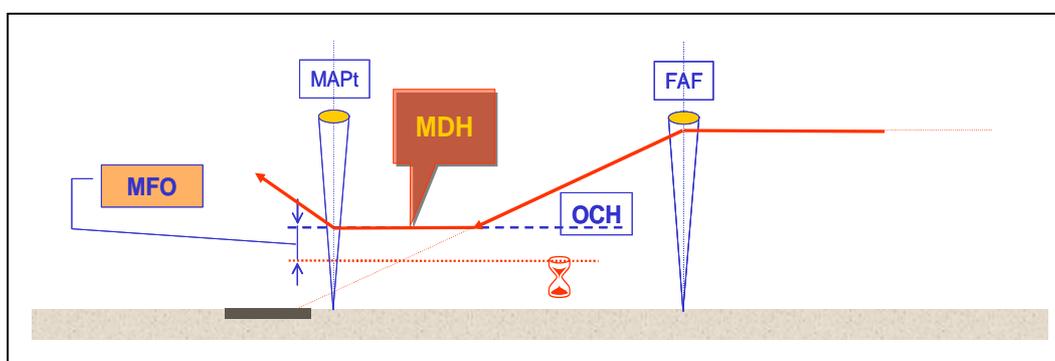
III.1.7.1. Définition

Il s'agit du segment dans lequel sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage. **Ce segment est obligatoire.**

III.1.7.2. Les Différents types de procédures d'approches aux instruments

✓ *Approche de non précision :*

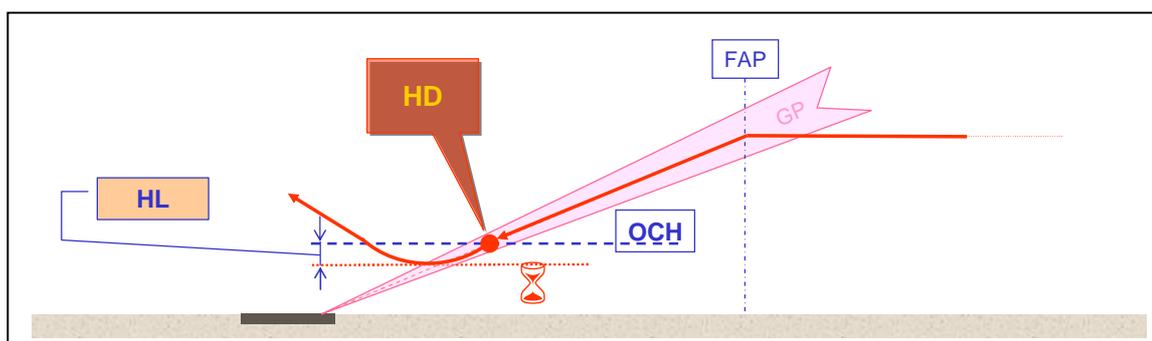
Le segment final est toujours radioguidé, sur l'axe de piste ou non dans l'axe de piste, avec éventuellement une information de distance NDB, Locator, VOR, LLZ, RNAV, RADAR, DME..... (Voir figure III.14)



Figure(III.14) Approche de non précision

✓ *Approche de précision*

Le segment finale est toujours radioguidé, sur l'axe de piste ou non dans l'axe de piste, avec éventuellement une information de distance et guidage en site vers le point de toucher des roues. ILS, MLS, RADAR de précision.(voir figure III.15)



Figure(III.15) Approche de précision

III.1.7.3. Trajectoire du segment finale

- *Début*

La finale commence selon le cas au :

- ✓ Repère d'approche finale : FAF pour une procédure avec FAF.
- ✓ Dans le cas d'une procédure classique sans FAF comportant une inversion ou un hippodrome, l'approche finale commence à la fin du virage de rapprochement de celle-ci
- ✓ Dans une approche ILS, l'approche commence au point d'approche finale(MAPT) qui correspond à l'interception de l'alignement de descente et à l'altitude minimale d'approche intermédiaire.

- **Fin**

La finale prend fin au point d'approche interrompue (MAPT).

III.1.7.4. La longueur du segment d'approche finale

Longueur optimale : **5NM**.

Longueur maximale : **10 NM**.

III.1.7.5. Pente de descente

Pour une approche classique avec un FAF désigné, la pente doit respecter les critères suivants :

Pente optimale : **5 %**

Pente minimale : **4.3 %**

Pente maximale : **6.5 %** (Cat : A, B) et **6.1 %** (Cat : C, D).

Lorsque l'approche finale est basée sur une installation radioélectrique située sur l'aérodrome, il ne peut pas être défini de pente. La construction de la procédure doit néanmoins permettre de respecter un taux de descente compris entre les valeurs du tableau suivant :

Catégories d'aéronefs	Taux en pieds /mn	
	Mini	Maxi
A, B	400	655
C, D, E	600	1000

Tableau (III.1) les taux de descente du segment finale*

III.1.7.6. alignement du segment d'approche finale

L'approche finale peut être exécutée vers une piste, en approche **directe** ou en approche **indirecte**, suivie d'une manœuvre à vue. Dans le cas d'une approche directe, le segment d'approche finale doit, dans toute la mesure du possible, être aligné avec l'axe de piste. Pour qu'une approche finale classique ou de précision soit considérée comme directe, elle doit répondre aux conditions suivantes :

- **Angle maximum :**

L'angle formé par la trajectoire d'approche finale et l'axe de piste ne doit pas dépasser

- ✓ 30° pour les procédures protégées pour les CAT A, B.

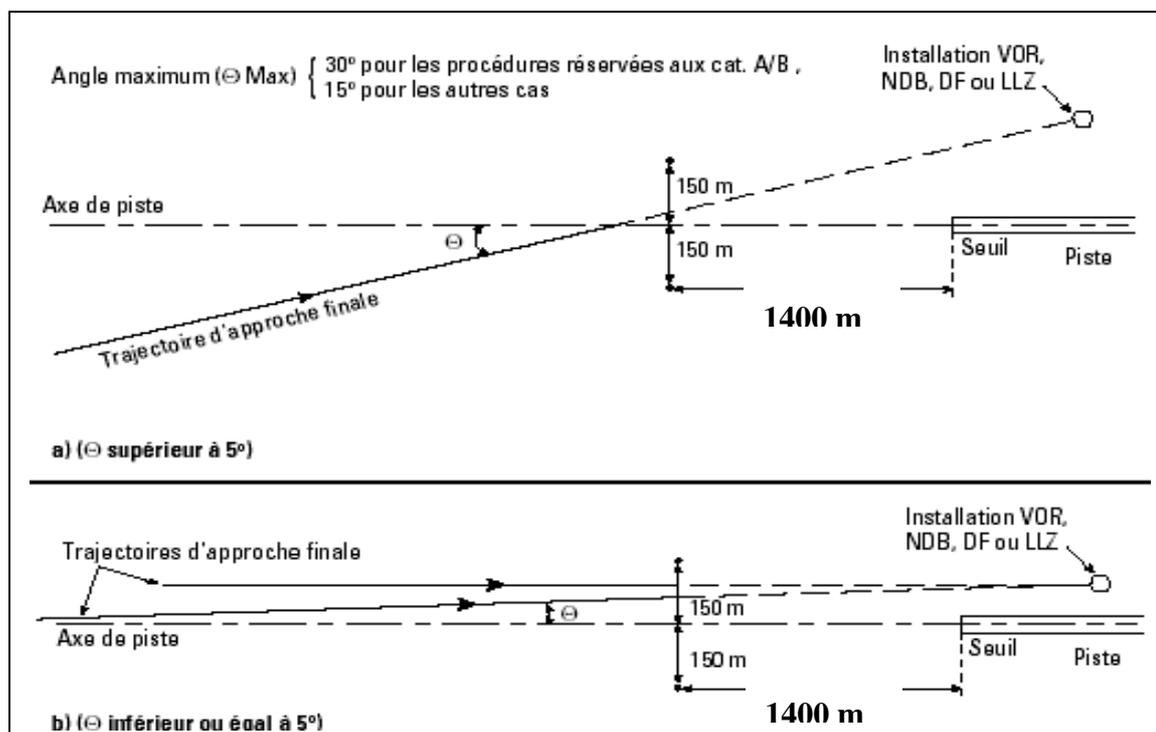
✓ 15° pour les procédures protégées pour les CAT C, D, E.

• **Position de l'axe d'approche :**

L'axe d'approche finale (ou son prolongement) doit passer à moins de 150 m de l'axe de piste à 1400 m en amont du seuil.

Une approche qui ne répond pas aux critères d'une approche finale « direct » est qualifiée d' « indirect » et doit être suivie obligatoirement de manœuvre à vue.

(Voir figure III.16)



Figure(III.16) alignement du segment d'approche finale

III.1.7.7. la marge de franchissement d'obstacle

✓ **Segment finale avec FAF désigné :**

La MFO est de 75 m. des corrections de marges peuvent être appliquées :

• **Augmentation de la marge**

- La longueur de la finale est supérieure à 6 NM, la MFO sera augmentée de 1.5 NM (5ft) pour chaque 0.1 NM au-delà de 6 NM
- le calage altimétrique est effectué par rapport à une source autre que l'A/D de destination.

✓ **Segment final sans FAF**

La MFO est de **90 m**. des corrections de marges peuvent être appliquées :

• **Augmentation de la marge**

Le calage altimétrique est effectué par rapport à une source autre que l'A/D de destination

• **Diminution de la marge**

Si un repère de descente est situé à moins de 6 NM du MAPT, la marge est réduite à 75 m entre le repère de descente et le MAPT.

III.1.7.8. Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)

Pour chaque procédure on définit une limite de franchissement d'obstacle OCA/H, qui sert à déterminer une hauteur de décision DA/DH ou une hauteur minimale de descente MDA/H en dessous de laquelle le pilote termine son approche et l'atterrissage à l'aide de références visuelles.

L'altitude/ hauteur de franchissement d'obstacles est selon le cas :

- Dans une procédure d'approche de précision, l'altitude la plus basse (OCA), ou la hauteur la plus basse (OCH) au dessus du niveau du seuil de piste en cause à laquelle une procédure d'approche interrompue doit être amorcée afin de respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles ;
- dans une procédure d'approche classique, l'altitude la plus basse (OCA), ou la hauteur la plus basse (OCH) au dessus de l'altitude de l'aérodrome (ou du seuil de piste si l'altitude du seuil se trouve à plus de 2m (7 ft) au dessous de l'altitude de l'aérodrome) au dessous de laquelle l'aéronef ne peut descendre en l'absence de références visuelles. (Voir tableau III.2*)

Catégorie d'aéronef	OCH minimale (1)			
	5° < θ ≤ 15°		15° < θ ≤ 30°	
	mètres	pieds	mètres	pieds
A	105	340	115	380
B	115	380	125	410
C	125	410		
D	130	430		
E	145	480		

Tableau (III.2*) Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)

III.1.8. SEGMENT D'APPROCHE INTERROMPUE

III.1.8.1. Définition

Une procédure d'approche interrompue doit être établie pour chaque approche aux instruments. **Ce segment est obligatoire.**

C'est un segment en montée dû à l'interruption de vol.

✓ **Début**

Au plus tard au point spécifié d'approche interrompue (MAPT) à une altitude/hauteur égale ou supérieure à l'OCA/H.

✓ **Fin**

La procédure d'approche interrompue prendra fin à une altitude/hauteur suffisante pour permettre :

- L'exécution d'une nouvelle approche ; ou
- Le retour à un circuit d'attente désigné ; ou
- Le raccordement à la phase en route.

III.1.8.2. Types de points d'approche interrompue (MAPT)

La procédure d'approche interrompue doit spécifier le point MAPT, défini par :

- Verticale installation radioélectrique : l'incertitude est nulle
- Intersection radio : il faut vérifier l'acceptabilité du repère
- Distance de vol par rapport au FAF.

III.1.8.3. La position du MAPT

(Voir figure II.17)

- ✓ *La position la plus avale* : C'est le seuil de piste sauf si le MAPT est à la verticale d'une installation radio.
- ✓ *La position la plus amont* : le point d'intersection de l'OCA/H et l'axe de la finale.

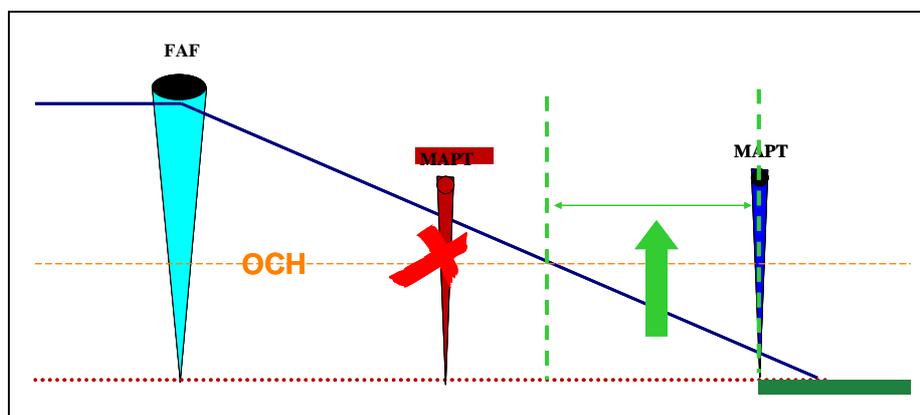


Figure (III.17) la position du MAPT

III.1.8.4. Les phases d'une approche interrompue

La procédure d'approche interrompue comprend en principe les phases initiale, intermédiaire et finale du segment interrompue. (Voir figure III.18)

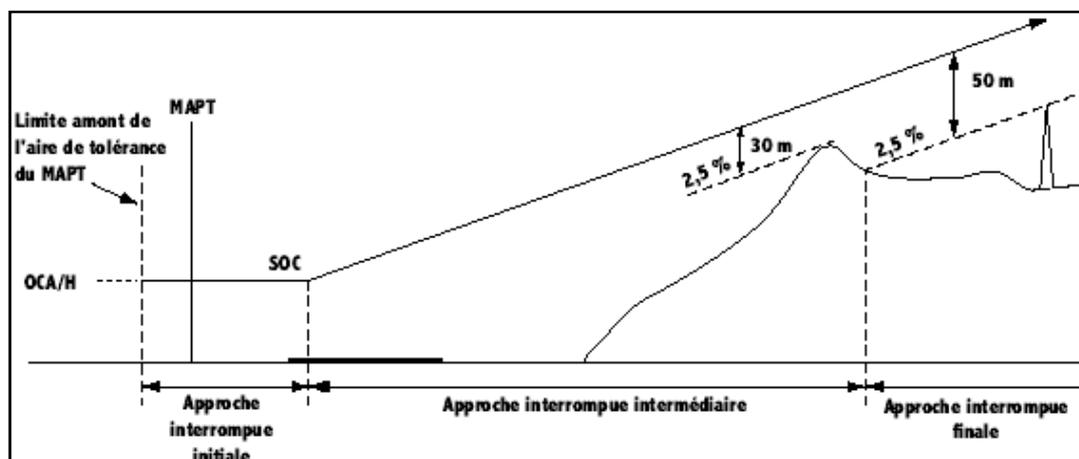


Figure (III.18) Les phases d'une approche interrompue

1. Phase initiale

La phase initiale commence à la limite amont de l'aire de tolérance du point d'approche interrompue et se termine au point où la montée est amorcée. Pendant cette phase, aucun virage ne peut être prescrit. La MFO est égale à celle de la partie finale de l'aire d'approche finale sauf au delà de la tolérance aval du point d'approche interrompue, elle est de 30 m jusqu'à la fin de la phase initiale.

2. phase intermédiaire

C'est la phase au cours de laquelle la montée se poursuit avec une MFO de 30 m jusqu'au premier point à partir duquel une MFO de 50 m est acquise et peut être maintenue. L'orientation de la trajectoire ne peut être modifiée de plus de 15°, au cours de cette phase, par rapport à la trajectoire initiale.

3. Phase finale

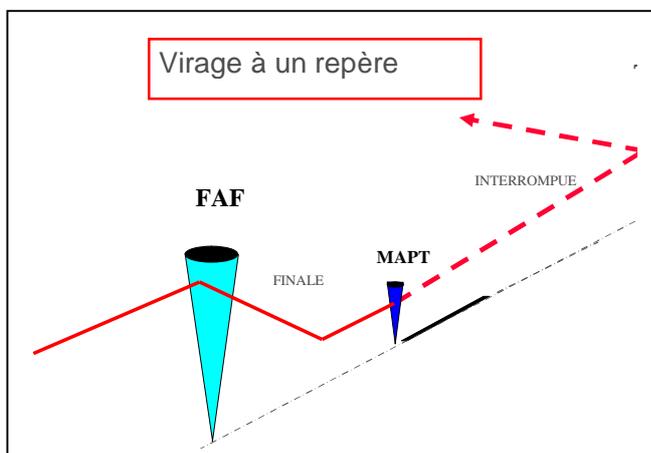
La phase finale commence au premier point à partir duquel la MFO de 50 m est obtenue et peut être maintenue.

La marge de franchissement d'obstacle varie en fonction de l'amplitude de virage effectué :

- Si l'amplitude de virage $< 15^\circ$ donc la MFO = 30m
- Si l'amplitude de virage $\geq 15^\circ$ donc la MFO = 50m

III.1.8.5. Trajectoire d'approche interrompue

L'approche interrompue peut être en ligne droite ou avec virage : à une altitude/hauteur désignée (TNA/H) ou à un point désigné (TP). (Voir figure III.19A, III.19B).



Figure(III.19A) virage à un repère

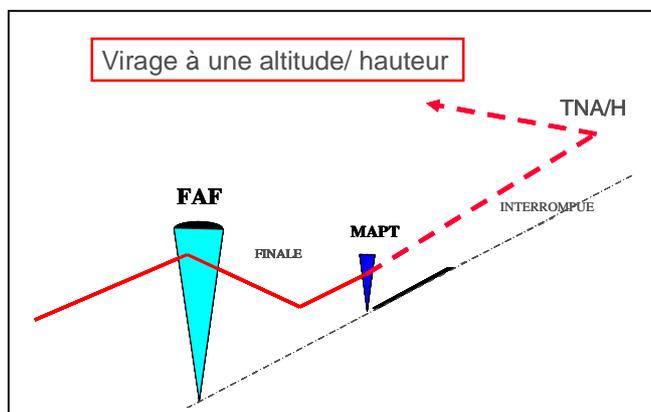


figure (III.19B) virage à un altitude/altitude

III.1.8.6.pente de montée de la surface d'approche interrompue

La pente nominale de montée est de 2,5 %. Toutefois, des pentes de 2,5 % à 5 % peuvent être utilisées dans les calculs lorsqu'elles permettent d'obtenir un avantage opérationnel. Lorsqu'on utilise une pente autre que la pente nominale, dans la construction de la procédure d'approche interrompue, ceci doit être indiqué sur la carte d'approche aux instruments.

III.1.8.7. Aire de protection d'approche interrompue

L'aire d'approche interrompue commence à la limite amont de l'aire de tolérance du MAPT avec une largeur égale à celle de l'aire d'approche finale en ce point.

III.1.9.MANŒUVRE A VUE

Lorsque l'atterrissage ne peut être direct, une manœuvre à vue (approche indirect) est prévue pour rejoindre le seuil de piste. (Voir figure III.20)

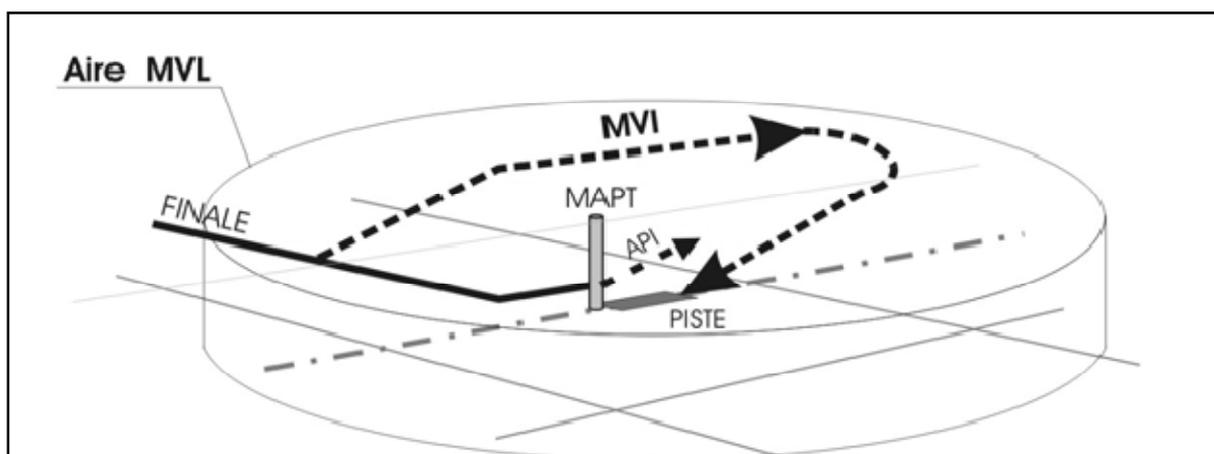
On distingue :

III.1.9.1.manœuvre à vue libre (MVL)

Elle est effectuée à l'issue d'une approche de procédure aux instruments, en vue d'atterrir dans direction différente de celle de l'approche finale(le pilote n'a pas de trajectoire à respecter, mais est supposé respecter, mais est supposé rester à l'intérieur des limites de l'aire de protection associée à la catégorie d'aéronef).

III.1.9.2.manœuvre à vue imposée (MVI)

Elle est effectuée à l'issue d'une procédure d'approche aux instruments, suivant une trajectoire définie avec précision à l'aide de repères visuels ou radioélectrique, en vue d'atterrir dans une direction différente de celle de l'approche finale.



Figure(III.20) manœuvres à vue (Approche indirecte)

• Remarque

Les principes usagers sont consultés lors de l'élaboration d'une nouvelle procédure ou de la modification de celle-ci, afin de prendre en compte les contraintes opérationnelles ; néanmoins, si l'exploitation, les exploitants ont la possibilité de le signaler et de demander des modifications, pour tenir compte de leurs impératifs propres.

La demande des modifications sera adressée :

- Au délégué de l'aérodrome concentré ou
- Au délégué régional concentré ou
- A l'autorité compétente qui la direction de l'aviation civile et de la météorologie (DACM).

III.2. APPROCHE DE PRECISION ILS

III.2.1. DEFINITION

Les approches ILS et MLS sont des approches de précision.

Un système ILS comprend :

- les radiophares d'alignement de piste "localizer" ;
- les radiophares d'alignement de descente "glide path" ;
- ainsi qu'une information de distance fournie avec une précision meilleure que $\pm 0,5$ NM.

Cette dernière information peut être fournie, d'une manière discontinue par une radioborne extérieure (OM) ou son équivalent, ou d'une manière continue par un DME dont la fréquence est normalement appariée à celle de l'ILS.

III.2.2. CATEGORIES D'APPROCHES DE PRECISION

Seules sont rappelées ci-après les limitations relatives à la hauteur de décision.

- **Catégorie I** : hauteur de décision supérieure ou égale à 60 m (200 ft).
- **Catégorie I** : décalée : hauteur de décision supérieure ou égale à 75 m (250 ft).
- **Catégorie II** : hauteur de décision inférieure à 60 m (200 ft) et supérieure ou égale à 30 m (100 ft).
- **Catégorie III** : hauteur de décision inférieure à 30 m (100 ft).

III.2.3. POINT DE REPERE

Le point de repère ILS est le point où le prolongement rectiligne vers le bas de l'alignement de descente coupe le plan vertical contenant le seuil de piste ; sa hauteur au-dessus du seuil doit être aussi proche que possible de la valeur optimale de **15** mètres avec une tolérance de :

- ± 3 mètres pour la catégorie I
- $+ 3$ mètres pour les catégories II ou III (pas de tolérance négative en principe).

III.2.4. CONDITIONS NORMALISEES

Les critères de base sont établis pour les conditions normalisées suivantes :

- Dimensions des aéronefs : Les dimensions des aéronefs à prendre en compte dans le calcul de l'OCA/H sont définies dans le tableau suivant :

<i>Catégorie d'aéronefs</i>	<i>Demi-envergure (m)</i>	<i>Distance verticale entre la trajectoire des roues et la trajectoire de l'antenne de radioalignement de descente(m)</i>
A, B	30	6
C, D	32.5	7
D, L	40	8

Tableau (III.3*) dimensions des aéronefs

- Catégorie d'exploitation I avec altimètre barométrique ;
- Catégorie d'exploitation II avec directeur de vol et radioaltimètre ;
- Catégorie d'exploitation II avec pilote automatique couplé et radioaltimètre ;
- Pente de montée à l'approche interrompue 2,5% ;
- Largeur du faisceau d'alignement de piste de l'ILS : 210 m au seuil ;
- Angle de calage de l'alignement de descente :
 - ✓ *approches de précision de cat II et III* : compris entre 2,5° et 3° optimum/maximum : 3°
 - ✓ *approches de précision de cat I* : normalement compris entre 2,5° et 3,5° optimum : 3° ; un calage supérieur à 3,5° ne peut être retenu que pour des raisons de franchissement d'obstacles ; une étude particulière doit être menée.
- Hauteur du point de repère ILS: 15 m;
- Hauteurs des obstacles calculées par rapport au seuil.

Des corrections sont à apporter lorsque les conditions diffèrent d'une manière défavorable des conditions normalisées.

III.2.5. DIFFERENT SEGMENT D'UNE PROCEDURE ILS

III.2.5.1. SEGMENT D'APPROCHE INITIALE

III.2.5.1.1. Définition

Le segment d'approche initiale pour l'ILS doit être tel que l'aéronef puisse intercepter le radioalignement de piste ILS à l'intérieur de la zone de couverture (en principe **25 NM** de l'antenne pour l'ILS).

Si, en raison de contraintes particulières, une interception du radioalignement de piste ILS à une distance supérieure à 25 NM de l'antenne du radioalignement de piste est prévue, il est nécessaire de vérifier, à l'aide d'un contrôle en vol, qu'un guidage d'alignement de piste ILS suffisant peut être assuré, jusqu'à la distance recherchée.

III.2.5.1.2. Alignement

L'angle d'intersection entre la trajectoire d'approche initiale et la trajectoire d'approche intermédiaire ne doit pas dépasser **90°**.

Dans le cas contraire, on établit une procédure d'inversion, en hippodrome ou à l'estime.

Si cet angle dépasse **70°**, un repère radioélectrique ou un repère radar doit matérialiser le début de virage.

III.2.5.2. SEGMENT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE

III.2.5.2.1. Alignement

Le segment intermédiaire d'une procédure ILS est **aligné** sur l'axe du radioalignement de piste ILS.

III.2.5.2.2. Longueur

La distance entre le point d'interception de l'alignement de piste ILS et le point d'interception de l'alignement de descente ILS doit être suffisante pour permettre à l'aéronef de se stabiliser et de s'établir sur l'alignement de piste ILS.

La longueur minimale du segment intermédiaire doit correspondre à un temps de vol de **30 s** à la vitesse d'approche initiale. En cas de virage à l'IF, la longueur minimale résulte des contraintes de construction de l'aire d'approche intermédiaire.

III.2.5.2.3. Aire d'approche intermédiaire

La largeur totale au début du segment d'approche intermédiaire est définie par la largeur totale finale du segment d'approche initiale. Elle se rétrécit uniformément pour correspondre à la distance horizontale entre les surfaces X d'OAS au FAP.

Pour les besoins du franchissement d'obstacles, le segment d'approche intermédiaire est habituellement constitué d'une aire primaire bordée de part et d'autre d'une aire secondaire. Toutefois, si une trajectoire DR est utilisée dans le segment d'approche initiale, l'aire primaire du segment d'approche intermédiaire s'étend sur sa largeur totale et il n'y a pas d'aires secondaires.

L'aire primaire se détermine par jonction de l'aire primaire d'approche initiale avec les surfaces d'approche finale (au FAP). À la jonction avec le segment d'approche initiale, la largeur de chaque aire secondaire est égale à la moitié de la largeur de l'aire primaire. La largeur des aires secondaires diminue pour atteindre zéro à la jonction avec les surfaces d'approche initiale.

Voir figure (III.21A), (III.12B), (III.21C)

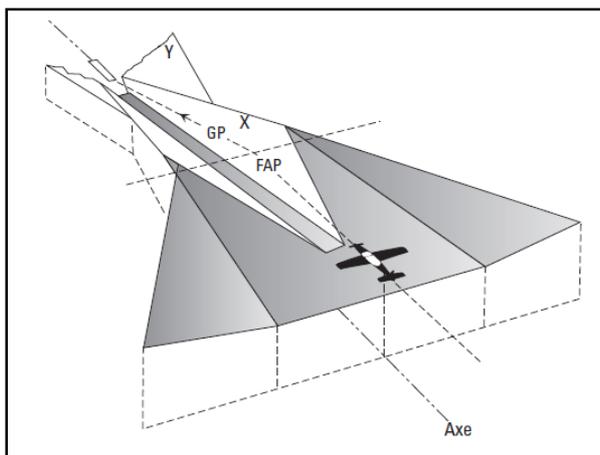


Figure (III.21A) Aire d'approche intermédiaire (vue en perspective)

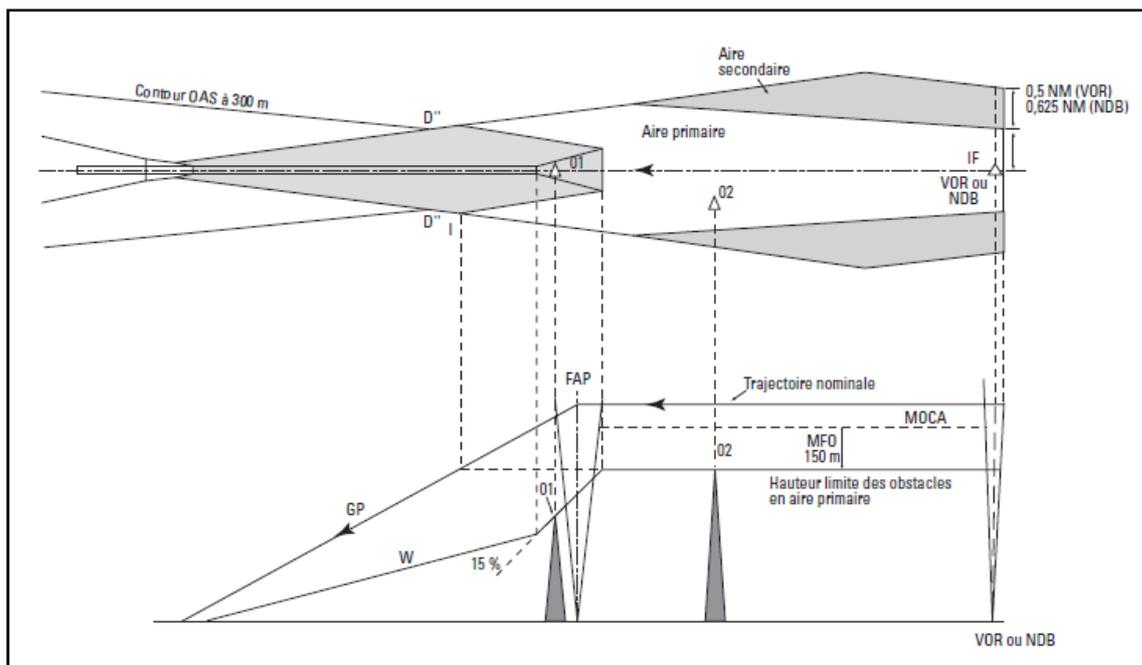


Figure (III.21B) Segment de précision avec repère d'approche finale
Moyen radioélectrique matérialisant l'IF.

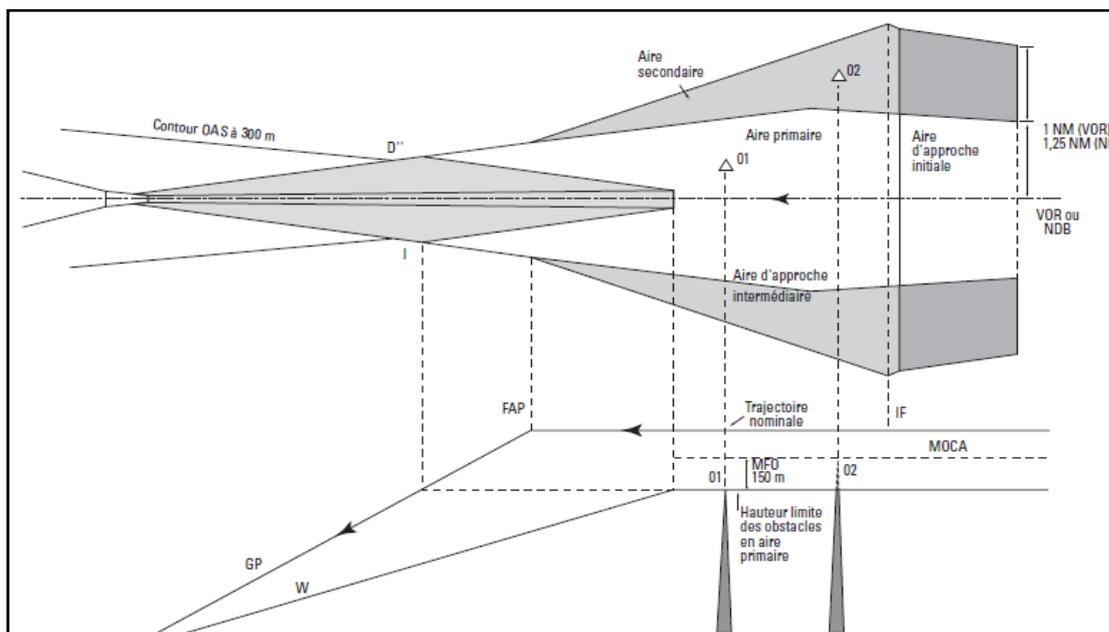


Figure (III.21C) Segment de précision sans repère d'approche finale.
Installation radioélectrique située en amont de l'IF.

III.2.5.2.4. Marge de franchissement d'obstacles

La MFO dans l'aire primaire d'approche intermédiaire est de **150 m** (500 pieds).

Aires secondaires : le principe général de l'aire secondaire s'applique.

L'altitude minimale de franchissement d'obstacles est obtenue en ajoutant la MFO à l'obstacle pénalisant situé dans l'aire d'approche intermédiaire et en arrondissant le résultat par excès au multiple de 5 m ou 10 pieds le plus proche.

Elle est arrondie par excès au multiple de 100 ft le plus proche.

III.2.5.2.5.Pente

La pente est nulle.

III.2.5.3.SEGMENT DE PRECISION

III.2.5.3.1.Définition

Le segment de précision pour l'ILS est **aligné** sur l'axe du radioalignement de piste ILS. Il comprend le segment d'approche finale ainsi que les phases initiale et intermédiaire du segment d'approche interrompue

III.2.5.3.2.Origine

Le segment de précision commence au point d'approche finale (intersection du radioalignement de descente nominal ILS et de l'altitude minimale spécifiée pour le segment précédent).

Le FAP ne doit pas être situé, en principe à plus de **10 NM** avant le seuil. Si en raison de contraintes particulières (exp : obstacles, réduction des nuisances...) nécessitant un relèvement de l'altitude minimale d'approche intermédiaire, cette valeur ne peut être respectée, il est nécessaire de vérifier, à l'aide d'un contrôle en vol, qu'un guidage d'alignement de descente ILS suffisant peut être assuré jusqu'à une distance donnée du seuil qui remplace alors la distance limite de 10 NM.

III.2.5.3.3.Repère de descente

Un repère de descente peut être implanté au FAP. Dans ce cas, le principe général de la neutralisation d'obstacles s'applique à l'intérieur des surfaces d'évaluation d'obstacles.

III.2.5.3.4.Fin du segment de précision

Le segment de précision se termine en principe au point où commence la phase finale d'approche interrompue ou au point où la surface Z de montée à l'approche interrompue, atteint une hauteur de 300 m (1000 ft).

III.2.5.3.5.Surfaces d'évaluation d'obstacles (OAS)

III.2.5.3.5.1.Généralités

Les surfaces d'évaluation d'obstacles sont des surfaces fixes par rapport au seuil, utilisées pour recenser les obstacles qui interviennent dans le calcul de l'OCA/H.

Les obstacles situés sous les surfaces OAS peuvent être négligés sous réserve que leur densité ne soit pas trop importante.

Si la densité des obstacles situés sous la surface OAS est trop importante, le modèle de calcul automatique du risque de collision (CRM) doit être utilisé.

La géométrie des OAS a été définie en utilisant un modèle mathématique permettant de prévoir les positions d'un aéronef en approche ILS, sachant que ces surfaces pratiques devaient contenir la surface d'iso probabilité de 10^{-7} .

Les dimensions des OAS dépendent de la distance entre le seuil et le radiophare d'alignement de piste, de l'angle de l'alignement de descente et de la catégorie d'exploitation.

III.2.5.3.5.2. Définition des surfaces OAS

Les OAS sont constituées par six portions de plans inclinés, disposés symétriquement par rapport au segment de précision (Z, W, 2 plans X, 2 plans Y) et du plan horizontal passant par le seuil. (Voir Figure (III.22)).

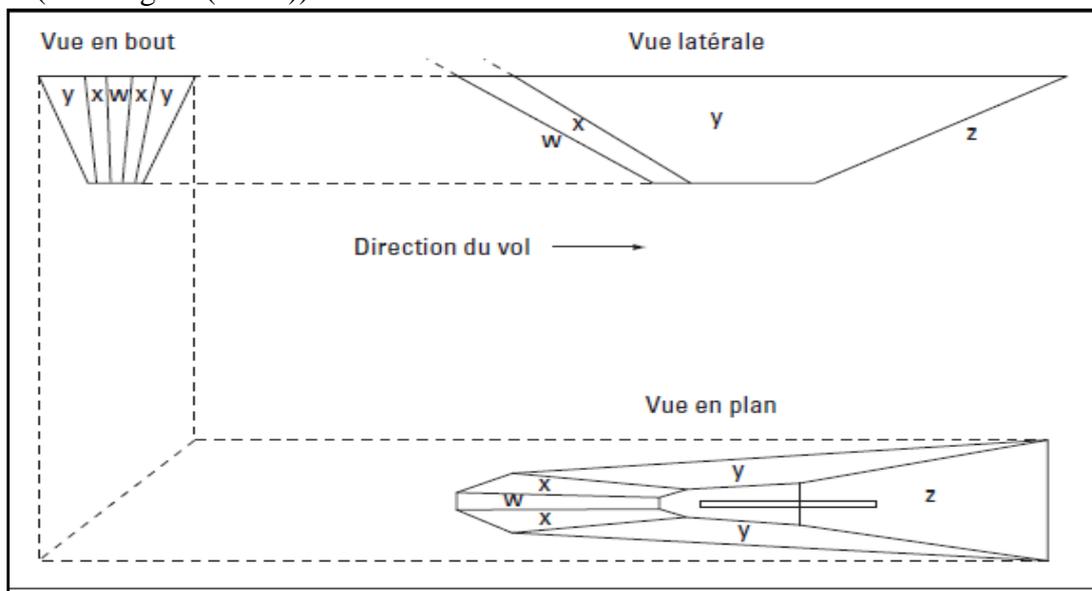
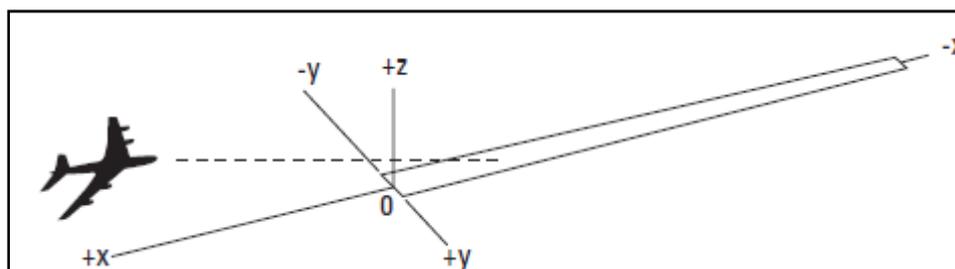


Figure (III.22) Illustration des surfaces d'évaluation d'obstacles ILS

On adopte un système de coordonnées orthonormé x, y, z avec origine au seuil.

(Voir Figure (III.23)).

L'axe des x est parallèle à la trajectoire nominale d'approche finale. Les valeurs de x sont positives en amont du seuil, négatives en aval du seuil. Les valeurs de y sont positives à droite (dans le sens de l'approche), négatives à gauche.



Figure(III.23) Système de coordonnées

Dans tous les calculs associés à la géométrie des **OAS** (calcul manuel de l'OCH), les valeurs de y sont toujours considérées comme positives.

L'unité de mesure est le mètre.

L'équation des plans constituant les OAS est exprimée sous la forme :

$$z = Ax + Bv + c$$

Lorsque la distance entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil ou l'angle d'alignement de descente sort des limites de la gamme de valeurs pour laquelle des données

sont fournies, on doit utiliser les données indiquées pour la valeur maximale ou minimale appropriée.

Des ensembles distincts de constantes sont spécifiés pour la catégorie I, la catégorie II (avec ou sans pilote automatique cat. II), et pour différentes pentes de montée.

De plus, ces constantes doivent être modifiées si les facteurs suivants interviennent de manière défavorable (elles peuvent également être modifiées si les facteurs suivants interviennent de manière favorable, mais ceci est facultatif) :

- dimension des aéronefs,
- hauteur du point de référence ILS au-dessous de la valeur nominale,
- largeur du faisceau d'alignement de piste (cat. I) lorsqu'elle est supérieure à 210 m au seuil.

Les OAS de catégorie I, à l'exception des surfaces W et X, sont limitées par une hauteur maximale de 300m.

Les OAS de catégorie II sont limitées par une hauteur maximale de 150 m.

III.2.5.3.5.3. Gabarit OAS

Des gabarits, ou vues en plan, des contours OAS à l'échelle d'une carte sont utilisés pour identifier dans quelle surface (projection horizontale de W, X, Y ou Z) se trouve un obstacle déterminé. Il est alors possible de calculer la hauteur de la surface OAS à la verticale de l'obstacle, en remplaçant dans l'équation $z = Ax + By + C$ du plan concerné, x et y par les coordonnées x_0 , y_0 de l'obstacle.

L'établissement du gabarit est par ailleurs nécessaire pour construire les raccordements entre le segment de précision et les autres aires.

III.2.5.3.5.4. Correction des constantes

III.2.5.3.5.4.1. Généralités

Ces corrections sont effectuées lorsque les paramètres considérés diffèrent de manière défavorable des conditions normalisées. Des corrections facultatives peuvent être faites lorsque cela est spécifié. Parmi ces corrections nous citons :

- **Dimensions des aéronefs**

Une correction est nécessaire lorsque les dimensions de l'aéronef dépassent les conditions normalisées, cette correction est facultative pour les aéronefs plus petits.

- **Hauteur du point de repère ILS (RDH)**

Les constantes sont fondées sur une hauteur du point de référence ILS de 15m.

Une correction aux constantes OAS est nécessaire pour une RDH de l'ILS inférieure à 15 m et facultative pour une RDH supérieure à 15 m.

- **Modification pour les radiophares d'alignement de piste de catégorie I dont la largeur de faisceau au seuil est supérieure à 210 m**

Lorsque la largeur du faisceau du radiophare d'alignement de piste ILS au seuil est supérieure à la valeur nominale de 210 m, on utilisera le modèle de risque de collision (CRM) Il ne doit pas être fait de correction pour des largeurs de secteur inférieures à 210 m.

- **Emploi du pilote automatique (à couplage automatique) pour l'exploitation de catégorie II**

Les OAS de catégorie II peuvent être réduites pour tenir compte de l'amélioration des performances de maintien sur l'axe due à l'emploi d'un pilote automatique certifié catégorie II par l'autorité compétente.

- **Pente d'approche interrompue**

Si besoin est, les surfaces y et z peuvent être modifiées pour tenir compte d'une pente de montée en approche interrompue supérieure à la pente normalisée à 2,5%, afin de calculer des OCH et des minimums opérationnels supplémentaires, sachant que les OCH et les minimums opérationnels calculés pour une pente de 2,5% sont systématiquement publiés.

III.2.5.3.5.5.Détermination de l'OCA/H ps à l'aide des surfaces OAS

III.2.5.3.5.5.1.Généralités

L'OCA/H relative au segment de précision (OCA/H ps) est déterminée en tenant compte de tous les obstacles qui dépassent les surfaces OAS applicables à la catégorie d'exploitation considérée, c'est à dire :

- exploitation de cat. I : OAS cat. I
- exploitation de cat. II : OAS cat. II et parties de l'OAS cat. I qui se trouvent au-dessus d'une hauteur de 150 m.

Lorsqu'aucun obstacle ne fait saillie au-dessus des surfaces OAS, l'OCA/H ps pour la catégorie concernée est définie par les marges spécifiées au tableau (voir annexe C)

Certains obstacles fixes ou mobiles faisant saillie au-dessus des surfaces OAS, peuvent être négligés dans le calcul de l'OCA/H ps. Dans le cas des obstacles fixes répondant aux besoins de la navigation aérienne, il devra être démontré que la partie qui dépasse la surface OAS est légère et frangible et ne sera pas préjudiciable à la sécurité de l'exploitation. L'exemption de ces obstacles répertoriés dans le tableau (voir annexe C).ne s'applique que dans les cas où la largeur du faisceau de l'alignement de piste ILS est de 210 m.

III.2.5.3.5.5.2.Calcul de l'OCA/H ps

Les obstacles qui dépassent les OAS sont subdivisés en deux catégories :

- obstacles à l'approche finale et ;
- obstacles à l'approche interrompue.

Le moyen le plus simple de classer les obstacles à l'approche interrompue est de les distinguer selon la distance (voir Figure III.24).

Les obstacles à l'approche interrompue peuvent alors être définis comme ceux qui dépassent une surface plane parallèle au plan d'alignement de descente et ayant son origine à

- 900 m (Voir Figure III.25), c'est-à-dire les obstacles ayant une hauteur supérieure à :

$$(900 + x) \text{ tg } \theta.$$

On détermine d'abord la hauteur de l'obstacle à l'approche le plus élevé, parmi ceux qui percent les surfaces OAS. Ensuite, on détermine les hauteurs de tous les obstacles à l'approche interrompue qui dépassent soit la surface Y, soit la surface Z. Ces dernières hauteurs sont ramenées aux hauteurs des obstacles équivalents à l'approche au moyen de la formule ci dessous. L'OCA/H ps est déterminée en ajoutant la marge appropriée relative à la

catégorie d'aéronefs figurant dans le tableau (voir annexe C) à la hauteur, réelle ou équivalente, de l'obstacle à l'approche le plus élevé.

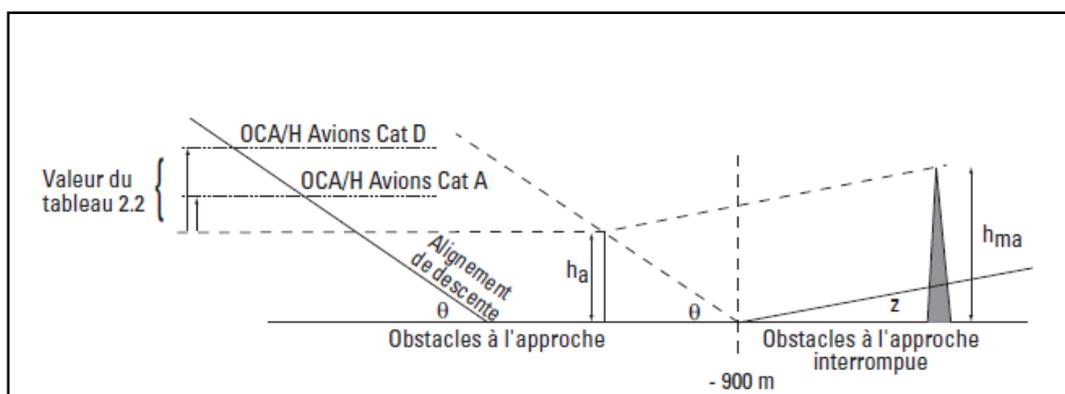
$$h_a = \frac{h_{ma} \cotg Z + (900 + x)}{\cotg Z + \cotg \Theta}$$

Où

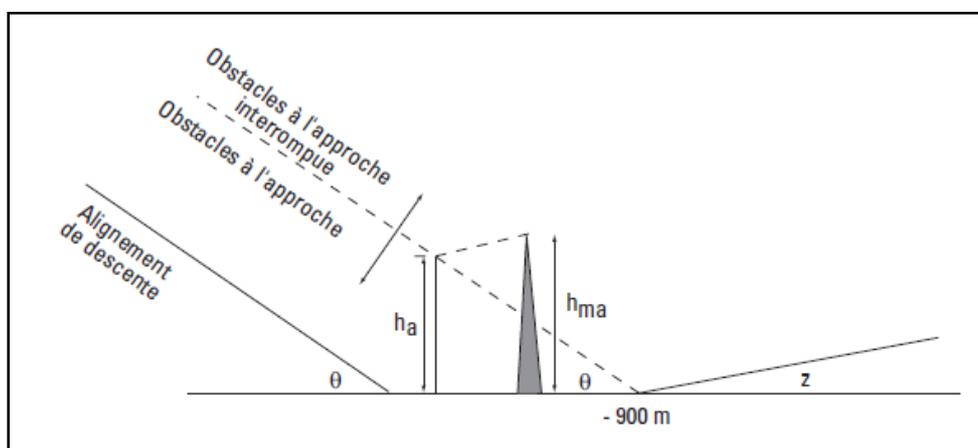
- h_a = hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent (en m)
- h_{ma} = hauteur de l'obstacle à l'approche interrompue (en m)
- Θ = angle de calage de l'alignement de descente
- Z = angle de la surface d'approche interrompue par rapport au plan horizontal
- x = distance de l'obstacle par rapport au seuil (comptée négativement si l'obstacle est en aval du seuil) (en m)

Les marges indiquées au tableau (voir annexe C) doivent être corrigées dans les cas suivants :

1. Pour une altitude d'aérodrome supérieure à 900 m (3000 pieds), augmenter les marges indiquées de 2% de la marge radioaltimétrique par tranche de 300 m (1000 pieds) d'altitude ;
2. Pour les angles de calage de l'alignement de descente supérieurs à $3,2^\circ$, augmenter les marges indiquées de 5% de la marge radioaltimétrique par $0,1^\circ$ d'augmentation de l'angle au-dessus de $3,2^\circ$. $h_a = h_{ma} \cotg Z + (900 + x) \cotg Z + \cotg \Theta$



Figure(III.24) Obstacles à l'approche interrompue au-delà de - 900 m



Figure(III.25) Obstacles à l'approche interrompue avant - 900 m

III.2.5.3.5.6. APPROCHE INTERROMPUE EN LIGNE DROITE

Les critères relatifs à la phase finale de l'approche interrompue sont fondés sur les critères généraux, avec certaines modifications destinées à tenir compte des aires et surfaces différentes qui sont associées au segment de précision et de la variation possible de l'OCA/H pour ce segment en fonction de la catégorie d'aéronefs.

L'élément de référence utilisé dans le calcul de l'OCA/H d'approche interrompue (OCA/H_m) est le début de montée (SOC). Ce point est situé sur le plan GP', plan parallèle à l'alignement de descente et ayant son origine à - 900 m au niveau du seuil.

Lorsque les obstacles identifiés dans la phase finale d'approche interrompue entraînent une augmentation de l'une quelconque des OCA/H calculées pour le segment de précision, une pente plus inclinée peut être aussi spécifiée pour la surface d'approche interrompue (Z) si cette pente assure le franchissement de ces obstacles à une OCA/H spécifiée plus faible.

Le segment de précision se termine à la distance à laquelle la surface Z atteint une hauteur de 300 m au dessus du seuil. La largeur de la surface Z à cette distance détermine la largeur initiale de l'aire finale d'approche interrompue. (Voir Figure III.26A, III.26B)

L'OCA/H d'approche interrompue (OCA/H_m) est calculée comme suit :

Soit A/H_{oi} l'altitude hauteur de l'obstacle O_i situé dans l'aire d'approche interrompue.

On a : $OCA/H_m = \max (HL + A/H_{oi} - d_{oi} \text{tg}Z)$

où OCA/H_m est l'OCA/H d'approche interrompue

d_{oi} est la distance entre l'obstacle O_i et le SOC

tgZ est la pente d'approche interrompue

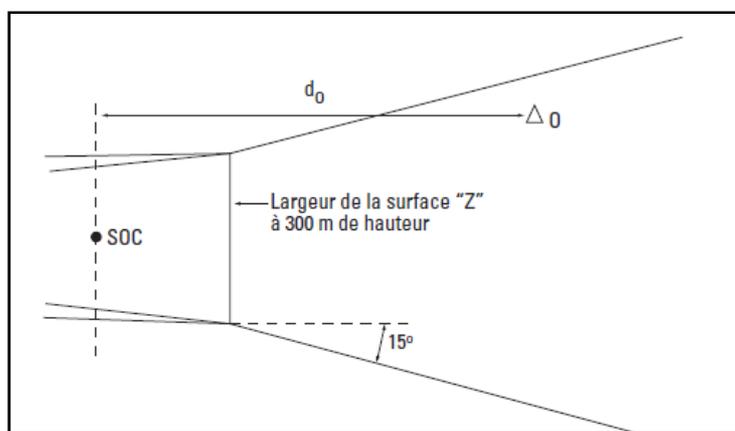


Figure (III.26A) Segment final d'approche interrompue en ligne droite

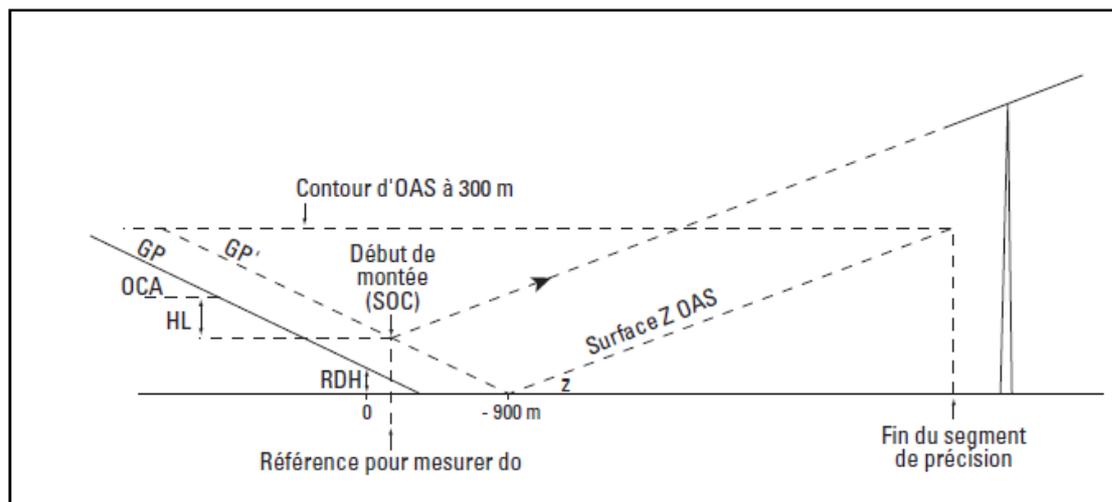


Figure (III.26B) Marge de franchissement d'obstacles pour Approche interrompue en ligne droite

III.2.5.3.5.7. Publication des valeurs de l'OCA/H

L'OCA/H pour la catégorie I (altimètre barométrique) et la catégorie II (radioaltimètre), selon le cas, sera publiée pour les catégories d'aéronefs pour lesquelles la procédure est conçue en admettant une pente de la surface d'approche interrompue de 2,5 %. D'autres valeurs de l'OCA/H peuvent être publiées en fonction des pentes d'approche interrompue différentes.

Lorsque l'OCH calculée avec une HL barométrique est supérieure à 200 pieds, une valeur supplémentaire d'OCA/H, calculée en utilisant une HL radioaltimétrique, peut également être publiée pour la cat I, sous réserve d'une vérification des caractéristiques du terrain en amont du seuil.

III.3. PROCEDURE RNAV

III.3.1. INTRODUCTION

La procédure RNAV n'est constituée que de segments rectilignes (navigation de point en point) délimités par des points de cheminement. A toute procédure RNAV est associée, au moins, une procédure conventionnelle ou de guidage radar pour les besoins des aéronefs non RNAV ou en cas de perte de capacité RNAV. Les procédures à suivre en cas de perte de communication radiotéléphonique ou de perte de contact radar pendant l'exécution de la procédure RNAV sont publiées.

Les procédures RNAV offrent une foule d'avantages :

- plus grande conscience situationnelle pour le pilote,
- moins de communications contrôleur-pilote,
- économies de carburant,
- atténuation du bruit et réduction des émissions de carburant

III.3.2. Critères pour la construction des procédures RNAV

La protection d'une procédure RNAV basée sur le VOR/DME est établie en considérant que le système RNAV calcule sa position à l'aide du VOR - DME de référence, spécifié pour cette procédure.

III.3.3.EQUIPEMENT MINIMALE A PRENDRE EN COMPTE

Afin de définir les critères de conception d'une procédure RNAV, il est supposé que l'aéronef possède un équipement de navigation de surface dont l'utilisation est approuvée pour l'exécution de la phase de vol considérée et disposant des performances ou possibilités suivantes :

- détermination de la position, en un point donné, avec une précision similaire à celle que fournirait, au même point, le VOR - DME de référence à un aéronef non équipé RNAV ;
- base de données pouvant contenir un minimum de cinq points de cheminement en mémoire ;
- possibilité d'anticiper et de ne pas anticiper les virages.

III.3.4.VOR - DME DE REFERENCE

Pour l'établissement de la procédure, un seul VOR DME appelé VOR - DME de référence est considéré pour l'ensemble des phases. Lorsque plusieurs VOR - DME sont installés à proximité de l'aérodrome, on retient, en principe, comme installation de référence celle qui est située le plus près de la piste à desservir.

Ceci n'exclut pas l'utilisation de systèmes utilisant d'autres sources d'information, à condition que la précision du suivi de trajectoire soit au moins égale à celle d'un système basé sur le VOR - DME choisi comme installation de référence pour la procédure ; ceci n'exclut pas non plus la possibilité de prévoir deux VOR - DME de référence, s'ils sont convenablement placés de manière à assurer une continuité de la procédure RNAV en cas de panne de l'un ou l'autre des deux VOR-DME ; la procédure est alors étudiée, en considérant successivement chaque VOR-DME, comme l'unique VOR-DME de référence pour l'ensemble des phases.

III.3.5.COUVERTURE RADIOELECTRIQUE

On doit s'assurer, lors de l'établissement d'une procédure RNAV, qu'en tout point de la procédure au dessus de l'OCH, il est possible de recevoir les indications du VOR-DME de référence avec une vérification des masquages éventuels dus aux obstacles.

III.3.6.ACCEPTABILITE D'UN REPERE

La distance séparant deux repères consécutifs doit être telle que les aires de tolérances de ces repères ne se chevauchent pas.

III.3.7.AIRE DE TOLERANCE DE REPERE

Aire rectangulaire autour d'un repère, résultant de la combinaison des tolérances d'écart longitudinal « ATT » et d'écart latéral « XTT » pertinentes, appliquées toutes deux de part et d'autre du repère. (Voir la figure III.27)

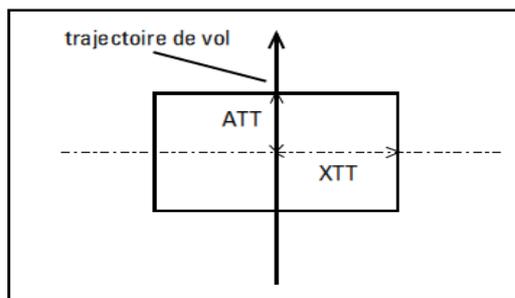


Figure (III.27) Aire de tolérance de repère

III.3.8. CALCUL DES TOLERANCES D'ECART DES POINTS RNAV

La précision de navigation RNAV basée sur le VOR/DME dépend des facteurs suivants :

- Tolérances de la station sol ;
- Tolérances du Systems récepteur embarqué ;
- Tolérances technique de vol ;
- Tolérances de calcul du système ;
- Distance par rapporte à l'installation de référence.

D1 : distance entre le VOR-DME de référence et le point de tangence.

D2 : est la distance entre le repère et le point de tangence.

D : est la distance entre le repère et le VOR DME de référence.

a : tolérance angulaire du VOR = 4,5°

DTT : tolérance du DME = [0,25 NM + 1,25 % D]

FTT : tolérance technique de vol

- Pour les approches initiale et intermédiaire : 2 KM (1NM) ;
- Pour les approches finale et interrompue : 0.9 KM (0.5NM)

CT : tolérance de calcul = 0, 5 NM

(Voir figure III.28)

III.3.8.1. Calcul de tolérance d'écart latéral « XTT »

$\theta = \text{arc tg} (D2/D1)$ si $D1 = 0$, $T = 90^\circ$

$D = [D1^2 + D2^2]^{1/2}$

$VT = D1 - D \cos (\theta + a)$

$DT = DTT \cos \theta$

$$\boxed{XTT = +/- [VT^2 + DT^2 + FTT^2 + CT]^1/2}$$

III.3.8.2. Calcul de tolérance d'écart longitudinale « ATT »

$AVT = D2 - D \sin (\theta - a)$

$ADT = DTT \sin \theta$

$$\boxed{ATT = +/- [AVT^2 + ADT^2 + CT]^1/2}$$

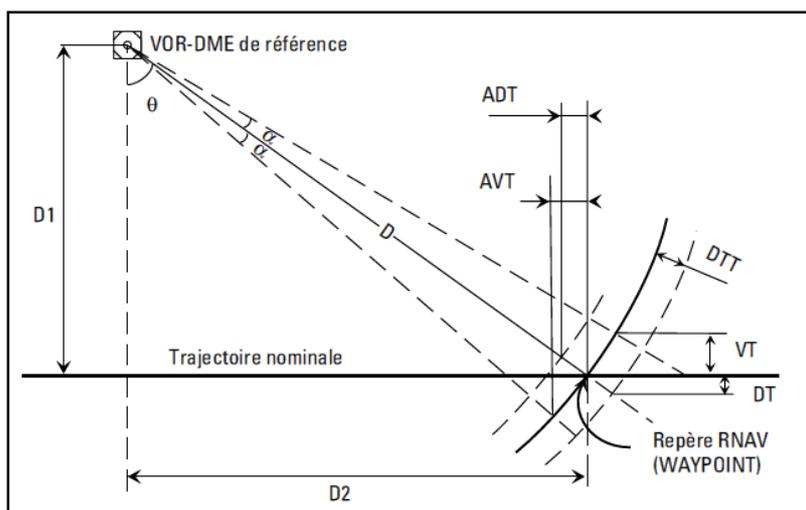


Figure (III.28) calcul des XTT et ATT

III.3.9. Aire de protection

L'aire de protection associée à la trajectoire comprend, une aire primaire avec une marge de franchissement d'obstacles entière, entourée de deux aires secondaires avec une marge de franchissement d'obstacles décroissant linéairement de la valeur entière à la valeur nulle.

III.3.9.1. Protection des virages

Le system RNAV est supposé être capable d'anticiper ou de ne pas anticiper les virages.

III.3.9.2. Principe de construction

Les critères généraux du DOC 8168 s'appliquent pour le vent, l'inclinaison et la vitesse.

Notons que les tolérances ATT et XTT sont fonction de la trajectoire et lorsqu'un virage est spécifié en un point de cheminement désigné, ces tolérances ne sont pas les mêmes avant et après le virage.

III.3.10. SEGMENTS D'UNE PROCEDURE D'APPROCHE RNAV

III.3.10.1. SEGMENT D'APPROCHE INITIALE

Pour les procédures d'approches RNAV, Il n'est pas prévu de procédures d'inversion ou en hippodrome.

III.3.10.1.1. Angle

L'angle maximum entre deux segments successifs d'approche initiale ou entre le segment d'approche initiale et le segment d'approche intermédiaire est de 120° ; néanmoins, chaque fois que possible, un angle plus faible doit être recherché, en augmentant le nombre de repères et donc de segments.

III.3.10.1.2. Longueur

La longueur du segment initiale n'est pas normalisée.

III.3.10.1.3. Tolérance technique de vol (FTT)

Une tolérance technique de vol en approche initiale de 1 NM est prise en compte.

III.3.10.1.4. Acceptabilité d'un repère en approche initiale

La tolérance longitudinale (ATT) ne doit pas dépasser 2 NM de part et d'autre de la position nominale du repère ; cette valeur peut être portée jusqu'à 25 % de la longueur du segment qui suit ce repère.

III.3.10.1.5. Largeur totale de l'aire d'un repère d'approche initiale

La largeur totale de l'aire (L = aire primaire + aires secondaires) au travers d'un repère est obtenue en portant, de part et d'autre de celui-ci, perpendiculairement à la trajectoire, la valeur de la demi largeur ($L/2$).

La demi-largeur ($L/2$) est la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 3.7 KM (2 NM)
- 1.5 XXT + 1.85 KM (1NM)

III.3.10.1.6. Construction de l'aire

L'aire est obtenue en joignant les largeurs de l'aire associées aux repères IAF et IF. L'aire commence à la limite amont de la tolérance de l'IAF et se termine à la limite aval de la tolérance de l'IF. Le principe des aires secondaires s'applique. (Voir figure III.29)

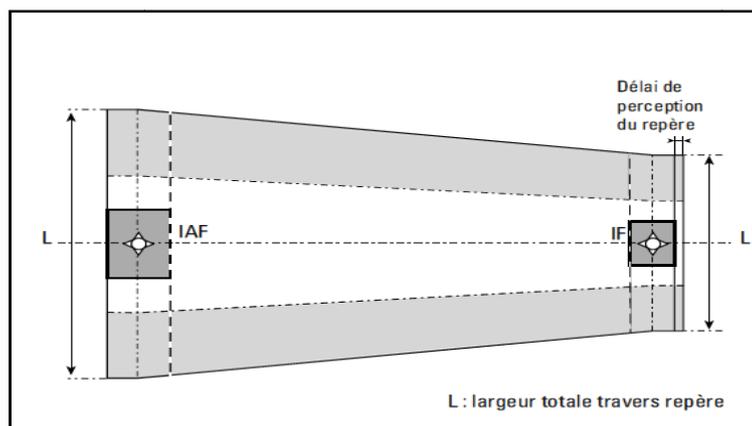


Figure (III.29) aire d'approche initiale

III.3.10.1.7. Marge de franchissement d'obstacles (MFO)

Dans l'aire primaire d'approche initiale, la marge minimale de franchissement d'obstacles (MFO) est de 300 m (1000 ft) au moins ; dans l'aire secondaire, elle décroît linéairement de sa valeur entière jusqu'à la valeur nulle.

L'altitude minimale de franchissement d'obstacles est calculée en appliquant la MFO aux obstacles situés dans l'aire de protection et en arrondissant le résultat par excès au multiple de 100 ft le plus proche.

III.3.10.1.8. Pente de descente

Optimum : 4 %.

Maximum : 8 %.

III.3.10.2. SEGMENT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE

III.3.10.2.1. Angle

Il est recommandé que le segment d'approche intermédiaire soit aligné avec le segment d'approche finale.

La valeur maximale de l'angle entre le segment d'approche intermédiaire et le segment d'approche finale est de 30°.

Dans le cas d'une procédure RNAV-ILS (approche initiale RNAV, finale ILS), le segment d'approche intermédiaire est aligné avec le segment de précision.

III.3.10.2.2. Longueur

Si un virage est prescrit, le segment intermédiaire comprendra deux composantes

- Une composante avec virage par le travers du point de cheminement intermédiaire, suivi
- D'une composante rectiligne intermédiaire avant le point de cheminement d'approche finale

La longueur de la composante rectiligne n'est pas fixées ; mais afin de permettre à l'aéronef de se stabiliser avant le survol du point de cheminement d'approche final, cette longueur doit être supérieure à 3.7 km (2 NM)

III.3.10.2.3. Tolérance technique de vol (FTT)

Une tolérance technique de vol en approche intermédiaire de 1 NM est prise en compte.

III.3.10.2.4. Acceptabilité d'un repère

La tolérance longitudinale (ATT) ne doit pas dépasser 2 NM de part et d'autre de la position nominale du repère ; cette valeur peut être portée jusqu'à 25 % de la longueur du segment d'approche intermédiaire.

III.3.10.2.5. Largeur totale de l'aire au travers du repère d'approche intermédiaire

La largeur totale de l'aire ($L = \text{aire primaire} + \text{aires secondaires}$) au travers d'un repère est obtenue en portant, de part et d'autre de celui-ci, perpendiculairement à la trajectoire, la valeur de la demi largeur ($L/2$).

La demi-largeur ($L/2$) est la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 2 NM (3.7 KM)
- 1,5 XTT + 1 NM (1.852KM).

III.3.10.2.6. Construction de l'aire

L'aire est obtenue en joignant les largeurs de l'aire aux repères IF et FAF.

L'aire commence à la limite amont de la tolérance de l'IF et se termine à la limite aval de la tolérance du FAF. Le principe des aires secondaires s'applique. (Voir figure III.30)

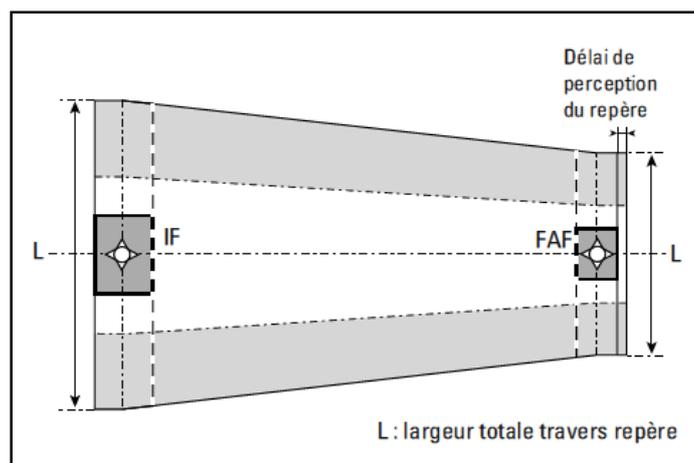


Figure (III.30) Aire d'approche intermédiaire

III.3.10.2.7. Marge de franchissement d'obstacles (MFO)

Dans l'aire primaire d'approche intermédiaire, la marge minimale de franchissement d'obstacles (MFO) est de 150 m (500 pieds) au moins.

Dans l'aire secondaire, elle décroît linéairement de sa valeur entière jusqu'à la valeur nulle.

L'altitude minimale de franchissement d'obstacles est calculée en appliquant la MFO aux obstacles situés dans l'aire de protection, en arrondissant le résultat par excès au multiple de 10 ft le plus proche.

III.3.10.2.8. Pente de descente

- **Optimum** : zéro est obligatoire dans le cas d'une approche RNAV-ILS;
- **Maximum** : 5 % à condition de prévoir un palier de décélération d'une longueur minimale de 1,5 NM (Cat C et D) / 1 NM (Cat A et B) avant l'approche finale.

III.3.10.3. APPROCHE FINALE

III.3.10.3.1. finale RNAV-ILS

Dans le cas d'une approche RNAV-ILS, le raccordement entre l'aire d'approche intermédiaire RNAV et le segment de précision ILS s'effectue en s'inspirant des critères généraux.

- **Approche finale en ligne droite** : raccordement entre la largeur de l'aire RNAV au travers du repère IF et la limite des surfaces X des OAS au travers du repère FAF (ou FAF, dans le cas d'une approche RNAV-LLZ).
Approche finale en virage : virage à l'IF supposé être avec anticipation, raccordement à 30° du côté extérieur au virage et au : max (30° ou $\theta/2$) du côté intérieur au virage. La limite de l'aire primaire doit rencontrer le prolongement de la limite de la surface X en amont du point I. (Voir figure III.31)

θ : angle de virage

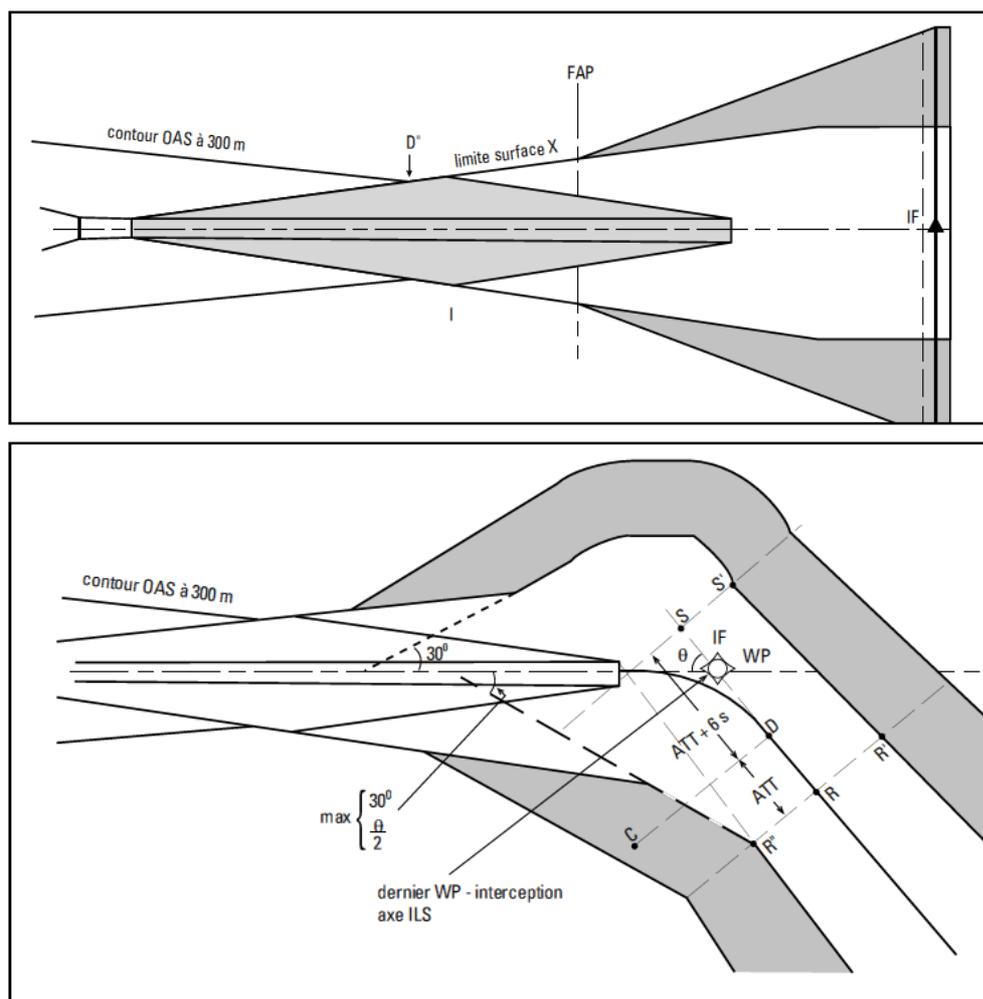


Figure (III.31) Procédure RNAV-ILS ; Raccordement initiale RNAV-FINALE ILS

III.3.10.3.2. approche finale basée sur le système RNAV seul

III.3.10.3.2.1. Angle

Une approche finale RNAV est normalement alignée avec l'axe de piste ; toutefois, pour des raisons diverses, une approche non dans l'axe peut être spécifiée ; les critères d'alignement généraux s'appliquent.

III.3.10.3.2.2. Longueur

- *optimum* : 5 NM. De plus, pour les Cat C, D et E, une distance FAF/seuil de 5 NM minimum est exigée.
- *maximum* : 10 NM.

III.3.10.3.2.3. Tolérance technique de vol (FTT)

Une tolérance technique de vol en approche finale de 0,5 NM est prise en compte.

III.3.10.3.2.4. Acceptabilité d'un repère d'approche finale

La tolérance longitudinale ATT ne doit pas dépasser 2 NM de part et d'autre de la position nominale du repère en approche finale.

III.3.10.3.2.5. Largeur totale de l'aire au travers du repère d'approche finale

La largeur totale de l'aire ($L = \text{aire primaire} + \text{aires secondaires}$) au travers d'un repère est obtenue en portant, de part et d'autre de celui-ci, perpendiculairement à la trajectoire, la valeur de la demi largeur ($L/2$).

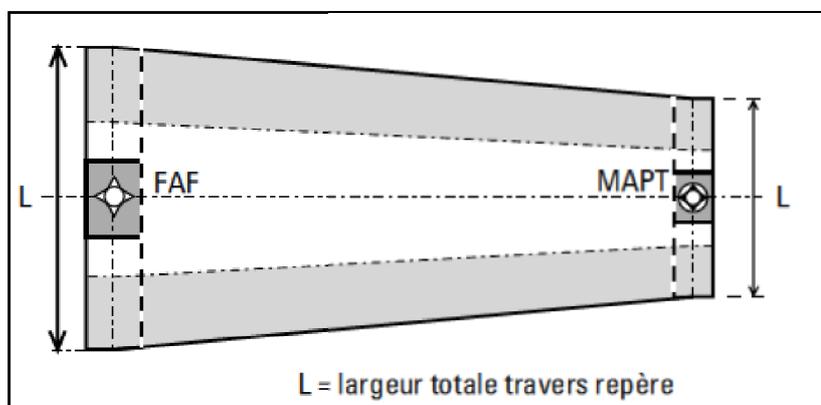
La demi-largeur ($L/2$) est la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 1 NM ou
- $1,5 \text{ XTT} + 0,5 \text{ NM}$

III.3.10.3.2.6. Construction de l'aire d'approche finale

L'aire est obtenue en joignant les aires de tolérance des repères FAF et MAPT.

L'aire commence à la limite amont de la tolérance du FAF et se termine à la limite aval de la tolérance du MAPT. Le principe des aires secondaires s'applique. (Voir figure III.32)



Figure(III.32) Finale RNAV

III.3.10.3.2.7. Marge de franchissement d'obstacles (MFO)

Valeurs de la MFO en aire primaire :

- Pour une distance FAF - MAPT = 6 NM
MFO = 75 m
- Pour une distance FAF - MAPT > 6 NM

$MFO = 75 + 15(d-6)$ (avec $d = \text{distance FAF-MAPT}$)

Dans ce dernier cas, un repère de descente (point défini par sa distance au MAPT et non comme point de cheminement RNAV), situé entre le FAF et le MAPT et à moins de 6 NM du MAPT permet d'utiliser une MFO de 75 m entre ce repère et le MAPT.

III.3.10.3.2.8. Pente de descente

La pente spécifiée en approche finale est calculée en considérant une hauteur de passage théorique de 15 m au-dessus du seuil de piste.

Elle doit respecter les critères suivants :

Pente optimale : 5 %

Pente maximale : 6,2 %

III.3.10.4. APPROCHE INTERROMPUE

III.3.10.4.1. Définition

Le MAPT doit être défini par un point de cheminement à survoler.

Le segment d'approche interrompue est normalement basé sur la navigation de surface mais peut, dans certains cas, être basé sur une navigation à l'estime ou une navigation effectuée à l'aide de moyens radioélectriques

Classiques tels que VOR, NDB.

III.3.10.4.2. Emplacement du MAPT

- ✓ Dans le cas où l'approche finale RNAV est alignée avec l'axe de piste, la position la plus aval possible du MAPT est le seuil.

Le MAPT ne doit pas être situé en amont du point auquel l'OCH est atteinte sur une droite passant à 15 m au-dessus du seuil de piste et de pente égale à la pente théorique de l'approche finale calculée.

- ✓ Dans le cas d'une procédure non dans l'axe, le MAPT ne doit pas être situé après l'intersection entre l'axe d'approche finale et l'axe de piste. (Voir figure III.33)

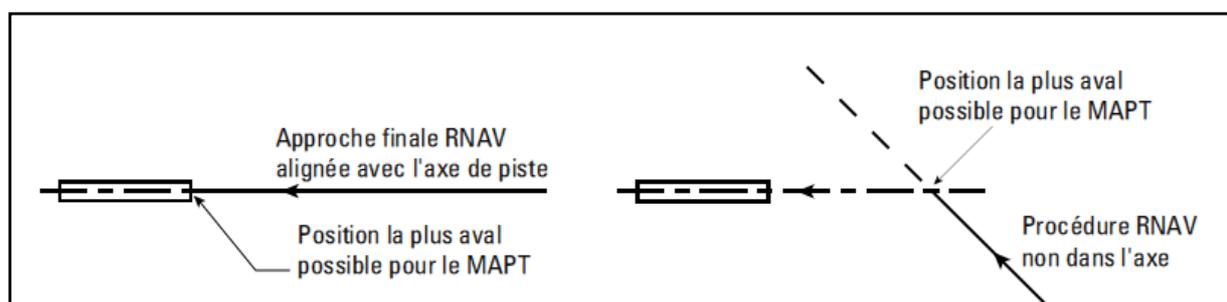


Figure (III.33) Emplacement du MAPT

III.3.10.4.3. Tolérance technique de vol (FTT)

Une tolérance technique de vol au MAPT de 0,5 NM est prise en compte.

III.3.10.4.4. Acceptabilité d'un repère

La tolérance longitudinale ATT ne doit pas dépasser 1 NM de part et d'autre de la position nominale du repère.

Largeur totale de l'aire (aire primaire + aires secondaires) au travers du repère MAPT :

La largeur totale de l'aire (L = aire primaire + aires secondaires) au travers d'un repère est obtenue en portant, de part et d'autre de celui-ci, perpendiculairement à la trajectoire, la valeur de la demi largeur ($L/2$).

La demi-largeur ($L/2$) est la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 1 NM
- $(1,5 \text{ XTT} + 0,5 \text{ NM})$

III.3.10.4.5. Construction de l'aire

✓ **Segment en ligne droite** : Phases initiale et intermédiaire

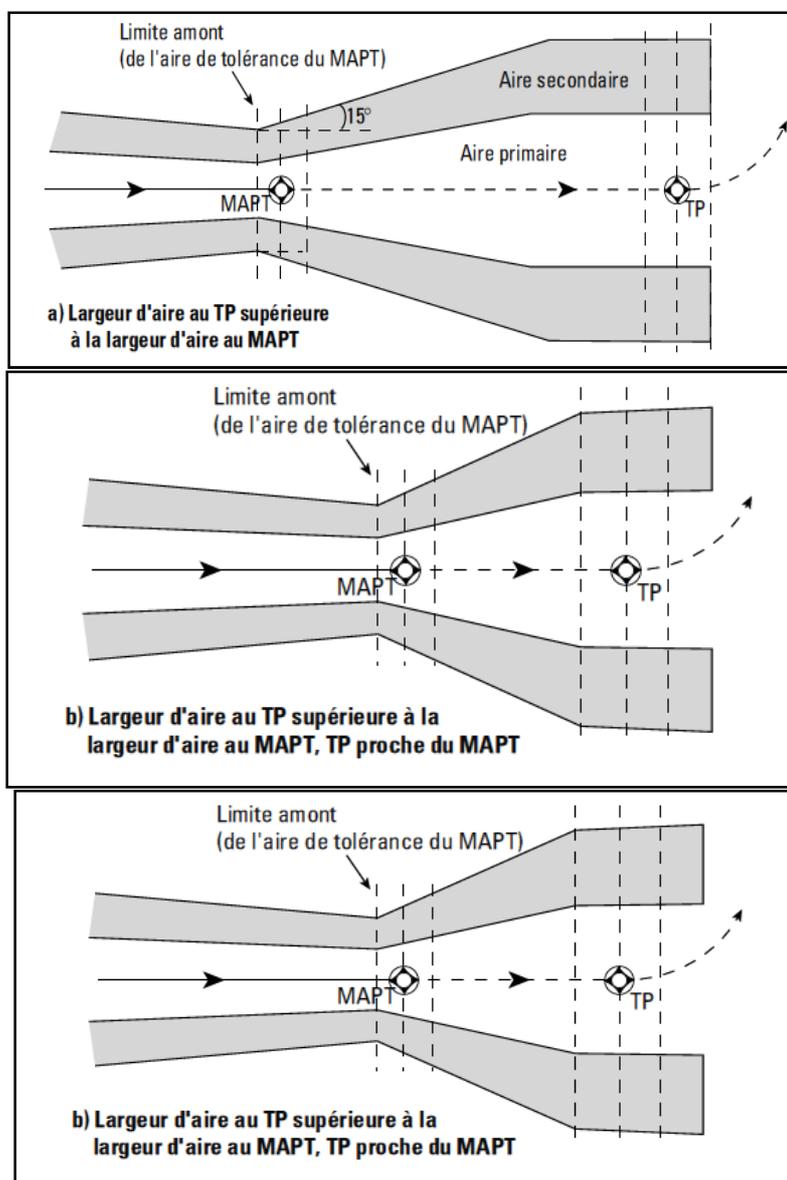
Depuis la limite amont du MAPT, déterminé par la valeur de ATT au MAPT, l'aire s'évase à 15° de chaque côté de la trajectoire d'approche interrompue, jusqu'à ce que la largeur de l'aire totale (aire primaire plus aires secondaires) au TP (ou autre repère) amont soit atteinte.

Si le TP est proche du MAPT, l'évasement doit être augmenté, si nécessaire, pour atteindre la largeur de l'aire totale (aire primaire plus aires secondaires) au TP amont.

Si la largeur de l'aire totale (aire primaire plus aire secondaires) au TP est égale ou inférieure à la largeur de l'aire au MAPT amont, la largeur de l'aire totale est obtenue en appliquant un évasement de 15° de chaque côté de la trajectoire d'approche interrompue jusqu'au SOC, puis en joignant la largeur d'aire au SOC ainsi obtenue à la largeur de l'aire au TP aval.

Le principe des aires secondaires s'applique.

(Voir figure III.34)



Figure(III.34) Approche interrompue en ligne droite

✓ *Virage*

On peut prescrire un virage à une altitude/hauteur vers une aide radioélectrique ou vers un point de cheminement ou un virage à un TP désigné (aide radioélectrique ou point de cheminement)

III.3.10.5.ATTENTE RNAV BASÉE SUR LE VOR/DME

III.3.10.5.1.Généralités

UN avantage d'une attente spécifique RNAV, par comparaison avec une attente VOR-DME, réside dans le fait qu'elle peut être orientée sans que la branche de rapprochement de l'attente soit nécessairement dans l'alignement d'un radial VOR.

III.3.10.5.2.Emplacement et nombre des circuits d'attente

Pour éviter la congestion, un seul circuit d'attente devrait être établi pour chaque procédure. L'emplacement normal serait à un des IAF. Les points de cheminements d'attente en RNAV seront placés de façon à correspondre à des installations de radionavigation spécifiées, et à pouvoir être vérifiés à partir de ces installations. Le point de cheminement d'attente (MAHF) est un point de cheminement à survoler.

III.3.10.5.3.Type d'attente

IL existe trois types d'attente RNAV:

- Attente RNAV sur un point de cheminement ;
- Attente RNAV sur deux point de cheminement ;
- Attente RNAV sur une aire.

III.3.10.5.3.1.Attente RNAV sur un point de cheminement

✓ *Point d'attente*

Le point d'attente est défini par un point de cheminement et confirmé par une intersection VOR-DME basée sur le VOR-DME de référence.

✓ *Distance d'éloignement*

L'éloignement est défini en distance. La distance d'éloignement est au moins égale à un diamètre de virage.

✓ *Protection*

Les critères généraux du document 8168 s'appliquent et l'aire de tolérance du point d'attente est celle du point de cheminement correspondant.

Les critères généraux du supplément C à la III^{eme} partie du document 8168 pour les attentes conventionnelles utilisant une branche d'éloignement définie par une distance s'appliquent ;

- la tenue de cap du système RNAV est telle qu'aucune tolérance de cap n'a besoin d'être prise en compte ;
- le système RNAV corrige la dérive sur les segments rectilignes ;
- le système RNAV compense l'effet d'un vent venant de l'extérieur du virage d'éloignement en diminuant l'angle d'inclinaison.

(Voir figure III.35)

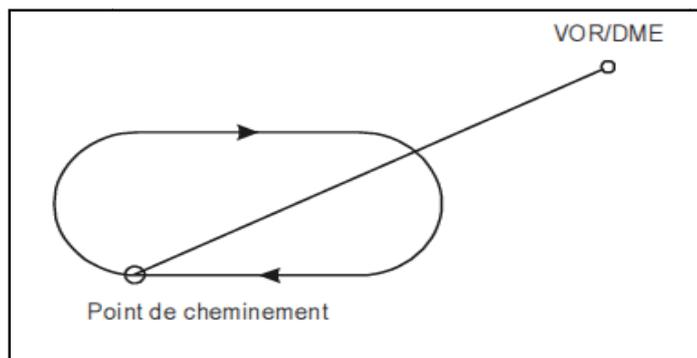
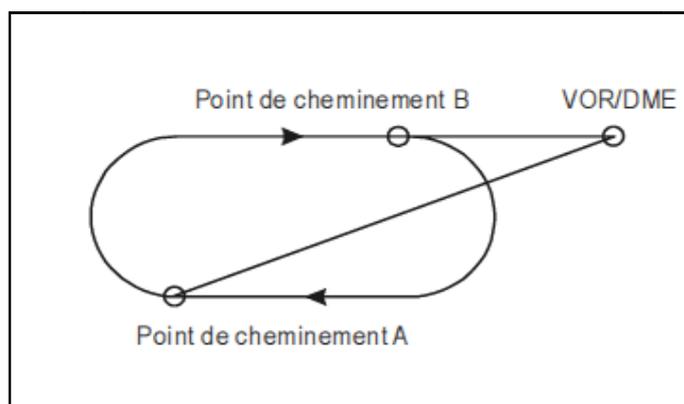


Figure (III.35) Attente RNAV sur un point de cheminement

III.3.10.5.3.2. Attente en RNAV avec deux points de cheminement.

Ce type d'attente est similaire à l'attente en RNAV avec un seul point de cheminement, mais avec l'addition d'un deuxième point de cheminement pour définir la fin du parcours d'éloignement. L'inclusion de ce deuxième point de cheminement produit une de l'espace aérien requis :

- en réduisant l'aire de protection de base ;
 - en réduisant les aires de protection d'entrées omnidirectionnelles.
- (Voir figure III.36)



Figure(III.36) Attente RNAV sur deux points de cheminement

III.3.10.5.3.3. Attente dans une aire

Ce type d'attente comporte une aire circulaire, centrée sur un point de cheminement désigné, assez grande pour contenir un circuit d'attente normal en hippodrome, dans toute orientation .

III.3.10.5.4. Construction d'aires d'attente avec un point de cheminement Pour Procédures VOR/DME

Les critères généraux des Aires de protection de procédures en hippodrome et de Procédures d'attente, Segment d'approche initiale, s'appliquent, tels Qu'ils sont modifiés par les critères du présent paragraphe.

Les critères se subdivisent en trois étapes :

- construction du gabarit RNAV ;
- construction de l'aire de base ;
- Construction de l'aire d'entrée.

(Voir figure III.37)

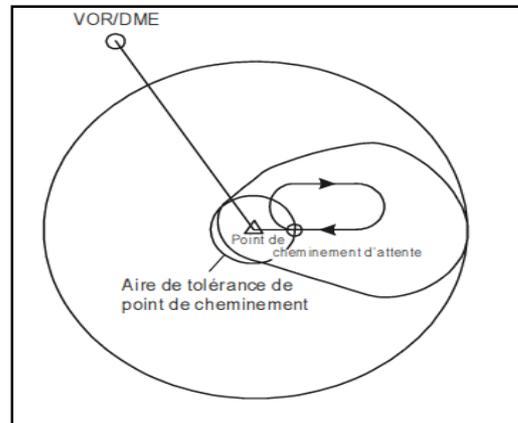


Figure (III.37) Aire d'attente RNAV

✓ **Première étape:** construction du gabarit RNAV

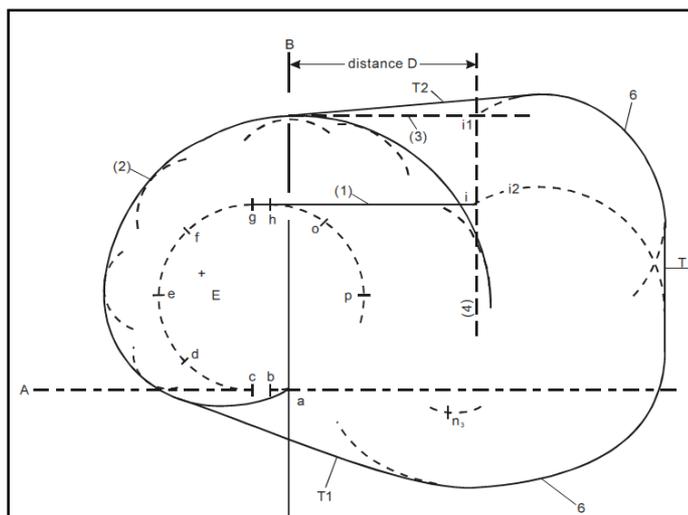
Construction du gabarit RNAV en utilisant les lignes directrices suivantes :

- choisir la distance d'éloignement : D est la longueur de la branche d'éloignement ; D sera au moins égale à un diamètre de virage et sa valeur arrondie au mile marin (NM) immédiatement supérieur ;
- tracer la trajectoire nominale : placer le point "i" à la fin de la branche d'éloignement ;
- tracer la protection d'un virage de plus de 180° (ligne (2)) comme dans le cas d'un gabarit conventionnel;
- tracer une parallèle à la route d'éloignement (ligne (3)) tangente à la ligne (2) ;
- depuis "i", tracer une perpendiculaire à la route d'éloignement (ligne (4)) ;
- les lignes (3) et (4) se coupent en il ;
- placer le point "a" du gabarit conventionnel en "i", puis en "il", en maintenant l'axe parallèle à la branche d'éloignement et dans chacun des cas, tracer la protection d'un virage de plus de 180° ; on obtient de cette façon les deux lignes (6) ; tracer la tangente (T) à ces protections ;
- du côté opposé à l'attente, tracer la tangente (T1) entre la ligne (6) et la ligne (2) ;
- du côté opposé à l'attente, tracer la tangente (T2) entre la ligne (2) et la ligne (6) ;
- placer le point E sur le gabarit, mais en utilisant les formules suivantes pour XE et YE

(Voir figure III.38)

$$XE = 2r + D + 11v + (11 + 90/R + 11 + 105/R) W'$$

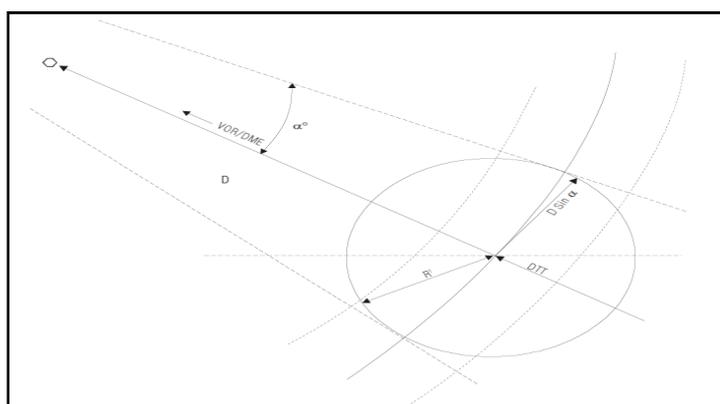
$$YE = 11v \cdot \cos 20^\circ + r \cdot \sin 20^\circ + r + (11 + 20/R +$$



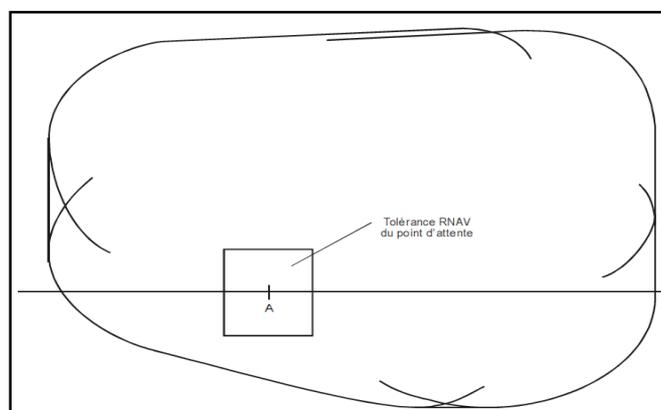
Figure(III.38) Gabarit de RNAV

✓ **Deuxième étape** : construction de l'aire de base

- a) Aire de tolérance de point d'attente: Tracer autour du point d'attente A la tolérance de repère RNAV associée à ce point. (voir figure III.39)
- b) Construction de l'aire de base : Déplacer l'origine « a » du gabarit RNAV autour De l'aire de tolérance RNAV du point d'attente A. (voir figure III.40)



Figure(III.39) Construction d'aires de tolérance de point de cheminement



Figure(III.40) Aire de base RNAV

- ✓ **Troisième étape** : construction de l'aire d'entrée (voir figure III.41)
Tracer le cercle centré sur A passant par A1 et A3

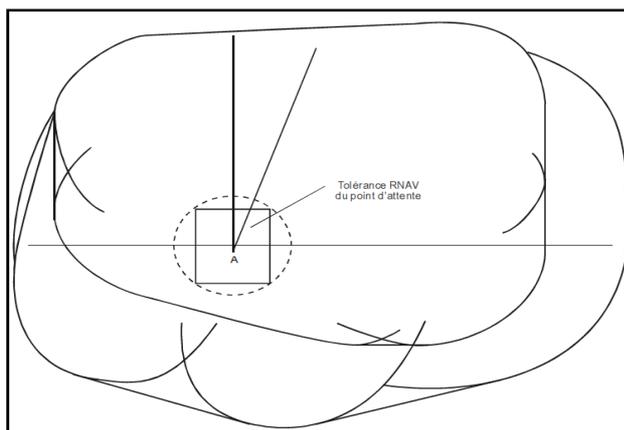


Figure (III.41) Aire d'attente en RNAV, incluant protection de procédures d'entrée

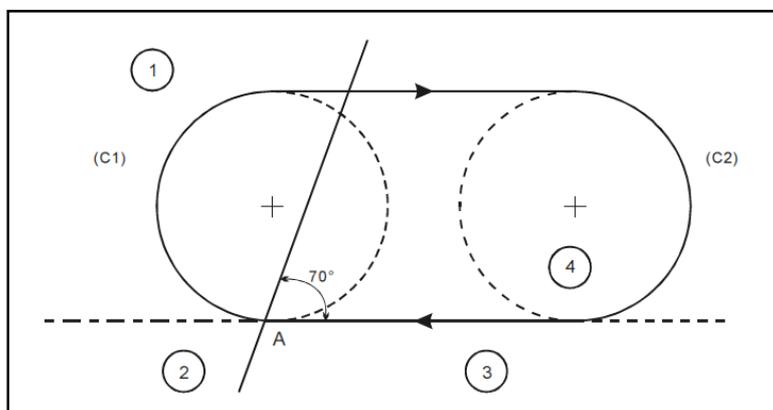
III.3.10.5.5. Entrée En Attente RNAV

Avec un système RNAV approprié, il n'est plus nécessaire de survoler la station ou le point de cheminement d'attente. Le présent paragraphe donne un exemple d'autres entrées qui consomment moins d'espace que les entrées conventionnelles.

III.3.10.5.6. Définition des secteurs d'entrée

- a) Tracer le contour du circuit d'attente ;
- b) Tracer une ligne formant un angle de 70° avec l'axe du parcours de rapprochement, passant par le point de cheminement d'attente.

Ces deux lignes divisent l'espace aérien en quatre secteurs numérotés 1, 2, 3 et 4 dans la figure III.42



Figure(III.42) Secteurs d'entrée

Chapitre IV

Concept RNAV

IV.1.HISTORIQUE

En 1984, le groupe d'experts de l'OACI traitant l'examen de la notion générale de l'espace (RGCSF) a été chargé d'élaborer des éléments indicatifs RNAV destinés à être utilisés dans tous les types d'espaces aériens.

En 1985, la septième réunion régionale de navigation Europe a convenu que le groupe européen de planification de la navigation aérienne (GEPNA) devrait poursuivre ses travaux en vue de l'introduction progressive de la RNAV dans la région Europe.

En 1989, le bureau de l'OACI publiait la troisième édition des éléments indicatifs sur l'application de la RNAV dans la région Europe.

La même année, le groupe OACI chargé du futur système ATS européen (FEATS) a préconisé l'application de la RNAV dans la région Europe.

En 1990, l'OACI publie la première édition des éléments indicatifs sur l'application de la RNAV au niveau mondial.

Notons qu'en Europe, des travaux de planification ARN (réseaux de routes ATS) qui ont été menés sous l'égide de l'OACI ont débouché dès 1993 sur la mise en place au-dessus du FL290, des premiers éléments d'un nouveau réseau européen de routes principales adaptés aux principaux courants de trafic. Cette structure de réseau s'appuie sur la mise en œuvre de la navigation de Surface.

IV.2.INTRODUCTION

Le développement continu de l'aviation fait apparaître des demandes et des exigences croissantes à la capacité de l'espace aérien disponible et accentue le besoin d'optimiser l'utilisation de cet espace, avec des opérations améliorées et efficaces dérivées de l'application des techniques RNAV qui résulte dans le développement des applications de la navigation dans différentes régions et pour différentes phases de vol. L'application de la navigation doit potentiellement être agrandie avec les provisions de guidage des mouvements au sol.

Pour fixer les exigences de la navigation dans des routes spécifiques et des espaces spécifiques, il est nécessaire de définir les exigences et les critères de manière claire pour être sûr que l'équipage et l'ATC sont au courant du système RNAV à bord et de ces capacités et pour se rassurer que les performances des systèmes RNAV sont appropriées aux demandes et aux besoins d'un espace aérien spécifique.

La première utilisation des systèmes RNAV a posé d'une manière similaire des routes conventionnelles et des procédures RNAV spécifiques étaient identifiées et ses performances étaient évaluées à travers une combinaison d'analyse et des tests de vols. Pour les opérations domestiques les systèmes inertiels utilisent le VOR/DME pour estimer leurs positions. Pour les

opérations océaniques l'INS était employés et ces nouveaux systèmes étaient développés, évalués et certifiés.

L'espace aérien et les critères de franchissement d'obstacles étaient développés avec les équipements performants disponibles, les exigences spécifiques étaient basées sur la capacité disponible alors quelles que implémentations étaient nécessaires pour identifier des modèles d'équipements qui pouvaient être opérés dans l'espace aérien concerné.

IV.3.CONCEPT RNAV

IV.3.1.Définition de la RNAV

Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue, dans les limites de la couverture des aides à la navigation de référence où dans les limites des possibilités d'une aide autonome où grâce à la combinaison de ces deux moyens. (Voir figure IV.1)

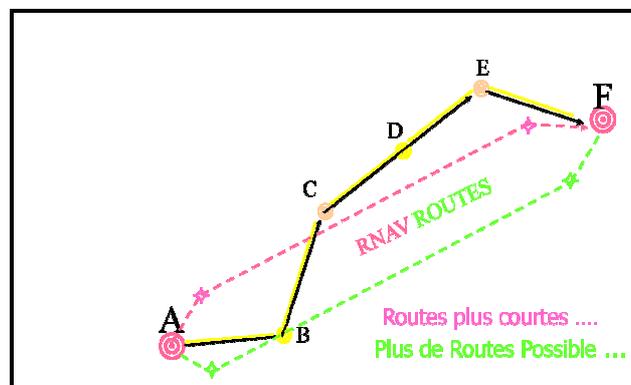


Figure (IV.1) concept RNAV

IV.3.2.Equipement RNAV

N'importe quelle combinaison d'équipements utilisée pour fournir le guidage RNAV.

La position calculée par l'INS (position inertielle) présente un écart avec la position où elle se trouve (position avion). Avec le temps, cet écart prend l'allure d'une dérive de position.

Il n'est pas possible d'annuler la dérive mécanique de l'INS, mais il est possible d'élaborer, à partir de la position inertielle, une position corrigée plus exacte et/ou plus probable. C'est cette position corrigée qui sera prise en compte par les systèmes utilisateurs (HSI, PA/DV). Trois types de correction de position sont disponibles et peuvent se conjuguer : le mode inter systèmes (parfois appelé inter mixte ou triple mixte) pour les avions équipés de trois INS, le recalage manuel et le recalage par DME.

IV.3.2.1. Description du système

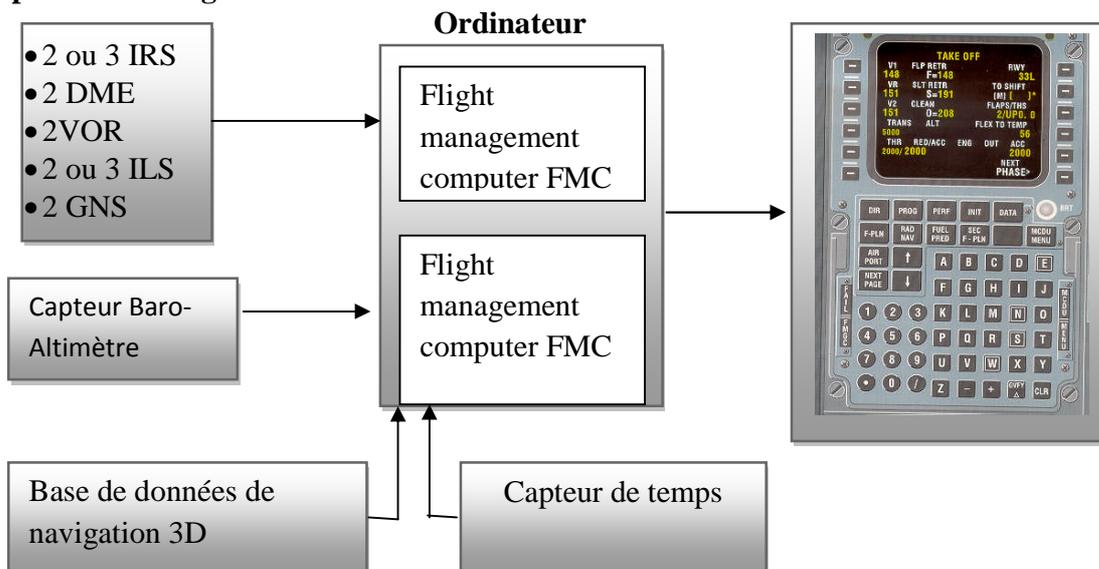
Par le traitement des données en provenance d'un ou de plusieurs capteurs, l'équipement de navigation de surface détermine la position de l'aéronef et peut lui transmettre des instructions de vol appropriées. La détermination de la position de l'aéronef dépend de facteurs tels que la

disponibilité et la précision des capteurs, les spécifications du signal (par exemple puissance à la source, dégradation en cours de transmission). La détermination de la position peut s'opérer au moyen des sources suivantes (sans ordre de priorité) :

- mesures de distance en provenance de deux stations au sol de mesure de distance (DME-DME) ou plus ;
- radiophare omnidirectionnel VHF (VOR) Co-implanté avec un DME (VOR/DME) ;
- systèmes de navigation inertiels (INS) (ou systèmes de référence à inertie (IRS), avec appui d'un système de navigation adéquat) ;
- LORAN-C ;
- système mondial de satellites de navigation (GNSS)/système mondial de localisation (GPS).

Ces divers capteurs peuvent être utilisés séparément ou non pour calculer la position de l'aéronef. Les paramètres de navigation tels que la distance ou le relèvement par rapport à un point de cheminement, sont calculés à partir de la position de l'aéronef et de celle du point de cheminement. Le guidage en cap est normalement assuré par référence soit à une trajectoire établie vers/depuis un point de cheminement, soit à la géodésie entre deux points de cheminement consécutifs. (Voir figure IV.2)

Capteurs de navigation à 2D



Figure(IV.2) description du système RNAV

IV.3.2.2.Limitations opérationnelles générales

En raison de la disponibilité et de l'intégrité des divers systèmes de capteurs, des effets de la propagation et des erreurs systématiques, ainsi que des risques d'interférence avec des capteurs de sources extérieures, des limitations d'ordre opérationnel doivent être imposées lors de l'utilisation de certains types d'équipements de navigation de surface.

IV.3.2.3.Zones d'exploitation

L'exploitant doit s'assurer que les performances de ses équipements sont conformes aux normes définies pour la zone dans laquelle se dérouleront les opérations envisagées.

IV.3.2.4.Les équipements opérationnels

- Les équipements LORAN-C, VOR/DME et INS sans mise à jour automatique de la position par DME/DME ne doivent pas être considérés comme des sources autonomes permettant une précision RNP 1.
- Le LORAN-C ne doit pas être considéré comme une source de navigation adéquate pour les opérations en région terminale.
 - Les systèmes RNAV, faisant appel à un VOR/DME unique Co-implanté, ne doivent être utilisés pour la navigation que lors de l'exécution d'opérations en région terminale où le système RNAV a montré sa capacité à tenir la performance de navigation déclarée pour cette procédure dans l'environnement d'aides à la navigation disponible.
 - Le GNSS/GPS ne doit être considéré comme l'élément autonome d'un système de navigation, pour les opérations en route comme pour les opérations en région terminale, que lorsque de telles applications ont été approuvées par les JAA, ou d'autres autorités compétentes, comme étant conformes aux critères de qualité de service déclarés pour ces types d'opérations (précision, intégrité, disponibilité et continuité de service). Lorsque ces critères ne sont pas respectés, une autre source d'information de position respectant les critères de qualité de service doit être disponible pour les opérations RNAV. Il peut s'agir de techniques de navigation manuelle faisant appel au VOR/DME et au NDB lorsqu'il peut être démontré que ceux-ci assurent la qualité de navigation requise.

IV.3.2.5.Recommandation

Les considérations ci-dessus nécessitent la prise en compte des exigences de l'espace aérien et de l'infrastructure disponible dans la définition des spécifications des capteurs pour une exploitation RNAV. Le concepteur du système doit être conscient que, dans de nombreuses situations, la précision, l'intégrité, la disponibilité et la continuité des fonctions exigent la disponibilité de plusieurs sources de données de navigation pour les opérations RNAV. Pour évaluer ce potentiel, il convient de se reporter aux critères de performance applicables aux aides à la navigation, énoncés à l'Annexe 10 de l'OACI.

IV.3.3.Compétence RNAV

Le concept RNAV représente un changement fondamental dans la philosophie de la navigation.

Traditionnellement, les avions volaient de et vers des aides à la navigation, en utilisant chaque aide comme une source d'informations.

Un aéronef volant avec RNAV peut automatiquement déterminer sa position depuis une ou plusieurs sources d'information (moyen de navigation) : VOR, DME, GNSS (réseau de satellites) et INS.

- **Mono senseur RNAV**

Système qui utilise uniquement une seule source d'information (station DME).

- **Multi senseur RNAV**

système qui analyse les différentes sources d'information et détermine la meilleur a fin de l'utiliser pour obtenir une solution de navigation. (voir figure IV.3)

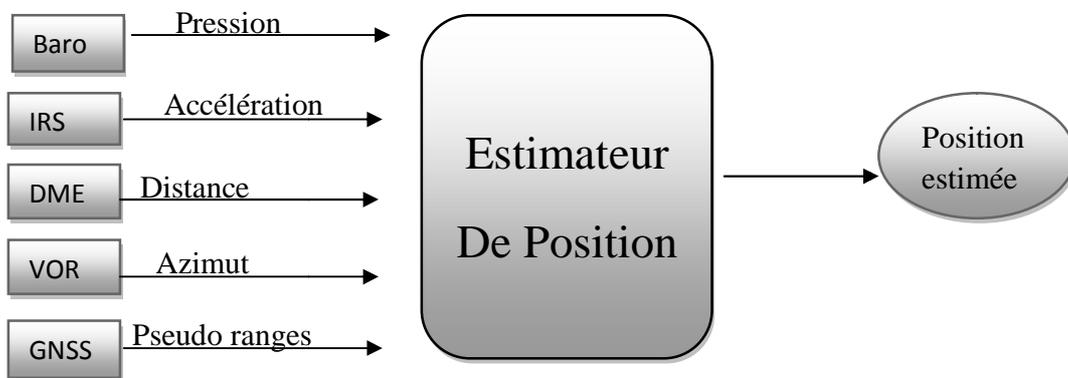


Figure (IV.3) Multi senseur RNAV

IV.4. système RNAV et base de donnée

IV.4.1. méthode de positionnement RNAV

Le système RNAV :

- identifie le prochain point de cheminement.
- Sélectionne la source de navigation la plus appropriée pour calculer sa position.
- fournit des informations au pilote automatique pour suivre la trajectoire.
- Une trajectoire RNAV peut être suivie manuellement.

(Voir figure IV.4)

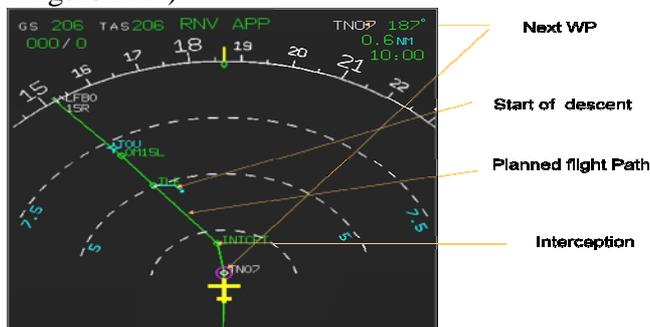


Figure (IV.4) Méthode de positionnement RNAV

IV.4.1.1. Exigence d'intégrité du système

- La probabilité de non fiabilité de l'information doit être inférieure à 10^{-5} par heure de vol.
- Lorsque l'utilisation du système RNAV conforme à la MNPS est requise, la probabilité que l'erreur transversale globale du système des aéronefs opérant dans l'espace aérien RNP, soit supérieure à deux fois la valeur RNP sans donner le message d'alerte à l'équipage, doit être inférieure à 10^{-5} par heure de vol.

VI.4.1.2. Pertes d'utilisation du système et perte d'intégrité

Dans le cas où le système RNAV n'atteint plus le niveau d'exigence RNAV, suite à une panne ou une dégradation de performances, et que de ce fait, l'aéronef se trouve dans l'impossibilité, soit d'entrer dans l'espace aérien RNAV soit de poursuivre son vol conformément à l'autorisation obtenue du contrôle de trafic aérien. L'ATC doit en être avisé au plus tôt et une nouvelle autorisation doit être demandée.

VI.4.1.3. Point de cheminement (waypoint)

Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route de navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface.

Il peut être identifié par un nom (si celui-ci est disponible dans la base de données), par un lieu (latitude /longitude), par son relèvement et par sa distance par rapport à un autre point défini, ou par d'autres moyens. La connaissance de l'emplacement des points de cheminement est nécessaire pour le calcul des informations de navigation. Les points de cheminement peuvent également être associés à un changement de type de segment. Les points de cheminement sont désignés comme suit :

- **Fly-over waypoint (point de cheminement à survoler)** : Point de cheminement qui nécessite une anticipation du virage de manière à intercepter le segment suivant d'une route ou d'une procédure. (voir figure IV.6)
- **Fly-by waypoint (point de cheminement par le travers)** : Point de cheminement auquel on amorce un virage pour rejoindre le segment suivant d'une route ou d'une procédure. (voir figure IV.6)

- **Fly-over waypoint**
• Symbol 
- **Fly-by waypoint**
• Symbol : 

figure (IV.6) point de cheminement

Afin d'atteindre autre objectifs on cite les points de cheminement suivants :

- **point de cheminement stratégique**
 - ✓ point important de la procédure destiné à être mémorisé ;
 - ✓ nom a 5 lettres exemple : « NIPOR », « BUBLI ».

- **point de cheminement tactique**
 - ✓ utilise uniquement en zone terminale destiné à faciliter le travail de l'ATC ;
 - ✓ Nom composé des 2 dernières lettres du code OACI de terrain +3 chiffre.

- **point de cheminement particulier**

Certains points de cheminement ont des noms spécifiques facilitant leur identification.

VI.4.1.4.Création d'un point de cheminement

- ✓ Choisir un VOR/DME à portée de réception ;
- ✓ Déterminer la radiale sur laquelle se trouve le waypoint fictif ;
- ✓ Déterminer la distance DME entre le VOR et le waypoint ;
- ✓ Entrer les coordonnées du waypoint et passer en mode RNAV ;
- ✓ Voler vers le waypoint.

IV.4.2.La base de données RNAV

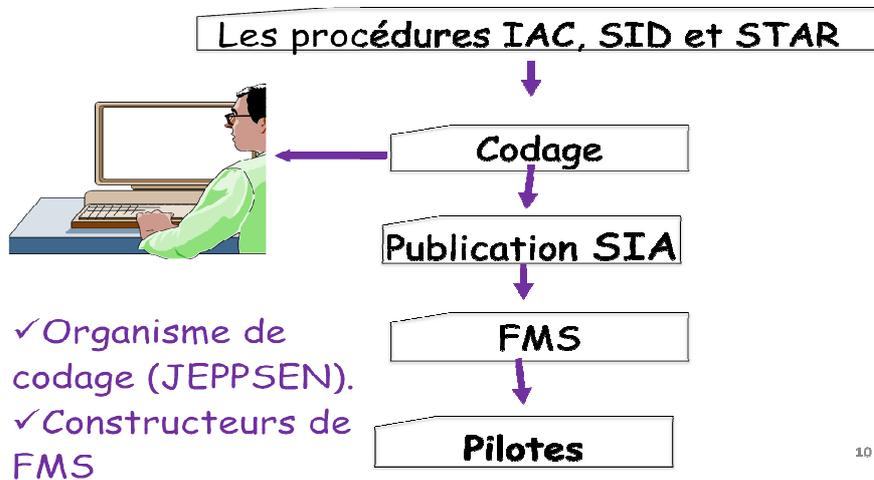
Le système RNAV à accès à la base de données de navigation embarquée qui contient :

- Les détails des routes préprogrammées,
- les espaces aériens traversés par ces routes,
- les aides à la navigation utilisables dans ces espaces et les aérodromes de départ, d'arrivée et les aérodromes de dégagement.
- Les trajectoires RNAV sont codées dans la base des données.
- 9 points de cheminement maximum, les coordonnées sont exprimées en WGS84 (voir l'annexe B).

IV.4.2.1.comment s'effectue le codage dans la base de données ?

Les procédures et les cartes IAC, SID, STAR sont élaborées, construites et codées par les organismes appropriés (JEPPSEN,HONYWAY) à l'aide d'un informaticien, en réalisant un logiciel de codage , les données seront codées et stockées et finalement publiées par le service d'information aéronautique .le constructeur de L'FMS fait intégrer les données codées dans le FMS. En révisant les AIP et les JEPSSSEN, le pilote exploitant de l'aéronef sélectionne le chemin à suivre et il aura donc toutes les informations nécessaires sur son interface.si les données sont changées le constructeur nous vent sur une diskette la nouvelle mise à jour, on fait injecter la diskette sur FMS alors le pilote arrive à exercer son vol en toute sécurité.

Le codage des données :



10

IV.5.RNAV SCENARIOS ET RESPONSABILITES

IV.5.1.fournisseur de service de navigation aérienne

Garantir qu'il y'a asses d'aides à la navigation NAVAID, qu'ils sont correctement installés (situés) pour soutenir les procédures mises en application.

IV.5.2.les operateurs d'aéronefs

Obtenir approbation opérationnel et l'aptitude des A/C au vol.

IV.5.3.Condition d'homologation et d'autorisation d'exploitation RNAV

Les exploitants doivent prendre contact avec l'état d'immatriculation ou l'état de l'exploitation pour ce qui concerne :

- l'approbation des aéronefs et des systèmes fournis par l'exploitant, l'installateur de système et /ou le constructeur de cellule
- l'autorisation d'exploitation RNAV

Les spécifications minimales requises pour être en conformité avec les exigences ATC et dont il faut apporter la preuve pour obtenir la certification des systèmes RNAV. Cette preuve devrait être étayée par des manuels et procédures établissant les capacités opérationnels ainsi que toute les limitations du système RNAV.

Normalement, l'exploitant devrait au moins joindre à sa demande d'autorisation et d'exploitation les informations suivantes :

Une spécification des opérations prévues des infrastructures de navigation dont il est tributaire avec toutes les limitations du sytème RNAV.

Des procédures opérationnelles détaillées concernant l'aéronef et le système RNAV, afin que les opérations soient conformes aux exigences de l'espace aérien. Lorsque le système RNAV ne respecte pas pleinement les critères d'intégrité et /ou de continuité applicable dans l'espace

aérien, les procédures opérationnelles doivent spécifier comment les pilotes respecteront les contraintes ATS en revenant à d'autres sources de données de navigation.

IV.6.1ES AVANTAGES DE LA RNAV

✓ *Economique :*

- réduction des distances parcourues donc réduction de consommation de carburant.
- réduction du nombre d'aide au sol, donc baisse des coûts d'entretien.
- Augmentation probable de la capacité des pistes (rendement maximale pour ces dernières permettant peut être la limitation du nombre de piste sur les grands aéroports).

✓ *Environnement :*

- Un meilleur suivi des trajectoires permet de réduire la signature sonore des aéronefs au niveau du sol.
- Réduction de la consommation entraîne une réduction de la pollution.
- Flexibilité des trajectoires éviter de concentrer le bruit sur un même secteur en permanence.
- Eviter certaines contraintes liées au survol des reliefs, des villes, et des zones à statut particulier.

✓ *organisation de l'espace*

La navigation RNAV par rapport à la navigation conventionnelle apporte un certain nombre d'avantages .les principaux sont les suivants :

Un nombre plus important de route pour compenser une augmentation du trafic. une même route pourra être simplifiée par la création de waypoints stratégiquement placés et ainsi permettre des trajectoires parallèles assurant les minima de séparation requis.

- Des trajectoires simplifiées permettant aux appareils ne faisant que survoler des zones à forte densité de trafic de ne pas être retardés.
- Optimiser les trajectoires de rejoindre les circuits d'attente, positionnement optimale des circuits d'attente compte tenu des trajectoires de finale envisagées.
- Limiter le dérapage (écartement) le trafic en utilisant RNAV.
- Améliorer le guidage.
- Une plus grande liberté latérale aux aéronefs.

✓ *Point de vue utilisateurs <<aviation civile>>*

Premier utilisateur de l'espace aérien est par voie de conséquence première bénéficiaire de toute amélioration du système, les opérateurs aériens (compagnie commerciale, aviation d'affaire et générale ect.....) sont les moteurs de développement dans ce domaine.

En effet leurs demandes pour ne pas dire exigences dans le domaine de flexibilité, de l'efficacité de l'utilisation de l'espace, leurs permettent de gérer au mieux les coûts de tout mouvement de l'aéronef.

Pour y arriver, le meilleur moyen est de pouvoir faire réduire les temps de vol entre les points de départ et de destination. Pour cette raison, les possibilités d'augmentations des secteurs liés à

la RVSM, mais aussi les trajectoires parallèles permises par la RNAV, sont des facteurs importants déjà pris en compte par l'installation des équipements nécessaires dans les appareils. C'est pourquoi ils voudraient pouvoir en tirer bénéfices le plutôt possible avec une mise en application systématique dans la grande partie de l'espace du CEAC.

✓ **Point de vue des ATM (air trafic management) :**

L'implantation de la RNAV, dans un premier temps dans le réseau en route, et dans un deuxième temps dans la TMA aura pour conséquences :

- Le raccourcissement des trajectoires (réseau ATS et TMA)
- L'augmentation du nombre de route dans un espace considéré (route parallèles), donc l'augmentation de la capacité des secteurs.
- une augmentation du taux d'utilisation des pistes.
- Des séparations stratégiques entre les trajectoires (notamment dans les TMA) liées à une plus grande précision de suivi des trajectoires.

IV.6.1.RNAV : Problèmes actuel

- Différents algorithmes d'estimation de position ;
- Différentes systèmes de configuration ;
- Différence dans l'interprétation des données de base de données de navigation ;
- Le comportement du système est assez différent lorsqu'il est utilisé dans différents aéronefs, ceci et du à la méthode avec la quelle il est opéré. ***

IV.7.LES ELEMENTS RNAV

IV.7.1.Procédures RNAV de recouvrement

Une procédure de recouvrement est une procédure de vol aux instruments conçu sous des critères de RNAV avec le même chemin qui autre conventionnel courant.

IV.7.1.1.Cette solution est employée pour différents motifs

- mélanger le trafic, la RNAV d'avion équipé et non équipé. Pour les objectifs de l'ATS, il est plus facile de gérer le trafic avec des procédures de recouvrement.
- laissez les opérateurs d'avion qui ont investi dans l'équipement de RNAV obtenir certain bénéfices.
- pour obtenir une certaine expérience de la gestion de l'espace aérien RNAV

IV.7.2.B-RNAV

IV.7.2.1. Introduction

Depuis le 25 janvier 2001, la totalité de l'espace aérien français au-dessus du FL115 est un espace B-RNAV (**B**asic **a**Rea **N**AVigation).

Pour voler dans cette zone, la capacité B-RNAV de l'aéronef doit être validée. En dessous du FL115 subsistent des routes intérieures basées sur des moyens radioélectriques traditionnels (VOR/DME...).

La B-RNAV est un moyen de navigation RNAV, défini par EUROCONTROL, dont la précision de navigation mini est la suivante:

- Précision de navigation en route de +/-5NM pendant 95% du temps de vol. On parle de RNP 5 (Required Navigation Performance 5NM) ;
- une continuité de service de 99.99% du temps de vol (infrastructures sol et bord confondues) .A noter que la tendance aujourd'hui est de généraliser le mode de navigation RNAV.

✓ **Deux conséquences:**

- Evolution de la B-RNAV vers la B-RNAV+ dans les zones terminales des aéroports (ex: LFPG/PO/LL), puis vers la P-RNAV (RNP1 c'est à dire une précision de +/-1 NM)
- la disparition progressive des balises VOR, mais maintien des DME.

IV.7.2.2.Espace B-RNAV

Il s'agit de tout le réseau de routes ATS publié de la CEAC. Pour pouvoir voler à l'intérieur de cette zone, la capacité B-RNAV de l'aéronef dans son ensemble doit être démontrée.

IV.7.2.3.Route B-RNAV

C'est une route publiée, tracée sur le territoire de la CEAC et ne survolant pas nécessairement les aides radioélectriques au sol, le long de laquelle les aéronefs doivent naviguer avec une précision de navigation RNP 5. Dans le cadre de la B-RNAV, il est précisé que les Etats de la CEAC s'engagent à fournir l'infrastructure DME nécessaire à la navigation B-RNAV sur les routes désignées en tant que telles.

La définition d'une route B-RNAV nécessite donc avant tout une étude de l'infrastructure sol DME et de la disponibilité et continuité de service de ces aides.

Inversement, si un opérateur choisit un autre type d'aide à la navigation, c'est à lui de s'assurer de la disponibilité et continuité de service associées.

Les exploitants doivent être conscients du fait que le DME est appelé à devenir la principale source de données de position dans la zone CEAC et que le maintien en service des VOR au delà de 2005 pourrait ne plus être garanti.

IV.7.2.4.Certification des systèmes B-RNAV

✓ **Hypothèses de base**

Pour la mise en œuvre d'un espace B-RNAV dans la zone CEAC, EUROCONTROL à émis plusieurs hypothèses :

- Le service ATC assure la séparation des aéronefs ;
- la couverture radar est Complète sur la zone CEAC ;
- une couverture DME est garantie sur tout l'espace B-RNAV CEAC ;

- aucune redondance dans l'équipement de navigation B-RNAV n'est exigée pour atteindre le niveau minimum de disponibilité et d'intégrité requis, en prenant pour hypothèse la couverture radar et l'existence des aides à la navigation au sol,
- en cas de panne du système de navigation B-RNAV, l'avion garde la capacité de rejoindre un itinéraire s'appuyant sur des moyens de navigation conventionnels (VOR/DME), et de naviguer sur cet itinéraire. Dans ce cas, l'ATC prendra les mesures appropriées pour permettre la poursuite du vol.

IV.7.2.5. Gestion des pannes

Avant de pénétrer dans l'espace B-RNAV, l'équipage doit s'assurer que son système B-RNAV est bien en état de fonctionnement. Si tel n'est pas le cas, il doit contacter l'ATC.

Dans l'espace B-RNAV :

En cas de dépassement de la tolérance de précision de la navigation ou en cas de panne du système de navigation, l'équipage doit :

- changer de moyen de navigation B-RNAV, s'il en existe un autre à bord, pour poursuivre le vol en espace B-RNAV,
- ou, si aucun autre moyen B-RNAV n'est utilisable, tout en poursuivant le vol à l'estime, alerter l'ATC qui, dans la mesure du possible, amènera l'avion sur un itinéraire s'appuyant sur des moyens de navigation conventionne (VOR/DME).

Par ailleurs, la surveillance de la navigation doit être un souci permanent. L'équipage doit être prêt à tout moment à utiliser les moyens conventionnels de La navigation si nécessaire.

IV.7.3. RNAV de précision P-RNAV

La P-RNAV permet les opérations de l'espace aérien RNAV basées sur l'utilisation des équipements RNAV que détermine automatiquement la position de l'aéronef dans le plan horizontal, qui sont dans les différents États de la CEAC, en utilisant les apports de les types suivants de détecteur de position (en aucun ordre de priorité)

- a) Distance Measuring Equipment, donner des mesures à partir de deux ou plusieurs stations au sol (DME / DME).
- b) à très haute fréquence Omni-directional Radio gamme avec un Co-localisés DME (VOR / DME), où il est considéré comme satisfaisant aux exigences de la procédure.
- c) Global Navigation Satellite System (GNSS).
- d) Système de navigation inertielle (INS) ou le système de référence inertielle (IRS), avec la mise à jour automatique de la radio basée approprié des équipements de navigation.

P-RNAV offre la possibilité d'utiliser la fonctionnalité RNAV à toutes les phases du vol, sauf en approche finale. Cela permet à l'administration dans les voies de l'espace aérien à être défini afin de mieux répondre aux besoins de l'aéroport, le contrôleur de la circulation, aérienne et le pilote.

- conforme à RNP1 en termes de précision seulement ;
- Pour des procédures SID STAR et initiales ;
- Vérifier que les moyens radioélectriques permettent d'obtenir les conditions d'intégrité RNP1
- Précision : 1 NM 95 % du temps de vol
- Intégrité et continuité retour aux moyens conventionnels
- Double FMS recommandé
- 9 points de cheminement
- Indications de positionnement et panne
- Orientation, distance au WP actif
- TF CF DF recommandé
- Fly-by obligatoire.

IV.7.4.RNAV libre

Opération RNAV dans le cadre de laquelle des itinéraires peuvent être planifiés sur des segments non définis par des routes ATS fixes. De telles opérations peuvent être limitées à certaines régions d'information de vol (FIR) ou certaines parties de FIR au sein de la zone CEAC, et peuvent faire l'objet de limitations de niveau de vol.

IV.7.5.RNP

Les aéronefs modernes sont de plus en plus équipés pour la RNAV, laquelle facilite la mise en place d'un réseau de routes souple .de plus en ayant recours au concept de RNP, on peut éviter d' avoir a choisir entre des réseaux concourants .cependant, il demeure nécessaire d'assurer une normalisation internationale des techniques de navigation qui sont largement utilisées a l'échelle internationale.

Un type RNP à pour objet de définir des performances de navigation de la population d'usagers a l'intérieurs d'un espace aérien en fonction des possibilistes de navigation qui existent dans cet espace. Les types RNP sont identifiés par une valeur unique de précision, comme l'avait envisagé le comité FANS.

La précision d'utilisateur du système fondé sur la combinaison de l'erreur de capteur de navigation, de l'erreur du récepteur embarqué, de l'erreur d'affichage et de l'erreur technique de vol. Le résultat de cette combinaison et aussi appelée précision de navigation.

Ces précisions peuvent être utilisées par le responsable de la planification de l'espace aérien pour déterminer le potentiel d'utilisation de cet espace et comme données servant a devenir des largeurs de route et des critères de séparation de trafic. Bien que la PNR ne constitue pas en soi une base suffisante pour établir une norme de séparation.

Les types RNP spécifient la précision minimale de navigation à respecter dans un espace aérien Défini.il est évident qu'un aéronef ayant un type RNP moins précis serait normalement exclu d'un espace dont les exigences sont plus sévères, une autre possibilité étant de lui attribuer des minimums de séparation accrus. S'il possède l'équipement approprié, un aéronef capable d'une précision de navigation supérieure à celle qui est spécifié pour un espace aérien donné pourrait voler dans celui-ci (cas d'un aéronef certifier RNP1 volant dans un espace aérien RNP4). Il peut toutefois se présenter des cas ou , par exemple , la précision de navigation d'un

aéronef répond aux exigences d'un espace aérien ou est appliquée une RNP plus rigoureuse de fait de l'infrastructure des aides de navigation, mais pas à celle d'un espace aérien ou est appliquée un RNP moins rigoureuse, faute d'aides correspondant à son équipement de navigation (cas d'un aéronef certifié RNP1 sur la base d'un double DME mais qui ne serait pas équipé des aides à longue portée nécessaire pour lui permettre d'évoluer dans, par exemple, un espace aérien RNP 12.6).

Les types RNP pour les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ sont définis du point de vue de la précision, de l'intégrité, de la continuité et de la disponibilité de navigation requise. Bien que certains types RNP prévoient une spécification de précision dans le plan latéral seulement (comme pour les phases en route), d'autres types prévoient des spécifications pour le plan latéral et vertical. Les types similaires à une spécification en route sont prévus pour les opérations tels des approches classiques ou des départs. La plupart des types de RNP pour les opérations d'approche et d'atterrissage exigent un confinement dans le plan vertical fondé sur des renseignements produits par le système de navigation.

IV.7.5.1. Définition de l'espace aérien RNP

Une RNP peut être appliquée à :

- Un espace aérien défini par exemple Atlantic nord, ou des spécifications de performances minimales de navigation (MNPS) sont en vigueur.
- Une route ATS fixe par exemple Sydney, Nouvelle-Zélande.
- Des voles sur des routes improvisées par exemple entre Hawaï et le Japon.
- Un volume d'espace aérien par exemple un bloc d'altitudes sur une route spécifiées.

IV.7.5.2. Route RNP

La RNP peut être appliquée aux routes ATS y compris les routes fixes et les routes d'exception.

IV.7.5.3. Route RNP fixe

Ce sont des routes ATS oubliées qui peuvent figurer dans un plan de vol et sont homologuées par un type de RNP déterminé, il n'est pas exclu qu'elles fassent l'objet de restrictions en ce qui concerne les périodes de disponibilité et d'utilisation des niveaux de vol

IV.7.5.4. RNP System

Un système de navigation de surface qui supporte de bord de suivi des performances et d'alerte.

IV.7.5.5. RNP opérations

Les opérations de l'aéronef au moyen d'un système de RNP pour les applications RNP.

IV.7.5.6. Type RNP

Le type RNP devrait être choisi en fonction des besoins tels que la demande de trafic prévue dans un espace aérien donné. Cette qualité de navigation requise déterminera le niveau nécessaire en ce qui concerne l'équipement embarqué et l'infrastructure de l'espace aérien.

• RNP1 :

Est destinée aux opérations sur route ATS les plus efficaces car elle fournit l'information de position la plus précise et, grâce à l'emploi de la RNAV, elle permet la plus grande souplesse d'itinéraire, de changement d'itinéraire et de réponse en temps réel aux besoins du système. Cette classification apporte également l'appui le plus efficace aux opérations, aux procédures et à la gestion de l'espace aérien pour transition entre l'aérodrome et la route ATS acquise dans un sens comme dans l'autre.

• RNP4 :

Correspond aux routes ATS et aux architectures d'espace aérien par une distance restreinte entre les aides de navigation, ce type de RNP est normalement associée à l'espace aérien continentale.

• RNP5

L'équipement doit assurer une précision de navigation avec un écart type de 2.5 NM (4.6KM) ou mieux en d'autres termes ,garantir que l'aéronef se maintiendra sans les limites de 5NM (± 9.26 KM) de part et d'autre de sa trajectoire prévu , 95% de son temps de vol

Ce niveau de précision est compatible à celui qu'atteignant actuellement les aéronefs dépourvue de potentiel RNAV opérant sur des routes ATS définie par VOR lorsque les VOR sont espacés de moins de 100 NM.

• RNP 10

Correspond à des minimums de séparation latérale et longitudinale réduits et à une efficacité opérationnelle accrue dans les régions océaniques et les régions éloignées où la disponibilité des aides de navigation est limitée.

• RNP 12.6

Correspond à des itinéraires optimisés restreints dans les régions à niveau réduit d'installations et services de navigation.

• RNP 20

Correspond aux possibilités minimales jugées acceptables pour utiliser une route ATS .cette qualité minimale de navigation devrait être réalisée par tout aéronefs évoluant à un moment quelconque dans un espace aérien contrôlé quelconque .des opérations ou des procédures fondées sur des possibilités inférieures à celles qu'exige la RNP 20 ne devraient être mises en œuvre que dans des circonstances particulières.

Des types de RNP plus exigeants seraient nécessaires pour les vols effectués au voisinage de la plupart des aérodromes, c'est-à-dire lors de la transition entre l'aérodrome et la route ATS. L'OACI étudie la possibilité d'entendre le concept de RNP aux opérations en région terminale.

Il sera peut-être très nécessaire pour certains états de mettre provisoirement en application une RNP 5 plutôt que la RNP 4, afin de permettre de continuer d'utiliser l'équipement de navigation actuel sans modifier les structures de routes existantes.

Il faudrait tenir compte du fait que dans les états où la précision de navigation atteinte actuellement par la plupart des aéronefs ne répond pas aux critères de la RNP4 et où des Systems

radar indépendants sont utilisés pour surveiller les mouvements des aéronefs, une largeur de couloir de ± 5 NM (± 2.7 NM) continuera d'être utilisée.

Remarque

- RNAV RNP 1 remplace l'expression RNAV de précision,
- RNAV RNP 5 remplace l'expression RNAV de base.
(Voir tableau IV.1*)

Précision de Cheminement	Critères RNAV pré-MASPS	Critères RNAV post-MASPS
5 NM 95%	RNAV de base (B-RNAV)	RNAV RNP 5
1 NM 95%	RNAV de précision (P-RNAV)	RNAV RNP 1
< 1 NM 95%		RNAV RNP (x) (x<1) ₁

Tableau (IV.1) critères RNAV

IV.7.6.VNAV

La navigation verticale dans le secteur aérien est une fonction du pilote automatique, qui dirige le mouvement vertical de l'appareil soit en fonction d'un préprogrammé FMS plan de vol en croisière ou en fonction de l'ILS glideslope pendant l'approche.

Elle est Certifiée pour l'exécution d'approches et capable de passer en temps utile en mode de guidage positif de trajectoire pour approche interrompue

IV.7.7.LNAV

L'approche de LNAV minimums est plus élevée que d'autres types de navigation de surface (RNAV), en raison de l'absence de guidage vertical. Aéronefs en s'appuyant sur LNAV instrumentation doit descendre progressivement plutôt que de suivre une trajectoire de descente fixé à la hauteur de décision (DH). En conséquence, le DH pour LNAV approches, dans la plupart des cas, être plus élevé que pour la plupart des LNAV / VNAV approches. Dans certains cas, même si, comme quand il ya un obstacle à proximité de la piste, LNAV de DH sera inférieure à celle de LNAV / VNAV approches. Aéronef volant à une approche LNAV descendre directement après le passage sur un obstacle alors que sur un vol LNAV / VNAV approche doit continuer sur sa trajectoire de descente.

Avec performance longitudinale et latérale (TSE) certifiée de 0,6 km (0,3 NM) ou moins, Avec une probabilité de 95 % .Les systèmes ci-après sont censés répondre à cette condition :

- équipement de navigation GNSS certifié pour l'exécution d'approches;
- systèmes multi capteurs utilisant des centrales inertiels de référence en parallèle avec un DME/DME ou un GNSS certifié pour l'exécution d'approches ;
- systèmes RNP approuvés pour l'exécution d'approches RNP 0,3 ou moins ;

IV.8.PERFORMANCES OPERATIONNELLES

IV.8.1.Exactitudes

Niveau de confiance entre la position calculée et la position réelle. Il exprime dans les 95 % du temps. C'est la probabilité de non-fiabilité de l'information doit être inférieure à 10^{-5} par heure de vol.

IV.8.2. Disponibilité

Indication de l'aptitude du système à fournir un service utilisable pour l'application voulue.

IV.8.3.Continuités de services

Indication de l'aptitude du système RNAV à assurer la qualité de navigation requise dans les limites de la zone de couverture spécifiée pour le système de navigation considéré. Elle est définie comme la durée pendant laquelle le système est utilisable à des fins de navigation et pendant laquelle des informations de navigation fiables sont présentées à l'équipage, au système de contrôle automatique de vol (AFCS) ou à tout autre système gérant le vol de l'aéronef, et tient compte de la continuité des fonctions de l'infrastructure de navigation.

IV.8.4.Intégrités

Aptitude d'un système à fournir en temps utile des avertissements aux usagers lorsqu'il ne devrait pas être utilisé pour la navigation.

IV.9.LES OPERATIONS RNAV

Opérations d'avions en utilisant un système de navigation sur zone pour des applications de RNAV selon lesquelles ne sont pas développées, l'exécution a basé le manuel de navigation (Doc. 9613). (Voir figure IV.8)

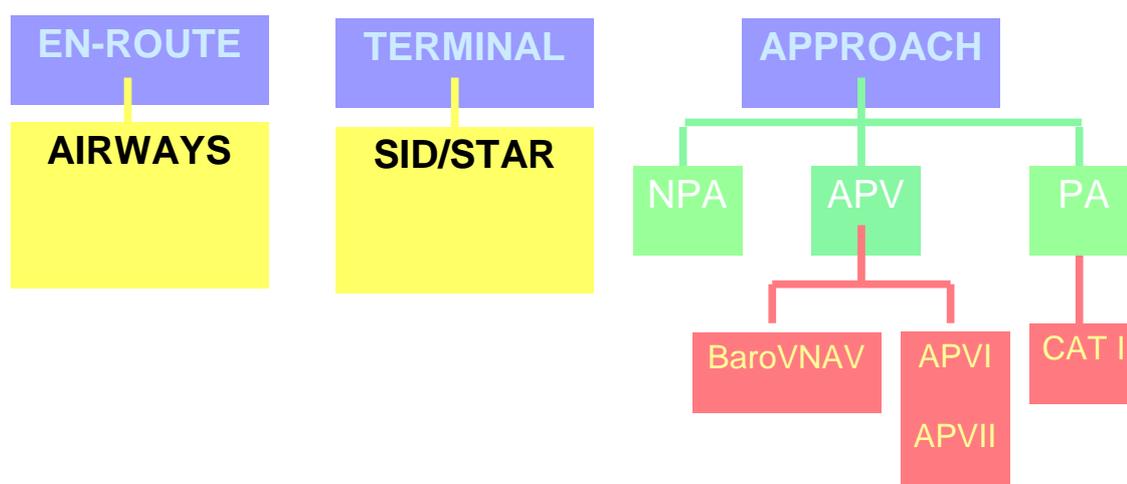


Figure (IV.8) les opérations RNAV

IV.9.1. En Route

L'infrastructure de navigation permettra une précision RNAV de qualité RNP1, ce qui rendra possible la création de routes rapprochées là où les développements de l'espace aérien le nécessiteront.

IV.9.2. Terminal : Les SID et les STAR

- **SID RNAV**

Procédure de départ IFR publiée pour l'ATC codée dans une base de données FMS d'un aéronef présentée sous forme graphique et textuelle et destinée aux aéronefs qui possèdent l'équipement et l'autorisation appropriés. (Voir figure IV.9)

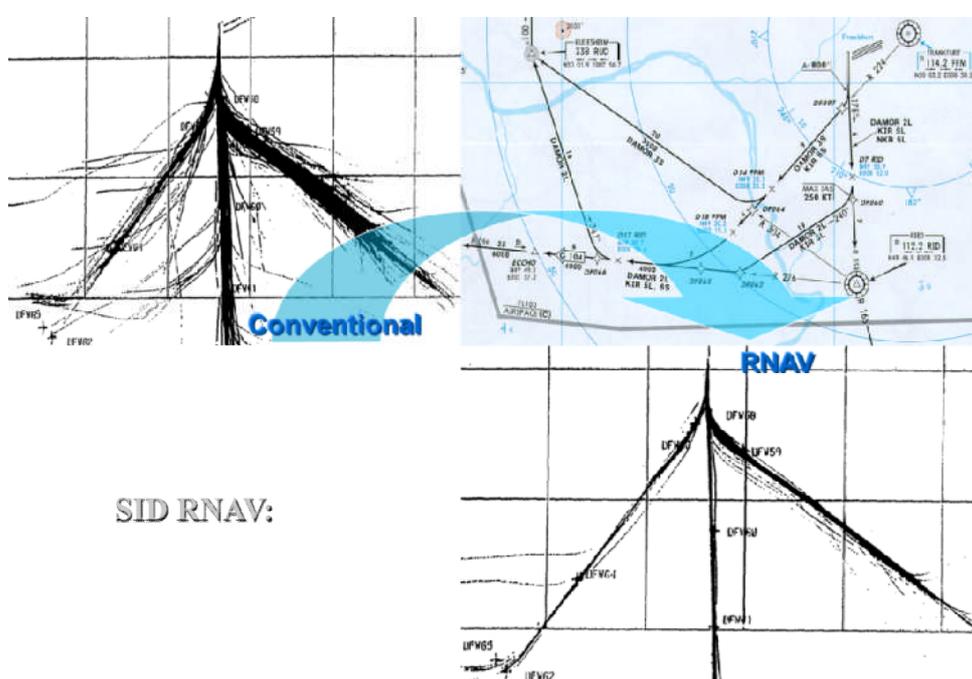


Figure (IV.9) SID RNAV

- **STAR RNAV**

Procédure d'arrivée IFR publiée pour l'ATC codée dans une base de données FMS d'un aéronef présentée sous forme graphique et textuelle et destinée aux aéronefs qui possèdent l'équipement et l'autorisation appropriés.

IV.9.3.Approche

IV.9.3.1. NAP : Une procédure d'approche aux instruments qui utilise le guidage latéral mais n'utilise pas le guidage vertical.

IV.9.3.2.APV : Un instrument qui utilise la procédure latéral et vertical des conseils, mais ne remplit pas les conditions requises pour l'approche de précision et les opérations de débarquement.

Angle de la descente en approche finale publiée dans les procédures Baro-VNAV. Le VPA optimal promulgué est de 3° . Il ne sera pas inférieur à 3° , ni supérieur à $3,5^\circ$

IV.9.3.3.BARO VNAV : Le système de navigation verticale barométrique (baro-VNAV) est un système de navigation qui présente au pilote un guidage vertical par référence à un angle de trajectoire verticale (VPA) spécifié. Le guidage vertical est déterminé par ordinateur en fonction de l'altitude barométrique ; il est spécifié sous forme d'angle de trajectoire verticale à partir de la hauteur du RDH.

IV.9.3.4.PA: Une procédure d'approche aux instruments de précision latérale et verticale des directives minima telle que déterminée par la catégorie d'opération.

IV.10.RNAV BASE SUR LES MOYENS DE NAVIGATION

IV.10.1.Procédures RNAV (VOR /DME)

(Voir figure IV.10)

Dans les opérations en zone terminale et approche basées sur un VOR/DME de référence :

- VOR et DME doivent être Co-implanté.
- Acceptabilité de repère initiale et intermédiaire:

Tolérance maximale de ATT = \pm 2NM ou 25% de la longueur du segment suivant.

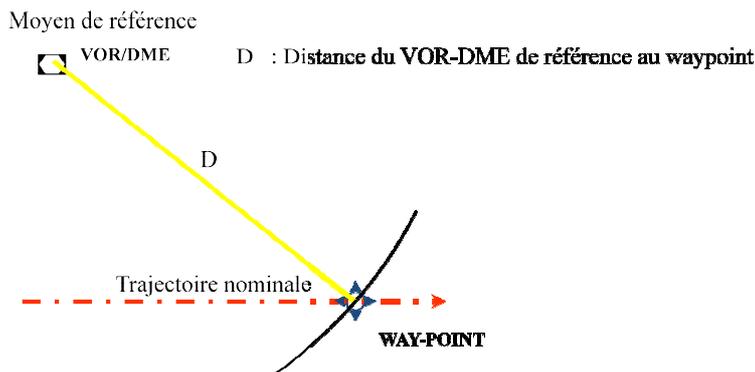


Figure (IV.10) Procédures RNAV (VOR /DME)

Exigences

- La couverture de moyen radio navigation à l'aide de logiciel.
- Coordonnées des WP exprimées en WGS avec précision de dixième de seconde.

IV.10.2. Procédures RNAV (DME DME)

(Voir figure IV.11)

Il faut vérifier la couverture réelle de DME sur la trajectoire voulue ;

- La portée maximale théorique (D) de DME : maximum de 200NM.
 $D = 1.23 H^{1/2}$ (en ft) pour plus de 2 DME.
 $D = 1.29 H^{1/2}$ (en ft) pour 2 DME seulement.

Evaluation à l'aide de logiciel.

- Angle d'intersection maximale des stations (entre 30° et 150°).
- Pas de DME de même fréquence avec les centres adjacents.

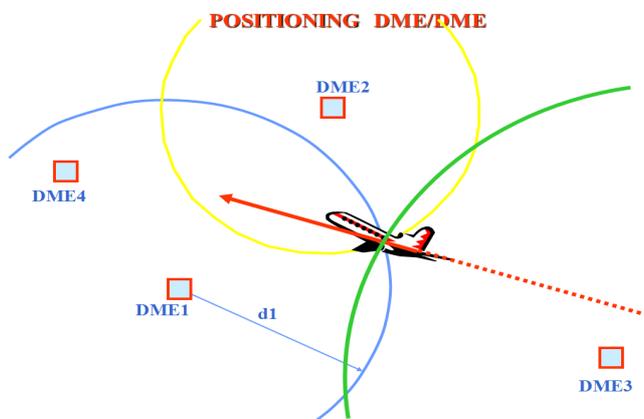


Figure (IV.11) Procédures RNAV (DME DME)

Exigences:

- La couverture de moyen radio navigation à l'aide de logiciel.
- Coordonnées des WP exprimées en WGS avec précision de dixième de seconde.

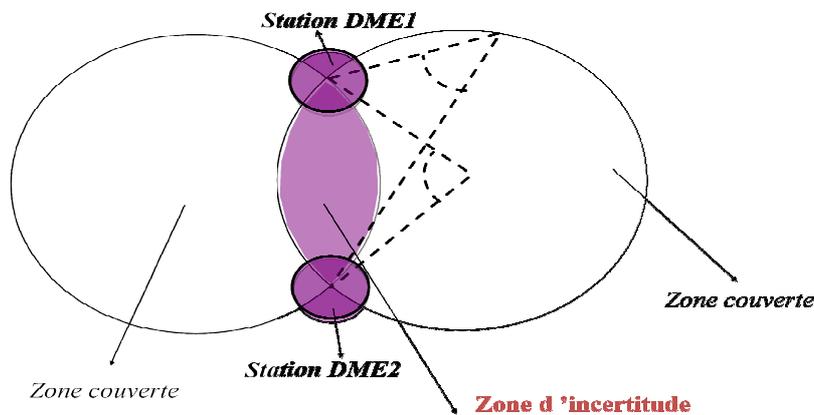


Figure (IV.12) Zone de couverture 2 stations DME

IV.11.RNAV BASEE SUR L'UTILISATION DES SATELLITES

IV.11.1.Introduction

Dans les domaines de communication, navigation, les recommandations de l'OACI sont de développer les transmissions en données et les technologies satellitaires. Le GNSS est un système mondiale de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs constellations de satellites, de récepteurs embarqués et d'un contrôle de l'intégrité du système, renforcé selon le besoin afin d'appuyer la RNP pour la phase effective d'exploitation.

Les systèmes de navigation par satellite actuellement en exploitation sont le GPS (système mondiale de localisation) des Etats- Unis et le GLONASS (système mondiale de satellite de navigation) de la fédération de Russie .ces deux système ont été présentés a L'OACI comme moyens pour appuyer le développement évolutif du GNSS .en 1994 , le conseil de L'OACI a accepté la proposition des Etats –Unis concernant le GPS et , en 1996 il a accepté l'offre de la fédération de Russie concernant le GLONASS .

Le secteur spécial GPS est composé de 24 satellites sur six plans d'orbite. les satellites évoluent sur des orbites quasi circulaires a 20 200 Km (10900NM), indiquées a 55 degré par rapport a l'équateur, et chaque satellite effectue une révolution en 12 heures approximativement.

Le secteur spécial GLONASS comporte 24 satellites opérationnels et plusieurs autres de rechange. Les satellites GLONASS évoluent a une altitude de 19100 Km et ont une durée de révolution de 11 heures 15 minutes, huit satellites sont placés a distance égale sur chacun des trois plans d'orbite ; l'inclinaison est de 64,8 degré et l'espacement de 120 degré

IV.11.2. LE GPS (global positioning system)

(Voir figure IV.12)

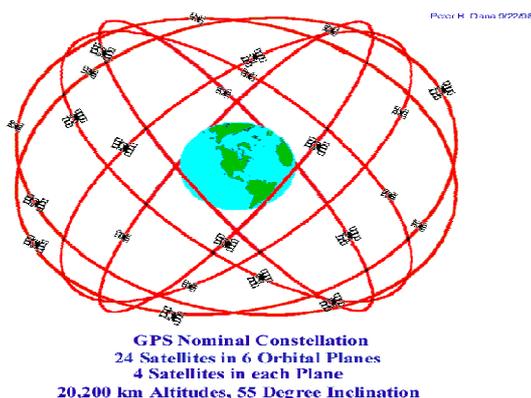


Figure (IV.12)

IV.11.2.1. Critères de certification d'un GPS

- Qualification de l'équipement (TSO C129a)
- Validation du mécanisme d'anticipation de virage
- Intégrité de la base de données
- Vérification et validation de l'installation
- Supplément au manuel de vol

IV.11.2.2. Intégrité et continuité :

Visualisation du plan de vol et de la trajectoire

- Aéronefs JAR 25 : Deux systèmes GPS sont requis
- (probabilité d'information erronée en finale $< 10^{-7}/\text{HdV}$)
- Aéronefs JAR 23 : Un seul système si affichage cartographique approuvé et calcul de la position à l'IAF ou au FAF consolidé par le pilote
- Aéronefs JAR 27 et 29 : à définir

IV.11.2.3. Visualisation du plan de vol et de la trajectoire

(Voir figure IV.13)



Figure (IV.13)

- Il est fortement recommandé que l'installation dispose d'un système d'affichage cartographique approuvé
- Approbation de cet équipement sur :
 - o niveau d'intégrité des informations présentées
 - o interface homme machine (emplacement, couleur, symboles, lisibilité ...)

IV.11.2.4. Classification des GPS

Voir figure (IV.2)

CLASS SUBCLASS	A	B	C
1	NPA + RAIM		
2	ROUTE + RAIM		
3	NIL	NPA + equivalent to RAIM	
4		ROUTE + equivalent to RAIM	

Tableau(IV.2)*

IV.11.3.LE GNSS

IV.11.3.1.Définition

Le système global de navigation par satellite (GNSS) permet la mise en œuvre de la navigation de surface (RNAV) dans les phases en route, en région de contrôle terminale et en approche.

Le GNSS est basé sur l'utilisation possible de 2 constellations de base, GPS et GLONASS, ainsi que de 3 systèmes de renforcement :

- 1) ABAS: Système de renforcement embarqué,
- 2) GBAS: Système de renforcement au sol,
- 3) SBAS: Système de renforcement satellitaire.

Dans La FIR/UIR Tunis, l'utilisation de la constellation GPS renforcée par un service d'intégrité interne au système de navigation de bord, de type ABAS, constitue le cadre d'utilisation des procédures d'approche RNAV (GNSS) de non précision. Cette AIC a pour objet de décrire les NOTAM GNSS mis à disposition des exploitants par le service d'information aéronautique en vue de la préparation des vols à destination des aéroports tunisiens dotés de telles procédures.

IV.11.3.2.Procédures RNAV (GNSS)

Pour pouvoir être utilisés comme système de navigation pour les approches classiques les récepteurs GNSS, doivent prévoir des contrôles réguliers d'intégrité qui avertissent le pilote lorsque les renseignements servant à déterminer la position n'ont pas le niveau requis de fiabilité. La précision dépend essentiellement de :

- Nombre de satellite en vue.
- De la géométrie de la constellation.
- De panne de satellites.

IV.11.3.3. La précision de la position avion

(Voir figure IV.13)

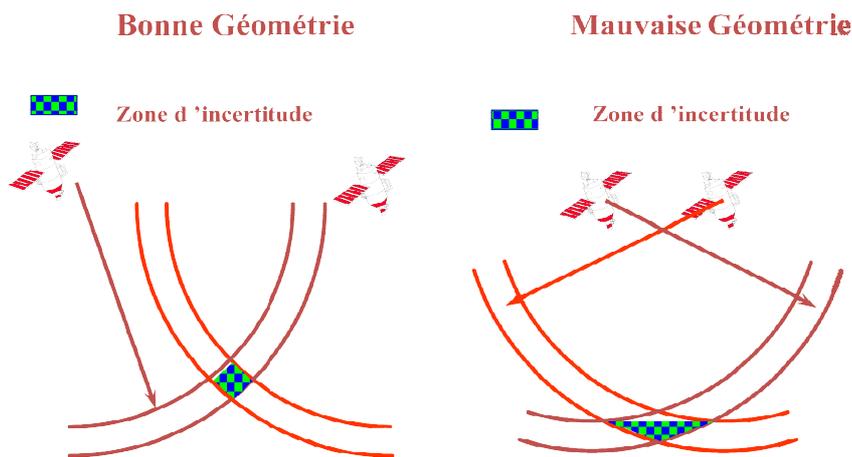


Figure (IV.13)

IV.11.3.4. RNAV (GNSS) Concept en Y

Exigences

- La couverture de satellites à l'aide de logiciel.
- Notam GNSS.
- Coordonne des WP exprimé en WGS avec précision de dixième de seconde.

IV.11.3.5. RNAV (GNSS) Concept en T

Exigences:

- La couverture satellites à l'aide de logiciel.
- Notam GNSS.
- Coordonne des WP exprimé en WGS avec précision de dixième de seconde

IV.11.3.6. Fonction RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring)

Le système GNSS/ABAS est affecté par des limitations liées au nombre de satellites de la constellation en vue ou en fonctionnement correct.

La fonction RAIM permet de vérifier l'état des signaux reçus des constellations de satellites. Elle émet une alerte indiquant la possibilité d'une erreur de position inacceptable quand elle détecte une incohérence dans l'ensemble de mesures de distances transmises par les satellites. Cette fonction est indisponible lorsque le nombre de satellites reçus est insuffisant ou leur géométrie défavorable.

IV.11.3.7.Préparation De Vol

Lors de la préparation d'un vol à destination d'un aéroport tunisien doté d'une procédure RNAV GNSS, la disponibilité de la fonction RAIM (ou algorithme équivalent) doit être vérifiée par l'exploitant (RAIM disponible 15 min avant l'ETA (Estimated Time of Arrival) et jusqu'à 15 min après l'ETA). Il peut utiliser pour cela:

Soit l'outil de prévision de l'équipement de bord ou un logiciel identique. Dans ce cas, les informations sur l'éventuelle indisponibilité de satellites doivent être rentrées dans le programme prédictif de cet équipement ou de ce 1 Ces informations sont données par les NOTAM relatifs à l'état de la constellation GPS

Soit les prévisions calculées par des logiciels ou outils disponibles sur Internet, tel Augur, développé par Eurocontrol Les prévisions sont proposées pour les équipements dotés d'hybridation barométriques ou non.

Soit les prévisions contenues dans les NOTAM RAIM élaborés par le service d'information aéronautique tunisien. Ces NOTAM RAIM sont disponibles pour les équipements avec ou sans hybridation barométrique.

En cas d'indisponibilité prévue du RAIM ou, plus générale, du GNSS, l'équipage de conduite est supposé utiliser d'autres moyens de navigation, choisir une autre destination ou retarder le vol.

«Afin de déterminer quel type de prédictions utilisés, prédictions avec hybridation barométrique ("baro-aided") ou sans hybridation barométrique ("non baro-aided)", il faut savoir si une entrée d'altitude barométrique alimente l'installation de bord concernée ou non.

La disponibilité du RAIM nécessite la réception d'un nombre minimum de satellites. L'hybridation barométrique permet de réduire ce nombre d'une unité»

IV.12. COMPARAISON ENTRE RNAV ET CLASSIQUE

(Voir figure IV.14, IV.15)

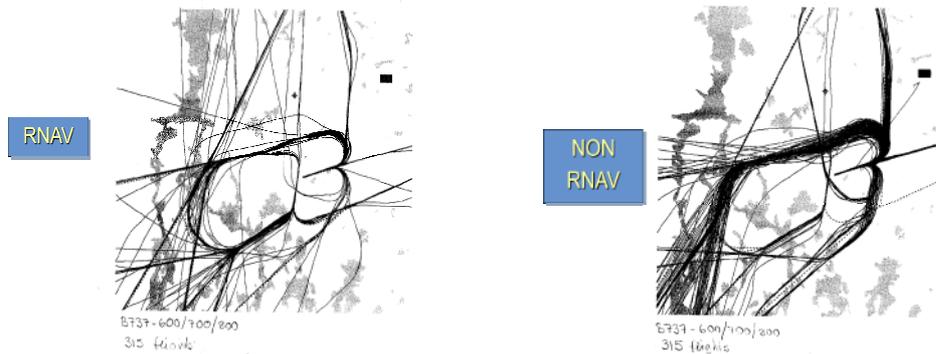


Figure (IV.14)

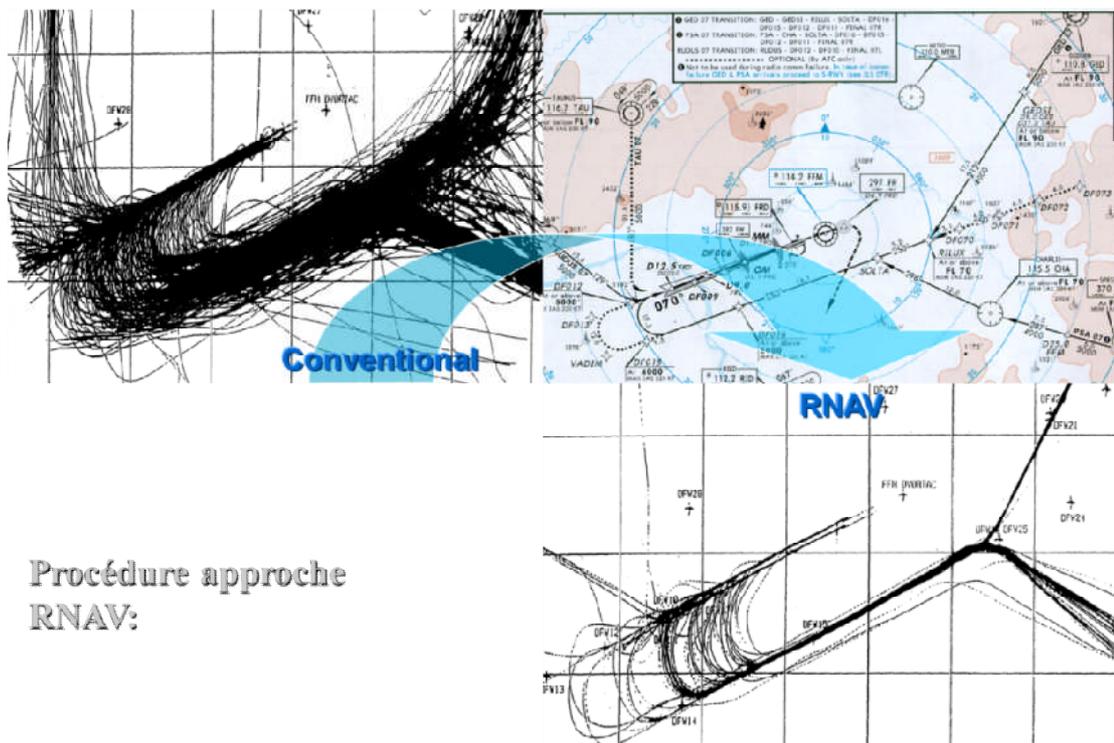


Figure (IV.15)

Chapitre V

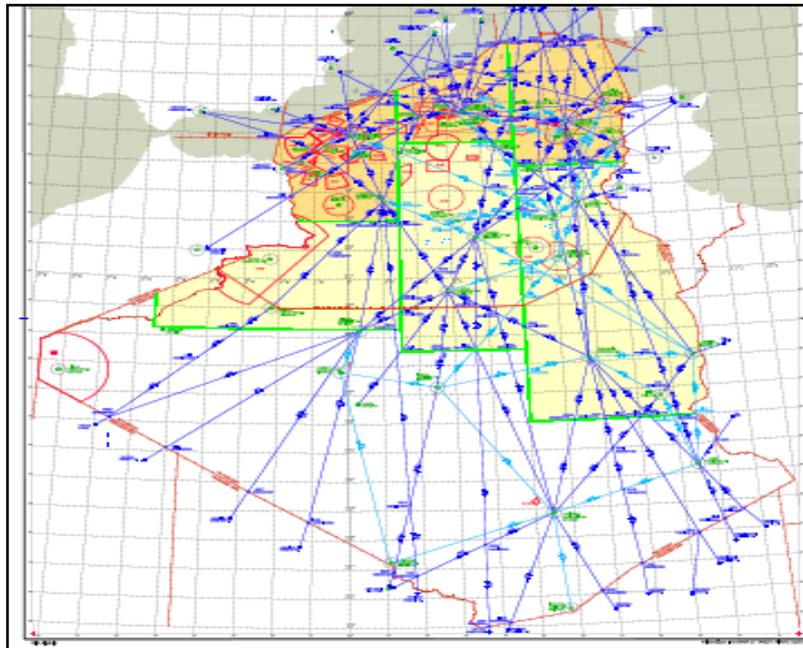
Etude de l'existant de l'aérodrome de Tamanrasset

V.1.GENERALITES

Selon sa situation géographique, l'Algérie se trouve au carrefour du trafic EST/OUEST et NORD/SUD. Cet emplacement stratégique le rend un partenaire incontournable dans les grandes rencontres qu'organise l'OACI dont elle est membre.

V.1.1. division de l'espace aérien algérien

L'espace aérien algérien est composé d'une seule région d'information de vol (FIR), à l'intérieur de cette FIR, l'espace aérien est divisé en trois (03) catégories: A, D et E plus ou moins équivalentes aux catégories recommandées par l'OACI. Quatre (04) catégories OACI: B, C, F et G qui ont été adoptées par l'Algérie sont disponibles à des fins d'utilisation mais à l'heure actuelle aucune portion de l'espace aérien n'a été classée dans ces catégories. (Voir tableau V.1*). Cette FIR a été divisées en sept (7) secteurs. (Voir figure V.1)



Figure(V.1) sectorisation actuelle (carte de croisière)

<i>Secteurs</i>	<i>Classe</i>	<i>Limites verticales supérieures</i>	<i>Limites verticales inférieures</i>	<i>Espace</i>
TMA CENTRE ALGER Espace supérieur	A	FL 450	FL 245	Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus
TMA CENTRE ALGER Espace inférieur	D	FL 245	450M GND/MSL (1)	Espace CVSM
TMA NORD/EST	D	FL 450	450M GND/MSL (2)	Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus
TMA ORAN	D	FL 450 (3)		Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus
SECTEUR SUD/CENTRE	E	FL 450	900M GND	Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus
SECTEUR SUD/EST	E	FL 450	900M GND (4)	Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus
SECTEUR SUD/OUEST	E	FL 450	900M GND	Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus
SECTEUR SUD/SUD	E	FL 450	900M GND	Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus

- (1) Sauf dans la zone de contrôle (CTR) d'Alger.
(2) Sauf dans les régions de contrôle (CTA) de Constantine et d'Annaba.
(3)
(a) à l'intérieur du cercle de 25 NM de rayon centré sur 353817 N 0003444 W. Limite inférieure 300M GND/MSL.
(b) à l'extérieur du cercle limite inférieure FL 45 ou 300 M GND lorsque le FL 45 se trouve à moins de 300 M/ GND.
(c) au-dessus des zones de contrôle incluses dans ses limites latérales, la limite inférieure de la TMA est fixée au plafond de ces zones.
(4) Sauf dans la zone de contrôle (CTR) de HASSI MESSAOUD.

Tableau (V.1*) Classification de l'espace aérien

V.1.2. Les zones déléguées à l'approche

Pour mieux gérer et contrôler les trajectoires des aéronefs autour des aéroports ayant la plus grande densité de trafic aérien, il a été développé dans ce cadre cinq (5) centres de contrôles d'approches qui gèrent l'ensemble du trafic à l'arrivée et au départ de ces aérodromes. Le contrôle d'approche est physiquement localisé dans la tour de contrôle. (Voir tableau V.2*).

Désignation	Classe	Limite inférieure	Limite supérieure
APP Alger/Houari Boumediene	D	450 m GND/MSL	FL 145
APP Annaba	D	450m GND/MSL	FL 105
APP Constantine	D	450m GND	FL 105
APP Hassi Messaoud	D	900m GND	FL 105
APP Oran	D	450m GND/MSL	FL 105

Tableau (V.2) les services d'approche*

V. 1.3. Les aides de radionavigation et de surveillance

En général, la navigation en route en Algérie s'appuie sur des stations VOR/DME ou NDB, qui comprend environ trente-cinq (35) stations, la plupart de ces stations sont installées dans les aéroports aux prolongements des pistes principales à l'exception de quelques unes qui sont implantées dans des sites plus éloignés. Ils sont gérés par les services techniques de la navigation aérienne (DTNA) ; cette dernière assure l'installation et la maintenance de tous les moyens radios navigation.

L'ENNA a opté pour la mise en œuvre d'un radar primaire (PSR) Co-implanté avec un radar secondaire à Alger, et de quatre (4) radars secondaire (SSR) repartis dans les régions principales du pays : Annaba, Oran, El Oued et El Bayadh. (Voir tableau V.3*).

Type	Station radar	Site	Date d'installation
PSR/SSR	Oued Smar	Alger	Février 2001
SSR	seraidi	Annaba	Décembre 2001
SSR	Murdjadjo	Oran	Janvier 2001
SSR	Guemmar	El oued	Avril 2002
SSR	Bouderga	El bayadh	Mai 2003

Tableau (V.3) moyens de surveillance*

V.2.SECTEURS SUD-SUD

V.2.1. Limites du secteur

Les limites en plan et en altitude de ce secteur sont définies ci après :

- ✓ *Limites latérales* : limite reliant du cotée nord les point 26° 00 00 N- 28° 30 00 N-29 °30 07 N, du l'Est est limites par la FIR du Tripoli, puis du Sud par les FIR de Niamey et Dakar, en fin par la FIR de Casablanca du coté Ouest et Nord Ouest.
- ✓ *Limites verticales* : 900 m GND/UNL, jusqu'au limite verticale FL105. classées dans l'espace aérien G.

V.2.2. Aérodomes à l'intérieur du secteur SUD/SUD

Dans ce secteur existe huit (07) aérodomes : DJANET, TAMANRASSET, INGUEZZAM, BB MOKHTAR, IN SALAH, ADRAR, TINDOUF.

V.2.3. Description de l'aérodrome de Tamanrasset

V.2.3.1. Situation géographique de l'aérodrome

L'aérodrome international de Tamanrasset se trouve dans l'espace aérien appartenant à la classification G, dont les coordonnées géographiques sont 224840N 0052703E.

Cet aérodomme se situe à une distance de 3.6 NM au Sud Ouest de la ville.

- L'altitude du terrain est de: 1377 mètres.
- Température de référence : 29 °c.
- La déclinaison magnétique : 1°E (2005).
- L'altitude de transition : 2880 mètres.
- Types de trafic autorisé : IFR/VFR.

En matière d'infrastructure : l'aérodrome se compose de deux pistes :

✓ **Une piste principale 02/20 :**

- Orientation magnétique : 022 °/ 202°
- Coordonnées géographiques du seuil :
 - *THR 02 : 224746.60N 0052639.92E;
 - *THR 20 : 224935.29N 0052727.30E;
- Altitude du seuil :
 - *THR 02 : 1359 M
 - *THR 20 : 1377 M
- Dimension : 3600 x 45 mètres ;
- Résistance : PCN 56 F / B/ W/ T ;
- Nature de revêtement : BETON BITUMINEUX.

✓ **Une piste secondaire 08/26 :**

- Orientation magnétique : 081 °/ 26 °
- Coordonnées géographiques du seuil :
 - *THR 08 : 224825.96N 0052522.07E
 - *THR 26 : 224842N 0052739E
- Altitude du seuil :
 - *THR 08 : 1361M
 - *THR 26 : 1363 M
- Dimension : 3100 x 45 mètres
- Résistance : PCN 48 F/A/X/T ;
- Nature de revêtement : ASPHALTE

❖ **Les aides de radionavigation et atterrissage :**

- DVOR/DME TMS 112.5 MHZ CH 72X : se trouve sur le 022° à une distance de 2000 m du THR 20 ;
- NDB TAM 358 MHZ : se trouve sur le 241 ° à une distance de 311m THR 26 ;
- LLZ 08 ILS CAT II TA 110.1KHZ : se trouve sur le 081° à une distance de 311m THR 26 ;
- LLZ 20 ILS CAT I TM 108.5 MHZ;
- GP 334.4 KHZ : à une distance de 350 m du THR 08 et à 120 m à gauche d'axe RWY ;
- DME/P TA CH38X ;
- DME/P TM CH22 X;
- L TM 270 KHZ : se trouve sur le 022° à une distance de 1140m du THR 20 ;

❖ Procédures d'approches aux instruments :

Actuellement l'aérodrome de Tamanrasset dispose de trois Procédures d'approches aux instruments :

- Une procédure d'approche L RWY 02 ;
- Une procédure d'approche DVOR/DME RWY 02 CAT A/B et C/D ;
- Une procédure d'approche DVOR/DME-ILS RWY 20

V.2.3.2. Définition de l'espace aérien de Tamanrasset

L'aérodrome de Tamanrasset est situé dans le secteur SUD/SUD on distingue :

V.2.3.2.1. La zone de contrôle de Tamanrasset (CTR)

L'espace aérien relevant de contrôle d'aérodrome de l'aérodrome de Tamanrasset est défini comme suit :

- *Les limite latérales* : cercle de 10 NM de rayon centré sur le point de référence de l'aérodrome (22 50 34N 005 27 53E).
- *Les limites verticales* : 900 m / GND ;
- *Indicatif d'appel et langage de l'organe ATS* : Tamanrasset tour, Fr.
- *Altitude de transition* : 2880 m :

V.2.3.2.2. Zones à statut particulier

✓ **zone dangereuse** DA - D 85 :

- *Limite latéral*

Segment de droite joignant les points :

231246N 0050655E – 232331N 0050143 E

231553N 0045302E – 230749N 0045915 E

- *limite vertical*

GND-FL 295

V.2.3.3. Cheminement VFR

Les arrivées et départs d'un vol VFR sont signalés par les points d'entrée et de sortie (N), (W), (S) à l'intérieur de la CTR de Tamanrasset ou l'autorisation de rejoindre le circuit sera demandée (hauteur minimale de 2880 m).

Le contrôle pourra autoriser ces vols quant la visibilité horizontale est supérieur à 8000 m et la visibilité verticale supérieur à 300 m

V.2.3.4. Transit

Les aéronefs en transit doivent respecter les cheminements VFR, ou avant de pénétrer dans la CTR de Tamanrasset, doivent être au préalable autorisés par le contrôle d'aérodrome à transiter.

V.3.ETUDE STATISTIQUE

V.3.1. Définitions

- **Aéroport international**

Aéroport d'entrée et de sortie destiné au trafic aérien international ou s'accomplissent les formalités de douanes, de contrôle des personnes, de sante publique et de contrôle vétérinaire et sanitaire.

- **Aérodrome à usage restreint**

Aérodrome civil d'état destiné à des activités répondant à des besoins collectifs, techniques ou commerciaux mais limités dans leur objet à certaines catégories d'aéronefs et à certaines personnes spécialement désignées.

- **Mouvements d'aéronefs**

Atterrissage ou décollage d'aéronefs d'un aérodrome.

- **Mouvements commerciaux**

Mouvements d'aéronefs appartenant à des compagnies aériennes effectuant le transport des passagers et de fret (régulier, non régulier).

- **Mouvements non commerciaux**

Comprenant les mouvements d'aéronefs effectuant des vols d'aéroclubs, vols privés, de travail et taxi aérien, de compagnies aériennes sans chargement (entraînement du personnel navigant, mise en place, essai, ect.) Evasan (évacuation sanitaire) nationaux et étrangers.

- **Aérodromes ouverts a la CAP**

Aérodrome ouvert à la circulation aérienne publique.

- **Survols d'aéronefs**

Aéronefs survolant l'espace aérien algérien et pris en charge par le CCR.

- **Survol avec escale**

Il s'agit de vol comportant au moins une escale sur le territoire national.

- **Survol sans escale**

Vols sans atterrissage (transit).

- **Vols spéciaux**

Aéronef d'état, VIP,...etc.

V.3.2.Introduction

Une évolution des courants du trafic actuel ou prévu constitue une étape importante dans les premières phases de la conception des procédures d'approche et de départ et arrivé .les caractéristiques du flux de trafic influenceront sur le positionnement et la rentabilité de l'attente et pour cela nous avons fait une étude statistique sur le flux de trafic.

- premièrement commençant par l'année 2004 nous avons fait une étude statistique complète car après recherche nous avons constaté que le trafic sur cet aérodrome pour cette année était très important.
- Etude statistique Pour les septes dernières années afin de voir l'évolution au cours des années.
- Pour les mois piques des années 2007-2008-2009, pour voir le flux sur les axes de trafic afin de mieux positionner notre attente et c'est le but visé d'après ce chapitre.

V.3.3. Statistique du trafic 2004 sur l'aérodrome de Tamanrasset

Le trafic commercial en Algérie, on note que 45.7% du trafic commercial est pris en charge par l'A/D d'ALGER. Pour l'aérodrome de Tamanrasset on a :

Régulier	cargo	Non régulier	total	Part en %	national	international
1358	00	00	1358	1.5	1319	39

Tableau (V.4) Statistique du trafic 2004 sur l'aérodrome de Tamanrasset*

V.3.3.1.les mouvements commerciaux nationaux

Régulier	cargo	Non régulier	Part %
1319	0	0	2.3

Tableau (V.5) les mouvements commerciaux nationaux*

V.3.3.2. Trafic commercial international

régulier	cargo	Non régulier	Part en %
39	00	00	0.1

Tableau (V.6) Trafic commercial international*

V.3.3.3. Trafic par aérodromes et par nature 2003-2004

Travail et taxi aérien	Vols locaux	officiel	Prive	Part %
108	262	1209	431	3.2

Tableau (V.7) Trafic par aérodromes et par nature 2003-2004*

Une variation de trafic non commercial de 22% entre 2003-2004 pour l'aérodrome de TAMENRASSET

V.3.4. Etude de l'évolution de trafic sur Tamanrasset année 2008

V.3.4.1. Trafic d'aérodromes

Les statistiques du trafic d'aérodrome montrent que les mouvements non commerciaux sont apparus plus que les mouvements commerciaux.

Mouvement Commerciaux			Non Commerciaux			Totale		
N	IN	T	N	IN	T	N	I	T
897	73	970	867	623	1490	1764	696	2460

Tableau (V.8) Trafic d'aérodromes*

N : national

IN : international

T : totale

V.3.4.2. Trafic en route 2007-2008

D'après le tableau on a constaté que les routes avec escale technique représentent un nombre important dans les statistiques de routes, l'aérodrome de Tamanrasset est connu par son escale technique.

	2007	2008	Variation 08/09
Survol avec escale	104240	111193	6.7
Nationale	58836	63513	7.9
Internationale	45404	47680	5.0
Survol sans escale	54286	57121	5.3
Totaux	158508	1683.1	6.2

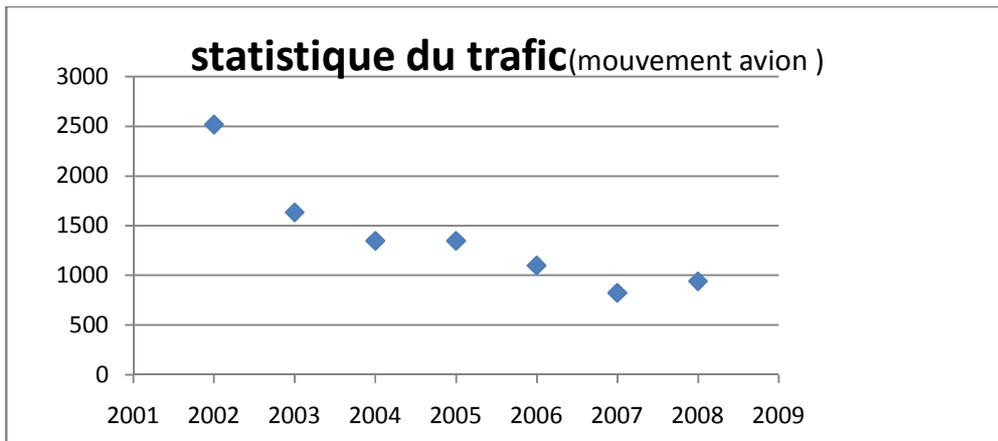
Tableau (V.9) Trafic en route 2007-2008*

V.3.5. statistique du trafic aérien des 7 dernières années

Dans le tableau qui suit on a un récapitulatif sur les statistiques du trafic sur l'aérodrome de Tamanrasset depuis l'année 2003 jusqu'à l'année 2008.

Années	Trafic passagers		Trafic fret		Mouvements avions
	National	international	National	International	
2008	51.900	7.238	132,067	0	905
2007	46.235	10.454	171,502	0	824
2006	44.220	11.407	167,00	0	941
2005	50.258	7.343	138 ,22	0	1.099
2004	74.356	1.827	290,45	0	1.348
2003	96.492	5.472	326,33	0	1.635
2002	158.099	6.255	310,28	0	2.518

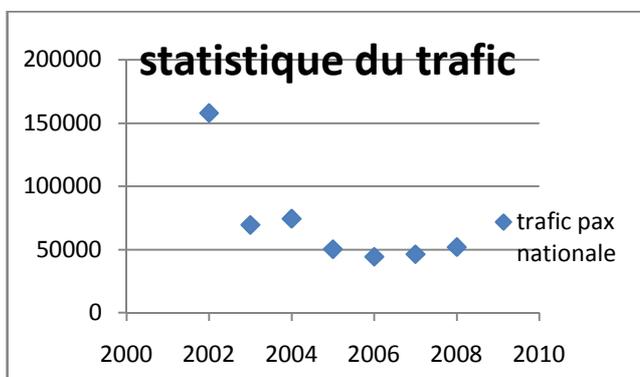
Tableau (V.10) statistique du trafic aérien des 7 dernières années*



Graphe 1 : mouvement avion

La figure ci-dessus montre que le mouvement avion avait connu une chute considérable, avec un cheminement décroissant de la courbe pour l'intervalle du temps [2003 2004]. Entre 2004 et 2005, le taux de croissance est faible pour se stabiliser. En 2008, le mouvement avion a augmenté linéairement.

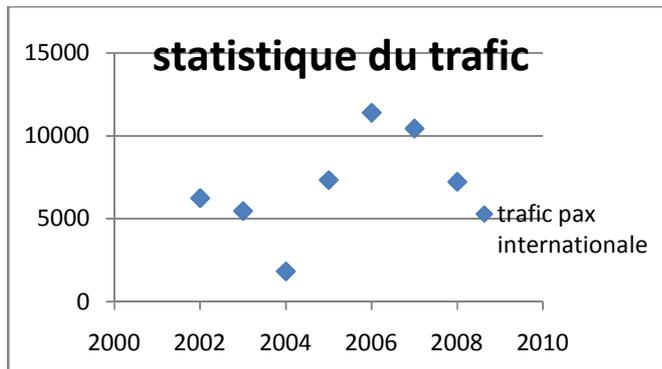
La cause majeure de la chute de trafic était la disparition de la compagnie aérienne EL KHLIFA. L'accroissement du trafic vu entre 2007 et 2008 donne naissance à des prévisions d'augmentation de trafic, mais selon quelle tendance, on ne peut pas savoir car les fluctuations sont instables.



Graphe 2 : trafic nationale

Une diminution de trafic à cause de la disparition d'EL Khalifa, le terrorisme et l'insécurité vécue pendant cette période, la crise économique et les tarifs élevés.

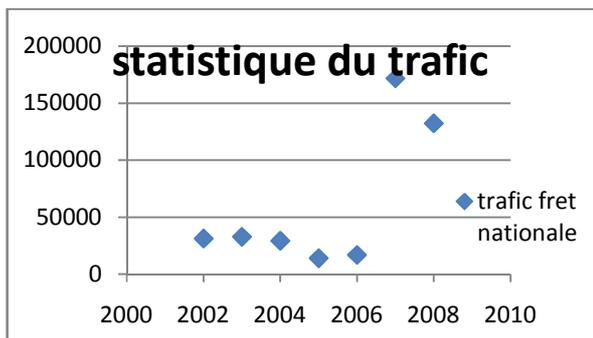
Une augmentation à partir de l'année 2006 due à l'ouverture du marché international, l'apparition des compagnies et les bases pétrolières au sud, la rénovation du sud et le tourisme.



Graphe 3 : trafic internationale

Le trafic passagers international est en Fluctuation, la tendance est indéfinie sous forme d'un nuage de points.

Un accroissement remarquable de flux international des passagers vers cet aérodrome à cause de tourisme et des compagnies d'investissement au sud. Sans oublier l'achat de nouvel aéronefs et l'enrichissement de la flotte d'air Algérie qui a bien sur jouer son rôle au niveau des prestations améliorées (confort).



Graphe 4 : trafic nationale

L'évolution du trafic fret sur cet aérodrome était quasi stable de 2002 à 2004. En 2005, une chute suivie par une stabilisation en 2006, vers une hausse considérable connue en 2007, suivie d'une diminution de l'évolution de trafic fret nationale pour l'année qui suit.

V.3.6. Etude statistique sur les axes par mois

AXE	NOVEMBRE 2008		DECEMBRE 2008		JANVIER 2009	
	NBR	Pourcentage	NBR	Pourcentage	NBR	pourcentage
HOGAR-DAAT	26	13.06%	18	9.94%	21	12%
TIFOU-DAAT	86	43.21%	79	43.64%	76	43.42%
SIHAR-DAAT	14	7.03%	14	7.73%	9	5.14%
GHA-DAAT	63	31.65%	58	32.04%	60	34.28%
MNA-DAAT	10	5.02%	12	6.62%	8	4.57%
BERTI-DAAT					1	0.57%

Tableau (V.11) Etude statistique sur les axes par mois*

D'après l'analyse des tableaux on remarque que l'axe le plus important et celui de TIFOU-DAAT avec un pourcentage de 43.64% pour le mois pique décembre 2008.

Après une analyse sur cet axe qui montre une légère augmentation de l'ordre de 0.4% entre les mois 11,12 de l'année 2008 et un petit recul de 0.2% entre 2008 -2009. L'axe qui se classe après et celui de GHA-DAAT, une augmentation de 12-2008 jusqu'au 01-2009 est de 2% la plus forte croissance par rapport à d'autres.

V.3.7. Information importante pour les prévisions du trafic

V.3.7.1. Deuxième CCR à TAM

La réalisation de trois projets relatif a la navigation aérienne , il s'agit de la réalisation de deuxième centre régionale de contrôle aérien a TAMENRASSET .la réalisation des tours de contrôle au niveau des grands aéroports , ainsi que la réalisation d' un réseau de radar couvrant l'ensemble de l'espace aérien .

V.3.7.2. Station d'observation spéciale à Tam

En Algérie, pour assurer une surveillance continue de l'atmosphère, l'Office National de la Météorologie a mis en place et exploite un réseau de stations d'Observations météorologiques couvrant les différentes régions climatiques du pays et comprenant :

Les Stations d' Observation en surface (77)

- Des Stations d'observation en altitude,
- Des Stations de recherches et d'observations spéciales (**Tamanrasset**, Tiaret, Ksar Chellala)
- 3 Radars météorologiques installés à Sétif, Sériadi (Annaba) et au niveau d'Alger (D.E.Beida)
- 296 postes climatologiques dont 117 stations automatiques et 179 postes conventionnels.

Conclusion

D'après les courbes de statistique de trafic, on a voulu faire une analyse afin d'aboutir à une loi mathématique, après l'extrapolation des courbes on devait chercher la tendance ou la loi qui régit le trafic sur l'aérodrome de Tamanrasset pour les années à venir. Mais réellement on a trouvé des nuages de points c'est à dire des fluctuations instables alors on a constaté que le trafic est en évolution continue. Sur les axes on a pu faire ressortir l'élasticité d'où les prévisions pour les années à venir.

Chapitre VI

ELABORATION D'UNE PROCEDURE D'APPROCHE RNAV DE PRECISION BASEE SUR LE DVOR/DME/ILS POUR L'AERODROME DE TAMANRASSET

VI.1. PROCEDURE EXISTANTE

Une Procédure de précision qui s'effectue comme suit :

une attente verticale installation, l'initiale en segment rectiligne de 15 nm suivi d'un virage pour s'éloigner de l'obstacle (sommet Tahat) puis un segment intermédiaire de 1.5NM en palier aligné sur l'axe de piste et finalement le segment finale de 6NM suivi d'une API effectuée en virage .

VI.2. INCONVENIENTS DE LA PROCEDURE ACTUELLE

- Attente verticale installation donc les départs et les arrivées ne sont pas séparés.
- Des prévisions de saturation de l'espace dans les années à venir.
- Un circuit d'attente comporte aux maximums un aéronef (un seul niveau).
- Procédure longue de 56NM
- Attente verticale installation, procédure concentrée sur un arc de 15 NM qui influe sur la nuisance sonore des riverains.
 - Trois virages ce qui implique, plus de manœuvre d'ou plus de consommation carburant.
 - Une pente de descente de 5.7%

VI.3.CHOIX DU TYPE DE LA PROCEDURE

Étant donnée le moyen de guidage omnidirectionnel disponible qui est le DVOR/DME, implanté à l'intérieure de l'enceinte aéroportuaire, ce dernier va servir comme moyen de référence et la procédure sera de type segment rectiligne avec le guidage d'approche finale qui sera fourni par l'ILS.

VI.4.CATEGORIE D'AERONEFS DESSERVANT L'AERODROME

Les catégories qui peuvent desservir la piste sont de catégories A, B, C et D, dimension normale .

VI.5.ETUDE LA PROCEDURE D'APPROCHE VOR/DME

VI.5.1.ARRIVEE

L'étude de la phase d'arrivée permet de se familiariser avec l'environnement de l'aérodrome où le relief est pris dûment en compte pour le calcul des altitudes minimales de secteur.

Afin de pallier au relief des courant verticaux et tourbillonnaires du aux reliefs environnant l'aérodrome, il est recommandé de prendre une marge de franchissement de 600 metre (2000ft).

L'examen du relief dans un cercle de 25 NM centré sur l'installation de radio ralliement sur laquelle l'approche aux instruments est fondé ou un point de cheminement servant d'IAF, plus une zone tampon qui s'étant de 25NM jusqu'à 30 NM nous a conduits à un découpage selon les quadrants du compas en trois secteurs. Pour cela on doit :

- 1- Tracer sur le ralliement IAF un cercle de 25 NM avec une zone tampon de 5 NM ;
- 2- Evaluer le nombre de secteurs nécessaires ;
- 3- Relever les obstacles les plus pénalisants ;
- 4- Calculer l'altitude minimale de survol de chaque secteur.

$$\text{ALT MIN} = \text{ALT obstacle le plus pénalisant} + \text{MFO}$$

Si :

- L'Altitude de l'obstacle ≤ 3000 ft \implies l'MFO = 300m ;
- 3000 ft \leq l'Altitude de l'obstacle ≤ 5000 ft \implies l' MFO = 450 m ;
- l'Altitude de l'obstacle ≥ 5000 ft \implies l'MFO = 600 m.

La MFO dans notre cas on la prend entre 450-600 m ; notre choix revient à la réglementation OACI. (Altitude du relief supérieure ou égale à 5000 ft).

Pour la conception de la procédure de Tamanrasset seuil 20 on à opté pour deux propositions de procédure opérationnelles en même temps selon le besoin.

Pour le flux du trafic arrivant du nord qui comporte les axes (), le choix optimale est l'arrivée vers une attente alignées avec l'axe de descente, par contre l'utilisation de la procédure non alignée (virage à l'IF de 70°) pour la totalité de flux du trafic.

1. ARRIVEES POUR L'APPROCHE NON ALIGNEE

- **Secteur 01 : QDM 180°-QDM 270° :**

L'obstacle le plus haut dans ce secteur se trouve à une altitude de 2908 m donc

$$\text{MSA}_1 = \text{OBS} + 600 = 2908 + 600 = 3508\text{m}$$

Arrondi au

$$\text{MSA}_1 = 3550 \text{ m}$$

- **Secteur 02 : QDM 270°-QDM 360°**

L'obstacle le plus haut dans ce secteur se trouve à une altitude de 2739 m donc

$$\text{MSA}_2 = \text{OBS} + 600 = 2739 + 600 = 3339 \text{ m}$$

Arrondi au

$$\text{MSA}_2 = 3350 \text{ m}$$

- **Secteur 03 : QDM 360°-QDM 90°**

L'obstacle le plus haut dans ce secteur se trouve à une altitude de 1357m donc

$$\text{MSA}_3 = \text{OBS} + 450 = 1357 + 450 = 1807\text{m}$$

Arrondi au

$$\text{MSA}_3 = 1850 \text{ m}$$

- **Secteur 04 : QDM 90°-QDM 180°**

L'obstacle le plus haut dans ce secteur se trouve à une altitude de 1486 m donc

$$\text{MSA}_3 = \text{OBS} + 450 = 1486 + 450 = 1936\text{m}$$

Arrondie au

$$\text{MSA}_4 = 1950 \text{ m}$$

On vérifie si la différence des MSA des secteurs adjacents est supérieure ou égale à 100 m alors ces deux secteurs sont confondus et considéré comme un seul secteur dont la MSA applicable est celle la plus grande. Pour notre cas :

$$MSA_1 - MSA_2 = 200 \text{ m} > 100\text{m}$$

$$MSA_2 - MSA_3 = 1500 \text{ m} > 100\text{m}$$

$$MSA_3 - MSA_4 = 100 \text{ m} \leq 100\text{m}$$

$$MSA_1 - MSA_4 = 1400 \text{ m} > 100\text{m}$$

Donc le secteur 03 et le secteur 04 donne un seul secteur **QDM360°-QDM180°**

Résultat :

Secteur1 : QDM 180°-QDM270° $MSA_1 = 3550 \text{ m}$

Secteur2 : QDM270°-QDM360° $MSA_2 = 3350 \text{ m}$

Secteur3 : QDM360°-QDM180° $MSA_3 = 1950 \text{ m}$ cette dernière doit être augmenté car l'altitude minimale d'attente est de 2100m (pour ne pas avoir une m'entée pour entamer l'attente).

MSA = MAX (Alt OBST + MFO) = 3550 m

2. ARRIVEE POUR L'APPROCHE ALIGNEE SUR L'AXE DE PISTE

- **Secteur 01 : QDM 90°-QDM 270°**

$$MSA_1 = 3550 \text{ m}$$

- **Secteur 02 : QDM 270°-QDM 90°**

$$MSA_2 = 2880 \text{ m}$$

CONCLUSION

Les altitudes minimales de secteur indiquent que le relief environnant l'enceinte aéroportuaire est important, ce qui implique que durant la phase d'approche, les aéronefs doivent perdre une importante altitude. (Voir le verso de la procédure publiée annexe G)

VI.5.2.ATTENTE

VI.5.2.1.ATTENTE NON ALIGNEE

VI.5.2.1.1.le nombre de niveau de vol

Le nombre de niveaux de vol utilisables doit implicitement correspondre au nombre d'aéronefs susceptibles d'amorcer la procédure d'attente en même temps.

Supposons que l'on souhaite de disposer d'au moins de quatre niveaux d'attente.

Le circuit d'attente va être basé sur le point de ralliement IAF définie par intersection d'un radial VOR et une distance DME, en supposant que l'entrée dans ce circuit est omnidirectionnelle.

V.5.2.1.2.éléments de protection

- **Altitude maximale de protection**

L'altitude pression maximale de protection doit être au moins égale à la plus grande des MSA, calculée précédemment, majoré de 500 mètres.

Cette majoration forfaitaire nous donne la valeur élevée de l'altitude pression correspondante à chaque altitude minimale d'arrivée.

$$Z_p = 3550\text{m} = 10991\text{ ft} + 1700\text{ft} = 12691\text{ ft};$$

$$Z_p \approx 13000\text{ ft} / \text{MSL}.$$

$Z_{P\text{MAX}} = 13000\text{ ft}$ justifie la condition précédente.

- **Vitesse maximale de protection**

La procédure étant protégée pour les aéronefs de catégorie A, B, C et D, la vitesse indiquée de protection choisit est de 520 Km/h (280KT) qui correspond à la vitesse indiquée de la catégorie d'aéronefs les plus rapides qu'il s'agit de desservir l'aérodrome dans les conditions normales et de turbulence.

- **Temps d'éloignement** : 1 min ;
- **Température** : ISA +15° ;
- **Sens de virage** : à droite ;
- **Entrées** : omnidirectionnelle ;
- **Echelle** : 1/200 000 ;

VI.5.2.1.3.tracé de l'aire de protection de l'attente

L'aire de protection de la procédure d'attente est constituée d'une aire de base RNAV, aire d'entrée et d'une zone tampon.

- **Construction de l'aire de base**

Elle se fait en deux étapes :

Etape 1 : tracé du gabarit (Voir annexe G)

Le gabarit du circuit d'attente est tracé en prenant en compte les éléments de protection cités ci-dessus.

Ce gabarit tient compte de tous les facteurs qui peuvent amener un aéronef à s'écarter du circuit nominal, à l'exception de ceux qui se rapportent à l'aire de tolérance du repère.

- **Calculs**

1	K	Facteur de conversion K= 1.2862
2	V	Vitesse propre V= K*VI suivant la table V= 360.129 Kt
3	v	v =V/3600 = 0.100NM/s
4	R	R = 1.414°/s
5	r	Rayon de virage r = V/62.83*R = 4,053 NM
6	h	Altitude en millier de pieds h =H/1000 =13
7	W	Vitesse de vent W =12*h+47 = 73.000Kt
8	W'	W' =W/3600 = 0.020 NM/s
9	E₄₅	E₄₅ = 45W'/R = 0.014 NM
10	t	Temps t=60*T=60s
11	L	Longueur de parcours d'éloignement L=v*t=6.002NM
12	ab	ab =5*v=0.404 NM
13	ac	ac =11*v = 0.89 NM
14	g_{i1}=g_{i3}	g_{i1} = g_{i3}=(t-5)*v = 4.454 NM
15	g_{i2}=g_{i4}	g_{i2}=g_{i4}= (t+21)*v = 6.560 NM
16	W_b	W_b=5*W'=0.099NM
17	W_c	W_c=11*W'=0.219NM
18	W_d	W_d=W_c+E45=0.734NM
19	We	We= W_c +2+E45=2.313km ,We=1.24NM
20	Wf	Wf= W_c+3E45=3.26km, Wf=1.76NM
21	Wg	Wg= W_c+4*E45=4.21km, Wg=2.27NM
22	Wh	Wh= W_b+4*E45=3.997 km,Wh=2.158NM
23	Wo	Wo=W_b+5*E45=4.94km, Wo=2.66NM
24	Wp	Wp=5.90KM, WP=3.18NM
25	Wi1	Wi1=Wi3=(t+6)*W'+4*E45=6.25km=3.37NM

26	Wi2	$Wi2=Wi4=Wi1+4*W'=6.76km, Wi2=3.65NM$
27	Wj	$WJ=Wi2+3*E45=9.64km, Wj=5.20 NM$
28	Wk	$Wk=Wi2+2*E45=8.66km, Wk=4.67NM$
29	Wm	$Wm=Wi2+3*E45=9.61km, Wm=5.18NM$
30	Wn3	$Wn3 =10.052km, Wn3=5.42NM$
31	Wn4	$Wn4=10.56km=5.70 NM$
32	XE	$XE=2r+D+(90/R+105/R)*W'=22.97km=12.40NM$
33	YE	$YE=11*v*cos20°+sin20°+r+(20/R+90/R+15/R)W'=10.80km=5.83NM$

Etape 2 :

Le tracé de l'aire de base de la procédure d'attente est effectué en déplaçant l'origine de gabarit autour de l'aire de tolérance rectangulaire du repère IAF. Il comprend l'aire d'entrée directe RNAV. (Voir annexe G).

- Construction de l'aire d'entrée

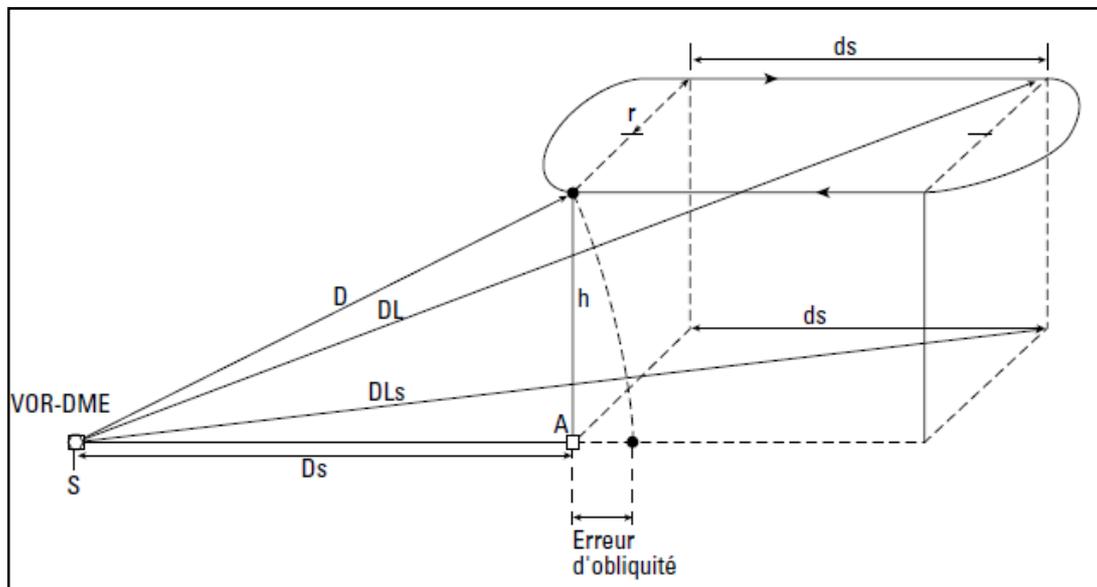


Figure (VI.1) Attente VOR - DME en rapprochement.

✓ **Aires d'entrée d'une attente VOR DME en rapprochement Cas où le point d'entrée est le repère d'attente**

❖ **Choix et calcul des paramètres distances**

(Voir Figure VI.1)

Les paramètres distances sont choisis et calculés dans l'ordre suivant :

❖ **Choix de la distance nominale du repère d'attente D**

D est la distance oblique en NM entre la station VOR-DME et le point d'attente à l'altitude d'attente spécifiée (ou celle de l'attente la plus élevée dans une pile d'attente). Vérifier que la zone d'incertitude du repère d'attente n'interfère pas avec la zone de non utilisation du DME.

❖ **Choix de la distance d'éloignement ds**

ds est la longueur de la trajectoire d'éloignement. ds doit vérifier si possible la relation :
 $ds \geq Vp * T/60$, $ds = 0.08NM$ vérifie la condition

Appliquée à l'altitude de protection de l'attente (ou à un niveau intermédiaire en général celui qui est le plus utilisé). Avec Vp = vitesse propre (en kt) correspondant à la VI max. de protection. $Vp = 291.2kt$

$T = 1 \text{ min}$ si l'altitude de protection est $\leq 14000'$.

❖ **Calcul de la distance horizontale d'attente Ds**

Ds est la distance entre la station VOR-DME et la projection du point d'attente sur le plan horizontal passant par la station.

$$Ds = (D^2 - 0,027 h^2)^{0.5} \text{ on a } Ds = 28.61 \text{ NM d'ou } D = 28.68 \text{ NM}$$

- où h est la hauteur de protection de l'attente au-dessus du niveau d'implantation de la station exprimée en milliers de pieds $h = 13000ft$, et 0,027 un facteur de conversion.

❖ **Calcul de la distance limite d'éloignement DL**

DL est la distance oblique entre la station et la fin de la branche d'éloignement, pour l'altitude de référence.

$$DL = (((Ds + ds)^2 + 4 r^2 + 0,027 h^2))^2 ; DL = 35 \text{ NM.}$$

h en milliers de pieds ($h = 13000ft$) ; DL, DS, ds et r en NM

Où r est le rayon de virage.

❖ **Calcul de la distance horizontale limite d'éloignement DLs**

DLs est la distance entre la station et la projection de la fin de la branche d'éloignement sur le plan horizontal passant par la station. $DLs = ((DL^2 - 0,027 h^2)^{0.5}$; $DLs = 34.93 \text{ NM}$
 h en milliers de pieds DLs et DL en NM.

On doit convertir les grandeurs déjà calculées en cm et avec une échelle de 1/200000 pour pouvoir tracer les aires d'entrées.

❖ Arrivée sur le radial VOR qui supporte l'IAF en sens inverse de rapprochement d'attente

Les paramètres qu'on a utilisés pour le traçage sont situés détaillés dans l'annexe 3 des procédures d'approche.

$X=13.88^\circ$, $d_2=0.68$ NM, $DLs+d_2=32.98$ NM.

• Zone tampon

Enfin une zone tampon de 5NM (9.3 Km) est ajoutée autour de l'aire de base.

(Voir l'annexe G).

Remarque

Le bénéfice obtenu par la réduction de l'aire du gabarit RNAV par rapport à un gabarit conventionnel est pratiquement annulé du fait de la protection des entrées. C'est pourquoi, il est préférable d'imposer pour ce type d'attente des arrivées uniquement sur la branche de rapprochement de l'attente en spécifiant que les autres entrées ne sont pas autorisées

VI.5.2.1.4. détermination de l'orientation de l'attente

La branche de rapprochement de l'attente est à priori orientée selon le radiale R148°.

VI.5.2.1.5.altitude minimale d'attente

- Aire de base : $1112+600(100\% \text{ MFO}) = 1712\text{m}$
- Aire d'entrée : $1319+600(100\% \text{ MFO})=1919\text{m}$
- 1° zone tampon : $1486+600(100\% \text{ MFO}) =2086\text{m}$
- 2° zone tampon : $1217+300 (50 \% \text{ MFO}) =1517\text{m}$
- 3° zone tampon : $1860+240 (40\% \text{ MFO}) =2100\text{m}$
- 4° zone tampon : $1508+180(30\% \text{ MFO}) =1688\text{m}$
- 5° zone tampon : $1567+120 (20\% \text{ MFO}) =1687\text{m}$

Donc 2100 mètres (7000 ft) est l'altitude de transition.

VI.5.2.1.6. grille des niveaux de transition

$ALT_{\text{transition}}=2100 \text{ m} = 7000\text{ft}$

$Z_{p_{\min}}=7000 \text{ ft} + 500 \text{ ft} = 7500\text{ft}$

$Z_{p_{\max}} = 13000 \text{ ft}$

$\Delta Z_p= 13000 \text{ ft} - 7500 \text{ ft} = 5500 \text{ ft}$ on résulte qu'il y a 6 niveaux.

- Niveau 1 → FL130
- Niveau 2 → FL120
- Niveau 3 → FL110
- Niveau 4 → FL100
- Niveau 5 → FL90
- Niveau 6 → FL80

VI.5.2.2. ATTENTE ALIGNEE

V.5.2.2.1. élément de protection

- **Altitude maximale de protection $Z_{p\text{MAX}}$** : 13000 ft
- **Vitesse maximale de protection** : 280 kt
- **Temps d'éloignement** : 1 min ;
- **Température** : ISA +15° ;
- **Sens de virage** : à gauche ;
- **Entrées** : directe ;
- **Echelle** : 1/200 000 ;

VI.6.2.2.2. tracé de l'aire de protection de l'attente

La construction de l'aire de protection de l'attente est identique a celle vue précédemment pour l'attente non alignée, une simple différence au niveau de l'aire de base qui est la réduction de l'aire de tolérance de l'IAF ce qui induit automatiquement la réduction de l'aire de base pour cette attente, l'aire d'entrée est incluse dans l'aire de base car on a uniquement une entrée directe. Voir annexe G

VI.6.2.2.3. détermination de l'orientation de l'attente

La branche de rapprochement de l'attente est à priori orientée selon le radiale R201°.

VI.6.2.2.4. altitude minimale d'attente

- Aire de base : $2173+600(100\% \text{ MFO}) = 2773\text{m}$
- 1° zone tampon : $2087+600(100\% \text{ MFO}) = 2687\text{m}$
- 2° zone tampon : $2752+300 (50\% \text{ MFO}) = 3052\text{m}$
- 3° zone tampon : $2447+240 (40\% \text{ MFO}) = 2687\text{m}$
- 4° zone tampon : $2739+180(30\% \text{ MFO}) = 2919\text{m}$
- 5° zone tampon : $1940+120 (20\% \text{ MFO}) = 2060\text{m}$

Donc 3052 arrondie à 3100 mètres (10171 ft), C'est l'altitude de transition.

VI.6.2.2.5. grille des niveaux de transition

$ALT_{\text{transition}} = 3100 \text{ m} = 10171 \text{ ft}$

$Z_{p_{\text{min}}} = 10171 \text{ ft} + 500 \text{ ft} = 10671 \text{ ft}$

$Z_{p_{\text{max}}} = 13000 \text{ ft}$

$\Delta Z_p = 13000 \text{ ft} - 10671 \text{ ft} = 2329 \text{ ft}$ on résulte qu'il y a 3 niveaux.

- Niveau 1 → FL130
- Niveau 2 → FL120
- Niveau 3 → FL110

CONCLUSION

L'altitude minimale d'attente est de [2100 mètres (7000 ft)] pour la procédure non alignée et [3100 mètres (10171 ft)] pour la procédure alignée.

L'orientation magnétique des deux attentes est choisie pour :

- Avoir une altitude minimale d'attente la plus basse possible pour ne pas pénaliser les aéronefs ;
- Aligner la trajectoire de rapprochement de l'attente avec la trajectoire du segment initial et celui de l'axe de piste.
- Avoir le radial qui supporte le point de ralliement.

VI.6.3.SEGMENT D'APPROCHE INITIALE

✓ Initiale non alignée

La trajectoire d'approche initiale comprend deux parties :

1. Un segment rectiligne

Exécuté en palier qui sert à protéger L'A/C jusqu'au WPT (LYES) où la descente est permise. L'altitude pression de ce segment est de 9000 ft, qui est le dernier niveau utilisable d'attente. (On a supprimé le niveau FL80 a cause de la présence d'obstacle dans ce segment)

- Type et coordonnées des points de cheminement (WPT) utilisés :

Un WPT à survolé nommé «IAF AMITA » de coordonnées (23°13'57''N, 5°11'53''E), qui représente le début du segment initiale coïncidant avec le point de ralliement IAF, distant de 25 NM de l'IF et de 19.25NM du WPT «LYES» (22° 59'39''N, 5° 27'47.64''E) de type WPT à survolé qui représente la fin du segment en palier et le début de la descente.

L'IAF AMITA est définie par intersection d'une distance DME qui est égale à 28.5 NM et un radial VOR de R148°.

L'LYES est définie par intersection d'une distance DME qui est égale à 11.33 NM et un radial VOR de 175°.

- **Calcul de la XTT**

- Pour l'IAF

$$D1 = 22.9 \text{ NM}$$

$$D2 = 16.69 \text{ NM}$$

$$D = [D1^2 + D2^2]^{1/2} = [22.9^2 + 16.69^2]^{1/2} = 28.33 \text{ NM}$$

$$\theta = \text{arc tg} (D2/D1) = 36.08^\circ$$

$$VT = D1 - D \cos (\theta + a) = 1.38 \text{ NM}$$

$$DTT = 0,25 \text{ NM} + 1,25 D/100 = 0.60 \text{ NM}$$

$$DT = DTT \cos \theta = 0.48 \text{ NM}$$

$$\mathbf{XTT = +/- [VT^2 + DT^2 + FTT^2 + CT]^{1/2} = 1.85 \text{ NM}}$$

- Pour L'LYES

$$D1 = 4.81 \text{ NM}$$

$$D2 = 10.10 \text{ NM}$$

$$D = [D1^2 + D2^2]^{1/2} = 11.18 \text{ NM}$$

$$\theta = \text{arc tg} (D2/D1) = 64.5^\circ$$

$$VT = D1 - D \cos (\theta + a) = 0.8 \text{ NM}$$

$$DTT = 0,25 \text{ NM} + 1,25 D/100 = 0.389 \text{ NM}$$

$$DT = DTT \cos \theta = 0.167 \text{ NM}$$

$$\mathbf{XTT = +/- [VT^2 + DT^2 + FTT^2 + CT]^{1/2} = 1.38 \text{ NM}}$$

- **Calcul de l'ATT**

- Pour l'IAF

$$AVT = D2 - D \sin (\theta - a) = 1.85 \text{ NM}$$

$$ADT = DTT \sin \theta = 0.35 \text{ NM}$$

$$\mathbf{ATT = +/- [AVT^2 + ADT^2 + CT]^{1/2} = 1.95 \text{ NM}}$$

- Pour l'LYES

$$AVT = D2 - D \sin (\theta - a) = 0.417 \text{ NM}$$

$$ADT = DTT \sin \theta = 0.351 \text{ NM}$$

$$\mathbf{ATT = +/- [AVT^2 + ADT^2 + CT]^{1/2} = 0.74 \text{ NM}}$$

Sachant que

$$a = 4,5^\circ$$

$$FTT = 1 \text{ NM} ;$$

$$CT = 0,5 \text{ NM}$$

- **Calcul de la demi-largeur L/2**

$$L/2 = \text{MAX} (2\text{NM}, 1.55 \text{ XTT} + 1\text{NM})$$

- Pour l'IAF

$$L/2 = 3.76 \text{ NM}$$

- Pour L'LYES

$$L/2 = 3.13 \text{ NM}$$

En résumé

IAF	XTT= 1.85NM	ATT= 1.95NM	L/2=3.76NM
LYES	XTT= 1.38NM	ATT= 0.74	L/2=3.13NM

2. Segment en descente

Exécuté en descente avec une pente de 7.19% Afin de perdre de l'altitude et rejoindre le segment intermédiaire, cette pente a été imposée par l'obstacle de 1936m d'altitude situé à 3600 m de l'IF entre l'aire primaire et l'aire secondaire en lui appliquant une MFO complète.

✓ Initiale alignée

- **Définition**

C'est un segment de longueur de 7NM, exécuté en descente avec une pente de 5.18% imposé par l'obstacle d'altitude de 1936 m situé à 4600 m de l'IF, mais notre choix a été porté à une pente supérieure de 6.73% en raison de la présence d'obstacle de 2908 m (le sommet TAHAT). Afin d'éviter cet obstacle et pour pouvoir perdre de l'altitude depuis le dernier niveau de l'attente (2852m) vers le point de cheminement IF (1977m), l'initiale a été réduite à 7 NM.

Le segment initial débute au repère IAF (Fly over) coïncidant avec le point de radio raliement de l'attente de coordonnées (23°1'31.30'' N, 5° 32'57.16''E) qui est définie par intersection d'une radial VOR de R 201° et une distance DME de 15.14 NM et se termine au repère IF (Fly over) de coordonnées (22°54'003''N, 5°30'E) définie par intersection d'une radiale VOR R201° et une distance DME de 8.14 NM .

- **Calcul des tolérances du repère IAF (XTT, ATT), demi-Largeur (l/2)**

$$\text{ATT} = 0.671 \text{ NM};$$

$$\text{XTT} = 1.625 \text{ NM};$$

$$L/2 = \text{max} (5 \text{ NM}, 1.5 \text{ XTT} + 1 \text{ NM}) = 5 \text{ NM}$$

VI.6.4. SEGMENT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE

- **Intermédiaire non aligné**

Ce segment est sous forme de virage en palier de 2 NM avec un angle de 70° toute en respectant la distance de stabilisation qui est de 1.3 NM , passant par le travers de l'IF de coordonnées (22° 54'003''N, 5°30'E) , à une hauteur de 600 m au dessus de l'altitude de l'aérodrome.

Il est souhaitable de concevoir un virage par le travers d'un WPT pour bénéficier de :

- Eviter et s'éloigner de l'obstacle le plus pénalisant «TAHAT» ayant une altitude de 2908 m.
- Une distance de stabilisation moins importante que celle d'un virage avec un WPT à survolé.
- Le délai de mise en inclinaison de 5s est introduit dans la formule pour un WPT survolé ce qui fait augmenter la distance de stabilisation.
- Les changements de routes sont nombreux pour les WPT par le travers (plusieurs possibilités de changement d'itinéraire).

Le point de cheminement IF est défini par intersection d'un radial VOR R201° et une distance DME de 8.14 NM.(Voir l'annexe G)

➤ **Calcul des tolérances de l'IF**

IF (XTT = 1.28 NM, ATT = 0.615 NM).

Avec FTT = 1NM

➤ **calcul de la demi-largeur**

$L/2 = \max \{2\text{NM}, 1.5 \text{ XTT} + 1\text{NM}\}$

$L/2 = 2.92 \text{ NM}$

➤ **Distance de stabilisation**

D'après le tableau de vitesse, $V_i = 185 \text{ kt}$

$V_v = V_i * k = 211 \text{ kt}$

Sachant que ; pour ISA + 15, ALT = 6487 ft donc $k = 1.1406$ d'où

$V_v = 211 \text{ kt}$.

$V_v \text{ corriger} = (V_i * 171233 * [(288+14) - (0.00198 * (1977 * 3.2808))]^{0.5}) / (288 - 0.00189 * (1977 * 3.2808)^{2.628}) \longrightarrow V_v = 212.57 \text{ kt} (393.67 \text{ Km/h})$

D'après le tableau des distances de stabilisation d'un virage par le travers (voir annexe D)
DS = 1.3NM (2.3 Km).

Longueur du segment intermédiaire = 2 NM > DS = 1.3 donc la condition est vérifiée.

➤ **Paramètre de virage**

Pour un virage $> 30^\circ$;

- **Angle d'inclinaison latérale (α)= 25°**
- **L'angle de virage (A)= 70°**
- **Vitesse angulaire de virage (R)**

$$R = 3431 \text{ tg } \alpha / (\pi * V_v) = 2.40^\circ / \text{s avec } V_v = 212.57 \text{ kt}$$

- **Rayon de virage (r)**

$$r = V / (20 R \pi) = 1.40 \text{ NM}$$

- **l'effet du vent**

$$E = \pi W V / (137240 * \text{tg } \alpha) = 0.31 \text{ NM}$$

Avec W = vent forfaitaire OACI de 30 kt

➤ **Début du virage nominal**

Le virage nominale commence à $[r \text{ tg } (A/2)]$ avant le repère telle que :

$$D = 0.98 \text{ NM} / \text{IF}$$

➤ **Étapes de construction du virage**

- a) Du côté du virage, mener une parallèle à la trajectoire avant virage et une parallèle à la trajectoire après virage, toutes deux à une distance r (rayon de virage) des trajectoires nominales respectives ;
- b) l'intersection de ces deux parallèles donne le point C.
- c) De C, abaisser la perpendiculaire à la trajectoire nominale avant virage ; on obtient le point D, qui correspond au début du virage sur la trajectoire nominale.
- d) A partir de D, porter la distance ATT + distance parcourue en 6 s de vol. On obtient les points R et S.
- e) De S, mener une perpendiculaire à la trajectoire nominale avant virage, qui intercepte la limite aire primaire/ aire secondaire du côté extérieur au virage en S' et du côté intérieur au virage en S'' .
- f) De R, mener une perpendiculaire à la trajectoire nominale avant virage, qui intercepte la limite aire primaire/ aire secondaire du côté extérieur au virage en R' et du côté intérieur au virage en R'' .
- g) Construire les spirales issues de S' et S'' ; mener la tangente commune à ces deux spirales.
- h) Étendre l'aire de protection du côté extérieur en menant une tangente à la spirale de l'aire primaire parallèle à la trajectoire avant virage jusqu'à la rencontre avec la tangente à la spirale, parallèle à la trajectoire après virage.
- i) En déduire l'aire secondaire (largeur constante pendant le virage).
- j) Raccord à l'aire du segment après virage. (Voir annexe G).

➤ **Construction de la spirale du vent**

Effet du vent $E_A = A/R * (W/3600) = 0.24 \text{ NM}$ (voir annexe D)

- **Intermédiaire alignée**

Ce segment est exécuté en palier de 2 NM, et de hauteur de 600 m au dessus de l'altitude de l'aérodrome, ce palier sert à la configuration machine.

Ce dernier débute au point IF (Fly over) et se termine au point FAP (Fly over) de coordonnées (22° 53'5'' N, 5° 29'42'' E) et définie par intersection d'une radial VOR R201° et une distance DME de 6.14 NM.

VI.6.4.SEGMENT DE PRECISION

- **Remarque**

Pour les deux propositions de procédure (aligné et non aligné) citer précédemment, le segment de précision et la phase finale de l'interrompue sont identiques.

Définition

Le segment de précision comprend le segment d'approche finale ainsi que les segments d'approche initiale et intermédiaire de l'approche interrompue avant que l'avion atteigne une altitude de 300 m (1000 ft) pour l'exploitation de catégorie I qui est le cas de l'aérodrome de Tamanrasset .

- **Description de l'ILS**

Nous avons un ILS de catégorie I, composé de

- une antenne d'alignement de descente (GP) située à 300m en aval du seuil de piste et à une distance de 120 m sur le nord ouest de la piste, le calage du glide est de (3,2°) ;
- une antenne d'alignement de piste (LLZ) située à 3720 m en aval du seuil alignée avec l'axe de piste ;
- RDH est de 15m ;
- Largeur du faisceau ILS est de 210 m.

- **LA Catégorie d'aéronefs et les paramètres influant sur le calcul de l'OCA/H**

- demi-envergure de 30 m au maximum ;
- distance verticale entre la trajectoire des roues et l'antenne GP de 6 m maximum

VI.6.4.1. segment d'approche finale

Avant d'entamer l'étude de ce segment, il faut d'abord situer le point approximatif d'approche finale (FAP) de coordonnées (22° 53' 5'' N, 5°29'42''E) qui est un point de cheminement définie par intersection d'un radial R202° et une distance DME de 6.14 NM , et l'extrémité du segment de précision. La pente de descente en finale est de 3.28° imposée par un obstacle naturel situé dans le segment intermédiaire.

Pour le calcul de l'OCA/H, le document 8168 (PANS-OPS) nous propose trois méthodes :

- Analyse de l'influence des obstacles sur les surfaces ILS de base ;
- Analyse de l'influence des obstacles sur les OAS ;
- Demande de calcul CRM.

Ces derniers exigent une analyse minutieuse des obstacles qu'il convient d'effectuer sur une carte d'obstacles d'aérodrome OACI de 1/20 000 pour les obstacles se trouvant sur l'aérodrome et de 1/25000 ou 1/50000 pour les obstacles les plus éloignés ; mais à cause de l'absence des cartes de différentes échelles, nous avons recensés les obstacles en utilisant uniquement une carte de 1/200000 la seule disponible.

Pour notre cas on a optée pour la deuxième méthode celle de surfaces d'évaluation d'obstacles car nous n'avions pas les conditions normalisées pour effectuer l'ILS de base, pour le CRM nous n'avions pas aussi une densité d'obstacles jugée excessive exigeant tel modèle, ce qui nous a orientées automatiquement vers les OAS qui présentent les avantages suivants:

- Surfaces réduites, donc moins d'obstacles ;
- Tient compte des variations de GP, RDH, de la géométrie des avions et de la pente de l'approche interrompue.

VI.6.4.1.1. Calcul de l'OCH_p, avec les surfaces OAS

- **Tracé du gabarit OAS de catégorie I (Voir l'Annexe G)**

L'antenne GP et les avions en attente ne constituent pas des obstacles potentiels, car leurs coordonnées par rapport au seuil ne dépassent pas les valeurs prescrites dans le tableau ci-dessous ;

Des reliefs environnant l'axe de piste et son prolongement constituant ainsi des obstacles potentiels, ce qui influe directement sur la pente de descente finale en approche classique.

Obstacles	hauteur maximale au-dessus du niveau du seuil	Distance latérale minimale par rapport à l'axe de piste
Antenne d'alignement de descente	17m (55ft)	120 m
Avions circulant au sol	22m (72ft)	150 m
Avions sur plate forme d'attente ou point d'attente de circulation entre le seuil et - 250m	22m (72ft)	120
Avions sur plate- forme d'attente ou point d'attente de circulation entre le seuil et - 250m (catégorie I seulement)	15m (50ft)	74m (ft)

Tableau (VI.1*) Objets qui peuvent être négligés dans le calcul de l'OCA/H

La piste est de longueur de 3600 m et la distance retenue entre LLZ/THR 20 est de 3600 m (arrondi à la valeur immédiatement inférieure car la distance réel est de 3720m), et angle d'alignement de descente de 3.20° (arrondie à la valeur immédiatement inférieure car la l'angle réel est de 3.28°).

Le tableau des surface OAS reproduit ci-dessous est extrait du supplément III-I du volume II des PANS-OPS (DOC 8168).

DONNÉES OAS ILS ANGLE AL. DESC. 3,20 DIST. LLZ/SEUIL 3600.

CONSTANTES OAS ILS									CONSTANTES OAS MODIFIEES POUR PIL. AUTOM. CAT II		
CAT I			CAT II			PIL. AUTOM. CAT II					
A	B	C	A	B	C	A	B	C			
.030340	.000000	-7.38	.038116	.000000	-5.68	.038116	.000000	-5.68			
						.044724	.000000	-12.29			
.030628	.198685	-18.63	.038250	.251795	-23.76	.045320	.298332	-28.15			
5.0P	.020581	.277648	-31.98	.028729	.387567	-44.63	.028729	.387567	-44.63		
	-.050000	.000000	-45.00	-.050000	.000000	-45.00	-.050000	.000000	-45.00		
4.0P	.022942	.259093	-28.84	.031199	.352346	-39.22	.031199	.352346	-39.22		
	-.040000	.000000	-36.00	-.040000	.000000	-36.00	-.040000	.000000	-36.00		
3.0P	.025483	.239119	-25.46	.033719	.316403	-33.69	.033719	.316403	-33.69		
	-.030000	.000000	-27.00	-.030000	.000000	-27.00	-.030000	.000000	-27.00		
2.5P	.026881	.228134	-23.61	.035049	.297451	-30.78	.035049	.297451	-30.78		
	-.025000	.000000	-22.50	-.025000	.000000	-22.50	-.025000	.000000	-22.50		
2.0P	.028258	.217310	-21.76	.036321	.279312	-27.99	.036321	.279312	-27.99		
	-.020000	.000000	-18.00	-.020000	.000000	-18.00	-.020000	.000000	-18.00		

COORDONNEES GABARIT OAS (M)

ALTITUDE DU SEUIL								
	CAT I		CAT II		PIL. AUTOM. CAT II			
	X	Y	X	Y	X	Y		
C	243	56	149	71	149	71		
D	-267	135	-267	135	-267	135		
E 5.0P	-900	181	-900	181	-900	181		
4.0P	-900	191	-900	191	-900	191		
3.0P	-900	202	-900	202	-900	202		
2.5P	-900	209	-900	209	-900	209		
2.0P	-900	217	-900	217	-900	217		

	HAUTEUR 300 M CAT I		HAUTEUR 150 M CAT II		HAUTEUR 150 M*** PIL. AUTOM. CAT. II	
	X	Y	X	Y	X	Y
C"	10131	41	4084	69	3628	45
C***					1000	51
D"5.0P	5098	817	2415	323	1220	411
E"	-6900	1707	-3900	791	-3900	791
D"4.0P	5098	817	2415	323	948	453
E"	-8400	2012	-4650	948	-4650	948
D"3.0P	5098	817	2415	323	365	541
E"	-10900	2522	-5900	1209	-5900	1209
D"2.5P	5098	817	2415	323	-311	644
F"	-12900	2938	-6900	1420	-6900	1420
D"2.0P	5098	817	2415	323	-1832	875
E"	-15900	3548	-8400	1729	-8400	1729

P = POURCENTAGE
 *** NOTE
 LES COORDONNEES C*** SONT CELLES DU GABARIT A LA HAUTEUR DE 32,4M
 C'EST-A-DIRE A L'INTERSECTION DES SURFACES W ET W* (PIL. AUTOM. CAT II SEULEMENT)

Tableau (IV.2*) constantes OAS

Les constantes des équations des plans X, Y, W et Z, ainsi que les coordonnées des points d'intersection de ces plans horizontaux $Z=300$ m (C'', D'', E'') sont tirées de ce tableau, ces valeurs sont prises, pour une combinaison de:

- Distance LLZ- QFU 20 : 3600 m ;
- Calage de GP : 3.20 °;
- Pente de montée en AP: 2.5 %.

	QFU 20			Z= 300 M		
	C	D	E	C''	D''	E''
X	234	-267	-900	10131	5098	-12900
Y	56	135	209	41	817	2
Z	0	0	0	300	300	300

Tableau (IV.3) Coordonnées des points d'intersection de ces plans avec les plans horizontaux*

coefficient plans	A	B	C
W	0.30340	0	-7.38
X	0,30628	0.198685	-18.63
Y	0.26881	0.228134	-23.61
Z	-0.025000	0	-22.50

Tableau (VI.4) Coefficient des plans OAS pour ses caractéristiques*

- **Extension du gabarit pour l'adopter à la position du FAP**

Afin de réaliser une continuité entre les aires de protection intermédiaire et finale, les plans X, Y, W, et Z sont coupés à une hauteur forfaitaire et constante de 300 m au-dessus du seuil de piste, en prenant en considération que le découpage des plans X et W qui assurent la protection en approche finale doit être adapté pour coïncider avec l'altitude de l'aire de protection du segment intermédiaire.

Géométriquement le prolongement des plans X est basé sur le fait que les intersections entre les plans X et les plans horizontaux à 300 mètres génèrent des droites parallèles entre elles.

L'intersection du plan de projection de l'intermédiaire et des plans X nous donne une droite passant par C''D'', qui passe par le point le plus amont de W.

Les droites DD'' se trouvent dans le plan du glide ; lors de l'intension du gabarit OAS, le point correspondant à D'' est appelé le point I, qui représente le point le plus aval de plan de protection du segment intermédiaire, et le fait que notre procédure comprend un virage, les aires de protection associées doivent se raccorder avec les surfaces OAS au plus tard en ce point. Ayant prolongée les plans X et W, on obtient les surface OAS.

- **Obstacles situés à l'intérieure des projections des surfaces OAS**

Lors de la détermination des obstacles qui figurent a l'intérieur des projections des surfaces OAS. On repère ceux qui saillent (percent) les plans des OAS, pour cela, on procède comme suit :

1. Repérer dans quelle plan des OAS se trouvent chacun des obstacles ;
2. Calculer a l'aide de son équation, la hauteur de ce plan a la vertical de l'obstacle ;
3. Comparer cette hauteur a la hauteur par rapport au seuil.

Notons que l'origine de l'axe des hauteurs se trouve à l'altitude du seuil de piste

OBS N°	Description	X	Y	Z	Plan concerne	Z plan (m)	Position
1	Artificiel	-2600	0	3.5	Z	42.5	Ne perce pas
2	Artificiel	2600	0		W	71.50	Ne perce pas
3	Artificiel			17	Y		
4	Artificiel	500	1200	30	Y	394.55	Ne perce pas
5	Artificiel			15			
6	Artificiel			24			
7	Artificiel	600	900	24	Y	354.99	Ne perde pas
8	Artificiel	600	940	30	Y	364.12	Ne perce pas
9	Artificiel	-1000	2800	14	Y	586.62	Ne perce pas
10	Artificiel	1560	700	16	Y		
11	Artificiel	-600	700	10		-37.20	Perce
12	Artificiel	-620	640	15		-56.66	Perce
13	Naturel	-9463.72	-1389	104	Z	214.05	NE perce pas
14	Naturel	-9593,36	2592.8	93	Y	844.96	Ne perce pas
15	Naturel	1400	0	5	W	35.04	Ne perce pas

Tableau (VI.5) Analyse des obstacles situés à l'intérieure des OAS*

- **Distinction entre les obstacles en approche finale et les obstacles en approche interrompue**

Un obstacle qui est survolé pendant l'approche interrompue nécessite une OCH_{PS} inférieure à celle occasionnée par un obstacle de même hauteur survolé en approche finale.

A l'aide de l'équation $z=[x+900] \cdot \tan \theta$, qui est l'équation du plan GP', il est possible de savoir si un obstacle est considéré comme un obstacle survolé en approche finale ou en approche interrompue.

Les obstacles qui ont une abscisse inférieure à -900 m se trouveront au-dessus de GP' ;

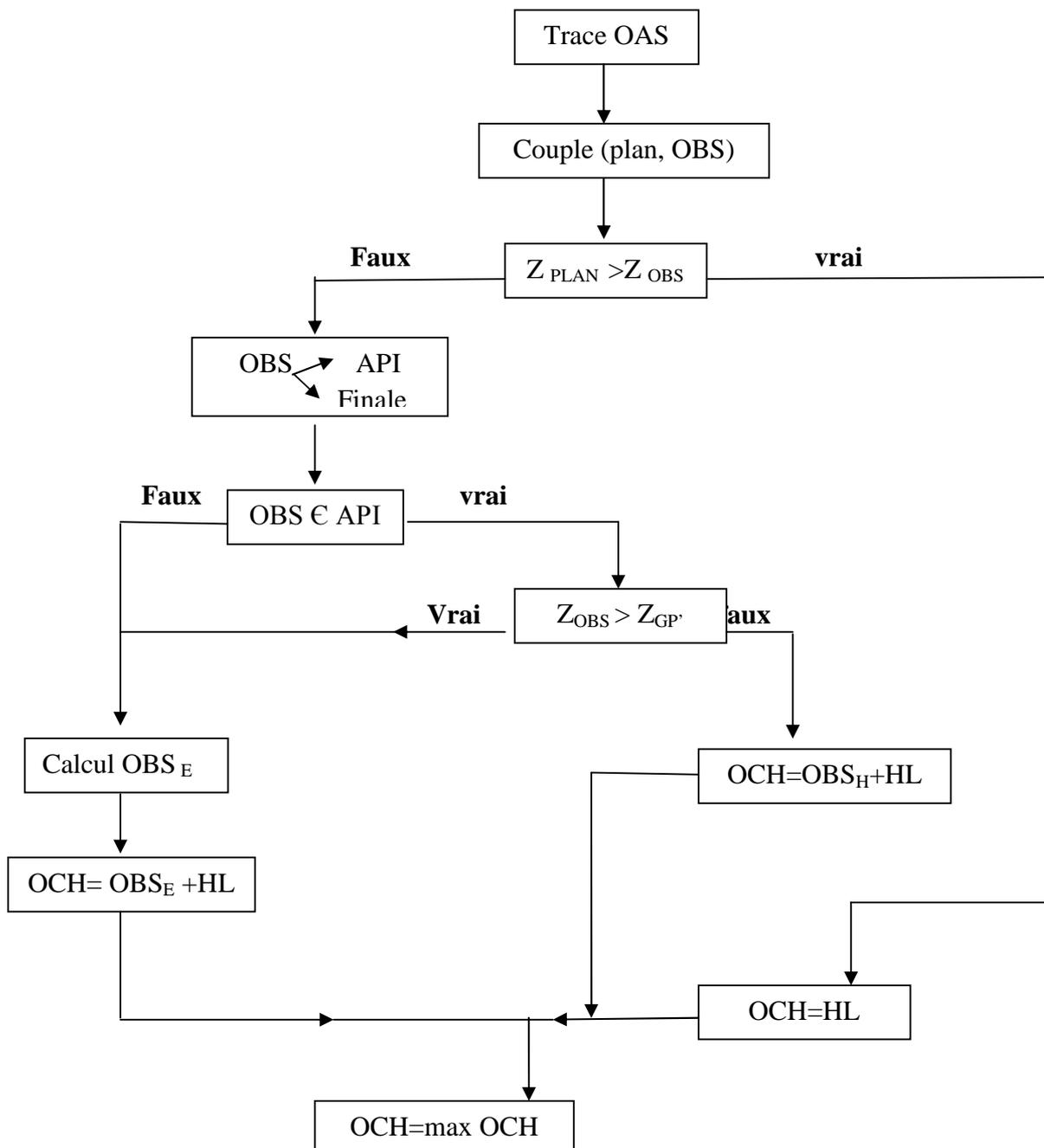
Plan GP' est parallèle au plan du glide qui coupe le plan horizontal contenant le seuil de piste selon la droite $x=-900$, et il représente le lieu ultime des points à partir desquels les aéronefs ayant amorcés une approche interrompue sur le plan du glide sont capables de tenir une pente de montée à 2.5%, ces points appelés SOC (Start of climb).

L'espace situé au-dessus de GP' est réservé à l'approche interrompue et tout obstacle dont le sommet se trouve au-dessus de GP' sera survolé en approche interrompue uniquement.

Obstacle n°	Description	X	Y	Z	Position
1	Artificiel	-2600	0	3.5	API
2	Artificiel	-1000	2800	14	API
3	Naturel	-9463.72	-1389	104	API
4	Naturel	-9593.36	2592.8	93	API

Tableau (VI.6*) Obstacles situés dans l'API

- Transformation des obstacles en approche interrompue en obstacles équivalant approche finale



En premier lieu, introduire chaque obstacle dans l'algorithme ci-dessous afin de vérifier les conditions suivantes :

1. $Z_{PLAN} > Z_{OBS}$; $Z_{PLAN} = (-0.0025000) * X - 22.5$;
- Pour l'obstacle 1 de coordonnées (-2600m, 0m). $H_{OBS} = 3.5m < 42.5m$. D'où $L'OCH = HL$ (27.86m);
- Pour l'obstacle 9 de coordonnées (-100m, 2800m). $H_{OBS} = 14 m > 2.5m$. d'où $OCH = OBS_E + HL$ (35.85m).

- Obstacle 13 de coordonnées (-9465.72m, -1389m). $H_{OBS} = 104m < 214.05m$, d'où $OCH=HL (27.86m)$;
- Obstacle 14 de coordonnées (-9593,36, 2592.8). $H_{OBS}=93 < 2592.8$. d'où $OCH=HL (27.86)$.

Les obstacles à l'approche interrompue doivent au plus être tangents au plan à 2.5 %, qui matérialise la trajectoire la plus basse en terme de dispersion avec un seuil de probabilité de présence de 10^{-7} à l'intérieure du segment de pression.

Si les obstacles sont tangents à cette trajectoire, un risque de collision de 10^{-7} est atteint, ce qui est le seuil admis.

La hauteur des obstacles équivalents en approche finale s'obtient à partir de la formule suivante qui traduit la projection selon la pente en montée sur un plan parallèle au plan de glide :

$$H = [H_{MA} * \cotg Z + (900+x)] / (\cotg Z + \cotg \theta)$$

Obstacle N	Description	X	Y	Z	Position	H équivalente
1	Artificiel	-1000	2800	14	API	7.99
2	Artificiel	-9463.72	-1389	104	API	-76.66
3	Naturel	-9593.36	2592.8	93	API	-86.58

Tableau (VI.7) Calcul de la hauteur équivalente*

• Calcul de l'OCH_{PS}

Le calcul de l'OCH_{PS} se fait en déterminant l'obstacle en approche finale ou l'obstacle équivalent en approche finale le plus haut plus la perte de hauteur.

Nous avons pris le max entre (15m,30m,24m,24m,30m,16m,5m,10m,15m,7.99,-76.66,-86.58)

$$OCH_{PS} = H + HL$$

L'obstacle N°4 qui est un obstacle artificiel (château d'eau) est l'obstacle déterminant pour le calcul de l'OCH_{PS}, nous sommes arrivées à ce résultat après avoir bouclé l'organigramme pour une quinzaine de fois (pour chaque obstacle en particulier).

• Correction de la HL :

Pour une altitude d'aérodrome supérieure à 900m, augmenter les tolérances indiquées de 2% de la marge avec radioaltimètre par tranche de 300m d'altitude. Pour notre cas nous avons l'altitude de l'aérodrome est de 1377m alors $1377-900=477m$;

300m-----2%

477m-----x d'où $x = 477 * 2 / (300) = 3.18\%$

Pour les angles d'alignement de descente supérieurs à 3.2° , dans certains cas exceptionnels, les tolérances calculées seront augmentées de 5% de la marge avec radioaltimètre, par tranche de 0.1° d'augmentation de l'angle entre 3.2° et 3.5° . pour notre cas nous avons une pente de 3.28° alors $3.28 - 3.20 = 0.06^\circ$ on a

0.1° -----5%

0.08° -----x d'où $x = 0.08 * 5 / 0.1$; $x = 4\%$.

Nous avons additionné les deux tolérances car les deux cas de figures existent sur l'A/D de Tamanrasset.

Tolérance = $4\% + 3.18\% = 7.18\%$

Catégorie d'A/C	HL		OCH _{PS}	
	Marge radioaltimètre	Altimètre barométrique	Altimètre barométrique	Marge radioaltimètre
C	22m (71 ft)	46m (250 ft)	////////////////////	////////////////////
	26m (85 ft)	49 m (161 ft)	////////////////////	////////////////////
HL corrigée CAT C	1.35 m	3.02m	65 m	40 m
HL Corrigée CAT D	1.86m	3.51m	69 m	44m

Tableau (VI.8) calcul de l'OCH*

REMARQUE

Les raccordements initial RNAV Finale ILS pour les deux procédures sont motionnés dans le fichier procédure partie 3.

VI.6.4.2. segment d'approche interrompue

Après la descente en vue d'atterrissage, et lorsqu'on a l'absence de la référence visuel, Ou lorsqu'il s'avère impossible de poursuivre l'approche jusqu'à l'atterrissage, Le pilote amorce une approche interrompue.

Nous avons construit une API (approche interrompue) en ligne droite. Après le segment de précision qui comporte les deux phases initiale et intermédiaire d'une API, nous avons construit la phase finale de l'API en ligne droite qui débute là où la surface Z atteint une hauteur de 300m, donc nous avons pris la largeur de la surface Z évasée de 15° , après vérifications des obstacles nous n'avons pas trouvé un obstacle gênant qui impose l'existence d'un virage à ce point et exige une API effectuée en virage.

- On a vérifié que l'avion maintient une MFO de 50 m le long de cette phase.
- On a vérifié aussi que Les hauteurs de tous les obstacles dans le segment finale d'une API sont inférieure ou égale à $(OCH-HL) + d_0 * \text{Tg}(Z)$

- **L'étude des obstacles**

✓ pour un avion équipé d'un altimètre barométrique, une OCH de 69m et la HL=52.51m. Sur la carte d'approche nous avons pris la largeur finale du segment de précision comme étant la largeur initiale de la phase finale de l'API évasée de 15° de part et d'autre et nous avons recensé les obstacles situés à l'intérieur comme suit :

1^{er} obstacle : de 1505m, h=128m, $d_0=13400\text{m}$;

Hauteur de l'obstacle $128\text{m} \leq (OCH - HL) + d_0 \text{tg} Z$, $128\text{m} \leq 16.5 + 13400 * 0.025$

$128 \leq 351.5$ la condition est vérifiée.

2^{eme} obstacle de 1420m (h=43m) situé à 14400m /SOC, $43\text{m} \leq 376.5\text{m}$.

La condition est vérifiée.

3^{eme} obstacle de 1384 m (h=7m) situe a 20000m /SOC, $7\text{m} \leq 516.5\text{m}$.

Remarque

Plus la distance d_0 augmente, la valeur $(OCH-HL) + d_0 * \text{tg} Z$ augmente car $\text{tg} Z$ et $(OCH-HL)$ sont des valeurs constantes, nous avons remarqué que plus en s'éloigne du SOC les altitudes deviennent moins importantes et nous avons aussi la d_0 augmente alors la condition est vérifiée pour l'ensemble des obstacles.

- ✓ pour un avion équipé d'un radioaltimètre, une OCH de 44m et une HL corrigée de 27.6 m la condition est vérifiée car on a les mêmes obstacles et la valeur de l'OCH -HL =16.5m .la condition a été vérifiée pour $H_{\text{OBST}} \leq 16.5 + (d_0 * \text{tg} Z)$ implique que la condition est vérifiée pour un même obstacle tel que $H_{\text{OBST}} \leq 16.5 + (d_0 * \text{tg} Z)$.

- **Le début de l'API**

Début, le point ou le plan G_p coupe la droite OCH, pour le cas ou on a un altimètre barométrique l'OCH est de 69 m et la HL est de 52.5m alors $OCH-HL = 16.49\text{m}$.

$\text{tg}(3.28^\circ) = OCH / (\text{distance entre le début et le GP})$, d'où la distance =1210.52 m.

$d-300\text{m}=910.52\text{m}$ c'est la distance de point de début de l'API et le THR alors L'API commence a une distance de 910,52 m/THR .le début de montée et caractérisé par le point SOC d'une hauteur de 30 m au dessus de l'altitude de l'A/D, la distance du soc par rapport a (-900) est de 289.45 m,(-610.52m) est l'abscisse du soc.

A partir du point soc c'est le segment intermédiaire de l'API .MFO appliquée est de 30m.

VI.6.5. Manœuvre à vue

- **le Tracée de l'aire de protection**

Il s'agit d'une aire de protection de mise en œuvre très simple, elle est obtenue en traçant les demi-cercles de rayon fonction de la catégorie d'aéronefs, centrés sur les seuils des deux pistes jointes par des tangentes. (Voir l'annexe G).

- **Paramètres**

Les paramètres pris en compte pour la détermination des rayons de l'aire de protection de manœuvre à vue sont :

- Vitesses indiquées pour chaque catégorie d'aéronefs ;
- Vitesse de vent de +/- 46 Km/h (25 kt) ;
- Angle d'inclinaison latéral : angle effectif moyen de 20 ° ou angle d'inclinaison latéral pour effectuer un virage à une vitesse angulaire de 3°/s, si ce dernier est inférieure à 20°.

Le rayon est déterminé d'après les formules ci-après, en appliquant une vitesse de vent de 46 Km/h à la V_v pour chacune des catégories d'aéronefs en utilisant les vitesses indiquées de manœuvre à vue.

Notant que la V_v est fondée sur l'altitude de l'aérodrome qui est de l'ordre de 1377 m et sur la température ISA+15°.

- ✓ **Pour un avion de cat D**

$V_i = 380$ Km/h (205 kt) ; d'où la $V_v = V_i * k$; k fonction de l'altitude et de la température (4717.66ft, ISA+15) $k = 1.09$ alors La $V_v = 223.45$ kt ;

Vitesse vraie corrigée

$$V_v = V_i * 171233 * [(288 + 14) - 0.00198 * (1377 * 3.2808)]^{0.5} / (288 - 0.00198 * (1377 * 3.2808))^{2.628}$$

$$V_v = 224 \text{ kt ;}$$

Rayon de virage $r = V_v^2 / 68625 \text{ tg } \alpha$, telle que $\alpha = 20^\circ$ (inclinaison Latéral moyenne) ;

$r = 2 \text{ NM}$

- ✓ **Pour un avion de CAT C**

$V_i = 335$ Km/h (181 kt) ; $k = 1.09$ d'où $V_v = k * V_i = 197.29$ kt.

V_v corrigée = 198.36 kt ;

Le rayon $r = V_v^2 / (68625 \text{ Tg } \alpha)$;

$r = 1.57 \text{ NM}$

✓ Pour la CAT D

D'après le tableau des marges de franchissement d'obstacle l'OCA/H pour l'aire de manœuvre a vue :

OCH=210 m (689ft), MFO = 120 m (314 ft);

Il sera loisible de faire abstraction d'un secteur donné, l'ors qu'il existe un obstacle important dans l'aire de manœuvre a vue en dehors des aires d'approche finale et d'approche interrompue .ce secteur, à l'intérieure de l'aire de manœuvre a vue, est limité par les dimensions des surfaces d'approche aux instruments spécifiées dans l'annexe 14.

Lorsqu'il fait usage de cette dérogation, la procédure publiée doit interdire aux pilotes l'exécution d'une approche indirecte dans tout le secteur occupé par l'obstacle. Dans la manœuvre avue que nous avons construit cette dérogation n'existe pas alors les pilotes peuvent utiliser la totalité de l'aire de manœuvre a vue.

L'OCH-MFO donne la valeur de la hauteur limite d'obstacles qui peuvent influencer sur l'aire de manœuvre .donc on cherche à avoir des obstacles possédant une hauteur inferieure a L'OCH-MFO pour chaque CAT d'aéronefs.

V.7.CONSEPTION DE LA STAR POUR LES A/C VENANT DU SUD

Arrivée normalisée aux instruments (STAR) est une Route désignée d'arrivée suivie conformément aux règles de vol aux instruments(IFR).reliant un point significatif, normalement situé sur une route ATS, à un point où peut commencer une procédure d'approche aux instruments.

Nous avons conçu une route d'arrivée STAR qui relie l'itinéraire de croisière et l'approche (le point de ralliement IAF). Après avoir finalisé la conception de l'approche nous avons constaté l'utilité de concevoir une star pour faciliter la transition de l'avion vers l'approche et afin de bénéficier de ces avantages opérationnels.

En ramenant l'avion jusqu'a la verticale de l'installation radio DVOR/DME en appliquant les critères RNAV, la STAR commence dés le DVOR/DME (verticale installation) jusqu'a l'IAF, la longueur de la route d'arrivée est de 28.5 NM et l'altitude pression est de 13000ft.(Voir l'annexe G)

Nous avons construit la star sur la base de :

- STAR doit être simple et facile à comprendre.
- L'implantation des WPT est essentielle pour la poursuite de la trajectoire de vol
- STAR doit permettre aux aéronefs de naviguer le long des routes sans dépendre autant de guidage radar

• Aires de tolérance et points de cheminement

Notre route est basée sur 3 wpt , IAF coïncide avec le point de ralliement de l'attente. Un point de cheminement nommé HOGAR situé à 25 NM de l'IAF et le point situé sur la verticale de l'installation radioélectrique DVOR/DME.

Point de cheminement	XTT	ATT	Demi-largeur	Les Coordonnées
IAF	XTT= 2.2NM	ATT= 1.6NM	L/2=5NM	23° 13' 57''N 5 ° 11'53''E
HOGAR	XTT=2.07NM	ATT=0.6NM	L/2=5NM	22° 51' 37.8''N 5° 24' 48.18''E
DVOR/DME	XTT=1.1 NM	ATT=0.6NM	L/2=5NM	22 ° 50 '34.33''N 5° 27'53.05''E

Tableau (VI.9*) Points de cheminement et leurs coordonnées

VI.8.CONSEPTION D'UNE STAR POUR LES AERONEFS VENANT DU NORD

L'utilité opérationnelle et la rentabilité de l'axe TIFOU/DAAT qui représente le flux le plus dense avec une part de 44% du trafic globale sur l'aérodrome de Tamanrasset nous ont sensibilisé le besoin de la conception d'une STAR sur laquelle les a/c venant du nord s'orientent vers le point de ralliement IAF de l'attente alignée sur l'axe de piste conçue pour ces derniers .Notre route est basée sur 3 wpt.

L'IAF coïncide avec le point de ralliement de l'attente alignée. UN point de cheminement a survolé nommé LINA définie par intersection d'un radial VOR de 182° et une distance DME de 31.31NM .UN troisième point de cheminement a survolé nommé ANES définie par intersection d'un radial support de la route TIFOU-DAAT de 171° et d'une distance DME de 50NM du DVOR /DME de référence. (Voir l'annexeG)

Points de cheminement et aires de tolérance

Point de cheminement	XTT	ATT	Demi-largeur (L/2)	Coordonnées géographiques
ANES	4.1NM	1.00NM	7.1NM	23° 38' 21''N 5° 23' 1.88''E
LINA	2.6NM	0.8NM	5NM	23° 19' 20.86''N 5° 27' 27.87''E
IAF	1.625 NM	0.671 NM	5 NM	23°1'31.30'' N 5° 32'57.16''E

Tableau (VI.10*) point de cheminement STAR et leurs coordonnées

VI.9. CONCEPTION D'UNE SID RNAV

Après la conception de notre procédure nous avons remarqué qu'on doit concevoir une SID u pour le seuil 20 contraignant car le décollage est face a un obstacle pénalisant de 2908m pour cela nous avons procédé comme suit :

- Implantation d'un point de cheminement fictif sur la DER (extrémité déclarée adéquate pour le décollage) à survoler, définie par un radial de 202° et une distance DME D 1.14 NM, ce point de cheminement nommé MUS (XTT=0.7362 NM, ATT=0.5406, L/2=1.60NM). (1/2 étant définie comme le maximum entre $(1.5XTT+0.5, 1NM)$);
- Un 2^{ème} point de cheminement à survoler situé à 5 NM du seuil nommé FAP coïncidant avec le point de cheminement FAP de la procédure alignée ;
- Un 3^{ème} point de cheminement par le travers c'est l'IAF de la procédure alignée ;
- Un 4^{ème} point de cheminement nommé MIMI survolé en virage.

On a implanté les points de cheminement pour créer une trajectoire alignée sur l'axe de piste, la montée est effectuée avec une pente de 3.9% jusqu'à un point IAF où on doit faire un virage par le travers construit de la même manière que le virage de la procédure non alignée, le virage est effectué sur un palier de 2388m et avec un angle $\theta' = 45^\circ$. la marge de franchissement d'obstacle MOC de l'aire primaire est de $0.08\% * d$, tel que d est la distance entre le point survolé et la DER.

la pente de 2.5% était bonne pour tous les obstacles sauf un seule de 1644m situé a 7400m qui nous a imposé une pente supérieure de 3.9%, alors on doit promulguer la pente car H (la hauteur de l'obstacle) est supérieure à 60m, $H = 267m$.

➤ Paramètres pour la construction de virage par le travers de l'IAF

- $V_i = 265 \text{ kt}$, $V_v = V_i * k$, $k = 1.1586$ (K est le facteur de conversion tiré d'après le tableau pour une température de ISA+15 et une altitude de 7834.55 ft). $V_v = 304.75 \text{ kt}$
- Le point de début de virage est nommé D situé a une distance de $ATT + C = 0.891 \text{ NM}$
- calcul de la spirale du vent :
 $\theta' = 45^\circ$, $w = 30 \text{ kt}$.
 $E_{\theta'} = \theta' / R * W / 3600$ tel que R est l'inclinaison latérale de virage
 $R = 3431 * \text{tg} \alpha / (\pi * V_v)$ tel que $\alpha = 25^\circ$, $R = 3431 * \text{tg} 25^\circ / (\pi * 304)$ d' où $R = 1.67 \text{ }^\circ/\text{s}$.
 $E_{\theta'} = 45 * 30 / (1.67 * 3600)$ d' où $E_{\theta'} = 0.22 \text{ NM}$
- calcul du rayon de virage r est le rayon de virage $= V_v^2 / (68625 * \text{tg} \alpha)$ d' où $V_v = 2.88 \text{ NM}$

- le point mimi est un point de cheminement définie par intersection d'un radial VOR de 157° et une distance DME de 28 NM survolé (Fly by) en respectant la distance de stabilisation entre les deux points de cheminement IAF par le travers et MIMI à survoler .(Voir l'annexe G)

VI.10.Avantage de la procédure RNAV VOR/DME/ILS

- Procédure économique en distance L'approche conçue pour les avions qui viennent du nord c'est la procédure alignée, elle est estimée pour 14NM /THR. Pour les avions qui viennent du sud l'approche avec attente non alignée sur l'axe de piste est estimée pour 32NM/THR.
- Après une étude statistique détaillée, on a cherché l'endroit le plus adéquat pour l'attente pour gagner plus de niveaux et résoudre le problème de saturation prévu.
- On a opté pour des attentes éloignées basées sur des points de cheminement RNAV (VOR/DME) pour pouvoir séparer les départs, les arrivées et assurer la fluidité du trafic.
- Procédures économiques de point de vue consommation car elles s'effectuent en segments droits (moins de virage et moins du temps).
- Attentes éloignées alors le problème de la nuisance sonore est pratiquement réduit.
- Nous avons construit des stars qui sont opérationnellement rentables.
- Procédures simples est facile à comprendre par les pilotes.
- Interrompue en ligne droite facile à exécuter.

VI.11.PROPOSITIONS :

- Avoir les routes à FL 135 ;
- Conception des SID pour le seuil 20 ;
- Création d'une CTA ;
- Avoir des avions équipés et certifiés RNAV ;
- Réorganisation des méthodes ATC ;
- Mise en œuvre d'une nouvelle terminologie ;
- Prévoir des Formations sur les procédures RNAV pour les contrôleurs, les pilotes et les concepteurs des procédures.

CONCLUSION GENERALE

La procédure RNAV permet :

- D'obtenir de grands avantages dans l'exploitation et la gestion de l'espace aérien ;
- De Réduire le temps de vol ;
- D'Éviter de voler sur les zones urbaines ou d'autres zones

En se basant sur la diversité des équipements embarqués et leurs configurations et leurs façons d'opérer, la RNAV peut créer différents trajectoires pour différents avions.

En vue d'atténuer ce hasard, les concepteurs de la procédure doivent indiquer clairement les objectifs de la conception d'une telle façon, que le fournisseur de base de données peut utiliser le chemin d'accès correctement terminateurs.

La publication est une étape essentielle dans la mise en œuvre de la procédure RNAV. La publication des erreurs dans un environnement RNAV peut conduire à une situation plus dangereuse que dans un classique.

La réalisation du présent mémoire nous a permis de nous familiariser avec l'aspect pratique dans l'utilisation des informations acquises dans notre cursus universitaire.

L'amélioration de l'exploitation de l'aérodrome de Tamanrasset s'avère nécessaire.

Pour ce faire, nous avons conçu de nouvelles procédures tout en renforçant la sécurité ainsi que la capacité de l'espace aérien. L'application de ses procédures évitera la saturation de cet espace.

Nous espérons que les services compétents prendront en connaissance de notre travail et à sa validation dans un proche avenir.

Références et documentation

- Annexe de la convention relative à la navigation civile internationale

Annexe 2 : Règles de l'air ;

Annexe 4 : Cartes aéronautiques ;

Annexe 11 : Services de la circulation aérienne ;

Annexe 14 : Aérodrômes ;

- Procédures pour les services de la navigation aérienne

Exploitation technique des aéronefs (document 8168 version 2006) ;

Volume I : procédures de vol ;

Volume II : construction des procédures de vol a vue et de vol aux instruments ;

AIP Algérie ;

Document 9613 de la qualité de navigation requise ;

- Sites internet WWW.ENNA.dz

www.ENNA-SIA.dz

www.meteofrance.fr

www.wikipedia.fr

www.Siafrance.fr

ANNEXE A

Lecture des cartes aéronautiques

1. FONCTION

Cette carte a pour but de fournir aux équipages de conduite des renseignements détaillés concernant la trajectoire nominale associée à la procédure aux instruments et les minimums opérationnels associés.

2. APPLICATIONS

En Principe, une carte est publiée pour chaque procédure, toutefois, une seule carte peut être fournie pour représenter plus d'une procédure d'approche lorsque les procédures correspondant aux segments d'approche intermédiaire, finale et interrompue sont identiques et que la lisibilité de la carte n'est pas mise en cause.

Les procédures ILS et LLZ sont toujours représentées sur la même carte. Pour les procédures conventionnelles, un tableau intitulé « Points/repères essentiels des procédures » est publié, afin de communiquer les coordonnées géographiques des points/repères essentiels des procédures d'approche. Ces points /repères sont regroupés par types (IAF, IF, FAP/FAF, autres points/repères). Le tableau est publié sur le dernier feuillet avant les cartes IAC. Ce Feuillet est identifié par « DATA » suivi d'un numéro d'ordre.

Pour les procédures RNAV, un tableau similaire, intitulé « Tableau pour les intégrateurs de données » est publié au verso de la carte IAC. Il comprend, pour chaque point : le type de repère (IAF, IF, FAF, MAPT), l'identification, les coordonnées géographiques, le codage proposé (IF, TF, CF, DF, FA), le statut (FLY BY ou FLY OVER). Ce tableau comprend également les repères de descente (SDF).

D'autres feuillets peuvent également être publiés pour diffuser des informations complémentaires aux cartes IAC (Textes ou tableaux). Ces feuillets sont identifiés comme les cartes IAC auxquelles ils se rapportent, avec un numéro D'ordre tenant compte de l'insertion dans le document. Les cartes d'approche aux instruments d'un aéroport sont classées dans l'Atlas IAC, en tenant compte des facteurs suivants :

- distinction entre cartes de procédures directes et cartes MVI (les cartes de procédures directes devant précéder les cartes MVI) ;
- dédoublement INA-FNA (les cartes INA devant précéder les cartes FNA) ou carte unique ;
- QFU ;
- existence éventuelle de pistes parallèles ;
- type de procédure (ILS, LLZ, VOR, NDB, RNAV-GNSS) ; toutefois, dans certains cas, la première carte peut être celle d'une procédure préférentielle.

3. ZONE REPRESENTEE ET ECHELLE

La zone représentée sera suffisamment grande pour représenter la totalité de la procédure d'approche. Toutefois, il est admis que la totalité de la procédure ne soit pas représentée à

l'échelle, en cas d'attente éloignée. Cette attente éloignée peut être représentée dans un cartouche placé dans les limites du champ 10. Par ailleurs, le segment de la route d'arrivée n'est pas représentée sur cette carte lorsque l'aérodrome fait l'objet d'une publication séparée dans l'AIP en partie AD2.

Enfin, lorsque nécessaire, la procédure sera représentée sur deux volets établis avec un certain recoupement (s'il existe une attente éloignée, ou lorsque plusieurs segments initiaux sont suivis d'une approche intermédiaire, finale et interrompue commune). Dans ce cas, le volet INA représente les segments d'approche initiale et le volet FNA représente la partie commune des approches.

4. CHAMPS DE LA CARTE

La carte d'approche aux instruments comporte les champs suivants :

- champ 1 : Désignation du type de carte
- champ 2 : Identification de la carte
- champ 3 : Protection
- champ 4 : Identification de la procédure
- champ 5 : Altitude de l'aérodrome/hélistation et du seuil/correspondance en hPa
- champ 6 : Date de la dernière mise à jour de la carte
- champ 7 : Organismes/Services, indicatifs d'appel, fréquences
- champ 8 : Informations relatives à ILS/DME
- champ 9 : Valeur de la déclinaison magnétique et année de mise à jour
- champ 10 : Vue en plan de la procédure
- champ 11 : Altitude de transition
- champ 12 : Vue en profil de la procédure
- champ 13 : Minimums d'aérodrome/d'hélistation
- champ 14 : Informations complémentaires

5. CONTENU DES CHAMPS

- **Champ 1 - Désignation du type de carte**

Préciser le type de carte.

- **Champ 2 - identification de la carte**

Indiquer :

- le nom officiel de l'aérodrome/hélistation (le nom abrégé servant à former l'indicatif d'appel est représenté en gras) ;
- la mention AD2 suivie de l'indicateur d'emplacement OACI et de l'identification du type de carte : IAC suivi d'un numéro d'ordre.

- **Champ 3 - Protection**

Indiquer :

- le (ou les) VOR/DME de référence pour les procédures d'approche aux instruments RNAV utilisant un capteur VOR/DME (1).

- les catégories d'aéronefs pour lesquelles la ou les procédures sont Protégées ;

- **Champ 4 - Identification de la procédure**

Selon l'étendue du champ de la carte à représenter, et lorsque les IAF sont très éloignés de l'aérodrome, il peut s'avérer nécessaire, pour obtenir des cartes à une échelle correcte, de représenter les procédures d'approche sur deux types de cartes (INA et FNA). En outre, la représentation en deux parties (INA et FNA) est à privilégier chaque fois que plusieurs approches initiales existent mais aboutissent à une partie « intermédiaire+finale+approche interrompue » commune pour éviter la multiplication des procédures. Une seule carte FNA peut être réalisée pour plusieurs cartes INA.

Les cartes INA représentent les segments d'approche initiale, et les cartes FNA représentent les segments d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue.

Lorsqu'une MVI est définie, la trajectoire de la MVI est toujours représentée sur une carte spécifique.

- **Carte INA**

Lorsqu'une carte INA est établie, les procédures d'approche initiale représentées sur cette carte sont identifiées par :

- la mention INA ;
- la mention RNAV, s'il y a lieu ;
- l'IAF ou les IAF concernés. S'il y a lieu, les IAF sont séparés par des « / ». Si une carte regroupe toutes les procédures initiales pour une piste ou un ensemble de pistes, il n'est pas nécessaire de lister les IAF.
- la ou les pistes concernées. S'il existe plusieurs segments d'approche initiale, pour un couple IAF/piste, 2 caractères alphanumériques (bi grammes) complètent l'identification pour différencier les trajectoires. Dans ce cas, les bi grammes sont portés sur les trajectoires, sur la vue en plan.

- **Carte FNA (dans le cas d'une procédure représentée sur deux feuillets : INA et FNA) ou carte unique pour l'ensemble de la procédure aux instruments**

- ❖ **APPROCHES DIRECTES CONVENTIONNELLES**

Généralités

L'identification comprend :

- a) la mention FNA, dans le cas d'une procédure représentée sur deux feuillets : INA et FNA .
- b) le type de la dernière aide de radionavigation (VOR, NDB) ou du système d'approche (ILS, LLZ, MLS, PAR, ...) qui assure le guidage

latéral à l'approche finale .

- c) une lettre index (prise dans l'ordre inverse de l'alphabet en commençant par la lettre « z »), pour différencier l'identification des procédures en double
- d) l'identification de la piste.

- **Procédures en double**

La lettre index sera employée pour différencier les procédures en double, et notamment dans les cas suivants :

- 1) deux ou plusieurs aides du même type sont utilisées pour appuyer différentes approches sur la même piste ;
- 2) deux ou plusieurs approches interrompues sont associées à une approche commune ;
- 3) différentes procédures ayant recours au même type d'aide de radionavigation sont prévues pour différentes catégories d'aéronef (sauf si les procédures ne diffèrent que par les minima et même si elles sont publiées sur des cartes différentes) ;
- 4) les segments d'approche « intermédiaire+finale+API », sont identiques mais sont publiés sur plusieurs cartes en association à des segments initiaux différents.

- ❖ **Cas des procédures ILS**

La procédure ILS et la procédure LLZ associée sont publiées sur la même carte .
Si les procédures ILS CAT I, CAT II et CAT III ne diffèrent que par les minima, elles sont publiées sur la même carte mais le titre mentionne séparément la procédure CAT I et les procédures CAT II & III.

- **APPROCHES AUX INSTRUMENTS SUIVIES DE MANOEUVRES A VUE « Libres » (MVL) ou « imposées » (MVI)**

- a) l'abréviation MVL n'est pas mentionnée dans le champ 4.
- b) une procédure d'approche aux instruments indirecte, dotée uniquement de minima MVL ou MVI est identifiée par :
 - le type de la dernière aide à la navigation assurant le guidage de l'approche finale (VOR, NDB).
 - dans tous les cas, une lettre index, en commençant par la lettre « a » .

- **APPROCHES RNAV**

L'identification d'une procédure d'approche RNAV comprend :

- a) le sigle RNAV avec, en indice et entre parenthèses, le ou les capteurs utilisables ;
- b) l'identification de la piste .

Si aucun capteur n'est mentionné, la procédure est utilisable quel que soit le capteur.

- **Carte MVI**

Une manœuvre à vue imposée (MVI) est représentée seule sur une carte spécifique,

distincte de la carte représentant l'approche aux instruments qui la précède. Le champ 4 sert alors à identifier la manœuvre à vue imposée. Cette identification comporte la mention MVI et l'identification de la piste. Un caractère alphabétique, commençant par la lettre « a », est ajouté si plusieurs cartes de manœuvres à vue imposées sont établies pour un aéroport .

- **Champ 5-Altitude de l'aéroport/hélistation et du seuil/correspondance en hPa**

Indiquer l'altitude de l'aéroport et , dans les cas suivants : l'altitude du seuil de piste desservi par la procédure d'approche ; L'altitude du seuil (DTHR en cas de seuil décalé) est publiée pour :

- les approches de précision.

- les approches classiques, lorsque le seuil est à plus de 16 pieds en dessous de l'altitude de l'aéroport.

La correspondance en hPa (arrondie au nombre entier supérieur) est précisée pour l'altitude servant de référence altimétrique pour la carte. Cette référence est indiquée en caractères gras. indiquer ces informations uniquement sur les volets sur lesquels est publiée l'approche finale. La référence altimétrique de la carte MVI est l'altitude de l'aéroport.

- **Champ 6 - Date de la dernière mise à jour de la carte**

Mentionner la date de la dernière mise à jour de la carte sous la forme : jour, mois (abréviation réglementaire), année en deux chiffres.

- **Champ 7 - Organismes/Services, indicatifs d'appel, fréquences**

Mentionner dans l'ordre avec, le cas échéant, la langue utilisée (FR) si l'organisme ATS ou l'ATIS n'utilise que le français ou (EN) dans le cas d'un ATIS n'émettant Qu'en anglais :

- l'ATIS avec le nom abrégé de l'aéroport, suivi de la fréquence.

- l'organisme avec son suffixe et la ou les fréquences (suivies des lettres H, I ou L pour préciser la portée opérationnelle des fréquences APP ou de la lettre S pour les fréquences supplétives).

Lorsque le service APP est assuré sur des fréquences différentes par secteur, selon le secteur concerné, toutes les fréquences de l'APP sont indiquées.

La fréquence du secteur sous lequel se trouve l'aéroport est mentionné en premier. Lorsque, sur un aéroport, un service TWR et un service AFIS sont assurés selon des horaires permanents publiés, les deux organismes sont indiqués.

Lorsque les services APP ou TWR ne sont pas assurés, la mention NIL est indiquée.

Lorsqu'aucun organisme de la circulation aérienne n'est prévu sur l'aérodrome, une fréquence particulière pour l'auto-information doit être indiquée.

Lorsque le service APP n'est pas assuré pour la totalité de la procédure, les limites dans lesquelles le service est assuré, sont indiquées dans les deux situations suivantes :

- cessation du service en dessous d'une limite verticale.
- cessation du service au-delà d'une limite latérale.

Procédure pour l'obtention du QNH en l'absence d'organisme de la circulation aérienne sur l'aérodrome : cette procédure doit être publiée pour pouvoir exécuter une procédure d'approche aux instruments sans organisme de la circulation aérienne sur l'aérodrome et l'auto-information, sauf disposition contraire publiée, se fait en français uniquement.

- **Champ 8 - Informations relatives à l'ILS/DME**

Ce champ est renseigné pour indiquer les installations suivantes :

- ILS/MLS, son indicatif codé et sa fréquence.
- LLZ, son indicatif codé et sa fréquence (pas de GP installé dans ce cas).
- DME/ATT, son indicatif codé et sa fréquence. Indiquer la RDH pour les approches de précision.

- **Champ 9 - Valeur de la déclinaison magnétique et année de mise à jour**

Indiquer la valeur de la déclinaison magnétique arrondie au degré le plus proche et date de sa mise à jour en deux chiffres (année multiple de cinq).

- **Champ 10 - Vue en plan de la procédure**

Unités de mesure : mentionner, dans ce champ, les unités de mesure utilisées.

Cadre : Représenter les amorces des minutes toutes les 10 secondes avec la valeur en degrés et minutes sur les amorces de minutes sur la bordure gauche et en bas.

Orientation : la carte est toujours orientée au nord géographique ; aucune indication d'orientation n'est portée sur la carte.

- **Représentation des trajectoires RNAV**

Pour les trajectoires RNAV, les points de cheminement (WPT) sont représentés avec les symboles prévus pour :

- les WPT « à survoler » .
- les WPT « par le travers » .

La trajectoire peut être définie :

- après un WPT « à survoler »
 - * pour rejoindre la route entre le WPT survolé et le WPT suivant (codage track to fix : TF) .
 - * pour rejoindre une route imposée vers le WPT suivant (codage course to fix : CF) .
 - * pour rejoindre directement le WPT suivant après le virage (codage direct to fix : DF) .

- après un WPT « par le travers »

* pour rejoindre la route entre le WPT avec anticipation et le WPT suivant (codage track to fix : TF).

- **Champ 11 - Altitude de transition**

Indiquer l'altitude de transition.

Pour les procédures se déroulant partiellement en espace aérien contrôlé, l'altitude de transition n'est indiquée que si, au moins, l'altitude la plus basse de l'attente se trouve en espace contrôlé.

- **Champ 12 - Vue en profil de la procédure Altitudes de procédure et profil optimal**

Représenter en profil l'approche intermédiaire, finale et interrompue, à partir :

- du repère d'approche intermédiaire (IF).

- de la fin du virage de rapprochement de l'approche initiale, lorsqu'il n'y a pas d'IF.

La représentation du profil en amont de l'IF ou de la fin du virage de rapprochement de l'approche initiale doit rester exceptionnelle

Indiquer :

- l'IF et le FAF, lorsqu'ils existent.

- l'orientation magnétique de la trajectoire, arrondie au degré le plus proche (et, pour les approches RNAV - GNSS, en plus.

- l'angle de descente au dixième de degré près et la pente de descente au dixième de pour cent près, pour les approches de précision ;

- les distances par rapport au seuil et à un DME si un tel moyen est installé.

- l'identification des moyens radioélectriques.

Si un nom est attribué à un repère, il est porté sur la vue en profil.

Dans le cas où un DME et un DME ATT sont installés, les informations de distance (en NM) sont données par rapport aux deux DME.

- ✓ **Description des API**

Seule l'amorce de la trajectoire de l'API est représentée. La description complète de l'API est fournie, sous forme de texte, précédé de l'abréviation API.

Indiquer en caractères gras les paramètres essentiels de l'API.

- **Champ 13 – Minimums d'aérodrome/hélistation**

En tête de ce champ sont précisées :

- les unités utilisées pour les minimums d'aérodrome .

- la référence utilisée pour l'expression des hauteurs.

Les minimums opérationnels d'aérodromes sont publiés par catégorie d'aéronefs pour lesquelles les procédures sont protégées .

Publication des OCH :

Pour les approches de catégorie 1 et 2, les OCH sont publiées dans une colonne particulière :

- des OCH différentes peuvent être publiées selon les pentes en API.

ANNEXE B

Systeme géodésique
mondial-1984 (WGS-84)

1. INTRODUCTION

Etant donnée l'évolution des systèmes de navigation, qui passent des systèmes à référence terrestre sur station à des systèmes à référence terrestre, il est un élément important à prendre en compte, Le référentiel géodésique utilise pour déterminer la position réelle.

Les référentiels géodésiques servent à calculer la position géographique et l'altitude topographique précises des divers éléments caractéristique de la surface terrestre.

Ces référentiels sont établis à différents niveaux d'administration (international, national et local) et ils forment la base officielle de tous les relevés de position et de navigation. A l'heure actuelle, il y a de nombreux systèmes de référence géodésique en usage dans le monde, ce qui donne lieu à des différences de l'altitude et de la longitude d'un même point au sol, selon le système utilisé. Dans certaines régions du monde, je peux constater des différences de plusieurs centaines de mètres, et les incidences de cette situation pour les avions qui volent en conditions RNP sont telles que les erreurs qui en découlent sont parfois trop importantes pour être tolérées, notamment dans les régions terminales. De plus, il peut aussi se poser des problèmes particuliers en croisière, par exemple lors du transfert d'avions entre des centres de contrôle régional des pays voisins qui utilisent des référentiels géodésiques différents. De même, il pourrait arriver que le logiciel du système de gestion de vol (FMS) de l'avion emploie un référentiel géodésique différent de celui qui est utilisé pour localiser les aides de navigation au sol (par exemple le DME) ou les aides de navigation à référence terrestre comme le système mondial de navigation par satellite (GNSS). Des essais en vol ont déjà imputés des erreurs significatives à l'emploi de référentiels géodésiques différents dans des simulations d'environnement RNP de grande précision.

L'OACI a choisi le système géodésique mondial-1984 (WGS-84) comme référentiel géodésique mondial commun, car il est indispensable :

- a) de convertir les coordonnées des positions clés des aéroports et celles des aides de navigation au sol à un référentiel géodésique commun ;
- b) de veiller à ce que tous les emplacements de cette nature soient relevés en fonction d'une norme commune qui assure une précision optimale, comme celle que l'on obtient en utilisant les techniques de levé de GNSS ;
- c) de veiller à ce que tous les logiciels FMS utilisent un référentiel géodésique

Ce sont les états qui, en dernier ressort, sont investis de la responsabilité d'assurer la précision des données de position à l'usage de l'aviation. Un effort collectif s'imposera toutefois pour mettre en application le WGS-84 à l'échelle mondiale afin que l'on puisse adopter des systèmes à référence terrestre pour toute la catégorie de navigation aérienne

2. SYSTEME DE COORDONNE WGS -84

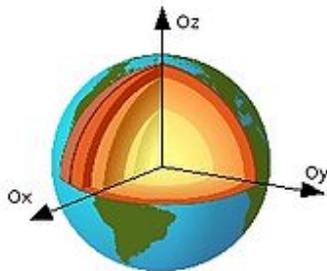
Le succès de la mise en œuvre mondiale de la navigation par satellite dépend de l'existence d'une base de données de coordonnées et de procédures d'une très haute qualité. Il n'est pas possible d'obtenir une navigation précise par satellite que lorsque les coordonnées obtenues du

sol, les coordonnées calculées et les coordonnées obtenues du système satellitaire ont le même système de référence géodésique.

Pour appuyer une technologie satellitaire en pleine évolution, l'OACI a adopté le WGS-84.

Les bases de données aéronautiques sont établies et mises à jour en ayant recours à des enquêtes concernant les aides de navigation, les repères de position et les seuils de piste existants et en concevant de nouvelles routes ou procédures d'approche. Des systèmes doivent être mis en place pour garantir la qualité (précision, intégrité et résolution) des données de position depuis le moment où l'enquête est menée jusqu'au moment où les renseignements sont transmis au prochain usager visé. Les bases de données aéronautiques doivent être mises à jour sur une base régulière.

Un **système géodésique** est un système de référence permettant d'exprimer les positions au voisinage de la Terre.



3. Définition

➤ Système de coordonnées cartésienne

Un système géodésique est, initialement, un repère tridimensionnel défini par :

- son centre O (choisi à proximité du centre de gravité terrestre).
- trois axes orthonormés Ox, Oy et Oz, définis par leur orientation. Ox et Oy se trouvent pratiquement dans le plan équatorial terrestre, et Oz est orienté approximativement suivant l'axe de rotation terrestre.

Dans un système géodésique ainsi défini, un point est localisé par ses coordonnées cartésiennes, exprimées par trois valeurs (X, Y, et Z) relatives aux trois axes du repère.

Les données spatialisées sont rarement stockées sous cette forme, mais on peut avoir recours à ce système de données cartésiennes pour convertir des données d'un système géodésique à un autre.

➤ **Système de coordonnées géodésiques (ou géographiques)**

Un système géodésique peut, de manière équivalente, être défini par un ellipsoïde de révolution conventionnel (choisi de manière à approcher le géoïde) dont les paramètres de définition sont généralement :

- son centre O
- son demi grand axe a
- son coefficient d'aplatissement f

Dans un système géodésique ainsi défini, un point est localisé par ses coordonnées géodésiques (ou géographiques), exprimées en valeurs angulaires par la latitude L, la longitude G, et la hauteur géodésique h mesurée suivant la normale à l'ellipsoïde (h est petit à proximité de la surface terrestre).

➤ **Systèmes géodésiques modernes**

Les techniques spatiales ont permis de définir des systèmes géodésiques "mondiaux" ou "globaux", en combinant les méthodes d'orbitographie précise de satellites, et des mesures d'angles ou de distances (ou plutôt, de temps de propagation de signaux) entre ces satellites et des points du globe ; le "réseau" géodésique est désormais virtuel, et ce sont les éléments orbitaux des satellites et les positions des stations de trajectographie qui définissent désormais le système géodésique. Le premier système géodésique ainsi défini a été le WGS 72 (World Geodetic System 72), associé aux satellites américains TRANSIT.

Contrairement aux systèmes géodésiques classiques, bidimensionnels (la position n'était connue dans ces systèmes que par ses deux coordonnées horizontales, la coordonnée verticale étant donnée dans un autre système de référence, dit... horizontal !), les systèmes globaux sont tridimensionnels.

➤ **Systèmes géodésiques les plus connus Dans le monde**

- Le système géodésique le plus utilisé dans le monde est désormais le système WGS 84, associé au système de positionnement GPS.
- En Amérique du nord, outre le WGS83. On utilise Le NAD84 (pour North American Datum) qui a succédé au Nad27. Le chiffre indique l'année de la généralisation du système.

4. En France



Des repères géodésiques étaient fréquemment implantés sur des édifices publics (mairies et églises) ou des bornes routières, comme ici

- Le système traditionnel en France jusqu'à la fin du XX^e siècle était la NTF (pour "Nouvelle triangulation de la France" : système géodésique classique associé à un réseau géodésique terrestre) ; il était associé à la projection Lambert ; la coordonnée verticale se référait au système NGF (Nivellement général de la France)
- Un autre système couramment utilisé (notamment en mer et pour les cartes marines) était le système "EUROPE 50", ou "ED 50" (pour European Datum 50), utilisable dans toute l'Europe, et généralement associé à la projection Mercator en mer, à la projection UTM à terre
- en France, le RGF93, qui a succédé à la NTF, est désormais le système géodésique officiel, à utiliser pour toutes les applications précises (pour les applications courantes, le RGF93 peut être confondu avec le WGS84)

Ces systèmes sont rattachés à l'ITRF (International Terrestrial Reference Frame), qui unifie les références terrestres et astronomiques.

ANNEXE C

- Catégories d'aéronef et vitesse indiquées correspondantes pour les différents segments de la procédure.
- Vitesses indiquées correspondantes pour les différentes altitudes.
- Tolérances des repères.
- Marge de franchissement d'obstacle OCA/H pour l'aire de manœuvre à vue (approche indirect)

Catégorie d'aéronefs	Vitesse d'approche initiale (kt)	Vitesse d'approche finale (kt)	Vitesse maxi pour manœuvre à vue (kt)	Vitesse maxi pour approche interrompue	
				Intermédiaire (kt)	Finale (kt)
A	110	100	100	100	110
B	140	130	135	130	150
C	240	160	180	160	240
D	250	185	205	158	265
E	250	230	240	230	275

Catégories d'aéronef et vitesse indiquées correspondantes pour les différents segments de la procédure

Altitude maximale de protection de l'attente	Vitesse Vi max dans des conditions normales	Vitesse Vi max dans des conditions de turbulences
Jusqu'à 14.000 ft	A/B : 170 kt C/D : 230 kt	A/B : 170 kt AB : 280kt
Entre 14.000 ft et 20.000 ft inclus	240 kt	La moins élevée des deux valeurs : 280kt ou mach 0.8
Entre 20.000 ft et 34.000 ft inclus	265 ft	La moins élevée des deux valeurs : 280kt ou Mach 0.8
Supérieure à 34.000 ft	Mach 0.83	Mach 0.83

Vitesses indiquées correspondantes pour les différentes altitudes.

	Alignement OACI	Intersection OACI
VOR	5.2°	4.5°
ILS	2.4°	1.4°

Tolérances des repères

Catégorie d'aéronef	Marge de franchissement d'obstacles m (ft)	OCA/H la plus base au dessus de l'altitude de l'aérodrome m (ft)	Visibilité minimale Km (NM)
A	90(295)	120(394)	1.9(1)
B	90(295)	150(492)	2.8 (1.5)
C	120(394)	180(591)	3.7 (2.0)
D	120(394)	210(689)	4.6 (2.5)
E	150(492)	240(787)	6.5 (3.5)

Marge de franchissement d'obstacle OCA/H pour l'aire de manœuvre à vue (approche indirect)

Catégorie d'aéronef	Vat max KT	Marge avec radioaltimètre		Marge avec altimètre barométrique	
		mètres	pieds	mètres	pieds
A	90	13	42	40	130
B	120	18	59	43	142
C	140	22	71	46	150
D et DL	165	26	85	49	161

Tableau Marges de perte de hauteur / erreur altimétrique

Angle de virage (degrés)	Inclinaison (degrés)	Vitesse vraie (KT)													
		170	180	190	200	210	220	240	260	280	300	340	380	420	460
50	25	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.7	2.2	2.6	3.2	3.7
55	25	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.4	2.9	3.5	4.1
60	25	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.	2.6	3.1	3.8	4.5
65	25	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.8	3.4	4.1	4.9
70	25	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	3.0	3.7	4.4	5.3
75	25	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3.2	4.0	4.8	5.7
80	25	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8	3.5	4.3	5.2	6.2
85	25	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.8	4.7	5.6	6.7
90	25	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.1	2.5	2.8	3.2	4.1	5.0	6.1	7.3
95	25	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	2.7	3.1	3.5	4.4	5.5	6.6	7.9
100	25	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.5	2.9	3.3	3.8	4.8	5.9	7.2	8.5

**Distance minimale de stabilisation (NM)
"Point de cheminement par le travers"**

Chapitre II

Généralités sur la circulation aérienne

II.1. GENERALITES

1.1 Désignation des responsabilités

L'autorité compétente détermine, pour les territoires sur lesquels s'étendent son autorité, les portions d'espace aérien et les aérodromes où doivent être assurés les services de la circulation aérienne.

Lorsqu'un État délègue à un autre État le soin d'assurer des services de la circulation aérienne au-dessus de son territoire, cette délégation ne porte pas atteinte à sa souveraineté nationale. De même, la responsabilité de l'État assurant les services est limitée.

En outre, l'État «fournisseur» assurera les services de la circulation aérienne dans les limites du territoire de l'État délégateur selon les besoins de ce dernier, qui devrait normalement mettre à la disposition de l'État fournisseur les installations et services jugés nécessaires d'un commun accord. Il est prévu, en outre, que l'État délégateur ne devrait ni retirer ni modifier ces installations et services sans consulter l'État fournisseur. L'État délégateur comme l'État fournisseur peuvent mettre fin à leur accord à n'importe quel moment.

Les portions de l'espace aérien situé au-dessus de la haute mer ou de souveraineté indéterminée dans lesquelles seront assurés les services de la circulation aérienne sont déterminées par des accords régionaux de navigation aérienne.

II.2.DIVISION DE L'ESPACE AERIEN

L'espace aérien est divisé en régions ou zones de contrôle dans les quelles les services de la circulation aérienne sont spécifiques et différents, on peut le diviser sur la base des services rendus en deux types :

- Espace aérien contrôlé.
- Espace aérien non contrôlé.

II.2.1. Espace aérien contrôlé

C'est un espace aérien dans lequel un vol IFR bénéficie des services rendus par l'organisme chargé du contrôle de la circulation aérienne. Pour un vol VFR les conditions VMC en espace contrôlé changent selon que le vol s'effectue en dessous ou au-dessus du niveau FL 100. (*Voir Figure (II.1)*)

Un espace aérien est contrôlé lorsqu'il existe un organisme de contrôle de la circulation aérienne. Dans ce type d'espace aérien on trouve :

- Les régions de contrôle (CTA).
- Les régions de contrôle terminal (TMA).
- Les voies aériennes (AWY).
- Les zones de contrôles (CTR).
- Les régions supérieures de contrôle (UTA).

II.2.1.1. Les régions de contrôle (CTA)

Elles sont déterminées de manière à englober un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires des aéronefs (régions de vol IFR) afin de les protéger pendant la phase d'approche en leur fournissant les services de contrôle de la circulation aérienne. Leurs limites latérales et verticales sont fixées et sont présentées dans les cartes SID et STAR.

Les régions de contrôle sont associées aux aérodromes d'Alger, Annaba, Constantine, Hassi Messaoud et Oran (voir annexe E).

II.2.1.2. Les régions de contrôle terminal (TMA)

Elles sont situées au carrefour des voies aériennes et au dessus d'un ou plusieurs aérodromes, les TMA peuvent être un espace contenant des trajectoires d'attente et d'approche aux instruments.

On distingue en Algérie trois TMA:

- TMA Alger.
- TMA Oran.
- TMA Nord Est.

II.2.1.3. Les voies aériennes (AWY)

Les voies aériennes ou les routes ATS résultent de la nécessité d'exécuter la fonction de contrôle dans la phase de vol de croisière, elles sont présentées sous la forme de couloirs radioguidés par des aides à la navigation (NDB, VOR, VOR/DME).

La protection des routes aériennes ATS est fixée dans l'annexe 11 (services de la circulation aériennes) de l'OACI la limite inférieure de la route ATS est fonction des reliefs, y compris une marge de franchissement d'obstacles (MFO entre 450 m et 600 m).

La protection des routes aériennes de navigation de surface RNAV est fixée d'une valeur de 10 NM de part et d'autre de l'axe en route.

Chaque route est désignée par un indicatif (une lettre et un numéro) :

- ✓ A, B, G, R : route autre que les routes de navigation des surface.
- ✓ L, M, N, P : routes de navigation de surface.

II.2.1.4. Zones de contrôle (CTR)

C'est un espace aérien contrôlé et déterminé de manière à englober les trajectoires des aéronefs à l'arrivée et au départ de l'aérodrome en régime de vol IFR et VFR et au profit desquelles on juge nécessaire d'exercer la fonction de contrôle, leurs limites latérales et verticales sont fixées pour chaque aérodrome. Elles sont présentées dans la carte d'approche a vue.

Les zones de contrôle (CTR) partant du sol sont définies :

1. Lorsqu'une zone de contrôle est située à l'intérieur des limites latérales d'une région de contrôle (CTA), elle s'élève au moins jusqu'à la limite inférieure de la CTA.
2. Lorsqu'une zone de contrôle est située dans une région d'information de vol (FIR), une limite supérieure lui est fixée.

II.2.1.5. Région supérieure de contrôlé (UTA)

Afin de limiter le nombre de régions de contrôle pour les aéronefs volant à haute altitude il a été créé une région de contrôle supérieure englobant tout l'espace aérien supérieur.

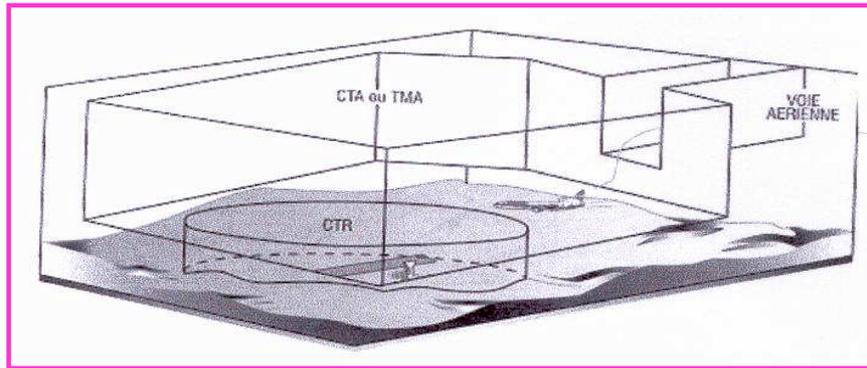


Figure (II.1) espace aérien contrôlé

II.2.2. Espace aérien non contrôlé

L'espace aérien non contrôlé est un espace de trafic moindre où l'intervention des services de la circulation aérienne est limitée à l'information et l'alerte, il se divise en :

- Région d'information de vol FIR.
- Région supérieure d'information de vol UIR.
- Routes à service consultatif ADR.

II.2.2.1. Région d'information de vol

La région d'informations de vol (FIR) est une région dans laquelle les services d'informations de vol sont assurés, ses limites géographiques sont déterminées en fonction des caractéristiques de portée de moyen de liaison au sol.

La FIR Alger englobe la totalité de l'espace aérien Algérien. Elle est limitée par :

- La FIR Barcelone, la FIR France (Marseille).
- La FIR Casablanca à l'Ouest.
- La FIR Tunis et Tripoli à l'Est.
- La FIR Dakar et Niamey au Sud.

(Voir figure II.2)

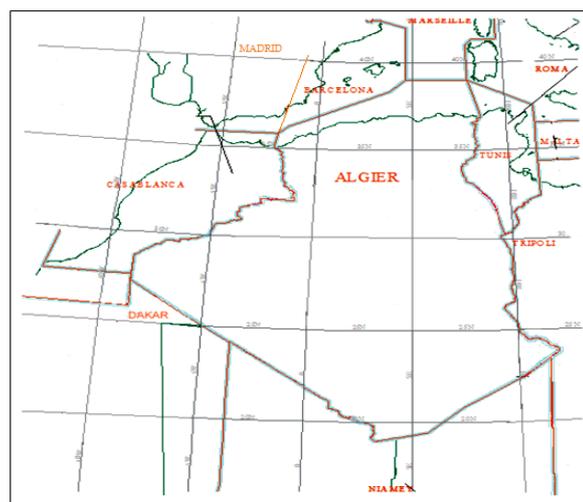


Figure (II.2) limite de l'espace aérien algérien

II.2.2.2. Région supérieure d'information de vol (UIR)

La région supérieure d'information de vol (UIR) a été créée afin de limiter le nombre de régions d'information de vol que les aéronefs traversent à très haute altitude.

Une région supérieure d'information de vol englobe l'espace aérien situé à l'intérieur des limites latérales d'un certain nombre de FIR.

II.2.2.3. Routes à service consultatif (ADR)

Les routes à service consultatifs (ADR) sont des itinéraires aériens à l'intérieur des espaces non contrôlés au long desquelles la densité du trafic est suffisante pour justifier une fonction d'information de vol approfondie, cette fonction particulière d'information de vol est remplie par un service consultatif de la circulation aérienne afin d'assurer l'espacement des aéronefs volants conformément aux règles de vol IFR.

II.2.3. Les zones à statut particulier

Ce sont des zones établies pour les raisons de sécurité ou pour les besoins de la circulation aérienne dont la pénétration est soumise à un accord préalable.

On distingue trois types de zones :

1. Les zones dangereuses (D : dangerous)

Espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel peuvent se dérouler des activités dangereuses pour des aéronefs, pendant des périodes spécifiées

Exemple : DA-D50 : zone dangereuse de Bousfer.

2. Les zones réglementées (R : restricted)

Espace aérien de dimensions définies au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état où le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées

Exemple : DA-R65 : zone réglementée de Constantine.

3. Les zones interdites (P : prohibited)

Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état où le vol des aéronefs est interdit.

Exemple : DA-P73 : zone interdite de Tlemcen.

L'existence de ces zones est portée à la connaissance des usagers de l'espace aérien par voie de l'information aéronautique publiée dans l'AIP et qui sont mentionnées sur les cartes de radionavigation.

4. Zones au-dessus des frontières internationales

Les zones de ségrégation temporaire transfrontalières (CBA) réservées à l'usage exclusif d'usagers spécifiques pendant une durée déterminée.

II.3. DEFINITION DE LA CIRCULATION AERIENNE

La circulation aérienne représente l'ensemble des mouvements aériens de tous les aéronefs civils commerciaux et privés, militaires opérationnels ou non, ainsi que les aéronefs en essai ou en cours de certification.

Les besoins nés de la nature différente de ces vols ont nécessité la création de deux types de circulation aérienne afin de régler les problèmes de compatibilité de ces circulations.

II.3.1. Les types de la circulation aérienne

1. Circulation aérienne générale CAG

Ensemble des mouvements aériens des A/C civils auxquels s'ajoutent les A/C d'état lorsque ceux-ci effectuent des vols assimilables au précédents du fait de leurs nature, donc les règles concernant la CAG peuvent leurs être appliquées et qu'ils peuvent s'y soumettre sans restrictions.

2. Circulation aérienne militaire CAM

Comporte deux types de circulations :

- **Circulation opérationnel militaire COM**

Ensembles des mouvements d'A/C (d'état) qui pour des raisons d'ordre technique ou militaire relève d'une réglementation propre à la COM.

- **Circulation d'essai et de réception CER**

Ensembles des A/C en essai ou en réception qui pour des raisons techniques relèvent d'une réglementation particulière.

II.3.2. Objet des services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne ont pour objet :

- De Prévenir les abordages entre aéronefs sur l'aire de manœuvre ;
- De Prévenir les collisions entre aéronefs et obstacles ;
- D'Accélérer et d'ordonner la circulation aérienne ;
- de fournir les avis et les renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols ;
- d'alerter les organismes appropriés lorsque des aéronefs ont besoin de l'aide des organismes de recherches et de sauvetage, et de prêter à ces organismes le concours nécessaire.

II.3.3. Subdivision des services de la circulation aérienne

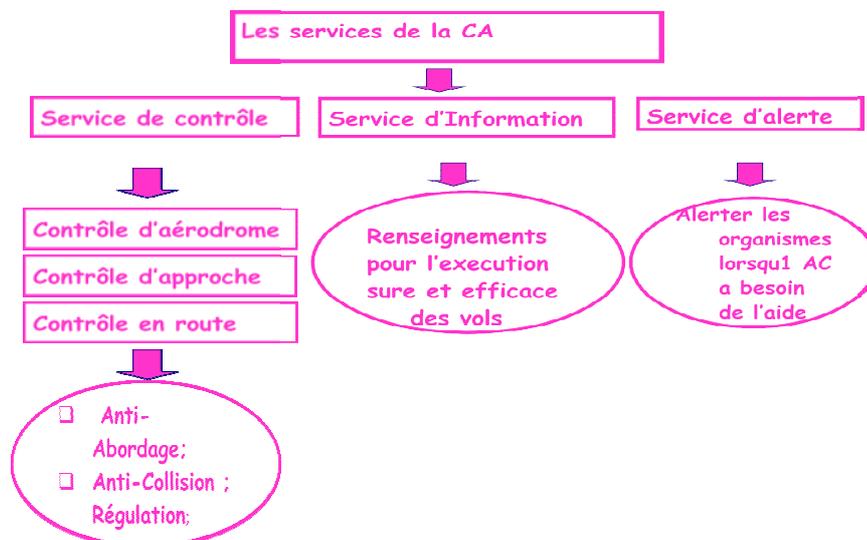


Figure (II.3) subdivision des services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne comprennent 3 services

- le service de contrôle de la circulation aérienne.
- le service d'information de vol.
- le service d'alerte.

II.3.4. Détermination de la nécessité des services de la circulation aérienne

La nécessité des services de la circulation aérienne est déterminée par les considérations suivantes :

- types de trafic en cause ;
- densité de la circulation aérienne ;
- conditions atmosphériques ;
- toutes autres conditions particulières.

II.4. CLASSIFICATION DES ESPACES AERIENS

Les espaces aériens sont classés et désignés comme suit :

Classe A :

Seuls les vols IFR sont admis ;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols et la séparation est assurée entre tous.

Sur dérogation obtenue auprès de l'autorité ATS compétente et après obtention d'une clearance, un aéronef en vol VFR peut évoluer dans un espace de classe A. Dans ce cas :

Une séparation est assurée entre ce vol VFR et les vols IFR ;

Une information de trafic est fournie à ce vol VFR sur les autres vols VFR dûment autorisés.

- ***Classe B :***

Les vols IFR et VFR sont admis;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols et la séparation est assurée entre tous.

- ***Classe C :***

Les vols IFR et VFR sont autorisés;

Tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne

Les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et des aéronefs en vol VFR.

Les aéronefs en vol VFR sont séparés des aéronefs en vol IFR et reçoivent des informations de trafic au sujet des autres aéronefs en vol VFR.

- ***Classe D :***

Les vols IFR et VFR sont admis,

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols;

La séparation est assurée entre vols IFR et les vols VFR; les vols IFR reçoivent des informations de trafic relatives aux vols VFR; les vols VFR reçoivent des informations de trafic relatives à tous les autres vols.

- **Classe E :**

Les vols IFR et VFR sont admis;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne aux vols IFR et la séparation est assurée entre vols IFR. Tous les vols reçoivent dans la mesure du possible des informations de trafic. A compter du 1er janvier 2007, la classe E ne sera pas utilisée pour les zones de contrôle.

- **Classe F :**

Les vols IFR et VFR sont admis ;

Tous les vols IFR qui le demandent, bénéficient du service consultatif de la circulation aérienne, et tous les vols bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

- **Classe G :**

Les vols IFR et VFR sont admis et bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

Remarque

Les classes A, B, C, D, E, F et G sont adoptés par l'Algérie, Seules les classes A, D, E sont mises en œuvre dans la FIR Alger.

II.5.SERVICE DE CONTROLE DE LA CIRCULATION AERIENNE

II.5.1.Mise en œuvre du service de contrôle de la CA

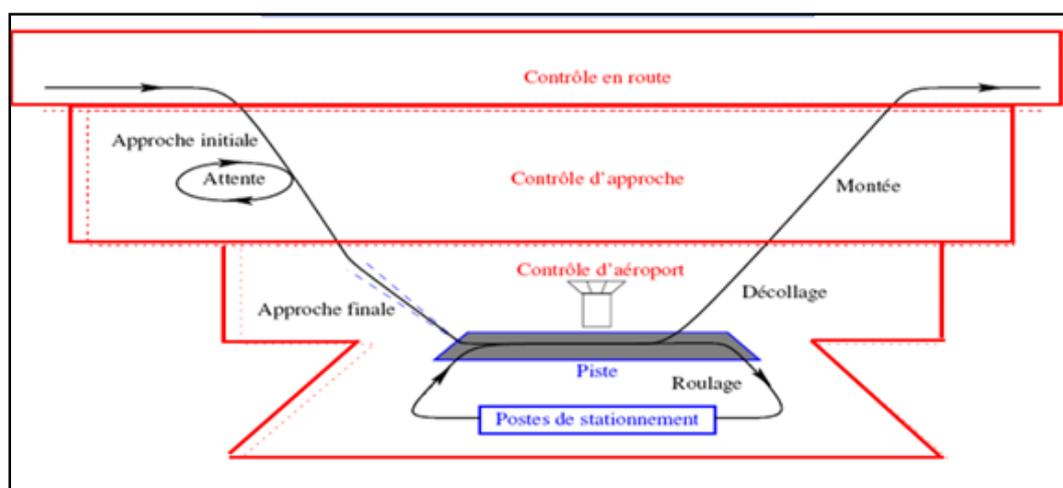


Figure (II.4) Subdivision du service du contrôle

Les différentes fonctions du service du contrôle de la circulation aérienne sont assurées par les différents organismes de la manière suivante :

1. Contrôle régional

- Par un centre de contrôle régional ;
- Par l'organisme assurant le service du contrôle d'approche dans une zone de contrôle, ou dans une région de contrôle d'étendue limitée, qui est surtout destinée à assurer le service du contrôle d'approche et où il n'a pas été créé de centre de contrôle régional.

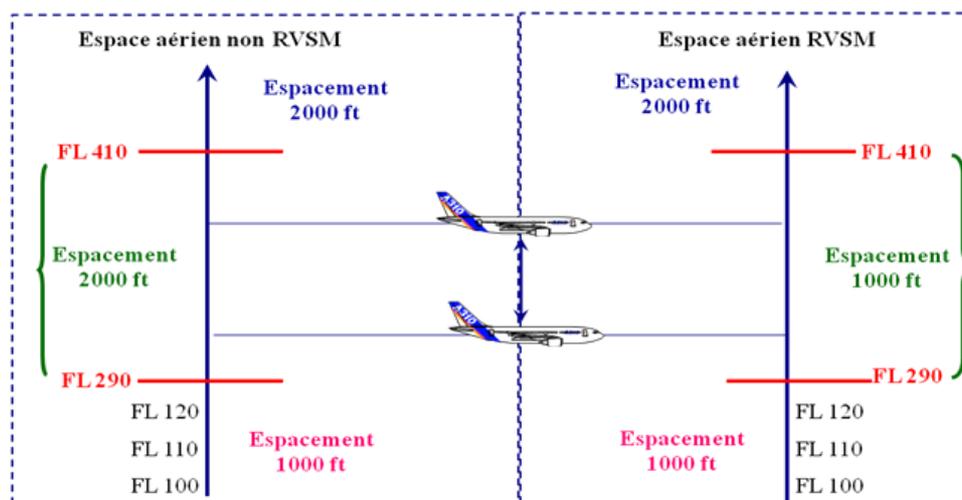
2. Contrôle d'approche

- Par une tour de contrôle d'aérodrome ou un centre de contrôle régional, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable de grouper sous la responsabilité d'un seul organisme les fonctions du service du contrôle d'approche et celles du service du contrôle d'aérodrome ou du service du contrôle régional ;
- Par un organisme de contrôle d'approche, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable d'établir un organisme séparé.

3. Contrôle d'aérodrome

- Par une tour de contrôle d'aérodrome.
- La tâche qui consiste à assurer des services spécifiés sur l'aire de trafic, par exemple un service de gestion d'aire de trafic, peut être confiée à une tour de contrôle d'aérodrome ou à un organisme distinct.

II.5.2. Minimums de séparation



Figure(II.5) Les séparations entre les niveaux successifs

II.5.3. Responsabilité du contrôle

Le contrôle de tous les aéronefs évoluant dans une portion d'espace aérien donnée incombe à un seul organisme du contrôle de la circulation aérienne. Toutefois, le contrôle d'un aéronef ou d'un groupe d'aéronefs peut être délégué à d'autres organismes du contrôle de la circulation aérienne, à condition que soit assurée la coordination entre les organismes du contrôle de la circulation aérienne intéressés.

II.5.4. Transfert de contrôle

Le transfert du contrôle d'un aéronef d'un organisme du contrôle de la circulation aérienne à un autre s'effectue de la manière suivante :

- Entre deux organismes adjacents s'assurant le contrôle régional.
- Entre un organisme assurant le contrôle régional et un organisme assurant le contrôle d'approche, ou entre deux organismes assurant le contrôle d'approche.
- Entre un organisme assurant le contrôle d'approche et une tour de contrôle d'aérodrome.

II.6.SERVICE D'INFORMATION DE VOL

II.6.1. Mise en œuvre

Le service d'information de vol est assuré pour tous les aéronefs auxquels les renseignements correspondants pourraient être utiles, et auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne; ou dont la présence est connue par ailleurs des organismes des services de la circulation aérienne intéressés.

Le service d'information de vol ne dégage le pilote commandant de bord d'aucune de ses responsabilités ; c'est à lui qu'il incombe en dernier ressort de prendre une décision en ce qui concerne toute modification au plan de vol qui lui est proposée.

Lorsqu'un organisme des services de la circulation aérienne assure à la fois le service d'information de vol et le service du contrôle de la circulation aérienne, le service du contrôle de la circulation aérienne a priorité sur le service d'information de vol chaque fois que le service du contrôle de la circulation aérienne l'exige.

Il est reconnu que, dans certaines conditions, les aéronefs peuvent avoir besoin, pendant l'approche finale, l'atterrissage, le décollage et la montée, de recevoir sans tarder des renseignements essentiels autres que ceux qui relèvent du service du contrôle de la circulation aérienne.

II.6.2.Portée du service d'information de vol

Le service d'information de vol comporte la communication des éléments suivants :

- renseignements SIGMET et AIRMET ;
- renseignements concernant toute activité volcanique pré-éruptive, toute éruption volcanique et la présence de nuages de cendres volcaniques ;
- renseignements concernant le dégagement dans l'atmosphère de matières radioactives ou de produits chimiques toxiques ;
- renseignements sur les modifications de l'état de fonctionnement des aides à la navigation;
- renseignements sur les modifications de l'état des aérodromes et des installations et services connexes, y compris des renseignements sur l'état des aires de mouvement de l'aérodrome quand leurs caractéristiques sont modifiées par la présence de neige, de glace ou d'une épaisseur significative d'eau ;
- renseignements sur les ballons libres non habités ; enfin, tous autres renseignements susceptibles d'influer sur la sécurité.
- les conditions météorologiques observées ou prévues sur les aérodromes de départ, de destination et de dégagement ;
- les risques de collision, pour les aéronefs évoluant dans les espaces aériens des classes C, D, E, F et G ;

II.6.3. Organismes assurant le service d'information de vol

Le service d'information de vol est assuré :

- *au bénéfice des vols contrôlés* : par l'organisme du contrôle de la circulation aérienne chargé d'assurer le service du contrôle (TWR, APP, ACC);
- *au bénéfice des vols non contrôlés* : par un centre d'information de vol (CIV), un organisme AFIS ou par l'organisme du contrôle désigné pour rendre ce service.

II.6.4. Diffusions du service d'information de vol pour l'exploitation

Les renseignements météorologiques et les renseignements opérationnels sur les aides à la navigation et les aérodromes, qui sont inclus dans les messages du service d'information de vol, sont fournis, chaque fois qu'ils sont disponibles, sous une forme intégrée du point de vue opérationnel.

II.7. SERVICE D'ALERTE

II.7.1. Mise en œuvre

Le service d'alerte est assuré à :

- Tous les aéronefs auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne;
- Tout autre aéronef ayant communiqué un plan de vol ;
- Tout aéronef que l'on sait ou que l'on croit être l'objet d'une intervention illicite ;
- Tout aéronef n'ayant pas communiqué de plan de vol, lorsqu'un organisme de la circulation aérienne estime qu'il possède suffisamment d'éléments lui permettant de douter de la sécurité de l'aéronef ou de ses occupants.

Les centres d'information de vol ou les centres de contrôle régional servent de centres de rassemblement de tous les renseignements relatifs à un aéronef en difficulté se trouvant dans la région d'information de vol ou dans la région de contrôle intéressée et transmettent ces renseignements au centre de coordination de sauvetage intéressé.

II.7.2. Alerte des centres de coordination de sauvetage

Les organismes des services de la circulation aérienne alertent les centres de coordination de sauvetage dès qu'un aéronef est considéré comme étant en difficulté, dans les cas suivants :

✓ *Phase d'incertitude*

- lorsqu'aucune communication n'a été reçue d'un aéronef dans les 30 minutes qui suivent l'heure à laquelle une communication aurait dû être reçue.

✓ *Phase d'alerte*

- lorsque, après la phase d'incertitude, les tentatives pour entrer en communication avec l'aéronef ou les demandes de renseignements à d'autres sources appropriées n'ont apporté aucune information sur l'aéronef, ou
- lorsqu'un aéronef qui a reçu l'autorisation d'atterrir n'atterrit pas dans les 5 minutes qui suivent l'heure prévue d'atterrissage et qu'il n'a pas été établi de nouvelle communication avec l'aéronef, ou
- lorsque les renseignements reçus indiquent que le fonctionnement de l'aéronef est compromis, sans que, toutefois, l'éventualité d'un atterrissage forcé soit probable, à

moins que des indices concluants apaisent toute appréhension quant à la sécurité de l'aéronef et de ses occupants, ou

- lorsque l'on sait ou que l'on croit qu'un aéronef est l'objet d'une intervention illicite.

✓ **Phase de détresse**

- lorsque, après la phase d'alerte, l'échec de nouvelles tentatives pour entrer en communication avec l'aéronef et de nouvelles demandes de renseignements plus largement diffusées indiquent que l'aéronef est probablement en détresse, ou
- lorsque l'on estime que l'aéronef a épuisé son carburant ou que la quantité qui lui reste est insuffisante pour lui permettre de se poser en lieu sûr, ou
- lorsque les renseignements reçus indiquent que le fonctionnement de l'aéronef est compromis au point qu'un atterrissage forcé est probable, ou
- lorsque l'on a été informé ou qu'il est à peu près certain que l'aéronef a effectué un atterrissage forcé ou est sur le point de le faire, à moins qu'il ne soit à peu près certain que l'aéronef et ses occupants ne sont pas menacés d'un danger grave et imminent et n'ont pas besoin d'une aide immédiate.

La notification comporte ceux des renseignements suivants dont on dispose, présentés dans l'ordre ci-après :

- INCERFA, ALERFA et DETRESFA, selon la phase d'urgence ;
- organisme et personne qui appelle ;
- nature du cas d'urgence ;
- renseignements significatifs tirés du plan de vol ;
- organisme ayant établi le dernier contact, heure et moyen utilisé ;
- dernier compte rendu de position et façon dont il a été établi ;
- couleur et signes distinctifs de l'aéronef ;
- marchandises dangereuses transportées comme fret ;
- mesures prises par l'organisme qui adresse la notification ;
- autres observations utiles.

II.7.3. Repérage sur carte de la position de l'aéronef en difficulté

Lorsqu'on estime que l'état d'urgence existe, la route suivie par l'aéronef en difficulté est tracée sur une carte, de manière à déterminer la position future probable de l'aéronef et son rayon d'action maximal à partir de sa dernière position signalée. Les routes des autres aéronefs signalés dans le voisinage de l'aéronef en difficulté sont également portées sur la carte, de manière à déterminer leur position ultérieure probable et leur rayon d'action maximal.

Selon les moyens de surveillance disponibles, des dispositions équivalentes peuvent être prises.

ANNEXE E

- FIR d'Alger
- TMA
- CTA
- Zone dangereuse

Nom Limites Latérales Limites Verticales Classe d'espace aérien	Organe Assurant le service	Indicatif langues Région et conditions d'utilisation Heures de service	Fréquences et Objet	Observations
<p align="center">TMA ORAN</p> <p>Ligne joignant les points suivants : 3729N 00130E - 3615N 00130W - 3550N 00206W puis, en ligne droite jusqu'au point d'intersection de la côte méditerranéenne avec la frontière Algéro/Marocaine ensuite la frontière Algéro/Marocaine jusqu'au point d'intersection avec la parallèle 3300N puis, cet parallèle jusqu'au point 3300N 00130E ensuite, le méridien 00130E jusqu'au point: 3729N 00130E. FL 450 (6) Classe de l'espace aérien D.</p>	<p align="center">ACC ALGER</p>	<p align="center">MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr. En) H24</p>	<p align="center">125.7 Mhz</p>	<p align="center">(6)</p> <p>a) A l'intérieur du cercle de 25 NM de rayon centré sur le point : 353817N 0003444W Limite inférieur 300M GND/MSL b) A l'extérieur du cercle limite inférieur FL 45 ou 300 M GND lorsque le FL 45 se trouve à moins de 300 M GND. c) Au-dessus des zones de contrôle incluses dans ses limites latérales la limite inférieure de la TMA est fixée au plafond de ces zones. Espace RVSM entre FL290et FL410 inclus</p>
<p align="center">SECTEUR SUD/CENTRE</p> <p>Segments de droite joints les points : 3540N00130E-3540N00500E-2830N00500E-2830N00130E-3540N00130E. FL 450 900M GND Classe de l'espace aérien E</p>	<p align="center">ACC ALGER</p>	<p align="center">MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr. En) H24</p>	<p align="center">124.1 Mhz 124.6Mhz</p>	<p align="center">(7) Sauf dans la zone de contrôle (CTR) de Hassi-Messaoud. Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus</p>
<p align="center">SECTEUR SUD/OUEST</p> <p>3300N001300E jusqu'au point intersection de la frontière Algéro/Marocaine avec le parallèle 3300N, puis la frontière Algéro/Marocaine jusqu'au point 3026N00530W, ensuite 2915N00530W-2915N00130E-3300N00130E. FL 450 900M GND Classe de l'espace aérien E</p>	<p align="center">ACC ALGER</p>	<p align="center">MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr. En) H24</p>	<p align="center">128.1 Mhz</p>	<p align="center">Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus</p>
<p align="center">SECTEUR SUD/SUD</p> <p>3026N00530W-2840N00840W-2720N00840N, puis la frontière Algéro/Mauritanienne, la frontière Algéro/Malienne et la frontière Algero/Nigérienne jusqu'au point 233054N0115954E- puis la frontière Algéro/Libyenne jusqu'au point intersection de la frontière Algéro/Libyenne avec le parallèle 2600N. FL 450 900M GND Classe de l'espace aérien E</p>	<p align="center">ACC ALGER</p>	<p align="center">MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr. En) H24</p>	<p align="center">123.8 Mhz 128.1 Mhz 124.1 Mhz</p>	<p align="center">Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus</p>

Nom Limites Latérales Limites Verticales Classe d'espace aérien	Organe Assurant le service	Indicatif langues Région et conditions d'utilisation Heures de service	Fréquences et Objet	Observations
<p>CTA ALGER/Houari BOUMEDIENE Segment de droites joignant les points : 364000N 0021055E - 360500N 0022600E 360500N 0035104E - 364500N 0043000E 365900N 0043000E Puis arc de rayon 64NM centré sur le DVOR/DME ALR (364127.59N 0031255.73E) jusqu'au point 373000N 0040444E, ensuite segment de droite jusqu'au point 373128N 0031256E puis arc de rayon 50NM centré sur le DVOR/DME ALR jusqu'au point 364000N 0021055E FL 145 450 M GND/MSL Classe de l'espace aérien D.</p>	<p>ALGER APPROCHE</p>	<p>ALGER APPROCHE (Fr. En) H24</p>	<p>121.4 Mhz-</p>	<p>ALT TRANSITION : 1200 M</p>
<p>CTA ANNABA/El Mellah - Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le point (364900N 0074800E). - Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le point (370008N 0080033E). - Les tangentes extérieures communes à ces deux cercles. FL 105 450 M GND/MSL Classe de l'espace aérien D.</p>	<p>ANNABA APPROCHE</p>	<p>ANNABA APPROCHE (Fr. En) H24</p>	<p>119.0 Mhz- 119.7 Mhz(s)</p>	<p>ALT.TRANSITION :1500 M</p>
<p>CTA CONSTANTINE/Mohamed BOUDIAF - Cercle de 25 Nm de rayon centré sur le DVOR/DME CSO (361735.75N 0063629.96E). - Cercle de 15 NM de rayon centré sur le DVOR/DME BTN (354617.50N 0062037.66E) - Tangentes extérieures communes à ces deux cercles. FL 105 450 M/GND Classe de l'espace aérien D.</p>	<p>CONSTANTINE APPROCHE</p>	<p>CONSTANTINE APPROCHE (Fr. En) H24</p>	<p>120.1 Mhz</p>	<p>ALT.TRANSITION : 1920 M</p>
<p>CTA HASSI MESSAOUD Oued Irara - Krim Belkacem Cercle de 30 NM de rayon centré sur le DVOR/DME HME (314128.9N 0060830.9E) zone interdite d'Ouargla (DA- P60) exclue. FL 105 450 M/GND Classe de l'espace aérien D.</p>	<p>HASSI – MESSAOUD APPROCHE</p>	<p>HASSI MESSAOUD APPROCHE (Fr. En) H24</p>	<p>120.0 MHZ</p>	<p>ALT.TRANSITION: 1050 M</p>

Nom Limites Latérales Limites Verticales Classe d'espace aérien	Organe Assurant le service	Indicatif langues Région et conditions d'utilisation Heures de service	Fréquences et Objet	Observations
<p>CTA ORAN/Es Sénia Deux arcs de cercles de : -20 NM de rayon centré sur le VOR/DME MOS (355355.13N 0000810.67E). -20 NM de rayon centré sur le VOR/DME ORA (353645.53N 0003917.96W). -Tangents à ces deux arcs de cercle. FL 105 450 M/GND-MSL Classe de l'espace aérien D.</p>	ORAN APPROCHE	ORAN APPROCHE (Fr. En) H24	128.2 Mhz	ALT.TRANSITION :990 M

Identification, nom et limites latérales	Limites supérieures Limites inférieures	Observations (Heures d'activité, genre de limitations, nature des dangers, risque d'interception)
ZONES DANGEREUSES		
<p>DA – D 85 TAMANRASSET Segment de droite joignant les points : 231246N 0050655E – 232331N 0050143^E 231553N 0045302E – 230749N 0045915^E</p>	<p>FL 295 GND</p>	<p>Activité annoncée par NOTAM Exercice Aériens.</p>