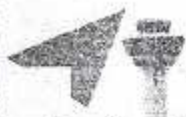


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE & POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
INSTITUT D'AERONAUTIQUE



Département de Navigation Aérienne

I A B MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

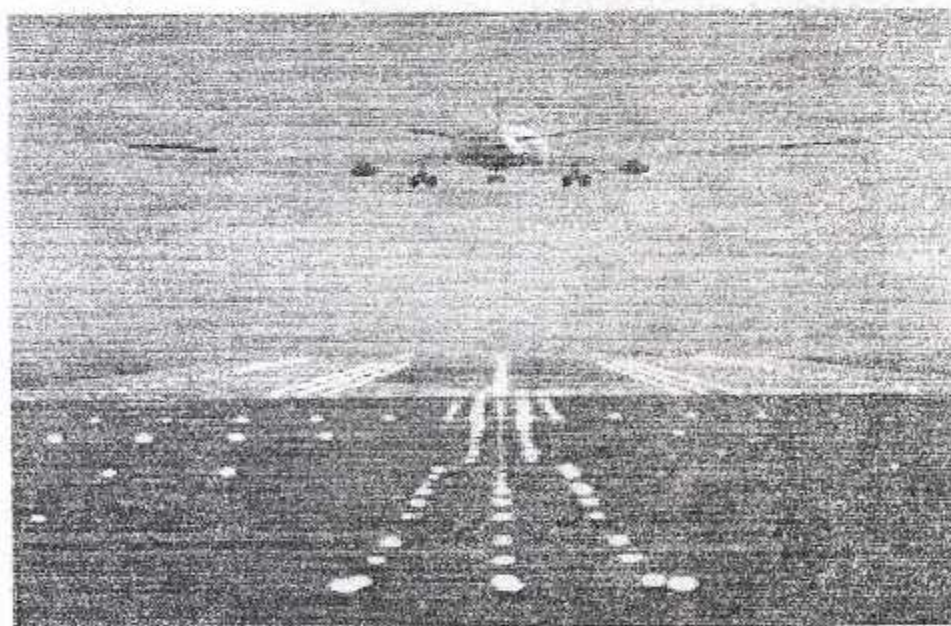
En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en
Aéronautique



Option : Opérations Aériennes

Thème

ETUDE ET ELABORATION DES PROCEDURES
D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS NDB-DVOR/DME-
ILS, RNAV VOR/DME-ILS ET RNAV GNSS-ILS POUR
L'AEROPORT CONSTANTINE/Mohamed BOUDIAF



Elaboré par :

Mr. LAIB Mohamed

Dirigé par :

Mr. DRIUCHE Mouloud

PROMOTION: **2005**

87

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

- *Ma mère ;*
- *Mon père ;*
- *Mes frères : Chérif et Lemnouer ;*
- *Mes sœurs : Fatma, Hassina et Halima ;*
- *Mes oncles et mes tantes ;*
- *Mes cousins et cousines ;*
- *Mes grand-mères Nana Fatima et Nana Hadda, mon grand-père Sidhi Mohand Akli, mon cousin Abdellah et ma sœur Dafila, que dieu garde leurs âmes en paix ;*
- *Ma belle la pue bella del Mondo: KHALISSA FELKAI(Khallo), sa famille et sa copine Salma ;*
- *Toute la famille LAIB et BOUCHERGUINE ;*
- *Mon promoteur M.DRIOUCHE Mouloud ;*
- *Mes enseignants ;*
- *Mes Amis : Amar, Malek, Alilou, Farid, Aami Omar, Mohamed, Abdennour, Samir,...etc ; et*
- *Tous mes amis de l'université.*

REMERCIEMENT

• Mes remerciements s'adressent en premier lieu au bon dieu le tout puissant, qui ma donné la force et le courage nécessaires afin de parvenir à donner fin à mes études d'Ingénieur et à ce modeste travail ;

• Toute ma gratitude à mes parents pour leurs sacrifices consentis dont le but, est de me procurer un avenir avantageux ;

• A ma jolie Khalissa(Khallo) ;

• Ainsi, je tiens à remercier l'ensemble de mes :

*Enseignants du primaire Riff et Naceria, CEM Sidi-Ahmed et Lycée El-Hammadia ;

*Enseignants de l'université de A/MIRA de Bejaia ;

*Enseignants de l'IAB , qui m'ont donné la méthode scientifique pour pouvoir analyser l'activité aéronautique d'une manière plus efficace ;

• M. DRIOUCHE pour son aide et sa disponibilité ;

Il m'est ainsi agréable d'exprimer ma gratitude à :

• M^r. DAOUD (directeur à l'ENNA), M^r. BELLOULO (Directeur adjoint de la DENA), M^r. REZIK (ex, Chef de projet TRAFCA), M^r. CHERGUI (Chef de Département DIA), M^{rs}. AISSAOUI et Lamine Rekkaa, M^{me}. GACEM, secrétaire principale de la DENA, M^r et M^{me}. SEDDIK, M^r. Louali (DSA de l'aéroport de Constantine), M^{ers}. CHAMANE, DERRADJA et BENCHEIKH du département C.A de l'aéroport de Constantine ;

Qui m'ont aimablement communiquer en avant-garde des informations utiles à ma réflexion et ont bien voulu m'accorder toute l'attention nécessaire pendant la durée de mes travaux.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	I
DEFINITIONS.....	III
ABREVIATIONS.....	XII
PARTIE I ETUDE THEORIQUE	
CHAPITRE I PRESENTATION DE L'AEROPORT	
I-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'AERODROME.....	1
I-2- HISTORIQUE DE L'AERODROME.....	1
I-3- TRAVAUX EXECUTES.....	1
I-4- PROGRAMME D'EXTENTION.....	2
I-5- INFORMATIONS GENERALES.....	3
I-6- CARACTERISTIQUES DES INFRASTRUCTURES DE BASE.....	3
I-7- AIDES VISUELLES.....	5
I-8- AIDES RADIOELECTRIQUES.....	6
I-9- INSTALLATIONS DE TELECOMMUNICATION.....	8
I-10- ESPACE AERIEN ATS	8
I-11- TRAJECTOIRES D'ARRIVEES ET DE DEPARTS.....	9
I-12- SERVICE DE LA METEOROLOGIE.....	12
I-13- PHENOMENES METEOROLOGIQUES.....	12
I-14- SERVICE SSIS.....	14
I-15- DESSERTES ASSUREES PAR L'AERODROME.....	14
I-16- STATISTIQUES DE TRAFIC AERIEN.....	14
CHAPITRE II : RAPPEL SUR LA CIRCULATION AERIENNE	
II-1- CIRCULATION AERIENNE.....	17
II-1-1- DEFINITION.....	17
II-1-2- OBJECTIFS DES SERVICES ATS.....	17
II-1-3- SERVICE COMPETENT.....	17

II-1-4- ZONE POUR LAQUELLE LES SERVICES SONT FOURNIS.....	18
II-1-5- TYPES DE SERVICES.....	18
II-1-6- COORDINATION ENTRE LES EXPLOITANTS ET L'ATS.....	18
II-1-7- ALTITUDE MINIMALE DE VOL.....	18
II-2- REGLES ET PROCEDURES GENERALES.....	19
II-2-1- REGLES GENERALES.....	19
II-2-2- REGLES DE VOL A VUE.....	19
II-2-3- REGLES DE VOL AUX INSTRUMENTS.....	20
II-3- CONTROLE DE LA CIRCULATION AERIENNE.....	23
II-3-1- ROLE.....	23
II-3-2- CLASSES D'ESPACE AERIEN.....	24
II-3-3- CENTRE EN ROUTE DE LA NAVIGATION AERIENNE.....	27
II-3-4- SEPARATION VERTICALE MINIMALE REDUITE.....	27
II-3-5- TYPE DE SEPARATION UTILISES EN ROUTE.....	27
II-3-6- TYPE DE SEPARATION UTILISE EN APPROCHE.....	28
 CHAIPITRE III : PROCEDURE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS	
III-1- PROCEDURE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS.....	29
III-1-1- DEFINITION.....	29
III-1-2- PROCEDURE D'APPROCHE DE PRECISION.....	29
III-1-3- PRINCIPES D'ELABORATION D'UNE PROCEDURE.....	29
III-1-4- CRITERES D'UNE PROCEDURE D'APPROCHE.....	29
III-1-5- DIFFERENTES PHASES D'UNE PROCEDURE.....	30
III-1-6- CATEGORIE D'AERONEFS.....	38
III-1-7- DIFFERENTES TYPES DE PROCEDURES D'INVERSION.....	39
III-2- MANŒUVRE A VUE.....	39
III-2-1- MANŒUVRE A VUE LIBRE.....	40
III-2-2- MANŒUVRE A VUE IMPOSEE.....	40
III-3- PROCEDURE D'APPROCHE ILS.....	40
III-3-1- DEFINITION.....	40
III-3-2- INSTALLATIONS AU SOL.....	41
III-3-3- INSTRUMENTS DE BORD.....	42
III-3-4- PRINCIPE DE L'AFFICHAGE.....	43
III-3-5- CARACTERISTIQUES DE CHAQUE ILS.....	43
III-3-6- DIFFERENTES PHASES DE LA PROCEDURE ILS.....	44
III-3-7- PROCEDURE D'APPROCHE EN ALIGNEMENT ARRIERE.....	44
III-3-8- HAUTEUR DE DECISION.....	45

III-4- ALTIMETRIE.....	47
III-4-1- TERMES UTILISES EN ALTIMETRIE.....	47
III-4-2- INSTRUMENTS, UNITES ET PRINCIPES.....	47
III-4-3- MESURE DE LA DISTANCE ENTRE UN AVION ET LE SOL.....	47
III-4-4- PROCEDURES DE CALAGE ALTIMETRIQUE.....	48
III-5- PROCEDURES COMPLEMENTAIRES REGIONALES.....	51
III-5-1- REGLES DE VOL A VUE.....	51
III-5-2- REGLES DE VOL AUX INSTRUMENTS.....	51
III-5-3- SERVICE CONSULTATIF ATS.....	51
III-6- GESTION DES COURANTS DE TRAFIC AERIEN (ATFM).....	51
CHAPITRE IV : NAVIGATION DE SURFACE BASEE SUR VOR/DME	
IV-1- HISTORIQUE.....	52
IV-2- DEFINITIONS.....	52
IV-3- CALCUL DES TOLERANCES D'ECARTS DES POINT RNAV.....	55
IV-4- PROTECTION DES VIRAGES.....	56
IV-5- CRITERES DE CONSTRUCTION DES PROCEDURES RNAV.....	57
IV-6- PROCEDURE D'APPROCHE RNAV.....	58
IV-6-1- SEGMENT D'APPROCHE INITIALE.....	58
IV-6-2- SEGMENT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE.....	59
IV-6-3- SEGMENT D'APPROCHE FINALE.....	61
IV-6-4- SEGMENT D'APPROCHE INTERROMPUE.....	63
IV-6-5- ATTENTE.....	64
CHAPITRE V : NAVIGATION DE SURFACE BASEE SUR LE GNSS	
V-1- INTRODUCTION.....	70
V-2- AVANTAGES LIES A LA SECURITE.....	70
V-3- AVANTAGES LIES A L'EFFICACITE DES OPERATIONS.....	71
V-4- DESCRIPTION DU SYSTEME GNSS.....	72

V-4-1- APERCU SUR LE SYSTEME GNSS.....	72
V-4-2- SYSTEMES ACTUEL DE NAIGATION PAR SATELLITE.....	73
V-4-3- RENFORCEMENT DU SYSTEME GNSS.....	76
V-4-4- AVIONIQUE.....	78
V-5- PROCEDURE D'APPROCHE BASEE SUR LE SYSTEME GNSS.....	80
V-5-1- DEFINITIONS.....	80
V-5-2- CRITERES DE CONSTRUCTION.....	80
V-5-3- PRECISION DU SUSTEME GNSS DE BASE.....	81
V-5-4- SEGMENT D'APPROCHE INITIAL.....	82
V-5-5- SEGMENT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE.....	83
V-5-6- SEGMENT D'APPROCHE FINALE.....	83
V-5-7- SEGMENT D'APPROCHE INTERROMPUE.....	84
PARTIE II ELABORATIONS DES PROCEDURES	
CHAPITRE VI : PROCEDURE D'APPROCHE NDB- VOR/DME- ILS	
VI-1- HYPOTHESES.....	88
VI-2- AVANTAGES ET INCONVENIENTS.....	88
VI-3- CHOIX DU TYPE DE PROCEDURE.....	88
VI-4- ANALYSE DES DONNEES.....	89
VI-5- CATEGORIES D'AERONEFS DESSERVANT L'AERODROME.....	89
VI-6- ORDRE DE L'ETUDE.....	90
VI-7- ARRIVEE.....	91
VI-8- ATTENTE.....	92
VI-8-1- ESTIMATION DU NOMBRE DE NIVEAU DE VOL.....	92
VI-8-2- ELEMENTS DE PROTECTION.....	92
VI-8-3- TRACE DE L'AIRE DE PROTECTION DE L'ATTENTE.....	93
VI-8-4- DETERMINATION DE L'ORIENTATION DE L'ATTENTE.....	95
VI-8-5- ALTITUDE MINIMALE D'ATTENTE.....	95
VI-8-6- GRILLE DES NIVEAUX DE TRANSITION.....	96
VI-9- SEGMENT D'APPROCHE INITIALE.....	96
VI-9-1- AIRE DE PROTECTION DU VIRAGE.....	96
VI-9-2- REDUCTION DE L'AIRE DE PROTECTION.....	100

VI-10- SEGMENT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE.....	101
VI-11- EMLACEMENT DES RADIOBORNES	101
VI-12- ETUDE DE SEGMENT DE PRECISION.....	101
VI-12-1- CALCUL DE L'OCH _{PS} AVEC LES SURFACES OAS.....	102
VI-12-2- ETUDE DE L'APPROCHE INTERROMPUE.....	112
VI-13- MINIMUM D'APPROCHE INDIRECTE.....	113
VI-13-1- TRACE DE L'AIRE DE PROTECTION.....	113
VI-13-2- PARAMETRES.....	114
VI-13-3- VALEURS DE L'OCA/H.....	115
VI-14- PREPARATION DE LA CARTE D'APPROCHE.....	115

CHAPITRE VII : PROCEDURE D'APPROCHE RNAV

VII-1- PROCEDURE D'APPROCHE IAF AMIRA PISTE 34.....	116
VII-1-1- POINT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE (IF KAMILIA).....	116
VII-1-2- POINT D'APPROCHE INITIALE (IAF AMIRA).....	117
VII-1-3- PROCEDURE D'ATTENTE A AMIRA.....	118
VII-1-4- ETUDE DE SEGMENT DE PRECISION.....	118
VII-1-5- PREPARATION DE LA CARTE D'APPROCHE.....	119
VII-2- PROCEDURE D'APPROCHE RNAV GNSS PISTE 34.....	119
VII-2-1- POINT D'APPROCHE INTERMEDIAIRE (IF MOURAD)...	119
VII-2-2- POINTS D'APPROCHE INITIALE.....	119
VII-2-3- ETUDE DE SEGMENT DE PRECISION.....	119
VII-2-4- PREPARATION DE LA CARTE D'APPROCHE.....	120

CONCLUSION

ANNEXES : CARTES AIP DE L'AERODROME

Références et documentation.

INTRODUCTION GENERALE

Avec le développement de la science et l'apparition de nouvelles techniques, telles que, l'électronique, la propulsion et l'informatique, le domaine de l'aviation a connu un développement considérable, des nouvelles techniques et de nouveaux instruments d'aides à la navigation ont été mise à la disposition des spécialistes des études et de l'exploitation de la navigation aérienne et des services du contrôle de la circulation aérienne.

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 appuyé sur les aides radio à la navigation implantés au sol, tels que le VOR/DME, DME/DME, sur des instruments embarqués, tels que les systèmes IRS/INS, ou sur les systèmes mondial de navigation par satellites GNSS.

Afin de donner un aspect rigoureux à ma formation d'Ingénieur en mettant en exergue les différentes connaissances acquises dans le domaine de la navigation aérienne, et dans le but d'assimiler certaines notions de base de l'art de la navigation aérienne, j'ai pris comme thème étude et l'élaboration des procédures d'approche aux instruments de précision pour la nouvelle piste de l'aéroport de CANSTANTINE/Mohamed BOUDIAF;

La phase d'approche est considéré comme la phase la plus critique durant une opération aérienne, car c'est durant laquelle le pilote prépare son appareil à la configuration d'atterrissage ; ce qui nécessite l'élaboration des procédures d'approche simples afin de diminuer la charge de travail du pilote, sûre et économiques car le temps de vol coûte cher et quant à l'espace aérien, il est souvent réduit ;

Ce travail constitue donc une application pédagogique, mais si les données sur l'emplacement des aides radio à la navigation qui ont été pris en compte à l'élaboration des procédures seront les mêmes sur le terrain, le travail peut être pris en considération.

Le plan de travail qui a été suivi est comme suit :

- Une introduction générale, suivie de deux parties :
- Une partie théorique composée de 5 chapitres :
Chapitre I : Présentation de l'aéroport ;
Chapitre II : Rappel sur la circulation aérienne ;

Chapitre III : Procédure d'approche aux instruments

Chapitre IV : Navigation de surface basée sur VOR/DME ;

Chapitre V : Navigation de surface basée sur GNSS ;

- Une partie pratique composée de deux chapitres :

Chapitre VI : Procédure d'approche NDB- VOR/DME- ILS ;

Chapitre VII : Procédures d'approche RNAV ;

DEFINITIONS

Aire d'approche finale et de décollage (FATO)

Aire définie au-dessus de laquelle se déroule la phase finale de la manœuvre d'approche jusqu'au vol stationnaire ou jusqu'à l'atterrissage et à partir de laquelle commence la manœuvre de décollage. Lorsque la FATO est déterminée aux hélicoptères de classe de performances 1, l'aire définie comprend l'aire de décollage interrompu utilisable.

Aire de manœuvre à vue (approche indirecte)

Aire dans laquelle une marge de franchissement d'obstacles devrait être prise en considération pour les aéronefs qui exécutent une approche indirecte.

Aire primaire

Aire définie située symétriquement de part et d'autre de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur 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 nominal, 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.

Note 1. 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.

Note 2. 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. Dans les opérations de catégorie III avec une hauteur de décision, la référence visuelle nécessaire est celle qui est spécifiée pour la procédure et l'opération particulière.

Note 3. Pour la facilité, lorsque les deux expressions sont utilisées, elles peuvent être écrites sous la forme « altitude/hauteur de décision » et abrégées « DA/H ».

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

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.

Note 1. 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, en 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.

Note 2. Pour la facilité, lorsque les deux expressions sont utilisées, elles peuvent être écrites sous la forme « altitude/hauteur de franchissement d'obstacles » et abrégée « OCA/H ».

Altitude d'un aérodrome

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

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.

Note 1. 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'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 minimale de descente pour l'approche indirecte est rapportée à l'altitude de l'aérodrome.

Note 2. 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. Dans le cas d'une approche indirecte, la référence visuelle nécessaire est l'environnement de la piste.

Note 3. Pour la facilité, lorsque les deux expressions sont utilisées, elles peuvent être écrites sous la forme « altitude/hauteur minimale de descente » et abrégée « MDA/H ».

Altitude minimale de secteur

Altitude la plus basse qui puisse être utilisée et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1000 ft) au-dessus de tous les objets situé dans un secteur circulaire de 46 Km (25NM) de rayon centré sur une aide de radionavigation.

Altitude minimale de Zone (AMA)

Altitude la plus basse qui puisse être utilisée dans les conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1000 ft) ou, dans une zone montagneuse désignée, de 600 m (2000 ft) au-dessus de tous les obstacles situés dans la zone spécifiée, arrondie par excès au multiple de 30 m (100 ft) le plus proche.

Note 1. Pour des calculs précis, on peut utiliser 984 ft comme équivalent de 300 mètres.

Altitude topographique

Distance verticale entre un point ou un niveau, situé à la surface de la terre ou rattaché à celle-ci, et le niveau moyen de la mer.

Approche indirecte

Prolongement d'une procédure d'approche aux instruments, qui prévoit des manœuvres à vue autour de l'aérodrome avant l'atterrissage.

Approches parallèles indépendantes

Approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles, sans minimum réglementaire de séparation radar entre les aéronefs se trouvant à la verticale des prolongements des axes de pistes adjacentes.

Approches parallèles interdépendantes

Approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles, avec minimum réglementaire de séparation radar entre les aéronefs se trouvant à la verticale des prolongements des axes de pistes adjacentes.

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 exprimé en degré par rapport au nord (vrai, magnétique, compas ou grille).

Courbe de niveau

Ligne qui, sur une carte ou un graphique, réunit des points situés à une même altitude topographique.

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.

Départs parallèles indépendants

Départs simultanés sur pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles.

Distance DME

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

Hauteur

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

Mouvements parallèles sur pistes spécialisées

Mouvements simultanés sur pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles, au cours desquels une piste sert exclusivement aux approches et l'autre piste exclusivement aux départs.

Navigation à l'estime (DR)

Estimation ou détermination de la position en déplaçant une position connue antérieurement par l'application à cette dernière de données de direction, de temps et de vitesse.

Navigation de surface (RNAV)

Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides de navigation à référence sur station, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou grâce à une combinaison de ces deux moyens.

Niveau

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 vol

Surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013.25 hectopascals (hPa) et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

Note 1. 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 1013.25 hPa, peut être utilisé pour indiquer des niveaux de vol.

Note 2. Les termes « hauteur » et « altitude », utilisés dans la Note 1 ci-dessus, désignent des hauteurs et des altitudes altimétriques et non géométriques.

Obstacle significatif

Tout détail naturel du relief, ou tout objet fixe artificiel, à caractère permanent ou temporaire, se détachant en hauteur sur son entourage et considéré comme pouvant présenter un danger pour le passage des aéronefs dans le cadre de l'opération pour laquelle la procédure a été conçue.

Note. Le terme « obstacle significatif » n'est utilisé dans le présent document que pour désigner les objets pris en compte dans les calculs d'éléments pertinents de la procédure et destinés à figurer sur une série de cartes appropriées.

Pistes quasi parallèles

Pistes sans intersection dont les prolongements d'axe présentent un angle de convergence ou de divergence inférieur ou égal à 15°

Point d'approche interrompue (MAPt)

Point d'une procédure d'approche aux instruments auquel ou avant lequel la procédure prescrite d'approche interrompue doit être amorcée afin de garantir que la marge minimale de franchissement d'obstacles est respectée.

Point de cheminement

Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route à navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface. Les points de cheminement sont désignés comme suit :

Point de cheminement par le travers :

Point de cheminement qui nécessite une anticipation du virage de manière à intercepter le segment suivant d'une route ou d'une procédure, ou

Point de cheminement à survoler :

Point de cheminement auquel on amorce un virage pour rejoindre le segment suivant d'une route ou d'une procédure.

Point de transition

Point où un aéronef navigant sur un tronçon de route ATS défini par référence à des radiophares omnidirectionnels à très haute fréquence doit en principe transférer son principal repère de navigation de l'installation située en arrière de l'aéronef à la première installation située en avant de lui.

Note. Les points de transition sont établis afin d'assurer à tous les niveaux de vol à utiliser, l'équilibre optimal entre les installations, du point de vue de l'intensité et de la qualité de la réception, et afin de fournir une source commune de guidage en azimut pour tous les aéronefs évoluant sur le même secteur d'un tronçon de route.

Procédure d'approche aux instruments

Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant uniquement les instruments de vol, avec une marge de protection spécifiée au-dessus des obstacles, depuis le repère d'approche initiale ou, s'il y a lieu, depuis le début d'une route d'arrivée définie, jusqu'en un point à partir duquel l'atterrissage pourra être effectué, puis, si l'atterrissage n'est pas effectué, jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacles en attente ou en route deviennent applicables.

Procédure d'approche de précision

Procédure d'approche aux instruments qui utilise les informations d'azimut et de trajectoire de descente fournies par un ILS ou un PAR.

Procédure d'approche interrompue

Procédure à suivre lorsqu'il est impossible de poursuivre l'approche.

Procédure d'attente

Manœuvre prédéterminée exécutée par un aéronef pour rester dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation.

Procédure d'inversion

Procédure conçue pour permettre à l'aéronef de faire demi-tour sur le segment d'approche initiale d'une procédure d'approche aux instruments. Cette suite de manœuvres peut comprendre des virages conventionnels ou des virages de base.

Procédure en hippodrome

Procédure conçue pour permettre à l'aéronef de perdre de l'altitude sur le segment d'approche initiale et/ou le placer sur le segment en rapprochement lorsqu'il est trop difficile de lui faire amorcer une procédure d'inversion.

Qualité de navigation requise (RNP)

Expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini,

Note. La performance et les spécifications de navigation sont définies en fonction du type et/ou de l'application de RNP considérés.

Région montagneuse

Région à profil de terrain variable, où les changements d'altitude topographique dépassant 900 m (3000 ft) à l'intérieur d'une distance de 18,5 Km (10,0 NM).

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 degré par rapport au nord (vrai, magnétique ou grille).

Segment d'approche finale

Partie d'une procédure d'approche aux instruments au cours de laquelle sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage.

Segment d'approche initiale

Partie d'une procédure d'approche aux instruments située entre le repère d'approche initiale et le repère d'approche intermédiaire, ou, s'il y a lieu, le repère ou point d'approche finale.

Segment d'approche intermédiaire

Partie d'une procédure d'approche aux instruments située soit entre le repère d'approche intermédiaire et le repère ou point d'approche finale, soit entre la fin de la fin de la procédure d'inversion, d'une procédure en hippodrome ou d'une procédure de navigation à l'estime et le repère ou point d'approche finale, selon le cas.

Seuil

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

Surface d'évaluation d'obstacles (OAS)

Surface définie en vue de déterminer les obstacles dont il faut tenir dans le calcul de l'altitude/hauteur de franchissement d'obstacles pour une installation ILS donnée et une procédure donnée.

Virage conventionnel

Manœuvre consistant en un virage effectué à partir d'une trajectoire désignée, suivi d'un autre virage en sens inverse, de telle sorte que l'aéronef puisse rejoindre la trajectoire désignée pour la suivre en sens inverse.

Note 1. Les virages conventionnels sont dits à « gauche » ou à « droite », selon la direction du virage initiale.

Note 2. Les virages conventionnels peuvent être exécutés en vol horizontal ou en descente, selon les conditions d'exécution de chaque procédure.

Virage de base

Virage exécuté par un aéronef au cours de l'approche initiale, entre l'extrémité de la trajectoire d'éloignement et le début de trajectoire d'approche intermédiaire ou finale. Ces deux trajectoires ne sont pas exactement opposées

Note. Les virages de base peuvent être exécutés en vol horizontal ou en descente, selon les conditions d'exécution de chaque procédure.

Zone de non-transgression (NTZ)

Dans le contexte des approches parallèles indépendantes, couloir d'espace aérien de dimensions définies dont l'axe de symétrie est équidistant des deux prolongements d'axes de piste et dont la pénétration par un aéronef doit

obligatoirement susciter l'intervention d'un contrôleur afin de faire manœuvrer tout aéronef éventuellement menacé sur la trajectoire d'approche voisine.

ABREVIATIONS

APV	Procédure d'approche avec guidage vertical
ARP	Point de référence de l'aérodrome
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
ATT	Tolérance d'écart longitudinal
AZM	Azimut
CAT	Catégorie
CDI	Indicateur de déviation de cap
COP	Point de transition
CRM	Modèle de risque de collision
DA/H	Altitude/hauteur de décision
DER	Extrémité départ de la piste
DME	Dispositif de mesure de distance
DR	A l'estime
EUROCAE	Organisation européenne pour l'équipement de l'aviation civile
FAF	Repère d'approche finale
FAP	Point d'approche finale
FATO	Aire d'approche finale et de décollage
FAWP	Point de cheminement d'approche finale
FMC	Ordinateur de gestion de vol
FMS	Système de gestion de vol
FTT	Tolérance technique de vol
GNSS	Système mondial de navigation par satellite
GP	Alignement de descente
GPWS	Dispositif avertisseur de proximité du sol
HL	Perte d'altitude
IAF	Repère d'approche initiale
IAWP	Point de cheminement d'approche initiale
IF	Repère d'approche intermédiaire
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMAL	Limite d'alerte du moniteur d'intégrité
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
ISA	Atmosphère type internationale
IWP	Point de cheminement intermédiaire
LDAH	Distance utilisable à l'atterrissage (hélicoptère)
LLZ	Alignement de descente
MAHWP	Point de cheminement d'attente en approche interrompue
MAPt	Point d'approche interrompue
MATWP	Point de cheminement de virage d'approche interrompue
MAWP	Point de cheminement d'approche interrompue
MDA/H	Altitude/hauteur minimale de descente

MLS	Système d'atterrissage hyperfréquences
MM	Radioborne intermédiaire
MOC	Marge minimale de franchissement d'obstacles
MSA	Altitude minimale de secteur
MSL	Niveau moyen de la mer
NDB	Radiophare non directionnel
NPA	Approche classique
OAS	Surface d'évaluation d'obstacles
OCA/H	Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles
OCA/H _{fm}	OCA/H pour l'approche finale et l'approche interrompue en ligne droite
OCA/H _{ps}	OCA/H sur le segment de précision
OCS	Surface de franchissement d'obstacles
OIS	Surface d'identification d'obstacles
OM	Radioborne extérieure
PAPI	Indicateur de trajectoire d'approche de précision
PAR	Radar d'approche de précision
PDG	Pente de calcul de procédure
R	Taux de virage
RAIM	Contrôle autonome de l'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 route
SD	Ecart type
SI	Système international d'unités
SID	Départ normalisé aux instruments
SOC	Début de montée
ST	Tolérance de calcul du 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
TTT	Technique de traçage par gabarit
VASIS	Indicateur visuel de pente d'approche
VDF	Station radiogoniométrique VHF
VHF	Très haute fréquence
VI	Vitesse indiquée
VOR	Radiophare omnidirectionnel VHF
VV	Vitesse vraie
WGS	Système géodésique mondial
XTT	Tolérance d'écart latéral

I-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'AERODROME

- L'aéroport de Constantine Mohamed Boudiaf est situé à une dizaine de kilomètres au sud de l'agglomération de Constantine sur la plaine fertile d'El-Khroubs, relativement vallonnée, dont l'altitude varie de 500 à 700 mètres et encadrée par les confins orientaux de l'atlas tellien (monts de Constantine).

- En venant de Constantine on accède à l'aéroport par le chemin de la wilaya N°24.

I-2- HISTORIQUE DE L'AERODROME

- En 1958 l'aérodrome a été construit sur le site de Ain El Bey, à l'Ouest de l'ancienne plate-forme d'Oued Hamimine, aujourd'hui désaffectée.

- Le nouvel aérodrome de Constantine est doté initialement :
 - D'une piste A de 1800 mètres de longueur sur 45 mètres de largeur orienté selon un axe 140°/320° et inscrite dans une bande d'envol de 200 m de large ;
 - D'une aire de trafic parallèle à la piste de 200*80 mètres ;
 - De deux bretelles de desserte perpendiculaires à la piste de 200 a de 250 mètres chacune la reliant au parking, respectivement à partir du seuil 14 et à 700 mètres de celui-ci.
- En 1961, le seuil 32 de la piste d'envol a été prolongé de 600 mètres pour atteindre 2400 mètres afin d'éviter les mauvais décollages dans la direction Nord-Ouest (seuil 14).

I-3- TRAVAUX EXECUTES

- Une piste d'envol de 2400 mètres de longueur et de 45 mètres de largeur ;
- Une bande d'envol de 2600 mètres de longueur et 200 mètres de largeur ;
- Un revêtement bi-couche (15/25) et (5/15) a été réalisé sur la surface prolongée .

- Un renforcement général de l'ensemble des voies.

En 1968 le Laboratoire National des travaux Publics et du Bâtiment (LNTPB) a ausculté l'ensemble des ouvrages par sondages

En 1969, sur la base des résultats de laboratoire, des travaux de renforcement ont été réalisés consistant à renforcer les surfaces par une couche en béton bitumineux de 10 cm d'épaisseur.

En 1976, les 300 derniers mètres du seuil 32 ont été renforcés en béton bitumineux.

En 1984, un dernier renforcement en béton bitumineux (0 / 14) de 16 cm d'épaisseur a été réalisé sur l'ensemble aires de mouvements, en plus l'air de trafic a bénéficié d'un allongement de 370 mètres et d'un film anti-kérosène portant sur la surface totale à 570 mètres.

- Extension du parking principal

Il fait actuellement 570 mètres de longueur sur 80 mètres de largeur il sera

Ramené en phase définitif à 700x120 m.

I-4- PROGRAMME D'EXTENSION

De 1994 à 2003, un vaste programme d'extension et de réhabilitation des ouvrages a été initié par les pouvoirs publics pour lever toutes les contraintes d'exploitation, ceci a consisté à réaliser :

- Une piste B de 3000 × 45 mètres orientée selon un axe 160 / 340, les deux seuils sont prolongés par un POR de 100 mètres et une aire sécurité de 150 mètres chacun, l'ensemble étant inscrit dans un bande d'envol de 3200 × 45 mètres ;
- Un taxiway de 1950 mètres parallèle et à 190 mètres de la piste B, la longe sur les deux tiers de sa longueur à partir du seuil 34 ;
- Trois bretelles de desserte qui relient, perpendiculairement, la piste B :
 1. A l'aire de trafic (coté Nord-Ouest) à travers la voie B1 sur 540 mètres à partir du seuil 16 ;
 2. A l'aire de trafic par la voie AB sur 420 mètres à 1000 mètres, interceptant ainsi l'extrémité du taxiway et l'ancienne bretelle Sud-Est de la piste A après l'avoir croisé, pour rejoindre le parking ;
 3. Au taxiway par la voie B2 sur 180 mètres à sa mi-longueur et à 950 mètres du seuil 34 .

- L'allongement du parking avion de 500 mètres à 710 mètres et l'élargissement de 80 à 150 mètres ;
- Le renforcement de la piste 14 / 32 et ses bretelles ;
- Des accotements de 7,5 mètres de part et d'autre de toutes les voies de circulation.

Notons que la nouvelle piste et ses annexes sont construites pour recevoir les avions gros porteurs de type BOEING 747.

I-5- INFORMATION GENERALES

Aérodrome : Constantine / Mohamed BOUDIAF ;
 Création : Créé en 1958 ;
 Classification : Aéroport international de catégorie D
 (Décret présidentiel n°92-386 du 20.10.1992) ;
 Statut : Aéroport civil ouvert à la circulation aérienne publique ;
 Distance : 5,4 Km au Sud de la ville ;
 Altitude : 706 mètres ;
 Température de référence : 33,6°C ;
 Coordonnées géodésiques : 36°17'07 N – 006°37'09 E
 (Intersection de la piste 14 / 32 et le taxiway) ;

I-6- CARACTERISTIQUES DES INFRASTRUCTURES DE BASE

I-6-1- Pistes

Nombre : 02

- **Piste principale (la piste B)**

Dimensions : 3000 x 45 mètres, plus un accotement de 7,5 mètres de part et d'autre de la piste ;
 Orientation : 16/34 ;
 Relèvement magnétique : 159 / 339 ;
 Résistance : PCN 93/F/D/W/T ;
 Revêtement : Béton bitumineux ;
 Aéronef de référence : BOEING747 ;
 Altitude de seuil 16 : 705 mètres ;
 Altitude de seuil 34 : 706 mètres ;
 Prolongement d'arrêt : 100 x 45 mètres (pour les deux seuils) ;

- **piste secondaire**

Dimensions : 2400 × 45 mètres sans accotements ;
 Orientation : 14/32 ;
 Relèvement magnétique : 136 / 316 ;
 Résistance : 24T/SIWL 34T/J 49 T/B ;
 Revêtement : Asphalte ;
 Aéronef de référence : BOEING727 ;
 Altitude de seuil 14 : 702 mètres ;
 Altitude de seuil 32 : 687 mètres ;

I-6-2- Distances déclarées (mètres)

Désignation De la piste	TORA	TODA	ASDA	LDA	Observation
16	3000	3000	3100	3000	Néant
34	3000	3000	3100	3000	Néant
14	2400	2400	2400	2400	Néant
32	2400	2400	2400	2400	Néant

I-6-3- Aire de stationnement

Dimensions : 750 × 80 mètres ;
 Résistance : 24T / SIWL ;
 Nombre de postes : 05 pour B727 et 03 pour B737 ;

Notons que des travaux d'extension sont en cours pour atteindre 10 Postes et augmentation de la largeur à environ de 140m.

I-6-4- Voies de circulation

pour 16/34 : longueur 1950 m parallèle à la piste dont le point de départ est le seuil 34.

I-6-5- Brettelles

La bretelle B menant du seuil de piste 16(Alt 705 m) au parking Avion d'une altitude de 669 mètres, d'une longueur de 540 mètres et d'une pente de 1.1 %.

La bretelle AB d'une longueur de 420 m reliant la piste 16/34 à la piste 14/32 d'une pente de 1.9%. en jonction avec la bretelle Est de la piste 14/32 .

La bretelle B2 reliant la piste 16/34 à la voie de circulation parallèle à la piste et distante du QFU 34 de 950 m et d'une longueur de 190 m de l'axe de piste à l'axe de la voie de circulation .

La bretelle Est reliant l'aire de stationnement à la piste 14/32 d'une longueur de 160 mètres ;

La bretelle Ouest reliant l'aire de stationnement à la piste 14/32 d'une longueur de 160 mètres ;

I-7- AIDES VISUELLES

I-7-1- Balisage des deux pistes

• Balisage diurne

- Marque d'identification du seuil ;
- Numéros d'identification de la piste ;
- Marques d'axe de piste ;
- Marques de distance constante ;
- Marques axiales de voies de circulation ;
- Marques de point d'attente de circulation ;
- Marques de point de vérification VOR d'aérodrome +panneau ;
- Marques de poste de stationnement d'aéronef ;
- Ligne de sécurité d'aire de trafic ;
- Obstacles balisés de jour et de nuit ;
- Panneau de 4x2 m rouge et blanc balisant colline à 800 m de seuil de piste 32 dans le prolongement de l'axe et à gauche latéralement de 140 m ;
- Pylônes d'éclairage de l'aire de stationnement ;
- Antenne VHF au dessus tour de contrôle -731 m-(29 m hors sol) ;
- Un VOR/DME (axe de piste 14)R139 à 1100 m seuil 14 ;
- Antenne radar ;

- Pylône ENTV Kef lakhal (1298 m) ;
- Pylône radio Ziadia (858 m) ;
- cuves SONATRACH ;
- Un Localiser à 270 m du seuil 14 (5 m hors sol) et
- Glidepath -pylône support antenne 370 m du seuil 32 et à 120m de l'axe (17 m hors sol) ;

- **Balisage lumineux**

- Piste : Balisage par feux omnidirectionnels blanc de 25 w tous les 50 m (LIL) ;
- Feux de seuil : 12 feux verts 5LIL : faible intensité lumineuse à Chaque seuil (omnidirectionnels) ;
- Feux de pré seuil : 6 feux rouges (LIL) : 60 m avant chaque seuil (unidirectionnels) (p :60 w) ;
- Feux de point d'impact : barre de flanc par feux omnidirectionnels blancs 300 m seuil /6 feux blancs(LIL) de part et d'autre de l'axe ;
- Feux de voies de circulation : feux bleus omnidirectionnel(LIL) ;
- Autres balisages : raquette seuil 32 – feux bleus omnidirectionnels ;
- Feux d'identification seuil 14/32. blancs à éclats unidirectionnels (p :60 w)(sens approche) 120 é/min sur demande du pilote et
- Balisage lumineux de secours : groupe électrogènes à démarrage automatique 2 de 400 KVA+2 de 100 KVA.

- **Balisage particulier**

- Un phare d'aérodrome : 1 é/3 sec feux blancs et verts alternés ;
- Un VASIS : QFU 14 et 32 d'une pente de 3° et
- Un PAPI : QFU 16 et 34 d'une pente 3°.

I-8- AIDES DE RADIOELECTRIQUES

L'aérodrome de Constantine d'une tour de contrôle TWR qui est à 400 mètres du seuil 14 (QDR 077°), son emplacement dans les coordonnées WGS 84 est comme suit : 36°17'12 "N 06°37'18"E, et il est doté des moyens de radionavigation et d'atterrissage suivants :

I-8-1- Un I.L.S (Système d'atterrissage aux instruments) de catégorie I :

Constitué de :

1. Un radioalignement de piste (LOCALIZER) :
 - coordonnées géographiques : 36°17'09 "N et 006°36'48"E
 - PSN : 270 m du seuil 14 dans l'axe –R319°

- Type : THC 371
 - Fréquence :109.3 MHZ
 - Indicatif :CT, portée :10 NM (minimum)
 - Ouverture de faisceau :4°30',deux ensembles .
2. Un radioalignement de descente (GLIDEPATH) :
- Coordonnées géographiques :36°16'18''N et 006°37'57''E.
 - Position : 370 m du seuil 32 à 120 m latéralement de l'axe
 - Type :THC 371.
 - Fréquence :332 MHZ
 - Portée :10 NM (minimum).
 - Angle de descente :3°
 - Point de repere ILS : 15 m (au dessus du seuil),deux ensembles
3. Un radioborne intermédiaire (MIDLE MARKER) :
- Coordonnées géographique :36°15'41''N et 006°38'34''E ;
 - Position :1161 m du seuil 32 (dans l'axe) R139° ;
 - Type : NARDEUX, fréquence :75MHZ ;
 - Indicatif :1 point/1trait/sec ;
 - Hauteur de passage : 75,8 m seuil ou 56,8 m/QFE.
4. Un radioborne extérieure (OUT MARKER) :
- Coordonnées géographiques : 36°13'25''N et 006°41'15''
 - Position :3,75 NM du seuil 32-R139°,type :NARDEUX
 - Fréquence : 75 MHZ .Indicatif : 2traits/sec.
 - Hauteur de passage :380m /QFE.

I-8-2- Un NDB

- Coordonnées géographiques : 36°11'23'' N et 006°43'41'' E
- Fréquence : 397 KHZ
- Type d'onde : A1 ;-Indicatif : CNE ; -Portée : 50 NM .
- Horaires de fonctionnement : H24
- Type d'émetteur : téléradio
- Alimentation : batteries .

I-8-3- Un VOR Doppler co-implanté avec un DME (D.VOR/DME)

- coordonnées géographiques : 36°17'30''N et 006°36'30'' E
- Fréquence : 115.5 MHZ (VOR-DME . 102x)
- type d'onde : D.VOR =A9 –DME =P2
- Indicatif : CSO.

- Portée : 200 NM/FL500 pour de D.VOR et 200NM/FL400 pour le DME
- Horaire de fonctionnement : H24
- Type : D.VOR : SEL
DME : BUTTLER.

I-8-4- Un VDF

- Type et fréquence : THC 118.3MHZ ;
- Type d'onde : A.3 ;
- Lieu d'implantation :36°17'03''N 006°37'20''.

I-8-5- Un RADAR

- Station : Constantine /Mohamed BOUDIAF,service APP
- Portée : 80 NM
- Type de radar : TR 23 d1
- Bande : L(en diversités de fréquence) ; émetteurs et récepteurs doublés
- Coordonnées géographiques : 36°16'30 ''N 006°36'40''E.
- Altitude de base :747 m, HGT :25 m
- Position :1100 m THR 14 QDR 205°.

I-9- INSTALLATIONS DE TELECOMMUNICATION

Au niveau de l'aérodrome de Constantine, le contrôle de circulation aérienne assure le :

- Le contrôle d'aérodrome sur une fréquence VHF118.3 MHZ et sur une fréquence de secour119.7 MHZ , avec comme indicatif d'appel CONSTANTINE TOUR ;
- Le contrôle d'approche sur une fréquence VHF 120.1 MHZ et avec comme indicatif d'appel CONSTANTINE APP ;
- Un contrôle VDF sur une fréquence VHF 118.3 MHZ et avec comme indicatif d'appel CONSTANTINE GONIO ;
- Un Ecran RADAR qui est mise en place et qui surveillera dans le futur proche le trafic de la TMA nord-Est .

I-10- ESPACE AERIEN ATS

L'espace aérien ATS est un espace aérien de catégorie D, dans lequel :

- Espacements assurés : IFR/IFR et VFR spécial/IFR
- Information de trafic : VFR/VFR et IFR/VFR
- Conditions VMC : 300 m verticalement et 1500 m horizontalement /nuages et 5 km de visibilité horizontale (8 km au dessus du FL 100)

- Contact radio et clairance : obligatoires.
- Vitesse : 250 kts maxi sous le FL 100
- VFR Spécial : la visibilité en vol doit au moins être égale à la plus élevée de ces 2 valeurs : 1500 mètres ou la distance parcourue en 30 sec de vol.

Cet espace aérien constitue une région de contrôle terminale (CTR) ayant les caractéristiques suivantes :

- Limites latérales définies par un cercle de rayon 10NM, centré sur le VOR/DME CSO ;
- Limites verticales définies par une hauteur de 450m par rapport au sol ; donc, le trafic dans cet espace aérien est sous l'autorité du contrôle d'aérodrome.

Concernant l'espace aérien qui relève de la responsabilité du contrôle d'approche il est définie comme une région de contrôle d'approche (CTA), mise en service récemment et ayant les caractéristiques suivantes :

- Limites latérales définie par :
 1. Un cercle de rayon de 25 NM et centré sur le DVOR/DME CSO ;
 2. Un cercle de rayon de 15NM et centré sur le VOR BTN et
 3. Les tangentes extérieures à ces deux cercles.
- Limites verticales définies par 450 mètres/ sol jusqu'à FL105.

Ce qui veut dire que l'approche de l'aéroport Batna est effectuée par la tour de contrôle d'approche de Constantine.

I-11- TRAJECTOIRES DARRIVEES ET DE DEPARTS

I-11-1- Aérodrome de Constantine

I-11-1-1- Trajectoires d'arrivées

a- Arrivées du Nord

- KAMER / CSO
- CIRTA / CSO
- KAWKA / CSO

b- Arrivées de l'Est

- ANB / CSO
- DIMAO / CSO
- TBS / CSO

c- Arrivées du Sud

- AMIRA / CSO
- NADJI / CSO
- BIS / CSO
- HODNA / CSO

d- Arrivées de l'Ouest

- BABOR / CSO

I-11-1-2- Trajectoires de départs

a- Départs vers le Nord

- CSO / KAMER
- CSO / CIRTA
- CSO / KAWKA

b- Départs vers l'Est

- CSO / ANB
- CSO / DIMAO
- CSO / TBS

c- Départs vers le Sud

- CSO / AMIRA

- CSO / NADJI
- CSO / BIS
- CSO / HODNA

d- Départs vers l'Ouest

- CSO / BJA
- CSO / BABOR
- CSO / DJI

I-11-2- Aérodrome de Batna:

I-11-2-1- Trajectoires d'arrivées

a- Arrivées du Nord

- CSO / BTN

b- Arrivée de l'Est

- TBS / BTN

c- Arrivée du Sud

- BIS / BTN

d- Arrivée de l'Ouest

- TAGRO / BTN

I-11-2-2-Trajectoires de départs

a- Départs vers le Nord

- BTN / CSO

b- Départs vers l'Est

- BTN / TBS

c- Départs vers le Sud

- BTN / BIS

d- Départ vers l'Ouest

- BTN / BJA
- BTN / TAGRO

I-12- SERVICE DE LA METEOROLOGIE

Les procédures de préparation des METARs (message d'observation météorologique régulier pour l'aviation civile) sont assurés par le service météo qui est connecté avec la station météo à l'aide d'un télétype.

Chaque une demi-heure la station relève les paramètres suivant :

- Vent(force et direction) ;
- phénomènes particuliers ;
- base et type de nuages ;
- Température et point de rosé ;
- Pression au niveau du sol QFE,et
- Pression au niveau moyen de la mer.

Ces paramètres sont transmis au service météo et la tour de contrôle (liaison parallèle).

Notons que le service le service de la météorologie utilise ces informations afin d'élaborer les prévisions météorologiques .

I-13- PHENOMENES METEOROLOGIQUES

Le climat régnant au sein de l'aérodrome de Constantine est un climat semi-continentale, caractérisé par une humidité moyenne et une température forte ;

Vents dominants

- Nord-Est et Nord-Ouest, du mois de juin jusqu'au mois de septembre ;
- Nord-Ouest et Ouest-Sud-Ouest, du mois de Novembre au mois de Février ;
- Ouest-Sud-Ouest puis Nord-Ouest en mois de Janvier
- Nord-Ouest puis Nord-Est au mois de mars ,Avril et Octobre.

Nébulosité

- Elle est forte en hiver et faible en été

Précipitation

- **Pluviométrie moyenne**

Une pluviométrie de 500 mm/An , se produisant dans les mois de Novembre à Avril inclus, avec un maximum en Décembre ,Janvier et Février, de faibles précipitations sont enregistrées en saisons chaude ayant un caractère orageux dominant avec des pluies torrentielles durant les mois de mars, Avril, Septembre et Octobre .

- **Températures**

Elles sont caractérisées par le caractère semi-continentale de Constantine subissant une influence maritime de moyenne importance .

Mois	Janvier	Avril	Août	Novembre
Moyenne maximale	11°2	18°7	33°4	17°1
Moyenne minimale	02°1	06°9	18°3	07°4

- **Brouillard**

C'est un brouillard d'advection se formant en bancs en fin de nuit, puis il se dissipe généralement la matinée entre 09 heures et 10 heures (une moyenne de 13 jours par an).

- **Grêle**

les jours de grêle en général sont rares on compte une moyenne de 02 jours par mois en hiver.

- **Orage**

En moyenne 25 Jours par an, se produisant surtout les mois de Septembre, Octobre ,Mars , Avril, pendant l'après midi avec de fortes averses.

1. Orage de régime saharien : de Mai à Août se produisant entre 18 h et 21 heures accompagné de fortes précipitations .

- **Sirocco**

fréquent qui est accompagné de poussière en suspension, c'est un vent chaud et sec soufflant du sud.

I-14- SERVICE SSIS

Le Service de Sauvetage, Incendie et Sécurité est classé de catégorie 7, avec possibilité d'assistance à l'atterrissage des appareils de type B B747 ; la capacité maximal de ces trois camions est mentionné dans l'AIP (Publication de l'Information Aéronautique) algérien .

I-15- DESSERTES ASSUREES PAR L'AERODROME

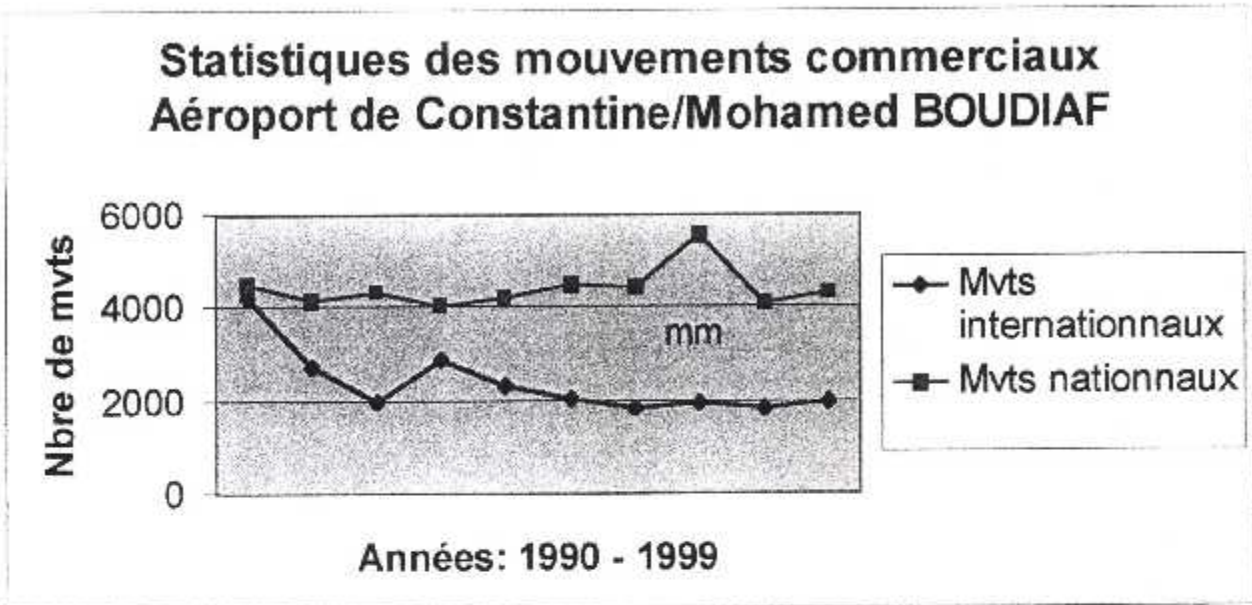
L'aéroport de Constantine est desservie par les avions des deux compagnies AIRALGERIE et ex. KHALIFA AIRWAYS, ainsi que les avions militaires (C.A.G) qui relie Constantine aux aérodromes de BECHAR, TINDOUF, BOUFARIK, CHLEF et BOUSFER ;

I-16- STATISTIQUES DU TRAFIC AERIEN

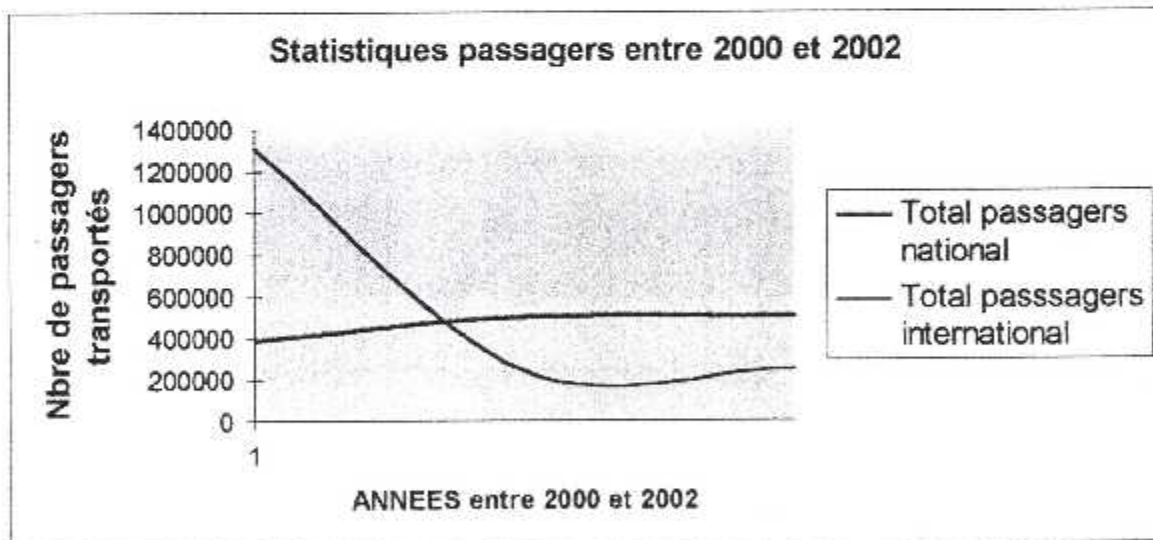
Les nombre de mouvements commerciaux internationaux enregistrer à l'aéroport de Constantine entre 1990 et 1999 n'est pas important et il est en décroissance ;

On constate une chute importante de 4209 mvts en 1990 à 1987 mvts en 1999, cela est du bien sure à la conjoncture économique et sécuritaire que l'Algérie a vécu ;

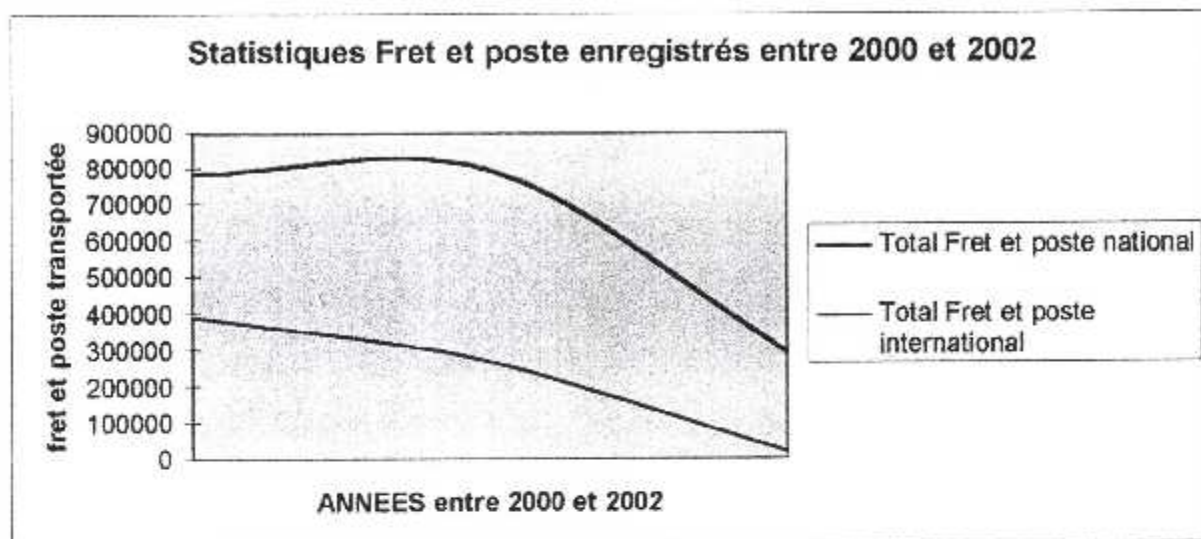
Concernant le trafic domestique, on constate des légères variations ; le nombre de mouvements enregistrer en 1990 est de l'ordre de 4489 alors qu'en 1999, il est de l'ordre de 5325.



Concernant les statistiques des passagers transportés entre l'année 2000 et l'année 2002, on constate une chute exponentielle du trafic international et une légère croissance pour le trafic national, cela est dû toujours à la même conjoncture actuelle ;



Concernant le fret et poste, on constate aussi une chute importante soit pour le trafic domestique, soit pour le trafic international ;



Comme une conclusion à ce chapitre, on peut dire qu'il n'est pas nécessaire d'investir un budget important afin de bâtir une nouvelle piste, donc toujours selon les statistiques, la deuxième piste a été conçue sans tenir compte de l'aspect économique et sans aviser l'organisme qui gère l'espace aérien (ENNA).

En parallèle aux développements de ces infrastructures aéroportuaires, il s'est avéré nécessaire d'assurer une cohérence et une homogénéité entre les capacités des pistes desservies et celles du système de contrôle du trafic aérien.

L'amélioration du réseau de routes ATS et de la structure de l'espace aérien, appuyée par la mise en place des procédures d'approche aux instruments de précision, des procédures d'approche en Navigation de Surface RNAV basées sur le VOR/DME, ou sur le système GNSS est un élément clé pour obtenir la capacité requise du dispositif de circulation aérienne en TMA Nord-Est.

II-1- CIRCULATION AERIENNE

II-1-1- Définition

Ensemble d'aéronefs évoluant en l'air ou au sol sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome selon les règles établies.

II-1-2- Objectifs des services ATS

Les objectifs des services de la circulation aérienne sont :

- Empêcher les abordages entre aéronefs et les collisions entre aéronefs au sol et obstacles ;
- Accélérer et régulariser la circulation aérienne ;
- Fournir aux aéronefs les avis et les renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols ;
- Alerter les organes de recherches et de sauvetage lorsque des aéronefs ont besoin de leurs services et prêter à ces organes le concours nécessaire.

Cela signifie que les services ATS doivent, dans toute la mesure du possible, être à la disposition de leurs usagers et que toute mesure de leur part qui risque d'entraver les intentions de l'un quelconque de ces usagers ne peut être justifiée que si elle a pour effet d'améliorer le service rendu à la majorité d'entre eux.

II-1-3- Service compétent

La loi N° 89- 06 du 27 Juin 1998 fixant les règles générales relatives à l'aviation civile adoptée par le parlement et promulguée par le président de la république stipule dans son Article 6 que le contrôle de la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien algérien est assuré par l'Etat ; et l'extension du contrôle aérien sur l'espace situé au-delà des limites mentionnées ci-dessus, fait l'objet d'accords internationaux.

L'autorité chargée de la réglementation algérienne de la Circulation Aérienne Générale est la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie

Alors que la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne est assurée par l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA) en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées.

II-1-4- Zone pour laquelle les services sont fournies

Les services de la Circulation Aérienne sont assurés pour l'ensemble du territoire Algérien sur un certain nombre d'aérodromes et dans l'espace aérien formant la FIR d'Alger.

II-1-5- Types de services

Sauf sur certains aérodromes de contrôle militaire qui peuvent recevoir sous conditions des aéronefs civils, les services de contrôle d'aérodromes, de contrôle d'approche, d'alerte et d'information de vol sont assurés par l'ENNA.

Dans le cas général, les services de contrôle d'aérodrome et d'approche sont assurés dans les limites des espaces aérien contrôlés associés aux aérodromes.

En outre, l'ENNA assure dans l'espace aérien correspondant à sa zone de responsabilité les services suivants :

1. Le service de contrôle régional dans les espaces aérien désignés ;
2. Le service d'information de vol ou le service consultatif en dehors de l'espace aérien contrôlé ;
3. Le service d'alerte au bénéfice des aéronefs ayant déposé un plan de vol.

Notons que la réglementation et les procédures de la circulation aérienne en vigueur sont conformes aux normes, pratiques recommandées et procédures de l'OACI.

II-1-6- Coordination entre les exploitant et les services ATS

La coordination entre l'exploitant et les services de la Circulation Aérienne se fait conformément aux dispositions de l'Annexe 11 paragraphe 2.13 ainsi que PANS/RAC (DOC 4444 RAC 5.0.1) 8^e partie paragraphe 2.1.1.4 et 2.1.1.5.

II-1-7- Altitude minimale de vol

Ailleurs qu'au-dessus des zones urbaines ou autres agglomérations a haute densité ou de rassemblement de personnes, en plein air, les aéronefs ne voleront pas à une hauteur inférieure à 150 mètres (500ft) au-dessus du sol, de l'eau ou des obstacles.

En dehors des besoins du décollage, ou de l'atterrissage et sauf autorisation spéciale de l'autorité compétente, les aéronefs voleront à une

hauteur d'au moins 450 mètres au-dessus de l'obstacle le plus élevé situé dans un rayon de 8 Km (5 NM).

II-2- REGLES ET PROCEDURES GENERALES

II-2-1- Règles générales

Les règles et procédures de la circulation aérienne applicables sur le territoire de l'Algérie sont conformes aux dispositions des Annexes 2 et 11 à la convention relative à l'aviation civile internationale et aux parties relatives aux procédures pour les services de navigation aérienne-règles de l'air et services de la circulation aérienne (DOC 4444-RAC/501), ainsi qu'aux procédures complémentaires régionales de la région Afrique occidentale et océan indien (AFI), sous réserve des différences énumérées dans l'AIP (GEN 1.7).

II-2-2- Règles de vol a vue

Les vols VFR sont effectués dans les conditions de visibilité et de distance par rapport aux nuages au moins égales à celles dont fait état le tableau 1.

Les vols VFR sont interdits :

1. Entre le coucher et le lever du soleil ;
2. Au-dessus du niveau de vol 200 et
3. Dans les espaces aériens contrôlés lorsque l'organe chargé du contrôle de la circulation aérienne le décide.

Les vols VFR spéciaux ne seront pas accordés, sauf aux hélicoptères lorsque des dispositions particulières à l'aérodrome le prévoit, quand la visibilité sera inférieure à 1500 mètres.

Notons que sur certains aérodromes cette limites de visibilité est plus élevée ; Elle est alors publiée sur la carte d'approche à vue de l'aérodrome.

Tableau 1.

Classe d'espace aérien	B	C D E	F G	
			- Au-dessus de 900 m (3000ft) / MSL ou - Au-dessus de 300 m (1000ft) /relief, si ce niveau est plus élevé	- A 900 m(3000ft) et au-dessus / MSL ou - A 300 m(1000ft) et au-dessus /relief, si ce niveau est plus élevé
Distance par Rapport aux nuages	Hors des nuages	1500 m horizontalement. 300 m verticalement.		Hors des nuages et en vue de la surface.
Visibilité en vol	- 8Km à 3050m (10 000 ft) / MSL et au-dessus - 5Km au-dessous de 3050m (10 000 ft)/MSL.		5 Km.	

II-2-3- Règles de vol aux instruments

II-2-3-1- Règles applicables à tous les vols IFR

- **Equipements des aéronefs**

Les aéronefs doivent être équipés des instruments convenables et d'appareils de navigation appropriés à la route à suivre.

Les aéronefs survolant les régions inhospitalières, définies dans l'AIP, doivent être doté d'un équipement spécial conformément à la réglementation algérienne en vigueur.

- **Niveaux minimaux**

En dehors des besoins de du décollage ou de l'atterrissage et sauf autorisation spéciale de l'autorité compétente, les aéronefs voleront à une hauteur d'au moins 450 mètres au-dessus de l'obstacle le plus élevé situé dans un rayon de 8 Km (5 NM) autour de la position estimée de l'aéronef en vol.

- **Poursuite en VFR d'un vol IFR**

Toute modification du plan de vol en vigueur, signalée par le pilote à des services de la navigation aérienne, ne sera apportée qu'après accusé de réception

par le dit organe. Le pilote, en attendant, poursuivra sa route selon le plan de vol en vigueur.

II-2-3-2- Vols IFR dans l'espace aérien contrôlé

Dans les régions de contrôle, les autorisations du contrôle de la circulation aérienne sont accordées en fonction du niveau de vol le plus bas utilisable déterminé par l'organe chargé de fournir le service de contrôle de la circulation aérienne et il est communiqué aux aéronefs sur demande.

Notons que ces autorisations et renseignements ne déchargent pas les pilotes commandants de bord de leurs responsabilités en ce qui concerne le franchissement des obstacles.

II-2-3-3- Vols IFR dans l'espace aérien non contrôlé

- **Niveaux de croisière**

Hors des régions de contrôle, il appartient aux pilotes commandants de bord de déterminer le niveau de vol utilisable en fonction :

- Des éléments indiqués
- De la hauteur minimale du vol prescrite par la réglementation de la circulation aérienne (Marge de franchissement d'obstacles en IFR est de 450 mètres) ;
- De la règle de répartition semi-circulaire des niveaux de vol en fonction de la route magnétique ;
- Des règles opérationnelles auxquelles ils sont soumis.

- **Communications**

Les aéronefs en vols IFR ou en vol VFR contrôlé garderont l'écoute de la fréquence UIIF, VHF ou HF appropriée de l'organe chargé du service de contrôle de la circulation aérienne dans les espaces aériens contrôlés et de l'organe chargé de l'information de vol hors des espaces aériens contrôlés.

Les plans de vol IFR ou VFR non contrôlé des aéronefs non équipés des fréquences appropriées ne seront pas acceptés.

Les aéronefs en vol VFR non contrôlé garderont l'écoute de la fréquence UHF, VHF ou HF appropriée de l'organe chargé de l'information de vol hors des espaces aériens contrôlés, à l'exception des aéronefs qui effectuent des vols dispensant d'un équipement radioélectrique permettant une liaison bilatérale

(vols hors des espaces aériens contrôlés au cours desquels est maintenue la vue du sol ou de l'eau, ou vols qui ont reçu une autorisation spéciale de la DACM).

L'utilisation d'un système SELCAL est considérée comme une écoute permanente.

- **Comptes – rendus de position**

-Les aéronefs en vol hors des espaces aériens contrôlés doivent transmettre des comptes rendus de position de la manière suivante :

1. Sur les routes à service consultatif, aux points de compte-rendu spécifiés et selon les demandes de l'organe fournissant le service consultatif ;
2. Sur les routes ATS publiées sous forme d'itinéraires (indicatif précédé de la lettre F), aux points de compte-rendu spécifiés ;
3. Hors de ces routes toute les heures ;
4. Dans tous les cas et quel que soit l'espacement entre les points de compte-rendu spécifiés lorsqu'ils existent, ils doivent, afin notamment d'améliorer le fonctionnement du service SAR, transmettre un message " Tout va bien " ou " Vol normal " en principe toutes les demi-heures. L'équipage doit s'efforcer de transmettre effectivement ce message dans une période de plus ou moins dix minutes de l'heure théorique et
5. Transmission des compte rendus de position à la limite des FIRs ALGER / DAKAR / N'DJAMINA / NIAMEY :le dernier compte-rendu de position avant de passer des régions d'information de vol (IFR) de DAKAR, N'DJAMINA ou NIAMEY dans la FIR d'ALGER sera transmis au centre d'information de vol (FIC) desservant la FIR que l'avion est sur le point de quitter et au FIC d'ALGER.

- En ce qui concerne les aéronefs venant de la FIR de NIAMEY ou de celle de N'DJAMINA, une transmission suffira à condition que le message soit adressé au centre d'information de vol de NIAMEY ou de N'DJAMINA.

- Selon le cas et à celui d'ALGER, étant donné que les stations qui desservent les centres d'informations de vol ou de contrôle régional de NIAMEY, N'DJAMINA et ALGER, appartiennent au même réseau radio téléphonique HF. Pour ce qui concerne les aéronefs venant de la FIR DAKAR, il faudra procéder à des transmissions distinctes du fait que les

communications air-sol nécessaires aux aéronefs en vol dans la FIR d'ALGER et de DAKAR se font sur des réseaux HF différents.

II-3- CONTROLE DE LA CIRCULATION AERIENNE

II-3-1- ROLE

Le contrôle de la circulation aérienne a trois missions principales :

- Assurer le trafic aérien ;
- Accélérer le trafic aérien et
- Optimiser le trafic aérien.

Dans cet ordre la sécurité restant en toutes circonstances l'obsession des contrôleurs.

Tout l'espace est-il contrôlé ?

La **FIR** va de la surface (SFC) au FL 195.

Au-dessus on trouve l'espace supérieur : l'**UIR** (du FL 195 à illimité).

Dans cet espace aérien, seules des portions d'espace (parfois grandes, c'est sûr) sont contrôlées. Il s'agit notamment de :

- la **LTA** (FL 115 à 195), de classe D ;
- l'**UTA** (FL 195 à 660), de classe A ;

Autres espaces contrôlés communs (plus petits toutefois) :

▪ **CTR** = sorte de camembert contrôlé qu'on trouve à la verticale de certains terrains. Le plus souvent de classe D ou E.

▪ **TMA** = plus grosse zone contrôlée pour protéger les trajectoires de départ et d'arrivée des vols contrôlés. Chapeaute souvent une CTR et débouche sur le réseau d'**AWY**.

▪ **AWY** = Voie aérienne de l'espace inférieur. Garantit à celui qui l'emprunte de bénéficier du service de contrôle, si c'est bien sûr un vol contrôlé.

Remarque

Lors de la création de l'**UTA**, les spécialistes de la navigation aérienne ont essayé d'englober tous les vols civils possibles, et Concorde a nécessité que cela monte aussi haut jusqu'au FL660.

Vocabulaire

- CRNA** : Centre en Route de la Navigation Aérienne (CENRA) ;
FIR : Région d'information de vol (Flight Information Region) ;
UIR : Région supérieure d'information (Upper Information Region) ;
LTA : Zone inférieure de trafic (Lower Traffic Area) ;
UTA : Zone supérieure de trafic (Upper Traffic Area) ;
EAC : Espace Aérien Contrôlé ;
CTR : Control Region ;
TMA : TerMinal Area ;
AWY : Airway (voie aérienne de l'espace inférieur) ;
VMC : VFR Meteorological Conditions.

II-3-2- CLASSES D'ESPACE AERIEN

En 1992, l'OACI a uniformisé l'appellation des différents espaces aériens (contrôlés ou non), répartis en différentes classes qui correspondent à différents niveaux de service rendu ainsi qu'à différentes conditions de respect des conditions VMC autorisant le vol VFR.

Par ordre de service décroissant, ces classes d'espace sont A, B, C, D, E, F et G.

II-3-2-1- ESPACES AERIEN CONTROLES

■ A :

VFR interdit.

■ B :

- Espacements assurés : IFR/IFR VFR/VFR et VFR/IFR ;
- Conditions VMC : hors des nuages et 5 km de visibilité horizontale (8km au-dessus du FL100) ;
- Contact radio et clairance : obligatoires ;
- VFR Spécial : la visibilité en vol doit au moins être égale à la plus élevée de ces 2 valeurs : 1500 mètres ou distance parcourue en 30 secondes de vol.

■ C :

- Espacements assurés : IFR/IFR et VFR/IFR ;
- Information de trafic : VFR/VFR ;

- Conditions VMC : 300 m verticalement et 1500 m horizontalement /nuages et 5 km de visibilité horizontale (8 km au dessus du FL 100) ;
- Contact radio et clairance : obligatoires ;
- Vitesse : 250 kts maxi sous le FL 100 ;
- VFR Spécial : la visibilité en vol doit au moins être égale à la plus élevée de ces 2 valeurs : 1500 mètres (avions), 800 mètres (hélicos) ou distance parcourue en 30 sec de vol.

■ D :

- Espacements assurés : IFR/IFR et VFR spécial/IFR ;
- Information de trafic : VFR/VFR et IFR/VFR ;
- Conditions VMC : 300 m verticalement et 1500 m horizontalement /nuages et 5 km de visibilité horizontale (8 km au dessus du FL 100) ;
- Contact radio et clairance : obligatoires ;
- Vitesse : 250 kts maxi sous le FL 100 ;
- VFR Spécial : la visibilité en vol doit au moins être égale à la plus élevée de ces 2 valeurs : 1500 mètres (avions), 800 mètres (hélicos) ou distance parcourue en 30 sec de vol.

■ E :

- Espacements assurés : IFR/IFR et VFR spécial/IFR ;
- Information de trafic : VFR spécial/VFR spécial ;
- Conditions VMC : 300 m verticalement et 1500 m horizontalement /nuages et 5 km de visibilité horizontale (8 km au dessus du FL 100) ;
- Contact radio et clairance : pas exigés sauf VFR spécial ;
- Vitesse : 250 kts maxi sous le FL 100 ;
- VFR Spécial : la visibilité en vol doit au moins être égale à la plus élevée de ces 2 valeurs : 1500 mètres ou distance parcourue en 30 secondes de vol.

II-3-2-2- ESPACES NON CONTROLES**■ F :** dit espace à service consultatif

- Espacements assurés : aucun ;
- Information de trafic : non ;
- Conditions VMC :

1. 300 m verticalement et 1500 m horizontalement /nuages et 5 km de visibilité horizontale (8 km au dessus du FL 100);
2. Sous la surface « S » : hors des nuages, en vue du sol, la visibilité en vol doit au moins être égale à la plus élevée de ces 2 valeurs : 1500 mètres (aéronefs) ou distance parcourue en 30 secondes de vol.

- Contact radio pas exigé, pas de clairance ;
- Vitesse : 250 kts maxi sous le FL 100 ;

• **G** : Identique que classe F, sauf qu'il n'y a pas forcément d'organe à service consultatif (d'information de vol).

Remarques

- La surface « S » est le plus élevé des deux niveaux suivants : 3000ft/MSL ou 1000ft/Sol ;
- VFR spécial : quand les conditions météorologiques sont peu clémentes, il existe tout de même un minimum à respecter afin de pouvoir évoluer en VFR dans un EAC, ce sont les conditions « VFR spécial ».
- A l'intérieur de la FIR d'Alger, l'espace aérien est divisé en quatre catégories : A, D, F et G plus au moins équivalentes aux catégories recommandées par l'OACI.

Notons que trois catégories OACI 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.

Les espaces aériens sont classés comme suit :

- TMA CENTRE ALGER, située dans l'espace supérieur entre le FL245 et le FL450, qui est de classe A.
- TMA CENTRE ALGER, située dans l'espace inférieur entre 450 m GND/MSL et le FL245 sauf la zone de contrôle d'Alger, qui est de classe D.
- TMA NORD-EST, située entre 450 m GND/MSL et le FL450 et latéralement jusqu'à la frontière Algéro-Tunisienne, sauf les zones déléguées à l'approche de Constantine et de Annaba, qui est de classe D.
- TMA ORAN, située entre le FL45 ou 300 m lorsque le FL 45 se trouve à moins de 300 m et le FL450 et latéralement jusqu'à la frontière Algéro-Marocaine et
- Trois secteurs Sud/Centre, Sud/Est et Sud/Ouest.

II-3-3- Centre en Route de la Navigation Aérienne

Un CRNA est un organisme de contrôle qui gère une portion de l'espace aérien national, c'est-à-dire une FIR et une UIR. En résumé, on pourrait dire que le CRNA gère les avions une fois qu'ils sont sortis des espaces gérés par les approches, et avant qu'ils n'y retournent pour se poser (vols intérieurs).

Le CRNA est aussi appelé CCR (Centre de Contrôle en Route ou régional) = ACC en anglais (« Area Control Centre »)

II-3-4- Séparation verticale minimale réduite

Le 24 janvier 2002, après 5 années de préparatifs, quarante et un états européens, ont mis en service la RVSM ("Reduced Vertical Separation Minimum", ou séparation verticale minimum réduite).

Il s'agit de réduire de 600 mètres (2000 pieds) à 300 mètres (1000 pieds) la séparation verticale entre les avions qui volent au-dessus de 8500 mètres (FL 280) et jusqu'au FL 410 inclus.

Pour réaliser cette opération, les systèmes de traitement radar et de traitement des plans de vol des CRNA ont dû être mis aux normes RVSM.

Tout appareil qui prétend pénétrer dans le "volume RVSM" européen doit être dûment équipé et son équipage dûment qualifié. Les normes d'équipement prévoient notamment des équipements d'altimétrie de dernière génération et la version 7.0 du TCAS (système anti-collision embarqué).

La mise en place de la RVSM permet d'espérer un gain de capacité du ciel de l'ordre de 20%, obtenu progressivement, au fur et à mesure que les nouvelles procédures sont mises en place et l'outil maîtrisé.

II-3-5- Type de séparation utilisé en route

Les CCR utilisent en temps normal des espacements radar, qui sont de 5 ou 8 NM, en fonction de la qualité de la poursuite radar dans le secteur concerné. Au dessus de certaines portions d'océan Atlantique par exemple, seul un radar permet de détecter les avions, d'où l'adoption d'une norme à 8 NM, basée sur la précision de détection du radar.

La philosophie est la suivante : jamais moins de 5 NM entre deux spots représentant des avions sur un écran de visualisation radar.

Alors les espacements deviennent bien sûr « non-radar » et la capacité du ciel en prend un coup, car on prend des marges d'espacement supérieures. Au-

dessus de l'Atlantique par exemple, les avions sont à la queue leu leu séparés longitudinalement de 10 minutes, sur des routes espacées latéralement de 60 NM (à niveau de vol égal).

II-3-6- Type de séparation utilisé en approche

- 3 Nm à moins de 40 Nm de l'antenne radar primaire et/ou secondaire ;
- 5 Nm quand plus loin que 40 Nm de l'antenne ;
- 1000 ft verticalement dans tous les cas et
- 8 Nm en utilisant la poursuite radar du centre en route...

III-1- PROCEDURE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

III-1-1- Définition

Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant uniquement les instruments de vol, avec une marge de protection spécifiée au-dessus des obstacles, depuis le repère d'approche initiale ou, s'il y a lieu, depuis le début d'une route d'arrivée définie, jusqu'en un point à partir duquel l'atterrissage pourra être effectué, puis, si l'atterrissage n'est pas effectué, jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacles en attente ou en route deviennent applicables.

III-1-2- Procédure d'approche aux instruments de précision

Note: Procédure d'approche aux instruments qui utilise les informations d'azimut et de trajectoire de descente fournies par un ILS ou un PAR.

III-1-3- Principes d'élaboration d'une procédure d'approche

Trois grands principes gouvernent l'élaboration d'une procédure :

🔍 Sécurité

Elle exige bon sens, minutie et jugement opérationnel ;

🔍 Simplicité

Elle est nécessaire pour ne pas accroître la charge de travail du pilote. Elle contribue à la sécurité.

🔍 Economie

C'est un aspect de plus en plus capital, car le temps de vol coûte cher, quant à l'espace aérien, il est restreint.

III-1-4- Critères d'une procédure d'approche

- Une procédure est un ensemble de trajectoires basées sur un ou plusieurs moyens radioélectrique (procédures conventionnelles) et destinées aux aéronefs volant selon les règles de vol IFR.
- A chaque portion de trajectoire est associée une aire de protection.

- Une marge de protection permet de déterminer une altitude/hauteur dont le respect garantit au pilote, en l'absence de références visuelles, une utilisation sûre de la trajectoire.
- Les MFO sont décroissantes, au fur et à mesure qu'on se rapproche de la piste.
- Pour l'approche, on définit une limite de franchissement d'obstacle (OCA/H), qui sert à déterminer, selon le cas, une hauteur de décision (DH) ou une hauteur minimale de descente (MDH); en dessous de laquelle le pilote termine son approche et effectue son atterrissage, à l'aide de références visuelles.
- Pour l'établissement des procédures, autre facteur que le franchissement d'obstacle est à prendre en considération : séparation des trajectoires entre elles ainsi que vis-à-vis des zones à statut particulier.

III-1-5- Différentes phases d'une procédure d'approche

Une procédure d'approche comprend une série de segments correspondant à des phases successives de vol. Ces segments sont délimités par des repères :

- Verticale d'installation radioélectrique,
- Intersection de radiales ou
- d'une radial et une distance DME.

III-1-5-1- Phase d'arrivée

Phase de transition entre la croisière et l'approche, l'arrivée permet à l'aéronef de rallier l'IAF, qui est le point de départ de la procédure d'approche.

Selon le cas, elle peut s'effectuer suivant une trajectoire normalisée, appelée STAR, ou en utilisant les altitudes minimales de secteur publiées.

III-1-5-2- Phase d'attente

✓ Circuit d'attente

Le circuit d'attente, nommé aussi "hippodrome" ou "stack" permet :

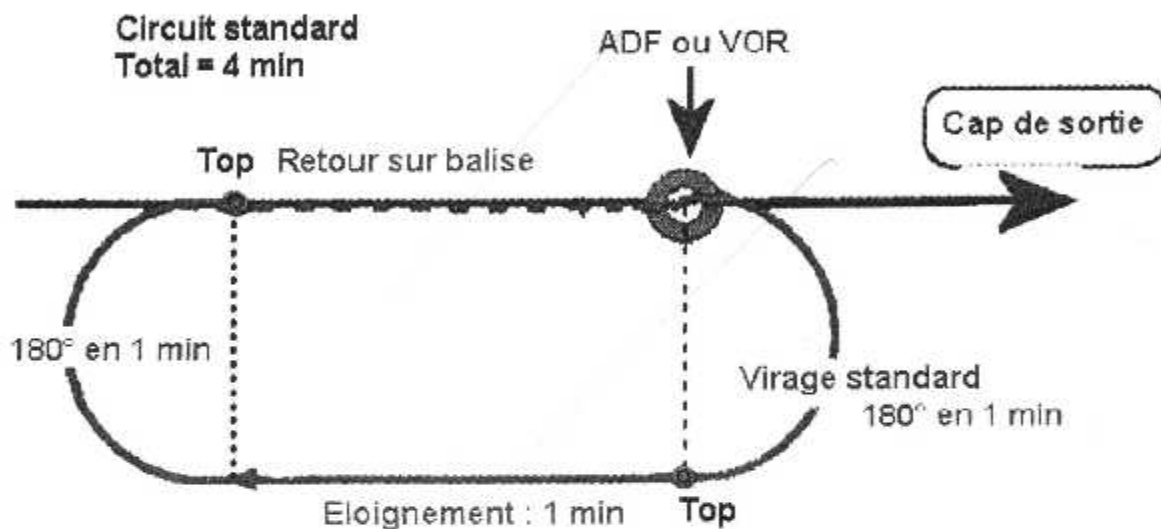
- de passer de l'altitude minimale de sécurité (MSA) ou de l'altitude de croisière à l'altitude de la procédure à effectuer.
- de séparer les avions à l'arrivée des terrains.
- de préparer l'avion pour la finale.

Le circuit se compose de deux virages standards de 180° reliés par deux branches en ligne droite de 1 minute : une branche dite d'éloignement et une

branche dite de retour balise.

Le point de référence est généralement une balise ADF ou un VOR. Certains circuits se font vers la gauche, d'autres vers la droite, et la durée des branches peut varier suivant les particularités locales.

Le circuit commence à la verticale balise par le premier virage et se termine par la branche de retour balise.



1. Exécution

(exemple ci-dessus avec balise ADF ou VOR et sans vent)

Après notre intégration dans le circuit (voir secteurs d'arrivée), nous virons au passage de la balise par virage standard : en 1 minute, nous devons constater que notre cap est inversé (la pinule de cap sur le conservateur doit être en bas), et que l'aiguille de la balise pointe vers notre droite.

Dès que nous sommes plein travers et au bon cap, on prend un top et on continue au nouveau cap pendant 1 minute.

Un nouveau virage standard à droite va vous amener en 1 minute sur le cap de retour balise, l'aiguille de l'ADF pointant droit devant.

2. Cas d'un circuit de descente

Nous effectuons notre procédure d'entrée, puis nous établissons un premier tour à la même altitude. Ensuite, la descente s'effectue pendant le premier virage et la branche d'éloignement de façon à arriver sur la branche de retour avec la nouvelle altitude.

Il suffit de réduire et d'adopter un taux de descente de 500 ft/mn après le passage balise.

Puisqu'il y a une minute de virage, puis une minute d'éloignement, nous devons être à 1000 ft en dessous lorsque nous aborderons la branche de retour balise. Suivant notre appareil, (pressurisé ou non) nous pouvons adopter un vario plus important.

3. Entrée dans un circuit d'attente

Pour entrer dans un circuit d'attente, il existe des règles destinées à assurer la séparation et la protection des avions.

📍 Dans le plan horizontal

Le choix de la procédure d'entrée se fait en fonction du cap d'arrivée sur la balise de référence.

On détermine **trois secteurs** d'arrivée sur la balise de la façon suivante:

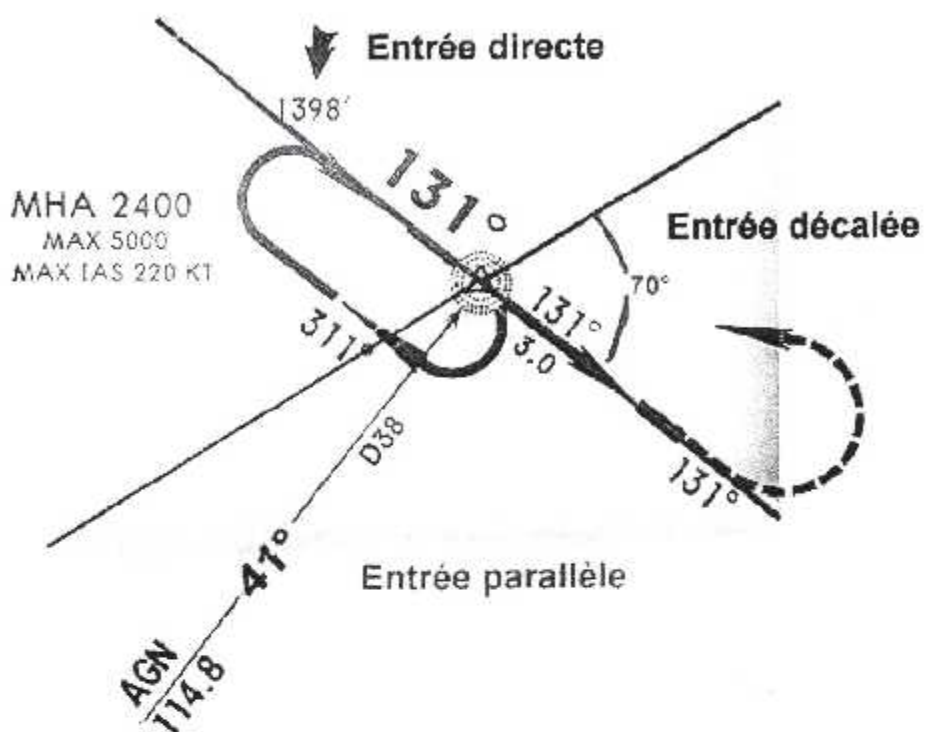
Prendre l'axe de référence du circuit : ici, on trace un trait le long de la branche orientée vers la piste donc au cap 131° , puis on trace une droite passant par la balise qui fait un angle de 70° avec l'axe de sortie.

Le schéma ci dessous nous montre les trois secteurs angulaires obtenus : ils déterminent la procédure à appliquer pour s'intégrer au circuit. L'intégration au circuit est effective dès que l'on arrive sur la balise sur le cap de retour. (Ici, 131°)

Il existe trois procédures:

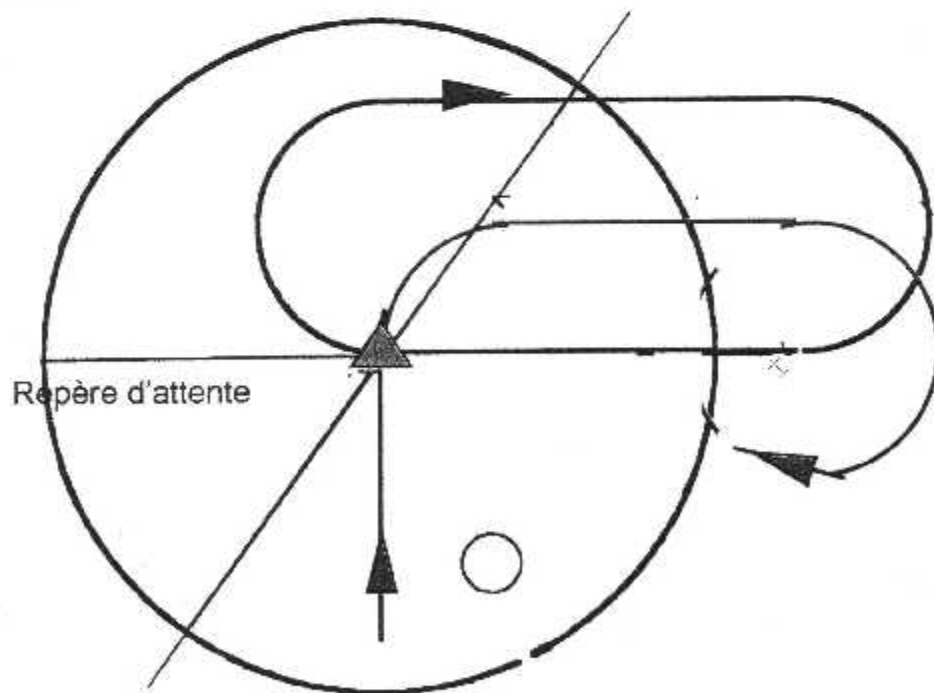
1. Entrée directe ;
2. Entrée parallèle et
3. Entrée décalée.

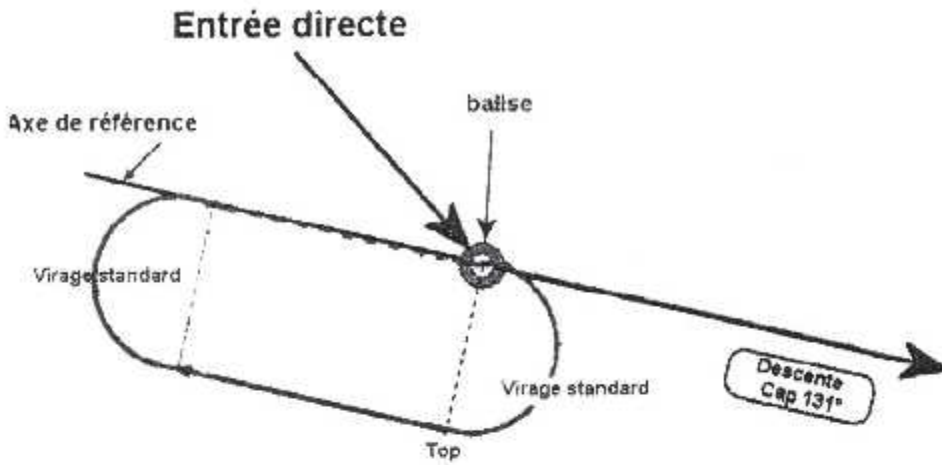
Tracé des secteurs



Dans cet exemple, on effectuera une entrée parallèle.

📍 Entrée directe





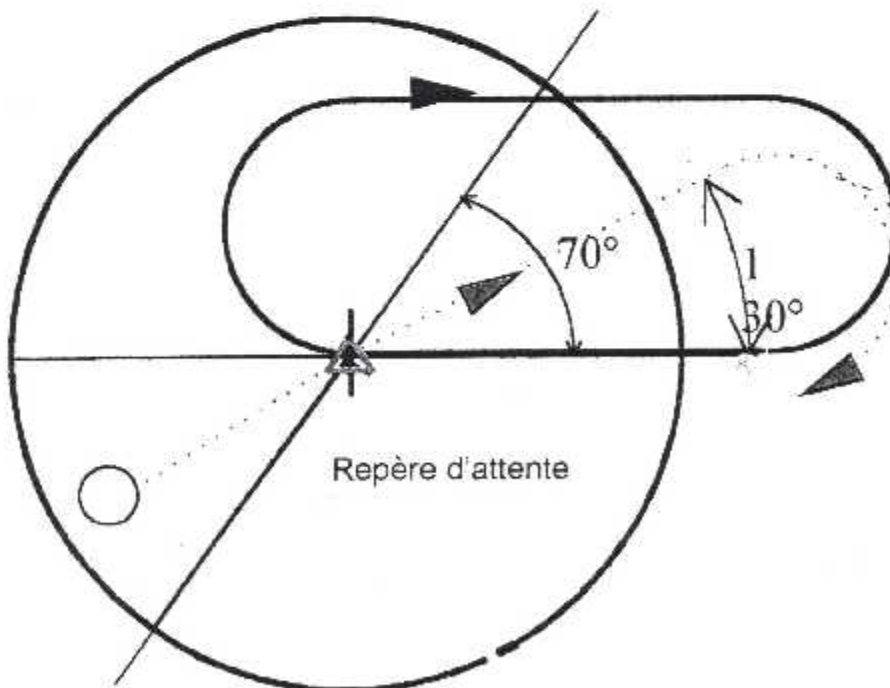
Nous arrivons droit sur la balise : il faut commencer le circuit par un virage standard à droite qui va nous mener sur un cap 311° .

Travers balise, on prend un Top et on continue pendant 1 minute . (branche d'éloignement)

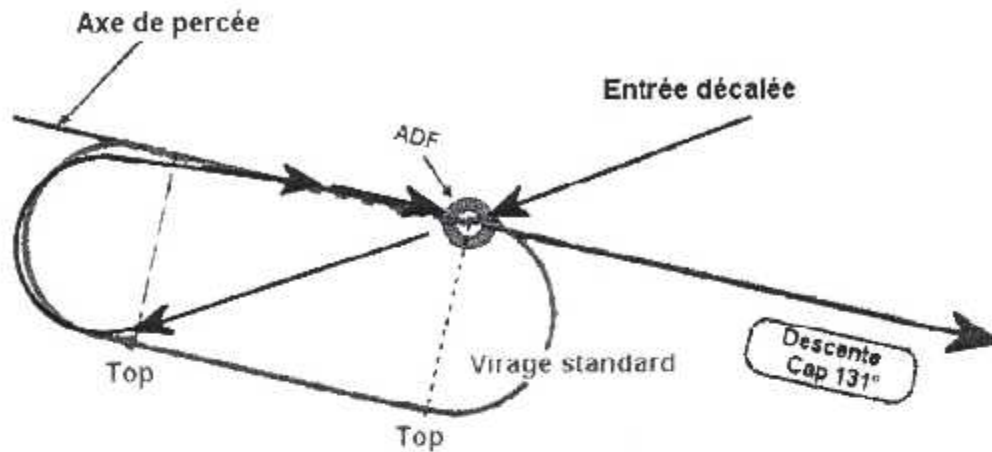
Puis virage standard à droite pour revenir au cap 131° , droit sur la balise. (branche de retour)

Théoriquement, on doit passer la balise au bout d'une minute. On peut alors attaquer le circuit normal.

📍 Entrée décalée



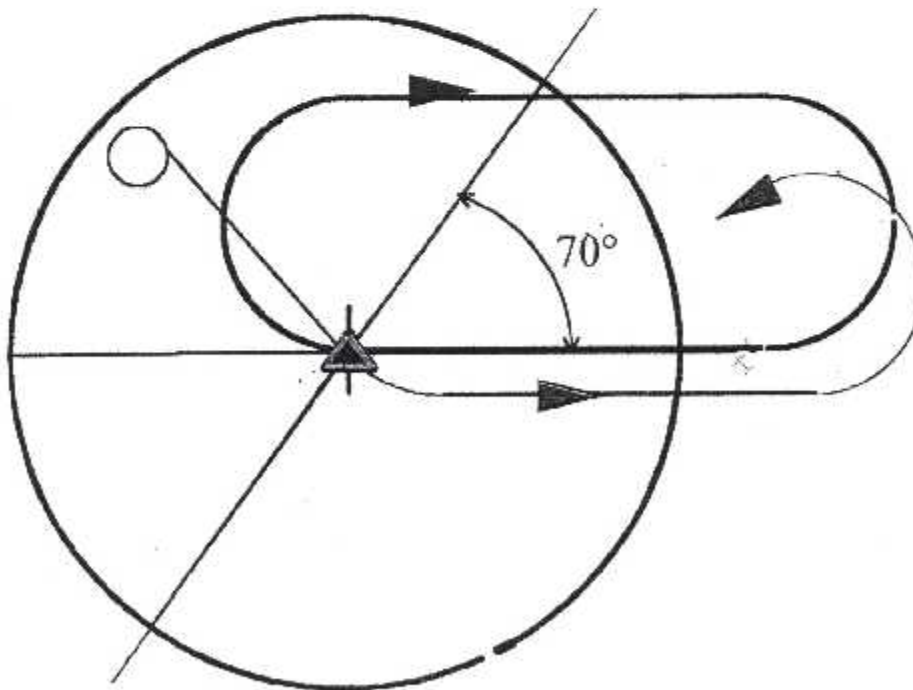
Si nous arrivons par le secteur d'entrée décalée, nous allons droit sur la balise, puis nous ouvrons de 30° à gauche. Ici, cela donnerait un cap de $311 - 30 = 281^\circ$

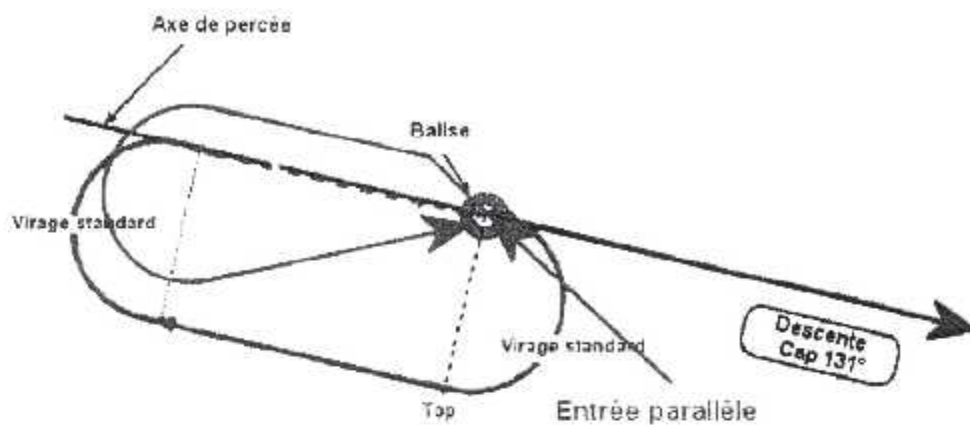


Après une minute, nous exécutons un virage de procédure à droite de façon à revenir nous alignons sur la balise avec un cap de 131° ;

Au deuxième passage de la balise, vous continuez à faire vos tours de manège par virage à droite, une minute sur la branche d'éloignement etc.

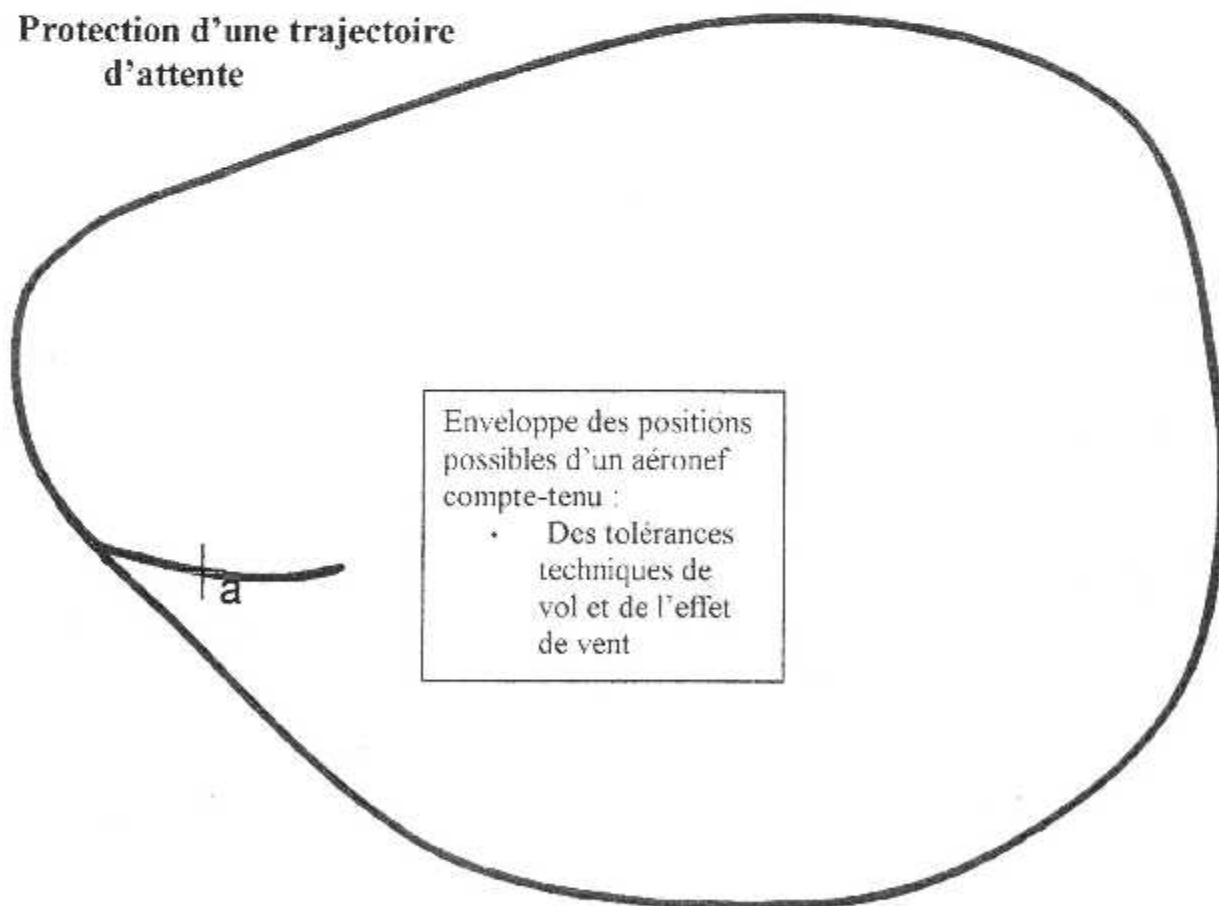
🔍 Entrée parallèle





On passe verticale de la balise, puis on s'écarte de la branche de retour ; On garde un cap parallèle sur une minute, puis virage vers l'intérieur du circuit pour revenir sur la balise. On entame ensuite le circuit normal.

Protection d'une trajectoire d'attente



III-1-5-3- Phase d'approche initiale

Elle permet de se placer sur l'axe de percée et à une altitude suffisante. Elle débute à l'IAF, selon les types de procédures, et elle se termine à l'IF, ou à la fin du virage d'inversion.

III-1-5-4- Phase d'approche intermédiaire

Elle permet de se préparer à l'approche finale (vitesse et configuration de l'aéronef).

- cas d'une approche classique avec FAF (FAF publié) : le segment d'approche intermédiaire débute à l'IF et se termine au FAF.
- Cas d'une approche classique sans FAF : N'EXISTE PAS.
- Cas d'une approche de précision : le segment d'approche intermédiaire est systématiquement prévu, il débute à l'IF ou à la fin du virage d'inversion et se termine au FAF.

III-1-5-5- Phase d'approche finale

La descente en vue de l'atterrissage est exécutée dans le segment d'approche finale.

- Avec FAF : l'approche finale débute au FAF et se termine au MAPt
- Sans FAF : elle débute à la fin du virage d'inversion et se termine au MAPt.
- Approche de précision : elle débute au FAF et se termine en un point où l'on atteint l'OCH (en pratique, la hauteur de décision) sur le plan de descente.

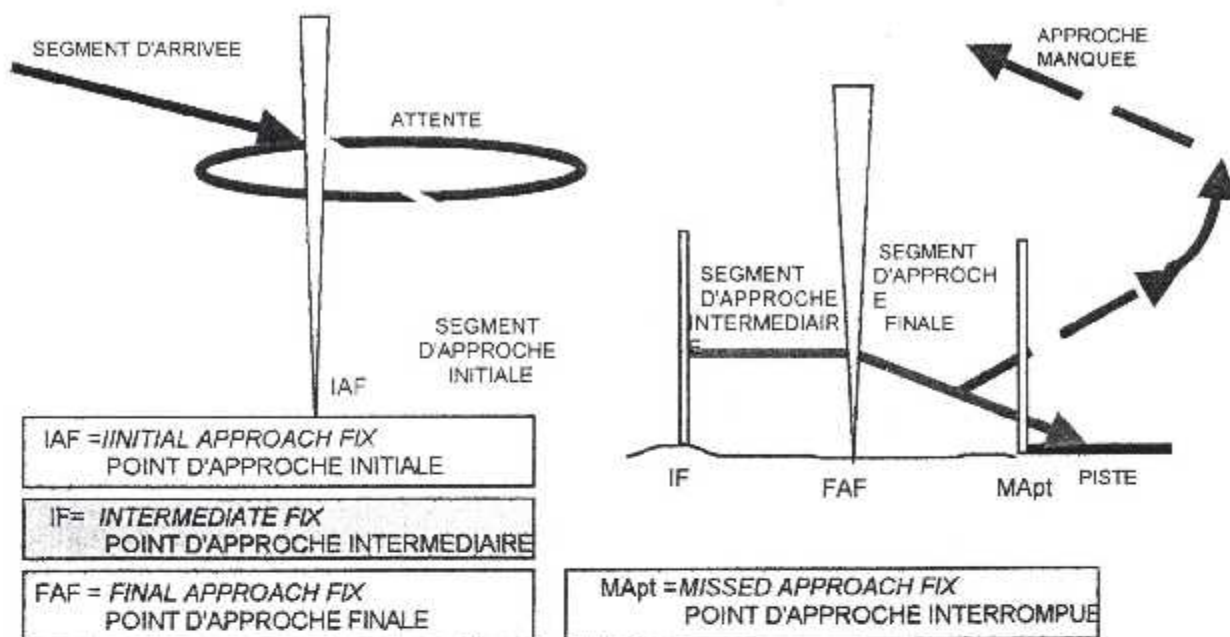
III-1-5-6- Phase d'approche interrompue

Toute procédure comporte une trajectoire d'API utilisée lorsqu'il s'avère impossible de poursuivre l'approche jusqu'à l'atterrissage.

Cette trajectoire permet de rejoindre une altitude suffisante pour recommencer la procédure ou se diriger vers un aérodrome de dégagement.

Dans les cas d'approches classiques, un MAPt est défini (pour un aéronef descendu à la MDH, c'est la limite aval à laquelle le pilote est supposé remettre les gaz).

Dans le cas d'une approche de précision, la carte d'approche ne mentionne pas de MAPt, car l'approche interrompue débute au point où l'on atteint, l'OCH (en pratique, la DH) sur le plan de descente.



Différentes phases d'une procédure d'approche aux instruments

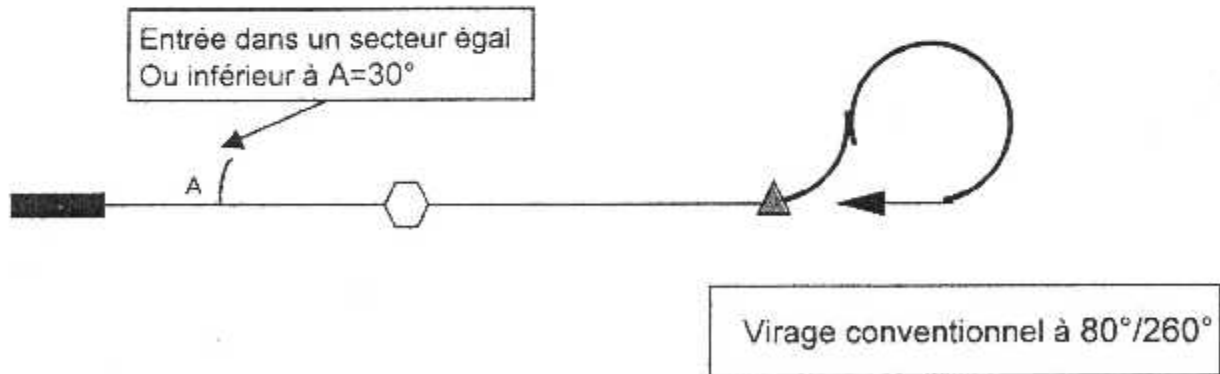
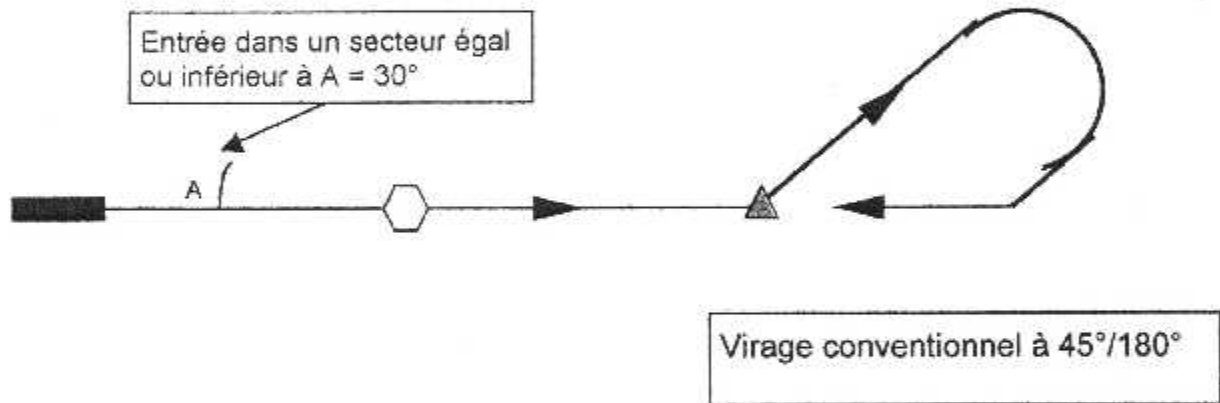
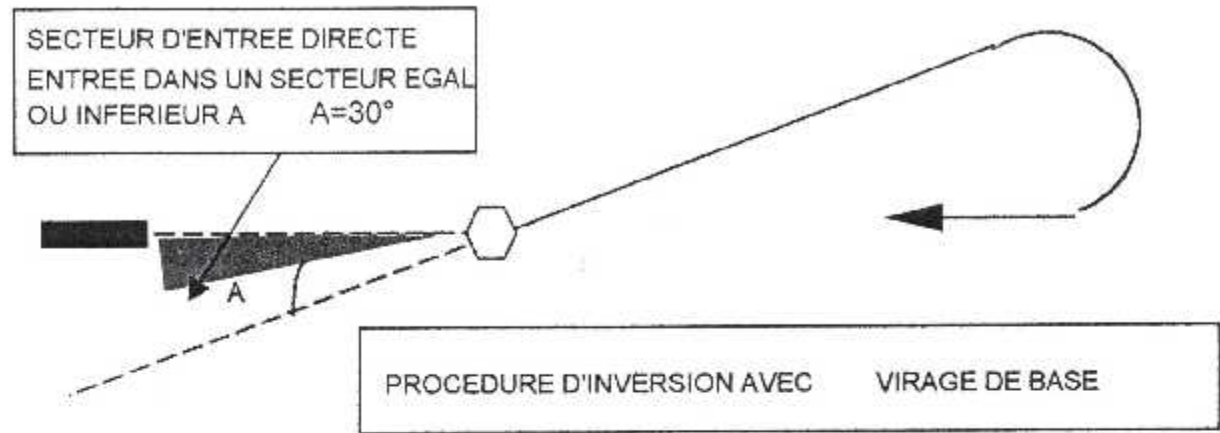
III-1-6- Catégorie d'aéronefs

Catégorie d'aéronef	V at.	APP initiale	APP Finale	APP indirecte	API	
					Intermédiaire	Finale
A	< 91	90/150(205)*	70/100	100	100	110
B	91/ 120	120/180(140)*	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275

V_{at} = 1.3 fois la vitesse de décrochage (masse max. certifié à l'atterrissage) ;

- Vitesses maximales pour les procédures en hippodrome et en inversion.

III-1-7- Différentes types de procédures d'inversion



III-2- MANŒUVRE A VUE :

Lorsque l'atterrissage ne peut être direct, une manœuvre à vue (approche indirecte) est prévue pour rejoindre le seuil de piste. On distingue :

III-2-1- Manœuvre à vue libre

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

III-2-2- Manœuvre à vue imposée

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.

X • NOTE

Les principaux 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'expérience montre qu'une procédure n'est pas satisfaisante du point de vue 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 concerné ou
- Au délégué régional concerné ou
- A l'autorité compétente qui est la direction de l'aviation civile et de la météorologie (DACM).

III-3- PROCEDURE D'APPROCHE ILS

III-3-1- Définitions

Q L' ILS :

Le système d'approche aux instruments (instrument landing system) est une aide radioélectrique à l'atterrissage et il est le plus précis des systèmes d'approche actuellement utilisés ;

Ce système exige :

- Des installations au sol ;
- Une instrumentation de bord... et
- Une carte de procédure.

Il permet de guider l'avion et de l'amener à environ 200 pieds AGL à 1/2 NM du seuil, même en conditions IMC. Le pilote (ou le pilote automatique dans certains avions) va suivre les indications de son récepteur de bord pour maintenir sa trajectoire dans l'axe de la piste et sur le bon plan de descente.

III-3-2- Installations au sol

Sur un système complet théorique, nous trouverons :

- Un émetteur VHF (Localizer), qui fournit le guidage directionnel dans l'axe de la piste, il peut être couplé à un DME (Grossièrement, c'est comme un VOR avec une seule radiale) ; Les émetteurs d'alignement de piste fonctionnent dans la bande de fréquences 108.100 et 111.950MHz.
- Un émetteur UHF (glide-path), qui fournit le guidage sur la pente d'approche ; Les émetteurs de glide slope fonctionnent dans la bande UHF, mais ils vont de pair avec les fréquences des alignements de piste et
- Trois radiobornes (Markers) à rayonnement vertical étroit situées dans l'axe de la piste :
 - o L' outer marker (OM), qui est situé à environ 4 à 5 NM de la piste ;
 - o Le middle marker (MM), qui est situé à environ 1,6 NM du seuil et
 - o L' inner marker (IM), situé à environ 300 mètres du seuil.

Les markers envoient un signal à l'avion lorsqu'il les survole et indiquent ainsi la distance restante.

Le point IAF sera parfois un VOR, parfois une balise ADF nommée Locator (Lctr sur les cartes), qui sert parfois d'outer marker ou de middle marker ...

L'antenne d'un localiser est installée tout au bout de la piste. Son faisceau est réglé pour avoir une largeur de 700pieds (213m) au niveau du seuil de la piste; cette mesure est indiquée par une déviation maximum de l'aiguille de l'indicateur d'écart. La largeur habituelle du faisceau du localiser est de 5degrés, mais sa largeur réelle varie en fonction de la longueur de la piste. Ce signal est très directionnel et ne peut donc pas être utilisé si l'avion se trouve à plus de 35degrés par rapport au cap de la piste.

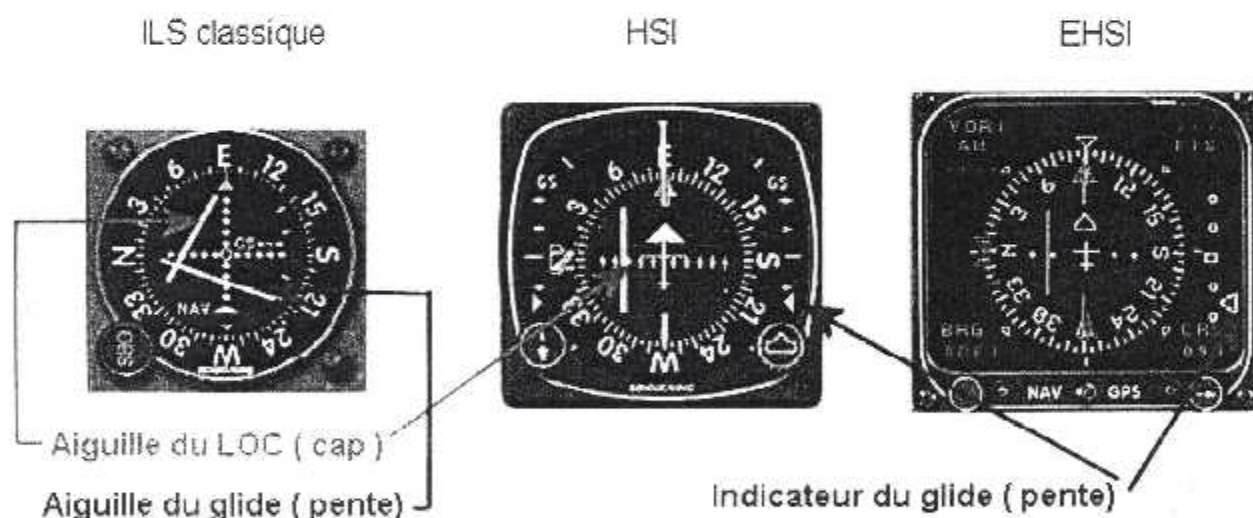
Au niveau de la balise marker extérieure, soit généralement 4 à 7milles nautiques (7,5 à 13km) avant la piste, un signal d'alignement de piste de 5degrés a une largeur comprise entre 2000 et 3500pieds (610 et 1067m).

La sensibilité du système ILS augmente à mesure que nous approchons de la piste.

Ce schéma est théorique, en effet, chaque ILS a ses propres caractéristiques.

III-3-3- Instruments de bord

Les informations envoyées du sol sont reçues par un VOR-ILS, en général le VOR 1, VOR classique, HSI ou EHSI. Dès qu'on règle la fréquence du VOR 1 sur celle de l'ILS, si on est à portée de réception, nous constaterons que le VOR-ILS classique présente une barre active supplémentaire pour indiquer la pente (glide slop), ou que le HSI, ou le EHSI affichent des flèches indicatrices sur les bords ; Théoriquement, nous n'avons pas à régler l'OBS du VOR sur le cap à suivre, mais il est conseillé fortement de le faire car cela évite beaucoup de confusions.





Affichage sur un EHSI en mode arc (B737-400)

L'ILS est matérialisé par le trait violet (LOC) et par un losange blanc sur la droite (Glide) ; La flèche bleue représente l'ADF, la verte le VOR 2 (Ici en gisement arrière) ; L'avion est le triangle blanc, et le trait blanc indique son cap.

III-3-4- Principe de l'affichage

Le centre de l'instrument, marqué souvent d'un rond, représente notre avion. Des graduations horizontales et verticales nous permettent d'évaluer l'écart (on dit qu'on est à 1 point du Glide, ou bien à 2 points du Loc) ; Les aiguilles ou les flèches nous indiquent **vers** où il faut corriger pour rejoindre la pente idéale et l'alignement correct.

Notons que l'instrument devient 4 fois plus sensible que dans son mode VOR, sur un VOR, on lit 2° par point, sur un ILS, on lit 0.5° par point. Il faut donc procéder par petites corrections, plus nous approchons de la piste et plus les corrections doivent être fines puisque le faisceau devient très étroit.

III-3-5- Caractéristiques de chaque ILS

Le dernier composant d'un système ILS, c'est la documentation. Les deux documents indispensables sont :

- ☉ La carte de L'ILS en question (carte de procédure)

❶ La, ou les cartes d'arrivée normalisées (STAR = Standard Instrument of Arrival)

Dans le cadre de ce travail, nous ne pouvons pas détailler la lecture complète d'une carte d'approche, mais pour simplifier, disons qu'elle comprend quatre zones importantes:

- L'en-tête qui donne les renseignements utiles : fréquences, cap, altitude de la piste, camembert des MSA...
- Un schéma en plan qui décrit la trajectoire à suivre dans le plan horizontal
- Un schéma en coupe qui décrit la trajectoire en altitude, assorti d'un tableau qui indique la vitesse verticale à adopter en fonction de votre vitesse, ainsi que le temps restant avant le point d'approche manquée (Lctr to MAP)

La carte d'approche indique également les minima opérationnels et la procédure à suivre en cas de remise de gaz (Missed Approach).

III-3-6- Différentes phases de la procédure d'approche ILS

III-3-6-1- Phase d'approche initiale

Phase de transition entre le vol en croisière et le début de la procédure d'approche. Son but est de mener l'avion vers le repère d'approche intermédiaire (IF).

III-3-6-2- Phase d'approche intermédiaire

C'est l'ensemble des trajectoires qui amènent l'avion sur l'axe de la piste vers l'interception du Loc.

III-3-6-3- Phase d'approche finale

c'est le suivi de l'ILS jusqu'au point d'approche interrompue (MAPt). L'atterrissage se poursuivra, sinon il faudra effectuer une procédure de remise de gaz.

III-3-7- Procédure d'approche en alignement arrière

Dans la mesure où l'antenne du localiser émet dans les deux directions, tous les localizers émettent un signal d'«alignement arrière» qui s'éloigne de la voie d'approche et de la piste d'atterrissage.

Un barrage électronique est le plus souvent assuré pour bloquer le signal d'alignement arrière pour qu'il ne puisse pas être reçu par les avions qui quittent l'aéroport.

Dans certains aéroports, l'alignement arrière est utilisable et une approche aux instruments en alignement arrière est autorisée. Une telle approche ne comprend pas d'alignement de descente.

Au cours d'une approche en alignement arrière, notre trajectoire sera la réciproque de la trajectoire d'approche avant et nous devons nous éloigner de l'aiguille pour corriger la dérive imposée par le vent.

Toutefois, si nous disposons d'un indicateur de situation horizontale (HSI), nous volerons toujours en direction de l'aiguille.

Dans certains grands aéroports, une même piste est équipée de deux systèmes d'approche aux instruments, un pour chaque direction. Cependant, un seul de ces ILS peut être actif à un moment donné.

III-3-8- Hauteur de décision

Toute carte d'approche aux instruments indique la hauteur de décision (DH) associée à l'approche considérée. Il s'agit de l'altitude indiquée à laquelle nous devons décider si nous continuons la procédure d'approche pour atterrir ou si nous optons pour une procédure d'approche interrompue.

Si notre avion est stabilisé sur l'alignement de descente à la vitesse d'approche, et s'il est configuré pour l'atterrissage, aucune action n'est nécessaire pour passer des conditions météorologiques de vol aux instruments aux conditions météorologiques de vol à vue à la hauteur de décision ou au-dessus: il suffit de poursuivre la descente et d'atterrir.

Si nous atteignons la hauteur de décision et n'avons aucun contact visuel avec l'environnement de la piste, on augmente la puissance, on relève l'angle d'inclinaison, on rentre les trains d'atterrissage et les volets puis on exécute la procédure d'approche interrompue. Il ne faut pas tenir compte d'aucune déviation au-dessous de la hauteur de décision, il ne faut pas essayer de bâcler l'approche à la dernière minute si nous obtenons un contact visuel.

❖ QUELQUES DEFINITIONS UTILES

MSA : Minimum Safe Altitude : altitude minimale à respecter dans un secteur défini :

MEA : Minimum En route Altitude

Altitude minimale de croisière sur un cap d'arrivée ;

MHA : Minimum Holding Altitude

Altitude minimale à respecter pendant le circuit ;

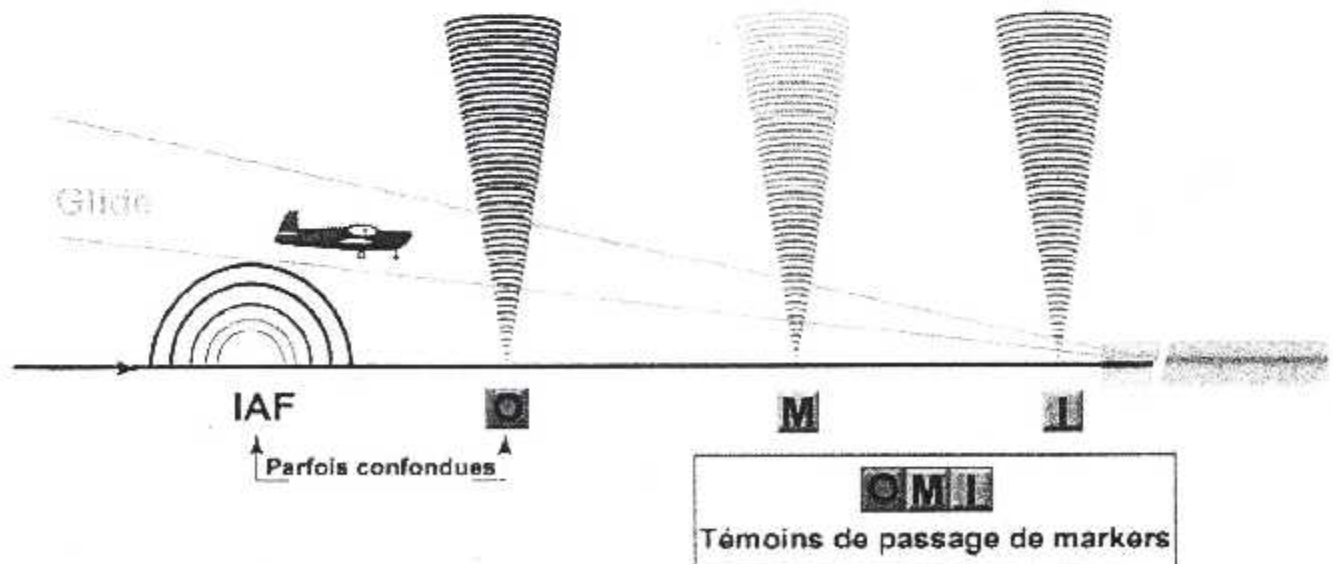
IAF : Initial Approach Fix

Point de départ d'une procédure d'arrivée ;

MAP : Missed approach Point (point d'approche interrompue)

C'est un repère dans le temps et dans l'espace qui marque la fin de la procédure proprement dite : lorsque vous l'atteignez, vous devez voir la piste ou les éclairages pour continuer votre atterrissage, sinon vous entamez la procédure de remise de gaz ; Pour le plan de descente, il est généralement de 3° (soit 5%).

Vue de profil d'un ILS complet





III-4- ALTIMETRIE

III-4-1- Termes utilisés en altimétrie

- **ASL** : Above Sea Level : Au-dessus du niveau moyen de la **mer**;
- **AGL** : Above Ground Level : Au-dessus du niveau du **sol**.

III-4-2- Instruments, unités et principe

Il est vital en aviation de pouvoir se situer en altitude ou en hauteur, respectivement par rapport au niveau moyen de la mer ou au sol, et par rapport aux autres avions en circulation ; Sur un aéronef, les distances verticales se lisent sur un instrument appelé altimètre ; Sur certains appareils, nous trouverons également un radio-altimètre.

L'unité internationale employée pour les mesures de distances est le foot (1 pied = 0.3048 m).

L'unité de pression employée pour les calages est l'hectopascal ou le millibar.

III-4-3- Mesure de la distance entre un avion et le sol

le jeune Blaise Pascal, a découvert que plus on gagne de l'altitude, plus la pression atmosphérique diminue, une découverte capitale qui permet, en mesurant la pression atmosphérique, de savoir à quelle altitude ou hauteur on se trouve par rapport à une pression de référence. On peut ainsi évaluer la hauteur par un baromètre.

La base de l'altimètre est une capsule anéroïde qui va se déformer suivant la pression qu'elle subit, et communiquer ses déformations à un mécanisme qui fait tourner les aiguilles.

Le problème est de préciser la référence, puisque l'altimètre n'indique que des variations de pression ; A cet effet, il a été défini une "**atmosphère standard**", à laquelle se réfère l'altimètre.

L'atmosphère standard est définie avec une température de 15°C et une pression de 1013.25 hpa (ou 29.92 pouces de Hg) à l'altitude 0 mètres.(niveau de la mer) ; La température statique diminue de 2° tous les 1000 pieds jusqu'à 36.000 pieds. Alors que la pression statique diminue de 1 mb par 28 pieds dans les basses couches.

L'altimètre mesure la hauteur de l'avion au dessus d'une pression de référence.

- **Calage QFE** : L'altimètre indique 0 au sol. Le calage est égal à la pression qui règne sur le terrain ;
- **Calage QNH** : Au sol, l'altimètre indique l'altitude du terrain par rapport au niveau de la mer ; Le calage est égal à la pression atmosphérique au niveau de la mer
- **Calage standard** : Utilisé en vol IFR et VFR à partir du plus haut des deux niveaux entre 3000 pieds QNH ou 1000 pieds sol (c'est la définition de la surface " S ") . Ceci est obligatoire dans les espaces aériens non contrôlés. Pour les espaces contrôlés, le passage en "niveau de vol " (FL) se fait à partir de l'altitude de transition qui est normalement fixée à 5000 pieds QNH en France. L'altimètre est alors calé sur 1013.25 mb (29.92 pouces), et tous les avions ont alors la même référence altimétrique.
- **Pied** : unité de mesure d'altitude en aviation : 1 pied = 0.3048 mètres. Retenir que 1000 pieds font environ 304 mètres.
- **Millibar ou hecto pascal** = unité de pression en France. L'unité de Flight Simulator est le pouce de mercure.

III-4-4- Procédures de calage altimétrique

1. Introduction

Les procédures de calages altimétrique utilisées en Algérie sont, dans le fond, conformes aux règles et principes qui font l'objet des documents OACI suivants : Annexe 2, DOC 4444 / RAC 501, DOC 8168 / OPS /611 et DOC 7030 ; et les altitudes de transition figurent sur les cartes d'approche aux instruments.

2. Procédures de calage altimétrique de base

▪ Généralités

Une altitude de transition est spécifiée pour chaque aérodrome doté de cartes d'approche aux instruments ; Aucune altitude de transition n'est inférieure à 450 mètres au-dessus d'un aérodrome .

Le niveau de transition est déterminé par :

- L'organe chargé de contrôle d'approche lorsque ce niveau ne concerne qu'un aérodrome ;
- L'organe chargé de contrôle régionale lorsqu'une altitude de transition commune a été fixée dans une région de contrôle où se trouvent plusieurs aérodromes

Le niveau de transition est déterminé d'après les mesures :

- De la station météorologique associée à l'aérodrome dans le premier cas ;
- D'une station désignée dans le deuxième cas.

Au voisinage d'un aérodrome, la position verticale d'un aéronef est exprimée en :

- Altitude (hauteur) s'il se trouve à l'altitude (hauteur) de transition ou au-dessous ;
- Niveau de vol s'il se trouve au niveau de transition ou au-dessus.

Le niveau de vol zéro sera situé au niveau de pression atmosphérique de 1013.25 hpa ; Les niveaux de vol successifs sont séparés par des intervalles de pression à une distance verticale de 150 m (500ft) en atmosphère type

En ce qui concerne la fourniture du service de contrôle de la circulation aérienne, le niveau de transition et l'altitude de transition constituent un même niveau.

▪ **Décollage et montée**

Sur les aérodrome internationaux, les calages QNH, QNE ou QFE sont fournis dans les instructions ordinaires de décollage ; Sur les autres aérodromes, le calage QFE ou QNE est fourni dans les instructions ordinaires de décollage et le calage QNH est fourni sur demande.

Le changement de calage altimétrique s'effectue, pour les aéronefs en montée, au passage de l'altitude de transition.

▪ **Séparation verticale en croisière**

Les niveaux de vol utilisables dans les espaces aériens non contrôlés de la région d'information de vol d'Alger, sont fonction du régime de vol IFR ou VFR et de la route magnétique.

A l'intérieur des espaces aériens contrôlés de la FIR d'Alger, les niveaux de vol assignés par l'organe chargé du contrôle de la circulation aérienne sont, en principe, choisis parmi ceux qui figurent dans la table des niveaux de croisière.

Pour les vols VFR, lorsqu'ils sont contrôlés, et pour les vols IFR à l'intérieur des espaces aériens contrôlés, il n'est pas automatiquement tenu compte de la règle de répartition en fonction de la route magnétique.

Le niveau de vol à utiliser sont, soit publiés dans le manuel d'information aéronautique, soit indiqués dans les autorisations du contrôle.

▪ **Approche et atterrissage**

Sur les aérodromes internationaux, les calages QNH, QNE ou QFE sont fournis dans les instructions ordinaires d'approche et d'atterrissage. Sur les autres aérodromes, le calage QFE ou QNE est fourni dans les instructions ordinaires d'approche et d'atterrissage et le calage QNH est fourni sur demande.

Le changement de calage altimétrique s'effectue, pour les aéronefs en descente, au passage du niveau de transition.

III-5- PROCEDURES COMPLEMENTAIRES REGIONALES (Doc7030)

Les procédures complémentaires en vigueur sont données dans leur totalité comme suit :

III-5-1- Règles de vol à vue (VFR)

Les aéronefs qui doivent effectuer des vols VFR à l'intérieur d'une zone de contrôle établie à certains aérodromes internationaux et dans les parties spécifiées de la région de contrôle terminale associée devront :

- Disposer d'émetteurs-récepteurs de télécommunication ;
- Obtenir l'autorisation de l'organe ATC approprié et
- Transmettre les comptes-rendus de positions qui seront demandés.

On entend par parties spécifiées de la région de contrôle terminale associée, les parties de la TMA utilisées pour les vols IFR internationaux en corrélation avec les procédures d'approche, d'attente, de départ et d'atténuation de bruit.

III-5-2- Règles de vol aux instruments (Application spéciale)

Les vols seront effectués conformément aux règles de vol aux instruments en conditions IMC réunies ou non réunies.

III-5-3-Service consultatif ATS

Tous les vols IFR dans l'espace aérien à service consultatif seront effectués conformément aux procédures du service consultatif de la circulation aérienne.

III-6- GESTION DES COURANTS DE TRAFIC AERIEN (ATFM)

On signale la présence d'une position FMP/Alger (Flight Management Position) au centre de contrôle régional d'Alger (CCR) et ce conformément au concept de l'OACI et le CTMO (Centrised Air Traffic Management Organisation).

La FMP/Alger représente l'interface entre la CEU et le centre de contrôle régional d'Alger.

IV-1- HISTORIQUE

En 1984, le groupe d'experts de l'OACI traitant de l'examen de la couverture générale d'espace (RGSP) a été chargé d'élaborer des éléments indicatifs RNAV destiné 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 3^{ème} édition des éléments indicatifs sur l'application de la RNAV dans le région Europe (EUR DOC 001, RNAV/3).

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 (DOC 9573-AN/933).

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

IV-2- DEFINITIONS

La navigation de surface est une méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides à la navigation à référence sur station sol, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome ou grâce à une combinaison de ces deux moyens.

Les performances postulées des équipements RNAV tiennent en compte de deux niveaux de précision pour la navigation en route :

IV-2-1- RNAV de base

Avec des performances de navigation égales ou supérieures à une précision de tenue de route de plus ou moins 5 NM durant 95% du temps de vol,

ce niveau est analogue à celui qu'atteignent actuellement les avions dépourvus de possibilités RNAV sur les routes existantes balisées par VOR ou par VOR/DME, lorsque les VOR sont espacés de moins de 100 NM.

IV-2-2- RNAV de précision

Avec des performances de navigation égales ou supérieures à une précision de tenue de route de plus ou moins 1 NM durant 95% du temps de vol, ce niveau de précision est réalisé actuellement par les avions dotés de possibilités égales ou supérieures à celles du système automatique de localisation à recalage permanent par DME/DME.

IV-2-3- Le système RNAV

Le système RNAV est un système permettant la navigation entre deux points spécifiques appelés points RNAV ou points de cheminement avec une grande souplesse ; Pour créer ces points, il suffit de disposer d'un VOR/DME.

IV-2-4- Le point RNAV (point de cheminement)

C'est un repère spécifique, défini par ses coordonnées géographiques (géodésiques), utilisé pour définir une trajectoire RNAV.

On distingue deux types de point de cheminement :

- Point de cheminement à survoler
Point de cheminement auquel on amorce un virage pour rejoindre le segment suivant d'une route ou d'une procédure.
- Point de cheminement par le travers
Point de cheminement qui nécessite une anticipation du virage de manière à intercepter le segment suivant d'une route ou d'une procédure.

IV-2-5- Aire de tolérance de repère

Aire rectangulaire autour d'un repère, résultant de la combinaison des tolérances d'écart longitudinal et d'écart latéral pertinentes, appliquées toutes deux de part et d'autre du repère.

IV-2-6- Déclinaison de la station

Angle compris entre la radiale 360 du VOR et la direction du Nord vrai.

IV-2-7- Distance installation de référence - point de tangence

Distance entre l'installation de référence et le point de tangence.

IV-2-8- Distance point de cheminement – point de tangence

Distance entre le point de cheminement et le point de tangence.

IV-2-9- Point de tangence

Projection perpendiculaire de l'installation de référence sur la trajectoire nominale.

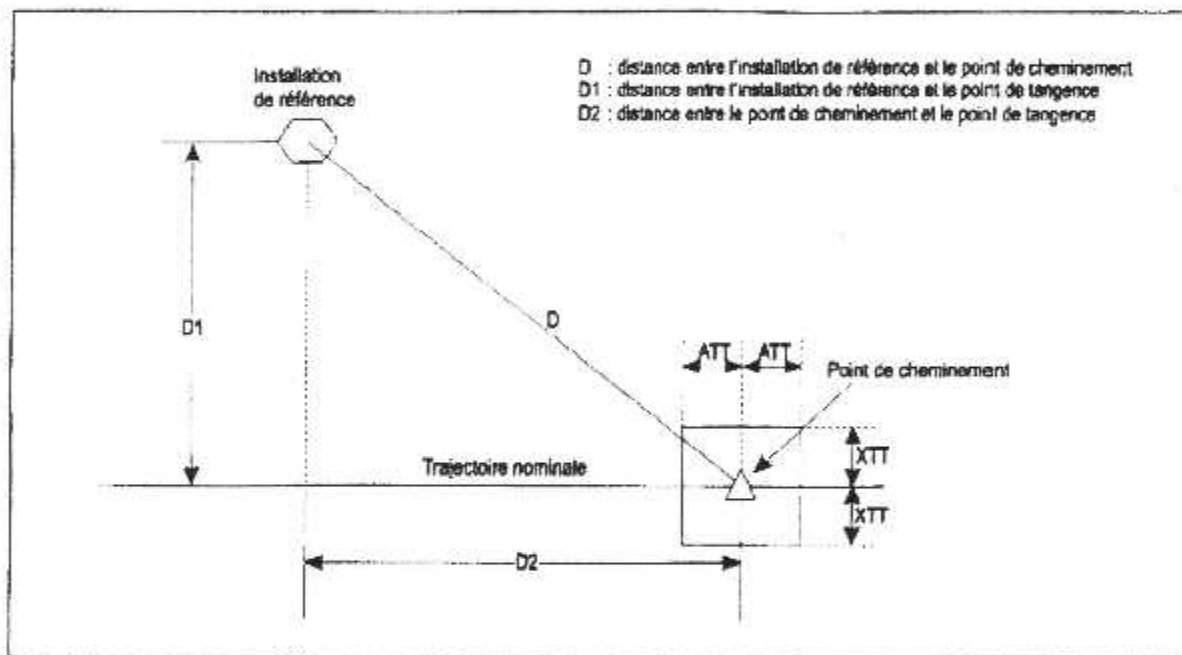


Figure IV-1 : Identification des points de cheminement

IV-2-10- Tolérance d'écart latéral (XTT)

Tolérance de repère mesurée perpendiculairement à la trajectoire nominale, résultant des tolérances d'équipement embarqué et d'équipement sol ainsi que la tolérance technique de vol (FTT).

IV-2-11- Tolérance d'écart longitudinal (ATT)

Tolérance de repère le long de la trajectoire nominale, résultant des tolérances de l'équipement embarqué et de l'équipement sol.

IV-3- CALCUL DES TOLERANCES D'ECARTS DES POINT RNAV

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

- Tolérance de station sol ;
- Tolérance du système récepteur embarqué ;
- Tolérance technique de vol ;
- Tolérance de calcul du système et
- Distance par rapport à l'installation de référence.

α : Tolérance angulaire du VOR = 4.5° ;

DTT : Tolérance du DME = $\pm 0.46 \text{ Km (0.25 NM)} + 1.25\%D$;

FTT : Tolérance technique de vol :

- Pour les approches initiale et intermédiaire : $\pm 2 \text{ Km (1 NM)}$;
- Pour les approches finale et interrompue : $\pm 0.9 \text{ Km (0.5 NM)}$;

ST : Tolérance de calcul du système = $\pm 0.9 \text{ Km (0.5 NM)}$;

D : Distance entre l'installation de référence et le point de cheminement ;

D1 : Distance entre l'installation de référence et le point de tangence ;

D2 : Distance entre le point de cheminement et le point de tangence ;

Calcul de tolérance d'écarts latéral : XTT

$$D = [D_1^2 + D_2^2]^{1/2} ;$$

$$\theta = \arctg(D_2 / D_1) ; \text{ Si } D_1 = 0, \text{ alors } \theta = 90^\circ ;$$

$$VT = D_1 - D \cos(\theta + \alpha) ;$$

$$DT = DTT \cos\theta ;$$

$$XTT = \pm [VT^2 + DT^2 + FTT^2 + ST^2]^{1/2} ;$$

Calcul de tolérance d'écarts longitudinal : ATT

$$AVT = D_2 - D \sin(\theta - \alpha) ;$$

$$ADT = DTT \sin\theta ;$$

$$ATT = +/- [AVT^2 + ADT^2 + ST^2]^{1/2};$$

Notons que la tolérance ATT ne comporte pas la tolérance technique de vol (FTT).

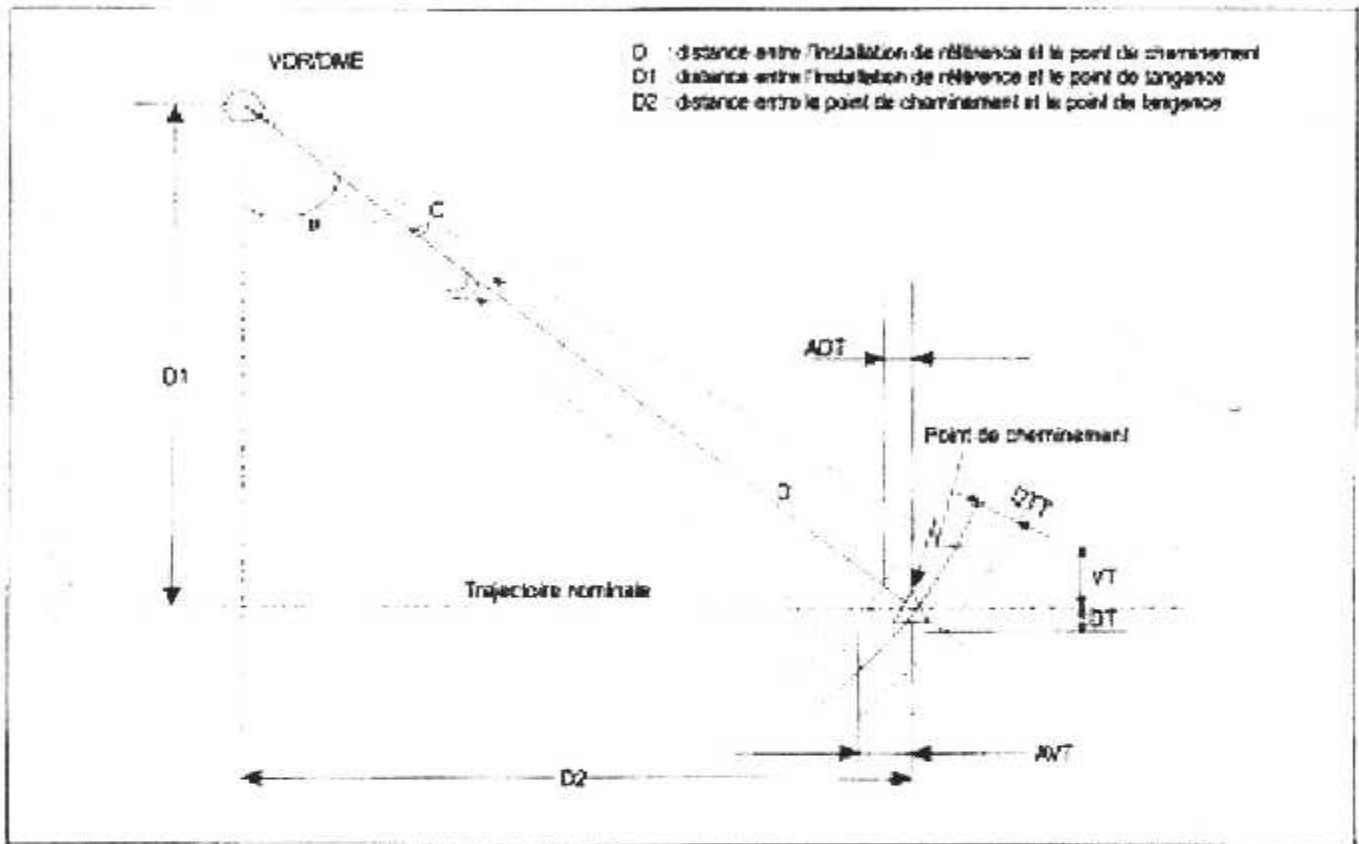


Figure IV-2 : Calcul des tolérances de point de cheminement

IV-4- PROTECTION DES VIRAGES

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

Principes de construction

Les critères généraux du DOC 8168 s'appliquent pour le vent, l'inclinaison et les vitesses (Voir les Schémas ci-contre) ;

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.

IV-5- CRITERES DE CONSTRUCTION DES PROCEDURES RNAV

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

IV-5-1- Equipement minimal à 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 ayant les caractéristiques 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 au minimum cinq point RNAV en mémoire et
- Possibilité d'anticiper et de ne pas anticiper les virages.

IV-5-2- VOR/DME de référence

Pour l'établissement d'une procédure, un seul VOR/DME appelé VOR/DME de référence est pris en compte pour l'ensemble des phases de la procédure.

Ceci n'exclut pas la possibilité de prévoir deux VOR/DME de référence, s'ils sont convenablement placés ; la procédure est alors étudiée en considérant successivement chaque VOR/DME comme l'unique VOR/DME de référence pour l'ensemble des phases.

IV-5-3- Couverture radioélectrique

Lors de la construction d'une procédure RNAV, on doit s'assurer qu'en tout point de la procédure au-delà de l'OCH, il est possible de recevoir des indications du VOR/DME avec une vérification des messages éventuels dus aux obstacles.

IV-5-4- Acceptabilité d'un repère

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

IV-5-5- Aire de protection

L'aire de protection associée à la trajectoire comprendra une aire primaire avec une marge de franchissement d'obstacles complète, entourée de deux aires secondaires avec une marge de franchissement d'obstacles décroissante jusqu'à devenir nulle aux limites extérieures.

IV-6- PROCEDURE D'APPROCHE RNAV

IV-6-1- Segment d'approche initiale

En procédure d'approche RNAV, il n'est pas prévu de procédure d'inversion ou en hippodrome.

IV-6-1-1- Alignement

L'angle maximum entre deux segments successifs d'approche initial, ou avec le segment d'approche intermédiaire est de 120° ; Dans le cas d'une procédure RNAV/ILS, l'angle maximum est de 90° .

IV-6-1-2- Longueur

La longueur du segment initial n'est pas normalisée.

IV-6-1-3- Tolérance technique de vol

FTT = +/- 1.852 Km (1 NM).

IV-6-1-4- Acceptabilité du repère

La tolérance d'écart longitudinal (ATT) ne doit pas dépasser 3.7 Km (2NM) 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 (segment initial).

IV-6-1-5- Largeur totale de l'aire

Elle est obtenue par addition de deux demi-largeurs symétriques, telle que, la demi-largeur est égale au :

Max{ 3.7 Km (2 NM) , $[1.5 \times XTT + 1.852 \text{ Km (1 NM)}]$ } ;

L'aire est obtenue en joignant les largeurs de l'aire associée aux repère IAF et IF, elle 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 est appliqué.

IV-6-1-6- Marge de franchissement d'obstacles et altitude minimale de vol

La marge de franchissement d'obstacles dans l'aire primaire du segment d'approche initial est au moins de 300 mètres (1000ft) ; Dans l'aire secondaire, elle est de 300 mètres aux limites intérieures et elle décroît linéairement pour atteindre la valeur nulle aux limites extérieures.

L'altitude minimale de vol est obtenue en ajoutant la marge de franchissement d'obstacles appropriée à l'obstacle le plus haut dans l'aire de protection du segment et en arrondissant le résultat par excès au multiple de 50 mètres ou 100ft le plus proche.

IV-6-1-7- Pente de descente

Optimale : 4 % ;

Maximale : 8 %.

IV-6-2- Segment d'approche intermédiaire

IV-6-2-1- Alignement

- Il est recommandé que le segment d'approche intermédiaire soit aligné, autant que possible, sur le segment d'approche final ;
- Si un virage prévu au FAF est jugé nécessaire, il ne dépassera pas 45° et
- Dans le cas d'une procédure RNAV/ILS, le segment d'approche intermédiaire sera aligné avec le segment de précision.

IV-6-2-2- 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 immédiatement avant le point de cheminement d'approche final.

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).

IV-6-2-3- Tolérance technique de vol

FTT = +/- 1.852 Km (1 NM).

IV-6-2-4- Acceptabilité du repère

La tolérance d'écart longitudinal (ATT) ne doit pas dépasser 3.7 Km (2NM) 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 (segment intermédiaire).

IV-6-2-5- Largeur totale de l'aire

Elle est obtenue par addition de deux demi-largeurs symétriques, telle que, la demi-largeur est égale au :

Max{ 3.7 Km (2 NM) , [1.5 × XTT + 1.852 Km (1 NM)] ;

L'aire est obtenue en joignant les largeurs de l'aire associée aux repère IAF et IF, elle 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.

IV-6-2-6- Marge de franchissement d'obstacles et altitude minimale de vol

La marge de franchissement d'obstacles dans l'aire primaire du segment d'approche intermédiaire est au moins de 150 mètres (500ft) ; Dans l'aire secondaire, elle est de 150 mètres aux limites intérieures et elle décroît d'une façon linéaire pour atteindre la valeur nulle aux limites extérieures.

L'altitude minimale de vol est obtenue en ajoutant la marge de franchissement d'obstacles appropriée à l'obstacle le plus haut dans l'aire de protection du segment et en arrondissant le résultat par excès au multiple de 50 mètres ou 100ft le plus proche.

IV-6-2-7- Pente de descente

- Une pente de descente optimale de 0 % est obligatoire pour les approches RNAV/ILS.
- Une pente de descente maximale de 8 % est permise, à condition de prévoir un palier de décélération avant le passage à la verticale du FAP.

IV-6-3- Segment d'approche finale

Pour les approches RNAV/ILS, le raccordement entre l'aire d'approche intermédiaire et le segment de précision ILS s'effectue en s'inspirant des critères généraux de la III^{ème} partie du DOC 8168.

- **Approche finale en ligne droite**

Le raccordement s'effectue entre la largeur de l'aire RNAV au travers du repère IF et la limite des surfaces d'évaluation d'obstacles X au travers du FAP ou FAF (Cas des approche RNAV/LLZ).

- **Approche finale en virage**

Si un virage avec anticipation est amorcé à l'IF, un raccordement à 30° du côté extérieur au virage et au Max (30°, A/2) du côté extérieur au virage.

Note : A : Angle de virage.

- **Approche finale basée uniquement sur le système RNAV**

IV-6-3-1- Alignement

Une approche finale basée sur le système RNAV devrait être alignée avec l'axe de piste.

IV-6-3-2- Longueur

Optimale : 10 KM (5NM) ;

Maximale : 19 Km (10 NM) ;

Minimale : Selon le tableau III-31-.2 du DOC 8168.

IV-6-3-3- Tolérance technique de vol

FTT = +/- 1.852 Km (1 NM).

IV-6-3-4- Acceptabilité du repère

Pour que le FAF soit satisfaisant, il faut que la tolérance d'écart longitudinal (ATT) de ce repère ne dépasse pas 3.7 Km (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 final.

IV-6-3-5- Largeur totale de l'aire

Elle est obtenue par addition de deux demi-largeurs symétriques, telle que, la demi-largeur est égale au :

Max{ 1.85 Km (1 NM) , [1.5 × XTT + 0.926 Km (0.5 NM)] ;

L'aire est obtenue en joignant les largeurs de l'aire associée aux repères FAF et MAPt, elle 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.

IV-6-3-6- Marge de franchissement d'obstacles et altitude minimale de vol

Dans l'aire primaire, elle est de l'ordre de :

- 75 mètres, pour une distance FAF-MAPt ≤ 11 Km (6 NM) ;
- $75 \times [(d - 11)/10]$, si la distance FAF-MAPt ≥ 11 Km (6 NM) ; Dans ce cas un repère de palier de descente, placé entre le FAF et le MAPt et à moins de 6 NM du seuil de piste permet d'utiliser une MFO de 75 mètres entre ce repère et le MAPt.

IV-6-3-7- Pente de descente

La pente de descente spécifiée en approche finale est calculée en considérant une hauteur de passage théorique de 15 mètres au-dessus du seuil de piste en respectant les critères suivants :

Pente optimale : 5 % ;

Pente maximale : 6.5 %.

IV-6-4- Segment d'approche interrompue

Le point de cheminement d'approche interrompue (MAWP) sera un point de cheminement à survoler.

IV-6-4-1- Alignement

Dans le cas d'une approche finale RNAV alignée avec l'axe de piste, la position la plus avale 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 mètres 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.

IV-6-4-2- Tolérance technique de vol

$$FTT = +/- 0.926 \text{ Km (0.5 NM)}.$$

IV-6-4-3- Acceptabilité du repère

La tolérance d'écart longitudinal ne doit pas dépasser 1 NM.

IV-6-4-4- Largeur totale de l'aire

Elle est obtenue par addition de deux demi-largeurs symétriques, telle que, la demi-largeur est égale au :

$$\text{Max} \{ 1.85 \text{ Km (1 NM)}, [1.5 \times \text{XTT} + 0.926 \text{ Km (0.5 NM)}] \};$$

- **Segment en ligne droite**

A partir de la limite amont du MAWP, déterminée par la valeur de l'ATT au MAWP, l'aire s'évase selon un angle de 15° de part et d'autre de la trajectoire d'approche interrompue jusqu'à ce que la largeur de l'aire totale (aire primaire et secondaire) au MAWP amont soit atteinte.

Si le MATWP est proche du MAWP, l'évasement devrait être augmentée comme requis pour s'assurer que l'aire atteint la largeur de l'aire totale au MATWP amont.

Si la largeur de l'aire au MAWP 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 de l'aire au SOC ainsi obtenue au MAWP aval et au MATWP aval.

Pour une approche interrompue avec virage, les critères généraux (Document 8168, paragraphe 7.3) s'appliquent.(voir les figures III-31-2 et III-31-3 a et b)

Notons qu'on peut prescrire un virage à une altitude/hauteur vers une aide radioélectrique ou vers un point de cheminement ou à un TP désigné.

NOTE

Dans certains systèmes RNAV, la fonction RNAV est déconnectée au début de l'approche interrompue et il est recommandé dans la mesure du possible que, les phases initiales et intermédiaire d'approche interrompue soient basées sur des moyens classiques et protégées en conséquence.

Dans le cas d'une procédure en ligne droite vers un point RNAV, le point à partir duquel la navigation RNAV est supposées reprendre doit être spécifiée, dans l'hypothèse d'une déconnexion de la RNAV à la remise des gaz.

IV-6-5- Attente

Les avantages d'utilisation d'une attente RNAV est que les aéronefs équipés de systèmes RNAV ont la latitude de se maintenir sur des trajectoires qui sont définies par un équipement RNAV et d'utiliser des procédures qui sont moins rigides que les procédures appliquées dans les procédures d'attente classiques, l'attente peut être orientée sans sa branche de rapprochement soit dans l'alignement d'une radiale VOR.

De ces avantages découlent d'autres qui sont :

- Utilisation optimale de l'espace aérien en ce qui concerne la localisation et l'alignement des aires d'attente ;
- Dans certains cas, réduction de l'espace aérien.

Notons que les systèmes RNAV d'avenir permettant d'entrer dans une procédure d'attente RNAV basée sur un seul point de cheminement, sans survoler le point d'attente, peuvent utiliser des circuits d'attente spécifiques

fondés sur cette hypothèse et permet également utiliser les procédures d'attente classiques ou RNAV (voir Supplément C à la 3^{ème} partie).

IV-6-5-1- Types d'attente RNAV

Il existe trois d'attente RNAV :

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

IV-6-5-2- Attente RNAV sur un point de cheminement

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 ou temps d'éloignement

L'éloignement est défini par une distance ou en temps.

✓ 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^{ème} partie du document 8168 pour les attentes conventionnelles utilisant une branche d'éloignement définie par une distance s'appliquent, avec les exceptions suivantes :

- Le système RNAV est censé pouvoir compenser l'effet d'un vent venant de l'extérieur du virage d'éloignement en diminuant l'angle d'inclinaison ;
- Possibilité d'effectuer des corrections de la dérive sur les segments rectilignes ;
- La longueur de la branche d'éloignement du circuit d'attente est au moins égale au diamètre de virage ;
- La tolérance de cap sur les segments rectilignes n'est pas prise en compte ;
- Paragraphe 3.6 du supplément C à la III^{ème} partie du document 8168.

✓ Construction du gabarit RNAV

1. choisir la distance de la branche d'éloignement D, qui sera au moins à un diamètre de virage (IV-2.2.2 du doc8168) arrondie au Km immédiatement supérieur ;
2. Tracer la trajectoire nominale : placer le point « i » à la fin de la branche d'éloignement ;
3. Tracer la protection d'un virage de plus de 180° comme dans le cas d'un gabarit conventionnel ;
4. Tracer une parallèle à la route d'éloignement, tangente à la ligne (2) ;
5. Depuis « i », tracer une perpendiculaire à la route d'éloignement ;
6. Les lignes (3) et (4) se coupent en « il » ;
7. 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° ; tracer la tangente (T) à ces projections ;
8. Tracer la tangente (T1) entre la ligne (6) et la ligne (2) ;
9. Tracer la tangente (T2) entre la ligne (2) et la ligne (6) ;
10. placer E sur le gabarit (voir 3.3.2.2.4.7 du supplément C à la III^{ème} partie doc8168) mais en utilisant les formules suivantes pour XE et YE qui sont différentes de celles de 3.3.2.2.4.7) :

$$XE = 2r.\cos 20^\circ + r.\sin 20^\circ + r + (11 + 90/R + 11 + 105/R) W' ;$$

$$YE = 11.V.\cos 20^\circ + r.\sin 20^\circ + r + (11 + 20/R + 90/R + 11 + 90/R) W' ;$$

✓ Construction de l'aire de base

1. Aire de tolérance du point d'attente

Tracer autour du point d'attente l'aire de tolérance RNAV associée à ce point (ATT et XTT).

2. Construction de l'aire de base

Déplacer l'origine « a » du gabarit RNAV autour de l'aire de tolérance RNAV associée au point d'attente « A ».

3. Construction de l'aire d'entrée

Tracer le cercle centré en « A » passant par A1 et A3 ; appliquer la même méthode que celle appliquée pour la construction d'attente conventionnelle et expliquée dans le paragraphe 3.3.3.2 du supplément C à la III^{ème} partie du document 8168. (Figures IV-3, IV-4, IV-5 et IV-6)

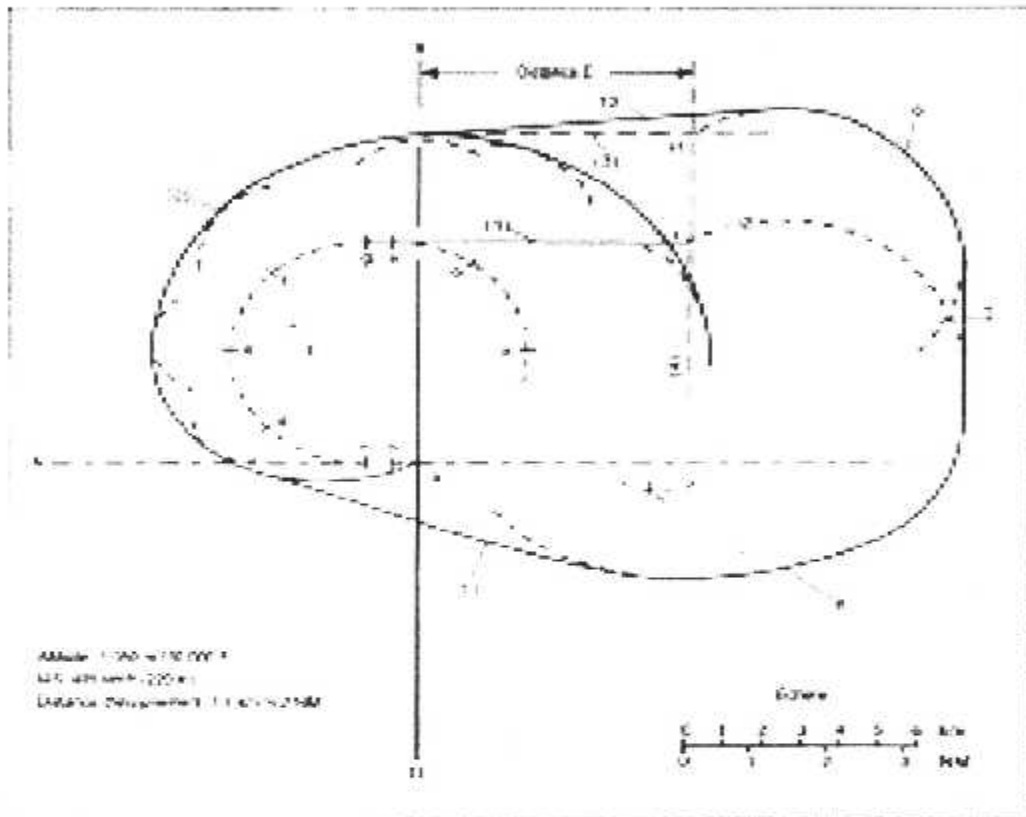


Figure IV-3 : Gabarit RNAV

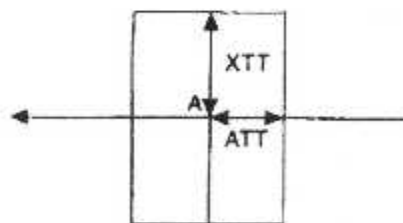


Figure IV-4 : Aire de tolérance du point d'attente

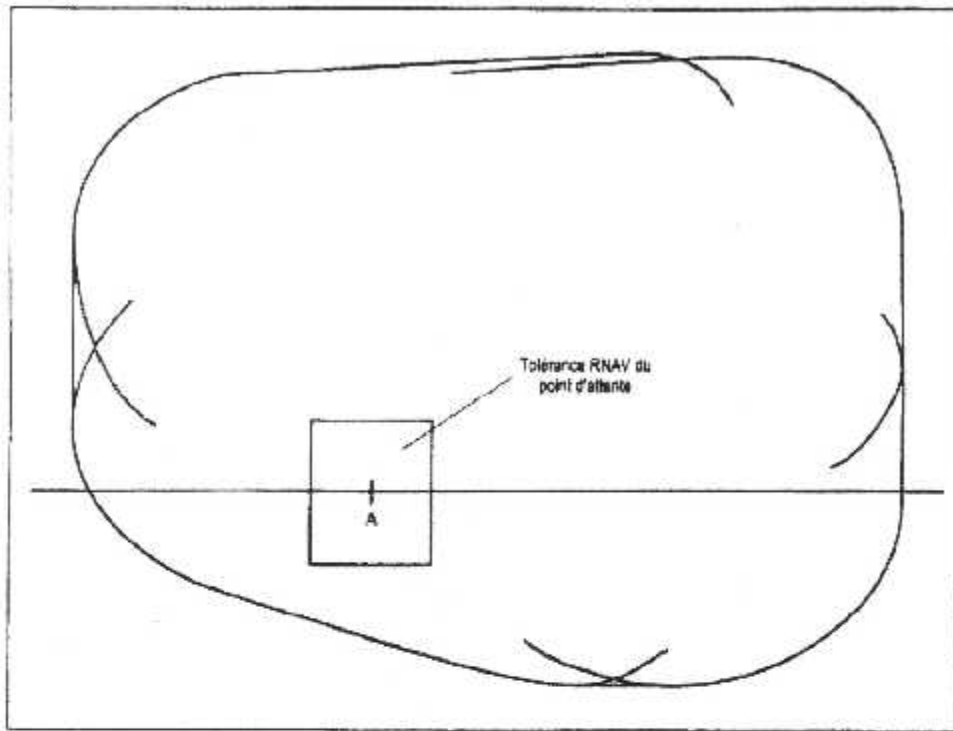


Figure IV-5 : Aire de base RNAV

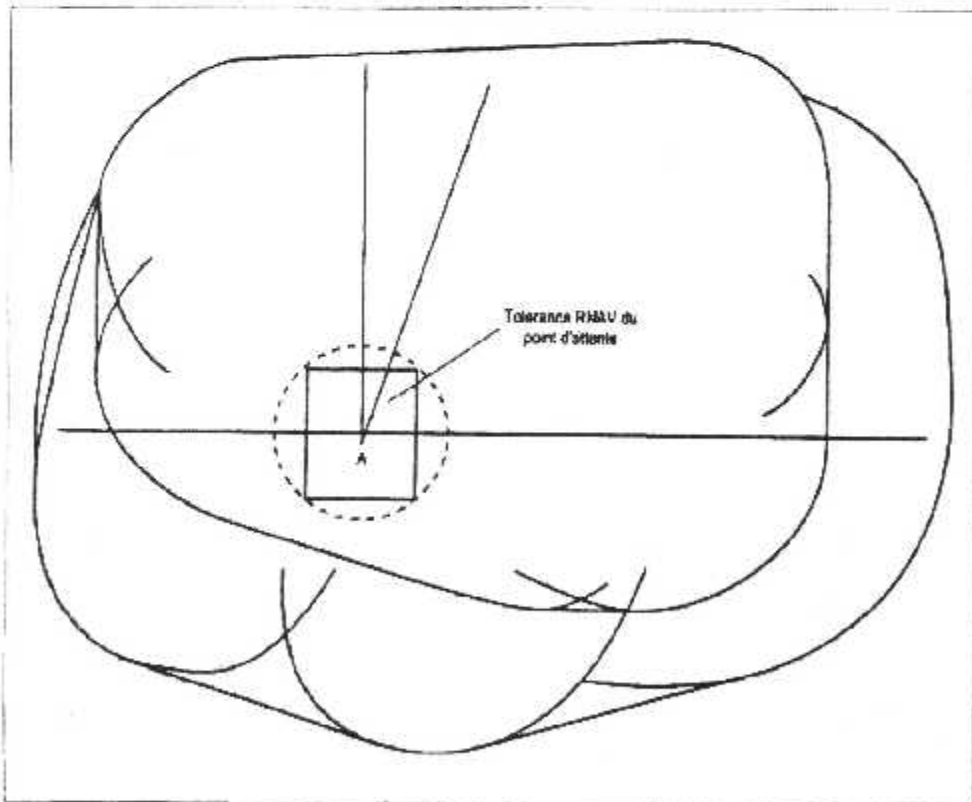


Figure IV-6 : Aire d'attente RNAV incluant la protection des procédures d'entrée

α V-1- INTRODUCTION

La navigation par satellite devrait améliorer la sécurité en réduisant les dangers liés à l'incertitude de la position et en augmentant la précision du guidage ; Dans certains cas, elle augmentera aussi la souplesse et l'efficacité des opérations aériennes en réduisant le temps de vol et le carburant nécessaire.

Avec le temps, la navigation par satellite pourrait aussi réduire le coût de la fourniture des services et permettre à l'aviation de mieux servir le public.

Les avantages du GNSS peuvent être classés de plusieurs façon, si on reprend la classification déduite des travaux du comité spécial des futurs systèmes de navigation aérienne, les régions sont classées en :

- Régions à faible et à moyenne densité de circulation (Océans et zones non peuplées) ;
- Régions à forte densité de circulation, comme les régions océaniques, où il est impossible de mettre en œuvre des moyens sol et
- Région à forte densité de circulation et importante infrastructure au sol.

Dans les régions à forte densité de circulation, le seul GNSS peut ne pas procurer d'avantages, ce qui peut être nécessaire de recourir à des techniques ATM perfectionnées pour tirer tous les avantages possibles.

α V-2- Avantages liés a la sécurité

Il est peu pratique ou impossible d'assurer un guidage précis et fiable dans les régions isolées ou océaniques avec des aides au sol ; Le GNSS permettra aux pilotes de connaître leur position avec plus de certitude et, par conséquent, de réduire le risque de certains types d'accidents. Même dans les régions bien desservies par les aides au sol, les possibilités du GNSS permettent une meilleur connaissance de la position des aéronefs, diminuant ainsi les risques d'accidents.

L'utilisation du GNSS avec le système de navigation par inertie et le système de référence inertielle (INS/IRS) peut mettre fin à certaines erreurs grossières habituellement attribuables à une mauvaise initialisation de l'INS/IRS. Finalement, l'amélioration de la navigation apportée par le GNSS augmentera la sécurité des pilotes qualifiés dans les régions où, pour des raisons géographiques, financières ou autres, les aides au sol manquent de fiabilité.

Par comparaison, certaines aides au sol actuellement utilisées pour les approches de non-précision guident les pilotes de manière relativement imprécise et, en général, ne donnent pas certaines informations essentielles

comme la distance au seuil de piste. Le pilote peut donc être obligé de manœuvrer à vue dès qu'il voit la piste et, dans certains cas, une décision tardive de tenter l'atterrissage peut avoir comme résultat une vitesse et un taux de descente excessifs. Ces facteurs augmentent le risque d'accidents ; En améliorant la précision du guidage et en indiquant la distance au point d'approche interrompue, le GNSS augmentera les marges de sécurité pendant les approches de non-précision.

Il est généralement admis que les approches de précision sont plus sûres que les approches de non précision. Comme l'équipement sol de navigation nécessaire pour prendre en charge les approches de précision au GNSS devrait coûter moins cher que l'équipement du système traditionnel d'atterrissage aux instruments (ILS), il sera possible d'offrir ce niveau de service dans un plus nombre d'aéroports et d'augmenter ainsi la sécurité globale et peut aussi prendre en charge les systèmes de guidage à la surface, réduisant ainsi les risques de conflit au sol.

α V-3- Avantages liés à l'efficacité des opérations

L'accès, partout dans le monde, à des données de position précises et au guidage correspondant est susceptible d'augmenter l'efficacité des opérations ; en effet, grâce à une navigation plus précise et, là où les circonstances le permettent, à la possibilité de suivre les routes privilégiées par les usagers, les temps de vol et le carburant nécessaire pourront être réduits. La possibilité de réduire le carburant, y compris le carburant de secours, permettra aux vols à charge limitée d'augmenter la charge marchande et, par conséquent, le revenu.

L'utilisation du GNSS pour assurer le guidage pendant les approches de non-précision sur les pistes qui n'ont pas d'aides de navigation au sol ou dont les aides manquent de fiabilité, réduira les retards, les déroutements, les survols et les annulations imputables aux mauvaises conditions météorologiques ; cette possibilité aura pour effet de réduire les coûts d'exploitation. L'augmentation du nombre d'aéroports où l'on pourra effectuer des approches de précision au GNSS aura des résultats semblables.

Grâce à la possibilité d'assurer l'approche aux instruments dans un plus grand d'aéroports, les avions pourraient éviter les aéroports où l'encombrement cause de nombreux retards. La réduction de l'encombrement permettra aux exploitants qui utilisent ces aéroports de réaliser des économies en temps de vol et en carburant.

La précision du guidage offert par le GNSS pendant les opérations de départ peut assouplir les itinéraires en permettant de diminuer les pentes de

montée et d'augmenter les charges marchandes là où le relief impose actuellement des restrictions (cas de l'aéroport de Constantine).

L'éventuelle navigation quadri-dimensionnelle au GNSS permettra de calculer l'heure d'arrivée aux repères d'approche avec plus de précision. La possibilité de respecter l'heure requise d'arrivée contribuera vraisemblablement à augmenter la capacité des aéroports et à réduire les retards.

L'utilisation éventuelle du GNSS dans toutes les phases de vol aura sûrement pour effet de réduire les types d'avionique de bord et , par conséquent, de diminuer les coûts en immobilisations et en maintenance, ce qui se traduira en une source d'économies pour les exploitants. Le recours à des techniques évoluées d'intégration aux systèmes à référence inertielle (IRS) pourrait aussi permettre d'utiliser des capteurs inertiels moins coûteux...etc.

α V-4- DESCRIPTION DU SYSTEME GNSS

V-4-1- Aperçu sur le système GNSS

Le GPS et le GLONASS peuvent fournir des données précises sur la position et l'heure partout dans le monde, mais leurs capacité d'avertir les usagers des défaillances est limitée. La précision fournie par les deux systèmes respecte les critères de l'aéronautique de la phase de croisière à l'approche de non-précision, mais non ceux de l'approche de précision. Il est possible d'utiliser des systèmes de renforcement pour répondre aux quatre spécifications de performance opérationnelle de base. l'intégrité, la disponibilité et la continuité peuvent être assurées en ayant recours à des techniques ou des systèmes situés à bord, au sol ou dans l'espace. La précision peut être améliorée à l'aide de techniques différentielles. L'ensemble du système, comprenant le GPS/GLONASS et tous les systèmes de renforcement, s'appelle le GNSS. Le travail réalisé pour permettre aux usagers de profiter pleinement des avantages de la navigation par satellite porte principalement sur la mise au point de ces systèmes de renforcement et sur leur certification aux fins d'exploitation.

A mesure que les améliorations apportées au système permettront de satisfaire aux normes de la RNP, il sera possible d'accorder des autorisations conditionnelles qui permettront aux usagers de tirer progressivement parti des avantages du GNSS. Au début il sera nécessaire de recourir à un système de secours composé d'aides de navigation classiques pour satisfaire à certaines normes de la RNP. Au fur et à mesure que les renforcements feront évoluer le GPS et le GLONASS vers un système GNSS au point, le GNSS sera approuvé comme moyen de navigation primaire ou unique.

Les systèmes à satellites qui assurent des fonctions de navigation aux usagers de l'aviation civile internationale doivent utiliser le référentiel géodésique commun approuvé par l'OACI, c'est-à-dire le système géodésique mondial 1984 (WGS-84).

Notons que le GPS utilise le référentiel WGS-84 tandis que le GLONASS utilise le PE-90.

V-4-2- Systèmes actuels de navigation par satellite

V-4-2-1- Système mondial de localisation (GPS)

Le GPS est un système de radionavigation par satellite qui utilise les mesures de distance précises fournies par les satellites GPS pour déterminer la position et l'heure précise partout dans le monde. Le système est exploité par les forces aériennes des Etats-Unis, qui le gèrent au nom du gouvernement des Etats-Unis ; ce système comporte plusieurs applications d'un grand intérêt pour l'aviation civile. Le service de localisation standard (SPS), utilise un code d'acquisition approximatif (code C/A) sur la fréquence L1, est conçu pour fournir une position précise aux usagers civils partout dans le monde. Le service de localisation précis (PPS), qui utilise le code précis (code P), est conçu pour offrir un service de localisation plus exact ; le code P est actuellement en crypté en code Y pour ne pas permettre l'accès qu'usagers autorisés par le Department of defense des Etats-Unis à obtenir une localisation plus précise. Le PPS utilise une deuxième fréquence (L2) dont l'usage public n'a pas été autorisé. Le GPS est divisé en trois secteurs principaux :

• Le secteur spatial

Qui est composé de 24 satellites Bloc II / IIA disposés sur six plans orbitaux. Les satellites Bloc II et IIA et une version modifiée, le satellite IIR, sont les principaux satellites utilisés actuellement dans la constellation. En ce qui concerne l'aviation civile, les satellites Bloc II IIA et IIR assurent le même service. Les satellites suivent des orbites quasi-circulaires situées à une altitude de 20 200 Km (10 900 NM) et inclinées à 55° par rapport à l'équateur ; chaque satellite complète l'orbite en environ 12 heures. L'espacement entre les satellites en orbite est tel que les usagers peuvent voir au moins 4 satellites avec une dilution de la précision de la position (PDOP) de 6 et un angle de masque de 5° ; la disponibilité mondiale moyenne est de 99,75% avec 24 satellites opérationnels.

✓ V-4-2-2- Système mondial de satellites de navigation (GLONASS)

La fédération de Russie met actuellement en oeuvre le système GLONASS pour fournir aux usagers de l'équipement nécessaire des signaux de satellites leur permettant de déterminer avec exactitude la position, la vitesse et l'heure. La couverture de navigation est continue, mondiale et tous temps. La position tridimensionnelle et la vitesse sont calculées à partir de la mesure de la durée du parcours et de l'écart Doppler des signaux RF émis par les satellites GLONASS.

Le secteur spatial du GLONASS est constitué de 24 satellites opérationnels et de plusieurs satellites de réserve. Les satellites GLONASS sont en orbite à une altitude de 19 100 Km et ont une période orbitale de 11 heures 15 minutes. Il y aura huit satellites également espacés sur trois plans orbitaux, inclinés de $64,8^\circ$ et espacés de 120° .

Le message de navigation émis par chaque satellite comprend les coordonnées du satellite, les composantes du vecteur vitesse, les corrections apportées à l'heure du système GLONASS et des informations sur l'état de fonctionnement du satellite. Pour obtenir la position du système, le récepteur de l'utilisateur capte les signaux d'au moins quatre satellites, soit simultanément, soit successivement, et résout quatre équations simultanément pour les trois composantes de la position et l'heure.

Si l'heure ou l'altitude est fournie par une source extérieure, la position peut être calculée à partir de trois satellites.

Les satellites GLONASS diffusent dans deux parties de la bande L du spectre des radiofréquences et comportent deux codes binaires, le code C/A et le code P, et le message de données. GLONASS fonctionne en accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). Les satellites GLONASS émettent des signaux porteurs dans différents canaux de la bande L, c'est-à-dire à des fréquences différentes. Un récepteur GLONASS sépare le signal total provenant de tous les satellites visibles en attribuant des fréquences différentes à ses canaux de poursuite. L'utilisation de l'AMRT permet à chaque satellite GLONASS d'émettre des codes P et C/A identiques.

Les satellites GLONASS émettent les données de navigation à 50 bits/s. le message de données de navigation contient des informations sur l'état du satellite émetteur ainsi que des informations sur les autres satellites de la constellation. Pour l'utilisateur, les principaux éléments d'information d'une émission d'un satellite GLONASS sont les paramètres de correction d'horloge et la position du satellite (éphémérides). Les corrections d'horloge GLONASS

fournissent des détails sur la différence entre l'heure du satellite émetteur et l'heure du système GLONASS, qui est fondée sur le temps universel coordonné (UTC).

Le secteur sol du GLONASS est responsable des fonctions de contrôle et de commande des satellites, et détermine les données de navigation à moduler sur les signaux de navigation codés du satellite. Le secteur sol comprend une station de commande principale, des stations de contrôle et des stations de téléchargement. Les données de mesure provenant de chaque station de contrôle sont traitées par la station de commande principale et utilisées pour calculer les données de navigation transmises aux satellites par les stations de téléchargement. L'exploitation du système exige que les horloges des satellites soient synchronisées de façon précise avec l'heure du système GLONASS. Pour synchroniser les heures, la station de commande principale fournit les paramètres de correction d'horloge.

Pour fournir les données des éphémérides, les satellites GLONASS diffusent leur position tridimensionnelle géocentrique à axes fixes (ECEF), leur vitesse et leur accélération à chaque demi-heure de passage. Pour effectuer une mesure entre les demi-heures, l'utilisateur extrapole les coordonnées du satellite en utilisant la position, la vitesse et l'accélération données à la demi-heure qui précède et qui suit l'heure de mesure. Les coordonnées ECEF qui en résultent sont comparées aux coordonnées PE-90 (Parameters of Earth 1990), une norme non OACI.

○ V-4-3- Renforcement du système GNSS

Afin de respecter les spécifications de performance opérationnelle (précision, intégrité, disponibilité et continuité) pour toutes les phases du vol, le GPS et le GLONASS doivent être renforcés à différents degrés. Pour surmonter les limites inhérentes à ces systèmes, trois grandes catégories de renforcement ont été proposées : le renforcement à bord, le renforcement basé au sol et le renforcement basé sur satellite.

○ V-4-3-1- Renforcement à bord

Un des moyens de renforcement utilisés à bord des avions est le contrôle autonome de l'intégrité du récepteur (RAIM) ; ce moyen peut être utilisé s'il y a plus de quatre satellites visibles présentant la géométrie appropriée. Si cinq satellites sont visibles, cinq positions indépendantes peuvent être calculées. Si les positions ne correspondent pas, on peut en déduire qu'un ou plusieurs satellites donnent des informations incorrectes. Si au moins six satellites sont visibles, il est possible de calculer un plus grand nombre de

positions indépendantes et un récepteur peut être capable d'identifier un satellite défectueux et de l'exclure des calculs de détermination de la position. Cette dernière méthode s'appelle exclusion des anomalies, tandis que la première s'appelle détection des anomalies. En se rapportant à ces informations, le pilote peut déterminer le niveau de performance disponible et modifier les opérations au besoin.

Le RAIM GPS et du GLONASS n'est pas disponible à l'échelle mondiale à tout instant. La disponibilité du RAIM dépend de certains paramètres, comme l'angle de masque du récepteur, la phase de vol, les moyens de renforcement à bord, les défaillances de satellites et la position géographique.

Il est possible de mettre en œuvre d'autres moyens de renforcement à bord, habituellement appelés contrôle autonome de l'intégrité par l'aéronef (AAIM). Le système de navigation par inertie est un moyen de renforcement très puissant qui peut être appliqué au GPS ou au GLONASS ; il peut être utilisé pendant de brèves périodes lorsque les antennes de navigation par satellite sont occultées par les manœuvres de l'aéronef ou que le nombre de satellites visibles est insuffisant.

D'autres moyens de renforcement, particulièrement utiles pour améliorer la disponibilité de la fonction de navigation, pourraient être utilisées, par exemple des aides altimétriques, des sources d'heures plus précises ou une combinaison de données de capteurs et vde techniques de filtrage.

✕ V-4-3-2- Renforcement basé au sol

Le renforcement basé au sol, appelé également renforcement à couverture locale est assuré par une station se contrôle située à l'aéroport ou près de l'aéroport où doivent être exécutées les opérations de précision. Les signaux sont envoyés aux aéronefs situés dans le voisinage de l'aéroport dans un rayon maximum d'environ 37 Km (27 NM). Ces signaux fournissent les données d'intégrité du satellite ainsi que les corrections qui permettent d'augmenter la précision de la position locale. Ce système exige l'utilisation d'une liaison de données entre le sol et l'aéronef. Un grand nombre de ces systèmes ont été proposés et mis à l'essai en utilisant des techniques et des bandes de fréquences différentes.

Le renforcement basé au sol peut être utilisé pour les opérations jusqu'aux approches de précision de catégories III.

V-4-3-3- Renforcement basé sur satellite

L'utilisation des systèmes de renforcement basé au sol pour tous les vols ne serait pas pratique. Lorsque la région à couvrir est vaste, on peut avoir recours à des satellites pour diffuser les informations de renforcement. On parle alors de renforcement basé sur satellite ou encore renforcement à couverture étendue ou régionale. Les premiers satellites dotés de récepteurs permettant ce service sont les satellites géostationnaires INMARSAT-3 dont le premier a été lancé au début de 1996. le système de renforcement à couverture étendue WAAS des Etats-Unis qui opérationnel depuis 1998. En Europe, le complément géostationnaire européen de navigation EGNOS lance en 1999. Dans la région Asie/Pacifique, le service de renforcement assuré par le satellite de transport multifonctionnel MTSAT du Japon disponible depuis 1999.

Les spécialistes du système prévoient qu'un service de renforcement basé sur satellite pourra fournir des données d'intégrité, des signaux supplémentaires de mesure de distance et une composante ; ensemble, ces informations permettront de prendre en charge toutes les opérations y compris l'approche de précision de catégorie I.

Notons que le service de renforcement basé sur satellite fourni par les satellites géostationnaires est cependant limité. Comme ces satellites sont en orbite au-dessus de l'équateur, l'angle de site au-dessus de l'horizon est faible aux hautes latitudes ; dans ces cas, les signaux sont masqués par la structure de l'aéronef ou par le relief et il est impossible de se fier au service assuré par ces satellites. Il faudra donc envisager d'utiliser d'autres orbites pour le renforcement du GNSS et/ou un renforcement basé au sol pour prendre en charge les opérations dans ces régions.

Les avantages du système de renforcement basé sur satellite ne peuvent pas être réalisés que si ce système est mis en œuvre selon une norme commune. Les régions devront donc établir des réseaux de stations de référence et conclure des accords en vue de partager les stations principales et les liaisons de communication avec les satellites géostationnaires.

V-4-4- Avionique

▪ Systèmes mono-capteurs et multi-capteurs

En général, les récepteurs GPS et GLONASS à un seul capteur qui n'utilise pas le RAIM ou des moyens semblables de contrôle d'intégrité basés sur des techniques de renforcement non GNSS, ne répondent pas aux exigences des différentes phases de vol et ne peuvent donc pas être certifiés. Les systèmes

GNSS plus perfectionnés utilisent divers systèmes de contrôle de l'intégrité et des renforcements qui conviennent aux opérations en route et d'approche de non-précision.

L'équipement avionique sera adopté progressivement à mesure que le GNSS évoluera vers un système unique de navigation. La première utilisation du GPS en régime de règles de vol aux instruments IFR employait des récepteurs multi-capteurs. Ces installations comportaient un capteur GPS dont le but était de rehausser la précision du guidage, mais il ne pouvait être utilisé comme seul capteur pour les opérations IFR. Dans ces unités, la position du GPS est continuellement comparée aux positions fournies par d'autres capteurs, comme l'Omega ou l'INS. Si la position du GPS varie d'une valeur prédéterminée d'environ 3 NM, le capteur GPS est rejeté.

Après des recherches, les spécialistes de l'avionique ont optés pour l'utilisation des systèmes multi-capteurs, un des capteurs étant le GNSS, dans les aéronefs de transport civil. Les performances des systèmes de navigation multi-capteurs étant supérieures à celles des systèmes mono-capteurs ou autonomes. Les aéronefs équipés de systèmes de navigation multi-capteurs, comme le GNSS/IRS ou le GNSS/IRS/FMS, atteignent des niveaux de RNP qu'il serait impossible d'obtenir avec le GPS ou le GLONASS seuls et peuvent être certifiés en fonctions de ces résultats.

▪ Equipement supplémentaire

Dans la deuxième utilisation du GPS en régime IFR, le GPS était employé comme système supplémentaire, ce qui signifie qu'il peut être utilisé avec un moyen unique de navigation approuvé, comme le VOR. L'autorisation d'utiliser le GPS comme moyen supplémentaire signifie que les pilotes peuvent l'utiliser la plupart du temps comme source primaire de guidage à condition qu'ils appuient les données obtenues par celles d'un système unique. La norme qui régit actuellement l'avionique supplémentaire du GPS est le Technical Standard Order TSO C-129 des Etats-Unis, qui a une fonction principale d'assurer l'intégrité du GPS au moyen du RAIM ou d'une technique équivalente.

▪ Equipement GPS/GLONASS

La combinaison des signaux GPS et GLONASS dans le même équipement avionique procure d'importants avantages (meilleure précision, intégrité, disponibilité et continuité). Le RTCA élabore actuellement des normes de performances opérationnelles minimales (MOPS) pour l'avionique du GPS renforcé par les signaux GLONASS.

V-5- PROCEDURE D'APPROCHE BASEE SUR LE SYSTEME GNSS

V-5-1- Définitions

▪ Repères

Les repères d'approche aux instruments pour les procédures GNSS sont identifiés comme points de cheminement :

IAWP : Point de cheminement d'approche initiale ;

IWP : Point de cheminement d'approche intermédiaire ;

FAWP : Point de cheminement d'approche finale et

MAWP : Point de cheminement d'approche interrompue.

Le segment d'approche interrompue contient un point de cheminement d'attente en approche interrompue (MAHWP), afin d'établir le guidage sur trajectoire pendant l'approche interrompue.

Pour les approches interrompues avec virage, un point de cheminement de virage d'approche interrompue (MATWP) peut également être établi pour définir le point de virage.

Des repères de palier de descente intégrés à la procédure, entre des points de cheminement, sont identifiés comme distance jusqu'au prochain point de cheminement.

▪ Région d'interception

C'est une région associées à chaque IAWP d'une procédure avec GNSS de base, à partir duquel l'aéronef entrera dans la procédure. Cette région est définie par un angle inclus à l'IAWP. (voir figure)

V-5-2- Critères de construction

Une procédure d'approche basée sur les récepteurs GNSS est une procédure d'approche classique dont le concept est fondé sur un segment final aligné sur une piste, précédé d'un segment intermédiaire et de segments initiaux de rechange pouvant aller jusqu'au trois :

- Deux placés latéralement de part et d'autre de la trajectoire d'approche finale et
- Un longeant la trajectoire d'approche finale, pour constitué un Y ou un T

Les segments initiaux latéraux sont établis en fonction d'un décalage augmentée de 70° à 90° par rapport à la trajectoire d'approche, ce qui permet d'entrer dans la procédure de n'importe quelle direction sans avoir à prévoir des procédures d'inversion.

Les IAWP, IWP et FAWP sont des points de cheminement par le travers, le segment d'approche interrompue commence avec un MAWP à survoler et contient un point de cheminement d'attente en approche interrompue (MAHWP).

Pour les approches interrompues avec virage, un point de cheminement de virage d'approche interrompue (MATWP) peut aussi être établi pour identifier le point de virage.

V-5-3- Précision du système GNSS de base

Un niveau convenu de précision horizontale du segment spatial GNSS de l'ordre de 100 mètres (328ft) à 95 % de fiabilité est admis.

En dépit de la précision inhérente de la position du segment spatial du GNSS, la possibilité d'utiliser un repère est également soumise à l'incidence du nombre de satellites disponibles et leur orientation par rapport au secteur GNSS ; ces facteurs varient d'un endroit à l'autre et d'un moment à l'autre.

Un moyen de mesure de la capacité opérationnelle du système de navigation est la capacité d'un récepteur à détecter ces facteurs et à en avertir le pilote lorsqu'ils représentent des inconvénients ; pour cela, les récepteurs GNSS sont dotés d'un système RAIM qui effectue des contrôles réguliers de l'intégrité qui avertira le pilote lorsque les renseignements servant à déterminer la position n'ont pas le niveau requis de fiabilité.

La précision du système de navigation en RNAV au GNSS dépend de la :

- Précision inhérente du segment spatial ;
- Tolérance du système de réception embarqué ;
- Tolérance de calcul du système et
- Tolérance technique de vol.

V-5-4- Segment d'approche initial**▪ Alignement**

L'angle sous lequel une trajectoire d'approche initiale intercepte une autre trajectoire d'approche initiale ou la trajectoire d'approche intermédiaire ne doit pas dépassé 120°

▪ Longueur

Longueur optimale : 9.3 Km (5 NM) ;

Longueur minimale : égale au moins à la distance nécessaire à la vitesse d'approche initiale la plus élevée de la catégorie la plus rapide des aéronefs pour lesquels l'approche sera conçue, cette distance est la somme des distances minimales de stabilisation nécessaire à l'IAWP et l'IWP.

(Doc8168, chapitre III-31)

▪ Largeur totale de l'aire

Elle est de l'ordre de 9.3 Km (5 NM) de part et d'autre de la trajectoire nominale, à savoir 4.6 Km (2.5 NM) pour les aires primaire et secondaire.

▪ Marge de franchissement d'obstacles

Les critères généraux du chapitre 4 du document 8168 s'appliquent.

▪ Pente de descente

Pente de descente optimale : 4% ;

Pente de descente maximale : 8% ;

La pente de descente est établie d'après la distance de trajectoire la plus courte (TRD) possible pour l'aéronef le plus rapide, plutôt que d'après la longueur du segment.

V-5-5- Segment d'approche intermédiaire

✓ Alignement

Le segment d'approche intermédiaire devrait être aligné dans la limite possible aligné sur le segment d'approche finale, si un virage au FAWP est jugé nécessaire, il n'excédera pas 30°.

✓ Longueur

Le segment intermédiaire comporte une portion curviligne par le travers de l'IWP suivie d'une portion rectiligne immédiatement avant le FAWP. La longueur de la portion curviligne est la distance minimale de stabilisation pour l'angle de virage à l'IWP, la longueur de la portion rectiligne varie mais ne sera pas inférieure à 3.7 Km (2 NM) ; elle permet à l'aéronef de se stabiliser avant le survol du FAWP.

✓ Largeur totale de l'aire

La largeur totale de l'aire résulte de l'assemblage des largeurs d'aires à l'IAWP et au FAWP. Le principe des aires secondaires s'applique.

V-5-6- Segment d'approche final

▪ Alignement

La trajectoire d'approche finale est normalement alignée sur l'axe de piste, lorsque la trajectoire d'approche finale est décalée, les critères généraux s'appliquent.

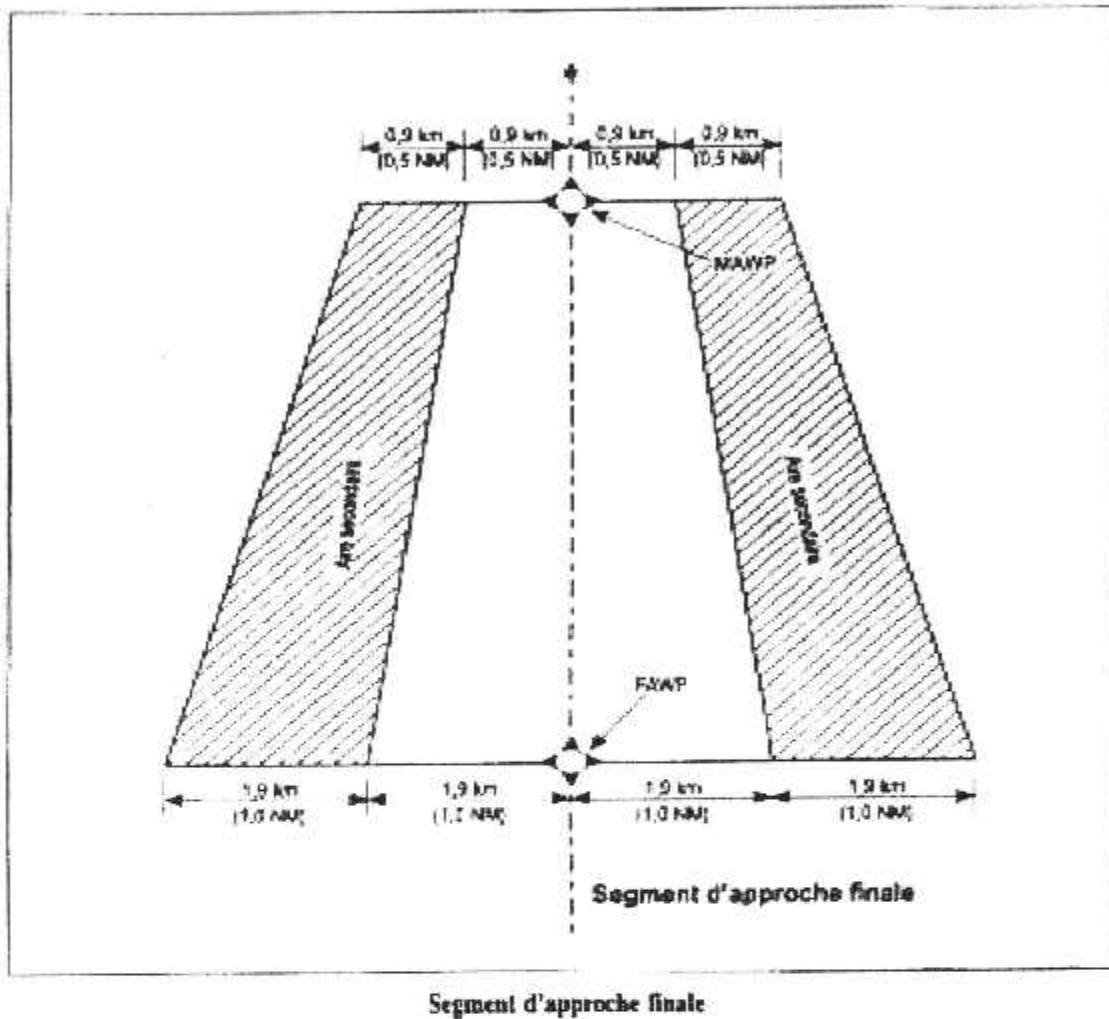
▪ Longueur

Optimale : 9.3 Km (5 NM) ;

Maximale : 19Km (10 NM);

▪ Largeur totale de l'aire

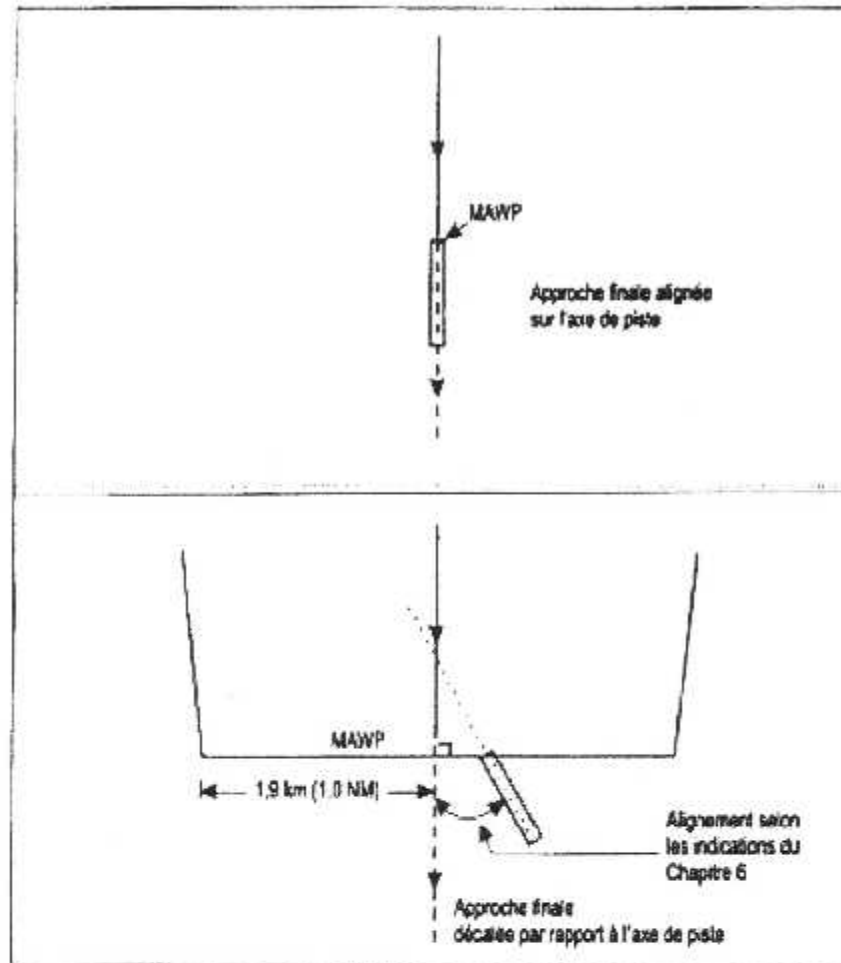
La largeur de l'aire du segment d'approche finale résulte de l'assemblage des limites de l'aire primaire et des aires secondaires au FAWP et au MAWP. La demi-largeur des aires primaire et secondaires sont chacune de 1.9 Km (1.0NM) au FAWP et de 0.9 Km (0.5 NM) au MAWP.



V-5-7- Segment d'approche interrompue

- **Point de cheminement d'approche interrompue**

Le point de cheminement d'approche interrompue sera marqué par un point de cheminement à survoler qui sera défini par un repère GNSS, pour une approche aligné sur une piste, il sera nominalement implanté au seuil, sinon, son emplacement nominal sera situé sur la trajectoire d'approche finale, par le travers du seuil (figure ci-contre); en cas où les contraintes de reliefs nous oblige de déplacer le MAWP et afin de garantir la marge de franchissement dans l'aire d'approche interrompue, on peut réimplanter ce dernier en direction du FAWP, mais pas plus loin que nécessaire et normalement pas au-delà du point où l'OCH coupe la trajectoire d'approche finale d'une pente de descente nominale de 5% vers la piste.



Emplacement du MAWP

▪ Tolérance longitudinale du MAWP

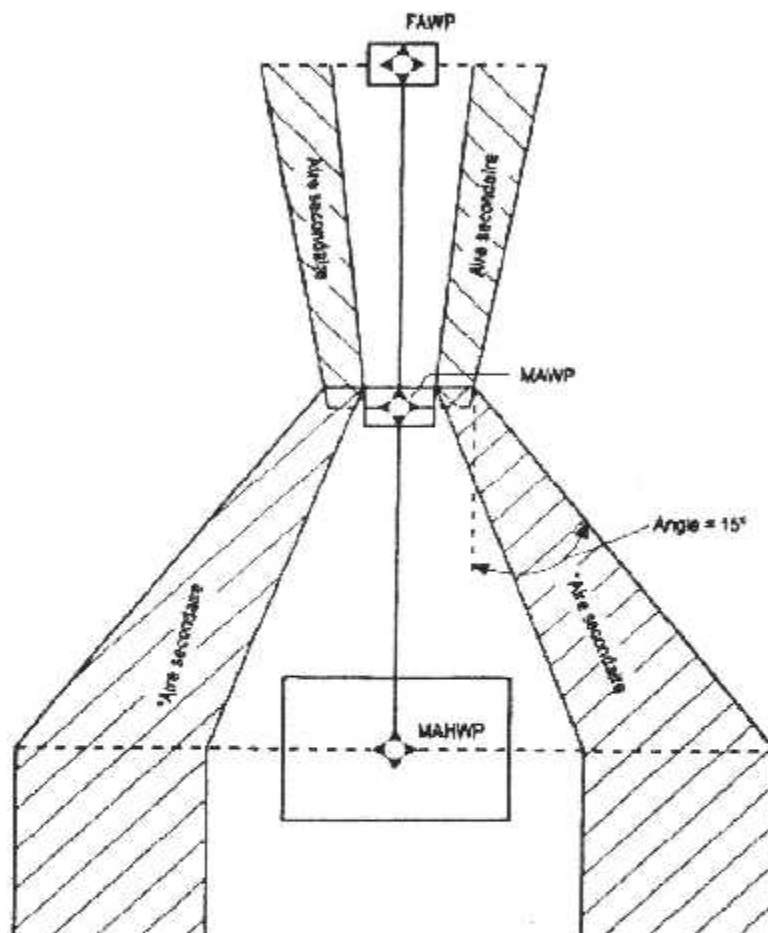
Elle est calculée de la même manière que les MAP dans le cas des procédures conventionnelles (critères généraux, III-7-1-9-2 des PANS-OPS), et ainsi que pour le calcul du début de la montée (SOC) (III-7-1-9-4-1)

▪ Largeur totale de l'aire

L'aire de tolérance d'approche interrompue commence au début du MAWP, avec une largeur égale à l'aire d'approche finale à ce point, puis l'aire s'évasera après le MAWP nominal selon un angle de 15° de part et d'autre de la trajectoire d'approche interrompue pour tenir compte de la sensibilité d'affichage du récepteur GNSS entre 0.6 Km (0.3 NM) et 1.9 Km (1.0 NM), jusqu'à une largeur totale de ± 9.3 Km (5.0 NM).

■ Approche interrompue rectiligne

Les critères pour les approches interrompues rectilignes s'appliquent (III-7-2 des PANS-OPS), il est à noter aussi que le guidage supplémentaire sur trajectoire peut être utilisé en tout point en désignant un repère GNSS (voir figure ci-dessus).

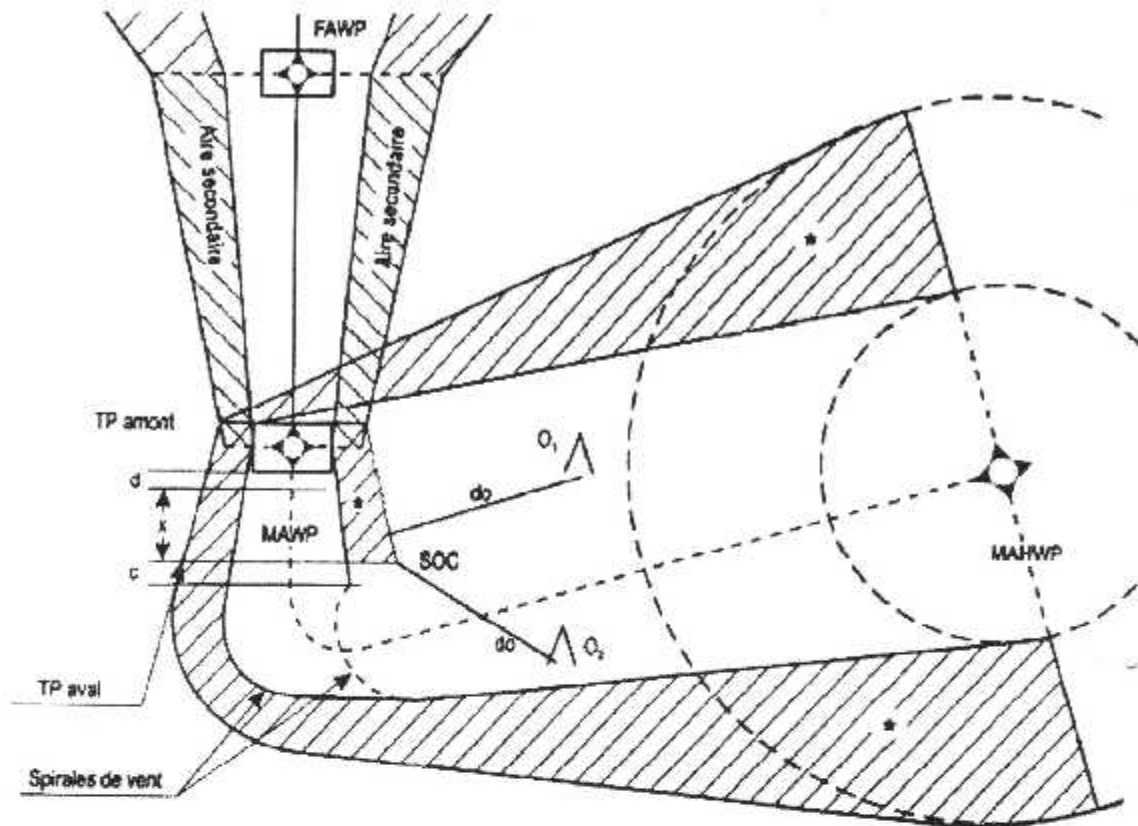


Approche interrompue rectiligne indiquant les segments initial, intermédiaire et central

■ Approche interrompue curviligne

Les critères pour les approches interrompues rectilignes s'appliquent (III-7.3.1 à 7.3.3 inclus et de 7.3.5 et 7.3.6 des PANS-OPS), la figure ci-dessous illustre une approche interrompue avec virage au MAWP.

Notons que les valeurs des longueurs minimales de segment entre le MAWP et le MATWP ou le MAHWP sont indiquées dans les tableaux du supplément III-M des PANS-OPS.



Approche interrompue curviligne

▪ Marge de franchissement d'obstacles

En attendant qu'une expérience opérationnelle des récepteurs de GNSS de base soit acquise, dont certains peuvent ne pas fournir de guidage continu après le MAWP, une marge de franchissement d'obstacles complète applicable à l'aire primaire devrait être appliquée à la pleine largeur de l'aire d'approche interrompue y compris les aires secondaires.

VI-1- HYPOTHESES

La piste 34 de l'aérodrome doit être desservie par un ILS de catégorie II, la procédure DVOR/DME-NDB déjà établie pour la piste 16/34 repose sur une installation DVOR/DME CSO se trouvant à 1100 mètres au Nord-Ouest du seuil 14 dans le prolongement de l'axe de la piste 14/32 et d'un NDB CNE se trouvant à 6.63 NM au Sud-Est du seuil 32 dans le prolongement de l'axe de la piste 14/32.

La nouvelle procédure à élaborer reposera sur une nouvelle installation DVOR/DME qui sera implantée à 630 mètres au Nord-Ouest du seuil 16 dans le prolongement de l'axe de la piste 16/34, un radioalignement de piste qui sera implanté à 290 mètres du seuil 16, un radioalignement de descente qui sera implanté à 325 mètres en aval du seuil 34 et à 120 mètres au Sud de celui-ci ;

Pour simplifier la procédure, un nouveau NDB doit être implanté à 11048 mètres au Sud-Est du seuil 34 dans le prolongement de l'axe de la piste 16/32 .

Notons que l'approche finale se déroule dans un terrain montagneux qui a une influence directe sur la trajectoire de descente .

VI-2- AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Les procédures d'approche aux instruments basées sur l'utilisation d'un DME co-implanté avec le DVOR sont des procédures d'approche dont l'axe d'approche finale n'est pas parallèle à l'axe de piste ;

Il s'agit donc de procédures d'approche directes non dans l'axe, mais l'utilisation d'un DVOR/DME nous offre la possibilité de définir une procédure d'approche aux instruments pour les deux QFU ;

Avec les informations d'azimut, de plan de descente et de distance obtenues par l'utilisation d'un système d'atterrissage aux instruments l'ILS et du fait de la bonne précision de celui-ci, on peut effectuer des approches de précision avec une bonne précision de tenue d'axe et du plan de descente et de s'affranchir de nombreux obstacles avec l'obtention d'une OCH en générale assez basse.

VI-3- CHOIX DU TYPE DE PROCEDURE

Etant donnée le moyen de guidage omnidirectionnel disponible est le DVOR/DME qui sera implanté à l'intérieur de l'enceinte aéroportuaire, ce dernier va servir comme IAF et la procédure sera du type procédure en inversion avec le guidage d'approche finale qui sera fourni par l'ILS.

VI-4- ANALYSE DES DONNEES:

- Piste : 3000 mètres orientée au 159°/339° ;
- QFU AMV : Le QFU 34 est choisi comme QFU AMV ;
- Altitude de l'aérodrome : 706 mètres ;
- Altitude du seuil 34 : 706 mètres ;
- Déclinaison magnétique : 0°W 1997 ;
- Installation radioélectrique : un DVOR/DME, un NDB et un ILS
 1. DVOR/DME : Situé à 630 mètres du seuil 16 ;
 2. NDB : à 11400 mètres du seuil 34 ;
 3. ILS (Glide) : à 325 mètres en aval du seuil 34 et à 120 mètres au Sud de celui-ci ;
Calage du Glide : 3° ;
RDH : 15 mètres (50ft) ;
Distance LLZ-THR34 : 3290 mètres ;
- Espace aérien :
DA-R65 : Zone réglementée (Avions école) définie par deux demi-cercles extérieurs de 7 Km de rayon centrés sur :
OUED SEGUIN : 361059N 0062340E
AIN M'LILA : 360218N 0063432E
Et par deux droites tangentes à ces deux cercles.

La pénétration dans cette zone est soumise à une autorisation préalable délivrée par la tour de contrôle sur les fréquences 118.3Mhz, 119.7Mhz (s).

VI-5- CATEGORIES D'AERONEFS DESSERVANT L'AERODROME

Les aéronefs qui peuvent desservir la piste sont de catégories A,B,C et D, dimension normales.

Tableau VI-5-1 : Vitesses pour le calcul des procédures (Km/h)

Catégorie d'aéronefs	V _a	Vitesse d'approche initiale	Vitesse d'approche finale	Vitesse maximale pour manoeuvres à vue (approche indirecte)	Vitesse maximale pour approche interrompue	
					Intermédiaire	Finale
A	<169	165/280(205*)	130/185	185	185	205
B	169/223	220/335(260*)	155/240	250	240	280
C	224/260	295/445	215/295	335	295	445
D	261/306	345/465	240/345	380	345	490
E	307/390	345/467	285/425	445	425	510

V_a — Vitesse au seuil égale à 1,3 fois la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage à la masse maximale à l'atterrissage certifié.

* Vitesse maximale pour les procédures d'inversion et en hippodrome.

Note — Les valeurs des vitesses V_a de la première colonne du Tableau III-1-1 sont les conversions exactes de celles du Tableau III-1-2, car elles déterminent la catégorie d'aéronef. Les valeurs figurant dans les autres colonnes sont converties et arrondies, pour des motifs d'exploitation, au plus proche multiple de 5, et sont considérées comme équivalentes du point de vue de la sécurité.

Tableau VI-5-2 : Vitesses pour le calcul des procédures (Kt)

Catégorie d'aéronefs	V _a	Vitesse d'approche initiale	Vitesse d'approche finale	Vitesse maximale pour manoeuvres à vue (approche indirecte)	Vitesse maximale pour approche interrompue	
					Intermédiaire	Finale
A	<91	90/150(110*)	70/100	100	100	110
B	91/120	120/180(140*)	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275

V_a — Vitesse au seuil égale à 1,3 fois la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage à la masse maximale à l'atterrissage certifié.

* Vitesse maximale pour les procédures d'inversion et en hippodrome.

Note — Les valeurs des vitesses V_a de la première colonne du Tableau III-1-1 sont les conversions exactes de celles du Tableau III-1-2, car elles déterminent la catégorie d'aéronef. Les valeurs figurant dans les autres colonnes sont converties et arrondies, pour des motifs d'exploitation, au plus proche multiple de 5, et sont considérées comme équivalentes du point de vue de la sécurité.

VI-6- ORDRE DE L'ETUDE

L'élaboration de la procédure d'approche de précision se subdivise en :

- Arrivée ;
- Attente ;
- Initiale ;
- intermédiaire ;
- Etude du segment de précision ;
- Approche interrompue ;

VI-7- 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 aux effets des courants verticaux et tourbillonnaires du aux reliefs environnant l'aérodrome, il est recommandé de prendre une marge de franchissement d'obstacles de 600 mètres (2000 ft).

L'examen du relief dans un cercle de 25 NM centré sur le DVOR/DME plus une zone tampon de qui s'étend de 25 NM jusqu'à 30 NM nous a conduit à un découpage en trois secteurs : (schéma VI-7)

- **Secteur Nord-Est : QDM 180°- QDM 270°**

L'obstacle le plus haut dans ce secteur est le Djebel OUASCH d'une hauteur de 1281 mètres ;

Donc, l'AMS = $1281 + 600 = 1881$ mètres ;

L'AMS \cong 1900 mètres ;

\cong 6230 ft ;

- **Secteur Sud : QDM 270° - QDM90°**

L'obstacle le plus haut dans ce secteur est le Djebel GUERIOUN d'une hauteur de 1729 mètres ;

Donc, l'AMS = $1729 + 600 = 2329$ mètres ;

\Rightarrow l'AMS \cong 2350 mètres,

\cong 7700 ft ;

- **Secteur Nord-Ouest : QDM 090°-QDM 180°**

Le relief le plus dominant dans ce secteur est le Djebel MSID AICHA d'une hauteur de 1462 mètres ;

Donc, l'AMS = $1462 + 600 = 2062$ mètres ;

\Rightarrow l'AMS \cong 2100 mètres ;

\cong 6800 ft ;

NOTE :

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.

VI-8- ATTENTE

VI-8-1- Estimation du nombre de niveaux de vol

Le nombre de niveaux de vol utilisables simultanément 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 exécuté à la verticale de la nouvelle installation DVOR/DME en supposant que l'entrée dans ce circuit est omnidirectionnelle ;

VI-8-2 Eléments de protection

▪ Altitude maximale de protection

L'altitude pression maximale de protection doit être au moins égale à la plus grande des AMS, calculées précédemment, majorée de 600 mètres (2000ft).

Cette majoration forfaitaire nous donne la valeur la plus élevée de l'altitude pression correspondant à chaque altitude minimale d'arrivée ;

$$Z_p = 7700 + 2000 = 9700 \text{ ft ;}$$
$$Z_p \approx 10000 \text{ ft (3048 m) / MSL}$$

▪ Vitesse maximale de protection

La procédure étant protégée pour les aéronefs de catégories 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 la turbulence.

- **Temps d'éloignement** : 1min (60 sec);
- **Température** : ISA + 15° ;
- **Sens de virage** : à droite ;
- **Entrées** : Omnidirectionnelles ;
- **Route magnétique d'éloignement** R339° ;

- Echelle : 1/200 000 ;

VI-8-3- Tracé de l'aire de protection de l'attente (Voir Schéma VI-8-7)

L'aire de protection de la procédure d'attente est constituée d'une aire de base et d'une zone tampon.

- Construction de l'aire de base

Elle se fait en deux étapes :

Etape 01 : Tracé du gabarit (Voir Schéma VI-8-1)

Le gabarit du circuit d'attente est tracé en prenant en compte les éléments de protection cités ci-dessus et en se référant.

Ce gabarit tient en 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

$$K = 1.1960 ;$$

$$VV = K \cdot VI = 520 \cdot 1.1960 = 621.92 \text{ Km/h};$$

$$V = VV/3600 = 0.1727 \text{ Km/s};$$

$$R = \text{Min}(943.27/ VV, 3^\circ/\text{s}) = 1.52^\circ/\text{s};$$

$$r = VV / (62.83 \cdot R) = 6.51 \text{ Km};$$

$$H = 3.050 \text{ Km};$$

$$W = 12 \cdot H + 87 = 123.6 \text{ Km/h};$$

$$W' = W / 3600 = 0.03433 \text{ Km/s};$$

$$E_{45} = 45 \cdot W' / R = 1.016 \text{ Km};$$

$$T = 60 \cdot T = 60 \text{ s};$$

$$L = V \cdot t = 0.1727 \cdot 60 = 10.36 \text{ Km};$$

$$ab = 5 * V = 5 * 0.1727 = 0.86 \text{ Km};$$

$$ac = 11 * V = 11 * 0.1727 = 1.9 \text{ Km};$$

$$gi_1 = gi_3 = (t-5) * V = (60-5) * 0.1727 = 9.50 \text{ Km};$$

$$gj_2 = gi_4 = (t+21) * V = (60+21) * 0.1727 = 14.00 \text{ Km};$$

$$W_b = 5 * W' = 5 * 0.03433 = 0.17 \text{ Km};$$

$$W_c = 11 * W' = 11 * 0.03433 = 0.38 \text{ Km};$$

$$W_d = W_c + E_{45} = 0.38 + 1.016 = 1.4 \text{ Km};$$

$$W_e = W_c + 2 * E_{45} = 0.38 + 2 * 1.016 = 2.41 \text{ Km};$$

$$W_f = W_c + 3 * E_{45} = 0.38 + 3 * 1.016 = 3.43 \text{ Km};$$

$$W_g = W_c + 4 * E_{45} = 0.38 + 4 * 1.016 = 4.44 \text{ Km};$$

$$W_h = W_b + 4 * E_{45} = 0.17 + 4 * 1.016 = 4.23 \text{ Km};$$

$$W_o = W_b + 5 * E_{45} = 0.17 + 5 * 1.016 = 5.25 \text{ Km};$$

$$W_p = W_b + 6 * E_{45} = 0.17 + 6 * 1.016 = 6.27 \text{ Km};$$

$$W_{i1} = W_{i3} = (t+6) * W' + 4 * E_{45} = 6.33 \text{ km};$$

$$W_{i2} = W_{i4} = W_{i1} + 14 * W' = 6.81 \text{ Km};$$

$$W_j = W_{i2} + E_{45} = 7.83 \text{ Km};$$

$$W_k = W_l = W_{i2} + 2 * E_{45} = 8.84 \text{ Km};$$

$$W_m = W_{i2} + 3 * E_{45} = 9.86 \text{ Km};$$

$$W_{n3} = W_{i1} + 4 * E_{45} = 10.39 \text{ Km};$$

$$W_{n4} = W_{i2} + 4 * E_{45} = 10.87 \text{ Km};$$

$$XE = 2 * r + (t+15) * V + (t + 26 + 195 / R) * W' = 33.33 \text{ Km};$$

$$YE = 11 * V * \cos 20^\circ + r * (1 - \sin 20^\circ) + (t + 15) * \text{tg } 5^\circ + (t + 26 + 125/R) * W'$$

YE = 17.43 Km;

Etape 02 : (Voir Schéma VI-8-6)

Le tracé de l'aire de base de la procédure d'attente est effectué en déplaçant l'origine du gabarit autour de l'aire de tolérance du repère VOR/DME (schéma VI-8-2) et en ajoutant les aires nécessaires pour protéger les entrées (schémas VI-8-3 et VI-8-4 VI-8-5);

Etape 03 : (Schéma VI-8-7)

Enfin d'une zone tampon de 9.3 Km (5NM) est ajoutée autour de l'aire de base.

VI-8-4- Détermination de l'orientation de l'attente

La branche de rapprochement de l'attente est à priori orientée selon la radiale 159° ;

VI-8-5- Altitude minimale d'attente

- Aire de base : Djebel ZOUAOUI 1361 m + 600 m (MFO) ;
- 1° zone tampon : Djebel EL AKHAL 1256 m + 600 m (100%MFO) ;
- 2° zone tampon : Djebel SIDI DRIS 1364 m + 300 m (50%MFO) ;
- 3° zone tampon : Djebel EL HADJAR 1166 m + 240 m (40% MFO) ;
- 4° zone tampon : Djebel KHAMSA 1093 m + 180 m (30% MFO) ;
- 5° zone tampon : Djebel MSID AICHA 1462 m + 120 m (20% MFO) ;

Donc, l'Altitude Minimale d'attente est égale au maximum de :

- 1361 m + 600 m = 1916 mètres ;
- 1256 m + 600 m = 1856 mètres ;
- 1364 m + 300 m = 1664 mètres ;
- 1166 m + 240 m = 1406 mètres ;
- 1093 m + 180 m = 1273 mètres ;
- 1462 m + 120 m = 1582 mètres ;

Soit 1916 mètres arrondie à 1920 mètres (6400 ft), qui est l'Altitude de Transition.

VI-8-6- Grille des niveaux de transition

AT = 1920 mètres (6400 ft)

QNH	De 956.1 à 973.5	De 973.6 à 991.4	De 991.5 à 1009.5	De 1009.6 à 1027.9	De 1028.0 à 1046.6	De 1046.7 à 1065.5
AT (m)						
1920	80	75	70	65	60	55

VI-9- Segment d'approche initiale

Le segment d'approche initiale commence à l'IAF Défini par la verticale à l'installation VOR/DME, tel que l'aéronef quitte l'attente et amorce sa descente en suivant la radiale 339 jusqu'à la verticale de l'NDB où il exécutera une procédure d'inversion pour rejoindre la même trajectoire en sens inverse.

VI-9-1- Aire de protection de virage conventionnel
 (Schéma VI-10-3)

Il se fait en deux étapes :

- Construction du gabarit de virage conventionnel 45°/ 180°, qui tient compte de tous les facteurs qui peuvent amener un aéronef à s'écarter de sa trajectoire nominale, sauf ceux qui définissent l'aire de tolérance du début du virage d'éloignement ;
- Dessiner l'aire de protection du virage conventionnel en déplaçant le point « a » du gabarit le long du périmètre de l'aire de tolérance du début du virage d'éloignement (schéma VI-10-5).
- **Construction du gabarit de virage conventionnel 45°/ 180°**

VI : 345 Km/h (185Kt); (schéma VI-10-1)

H : 1300 m/MSL (4265ft);

t : 1.25 min (75 sec);

Température :ISA + 15° ;

▪ **Calculs**

$$VV = V1 * 171233 * [(288 \pm VAR) - 0.006496 * H]^{0.5} - [288 - 0.006496 * H]^{2.628}$$

$$VV = 377.30 \text{ Km/h;}$$

$$V = VV/3600 = 0.1048 \text{ Km/s;}$$

$$R = \text{Min}(943.27/ VV, 3^\circ/\text{s}) = 2.5^\circ/\text{s;}$$

$$r = VV / (62.83 * R) = 2.402 \text{ Km;}$$

$$H = 1.30 \text{ Km;}$$

$$W = 12 * H + 87 = 102.60 \text{ Km/h;}$$

$$W' = W / 3600 = 0.0285 \text{ Km/s;}$$

$$E = W' / R = 0.0114 \text{ Km}^\circ/\text{s;}$$

$$ab = 5 * V = 5 * 0.1049 = 0.524 \text{ Km;}$$

$$cd = (t - 5 - 45 / R) * V = (75 - 5 - 45 / 2.498) * 0.1049 = 5.450 \text{ Km;}$$

$$cd_1 = cd_3 = cd - 5 * V = 4.930 \text{ Km;}$$

$$cd_2 = cd_4 = cd + (15 * V) = 7.022 \text{ Km;}$$

$$W_c = (5 * W') + (45 * E) = 0.655 \text{ Km;}$$

$$W_{d2} = W_{d4} = (t + 15) * W' = 2.56 \text{ Km ;}$$

$$W_f = W_{d2} + 50 * E = 3.135 \text{ Km;}$$

$$W_g = W_h = W_{d2} + 100 * E = 3.705 \text{ Km;}$$

$$W_i = W_{d2} + 150 * E = 4.275 \text{ km;}$$

$$W_j = W_{d2} + 200 * E = 4.845 \text{ Km;}$$

$$W_k = (t - 5) * W' + 200 * E = 4.275 \text{ Km;}$$

$$W_l = W_k + 50 * E = 4.845 \text{ Km.}$$

▪ Trajectoire nominale

1. Tracer une droite représentant l'axe de la procédure et marquer les points « a » et « b » sur celle-ci
2. A partir de « b », tracer le virage d'éloignement nominal de 45° jusqu'en « c »
3. Tracer entre « c » et « d », le virage de rapprochement nominal de 180°.

▪ Influence des tolérances techniques de vol

1. A partir du point « c », tracer deux droites formant un angle de 5° de part et d'autre du parcours d'éloignement nominal ;
2. Marquer les points « d1 », « d2 », « d3 » et « d4 » sur ces droites ;
3. En prenant pour centre le point « e2 » à la distance r de « d2 » sur la perpendiculaire au parcours d'éloignement nominal (droite passant par d2 et d4) tracer le virage de rapprochement de rayon r commençant en « d2 » ;
4. Marquer les points « f » et « g » sur cet arc à 50° et 100° de « d2 » ;
5. En prenant pour centre les points « e3 » et « e4 », tracer les arcs correspondants commençant en « d3 » et « d4 » ;
6. Marquer les points « h », « i » et « j » à 100°, 150° et 200° de « d4 » et les points « k » et « l » à 200° et 250° de « d3 ».

▪ influence du vent

1. l'effet du vent est calculé pour chaque point en multipliant la vitesse du vent W par le temps de vol depuis le point « a » ;
2. Tracer les arcs de centre « c », « d2 », « f », « g », « h », « i », « j », « k » et « l » et de rayon $W_c, W_{d2}, W_f, W_g, W_h, W_i, W_j, W_k$ et W_l .

▪ Tracé du contour de gabarit

Il se compose de :

1. La tangente passant par « a » à l'arc centré en « c » ;
2. La tangente commune aux arcs centrés en « c » et « d2 » ;
3. L'enveloppe spirale des arcs centrés en « d2 », « f » et « g » ;
4. L'enveloppe spirale des arcs centrés en « h », « i » et « j » ;
5. L'enveloppe spirale des arcs centrés en « k » et « l » ;
6. La tangente commune aux spirales 3) et 4) ;
7. La tangente commune aux spirales 4) et 5) ;
8. La tangente passant par « a » à la spirale 5).

- **Tracé de l'aire de protection du virage conventionnel**

- **Aire de tolérance de début de virage d'éloignement**

1. a partir du point O, représentant l'installation VOR/DME, tracer la radiale de la procédure et ses deux droites de protection qui font un angle de 5.2° de part et d'autre de la radiale ;
2. Marquer le point A (l'emplacement de l'NDB) représentant le point nominal du commencement du virage d'éloignement ;
3. Tracer l'aire de tolérance du point A délimitée par les points A1, A2, A3 et A4, comme il est indiqué à la figure VI-10-2 ;

Notons que les valeurs de V, W' et H sont déjà calculées, D représente la distance DME spécifiée en Km (NM) et d1 représente la tolérance qui s'applique à cette indication DME.

$$OA = D = 11048 + 630 + 3000 = 14678 \text{ mètres} = 14.678 \text{ Km};$$

$$d1 = 0.46 \text{ Km (0.25 NM)} + 0.0125 D.$$

$$= 0.46 (0.25 \text{ NM}) + 0.0125 \times 14.678 = 0.643 \text{ Km (0.349 NM)};$$

$$OA1 = OA3 = D - d1 = 14.035 \text{ Km};$$

$$OA2 = OA4 = D + d1 = 15.964 \text{ Km};$$

$$A2A2' = A4A4' = 6 \times (V + W') = 6 \times (0.1048 + 0.0285) = 0.799 \text{ Km};$$

- **Aire primaire**

1. Placer le point « a » du gabarit sur « A1 » avec l'axe de la procédure parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer la courbe « 1 » qui est une partie du périmètre de gabarit ;
2. De la même, placer le point « a » du gabarit successivement sur « A2 », « A3 » et « A4 ».
3. Tracer les tangentes communes aux courbes « 1 », « 2 », « 3 » et « 4 », la tangente passant « O » à la courbe « 1 » et la tangente passant par « O » à la courbe « 3 ». (schéma VI-10-3).

- **Aire secondaire**

Tracer la limite de l'aire secondaire à une distance de 4.6 Km (2.5 NM) du périmètre de l'aire primaire.

Concernant l'interface entre l'aire du segment d'approche initial et les aires de virage conventionnel, l'aire primaire du segment d'approche initial se situe à 4.6 Km (2.5 NM) de la trajectoire nominale, sera confondue avec l'aire primaire de la procédure de virage conventionnel. Les aires secondaires des deux phases de la procédure seront confondues de manière qu'une largeur constante de 4.6 Km (2.5 NM) soit respectée.

VI-9-2- Réduction de l'aire de la procédure d'inversion

Afin d'éviter la montagne de GUERRIOUN durant l'amorce du virage conventionnel, il s'est avéré nécessaire et impératif de spécifier une distance DME de garde pour limiter le parcours d'éloignement, l'aire de protection du virage conventionnel peut être réduit en appliquant le gabarit de virage conventionnel à l'altitude 1300 mètres (Schéma VI-9-4), de la façon suivante :

1. Prendre l'aire de protection de virage conventionnel ;
2. En prenant pour centre le point S représentant la position de station DME, tracer les arcs « DL » et « DL2 » à la fin du parcours d'éloignement. Le rayon DL est la distance de S à la fin de parcours d'éloignement nominal. Le rayon DL2 est égal à DL plus la tolérance d2 du DME. d2 est égale à 0.25 Km (0.25 NM) + 0.0125 DL ;
3. Placer le point « a » à l'intersection de « DL2 » et du périmètre de l'aire de protection du virage conventionnel. L'axe du gabarit doit être parallèle au parcours d'éloignement nominal ;
4. Déplacer le point « a » du gabarit le long de « DL2 » pour tracer la courbe « R », l'aire comprise entre la courbe « R » et l'extrémité coté éloignement de l'aire de protection du virage conventionnel peut être supprimée.

La distance sol de la station DME à la fin du parcours d'éloignement nominal est de 21500 mètres ;

La distance oblique (à 1300 mètres) est de : 21508 mètres (11.610NM), soit approximativement 12 DME (supplément IV-A-8 des PANS-OPS);

$$d2 = 0.46 \text{ Km (0.25 NM)} + 0.0125 \times 22.224 = 0.7378 \text{ Km (0.398 NM)};$$

$$\begin{aligned} DL2 &= DL + d2 = 22.224 \text{ (12 NM)} + 0.7378 \text{ (0.398 NM)} \\ &\Rightarrow DL2 = 22.96 \text{ Km (12.398 NM)}; \end{aligned}$$

VI-10- Segment d'approche intermédiaire

Le segment d'approche intermédiaire commence à la fin du virage d'éloignement qui est en palier (12DME) et prend fin au FAP.

VI-11- Emplacement des radio bornes

Les distances idéales séparant les radio bornes extérieure (OM) et intermédiaire (MM) du seuil sont celles recommandées par l'Annexe 10, telle que l'OM se trouve à 7200 mètres du seuil et le MM à 1050 mètres.

L'angle de la trajectoire de descente étant de 3° (5.2%), donc :

1. la hauteur de la trajectoire de descente au-dessus de l'OM est de :

$$15 + 7200 \times \text{tg}3^\circ = 392.34 \text{ mètres (1287ft) / sol ;}$$

$$1098.34 \text{ mètres (3603.4ft) / MSL ;}$$

2. la hauteur de la trajectoire de descente au-dessus de l'OM est de :

$$15 + 1050 \times \text{tg}3^\circ = 70 \text{ mètres (230ft)/sol ;}$$

$$776 \text{ mètres (2546ft) / MSL ;}$$

VI-12- Etude de segment de précision

Avant d'entamer l'étude de ce segment, il faut d'abord situer le point approximatif d'approche finale (FAP) et l'extrémité du segment de précision ;

Le FAP sera approximativement à 11048 mètres.

Le segment de précision comprend le segment d'approche finale ainsi que les segments d'approche initiale et intermédiaire de l'approche interrompue situés dans l'axe de piste avant que l'avion atteigne une hauteur de 300mètres (1000ft) pour l'exploitation de catégorie I ou de 150 mètres (500ft) pour l'exploitation de catégorie II;

Pour calculer 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.

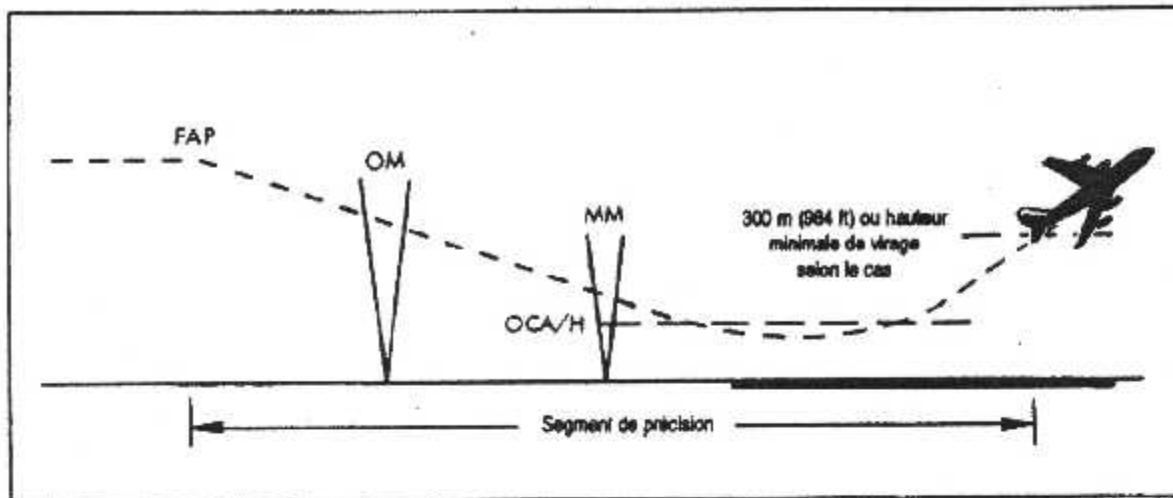


Figure VI-12-1 : Segment de précision

Ces dernières 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 du 1/25 000 ou 1/50 000 pour les obstacles plus éloignés ;

Pour notre cas, on a opté pour la deuxième méthode qui présente les avantages suivants :

1. Surfaces réduites, donc moins d'obstacles ;
2. Tient compte des variations de GP, de RDH, de la géométrie des aéronefs et de la pente de d'approche interrompue.

L'élaboration de la procédure repose en partie sur l'hypothèse qu'en exploitation de catégories I, II et III, les obstacles ne dépassent pas les surfaces intérieures d'approche et de transition, ni la surface d'atterrissage interrompue de l'Annexe 14 ;

VI-12-1- Calcul de l'OCH_{PS} avec les surfaces OAS

Les surfaces d'évaluation d'obstacles représentent un ensemble de six portion de plans constituant un volume qui contient statistiquement l'ensemble des trajectoires d'approche finale et d'approche interrompue initiale pour un seuil de probabilité de présence choisi de l'ordre de 10^{-7} .

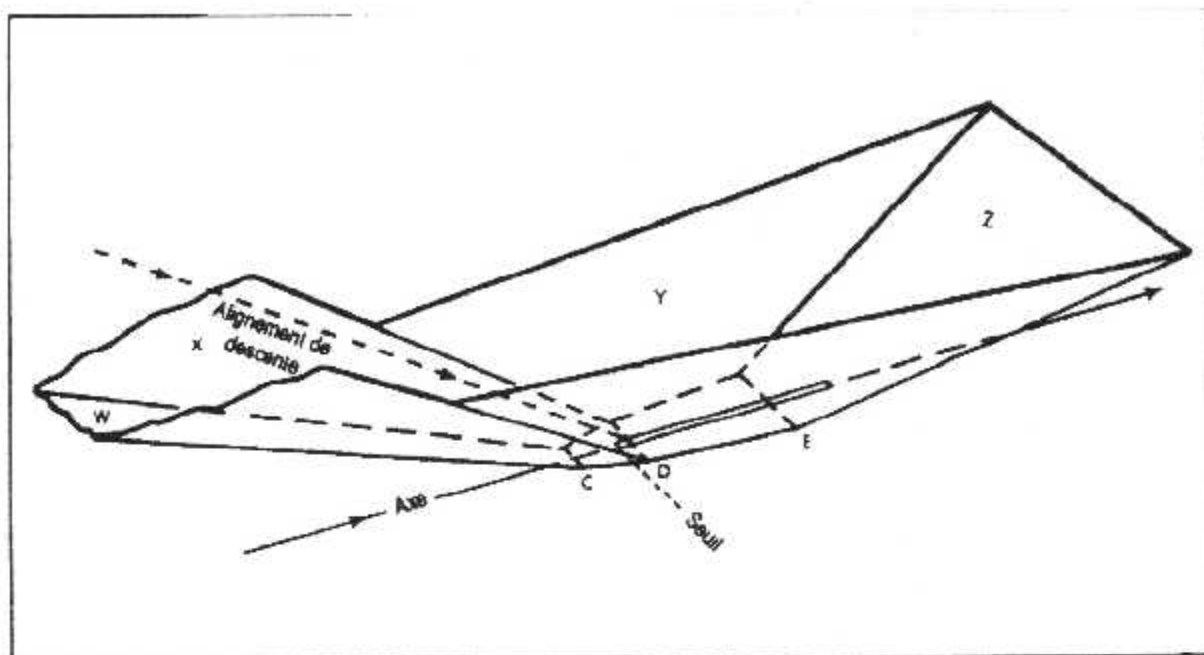


Figure VI-12-2 : Surfaces d'évaluation d'obstacles _ Vue en perspective

▪ Tracé du gabarit OAS de Catégorie II (Schéma VI-12-1)

Afin de bien se représenter l'ensemble de ces surfaces, on trace ces dernières sur une carte d'une échelle 1/50 000 avec l'utilisation d'une carte d'une échelle 1/20 000 pour l'analyse des obstacles à proximité de la piste (carte d'obstacles AIP).

Une première analyse des obstacles nous donne les résultats suivants :

- L'antenne GP et les aéronefs en attente ne constituent pas des obstacles potentiels, car leurs coordonnées par rapport au seuil ne dépassent pas les valeurs maximales prescrites dans le tableau ci-dessus ;
- 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 ;

La piste est longue de 3000 mètres et la distance retenue entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil 34 est de 3200 mètres, avec un angle d'alignement de descente recommandé et retenue de 3° .

Tableau VI-12-1 : Objets qui peuvent être négligés dans le calcul de l'OCA/H

	Hauteur maximale au-dessus du niveau du seuil	Distance latérale minimale par rapport à l'axe de piste
Antenne d'alignement de descente	17 m (55 ft)	120 m
Aéronef circulant au sol	22 m (72 ft)	150 m
Aéronef sur plate-forme d'attente ou point d'attente de circulation entre le seuil et -250 m	22 m (72 ft)	120 m
Aéronef sur plate-forme d'attente ou point d'attente de circulation entre le seuil et -250 m (catégorie I seulement)	15 m (50 ft)	75 m

■ RECOMMANDATION : (voir le Volume I de l'Annexe 10)

« IL est recommandé que l'angle de site de l'alignement de descente ILS soit de 3°. Il est recommandé de ne pas adopter un angle de site supérieur à 3° pour l'alignement de descente ILS, à moins qu'il soit impossible de satisfaire d'une autre façon les critères de franchissement d'obstacles ».

le tableau des constantes OAS reproduit ci-dessous est extrait du supplément III-I du volume II des PANS-OPS (document 8168) ;

Les surfaces OAS se composent de plans dont les équations dans un repère orthonormé lié au seuil 34 sont du type : $z = Ax + By + C$;

Tableau VI-12-2 :

DONNEES OAS ILS ANGLE AL. DESC. 3,00 DIST. LLZ/SEUIL 3200.

	CONSTANTES OAS ILS						CONSTANTES OAS MODIFIEES POUR P.I.L. AUTOM. CAT II		
	CAT I			CAT II			A	B	C
	A	B	C	A	B	C			
M	.078500	.000000	-6.01	.035500	.000000	-6.19	.035500	.000000	-6.19
M ⁴							.042000	.000000	-12.39
1	.027976	.184514	-16.91	.035493	.236106	-21.72	.041752	.274408	-25.62
Y 5.0P	.018135	.258945	-29.77	.025907	.369921	-42.53	.025907	.369921	-42.53
2	-.050000	.000000	-45.00	-.050000	.000000	-45.00	-.050000	.000000	-45.00
Y 4.0P	.020449	.261458	-26.75	.028391	.335236	-37.14	.028391	.335236	-37.14
3	-.040000	.000000	-36.00	-.040000	.000000	-36.00	-.040000	.000000	-36.00
Y 3.0P	.022886	.223047	-23.57	.030861	.300768	-31.78	.030761	.300768	-31.78
4	-.030000	.000000	-27.00	-.030000	.000000	-27.00	-.030000	.000000	-27.00
Y 2.5P	.024257	.212726	-21.76	.032176	.282298	-28.91	.032176	.282298	-28.91
5	-.025000	.000000	-22.50	-.025000	.000000	-22.50	-.025000	.000000	-22.50
Y 2.0P	.025666	.202040	-19.93	.033510	.263785	-26.03	.033510	.263785	-26.03
6	-.020000	.000000	-18.00	-.020000	.000000	-18.00	-.020000	.000000	-18.00

COORDONNEES GABARIT OAS (M)

	ALTIUDE DU SEUIL CAT I		CAT II		PIL. AUTOM. CAT II	
	X	Y	X	Y	X	Y
C	281	49	173	66	173	66
D	-286	135	-286	135	-286	135
E 5.0P	-900	178	-900	178	-900	178
4.0P	-900	187	-900	187	-900	187
3.0P	-900	198	-900	198	-900	198
2.5P	-900	205	-900	205	-900	205
2.0P	-900	213	-900	213	-900	213

	HAUTEUR 300 M CAT I		HAUTEUR 150 M CAT II		HAUTEUR 150 M** PIL. AUTOM. CAT. II	
	X	Y	X	Y	X	Y
C''	10807	78	4382	71	3866	49
C''''					1000	48
D''5.0P	5438	892	2576	340	1373	424
E''	-6900	1756	-3900	793	-3900	793
D''4.0P	5438	892	2576	340	1105	464
E''	-8400	2064	-4650	952	-4650	952
D''3.0P	5438	892	2576	340	553	547
E''	-10900	2569	-5900	1209	-5900	1209
D''2.5P	5438	892	2576	340	-81	643
E''	-12900	2983	-6900	1420	-6900	1420
D''2.0P	5438	892	2576	340	-1568	866
E''	-15900	3603	-8400	1734	-8400	1734

P = POURCENTAGE

** NOTE

LES COORDONNEES C'''' SONT CELLES DU GABARIT A LA HAUTEUR DE 29,6M C'EST-A-DIRE A L'INTERSECTION DES SURFACES W ET W'' (PIL. AUTOM. CAT II SEULEMENT)

Les constantes des équations des plans X, Y, W et Z, ainsi que les coordonnées des points d'intersection de ces plans avec le plan horizontal contenant le seuil de piste (C, D, E) et avec le plan horizontal z = 150 m (C'', D'', E'') sont tirées de ce tableau, ces valeurs prises, pour une combinaison de :

- Distance LLZ - QFU 34 : 3200 mètres ;
- Calage de GP : 3° ;
- Pente de montée en API : 2.5° ;

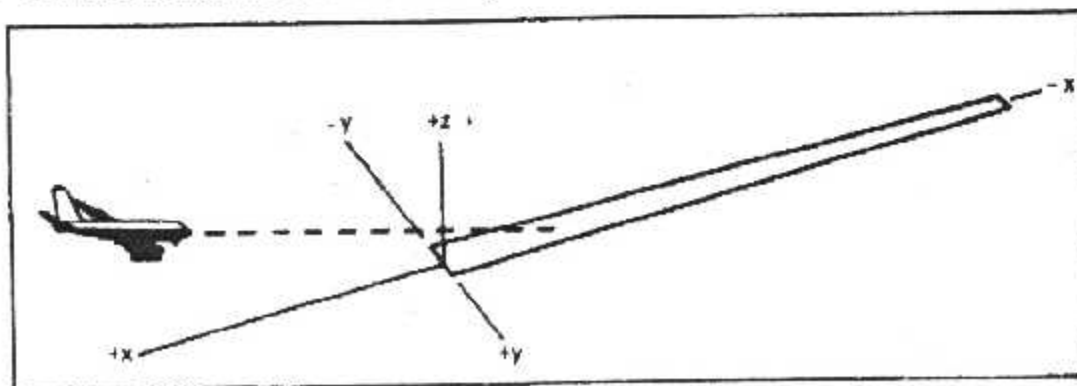


Figure VI-12-3 : Système de coordonnées

Note

Ces coordonnées sont exprimées en mètres.

1. Avec directeur de Vol

deux tableaux ont été publiés pour les OAS de catégorie II, celui de gauche s'applique au directeur de vol de catégorie II, celui de droite au pilote automatique de la même catégorie.

Ces deux tableaux présentent les différences suivantes :

1. Les valeurs des constantes A et B diffèrent pour les Surfaces X ;
2. En plus de la surface W, le tableau de droite "Pilote automatique" de catégorie II comporte une surface W supplémentaire (W*) qui est plus inclinée que la surface W qu'elle coupe à 1000 mètres.

Coordonnées des points d'intersection de ces plans avec les plans horizontaux

	QFU 34			z = 150 mètres		
	C	D	E	C''	D''	E''
X	173	-286	-900	4362	2576	-6900
Y	66	135	205	71	340	1420

Coefficients des plans OAS pour ces caractéristiques

Coefficients Plans	A	B	C
W	0.0358	0	-6.19
X	0.035493	0.236106	-21.72
Y	0.032184	0.282298	-28.91
Z	-0.025	0	-22.50

2. Avec pilote automatique

Coordonnées des points d'intersection de ces plans avec les plans horizontaux à 150 mètres

	QFU 34			z = 150 mètres			
	C	D	E	C''	C''''	D''	E''
X	173	-286	-900	3866	1000	-5900	-81
Y	66	135	205	49	48	1209	643

Coefficients des plans OAS pour ces caractéristiques

Coefficients Plans	A	B	C
W	0.0358	0	-6.19
W*	0.042	0	-12.39
X	0.041852	0.278408	-25.62
Y	0.032184	0.0282298	-28.91
Z	-0.025	0	-22.50

▪ 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 150 mètres au-dessus du seuil de piste, en prenant en considération que la découpe des plans X et W qui assurent la protection en approche finale doit être adaptée pour coïncider avec l'altitude de l'aire de protection du segment d'approche intermédiaire.

Altitude du FAP : 1600ètres (5250ft) ;
 Altitude du segment d'approche intermédiaire : 1600ètres (5250ft) ;
 MFO en intermédiaire : 300tres (1000ft) ;
 Altitude du seuil : 706 mètres (2316ft) ;

Les plans X et W doivent donc être prolongés jusqu'à une hauteur de :
 $1600 - 300 - 706 = 594$ mètres (1949ft) ;

Le FAP qui sera donc à 11048 mètres à une hauteur de 594m (1300-706)
 et la largeur précise de l'aire à l'altitude du FAP sera obtenue à l'aide de
 l'équation de la surface d'évaluation d'obstacles X :

$$Z = 0.035493 * x + 0.236106 * y - 21.72 ; \text{ telle que : } x = 11048 \text{ m ;}$$

$$\Rightarrow y = [594 - (0.035493 * 11048) + 21.72] / 0.236106 ;$$

$$\Rightarrow y = 947 \text{ m ;}$$

Donc, la demi largeur à l'altitude du FAP (1300 mètres/ MSL) est de 947
 mètres.

A une hauteur de 444 mètres (150 mètres en dessous de l'altitude de
 passage du FAP), la demi largeur du plan X obtenue par la même équation est : _

$$Z = 444 - (0.035493 * x) + 0.236106 * y - 21.72 ;$$

$$\Rightarrow y = [444 - (0.035493 * 11048) + 21.72] / 0.236106 ;$$

$$\Rightarrow y = 312 \text{ mètres ;}$$

La pente de la surface W qui aussi doit être prolongé jusqu'à une hauteur
 de 594 mètres, est de 0.0358, soit 3.58 % et sa limite amont aura comme
 abscisse :

$$Z = 594 = 0.0358 * x - 6.19$$

$$\Rightarrow x = [594 + 6.19] / 0.0358 ;$$

$$\Rightarrow x = 16765 \text{ mètres ;}$$

Géométriquement le prolongement des plans X est basé sur le fait que les
 intersections entre les plans X et les plans horizontaux à 150 mètres génèrent des
 droites parallèles entre elles.

L'intersection du plan de protection 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.

Note :

Les droite DD'' se trouvent dans le plans du Glide ; et lors de l'extension
 du gabarit OAS, le point correspondant à D'' est appelé le point I, qui représente
 le point le plus aval du plan de protection du segment intermédiaire et le fait que
 notre procédure comprend une inversion, les aires de protection associée doit se

raccorder avec les surfaces OAS au plus tard en ce point. Ayant prolongé les plans X et W, on obtient les surfaces OAS (SchémaVI-12-2).

▪ Obstacles situés à l'intérieur des projections des surfaces OAS

Lors de la détermination des obstacles qui figurent à 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 sous quel plan des OAS se trouve chacun des obstacles ;
2. Calculer à l'aide de son équation, la hauteur de ce plan à la verticale de l'obstacle ;
3. Comparer cette hauteur à la hauteur l'obstacle par rapport au seuil.

Notons que l'origine de l'axe des hauteurs se trouve à l'altitude du seuil de piste.

Obst N°	Description	x	y	z	Plan concerné	z plan	Position
1	Colline	3950	125	16	X	147.99	Ne perce pas
2	Colline	2800	-150	10	X	42.24	Ne perce pas
3	Colline	-125	-225	4	Y	30.58	Ne perce pas
4	Colline	-400	-600	24	Y	127.59	Ne perce pas
5	Colline	-925	-125	19	Z	0.625	perce
6	Radar	-1590	-690	66	Y	114.7	Ne perce pas
7	Colline	-1800	-250	25	Z	22.5	perce
8	Colline	-1950	200	6	Z	26.25	Ne perce pas
9	Colline	-2175	-400	32	Y	14	perce
10	TWR	-2400	630	25	Y	71.69	Ne perce pas
11	Colline	-2625	-725	8	Y	91.27	Ne perce pas
12	Colline	-4025	375	5	Z	78.12	Ne perce pas
13	Colline	-4400	-850	18	Y	69.43	Ne perce pas
14	Colline	-4875	-375	27	Z	99.37	Ne perce pas
15	Colline	-5250	-850	56	Y	42	perce

▪ 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.

Afin d'améliorer la valeur de l'FOCH PS_2 , il est important de distinguer parmi tous les obstacles qui percent les surfaces OAS quels sont ceux qui sont survolés dans la phase d'approche interrompue.

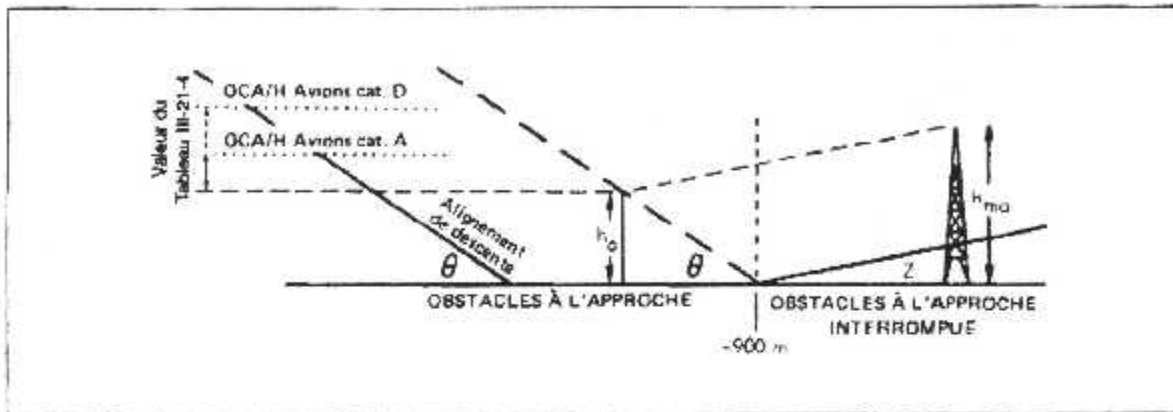


Figure VI-12-4 : Obstacles à l'approche interrompue au-delà de -900 mètres

A l'aide de l'équation $z = [x + 900] * \text{tg } \theta$, 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 (Figure III-21-19)

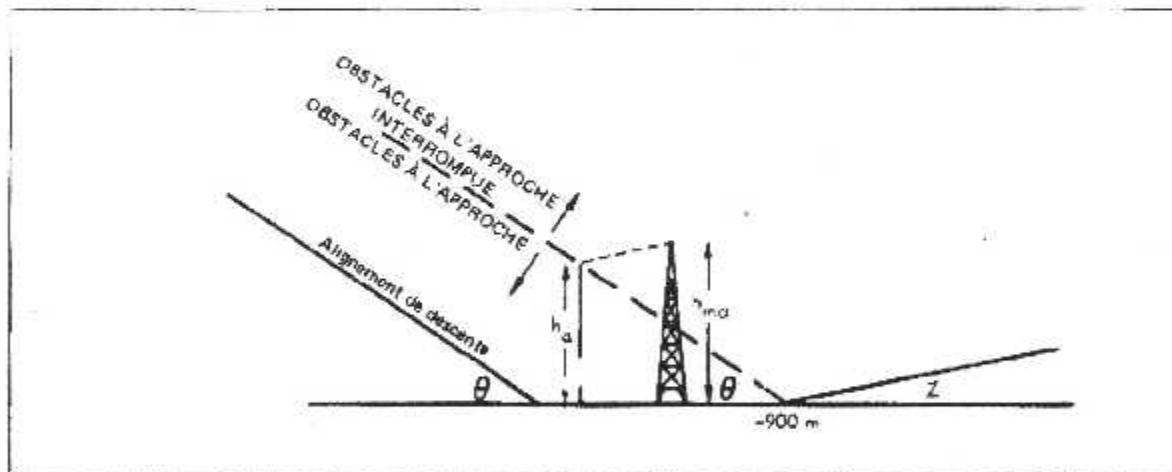


Figure VI-12-5 : Obstacles à l'approche interrompue avant -900 mètres

Notes :

3. Les obstacles qui ont une abscisse inférieure à -900 mètres se trouveront au-dessus de GP' ;
4. Le plan GP' est un plan 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 amorcé une approche interrompue sur le plan du Glide sont capables de tenir une pente de montée à 2.5 % ; Ces points sont appelés SOC (Start Of Climb) ;

5. 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.

Obst N°	Description	x	y	z	Hauteur GP'	Position
1	Colline	-925	-125	19		API
2	Colline	-1800	-250	25		API
3	Colline	-2175	-400	32		API
4	Colline	-5250	-850	56		API

▪ **Transformation des obstacles en approche interrompue en obstacles en obstacles équivalents en approche finale**

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'intérieur du segment de précision.

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 de montée sur un plan parallèle au plan du Glide :

$$H = [H_{MA} * \cotg Z + (900+x)] / [\cotg Z + \cotg \theta] ;$$

Obst N°	Description	x	y	z	Hauteur GP'	Position	H équivalente
1	Colline	-925	-125	19		API	12.45
2	Colline	-1800	-250	25		API	1.69
3	Colline	-2175	-400	32		API	0.085
4	Colline	-5250	-850	56		API	-35.76

▪ **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.

$$OCH_{PS} = H + HL; \text{ (HL: perte de hauteur)};$$

L'obstacle N° 5 qui est une colline est l'obstacle déterminant pour le calcul de l' OCH_{PS} ;

$$OCH_{PS} = 12.45 + HL \cong 2.5 + ;HL$$

Soit $OCH_{PS} \cong 1ft + HL$;

L'approche finale étudiée est une approche finale ILS de catégorie II, donc on considère la perte de hauteur HL correspondant à l'utilisation d'un radioaltimètre.

Tableau VI-12-3 : Marges de perte de hauteur/erreur altimétrique

Catégorie d'atterrissage (V_{LO})	Marge avec radualtimètre		Marge avec altimètre barométrique	
	mètres	ft	mètres	ft
A — 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B — 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C — 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D — 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161

Catégorie d'A/C	HL		OCH_{PS}	
	Mètres	ft	Mètres	ft
A	13	42	25.5	83
B	18	59	30.5	100
C	22	71	34.5	112
D	26	85	38.5	126

VI-12-2- Etude de l'approche interrompue

▪ Position du SOC

Le début de montée (SOC) est l'élément de référence utilisé dans le calcul des distances et des pentes pour déterminer les marges de franchissement d'obstacles ; Cet élément est défini par la hauteur et la distance auxquelles le plan GP' atteint l'altitude $OCA/H - HL$ et qui représente le cas le plus défavorable.

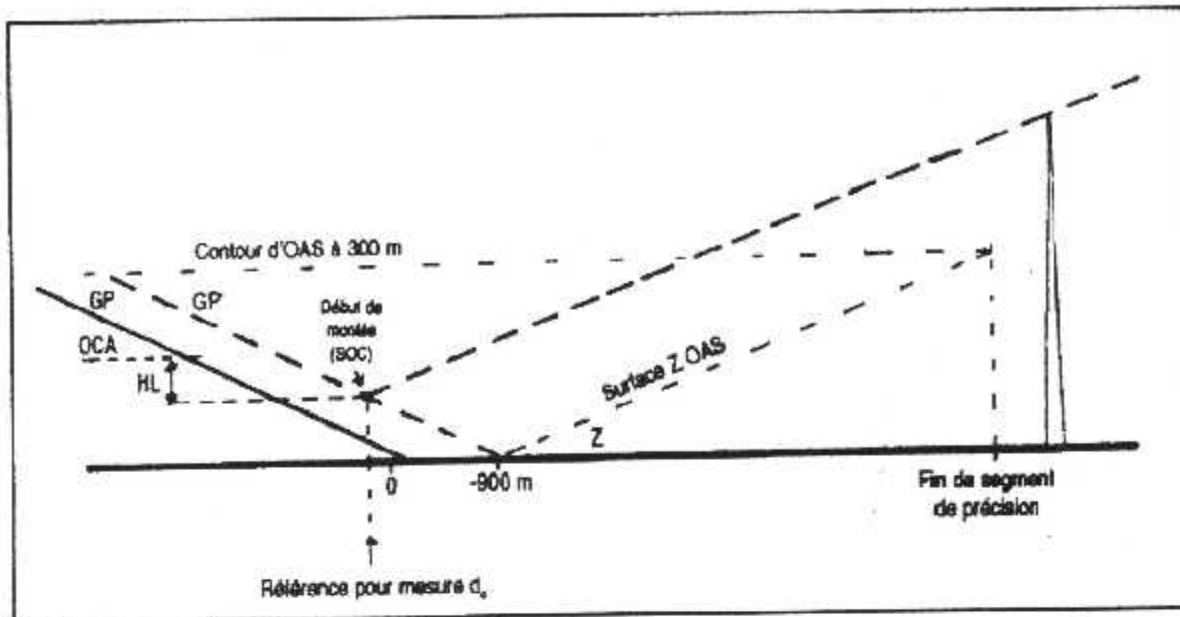


Figure VI-12-6 : Marge de franchissement d'obstacles pour approche interrompue en ligne droite

Notons que l'OCA/H et la HL se rapportent à la même catégorie d'aéronefs.

La distance du SOC est :

$$x(\text{SOC}) = (\text{OCH}_{\text{PS}} - \text{HL}) * \cotg \theta - 900 ;$$

$$\begin{aligned} x(\text{SOC}) &= (12.5 * \cotg 3^\circ) - 400 \\ &= -400 \text{ mètres;} \end{aligned}$$

Le SOC est à 400 mètres en aval du seuil.

▪ Définition du type d'approche interrompue (schéma VI-12-3)

L'approche interrompue est en ligne droite, car aucun obstacle ne saille les surfaces OAS dans l'aire du segment final d'approche interrompue.

VI-13- Minimum d'approche indirecte

VI-13-1- Tracé de l'aire de protection (Voir schéma VI-13)

Il s'agit d'une aire de protection de mise 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 joints par des tangentes.

VI-13-2- Paramètres

Les paramètres pris en compte pour la détermination des rayons de l'aire de protection de manœuvres à vue sont :

- Vitesse indiquées pour chaque catégorie d'aéronefs ;
- Vitesse de vent de ± 46 Km/h (25Kt) ;
- Angle d'inclinaison latérale : angle effectif moyen de 20° ou angle d'inclinaison latérale nécessaire pour effectuer un virage à une vitesse angulaire de $3^\circ/s$, si ce dernier est inférieur à 20° .

Le rayon est déterminé d'après les formules ci-après, en appliquant une vitesse de vent de 46 Km/h à la vitesse vraie pour chacune des catégories d'aéronefs, en utilisant les vitesses indiquées de manœuvre à vue.

Notons que la vitesse vraie est fondée sur l'altitude de l'aérodrome qui est de l'ordre de 706 mètres, et sur la température ISA + 15° .

- Vitesse vraie : VV à 706 mètres + 46 Km/h

$$VI = 380 \text{ Km/h ;}$$

$$VV = VI * 171233 * [(288 \pm VAR) - 0.006496 * H]^{0.5} \div [288 - 0.006496 * H]^{2.628}$$

$$VV = 404 \text{ Km/h ;}$$

- Rayon de virage : R

$$R = \text{Min} \{ 736.26 / VV = 1.82^\circ/s, 3^\circ/s \} = 1.92^\circ/s \text{ (catégorie D) ;}$$

- Calcul du rayon de virage : r

$$r = VV / (20 \times \pi \times R) = 3.53 \text{ Km ;}$$

- Segment rectiligne : 1.11 Km ;

- rayon \hat{R} à partir du seuil :

$$\hat{R} = 2 \times r + \text{segment rectiligne} = 8.2 \text{ Km ;}$$

VI-13-3- Valeurs de l'OCA/H

Catégorie A/B : $926 + 90 = 1016$ mètres (3334ft) / 310 mètres(1017ft) ;

Catégorie C/D : $926 + 120 = 1046$ mètres (3432ft) /340 mètres (1116ft) ;

VI-14- Procédure d'approche NDB-VOR/DME-LLZ (GLIDE INOP)

Une procédure d'approche relative à l'alignement de piste seulement doit être élaborée dans le cadre de la procédure ILS pour la même piste. Cette procédure est procédure d'approche classique.

L'entrée dans la procédure d'attente est une omnidirectionnelle qui s'effectuera de la même manière qu'à la procédure ILS complète.

▪ Segment d'approche initial

Le segment d'approche initial sera identique à celui de la procédure ILS complète.

▪ Segment d'approche intermédiaire

Identique à celui de la procédure ILS complète ; le NDB qui a servi de FAP dans la procédure ILS complète, servira de FAF (repère d'approche final) dans cette procédure et qui correspond à la fin du segment intermédiaire et au début du segment d'approche final.

▪ Segment d'approche final (Schéma VI-14)

La descente en approche finale s'amorce au FAF, et suit normalement une pente identique à celle de la procédure ILS (3°).

Les limites extérieures des aires d'approche finale et d'approche interrompue dans l'axe sont définies par les contours OAS de catégories II à 150 mètres et par le prolongement de la droite D-D''.

Aucun obstacle ne saille les surfaces X à l'approche finale ; le MAPt est défini par le MM qui est à 1050 mètres du seuil 34.

Le SOC est à une distance de $X + d$ du MAPt, telle que :

X : est la tolérance de transition ;

$X = 15 \text{ sec} * VV_{\text{Max}}$ (Approche finale) à 706 mètres d'altitude et à une température ISA + 15°, plus 19 Km/h (10Kt) de vent arrière.

$VV = 377.3 \text{ Km/h}$; donc :

$X = 15 * (377.3 / 3.6) + 19 / 3.6$;

$X = 1578 \text{ mètres}$;

$d = 320 \text{ mètres}$;

Le SOC est à une distance de 1900 mètres du MAPt.

Aucun obstacles ne percent les surfaces Y (Aire initiale d'approche interrompue), ce qui implique que l'OCH est égale à :

75 m + 30 m (végétation) ;

OCH = 105 mètres.

VI-15- Préparation de la carte d'approche

Carte d'approche N°01

VII-1- PROCEDURE D'APPROCHE IAF AMIRA PISTE 34

(PROCEDURE D'APPROCHE RNAV VOR/DME)

Le raccordement des aires de protection de la procédure avec l'ILS doit se faire avant le FAP.

VII-1-1- Point d'approche intermédiaire (IF KAMILIA)

L'IF se trouve à 23938 mètres du VOR/DME CST.

Way point KAMILIA (D = 12.92 NM 037° CST)

Le segment d'approche intermédiaire est en palier et l'altitude du FAP est la même que celle de l'IF.

VI = 410 mètres (220Kt) ;

T° = ISA + 15° ;

H = 1300 mètres (4270ft) ;

$$VV = VI * 171233 * [(288 \pm VAR) - 0.006496 * H]^{0.5} - [288 - 0.006496 * H]^{2.628}$$

$$VV = 449 \text{ Km/h} = 124.72 \text{ m/s} ;$$

$$6 \text{ sec à } VV \rightarrow 748 \text{ mètres} ;$$

$$W = 2 * h + 47 = 2 * 4.27 + 47 = 55.54 \text{ Kt} = 104 \text{ Km/h} = 28.8 \text{ mètres/sec} ;$$

$$\alpha = 25^\circ \text{ (car } VV > 170 \text{ Kt)} ;$$

$$R = 6355 / (\pi * VV) = 2.1^\circ/\text{sec} ;$$

$$r = VV / (20 * \pi * R) = 3403 \text{ mètres} = 3.403 \text{ Km} ;$$

$$E_{90} = W / (40 * R) = 1235 \text{ mètres} = 1.235 \text{ Km} ;$$

Le point de virage nominal commencera à $r * \text{tg}(\theta/2) = 5900$ mètres avant le repère;

- Tolérance avant le virage

$$\theta = \text{arctg}(D2/D1) = 13.684^\circ ;$$

$$D1 = 23938 - 5900 * \cos 60^\circ = 20988 \text{ mètres} ;$$

$$D2 = 5900 * \sin 60^\circ = 5110 \text{ mètres} ;$$

$$ST = 0.5 \text{ NM} = 926 \text{ Km} ;$$

$$FTT = 1 \text{ NM} = 1852 \text{ Km} ;$$

$$VT = D1 - D * \cos(\theta + \alpha) = 613 \text{ mètres}$$

$$DTT = 0.46 + 0.0125 * 21.601 = 0.73 \text{ Km} = 730 \text{ mètres} ;$$

$$DT = DTT \times \cos\theta = 759 = 709 \times \cos 90^\circ = 0 \text{ mètres};$$

$$XTT = 2.795 \text{ Km} = 2795 \text{ mètres};$$

La largeur totale = 5590 mètres ;

$$AVT = D2 - D \times \sin(\theta - \alpha) = 23938 \times (1 - \sin(90 - 4.5)) = 73.8 \text{ mètres};$$

$$ADT = DTT \times \sin\theta = 759 \text{ mètres};$$

$$ATT = 1.912 \text{ Km} = 1.2 \text{ Km} = 1200 \text{ mètres};$$

- Tolérance après le virage $\theta = 90^\circ, \alpha = 4.5^\circ$

$$D1 = 0 \text{ mètres};$$

$$D2 = 23938 \text{ mètres};$$

$$ST = 0.5 \text{ NM} = 926 \text{ Km};$$

$$FTT = 1 \text{ NM} = 1852 \text{ Km};$$

$$VT = D1 - D \times \cos(\theta + \alpha) = -23938 \times \cos(94.5) = 1878 \text{ mètres}$$

$$DTT = 0.46 + 0.0125 \times 23.938 = 0.759 \text{ Km} = 759 \text{ mètres};$$

$$XTT = 2.273 \text{ Km} = 2273 \text{ mètres};$$

La largeur totale = 4546 mètres

$$AVT = D2 - D \times \sin(\theta - \alpha) = 1.663 \text{ Km} = 1663 \text{ mètres};$$

$$ADT = DTT \times \sin\theta = 173 \text{ mètres};$$

$$ATT = 1.912 \text{ Km} = 1912 \text{ mètres};$$

VII-1-2- Point d'approche initiale (IAF AMIRA)

Il se trouve à 22232 mètres du VOR/DME CST et à 20 000 mètres du waypoint LAMIA.

Waypoint AMIRA (D = 12 NM, 108 ° CST)

$$D1 = 23938 - 20\,000 \times \cos 60^\circ = 13938 \text{ mètres};$$

$$D2 = 20\,000 \times \sin 60^\circ = 17321 \text{ mètres};$$

$$\theta = \arctg(D2/D1) = 51.18^\circ;$$

$$ST = 0.5 \text{ NM} = 926 \text{ Km};$$

$$FTT = 1 \text{ NM} = 1852 \text{ Km};$$

$$VT = D1 - D \times \cos(\theta + \alpha) = 613 \text{ mètres}$$

$$DTT = 0.46 + 0.0125 \times 22.232 = 0.738 \text{ Km} = 738 \text{ mètres};$$

$$DT = DTT \times \cos\theta = 759 = 709 \times \cos(51.18^\circ) = 463 \text{ mètres};$$

$$XTT = 2.544 \text{ Km} = 2544 \text{ mètres};$$

La largeur totale = 5088 mètres ;

$$AVT = D2 - D \times \sin(\theta - \alpha) = 23938 \times \sin(51.18^\circ - 4.5^\circ) = 1147 \text{ mètres};$$

$$ADT = DTT \times \sin 51.18 = 575 \text{ mètres};$$

$$ATT = 1.582 \text{ Km} = 1582 \text{ mètres};$$

La longueur totale est = 25 % \times 20 000 = 5000 mètres ;

VII-1-3- Procédure d'attente à AMIRA

- **Aire de protection** (Voir schéma VI-1)

$$H = 3048 \text{ mètres (10 000ft)};$$

$$VI = 520 \text{ Km/h (280Kt)};$$

$$T^\circ = \text{ISA} = 15^\circ;$$

$$VV = VI \times 1.1960 = 622 \text{ Km/h};$$

$$V = VV/3600 = 0.1727 \text{ Km/sec};$$

$$R = 1.52^\circ/\text{sec};$$

$$r = VV / (62.83 \times R) = 6.53 \text{ Km} = 653 \text{ mètres};$$

$$E_{90} = W / (40 \times R);$$

Branche d'éloignement D est égale à deux fois le rayon;

$$D = 2 \times r = 1306 \text{ mètres} = 1.3 \text{ Km};$$

$$XTT = 2544 \text{ mètres};$$

$$ATT = 1582 \text{ mètres};$$

Les autres calculs sont identiques à ceux qui sont utilisés pour la construction des aires de protection des attentes conventionnelles.

VII-1-4- Etude de segment de précision

Identique à celui de chapitre précédent.

VII-1-5- Préparation de la carte d'approche

Carte d'approche N°2

VII-2- PROCEDURE D'APPROCHE RNAV GNSS PISTE 34

Le raccordement des aires de protection de la procédure avec l'ILS doit se faire avant le FAP.

VII-2-1- Point d'approche intermédiaire (IF MOURAD)

L'IWP se trouve à 5.62 Km du FAP.

Way point MOURAD (D = 16668 Km (9NM) du THR34)

Le segment d'approche intermédiaire est en palier et l'altitude du FAP est la même que celle de l'IF.

VII-2-2- Points d'approche initiale

Les way points SALMA et LAMIA sont alignés d'une manière qu'il faut modifier la trajectoire de 70° à 90° à l'IWP MOURAD, telle que chacun d'eux est à 9.3 Km (5.0 NM) de l'IWP MOURAD ;

La région d'interception pour les trajectoires de rapprochement vers l'un des IAWP s'ouvre de 180° de part et d'autre de ce point, ce qui correspond à une entrée de secteur 3 dans le cas où la modification de la trajectoire à l'IWM RYMA est de 70°.

L'IAWP NACER (central) est aligné sur la trajectoire d'approche finale, la région d'interception correspondante s'ouvre de 70° à 90° de part et d'autre de la trajectoire d'approche finale, l'angle étant identique à la modification de la trajectoire à l'IWP MOURAD pour l'IAWP décalé correspondant.

Pour la construction des aires de protection des virages, voir l'Appendice au chapitre 33 du document 8168 et le chapitre V de ce travail.

VII-2-3- Etude de segment de précision

Identique à celui de chapitre précédent.

VII-2-4- Préparation de la carte d'approche

Carte d'approche N°03.

CONCLUSIONS

AVANTAGES

Après cette étude, il est possible de dégager les principaux avantages dû à l'utilisation du système d'atterrissage aux instruments (ILS) d'une part, qui nous offre la possibilité d'effectuer des descentes à une pente recommandée de l'ordre de 3° et avec des OCH généralement très basses et d'autre part, l'utilisation des techniques de la navigation de surface basées sur le VOR / DME, ou sur le système mondial de navigation par satellites GNSS nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- L' espace occupé par les procédures RNAV de précision est différent de celui occupé par les procédures basés sur les stations au sol ;
- Un gain de moyens radioélectriques, car pour les procédures RNAV, le survol d'une station au sol n'est pas obligatoire dans la TMA, vue qu'elle sont basées sur un seul VOR / DME de référence ou sur le nombre de satellites captés par le récepteur GNSS embarqué à bord de l'avion ;
- Possibilité d'instaurer des SID et des STAR ;
- Gain d'espace aérien et possibilité d'augmenter le flux de trafic ;
- Sécurité accrue et plus grande souplesse de gestion du trafic ; la navigation est un problème à quatre dimension qui avec un équipement RNAV 4 D (VOR/DME, IRS/INS ou récepteur GNSS) peut se résoudre entièrement à bord ;
- La conception des procédures sur des terrains non équipés d'installations radio à la navigation;
- possibilité d'instaurer des routes directes, évitements des point saturés, meilleur écoulement du trafic ; et économies du carburant possible par réduction de la longueur de certains segment de routes et suppression des circuit d'attente ;
- Possibilité de réduction des communications entre le pilote et les contrôleurs...etc.

En fait, les avantages de la RNAV sont nombreux, mais pratiquement sa mise en place et les moyens dont on dispose limiteront fortement les possibilités offertes par cette technique.

DIFFICULTES

- La coexistence des techniques de navigation conventionnelle et la RNAV est un obstacle à la généralisation de la RNAV ;

- Une nouvelle visualisation des routes et des points de cheminement risque de surcharger les indications actuelles ;
- Mise en œuvre d'une nouvelle terminologie ;
- Réorganisation des méthodes ATC .

Ces deux derniers points obligeront à une nouvelle instruction RNAV et il devra y avoir coexistence des deux méthodes de contrôle tant que la généralisation de la RNAV n'est pas atteinte.

CAPACITE DE LA TMA NORD-EST

En général, la saturation due au système actuel se produit aux points de passages obligés et aux trajectoires uniques, dans le cas de notre étude de la procédure d'approche aux instruments NDB - VOR / DME – ILS où on avait une attente pour la piste 34, qui sera la même pour la piste 32, ce qui veut dire donc qu'on aura une attente commune aux deux pistes, et elle est pénalisante pour la cadence, le système RNAV nous permet alors d'une part, une meilleure utilisation de la TMA en évitant cette saturation, et d'autre part la possibilité d'élaboration des STAR et des SID.

Finalement, l'utilisation de l'ILS et le système RNAV nous permet donc d'effectuer des approches de précision avec un gain de l'espace aérien.

Références et documentation

1-1- ANNEXES A LA CONVENTION RELATIVE A L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE

- Annexe 2 : Règles de l'air ;
- Annexe 4 : Cartes aéronautiques ;
- Annexe 6 : Exploitation technique des aéronefs
 - 1^{ère} partie : Aviation de transport commercial international
 - 2^{ème} partie : Aviation générale internationale
- Annexe 11 : Services de la circulation aérienne
- Annexe 14 : Aérodrômes

1-2- PROCEDURES POUR LES SERVICES DE LA NAVIGATION AERIENNE

- Exploitation technique des aéronefs (Document 8168/611)
 - Volume I : Procédures de vol
 - Volume II : Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments
- Règles de l'air et services de la circulation aérienne (Document 4444)

1-3- PUBLICATIONS TECHNIQUES

- Manuel des services d'aéroport (Document 9137)
 - 6^{ème} partie : Réglementation des obstacles
- Manuel de construction des procédures de vol aux instruments (Document 9368)
- Manuel de planification des services de la circulation aérienne (Document 9426)
- Manuel d'utilisation du modèle de risque de collision (CRM) pour les approches ILS (Document 9274)
- Circulaire OACI (267-AN/159) : lignes directrices pour l'introduction et l'emploi opérationnel du système mondial de navigation par satellite (GNSS).