

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

DEPARTEMENT
D'AERONAUTIQUE

Projet de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en aéronautique

Option : opérations aériennes

THEME :

ELABORATION DES NOUVEUX SID ET STAR POUR
L'APPROCHE D'ALGER

Réalisé par :

HASSAIM TOUFIK

MOUAICI AMINA

dirigé par :

Mr DJATOUF AB OUAHEB

Mr DRIOUECHE MOULOUD

PROMOTION : 2004/2005

REMERCIEMENTS

NOS VIFS REMERCIEMENTS VONT À NOTRE PROMOTEUR
MONSIEUR *DJATOUF ABD EL OUAHEB* D'AVOIR
ACCEPTER DE DIRIGER CE TRAVAIL

NOUS EXPRIMONS NOTRE GRATITUDE AU DIRECTEUR
GÉNÉRALE DE L'ENNA MONSIEUR *ABD EL OUAHAB* ET
AU DIRECTEUR DE L'EXPLOITATION DE LA NAVIGATION
AÉRIENNE MONSIEUR *LARFAOUI* POUR LEURS AIDES
PRÉCIEUSES.

NOUS EXPRIMONS NOTRE RECONNAISSANCE AUX
COLLABORATIONS DES INGÉNIEURS ET TECHNICIENS DU
DÉPARTEMENT CIRCULATION AÉRIENNE ET DU SERVICE
D'INFORMATION AÉRONAUTIQUE ET EN LEURS
SOUHAISENT *BON COURAGE.*

DÉDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :

- MES CHERS PARENTS POUR LEUR INQUIÉTUDE
- MES TRÈS CHERS FRÈRES ET SŒURS
- A MELLE IHSENE
- À MA FAMILLE
- À MON BINÔME AMINA
- CAPITAINE *LAHLOU*
- À *HAMID, ILHEM, SAMIR, CHAKIR*
- MES AMIS : *BOUCHICHA, DJILALI, RAMZY, ANISS, KARIM, DJLOUL, AB EL HAK, HALIM, RAHIM, DJAMEL, BRAHIM, NAJIB, OTHMANE, MOUNIR, OUAHAB*
- À MES AMIES *MAYA, SAMIA,*
- *LES TROIS MOUH DE L' SIA*

TOUFIK

DÉDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :

- MES TRÈS CHERS PARENTS

- MES FRÈRES *NOUR EL ISLAM, MOHAMED AMINE ET ABD EL ILEH*

- MES SCEURS MOUFIDA ET NASSIBA

- MES ONCLES ET TANTES

- MES COUSINS ET COUSINES

- MON GRAND PÈRE ABD EL KADER ET MA GRANDE MÈRE ZOHRA

- MES AMIES KHADIDJA, NABILA ET NAZIHA

- MES ENSEIGNANTS

- TOUTE LA FAMILLE MOUAICI ET EL AICHI TONTON TOUFIK, ABD RAHIM ET TANTE NABILA .

AMINA

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I: GENERALITES

I-1-Abréviations	Page 1
I-2-Notions et définitions.....	Page 4
I-3-Présentation de l'ENNA.....	Page 8

CHAPITRE II: ETUDE DE L'EXISTANT

II-1-Organisation de l'espace aérien.....	Page 11
II-1-1-Description de l'espace aérien	Page 11
II-1-1-1-L'espace aérien inférieur.....	Page 11
II-1-1-2-L'espace aérien supérieur.....	Page 11
II-1-2-Région d'information de vol (FIR).....	Page 11
II-1-3-Région supérieure d'information de vol (UIR).....	Page 11
II-2-Type d'espace aérien.....	Page 11
II-2-1-Espace aérien contrôlé.....	Page 12
II-2-1-1- Région de contrôle terminale.....	Page 12
II-2-1-2-Région de contrôle	Page 12
II-2-1-3-Zones de contrôle.....	Page 12
II-2-2-Espace aérien non contrôlé.....	Page 12
II-2-3-Espace aérien a statut particulier.....	Page 12
II-2-3-1-Les zones réglementées.....	Page 12
II-2-3-2-Les zones dangereuses.....	Page 13
II-2-3-3-Les zones interdites.....	Page 13
II-2-4-Sectorisation.....	Page 13

II-3-Service de la circulation aérienne.....	Page 15
II-3-1-Subdivision des services de la circulation aérienne.....	Page 15
II-3-2-Buts.....	Page 15
II-4-Classification de l'espace aérien.....	Page 16
II-5-Reseaux de routes ATS.....	Page 16
II-6-Aerodromes.....	Page 17
II-7-Moyens techniques.....	Page 17
II-7-1-En matière de communication.....	Page 17
II-7-2- En matière de navigation.....	Page 17
II-7-3- En matière de surveillance.....	Page 18
II-8-TMA centre Alger.....	Page 18
II-8-1-Points significatifs.....	Page 18
II-8-2-Espace aérien à statuts particuliers.....	Page 18
II-8-3-Organismes charges des services de la circulation aérienne.....	Page 19
II-9-CTA ALGER Houari Boumediene.....	Page 21
II-9-1-Procédures.....	Page 21
II-9-2-Organisme chargés des services de la circulation aérienne.....	Page 21
II-10-Aides de radionavigation et d'atterrissage.....	Page 23

CHAPITRE III
SPECIFICATIONS DETAILLEES DU SYSTEME

Introduction	Page 24
III-1-Etude de flux de trafic actuel pour l'approche d'Alger.....	Page 24
III-1-1-Etude statistique du trafic.....	Page 25
III-1-2-Analyse des statistiques du trafic.....	Page 26
III-2-Evaluation des obstacles.....	Page 28
III-2-1-Altitude minimale de secteur.....	Page 28
III-2-2-Obstacles situés dans la zone tampon.....	Page 28
III-2-3-Orientation des secteurs.....	Page 28
III-2-4-Altitude minimale de secteur (MSA) autour de l'aérodrome d'Alger	Page 29
III-2-4-1-Secteur 1 (Nord)	Page 29
III-2-4-2-Secteur 2 (Sud).....	Page 29

CHAPITRE IV
CONCEPTION DU NOUVEAU SCHEMA DE
CIRCULATION AERIENNE

IV-I- Aspect Théorique

IV-I-1-Arrivées normalisées aux instruments (STAR).....	Page 31
IV-I-1-1-construction des aires	Page 31
IV-I-2-Départs normalisées aux instruments.....	Page 33
IV-I-2-1-Types de départs	Page 34
IV-I-2-2-Départs en ligne droite.....	Page 34
IV-I-2-3-Départs avec virage.....	Page 35
IV-I-2-3-1-Paramètres de virage	Page 36
IV-I-2-3-2-Virage a une altitude /hauteur désignée.....	Page 36
IV-I-2-3-3-Virage amorcé a un TP désigné.....	Page 37
IV-I-2-4-Trajectoire moyenne de vol d'une procédure de départ	Page 37

II- Aspect Pratique

IV-II-1-Introduction	Page 38
IV-II-2-Points de ralliements	Page 38
IV-II-2-1-Critères du choix	Page 38
IV-II-3-Attentes	Page 39
IV-II-3-1-Attente (Est et Nord)	Page 39
IV-II-3-2-Attente (Ouest).....	Page 40

IV-II-4-STAR (arrivées normalisées aux instruments).....	Page 40
IV-II-4-1-Arrivées de l'Est et du Nord -Est	Page 40
IV-II-4-1-1-Arrivées de BJA (Bejaia)	Page 40
IV-II-4-1-2-Arrivées de BOURI	Page 41
IV-II-4-1-3-Arrivées de OTARO	Page 41
IV-II-4-2-Arrivées du Nord	Page 42
IV-II-4-2-1-Arrivées de MOGIL et BUYAH	Page 42
IV-II-4-2-2-Arrivées de SADAF	Page 43
IV-II-4-3-Arrivées de l'OUEST.....	Page 44
IV-II-4-3-1-arrivées de CHE (cherchel).....	Page 44
IV-II-5-SID (Départs normalisées aux instruments).....	Page 46
IV-II-5-1-Critères de séparation.....	Page 46
IV-II-5-1-1-Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale	Page 46
IV-II-5-1-2-Attente/Segment de procédure	Page 46
IV-II-5-1-3-Attente/départ	Page 46
IV-II-5-1-4-Attente/zone	Page 47
IV-II-5-1-5-Attente/Route aérienne	Page 47
IV-II-5-1-6-Départ/départ	Page 47
IV-II-5-2-Départs vers le Nord et Nord-Est	Page 48
IV-II-5-2-1-Départ vers MOGIL (SID 1).....	Page 48
IV-II-5-2-2-Départ vers PECES et OTARO (SID 2).....	Page 49
IV-II-5-2-3-Départ vers BOURI (SID 3)	Page 49
IV-II-5-3-Départs vers l'Est et vers le Sud.....	Page 53
IV-II-5-3-1-Départs vers BJA, BABOR, TAGRO, BSA (SID 4).....	Page 53
IV-II-5-3-2-Départs vers BSA (SID 5).....	Page 56

IV-II-5-4-Départs vers l'Ouest	Page 59
IV-II-5-4-1-Départs vers SADAF et LABRO (SID 7,8).....	Page 59
IV-II-5-4-2-Départs vers CHE (SID 6).....	Page 59

Conclusion

Annexe 1

Annexe 2

INTRODUCTION GENERALE

Il est nécessaire en permanence de mettre au point, et de valider des procédures ATS nouvelles qui renforcent la sécurité tout en améliorant l'efficacité opérationnelle. La mise au point et la validation incessante de nouvelles procédures facilitent la réalisation des objectifs de sécurité et préviennent les atteintes à la sécurité des opérations de trafic aérien. L'une des principales caractéristiques du trafic entrant dans l'espace aérien en région terminale est la structure des routes publiées, la majorité des aéroports publient des itinéraires d'arrivée normalisés aux instruments (STAR) qui sont sensés permettre la transition entre l'élément en route et la phase d'approche du vol. En outre, dans le cas des départs (SID), la tâche consiste à faire déplacer un aéronef d'un point donné à savoir la piste, vers une zone d'espace aérien de volume supérieur, c'est-à-dire la structure de route.

Du fait que le schéma de circulation aérienne actuel pour l'approche d'Alger présente certaines insuffisances en terme de séparation (départs, arrivées), d'évitement d'obstacles et de gestion du flux de trafic aérien en général, nous avons pris en compte de ces dernières pour proposer un nouveau schéma de circulation aérienne pouvant répondre plus au moins à ces insuffisances.

Notre travail sera repartis comme suit :

- Une étude du flux de trafic actuel pour l'approche d'Alger.
- Une étude d'évaluation du relief autour de l'aérodrome.
- Conception d'un schéma de circulation aérienne qui répond aux termes de références suivants :
 - ✓ La gestion du flux de trafic
 - ✓ L'évitement des obstacles
 - ✓ La séparation stratégique du trafic

CHAPITRE I

GENERALITES

I-1-ABREVIATIONS

ADA	Région à service consultatif
ADC	Contrôle d'aérodrome (Tour)
AGL.....	Au-dessus du niveau du sol
AIP.....	Publication d'informations aéronautiques
AIS	Service d'information aéronautique
ALT.....	Altitude
AMSL	Au-dessus du niveau moyen de la mer
APP.....	Approche (Contrôle)
ATC.....	Contrôle de la circulation aérienne
ATIS.....	Service automatique d'information de région terminale
ATM.....	Gestion de la circulation aérienne
ATS.....	Service(s) de la circulation aérienne
ATZ.....	Zone de circulation d'aérodrome
BIA.....	Bureau d'information aéronautique
CCR	Centre de contrôle régional
CTA.....	Région de contrôle
CTR.....	Zone de contrôle
DACM.....	Direction de l'aviation civile de la météorologie.
DENA.....	Direction d'exploitation de la navigation aérienne.
DME.....	Système de mesure de distance
DTNA.....	Direction technique de la navigation aérienne .
DVOR.....	VOR Doppler
ENNA.....	Etablissement national de la navigation aérienne.
FIR	Région d'information de vol

FL.....	Niveau de vol
Ft.....	Pied
GND.....	(Niveau) du sol
GPS	Système de positionnement à l'échelle du globe
HLDG.....	Attente
IAF.....	Repère d'approche initiale
IAS.....	Vitesse indiquée.
IF.....	Repère d'approche intermédiaire
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS.....	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
LLZ.....	Radiophare d'alignement de piste.
LVL.....	Niveau.
(k) m	(Kilo) mètres
MCA.....	Altitude maximale de franchissement.
MDA.....	Altitude minimale de descente.
MDH.....	Hauteur minimale de descente.
MAPt.....	Point d'approche interrompu.
MSA.....	Altitude minimale de secteur.
MSL.....	Niveau moyen de la mer.
NDB	Radiophare non directionnel
NM.....	Milles nautiques
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OCH.....	Hauteur de franchissement d'obstacle.
QDM.....	Cap magnétique (par vent nul).
QDR.....	Relèvement magnétique.

QFE.....	Pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome(ou seuil de piste)
QTE.....	Relèvement vrai.
QFU.....	Direction magnétique de la piste.
QNH.....	Calage altimétrique faisant indiquer au sol l'altitude de l'aérodrome.
RNAV.....	Navigation de surface
RWY.....	Piste
SAR.....	Recherches et sauvetage.
SID.....	Départ normalisé aux instruments (Itinéraire)
SRA.....	Région à réglementation spéciale
SRZ.....	Zone à réglementation particulière
STAR.....	Itinéraire d'arrivée normalisée aux instruments
TAS.....	Vitesse vraie
TMA.....	Zone de contrôle terminal
TRANS.....	Niveau de transition.
TWR.....	Tour
UAR.....	Route supérieure
UIR.....	Information de vol.
VFR.....	Règles de vol à vue
VHF.....	Très haute fréquence
VMC.....	Conditions météorologiques de vol à vue
VOR.....	Radiophare d'alignement omnidirectionnel (VHF)
WPT.....	Point de cheminement.
ZP.....	Altitude pression.

I-2-NOTIONS ET DEFINITIONS

Aérodrome

Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant, éventuellement, bâtiments, installation et matériel), destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface.

Altitude

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

Altitude minimale de secteur

Altitude la plus basse qui puisse être utilisée dans des cas d'urgence et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (984 ft) au dessus de tous les objets situés dans un secteur circulaire de 46m (25NM) de rayon centré sur une aide de radionavigation.

Altitude de transition

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

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.

Autorité ATS compétente

L'autorité appropriée désignée par l'état, charge de fournir les services de la circulation aérienne donnée.

CAP

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

Centre de Contrôle régionale CCR

Organisme chargé d'assurer le service du contrôle de la circulation aérienne pour les vols contrôlés dans les régions de contrôle relevant de son autorité.

Contrôle d'aérodrome

Service du contrôle de la circulation aérienne pour la circulation d'aérodrome.

Contrôle d'approche

Service de contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'arrivée ou au départ.

Contrôle radar

Expression indiquant que des renseignements obtenus par radar sont employés directement dans l'exécution du contrôle de la circulation aérienne.

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 spécifique, normalement située sur une route ATS désignée, auquel commence la phase en route d'un vol.

Distance DME

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

Espace aérien contrôlé

Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service de contrôle de la circulation aérienne est assuré selon la classification des espaces aériens.

Hauteur

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

Niveau

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

Niveau de transition

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

Niveau de vol

Surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013,2 hpa (1013,2mb) et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

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

- Calé sur le QNH, indique l'altitude ;
- Calé sur le QFE, indique la hauteur par rapport au niveau de référence QFE ;
- Calé sur une pression de 1013,2hpa (1013,2mb) peut être utilisé pour indiquer des

niveaux de vol.

Point d'attente

Emplacement déterminé, pouvant être identifié par des moyens visuels ou autre, et au voisinage duquel un aéronef en vol doit se maintenir en suivant les autorisations du contrôle de la circulation aérienne.

Point de compte rendu

Emplacement géographique déterminé par rapport auquel la position d'un aéronef peut être signalée.

Point de transfert de contrôle

Point défini situé le long de la trajectoire de vol d'un aéronef ou la responsabilité d'assurer les services du contrôle de la circulation aérienne à cet aéronef est transféré d'un organe de contrôle ou d'un poste de contrôle à l'organe ou au poste suivant

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 effectuée, 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'attente

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

Région de contrôle

C'est la portion de l'espace aérien située au-dessus d'une limite déterminée par rapport à la surface. La limite inférieure d'une région de contrôle doit être fixée à une hauteur d'au moins 200 m (700pieds) au dessus du sol ou de la mer.

Les régions de contrôle peuvent être composées

- Des régions de contrôle terminales
- Des voies aériennes communiquant entre elles.
- Des régions de contrôle du type « surface ».

Région d'information de vol FIR

C'est la portion de l'espace aérien à l'intérieur de laquelle il a été décidé de fournir un service d'information de vol Et un service d'alerte.

Région de contrôle terminale

Région de contrôle établie, en principe, au carrefour de routes ATS aux environs d'un ou de plusieurs aérodromes importants.

Route

Projection à la surface de la terre de la trajectoire d'un aéronef, trajectoire dont l'orientation, en un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique ou grille).

Route ATS

Route déterminée destinée à canaliser la circulation pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne.

Voie aérienne

Région de contrôle ou portion de région de contrôle présentant la forme d'un couloir.

Zone de contrôle

C'est un espace aérien contrôlé s'étendant verticalement à partir de la surface jusqu'à une limite supérieure spécifiée. Les limites latérales d'une zone de contrôle sont d'au moins 9.3 km (5NM) à partir du centre de l'aérodrome. Où des aérodromes concernent, dans les directions à partir desquelles l'approche peut être effectuée.

NB

Une zone de contrôle peut englober plusieurs aérodromes proches. Les portions d'espace aérien à l'intérieur desquelles il est décidé de fournir un service de contrôle de la circulation aérienne pour les vols IFR sont appelées région ou zone de contrôle.

I-3-PRESENTATION DE L'ENNA

Signée à Chicago le 07 décembre 1944, la convention relative à l'aviation civile internationale établissait certains principes et arrangements afin que l'aviation civile internationale puisse se développer d'une manière sûre et ordonnée.

La convention portait également création de l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) qui avait pour buts et objectifs « d'élaborer les principes et les techniques de la navigation aérienne et de promouvoir un développement sain et économique du transport aérien »

L'Algérie qui a ratifié la convention de Chicago et a adhéré à l'OACI en 1963 est donc tenu par des engagements internationaux en matière de navigation aérienne au dessus de son territoire et dans l'espace aérien qui lui est délégué.

L'état algérien et de ce fait responsable de la sécurité et de la régularité des vols des aéronefs qui utilisent ses aéroports et qui survolent son espace aérien. Il doit, à ce titre, se doter des moyens appropriés à même de lui permettre de faire face à ces obligations.

La gestion de la navigation aérienne est déléguée par l'état à l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA)

L'ENNA, établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), sous tutelle du ministère des transports, assure le service public de la circulation aérienne au nom et pour le compte de l'état. Il met en œuvre la politique nationale en matière de navigation aérienne en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées.

MISSIONS DE L'ENNA

- Le contrôle de la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans l'espace aérien Algérien qu'il soient en survol, à l'arrivée sur les aéroports, nationaux ou au départ de ces derniers,
- L'acquisition, l'installation et la maintenance des moyens de surveillance, de navigation et de communication aéronautiques,
- La fourniture de l'énergie en normal et secours à l'ensemble des opérateurs installés au niveau des plates-formes aéroportuaires,
- La concentration et la transmission des messages intéressant la sécurité et la régularité des vols,

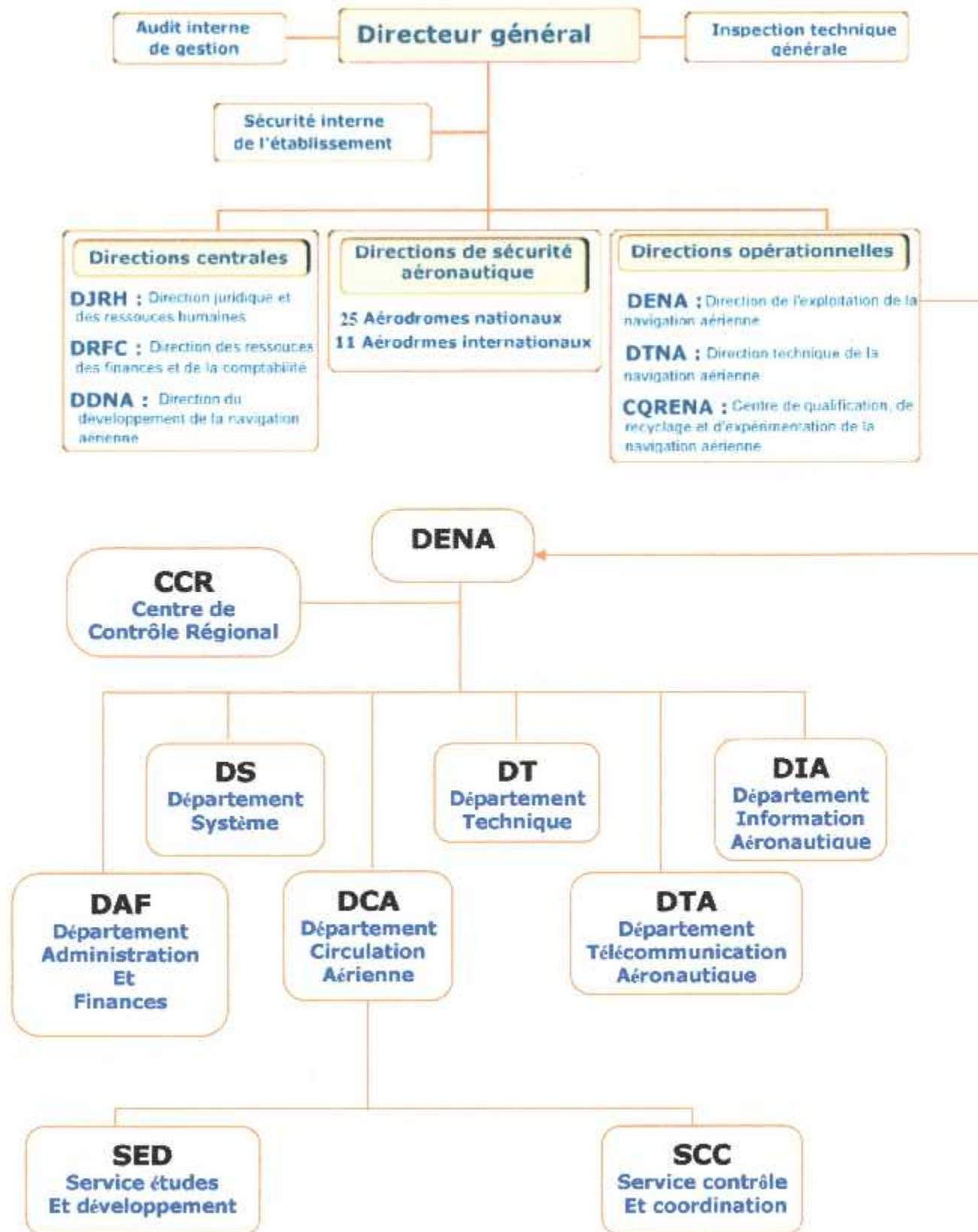
- L'exploitation et la diffusion de l'information aéronautique et météorologique nécessaire à la navigation aérienne,
- Le calibrage des moyens de communication de navigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire,
- Assurer le service d'alerte et de prêter son concours aux services de recherche et de sauvetage quand un aéronef est en difficulté ou en détresse,
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre l'incendie sur les plate_ formes aéroportuaires.

En outre l'établissement :

Participe à l'élaboration et à la mise en œuvre pour ce qui le concerne :

- ✓ Des plans d'urgence d'aérodromes,
 - ✓ Des plan de servitude aéronautiques et radioélectriques et
 - ✓ Des plans et programmes de recherche et de sauvetage.
-
- Contribue à l'effort de développement en matière de recherches appliquées de la navigation aérienne et assure la qualification de son personnel
 - Gère le domaine aéronautique constitué par l'espace aérien, les terrains, bâtiments et installations nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

ORGANISME DE L' ENNA



CHAPITRE II

ETUDE DE

L'EXISTANT

II-1-Organisation de l'espace aérien algérien

II-1-1-Description de l'espace aérien

L'objectif fondamental de l'organisation de l'espace aérien est d'utiliser d'une manière rationnelle et plus souple l'espace aérien.

L'espace aérien algérien est divisé en deux parties

II-1-1-1-L'espace aérien inférieur

Il s'étend verticalement du sol jusqu'au niveau de vol FL 245 et forme la région d'information de vol.

II-1-1-2-L'espace aérien supérieur

Il s'étend verticalement à partir niveau FL 245 jusqu'à un niveau illimité, et forme la région supérieure de vol.

II-1-2-Région d'information de vol (FIR)

La FIR d'Alger englobe la totalité de l'espace aérien algérien, dans la quelle les services d'information de vol et d'alerte sont assurés pour tous les aéronefs ; elle est limitée par la FIR BARCELONE et MARSEILLE au Nord

A l'Ouest la FIR de CASABLANCA, à l'Est celles de TUNIS et TRIPOLI.

Enfin la FIR de DAKAR et NIAMY au Sud.

II-1-3-Région supérieure d'information de vol (UIR)

Cette région est établie pour les avions volants à grande vitesse et à des altitudes élevées, c'est la raison à la quelle on a créé la région UIR.

II-2-Type d'espace aérien

L'espace aérien est divisé suivant la nature des services de la circulation aérienne qui sont rendus aux usagers de l'espace aérien ; on distingue trois types d'espace.

II-2-1-Espace aérien contrôlé

Dans lequel les services de contrôle de la circulation aérienne sont assurés, il est composé de trois régions

II-2-1-1-Région de contrôle terminale

Ces régions couvrent les secteurs Centre, Nord/Est et Nord/Ouest ; on distingue :

- TMA Oran
- TMA Alger
- TMA Nord Est

II-2-1-2-Région de contrôle

Elles sont associées aux aérodromes de Constantine, Oran, Annaba, Alger et Hassi Messaoud, ces régions servent à protéger les trajectoires des aéronefs pendant la phase d'approche auquel sont fournis les services de contrôle de la circulation aérienne

II-2-1-3-Zones de contrôle

Elles sont associées à tous les aérodromes, elles sont destinées pour protéger les trajectoires des aéronefs pendant le décollage et l'atterrissage, ainsi que d'assurer la séparation entre les vols à vue (VFR) et les vols aux instruments (IFR).

II-2-2-Espace aérien non contrôlé

Il concerne la partie sud de la région d'information de vol (FIR D'Alger), où sont rendus seulement les services d'informations de vol et d'alerte pour tous les aéronefs.

II-2-3-Espace aérien à statut particulier

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

On distingue trois types de zones :

II-2-3-1-Les zones réglementées

Un aéronef ne peut voler à l'intérieur d'une zone réglementée que si il est conforme aux conditions spécifiques.

II-2-3-2-Les zones dangereuses

C'est une zone a l'intérieur de la quelle peuvent se déroulé des activités dangereuse (permanentes ou temporaires).il est interdis aux aéronefs de pénétrer dans ces zones.

II-2-3-3-Les zones interdites

Aucun aéronef ne doit pénétrer sauf autorisation par l'autorité compétente.

Il existe 07 zones interdites (DAP) ,10 zones réglementées (DAR), et 16 zones dangereuses (DAD).

L'existence de ces zones a été portée à la connaissance des usagers de l'espace aérien par voie de l'information aéronautique, publiées par les services d'informations aéronautiques (AIS) dans l'AIP Algérie partie ENR et sont mentionnées sur les cartes de radionavigation.

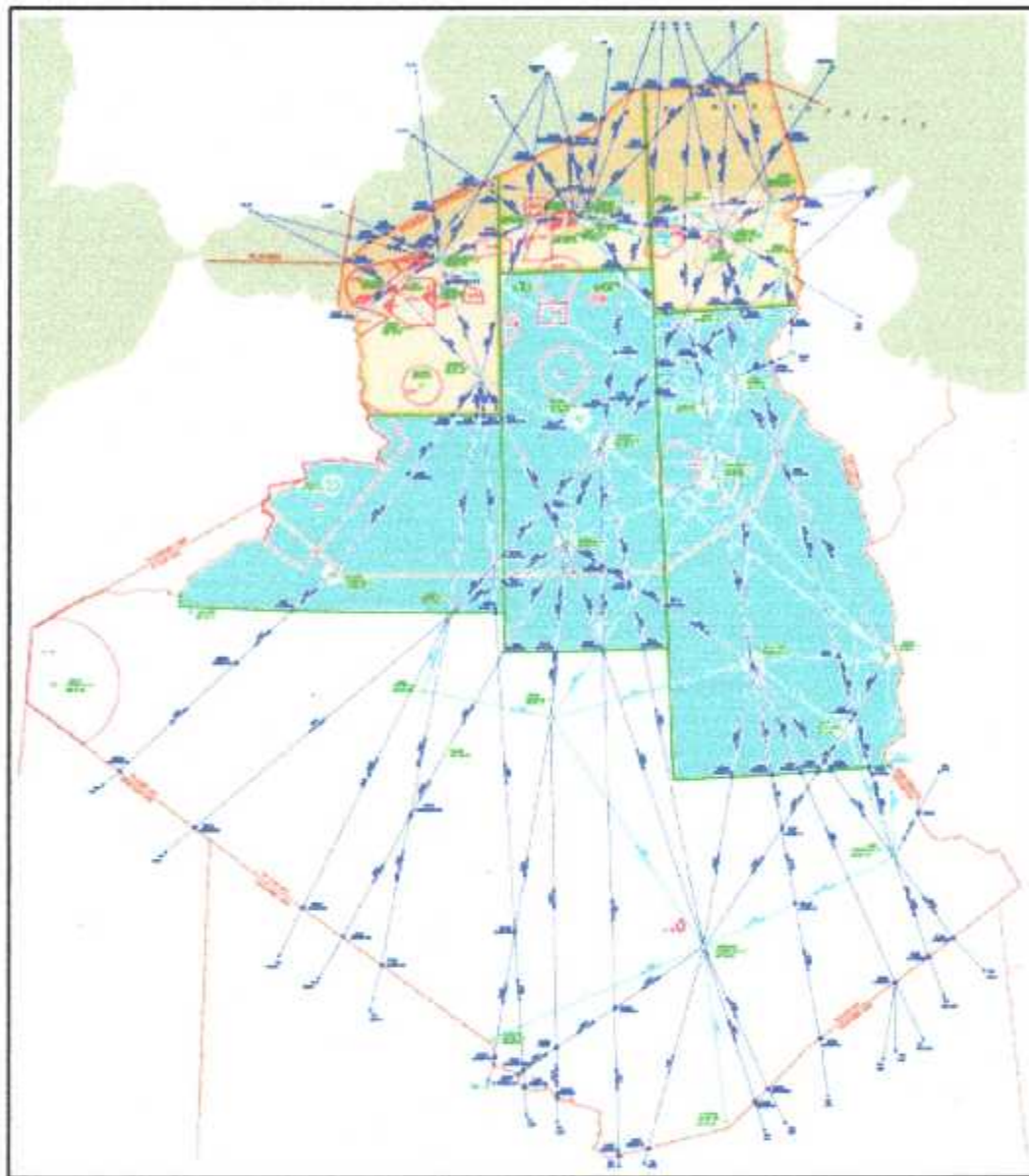
II-2-4-Sectorisation

L'espace aérien est géré par un seul centre de contrôle régional, il est divisé en 07 secteurs, chacun d'eux étant placé sous la responsabilité d'une unité de contrôle dont le but est de partager la charge de travail entre les contrôleurs, la sectorisation est en fonction de :

- La configuration du réseau de routes ATS
- Le volume et la composition de la circulation aérienne
- La répartition géographique du trafic aérien.

En Algérie on a :

- Le secteur Nord Centre (TMA Alger).
- Le secteur Nord Ouest (TMA Oran).
- Le secteur Nord Est (TMA Nord Est).
- Le secteur Sud Centre.
- Le secteur Sud Est.
- Le secteur Sud Ouest.
- Le secteur Sud Sud






-  Service de contrôle
-  Service consultatif
-  Service d'information

Fig-1-Sectorisation

II-3-Services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne figurent parmi les principaux organes auxiliaires au sol, nécessaires à l'acheminement sur et ordonné du trafic aérien.

II-3-1-Subdivision des services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne sont subdivisés en

- Services de contrôle de la circulation aérienne.
- Services de l'information de vol.
- Service d'alerte.
- Service consultatif.
- Service de recherche et de sauvetage.
- Service d'information aéronautique

SERVICE	ESPACE	ORGANISME	BENEFICIAIRES
Contrôle régional	TMA+RWY	ACC	IFR+VFR Contrôles
Contrôle d'approche	CTA	APP	IFR+VFR Contrôles
Contrôle d'aérodrome	CTR	TWR	IFR+VFR
Information en vol	FIR	FIC	Tous les vols
Alerte	FIR	FIC	Tous les vols
Consultatif	Espace non contrôlé	FIC	Tous les vols
Recherche et sauvetage	FIR	SAR	Tous les vols
Information aéronautique	FIR	AIS	Tous les vols

II-3-2-Buts

Les services de la circulation aérienne ont pour but de

- 1- prévenir les abordages entre les aéronefs en vol
- 2- prévenir les collisions entre les aéronefs et les obstacles au sol
- 3- d'accélérer et d'ordonner la circulation aérienne
- 4- de fournir les avis et renseignements utiles à l'exécution sur et efficace des Vols.

5- d'alerter les organismes appropriés lorsque les aéronefs ont besoin de l'aide

Des organismes de recherche et sauvetage.

II-4-Classification de l'espace aérien

L'espace aérien est classé en plusieurs classes conformément à la réglementation internationale de l'aviation civile contenue dans l'annexe 2 (Règles de l'air).

Classe A : seuls les vols IFR sont autorisés, le service de contrôle de la circulation assure la séparation de tous les aéronefs.

Classe B : les vols IFR et VFR sont autorisés, le service de contrôle de la circulation assure la séparation de tous les aéronefs.

Classe C : les vols IFR et VFR sont autorisés, le service de contrôle de la circulation assure la séparation de tous les aéronefs et les vols IFR reçoivent les informations de trafic au sujet des autres aéronefs en vol VFR.

Classe D : les vols IFR et VFR sont autorisés, le service de contrôle de la circulation assure la séparation de tous les aéronefs et tous les vols IFR et VFR reçoivent les informations de trafic au sujet des autres aéronefs.

Classe E : les vols IFR et VFR sont autorisés, le service de contrôle de la circulation assure la séparation des aéronefs en vol IFR, tous les aéronefs reçoivent dans la mesure du possible des informations de trafic.

Classe F : les vols IFR et VFR sont autorisés, les vols IFR bénéficient d'un service de la circulation, tous les aéronefs reçoivent des informations de vol sur demande.

Classe G : les vols IFR et VFR sont autorisés et bénéficient sur demande d'un service d'information de vol.

Seul les classes **A, D, F et G** sont mises en œuvre en FIR Alger.

II-5-Réseau de routes ATS

On définit une route ATS par la succession de points significatifs qui les décrivent, l'espace de validité (FIR, UIR), la distance et le sens de circulation. Le réseau ATS Algérien compte 33 routes ATS internationales, 22 routes ATS domestiques et 10 routes de navigation de surface (RNAV).

II-6-Aérodromes

34 aérodromes sont ouverts à la circulation aérienne public et sont repartis comme suit :

12 aérodromes internationaux

22 aérodromes nationaux.

II-7-Moyens techniques

II -7-1-En matière de communication

- Des moyens à très haute fréquence (VHF) implantés au niveau des aérodromes pour les besoins du contrôle d'aérodrome et d'approche.
- Stations VHF déportées (antennes avancées) utilisées par le centre de contrôle régional pour les besoins de la gestion du trafic opérant dans l'espace aérien (survol, vols domestiques,...)
- Des moyens à haute fréquence (HF) utilisées en secours des VHF et pour des besoins de coordination.
- Des moyens de télécommunications sol/sol (lignes téléphoniques de sécurité et lignes télégraphiques) utilisés pour la coordination entre les organes du contrôle de la circulation aérienne et l'acheminement des messages aéronautiques.

II -7-2-En matière de navigation

TYPE D'EQUIPEMENTS	NOMBRE
<i>ILS (Instrument Landing System)</i>	10
<i>VOR (VHF Omni Range)</i>	34
<i>DME (Distance Measuring Equipment)</i>	22
<i>NDB (Non Directional Beacon)</i>	32

II -7-3-En matière de surveillance

05 Radar secondaires de route couvrant la partie nord de l'espace aérien et installés sur les sites suivants pour les besoins de contrôle en route:

ALGER, ORAN, ANNABA, EL-OUED et EL BAYAD.

01 Radar primaire couplé avec le radar secondaire d'Alger pour les besoins de contrôle d'approche.

II-8-TMA centre Alger

La TMA centre d'Alger est le secteur Nord Centre, elle est limitée par la TMA D'Oran à l'Ouest et la TMA Nord Est à l'Est .au Sud par le secteur Sud Centre et au Nord par la FIR de BARCELONE et MARSEILLE .Elle est définie par l'espace aérien inférieur du sol jusqu'au FL 245 et par l'espace supérieure du FL 245 jusqu'au FL 450 et ses espaces appartient respectivement aux classes D et A de l'espace aérien.

II-8-1-Points significatifs

Les points significatifs limitant la TMA Centre Alger sont les suivants

Au NORD.....SADAF; BUYAH; MOGIL; PECES; OTARO;

A l'ESTBOURI; BABOR; TAGRO;

AU SUD..... CHLEL;

A l'OUEST.....DAHRA; KIRLA

II-8-2-Espace aérien à statuts particuliers

A l'intérieure de la TMA Centre Alger il y'a :

05 zones réglementées et 05 zones dangereuses Et une partie de la zone interdite DA P51

Nom de Zones	Type	Identification	Limites Supérieurs/inférieures
ECH CHELLIF	Réglémentés	DA R78	FL 70/GND
CHERAGA	Réglémentés	DA R84	FL 40/GND ou MSL
BOUFARIK	Réglémentés	DA R84a	2500 FT/GND
BOUFARIK	Réglémentés	DA R84b	FL 50/GND
CTR	Réglémentés	DA R64	
SOUK ELARBA	Dangereuse	DA D52	UNL/GND
ELARBA	Dangereuse	DA D61a	FL 70/GND
ELARBA	Dangereuse	DA D61b	FL 70/FL 40
MELIANA	Dangereuse	DA D63	FL 90/GND
*****	Dangereuse	DA D76	3000 FT/MSL

II-8-3-Organismes charges des services de la circulation aérienne

CCR Alger assure les services de la circulation aérienne dans le volume de la TMA centre Alger.

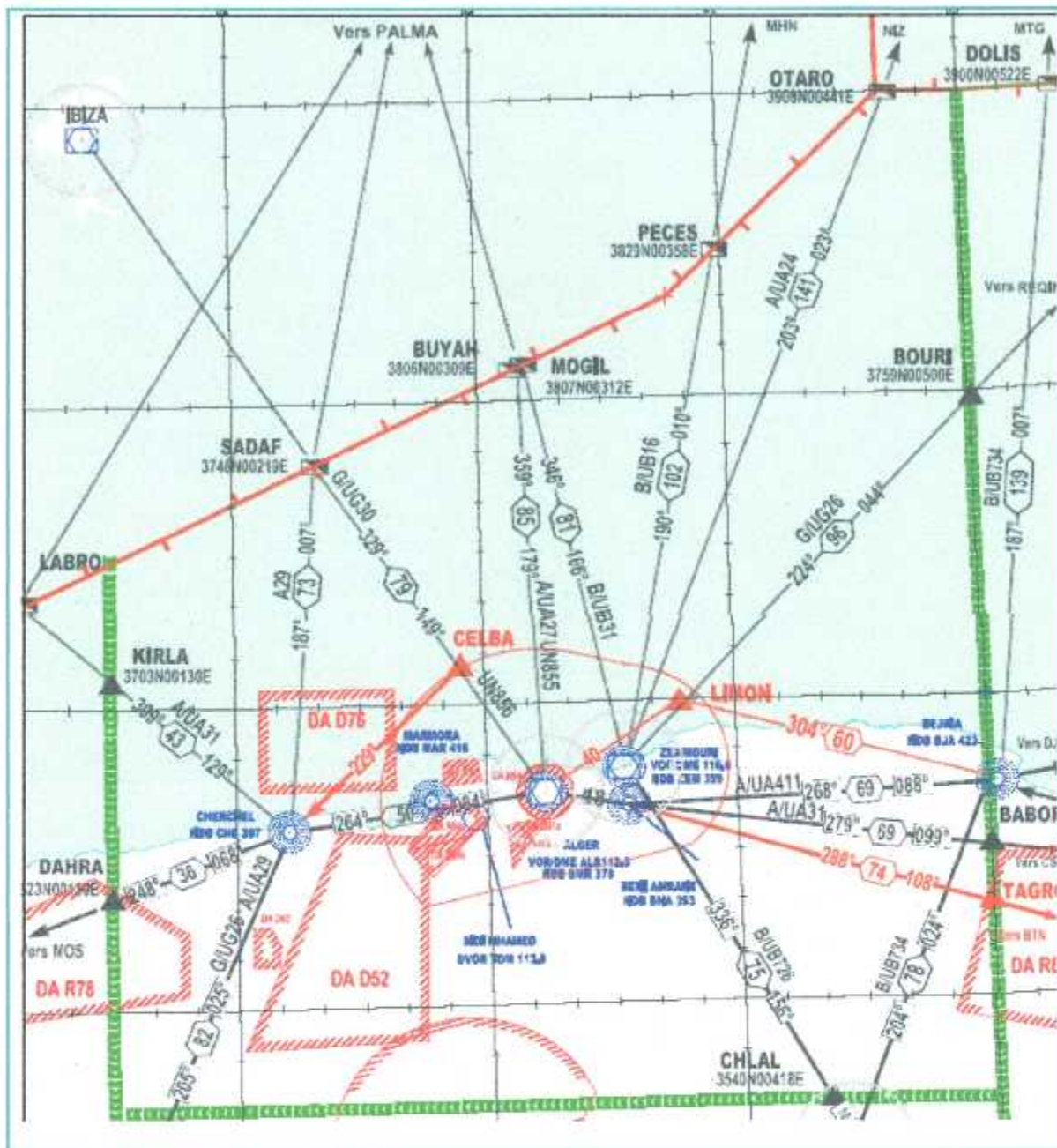


Fig-2-TMA Centre Alger

II-9-CTA Alger Houari Boumediene

Elle est limitée latéralement par

- Un Arc de cercle de 20 NM de rayon centré sur le DVOR /DME ZEM (ZEMOURI)
- Un Arc de cercle de 30 NM de rayon centré sur le DVOR /DME ALR (ALGER)
- Au nord tangente commune aux deux arcs de cercles.
- Au sud droite joignant les points situés sur R230° d' ALR et a 30NM DME ALR et R 140° de ZEM et à 20 NM du DME ZEM

La CTA d'Alger s'étend verticalement du sol jusqu'au FL 105, et l'espace aérien est de classe D

II-9-1-Procédures

- Cheminement VFR et VFR spéciaux d'entrée, de sortie et de transit obligatoire dans la CTR.
- Cheminement à vue des hélicoptères dans la CTR sur autorisation de L'APP Alger.
- Les aéronefs à l'arrivée, doivent suivre les instructions des services de contrôle. l'attente se fera sur le DVOR/DME (ZEM) et NDB MAR, les SID sont données en code.
- La fréquence de communication pour l'approche d'Alger est de 121.4 MHz

II-9-2- Organismes chargés des services de la circulation aérienne

Alger APP assure les services de la circulation aérienne dans les volumes de la CTA définies avant.

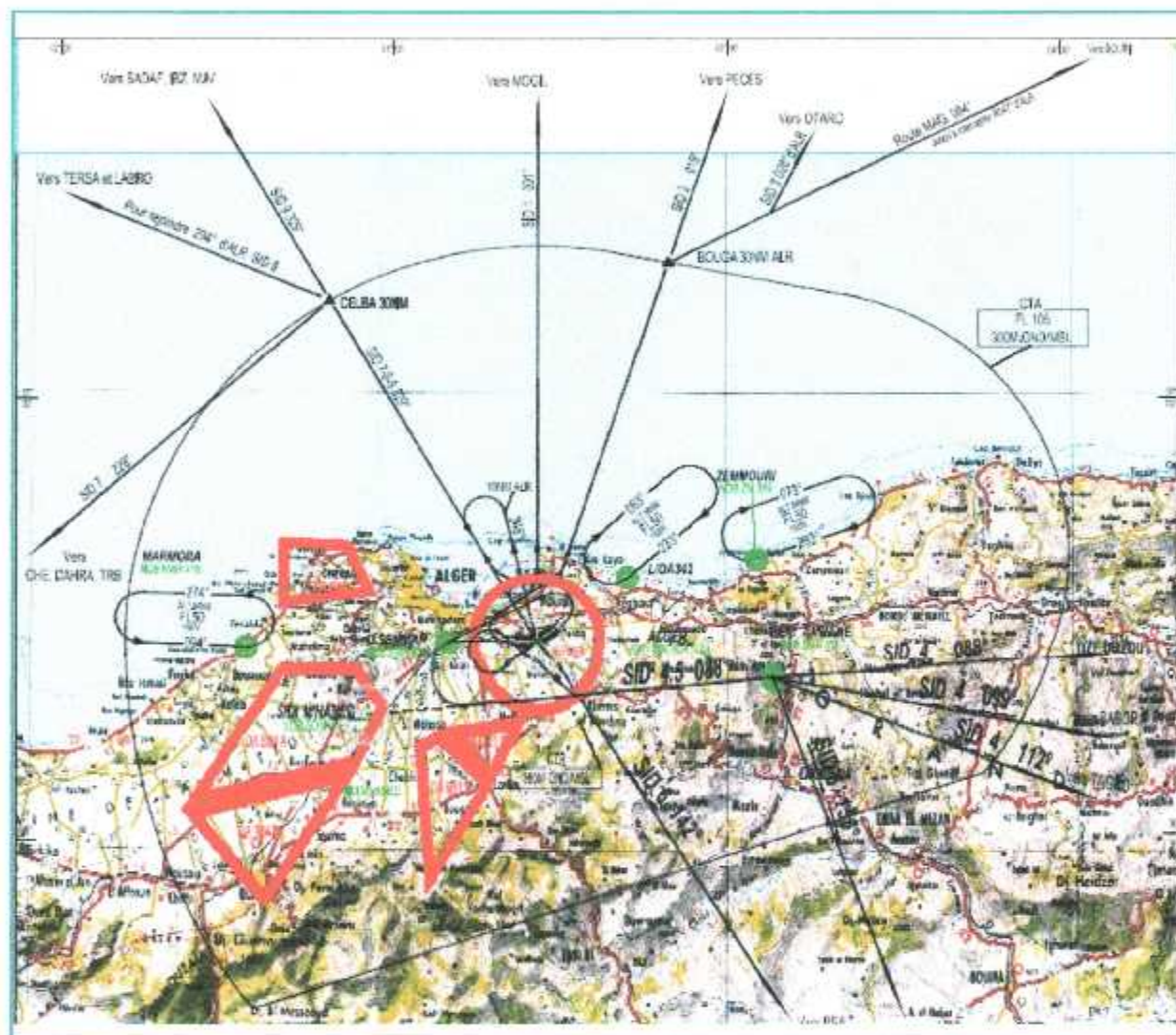


Fig-3-Carte de départ normalisé aux instruments (SID)

II-10-Aides de radionavigation et d'atterrissage

MOYENS	IDENTIFICATION	FREQUENCES	COORDONNEES
DVOR /DME	ALR	112.5 MHz	364128N/0031256E
DVOR /DME	ZEM	116.6 MHz	364742N/0033415E
DVOR	SDM	113.9 MHz	363750N/0025827E
NDB	SMR	370 KHz	364134N/0030524E
NDB	MAR	416 KHz	364107N/0024657E
NDB	ZEM	359 KHz	364746N/0033419E
LOC	OA	342 KHz	364651N/0032144E
LLZ23/ILS CAT1	AG	110.3 MHz	364132N/0031303E
LLZ09/ILSCAT11	HB	108.5 MHz	364128N/0031248E
GP	GP 05	335 MHz	364127N/0031027E
GP	GP 09	329.9 MHz	364237N/0031457E
OM	OM 05	75 MHz	364506N/0031852E
OM	OM 09	75 MHz	364138N/0030524E
MM	MM 05	75 MHz	364309N/0031541E

CHAPITRE III

SPECIFICATIONS

DETAILLEES

DU SYSTEME

Introduction

L'objectif premier sera de mieux gérer et organiser le flux de trafic pour l'approche d'Alger de façon que tous les usagers disposent d'une liberté de mouvement maximale. Cette étude sera profitable à la reconfigurations et l'optimisation des routes d'arrivées et de départs (STAR et SID) qui servent à structurer le flux de trafic aux abords de l'aérodrome « HOUARI BOUMEDIENE » et qui vont contribuer à ajuster la capacité de l'espace aérien dans la région de contrôle terminale (TMA) et sera aussi profitable à la sécurité car elle est suivi d'une évaluation d'obstacles autour de l'aérodrome d'Alger en raison de la topographie du terrain qui se caractérise par une chaîne montagneuse du coté Est et Sud.

III-1-Etude de flux de trafic actuel pour l'approche d'Alger

La gestion du flux de trafic (ATM) aérien a pour objectif stratégique

- La protection de l'espace aérien contre les surcharges de trafic
- Une meilleure adéquation entre les besoins des exploitants d'aéronefs et la capacité offerte par les gestionnaires des aéroports et des services de la circulation aérienne.

La mise en oeuvre de cette stratégie consistera à équilibrer la capacité et la demande, depuis la planification stratégique jusqu'à l'exécution tactique des vols, compte tenu des limites des aéroports et de l'espace aérien, d'événements inattendus ou de pointes de trafic anormales. La gestion du flux de trafic sera le moyen privilégié pour assurer la ponctualité et l'efficacité des vols, tout en gérant au mieux la capacité disponible.

La gestion de la capacité dépend de nombreux facteurs

- La structure des routes ATS
- Précision de navigation des aéronefs qui utilisent l'espace aérien considéré
- Conditions météorologiques.

Pour évaluer la capacité, les facteurs à prendre en compte devraient comprendre

- a) Le niveau et le type de services ATS fournis
- b) La complexité structurelle de la région de contrôle, du secteur de contrôle ou de l'aérodrome considéré.
- c) La charge de travail des contrôleurs, y compris les taches de contrôle et de coordination à accomplir.

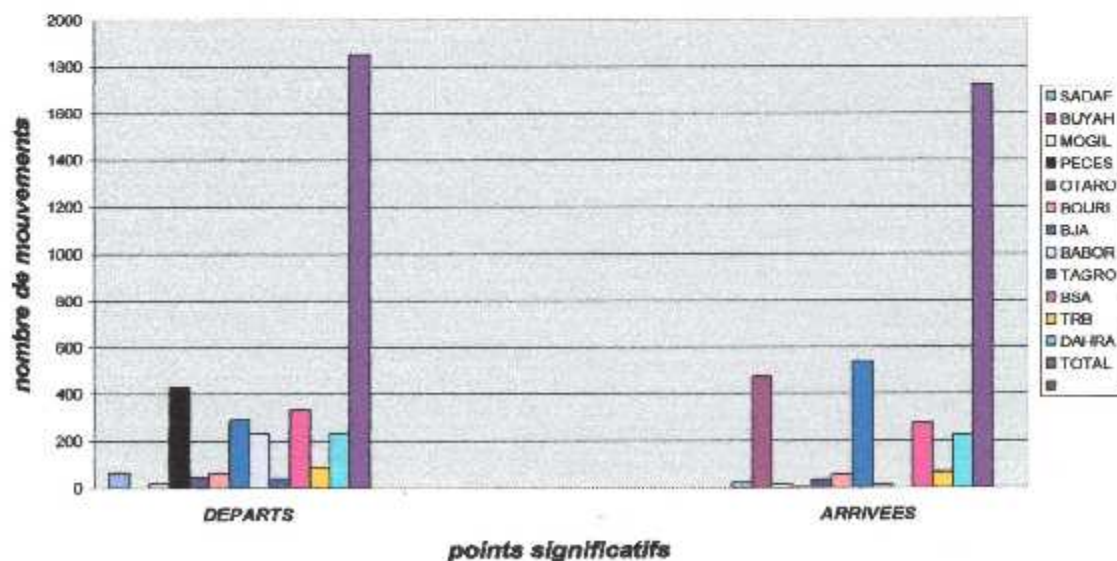
III-1-1-Etude statistique du trafic

Après étude détaillée du flux de trafic sur une période d'un mois (décembre 2004), il ressort les statistiques listées dans les tableaux ci-après. Ces tableaux donnent le nombre de mouvements et la capacité par axe et par secteur* de départs et d'arrivées

DEPARTS			ARRIVEES		
AXES	Nombre de mouvements	CAPACITE	AXES	Nombre de mouvements	CAPACITE
ALR-SADAF	67	3.62%	SADAF -ALR	23	1.30%
ALR-BUYAH	00	00%	BUYAH- ALR	473	28%
ALR-MOGIL	19	1.02%	MOGIL -ALR	17	1%
ALR-PECES	428	23.15%	PECES -ALR	02	0.50%
ALR-OTARO	48	2.60%	OTARO -ALR	34	2%
ALR-BOURI	64	3.45%	BOURI -ALR	57	3.50%
ALR-BJA	290	15.67%	BJA -ALR	536	31%
ALR-BABOR	235	12.70%	BABOR-ALR	12	0.70%
ALR-TAGRO	42	2.28%	TAGRO -ALR	00	00%
ALR-BSA	333	18%	BSA -ALR	274	16%
ALR-TRB	90	5%	TRB -ALR	67	4%
ALR-DAHRA	234	12.65%	DAHRA- ALR	226	12%
TOTAL	1850		TOTAL	1721	

On peut schématiser ce tableau par un histogramme qui se présente comme suit :

flux de trafic /12-2004 pour l'aerodrome d'alger



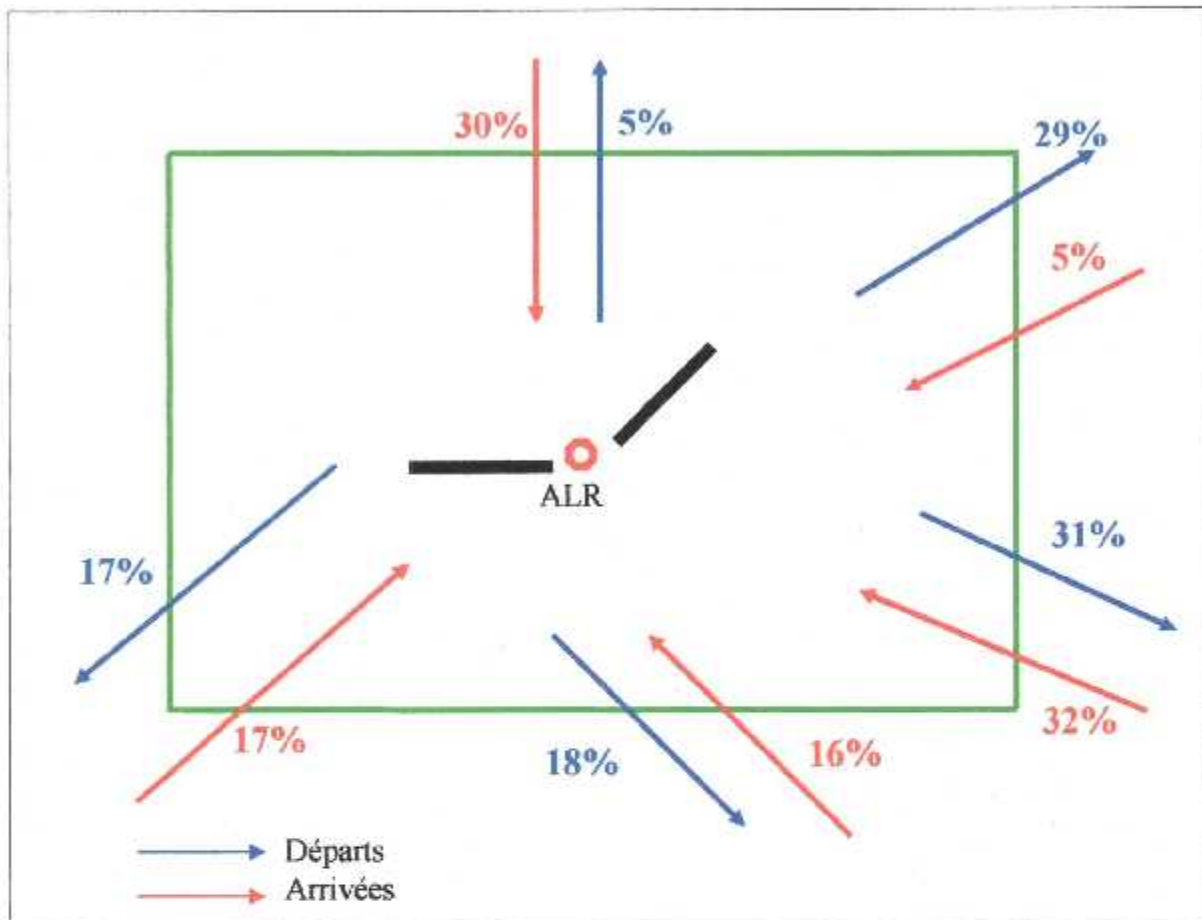
DEPARTS		Nombre de mouvement	capacité	ARRIVEES	Nombre de mouvement	Capacité
NORD	<i>SADAF</i> <i>MOGIL</i>	86	5%	<i>SADAF</i> <i>BUYAH</i> <i>MOGIL</i>	513	30%
NORD EST	<i>PECES</i> <i>OTARO</i> <i>BOURI</i>	540	29%	<i>OTARO</i> <i>BOURI</i>	93	5%
EST	<i>BJA</i> <i>BABOR</i> <i>TAGRO</i>	567	31%	<i>BJA</i> <i>BABOR</i> <i>TAGRO</i>	548	32%
SUD	<i>BSA</i>	333	18%	<i>BSA</i>	274	16%
OUEST	<i>DAHRA</i> <i>TRB</i>	324	17%	<i>DAHRA</i> <i>TRB</i>	293	17%
TOTAL		1850		TOTAL	1721	

*Secteur → on appelle secteur un ensemble d'axes de départs ou d'arrivées regroupées

III-1-2-Analyse des statistiques du trafic

D'après les deux tableaux précédents ils ressortent les résultats suivants

Le trafic important est celui de l'est avec une capacité de **30%** d'arrivées et **31%** de départs en deuxième position le trafic du Nord avec un pourcentage de **5%** de départ et **30%** d'arrivées .et en dernière position le reste du trafic qui est presque identique dans les trois secteurs restants.



**Fig-4-Capacité du flux de trafic pour l'approche d'Alger
(Mois de décembre 2004)**

III-2-Evaluation des obstacles

III-2-1 Altitude minimale de secteur

Des altitudes minimales de secteur seront fixées pour chaque aéroport ou des procédures d'approche aux instruments ont été établies. chaque altitude minimale de secteur sera calculée en prenant la cote la plus élevée de la zone considérée. Arrondie au multiple de 50m ou de 100 ft le plus proche par excès et en y ajoutant une marge d'au moins 300m (984ft). si la différence entre les altitudes de secteur est insignifiante (c'est-à-dire de l'ordre de 100m (300ft)), une altitude minimale applicable à tous les secteurs pourra être fixée. l'altitude minimale s'appliquera dans un rayon de 46 km (25nm) de l'installation de radioalignement sur laquelle l'approche aux instruments est fondée. pour les vols au dessus d'un terrain montagneux, la marge minimale de franchissement d'obstacles devrait être augmentée d'une valeur pouvant atteindre 300m(984ft)

III-2-2-Obstacles situés dans la zone tampon.

Si des obstacles situés en dehors des limites du secteur considère, mais à moins de 9km (5nm) de ces limites (zone tampon) sont plus élevés que les obstacles les plus élevés à l'intérieur du secteur, l'altitude minimale de secteur sera augmentée en arrondissant la hauteur de l'obstacle dans la zone tampon au nombre entier approprié le plus proche et en ajoutant une marge d'au moins 300m (984ft).

III-2-3-Orientation des secteurs

Les secteurs devraient normalement coïncider avec les quadrants du compas. toutefois, lorsque cela est souhaitable pour les considérations topographiques ou autres, les limites de secteur peuvent être choisies de manière à obtenir les altitudes minimales du secteur les plus favorables.

III-2-4-Altitude minimale de secteur (MSA) autour de l'aérodrome d'Alger

Après avoir tracer le cercle de 25 NM et celui de 30 NM (zones tampons), on a relevé tous les obstacles situés dans les deux cercles. Ensuite on a relevé les côtes les plus élevées dans chaque secteur. Notre choix était comme suit :

III-2-4-1-Secteur 1 (Nord)

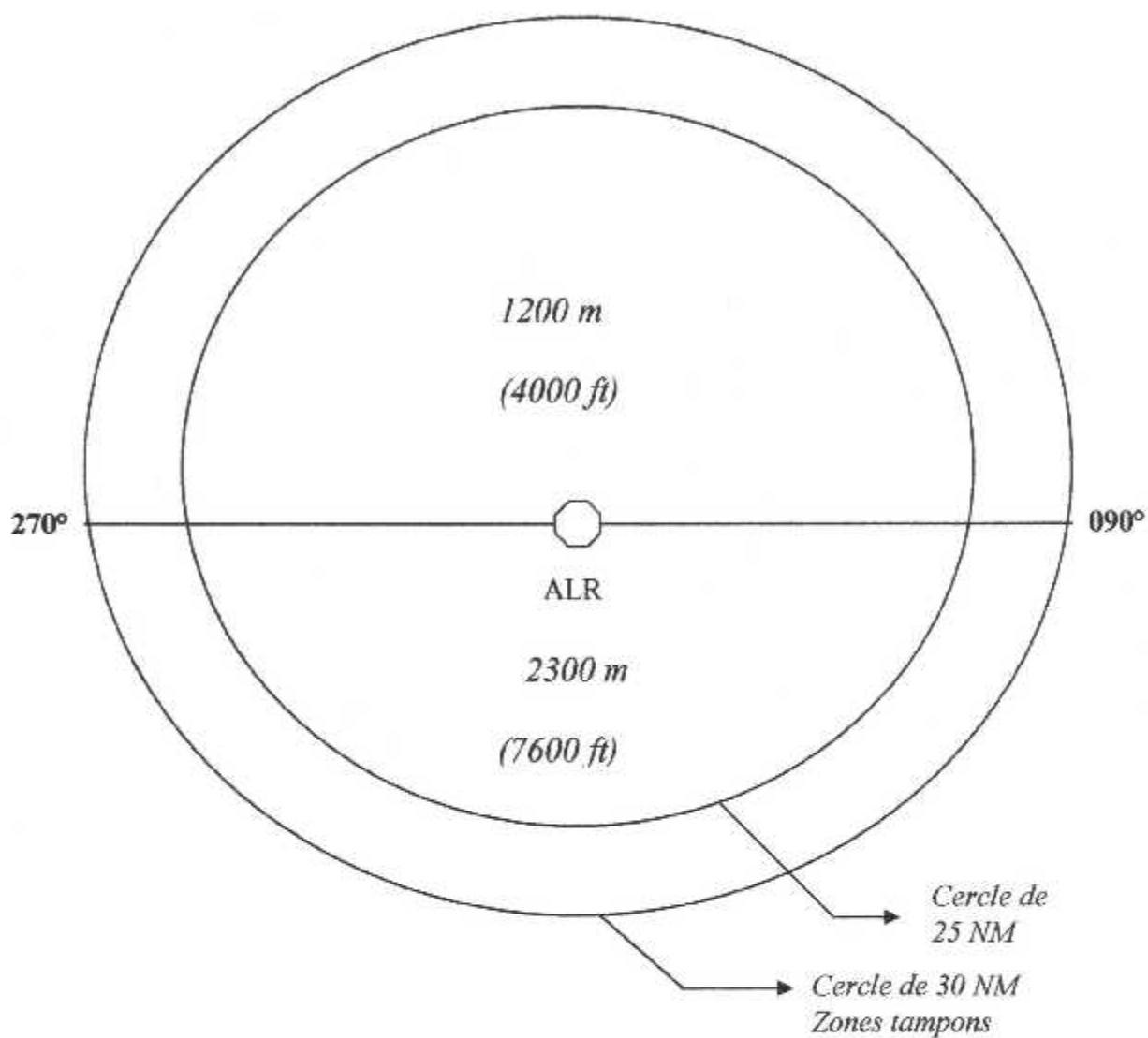
$$887(\text{m}) + 300(\text{m}) = 1200 (\text{m})$$

L'altitude de l'obstacle le plus pénalisant dans le secteur Nord est de 887(m) on lui a ajouter une marge de franchissement d'obstacle (MFO) de 300 (m), on a obtenu notre MSA qui est de 1200 (m) pour le secteur Nord.

III-2-4-2-Secteur 2 (Sud)

$$1629(\text{m}) + 600(\text{m}) = 2300 (\text{m})$$

L'altitude de l'obstacle le plus pénalisant dans le secteur Sud est de 1629(m) on lui a ajouter une marge de franchissement d'obstacle de 600 (m), on a obtenu notre MSA qui est de 2300 (m) pour le secteur sud.



**Fig-5-MSA autour de l'aérodrome d'Alger
(Altitude minimale de secteur)**

CHAPITRE IV

CONCEPTION DU NOUVEAU SCHEMA DE C.A

IV-I- Aspect Théorique

IV-I-1-Arrivées normalisées aux instruments (STAR)

Il y a lieu, dans certains cas, de définir des routes d'arrivée permettant de relier l'itinéraire de croisière au repère d'approche initiale. Ces routes devraient s'intégrer au courant local de circulation aérienne, la longueur de la route d'arrivées ne dépassera pas la portée utile opérationnelle des installations qui fournissent le guidage de navigation.

- Les STAR devraient être simples et faciles à comprendre, seuls les installations de navigation et les points de cheminements utiles pour les besoins des services de la circulation aériennes (ATS) seront indiqués dans la procédure.
- Les STAR devraient être conçues pour le plus grand nombre possible de catégories d'aéronefs.
- Une STAR devrait être conçue de façon à permettre aux aéronefs de naviguer le long des routes sans dépendre autant de guidage radar.
- Une STAR peut desservir un ou plusieurs aéroports d'une même région terminale.
- Les restrictions de vitesse et d'altitude, devraient être indiquées en tenant compte des capacités opérationnelles de la catégorie d'aéronefs considérée, en consultation avec les exploitants.
- Un arc DME peut fournir un guidage sur trajectoire pour tout ou partie d'une route d'arrivées.

IV-I-1-1-construction des aires

Les routes d'arrivées peuvent être rectilignes (en ligne droite) ou circulaires (basé sur un arc DME).

1) lorsque la route d'arrivée est un segment rectiligne et sa longueur est supérieure ou égale à 46 km (25NM), les critères en route s'applique jusqu'à 25 NM en amont de l'IAF. L'aire diminue ensuite à partir des 25 NM avec une convergence de 30° de part et d'autre de l'axe, jusqu'à la largeur résultant des critères d'approche initiale (voir fig-6)

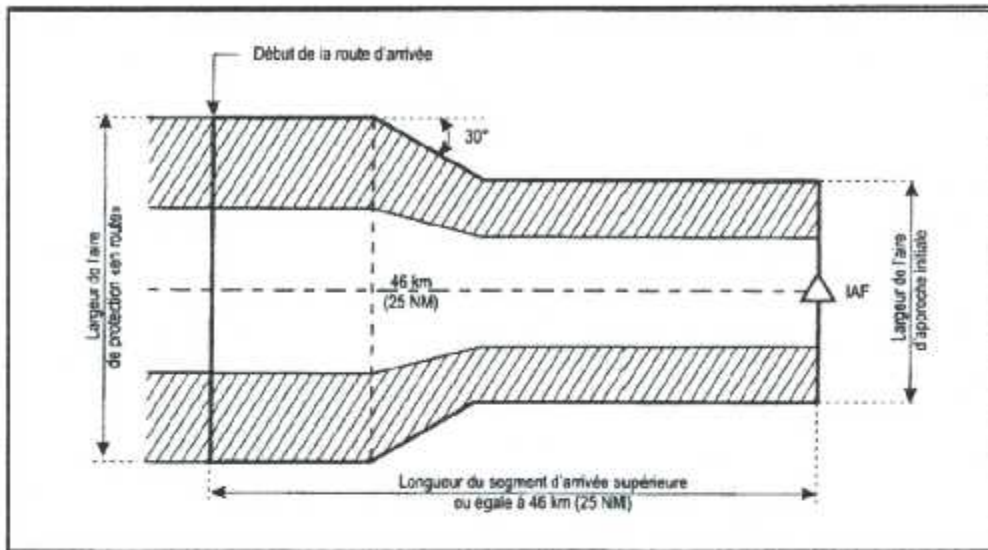


Fig-6-Segment d'arrivée –Aire de protection [longueur du segment d'arrivée supérieure ou égale 46 km (25NM)]

2) dans le cas d'une arrivée basée sur un arc DME, la décroissance de la largeur de l'aire débute à la distance de 46km (25NM) en amont de l'IAF, mesurée le long de l'arc DME, la largeur de la protection « en route »de l'arc DME est de 29,6 km (16NM) [(08NM) de chaque coté] (voir fig-7)

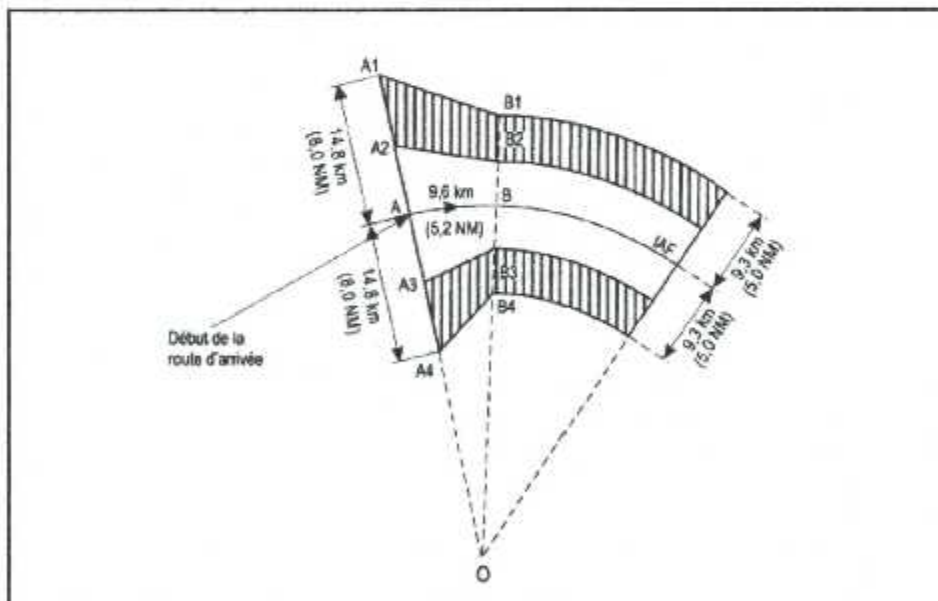


Fig-7-Arc DME –longueur du segment d'arrivée inférieure à 46 km (25NM)

IV-1-2-Départs normalisés aux instruments

Une procédure de départ sera établie pour chaque piste sur laquelle on prévoit des départs aux instruments, la procédure devrait être normalement conçue pour le plus grand nombre possible de catégories d'aéronefs.

- La procédure de départ commence à l'extrémité départ de la piste (DER), qui constitue la limite de l'aire déclarée appropriée pour le décollage (c'est-à-dire l'extrémité de la piste ou du prolongement dégagé). (voir fig-8)

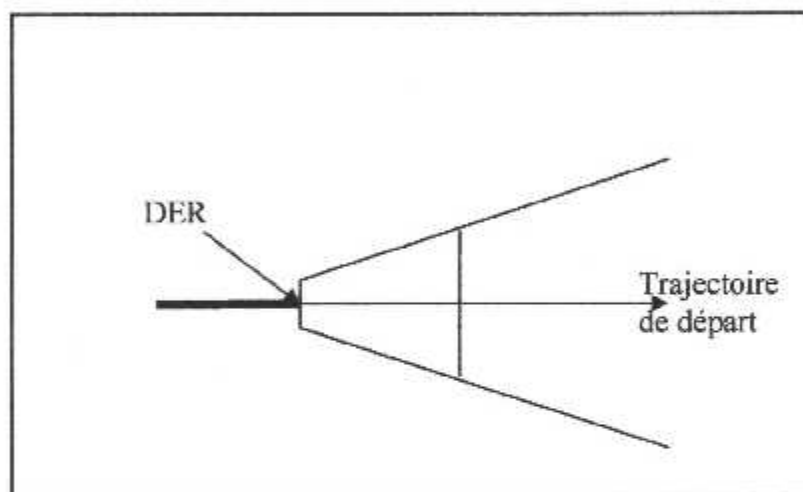


Fig-8-Début de la procédure de départ

- La procédure de départ prend fin au point où la pente que l'on obtient en ajoutant 0,8% à la pente de 2,5% de la surface d'identification d'obstacle OIS* ou à la pente déterminée par l'obstacle significatif qui traverse cette OIS, mesurée le long de la trajectoire nominale de vol, atteint l'altitude /hauteur minimale autorisée pour la phase suivante du vol (c'est-à-dire la phase de route, d'attente ou d'approche).

***Surface d'identification d'obstacles (OIS)**

Les OIS constitue une série de surfaces inclinées aux procédures de départ, et établies autour d'un aérodrome. Les obstacles qui traversent ces surfaces doivent être pris en compte dans la procédure de départ en spécifiant une trajectoire de vol qui permettra d'éviter les obstacles en toute sécurité, ou en spécifiant une pente de montée de l'avion qui assure une marge suffisante de franchissement de ces obstacles, la pentes des OIS est de 2,5%. (Voir fig-9)

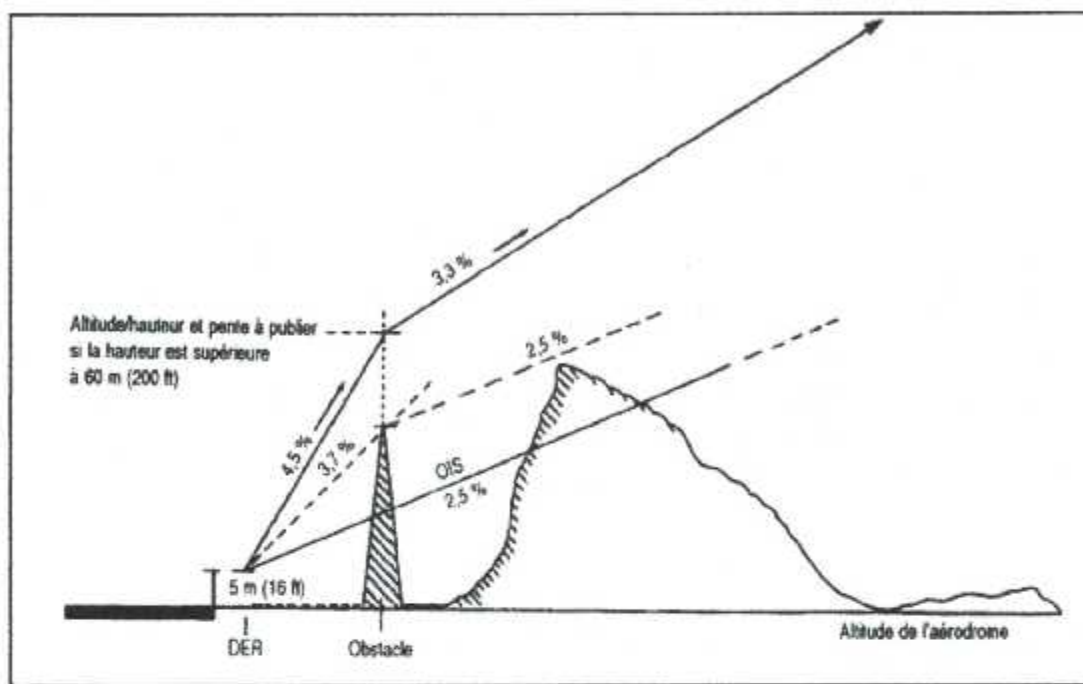


Fig-9-pente de calcul et fin de la procédure de départ

IV-I-2-1-Types de départs

Il y a deux types fondamentaux de routes de départs :

- Les routes de départ en ligne droite sont fondées sur un guidage sur trajectoire acquis à un maximum de 20 km (10,8NM) à partir de l'extrémité départ de la piste (DER).
- Les routes de départs avec virage sont fondées sur un guidage sur trajectoire à un maximum de 10 km (5,4NM) après exécution des virages. Si l'on dispose d'un radar de surveillance, on peut l'utiliser pour assurer un itinéraire sûr.

IV-I-2-2-Départs en ligne droite

Un départ est dit en ligne droite lorsque la trajectoire initiale de départ fait un angle maximal de 15° avec l'alignement de l'axe de piste. En outre, la trajectoire de départ doit couper le prolongement de l'axe de piste à un maximum de 3,5 km (1,9NM) de la DER ou passer à un maximum de 300m latéralement par rapport à l'axe de la piste à la DER. (Voir fig-10)

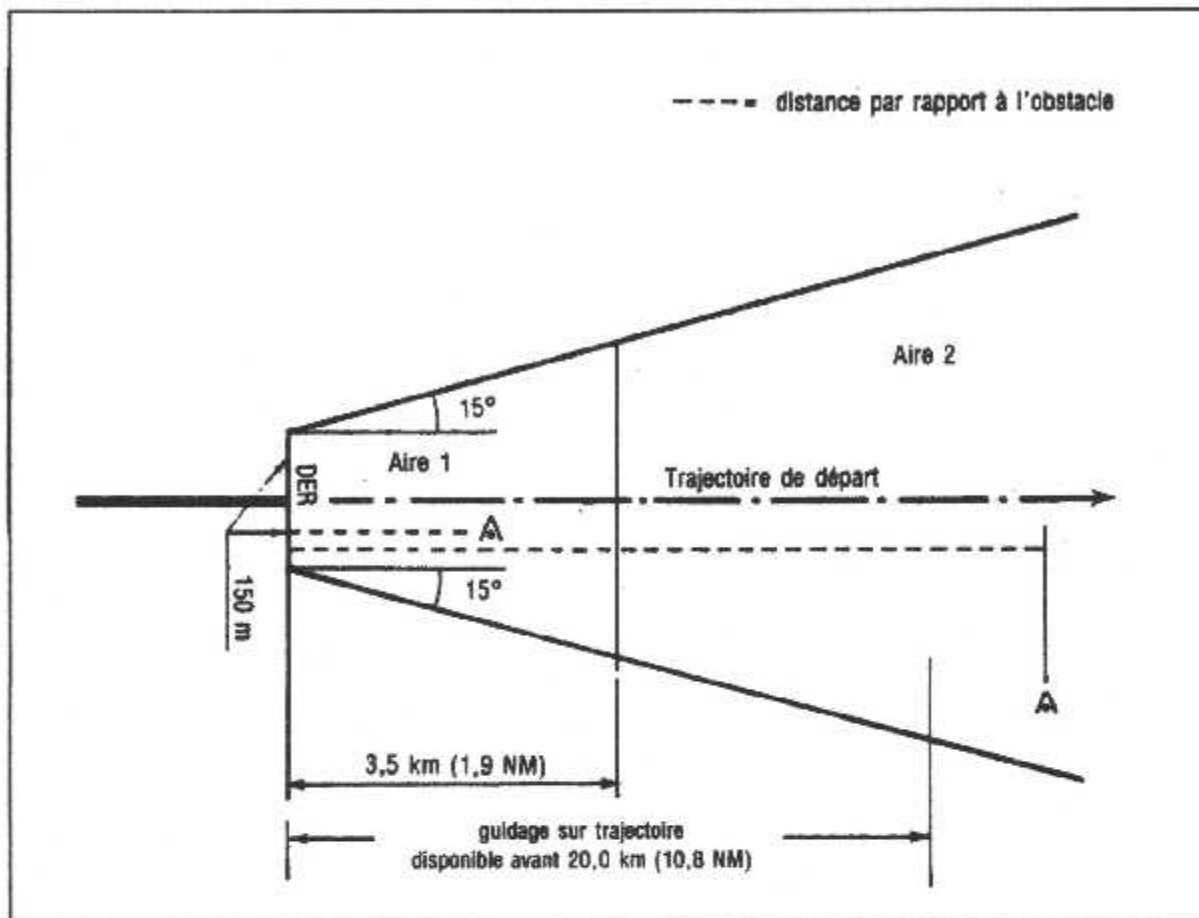


Fig-10-départ en ligne droite

IV-I-2-3-Départs avec virage

Lorsque une route de départ exige un virage de plus de 15°, une aire de virage est construite. Les virages peuvent être spécifiés à une altitude / hauteur, à un repère, à une installation, ou à une distance spécifiée d'un repère ou d'une installation. On admet que l'avion vole en ligne droite jusqu'à une altitude / hauteur d'au moins 120m (394ft) au-dessus de l'altitude de la DER. Aucune disposition du présent document ne prévoit de départ avec virage qui exige un virage à moins de 120m (394ft) au-dessus de l'altitude de la DER. L'aire 1 du départ avec virage est identifiée à l'aire de départ en ligne droite sans guidage sur trajectoire. Les aires prennent fin au point de virage (TP) aval, choisi de manière à permettre à l'avion de monter jusqu'à 120m (394ft) au moins au-dessus de l'altitude de l'aérodrome. L'aire 2 du départ avec virage est construite de la même manière que les aires d'approche interrompue avec virages. En appliquant les paramètres ci-après.

IV-I-2-3-1-Paramètres de virage

Les paramètres sur lesquels se fondent les aires de virage sont les suivants :

- a) **Altitude** : altitude de l'aérodrome.
- b) **Température** : ISA+15°C pour l'altitude de l'aérodrome
- c) **Vitesse indiquée** : valeur mentionnée en regard de la catégorie d'aéronef pour laquelle la procédure de départ est conçue, augmentée de 10% pour tenir compte de la masse plus élevée de l'aéronef au départ, toutefois, en cas de nécessité opérationnelle.
- d) **Vitesse vraie** : VI de l'alinéa c) ci-dessus en fonction de l'altitude a) et de la température b).
- e) **Vent** : vent correspondant à une probabilité maximale de 95% sur une base omnidirectionnelle lorsqu'on dispose de données statistiques sur le vent, lorsqu'on ne dispose d'aucune donnée sur le vent, il y a lieu d'utiliser un vent omnidirectionnelle de 56km (30kt).
- f) **Angle d'inclinaison latérale** : 15° (angle moyen réalisé).
- g) **Tolérance du repère** : selon le type de repère.
- h) **Tolérance technique de vol** : 3s pour le délai de réaction du pilote +3s pour la mise en inclinaison latérale =6s [pour calculer c]
- i) **Limites de virage** : spirale de vent
- j) **Aires secondaires** : il n'y a pas d'aires secondaires dans les spécifications de départ, les aires secondaires spécifiées dans l'approche interrompue seront considérées comme des aires primaires.

IV-I-2-3-2-Virage a une altitude /hauteur désignée

Un virage est prescrit au moment où l'aéronef atteint une altitude /hauteur Spécifiée afin de tenir compte d'une situation qui comprend :

- a) Un obstacle situé dans la direction du départ en ligne droite et qu'il faut éviter ;
- b) Un obstacle situé par le travers de la trajectoire de départ en ligne droite et qu'il faut survoler après le virage avec la marge appropriée.

En pareil cas, la procédure exigera de monter jusqu'à une altitude /hauteur spécifiée avant d'amorcer le virage selon les spécifications (cap ou guidage sur trajectoire)

Une altitude ou hauteur de virage sera choisie de manière à obtenir un point de virage qui garantira que l'aéronef évitera l'obstacle situé droit devant lui ou par son travers, selon le cas

les critères de départ en ligne droite s'appliquent jusqu'au point de virage, la hauteur de virage (TH) est calculée d'après la relation suivante :

$$TH = Dr \cdot Gr + 5m \text{ (16ft)}$$

Dans laquelle Dr est la distance horizontale entre la DER et le TP et Gr est la pente nette de montée de l'aéronef lorsqu'une pente nette minimale de montée supérieure à 3,3% est nécessaire pour que l'aéronef atteigne la TA/H au point de virage, la pente doit être publiée.

IV-I-2-3-3-Virage amorcé a un TP désigné

Un TP désigné est choisi pour permettre à l'aéronef d'éviter un obstacle situé droit devant lui. Les critères de départ en ligne droite s'appliquent jusqu'au TP amont.

IV-I-2-4-Trajectoire moyenne de vol d'une procédure de départ

Lorsqu'il est important de se conformer de près à une trajectoire désirée précise (pour des raisons d'atténuation de bruit ou des contraintes ATC, etc.) Notamment dans des départs avec virage, on peut utiliser des données statistiques sur les performances des aéronefs afin de déterminer la procédure en établissant la trajectoire moyenne de vol.

- Pour le départ, la trajectoire moyenne de vol désiré à suivre, par exemple pour tenir compte des contraintes acoustiques, peut être tracé en fonction de la vitesse, de la distance et de l'angle d'inclinaison latérale indiqué dans le tableau ci-dessous .

Distance par rapport à la DER (km/NM)	1,9 1	3,7 2	5,6 3	7,4 4	9,3 5	11,1 6	13 7	14,8 8	16,7 9	18,5 10
Hauteur au dessus de la piste (m/ft)	130 425	259 850	389 1275	518 1700	648 2125	777 2550	907 2976	1037 3401	1167 3827	1296 4252
Angle d'inclinaison latérale (en degrés)	15	15	20	20	20	20	20	25	25	25
Vitesse (km/h, kT)	356 192	370 200	387 209	404 218	424 229	441 238	452 244	459 248	467 252	472 251

Détermination de la trajectoire moyenne de vol

II- Aspect Pratique

IV-II-1-Introduction

Après avoir étudié l'existant ainsi que le flux de trafic évoqués respectivement dans le chapitre II et III, la conception du nouveau schéma de la circulation aérienne s'est faite selon la démarche suivante :

- Localiser les moyens radionavigations, et les points significatifs
- localiser toutes les zones (DA-R ; DA-D ; DA-P)
- Elaborer les MSA (altitudes minimales de sécurité)
- Prendre en charge le flux de trafic aérien actuel
- Définition des points de ralliement
- Conception des attentes.
- Elaboration des routes d'arrivées
- Elaboration des routes de départs

IV-II-2-Points de ralliements

IV-II-2-1-Critères du choix

1. Tenir compte du flux de trafic des arrivées
2. Eloigner les procédures d'attente du relief et des zones
3. Assurer la séparation entre les départs et les arrivées
4. Respecter les longueurs des segments d'approche (initial, intermédiaire, final)

Les points de ralliements choisis sont définies dans le tableau ci dessous (voir fig-11)

Entrées	Emplacement	Flux canalisé	Capacité
Est	10 NM de ZEM sur la R044°	BJA, OTARO, BOURI, BSA,	53 %
Nord	30 NM D'ALR sur la R 359°	BUYAH, SADAF, MOGIL	30%
Ouest	40 NM D'ALR sur la R 0273°	TRB, DAHRA	17%

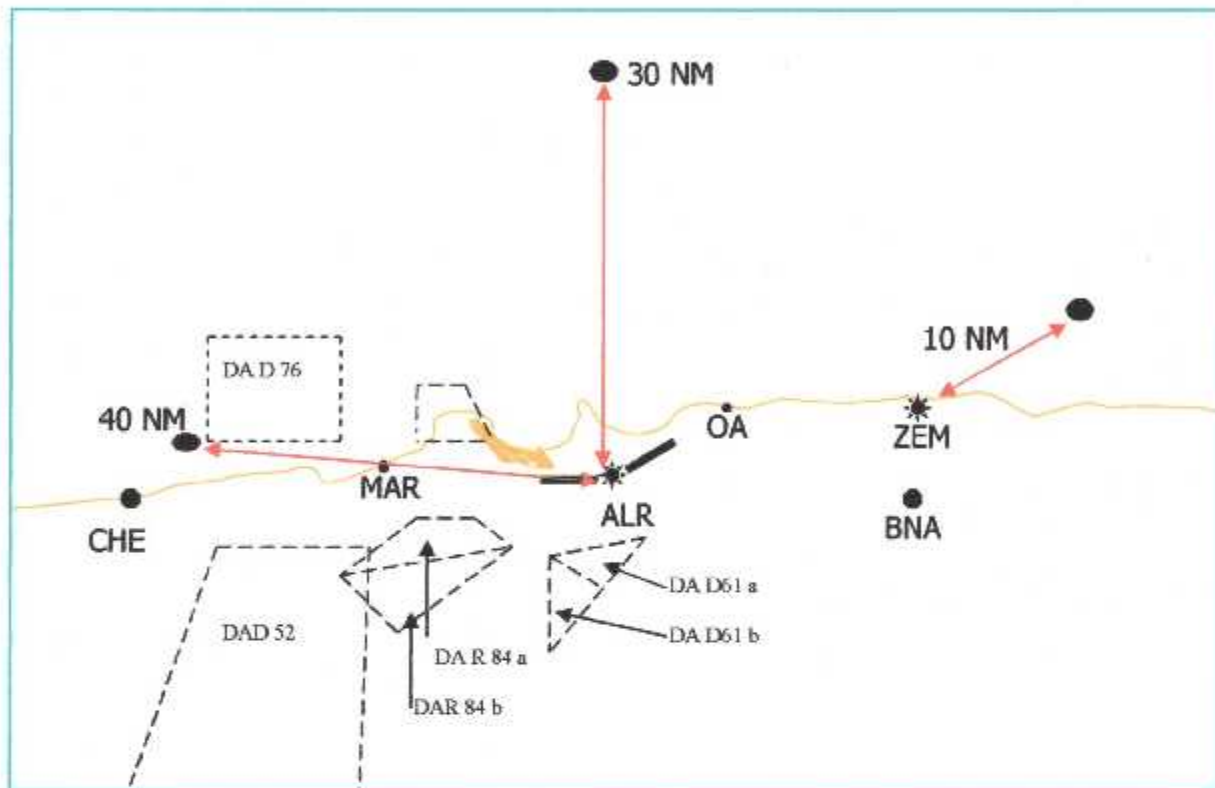


Fig-11-points de raliements

IV-II-3-Attentes

Les points de raliement choisis ci-dessus sont considérés comme les points fixes des trois (03) attentes.

IV-II-3-1-Attente (Est et Nord)

Paramètres

VI= 230kt

Altitude de transition =1200 m

Zp max = FL 140

Altitude minimale d'attente = FL 50

Nombre de niveau = 09

IV-II-3-2-Attente (Ouest)

Paramètres

VI= 230kt

Altitude de transition =1200 m

Zp max = FL 100

Altitude minimale d'attente = FL 50

Nombre de niveau = 05

NB : Pour La conception des attentes voir annexe 1

IV-II-4-STAR (arrivées normalisées aux instruments)

Les points de ralliements définis ci-dessus nous ont permis de canaliser le flux de trafic et de ramener les axes d'arrivées vers ces points.

IV-II-4-1-Arrivées de l'Est et du Nord -Est

IV-II-4-1-1-Arrivées de BJA (Bejaia)

Les arrivées de BJA rejoignent l'attente (point fixe à 10 NM de ZEM) par un segment d'arrivée rectiligne en suivant Le QDR 282° de BJA sur une distance de 63NM et en effectuant une entrée par l'arc du coté opposé à l'attente (Voir fig-12)

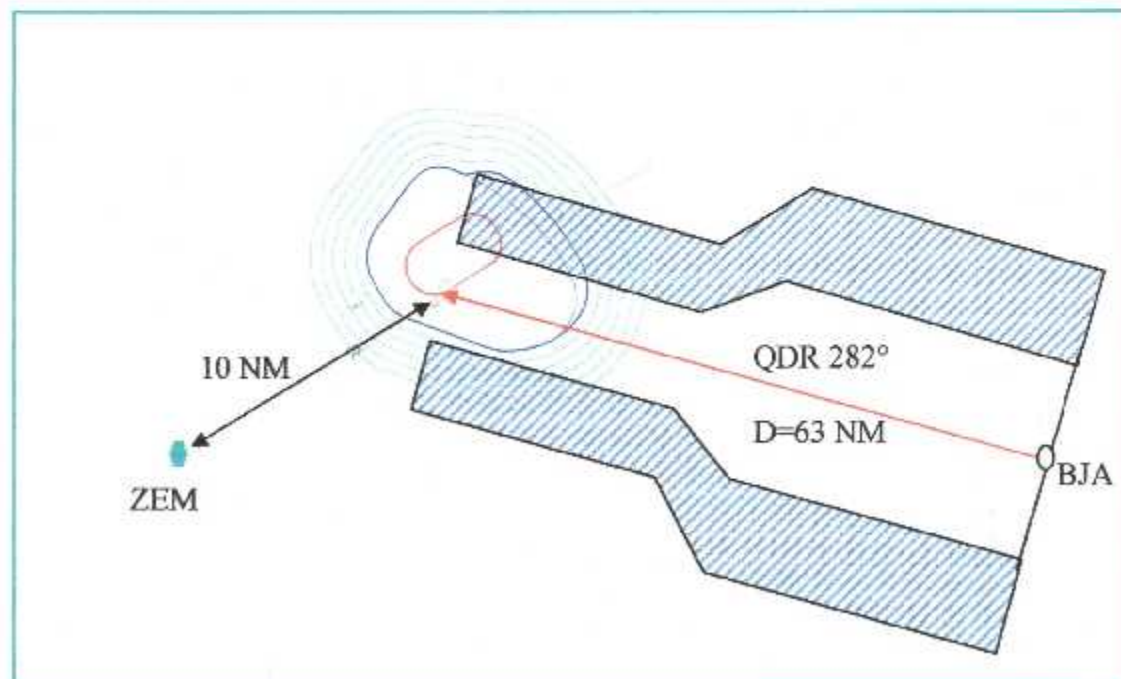


Fig-12- arrivées de BJA

IV-II-4-1-2-Arrivées de BOURI

Vu que l'attente est aligné sur l'axe de BOURI (044° de ZEM), Les arrivées par se point significatif rejoignent l'attente par un segment d'arrivée rectiligne. En effectuant une entrée par la radiale VOR ($R044^\circ$ de ZEM) dans le sens du rapprochement. (Voir fig-13)

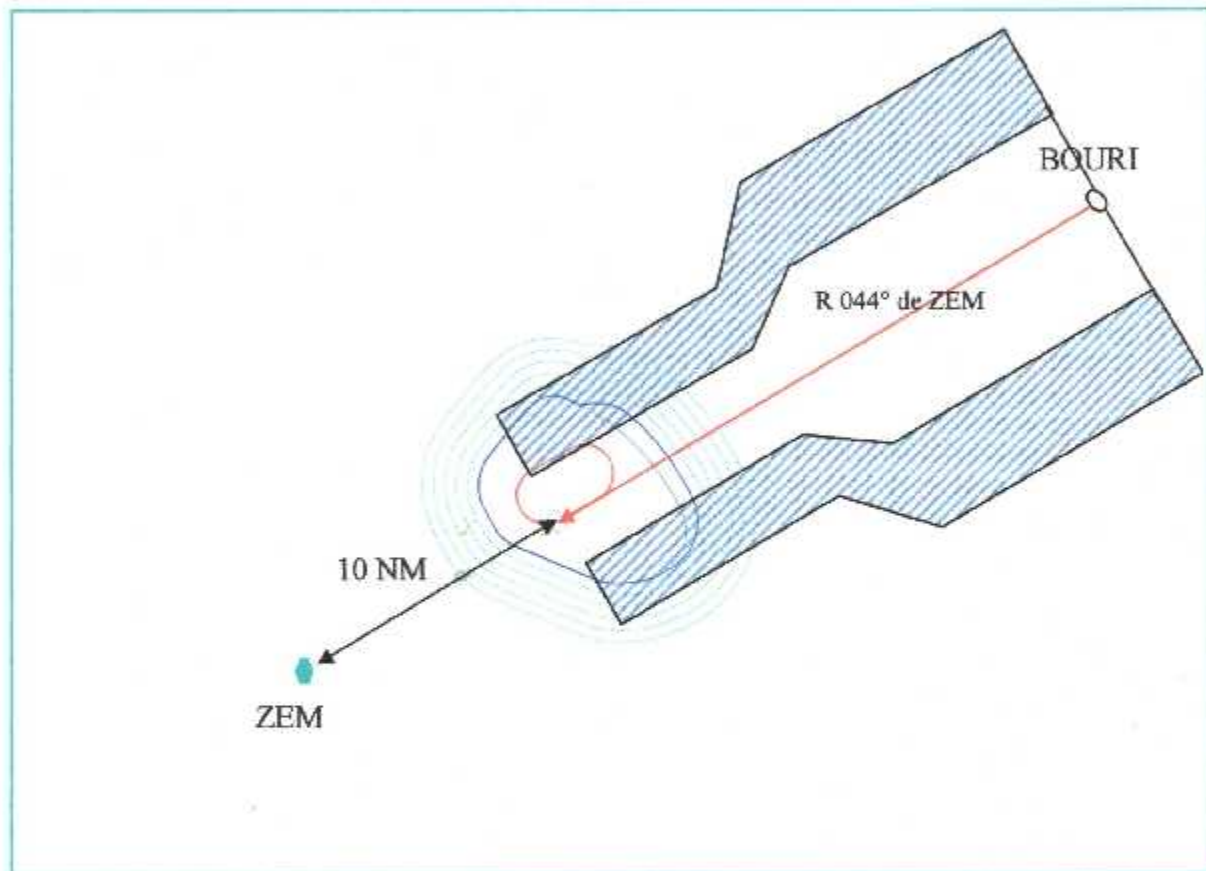


Fig-13- Arrivées de BOURI

IV-II-4-1-3-Arrivées de OTARO

Les arrivées de OTARO arrivent en ligne droite sur la radiale ($R023^\circ$ de ZEM) jusqu'à une distance de 19 NM. Ensuite ils virent à gauche pour effectuer un arc DME et ensuite rejoindre l'attente avec une entrée par l'arc du côté de l'attente. (Voir fig-14)

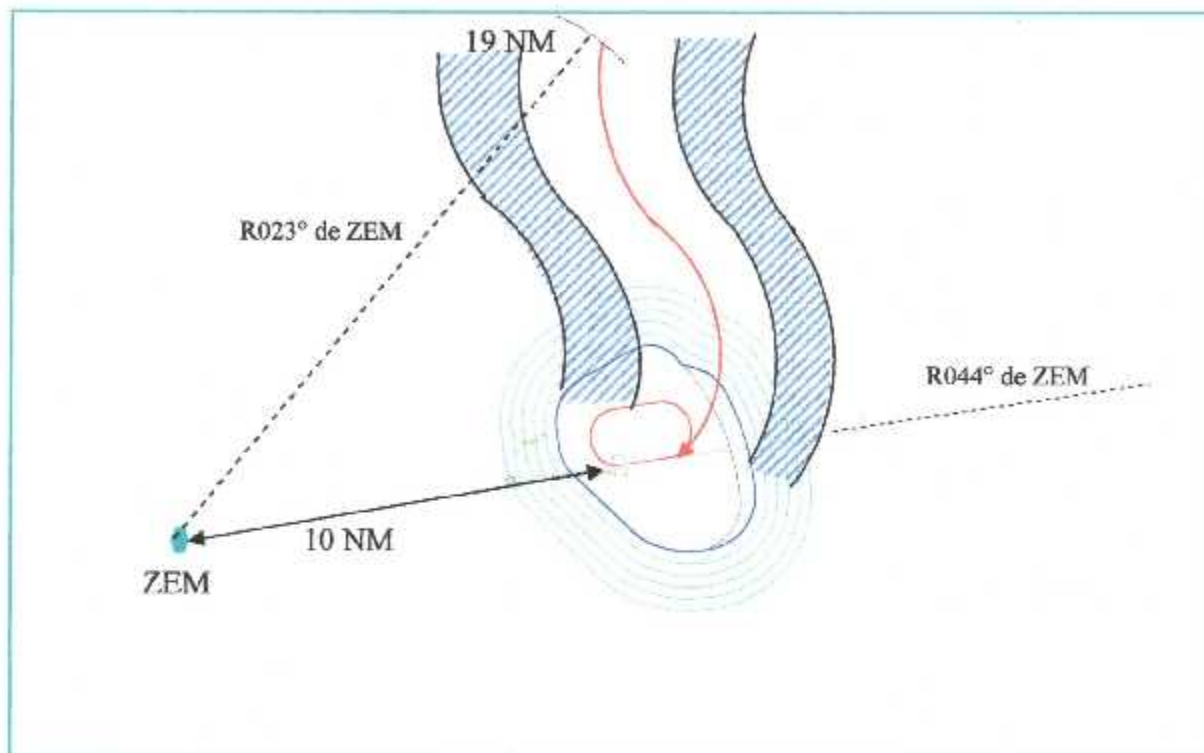


Fig-14- Arrivées de OTARO

IV-II-4-2-Arrivées du Nord

IV-II-4-2-1-Arrivées de MOGIL et BUYAH

L'attente du Nord situé à 30 NM d'ALR sur l'axe de BUYAH, permet aux arrivées de MOGIL et BUYAH de rejoindre leur point d'attente par un segment d'arrivée rectiligne en effectuant une entrée sur la radiale VOR (R359°d'ALR) dans le sens du rapprochement. (Voir fig-15)

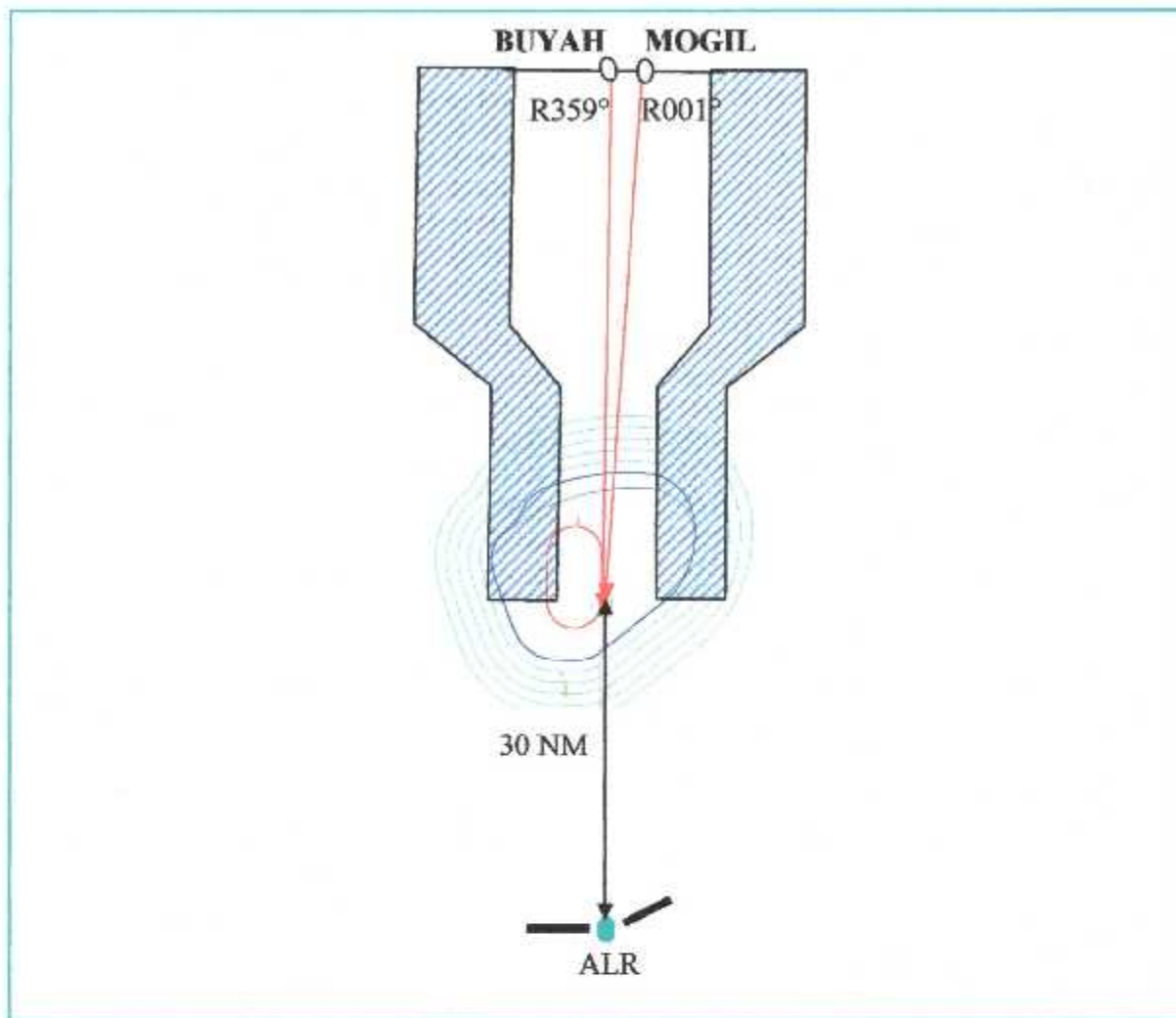


Fig-15-Arrivées de BUAH et MOGIL

IV-II-4-2-2-Arrivées de SADAF

Les arrivées de SADAF, arrivent en ligne droite sur la radiale R329° d'ALR jusqu'à une distance de 39NM. Ensuite ils virent à gauche pour effectuer un arc DME pour rejoindre leur point d'attente en effectuant une entrée par l'arc du côté de l'attente. (Voir fig-16)

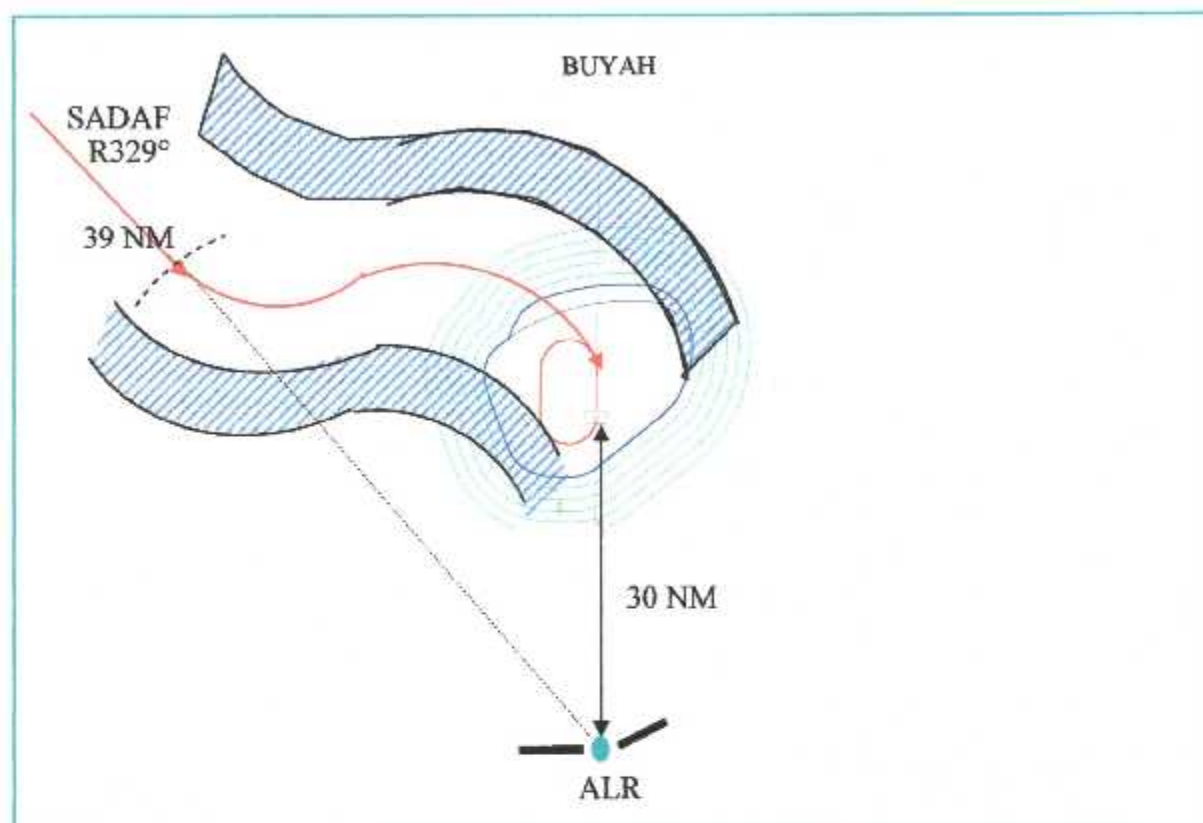


Fig-16-Arrivées de SADAF

IV-II-4-3-Arrivées de l'OUEST

IV-II-4-3-1-arrivées de CHE (cherchel)

Etant donné que Toutes les arrivées de l'Ouest viennent par CHE (ceherchel), et que le point d'attente est à 40 NM d'ALR aligné sur le QFU 27, les avions doivent suivre le QDR 055° de CHE par un segment rectiligne sur une distance de 11NM pour rejoindre leur point d'attente. En effectuant une entrée par l'arc du côté opposé à l'attente. (Voir fig-17)

IV-II-5-SID (Départs normalisés aux instruments)

Les procédures de départs sont établies pour chaque piste sur laquelle on prévoit des départs aux instruments, la procédure devrait être normalement conçue pour le plus grand nombre possible de catégories d'aéronefs. Pour l'aérodrome d'Alger nous avons élaborer huit (08) SID (procédures normalisées aux instruments) pour l'ensemble des QFU et cela en tenant compte du flux de trafic au départ, la séparation vis-à-vis les arrivées, les attentes et les obstacles.

IV-II-5-1-Critères de séparation

Parmi les nombreux critères de séparation dictée par l'OACI, nous avons cité ceux que nous avons utilisés dans notre schéma.

IV-II-5-1-1-Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale : L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection majorée de 1500 pieds ne doivent pas interférer avec l'aire de guidage de l'installation définissant la route d'arrivée ou le segment d'approche initiale.

IV-II-5-1-2-Attente/Segment de procédure : L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection de l'attente majorée de 1500 pieds ne doivent pas interférer avec l'aire associée au segment de procédure.

IV-II-5-1-3-Attente/départ : L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection majorée de 1500 pieds ne doit pas interférer avec l'aire associée au départ considérée pour la protection vis à vis d'autres espaces.(voir fig-18)

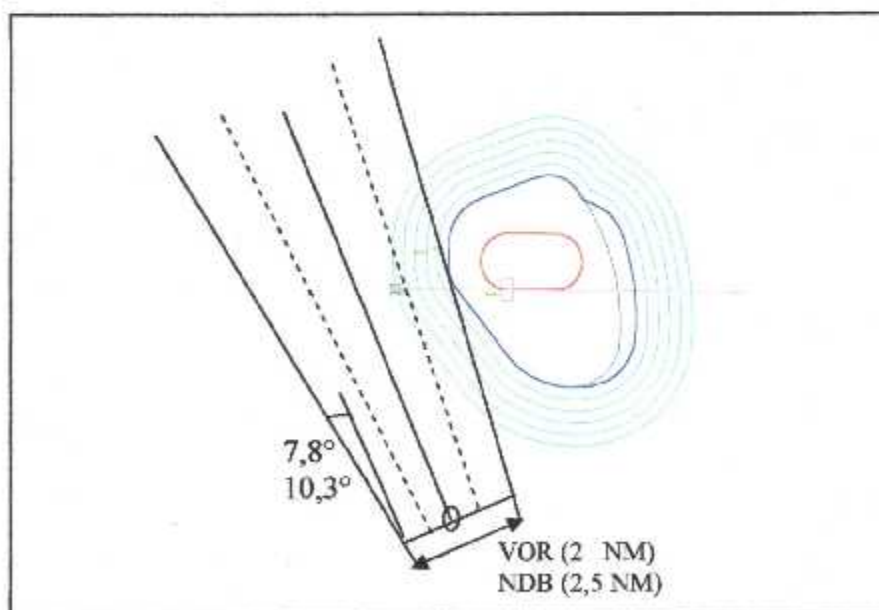


Fig-18-Séparation attente/Segment

IV-II-5-1-4-Attente/zone :

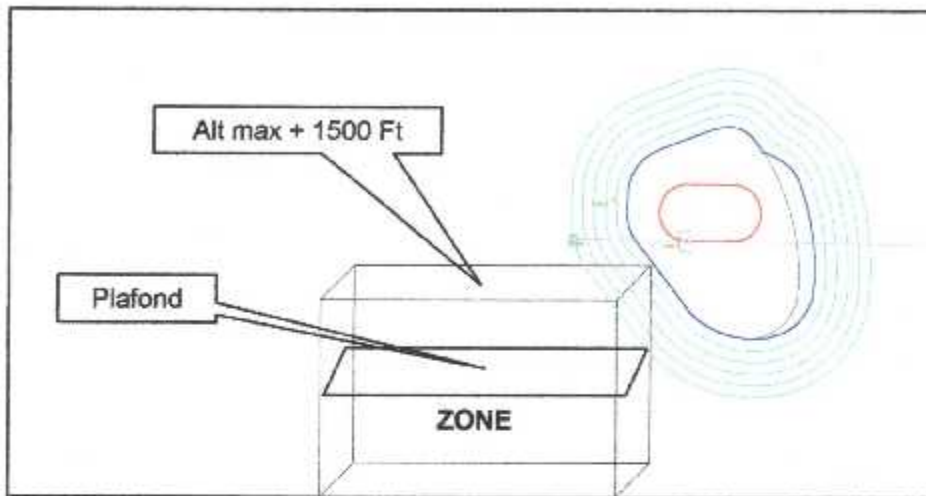


Fig-19-Séparation Attente/Zone

IV-II-5-1-5-Attente/Route aérienne :

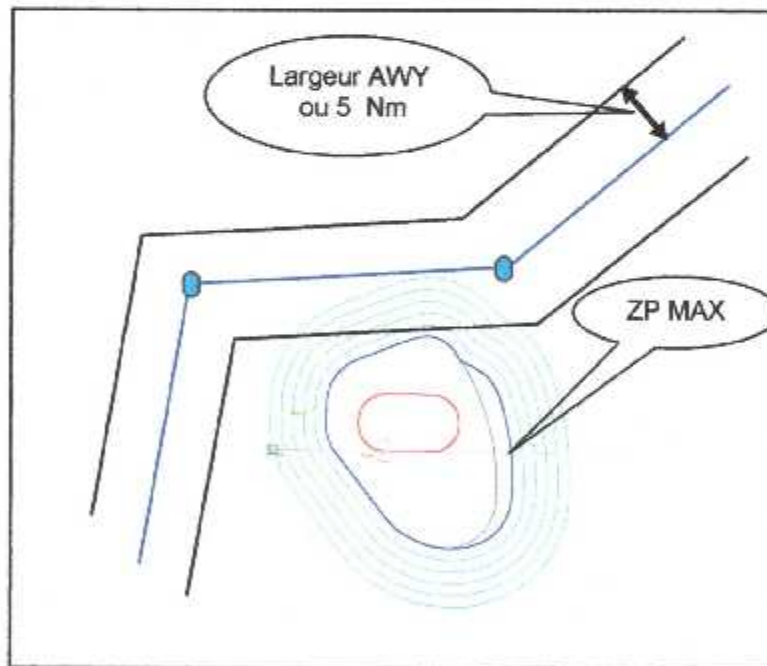


Fig-20-Séparation Attente/AWY

IV-II-5-1-6-Départ/départ : Les aires de protection doivent être nettement séparés.

IV-II-5-2-Départs vers le Nord et Nord-Est

Pour séparer les départs vers le Nord de l'attente situé à 30NM au Nord de l'aérodrome nous avons choisis l'axe de OTARO comme axe de départ principale .En appliquant les critères de séparations et de protection citer au part avant.

IV-II-5-2-1-Départ vers MOGIL (SID 1)

Le départ vers MOGIL est un départ avec virage à une altitude de (120m). Après décollage les aéronefs virent à gauche ou à droite selon le QFU utilisé pour intercepter et suivre radiale (R028°) d'ALR, à 45 NM d'ALR ils virent à gauche sur la route magnétique (RM305°) pour rejoindre et suivre la radiale (R346°) de ZEM vers MOGIL.(Voir fig-21 et 22)

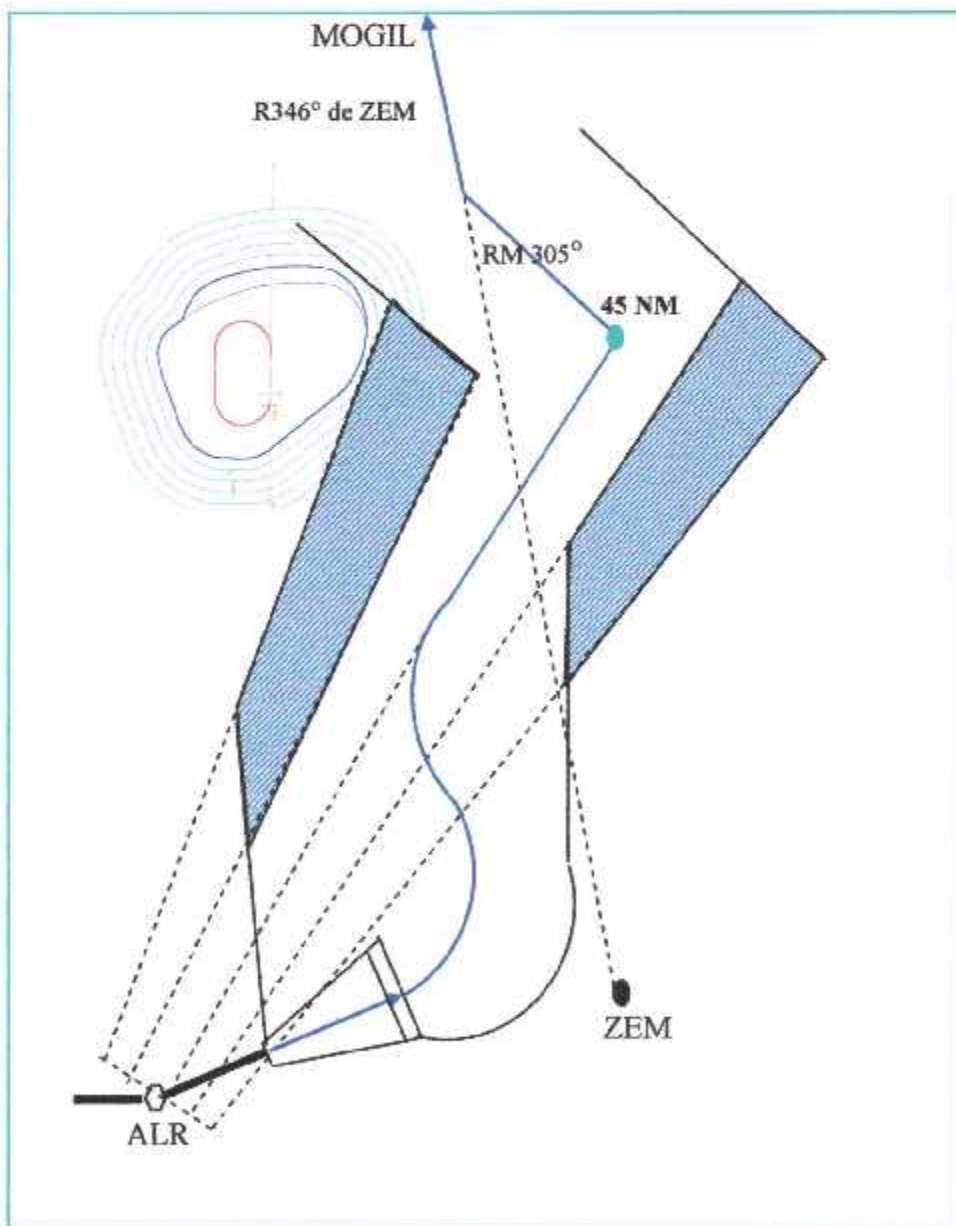


Fig-21-départ vers MOGIL QFU 05/09

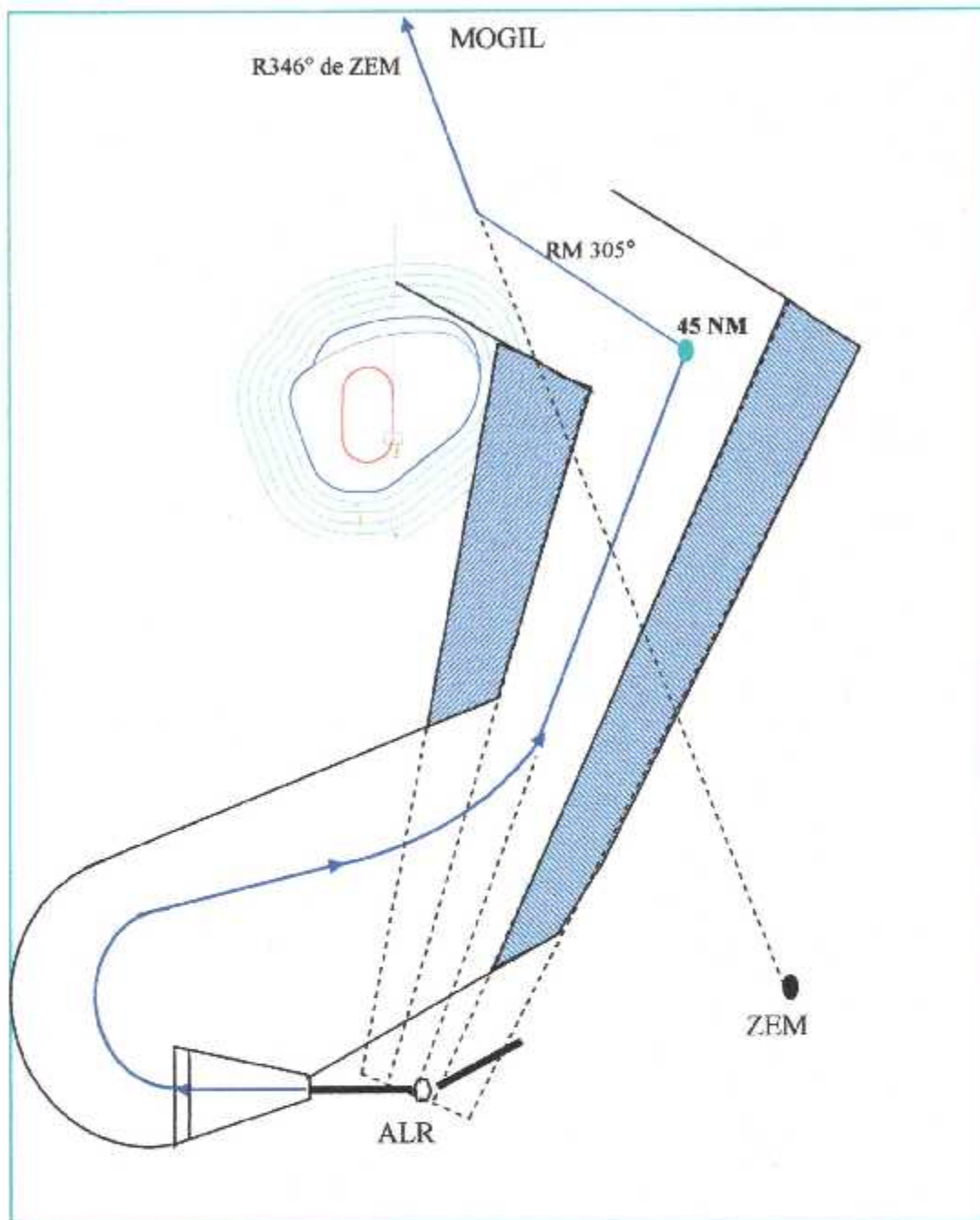


Fig-22-départ vers MOGIL (QFU 23/27)

IV-II-5-2-2-Départ vers PECES et OTARO (SID 2)

Départ avec virage à une altitude de (120m), après décollage les aéronefs virent à gauche ou à droite selon le QFU utiliser pour intercepter et suivre radiale (R028°) d'ALR, à 58NM ils virent à gauche pour rejoindre et suivre radiale (R010°) de ZEM puis route vers PECES. Et pour ceux qui vont vers OTARO continuent en ligne droite. (Voir fig-23 et 24).

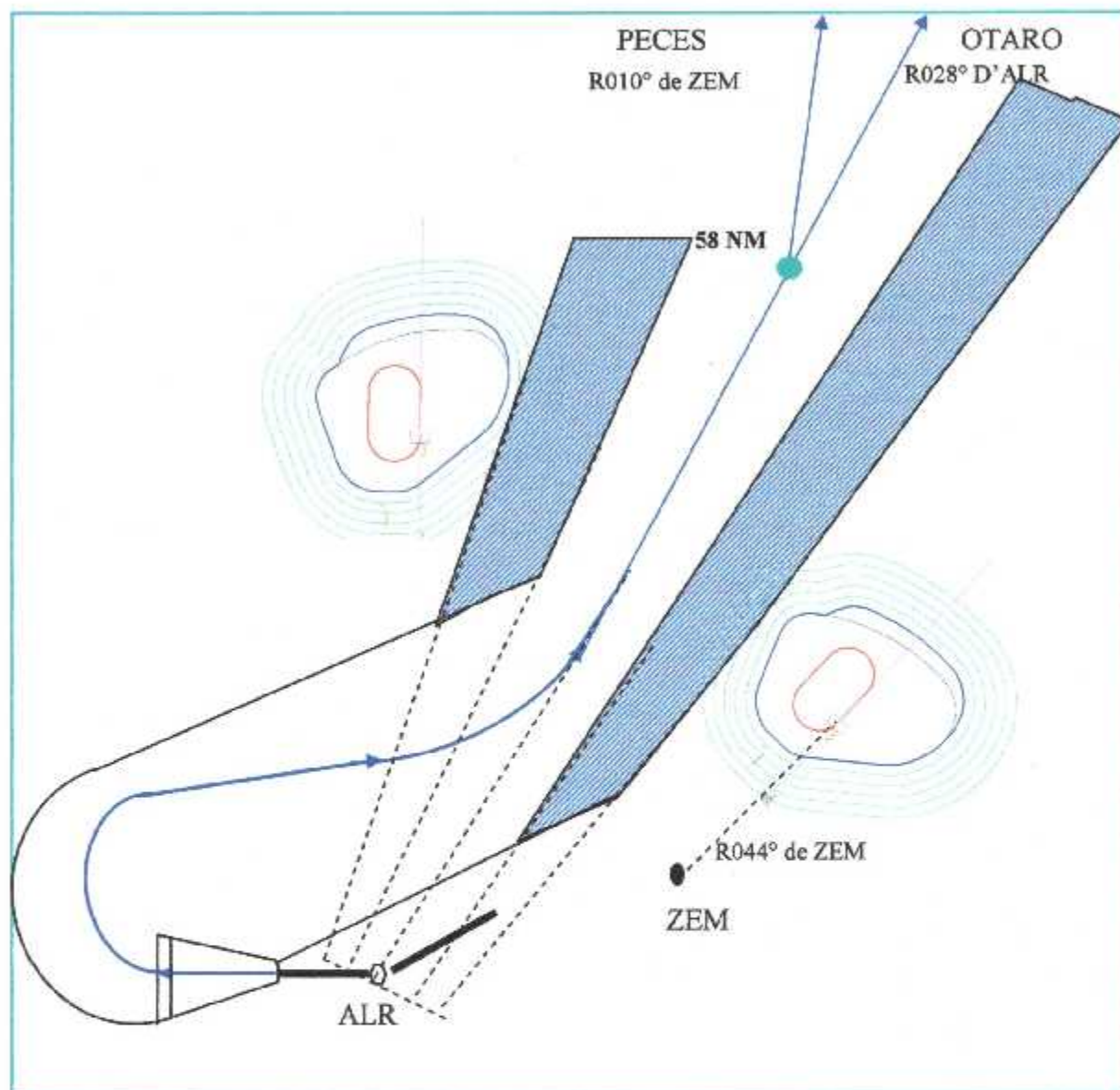


Fig-23-départ vers PECES et OTARO (QFU 23/27)

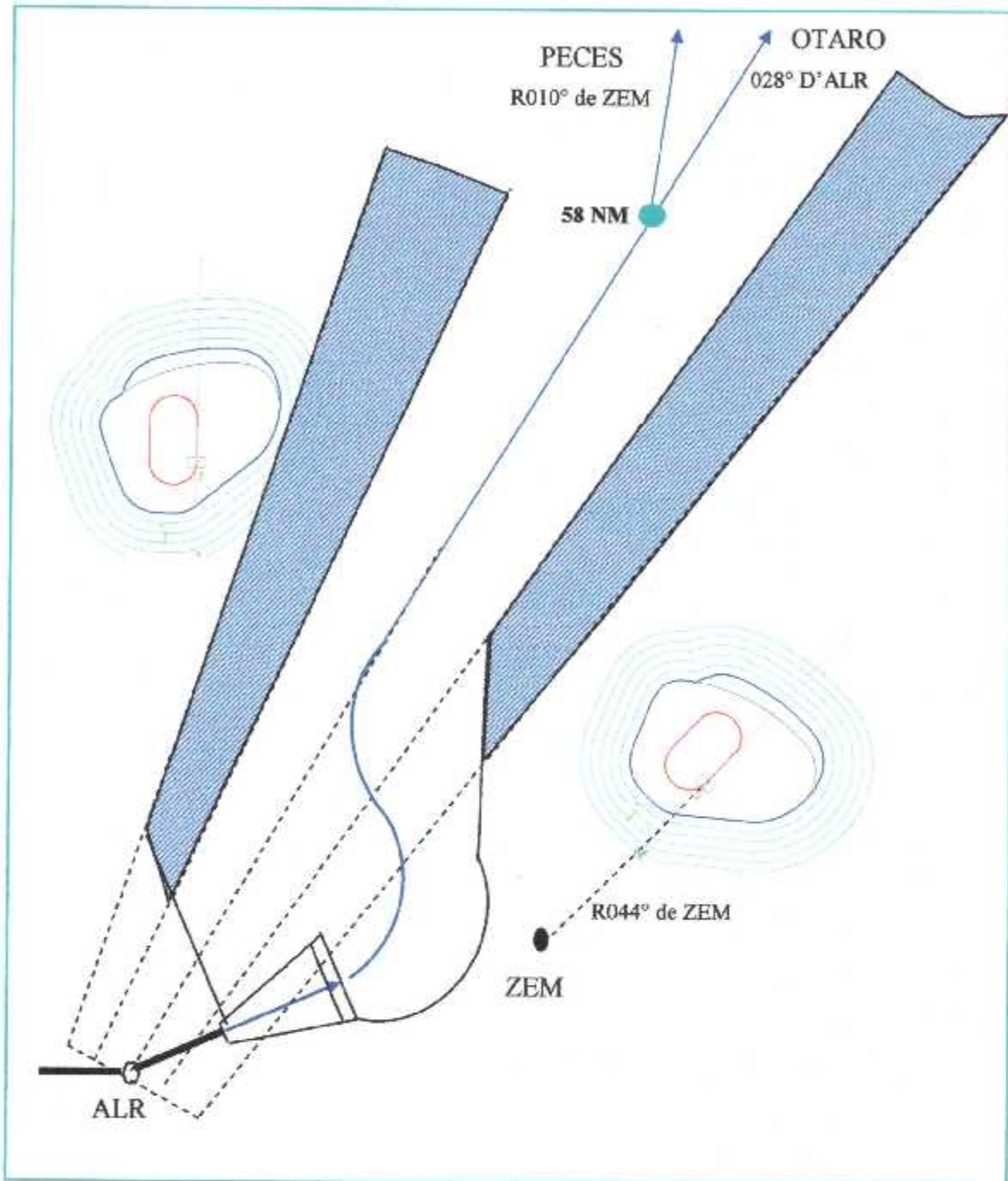
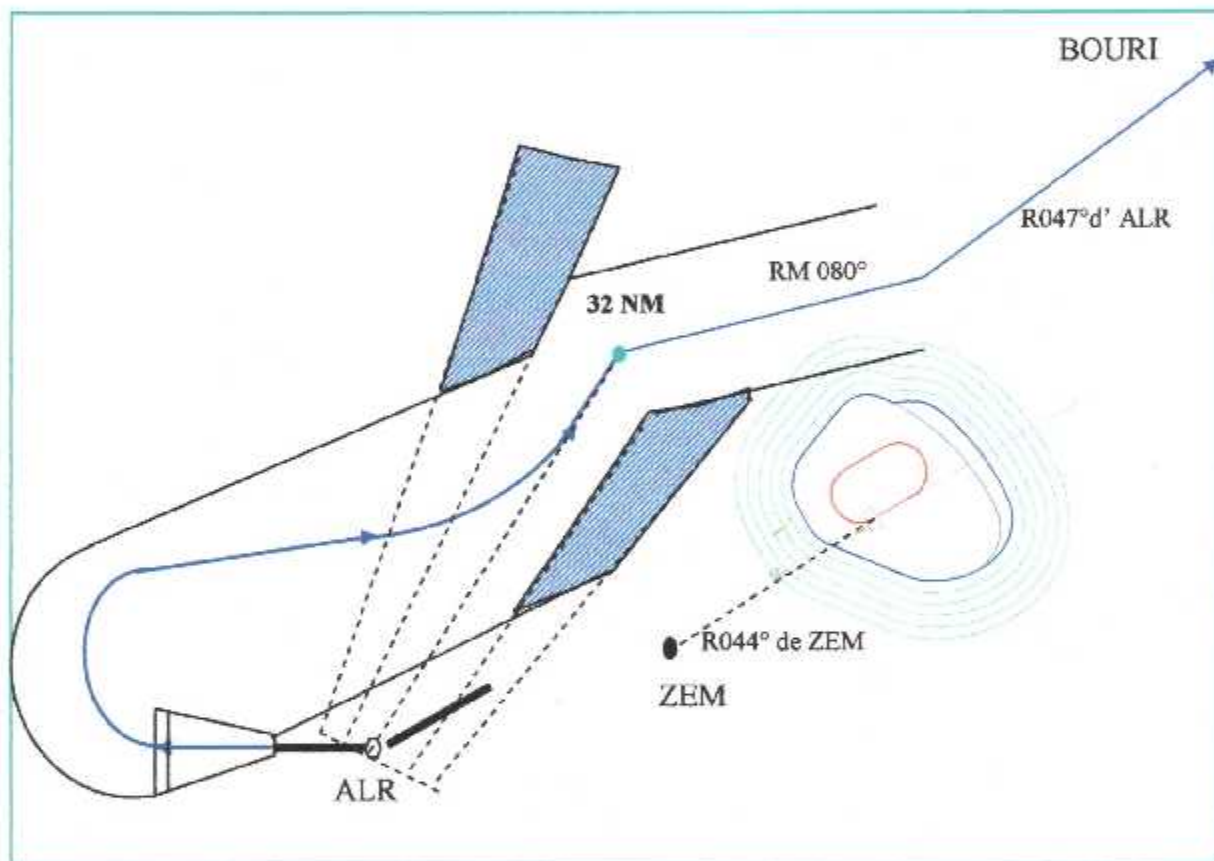


Fig-24-départ vers PECES et OTARO (QFU 05/09)

IV-II-5-2-3-Départ vers BOURI (SID 3)

Le départ vers BOURI est un départ avec virage à une altitude de (120m), après décollage les aéronefs virent à gauche ou à droite selon le QFU utiliser pour intercepter et suivre radiale (R028°) d'ALR, à 32 NM d'ALR ils virent à droite sur la route magnétique (R080°) pour rejoindre et suivre radiale (R047°) d'ALR vers BOURI. (Voir fig-25 et 26)

**Fig-25-départ vers BOURI (QFU 23/27)**

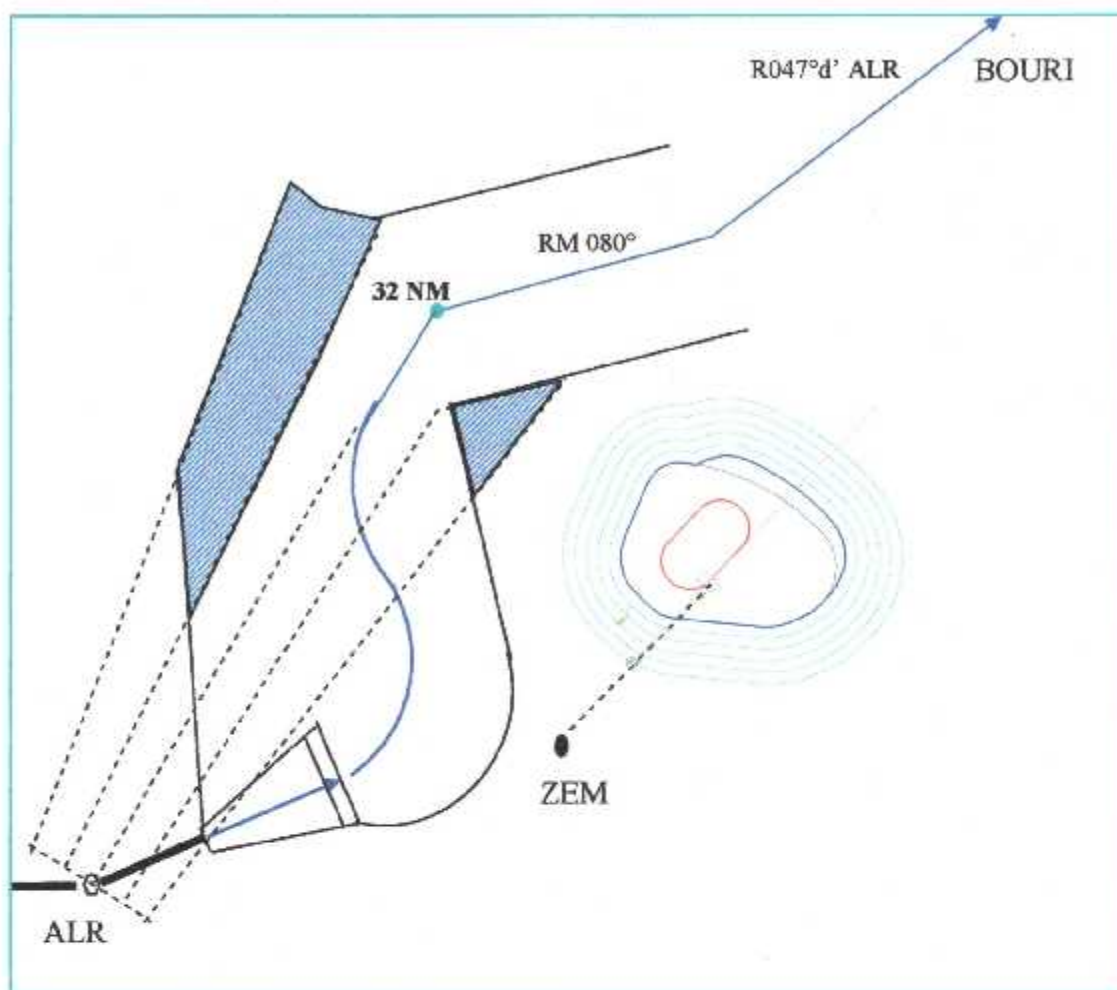


Fig-26-départ vers BOURI (QFU 05/09)

IV-II-5-3-Départs vers l'Est et vers le Sud

La présence des zones dangereuses (DA-D 61a et 61b) au Sud de l'aérodrome et celles du relief à l'Est (Djurdjura 2308m) et de la ville d'Alger à l'ouest nous a ramené à faire une étude détaillée et précise sur les départs et cela pour chaque QFU.

IV-II-5-3-1-Départs vers BJA, BABOR, TAGRO, BSA (SID 4)

Pour que les départs vers l'Est puissent atteindre leur destination en toute sécurité nous avons exigé le respect des pentes et des éloignements par distance afin de gagner de l'altitude.

QFU 05/09 :

Les départs par ces deux QFU sont des départs avec virage à une altitude de (120m). Après décollage les avions doivent virer à gauche pour intercepter et suivre (R020°) d'ALR, à une distance de 10NM d'ALR ils virent à gauche pour revenir sur radiale (R166°) vers ALR au FL 40 minimale, à la verticale ALR ils virent à gauche pour intercepter et suivre R099°

d'ALR en montée vers BNA (Beni Amranne) ensuite continuent leurs route vers BJA, BABOR, TAGRO ou BSA. (Voir fig-27)

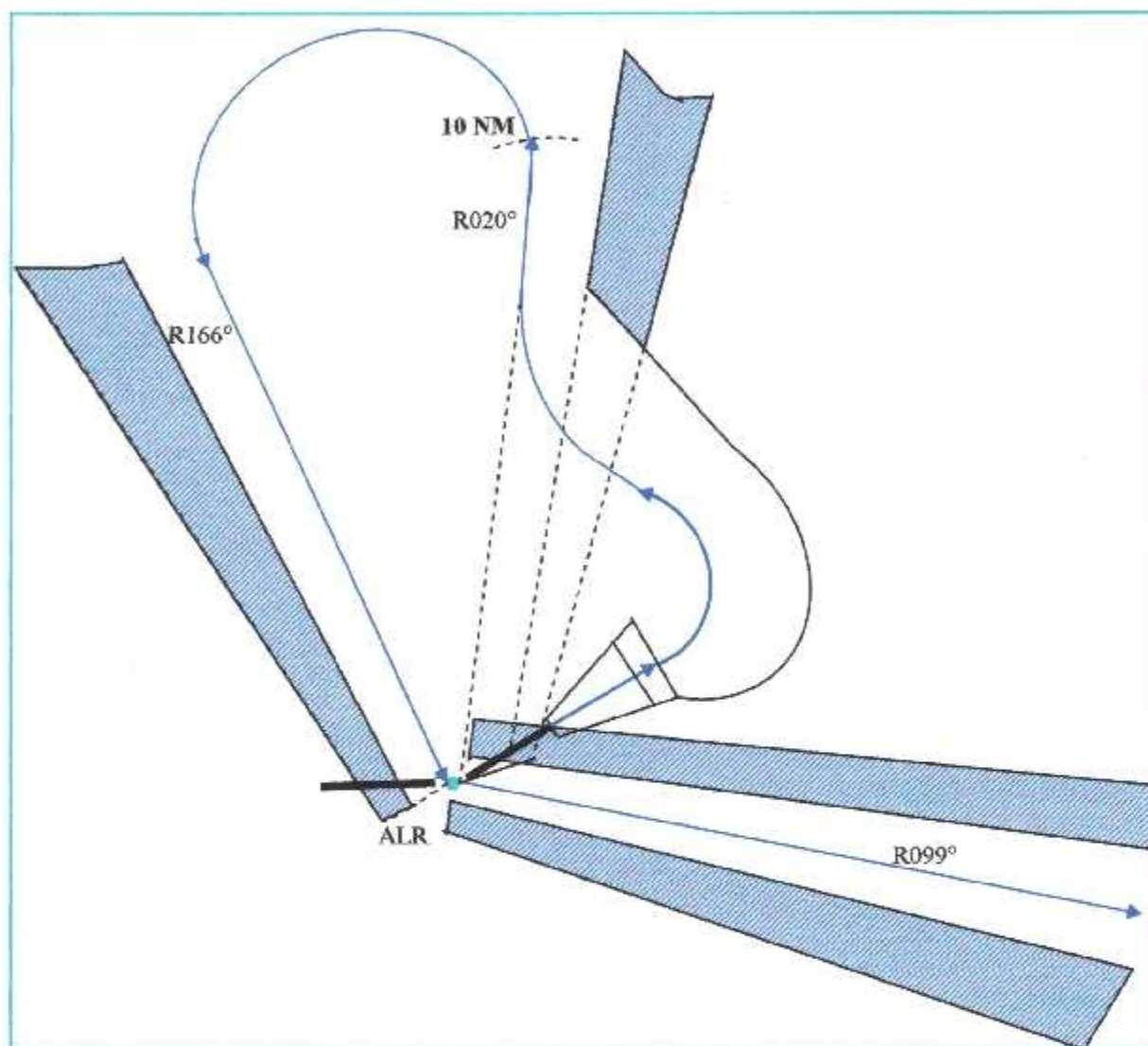


Fig-27- Départs vers BJA, BABOR, TAGRO, BSA (QFU 05/09)

QFU 23

Après décollage les avions doivent maintenir l'axe de piste et s'éloigner jusqu'à une distance de 4NM d'ALR, ensuite ils virent à droite pour intercepter et suivre la radiale (R088°) de SDM vers BNA en le passant au FL70 minimum ensuite route vers BJA, BABOR, TAGRO ou BSA. (Voir fig-28)

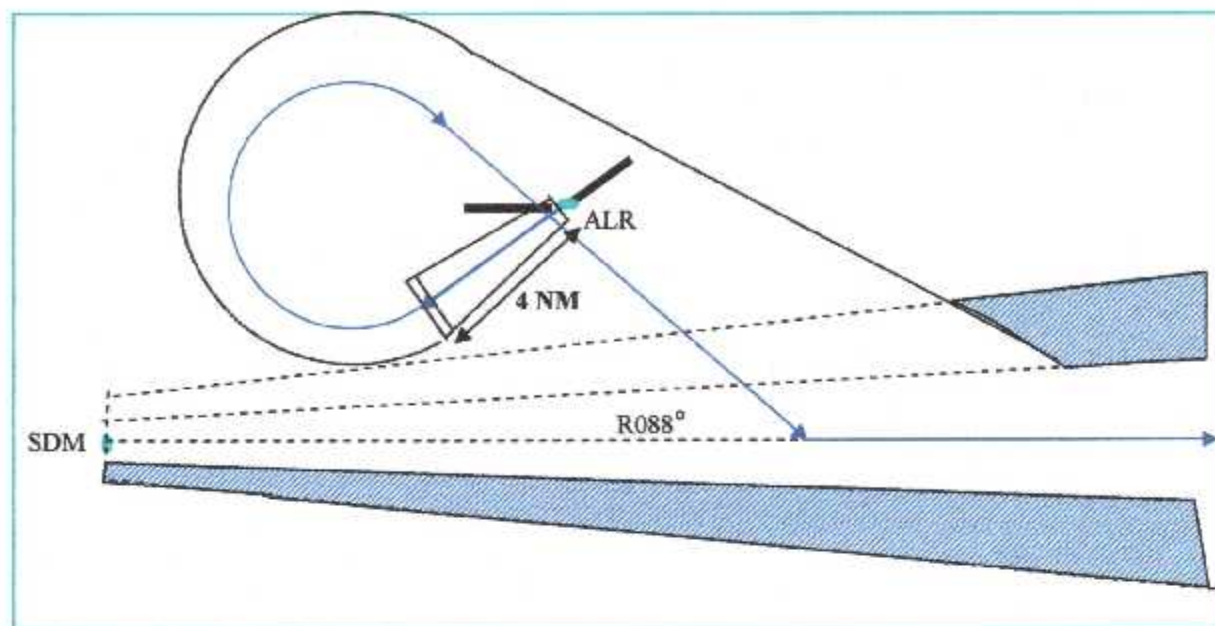


Fig-28-Départs vers BJA, BABOR, TAGRO, BSA (QFU 23)

QFU 27 :

Vu que les départs vers l'Est et vers le Sud impose le respect des pentes ou des distances d'éloignements pour gagner de l'altitude, nous avons remarqué que les départs par le QFU 27 provoquent une troisième contrainte qui est le survol de la ville d'Alger (nuisances acoustiques) et pour minimiser cette dernière nous avons déterminée une trajectoire moyenne de vol en se basant sur la vitesse, la distance et l'angle de l'inclinaison latérale déduites à partir du tableau donné dans l'aspect théorique de ce chapitre.

Donc le départ par ce QFU sera comme suit :

- Après décollage les aéronefs doivent maintenir l'axe de piste en montée avec une pente de 7% et une vitesse maximale de 229kt, à une distance de 5NM à partir de la DER il virent à droite pour revenir sur la radiale (R123°) vers ALR, à la verticale ALR, ils virent à gauche pour intercepter et suivre la radiale (R099°) d'ALR en montée vers BNA puis continuent leur route vers BJA, BABOR, TAGRO ou BSA. (voir fig-29)

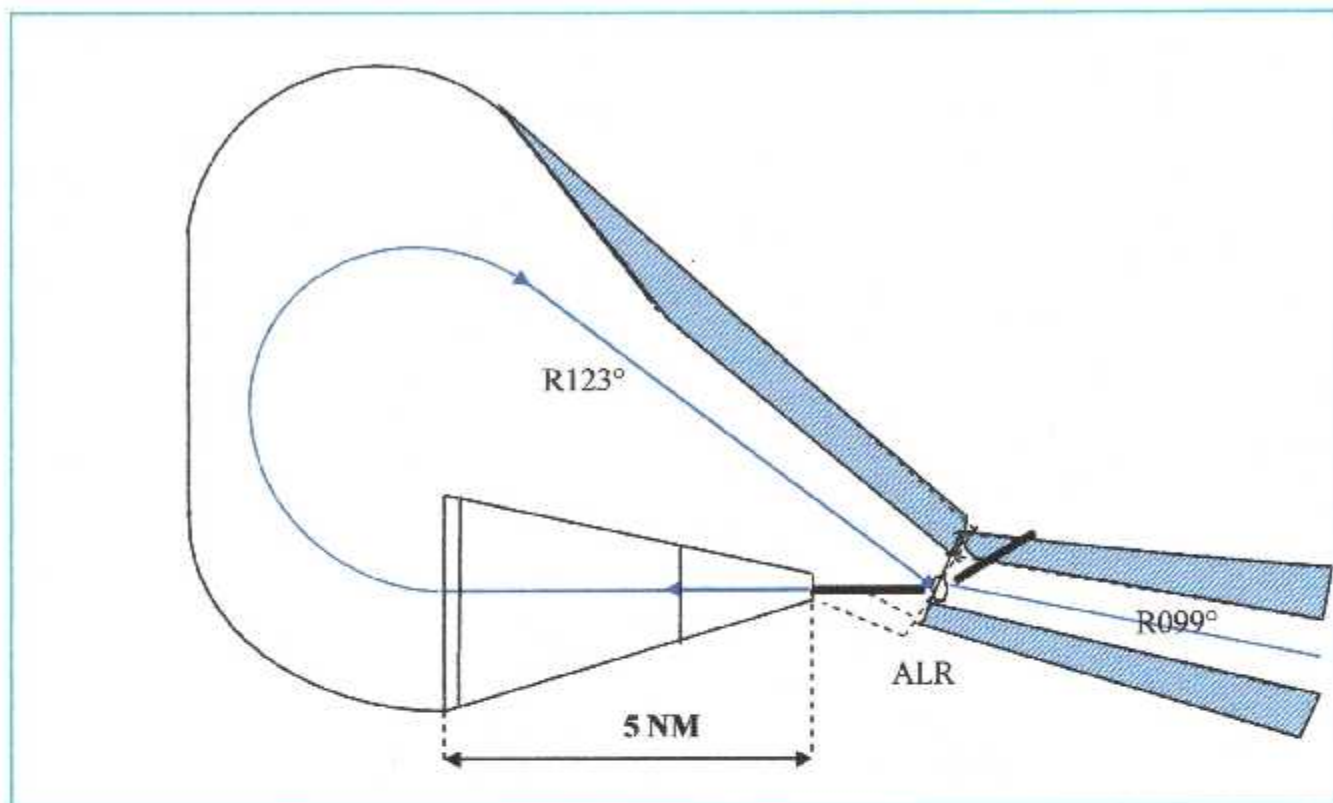


Fig-29-trajectoire moyenne de vol [procédure de départ (QFU 27)]

IV-II-5-3-2-Départs vers BSA (SID 5)

Les départs vers BSA (Boussaâda) à partir d'ALR, sans passer par BNA (Beni Amranne) exigent une pente de 5,8% et la procédure sera comme suit :

Après décollage les aéronefs virent à gauche ou à droite, selon le QFU utilisé pour intercepter et suivre (R020°) ou (R346°) d'ALR, à 10NM ALR ils virent à gauche ou à droite pour revenir sur (R166°) ou (R200°) vers ALR au FL70 minimum, puis route vers BSA sur la radiale (R142°) d'ALR. (Voir fig-30 et 31).

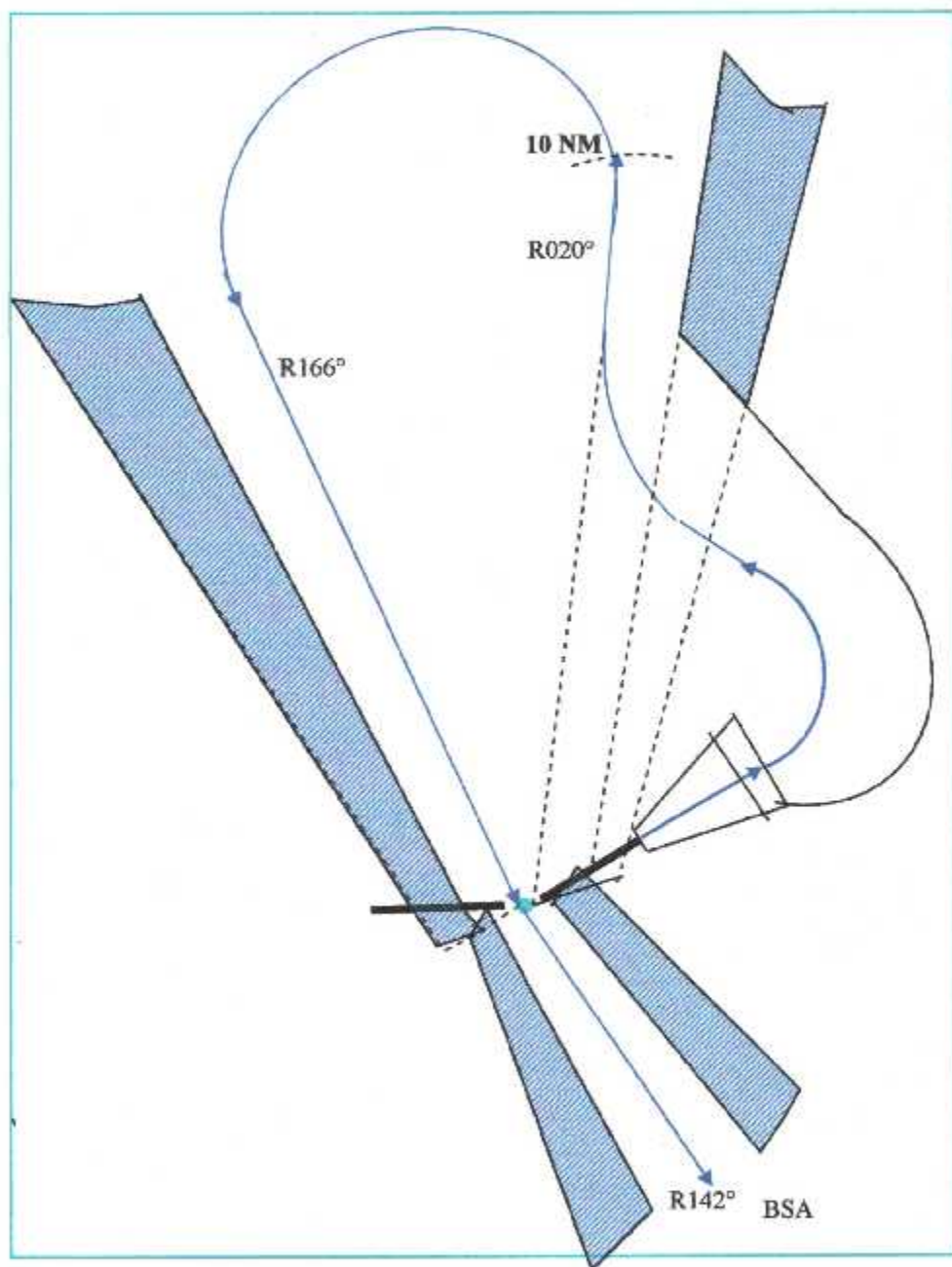


Fig-30-Départs vers BSA (QFU 05/09)

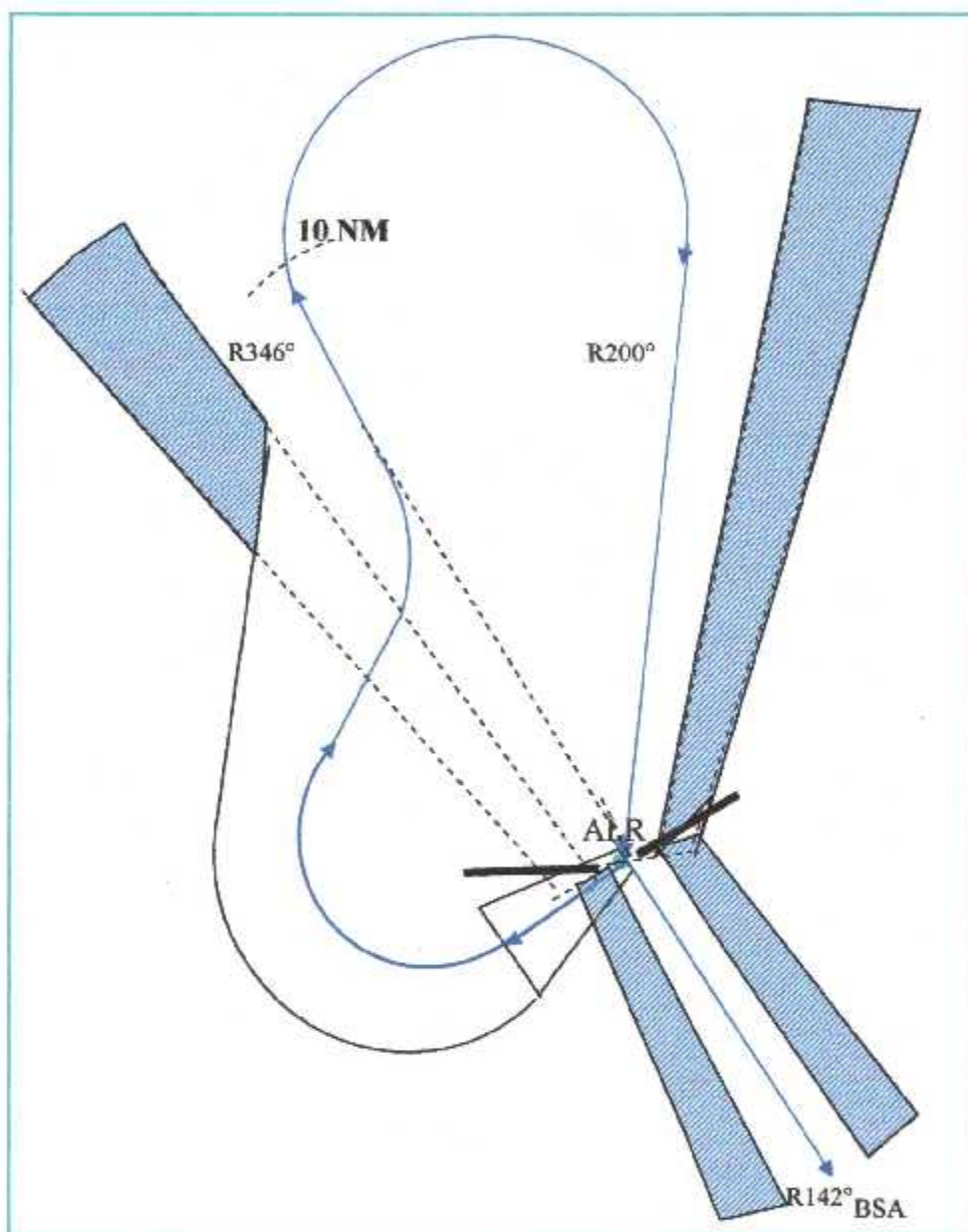


Fig-31-Départs vers BSA (QFU 23/27)

IV-II-5-4-Départs vers l'Ouest

Pour des raisons de séparation nous avons choisi l'axe de SADAF comme axe principal de départ vers l'Ouest.

IV-II-5-4-1-Départs vers SADAF et LABRO (SID 7 et 8)

Les départs vers SADAF et LABRO c'est des départs avec virage à une altitude de (120m).après décollage les aéronefs doivent virer à gauche ou à droite selon le QFU utilisé pour intercepter et suivre la radiale R329°d'ALR vers SADAF. Et pour les départs vers LABRO à 20NM d'ALR ils virent à gauche pour rejoindre la route magnétique (RM283°) vers LABRO. (Voir fig-32 et 33)

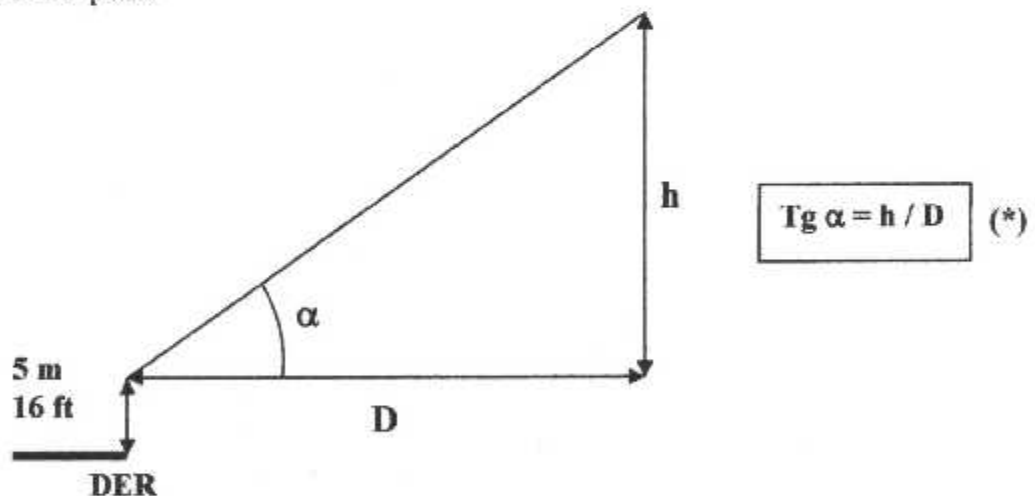
IV-II-5-4-2-Départs vers CHE (SID 6)

Pour les départs vers CHE (cherchel) trois (03) contraintes s'opposent :

- Procédures d'approche QFU 09
- Emplacement des zones (cheraga, Boufarik, DA D 52)
- L'Attente situé à 40 NM d'ALR (aligné sur le QFU 27)

Solution proposer :

- Détermination d'une pente



- Le tableau ci-dessous donne les niveaux de vols exprimés en fonction des pentes et des distances.
- La pente (4%) déterminer D'après la relation (*), et en fonction des distances figurés dans le tableau permet aux départs vers CHE de survoler l'attente avec une séparation de 1000 ft.

		Niveaux de vols exprimés en pieds			
Distances (NM)	Pentes (%)	3,3	4	5	7
	15		3000	3600	4600
20		4000	4900	6000	8500
25		5000	6100	7600	10700
30		6000	7300	9100	12800
35		7000	8500	10700	14900

Pour pouvoir s'éloigner des zones, des procédures d'approche et survoler l'attente, les départs vers CHE se présentent comme suit :

Départ avec virage à une altitude de (120m).Après décollage, les aéronefs doivent virer à gauche ou à droite selon le QFU utilisé pour intercepter et suivre en montée avec une pente minimale de 4% la radiale (R329°) d'ALR, à 20 NM ils virent à gauche pour rejoindre et suivre en montée avec la même pente sur une distance de 25 NM la route magnétique (RM241°) vers CHE. (Voir fig-28 et 29).

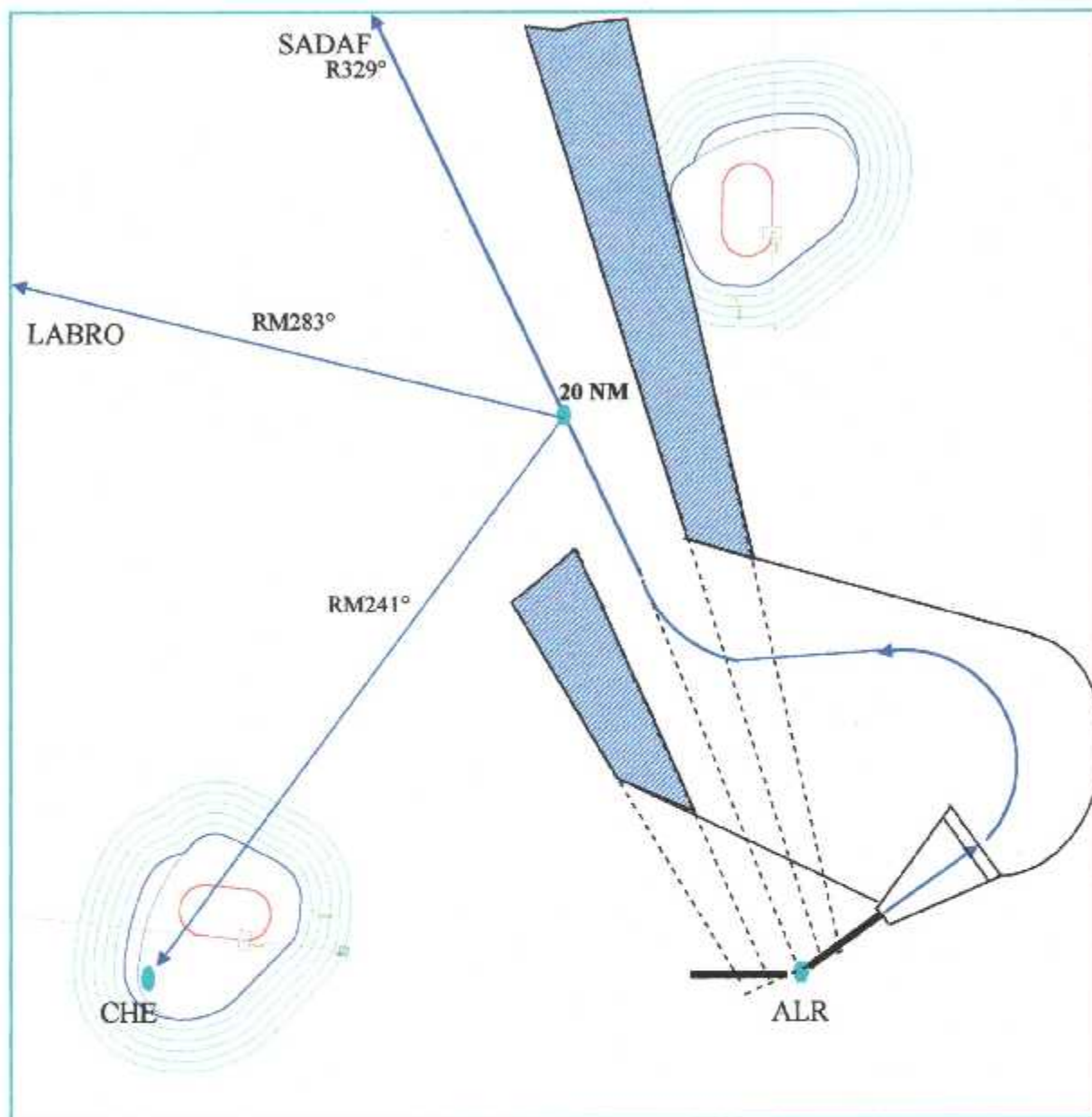


Fig-32-départ vers SADAF, LABRO, CHE (QFU 05/09)

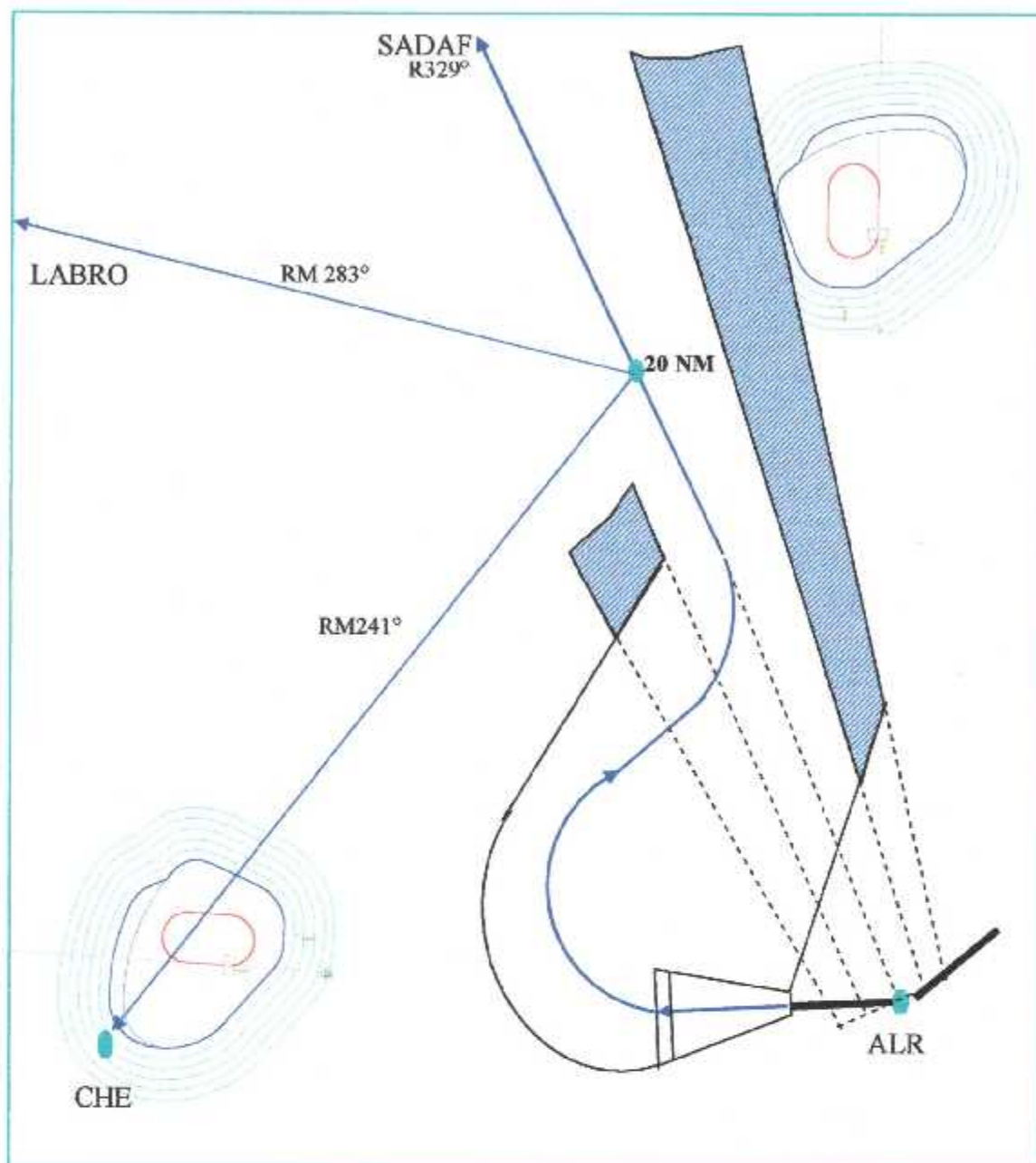
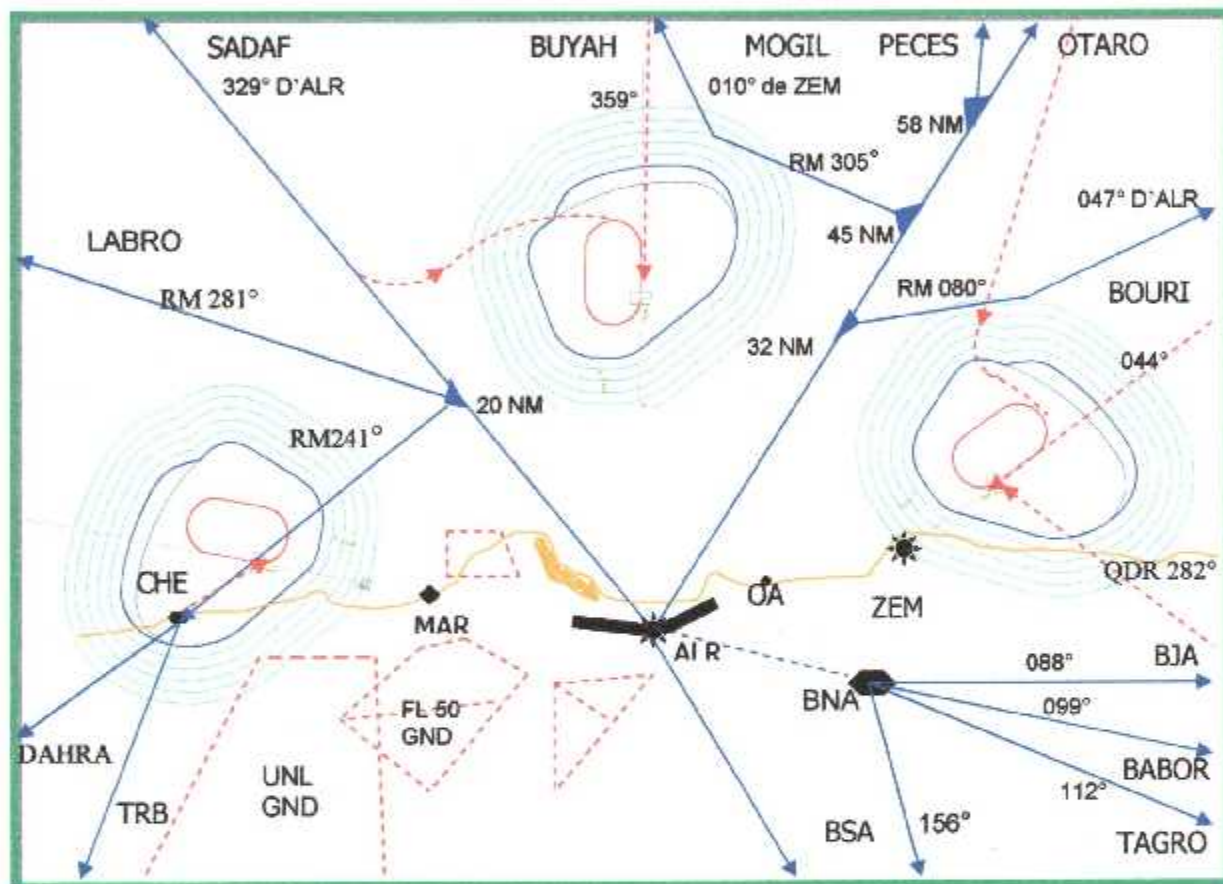


Fig-33-départ vers SADAF, LABRO, CHE (QFU 23/27)



SCHEMA FINAL

CONCLUSION

La reconfiguration de l'espace aérien en région terminale sera bien sûr étroitement liée aux procédures de départ, d'arrivée et d'attente qui seront établies pour L'aérodrome en question. Le concepteur des schémas de circulation aérienne devra donc avoir connaissance des procédures en vigueur ou prévues, applicables sur le site desservi. La résolution stratégique des conflits entre les itinéraires d'arrivées et de départ peut contribuer à alléger la charge de travail des contrôleurs, et augmenter la capacité du flux de trafic.

Ce projet nous a permis de tirer un bon profit des méthodes de conception des schémas de circulation aérienne, ainsi nous nous sommes familiarisés avec les différents aspects pratiques notamment les risques intrinsèques qui peuvent se présenter dans la gestion du trafic aérien, ainsi nous avons pu faire des échanges d'idées et de propositions exclusivement remarquées. Ce qui nous a donné plus de volonté et d'aspect de réflexion conformément à la réglementation en vigueur.

Espérons que ce projet sera à la hauteur de donner le plus d'intérêt aux étudiants et pourra les aider dans leurs recherches.

ANNEXE I

I-1-Construction du circuit d'attente**Les paramètres de l'attente sont :**

Temps d'éloignement	: 1 min
Température	: ISA +15
Niveau de vol	: FL 140
Vitesse indiquée	: 230 Kts
Echelle	: 1/200 000

I-2-Calcul des paramètres pour la construction de l'aire de protection du circuit d'attente**Données :**

VI 230 Kts = 426 Km/h	Temps : T = 1 min
Altitude Zp 14000 ft	Température : ISA+15
Moyen : VOR	

Facteur de conversion $K = 1.2755$ Vitesse propre $V = K * Vi = 1.2755 * 426 = 543.3119 \text{ km/h}$ $v = V/3600 = 0.1509 \text{ km/s}$ $R = 1.73^\circ/s$ Rayon de virage $r = V / (62.83 * R) = 543.3119 / (62.83 * 1.73) = 4.998 \text{ km}$ Altitude en milliers de mètres $h = 4267.2 \text{ m} = 4.2672 \text{ km}$ Vitesse du vent $w = 12 * h + 87 = 12 * 4.2672 + 87 = 138.2064 \text{ km/h}$

$$w' = w/3600 = 138.2064/3600 = 0.0383 \text{ Km/s}$$

$$E45 = 45w'/R = 45 \times 0.0383 / 1.73 = 0.998 \text{ km}$$

$$\text{Temps } t = 60 \times T = 60 \text{ secondes}$$

$$\text{Longueur du parcours d'éloignement } L = v \times t = 0.1509 \times 60 = 9.05 \text{ Km}$$

$$ab = 5v = 5 \times 0.1509 = 0.754 \text{ km}$$

$$ac = 11v = 11 \times 0.1509 = 1.66 \text{ km}$$

$$Gi1 = Gi3 = (t-5) \times v = (60-5) \times 0.1509 = 8.30 \text{ km}$$

$$Gi2 = Gi4 = (t+21) \times v = (60+21) \times 0.1509 = 12.22 \text{ km}$$

$$Wb = 5w' = 5 \times 0.0383 = 0.1919 \text{ km}$$

$$Wc = 11w' = 11 \times 0.0383 = 0.42 \text{ km}$$

$$Wd = Wc + E45 = 0.42 + 0.998 = 1.418 \text{ km}$$

$$We = Wc + 2E45 = 0.42 + 2 \times 0.998 = 2.414 \text{ km}$$

$$Wf = Wc + 3E45 = 0.42 + 3 \times 0.998 = 3.414 \text{ km}$$

$$Wg = Wc + 4E45 = 0.42 + 4 \times 0.998 = 4.412 \text{ km}$$

$$Wh = Wb + 4E45 = 0.1919 + 4 \times 0.998 = 4.18 \text{ km}$$

$$W_o = W_b + 5E45 = 0.1919 + 5 \times 0.998 = 5.18 \text{ km}$$

$$W_p = W_b + 6E45 = 0.1919 + 6 \times 0.998 = 6.18 \text{ km}$$

$$W_{i1} = W_{i3} = (t+6) \times w' + 4E45 = (60+6) \times 0.0383 + 4 \times 0.998 = 6.52 \text{ km}$$

$$W_{i2} = W_{i4} = W_{i1} + 14w' = 6.52 + 14 \times 0.0383 = 7.05 \text{ km}$$

$$W_j = W_{i2} + E45 = 7.05 + 0.998 = 8.05 \text{ km}$$

$$W_k = W_l = W_{i2} + 2E45 = 7.05 + 2 \times 0.998 = 9.04 \text{ km}$$

$$W_m = W_{i2} + 3E45 = 7.05 + 3 \times 0.998 = 10.04 \text{ km}$$

$$W_{n3} = W_{i1} + 4E45 = 6.52 + 4 \times 0.998 = 10.51 \text{ km}$$

$$W_{n4} = W_{i2} + 4E45 = 7.05 + 4 \times 0.998 = 11.04 \text{ km}$$

$$\begin{aligned} X_e &= 2r + (t+15) \times v + (t+26+195/R) \times w' = 2 \times 4.998 + (60+15) \times 0.1509 + (60+26+195/1.73) \times \\ & 0.0383 \\ & = 27.55 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_e &= 11 \times v \times \cos 20 + r \times (1 + \sin 20) + (t+15) \times v \times \text{Tg} 5 + (t+26+125/R) \times w' \\ & = 11 \times 0.1509 \times \cos 20 + 4.998 \times (1 + \sin 20) + (60+15) \times 0.1509 \times \text{Tg} 5 + (60+26+125/1.73) \times 0.0383 \\ & = 13.93 \text{ km} \end{aligned}$$

I-3-Le tracé du gabarit

Ce gabarit tient en compte de tous les facteurs qui peuvent amener un aéronef à s'écarter du circuit nominal.

I-3-1-Trajectoire nominale

- 1- Tracer une droite représentant l'axe de la procédure et marquer les points « a », « b » et « c »
- 2- Tracer un arc de 180° de rayon r , tangent à l'axe de la procédure en « c », marquer les points « d », « e », « f » et « g » sur cet arc à $45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ et 180° de c. c'est le virage d'éloignement en air calme.
- 3 - tracer un arc de 270° de rayon r , tangent à l'axe de la procédure en « b », marquer les points « h », « o » et « p » sur cet arc à $180^\circ, 225^\circ$ et 270° de b.
- 4- du point g tracer deux droites à 5° de part et d'autre du parcours d'éloignement nominal. Marquer les points « i1 », « i2 », « i3 » et « i4 » sur ces droites.
- 5- prenez pour centre un point situé a la distance r au-dessous de « i2 » sur la perpendiculaire au parcours d'éloignement nominal, tracer un arc de 180° de rayon r commençant en « i2 » et finissant en « n2 », marquer les points « j » et « k » sur cet arc. Tracer l'arc correspondant commençant en « i4 » et finissant en « n4 » marquer les points « l » et « m » sur cet arc à $90^\circ, 135^\circ$ de « i4 ».
- 6- la fin du virage de rapprochement en air calme se trouve dans l'aire n1, n2, n3 et n4 déduite de i1, i2, i3 et i4. par une translation égale au diamètre du virage nominal.

I-3-2-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 » jusqu'au point en question.
- 2- Tracer les arcs de centres « b », « c », « d », « e », « f », « g », « h », « i1 », « i2 », « i3 », « i4 », « j », « k », « l », « m », « n3 », « n4 », « o » et « p » et de rayon $W_b, W_c, W_d, W_e, W_f, W_g, W_h, W_{i1}, W_{i2}, W_{i3}, W_{i4}, W_j, W_k, W_l, W_m, W_{n3}, W_{n4}, W_o, W_p$,
Respectivement

I-3-3-Tracé du contour de gabarit

- 1-enveloppe spirale des arcs centrés en « c », « d », « e », « f » et « g ».
- 2-l'arc centre en « i1 » et la tangente commune à cet arc et à la spirale 1.

3-la tangente commune aux arcs centrés en « i1 » et « i2 ».

4-l'enveloppe spirale des arcs centres en « i2 », « j », et « k », et l'enveloppe spirale des arcs centres en « l », « m », et « n4 » et leur tangente commune.

5-les arcs centres en « n3 » et « n4 » et leur tangente commune

6-la tangente de l'arc centre en « n3 » et à la spirale 1.

7-l'enveloppe spirale des arcs centres en « c », « d », « e », « f » et « g » et la tangente à cette spirale passant par « a ».

8-l'enveloppe spirale des arcs centres en « h », « o » et « p » et la tangente à cette spirale.

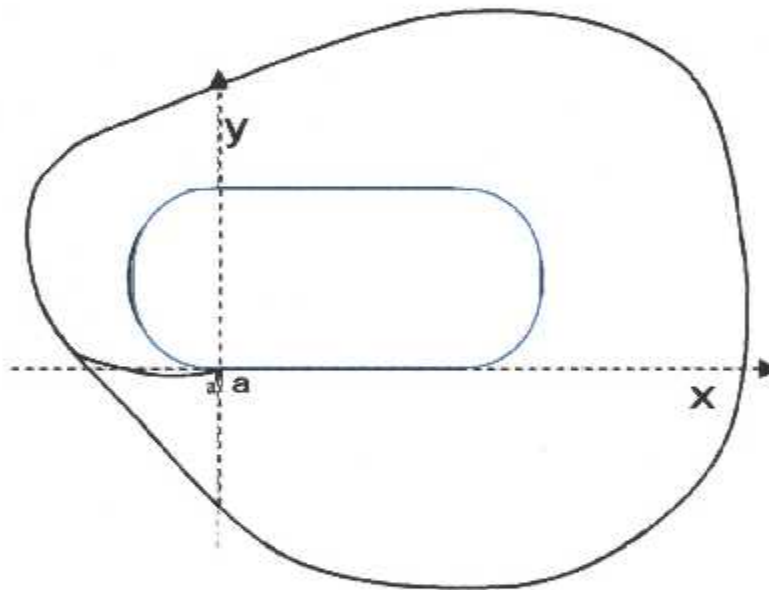


Fig1- Gabarit de circuit d'attente /en hippodrome avec point de construction correspondants

I-4-Construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondante le long de la radiale pour une procédure VOR/DME

I-4-1-Procédure en rapprochement /construction de l'aire de base

Les paramètres de distance sont :

Les paramètres de distance sont choisis et calculés dans l'ordre suivant :

- 1) Choix de la distance nominale D : D est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et le point de la procédure à l'altitude spécifiée.
- 2) Choix de la distance en éloignement ds : ds est la longueur horizontale du parcours d'éloignement et ds doit obéir à la relation $ds \geq vt$
- 3) Calcul de la distance horizontale ds : ds est la distance entre l'installation VOR/DME (s) et la projection du point de la procédure sur le plan horizontal passant par s (point A)

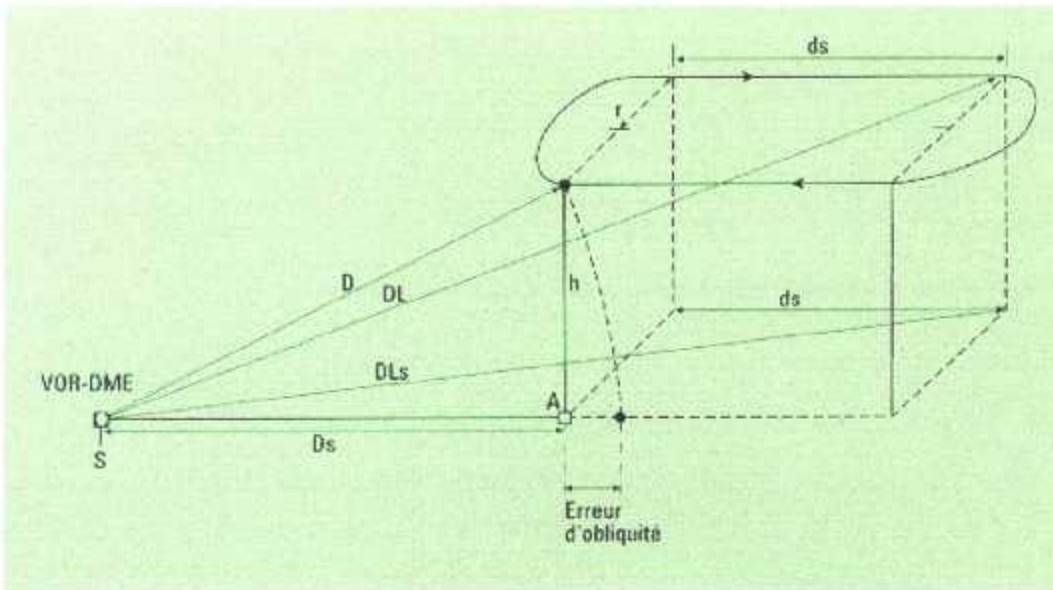
$$Ds = \sqrt{D^2 - h1^2} \quad (ds, D \text{ en kilomètres})$$

- 4) DL est la distance entre l'installation VOR/DME de la fin du parcours d'éloignement à l'altitude spécifiée.

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + h1^2} \quad (DL, Ds, ds, r, h1 \text{ en kilomètres});$$

- 5) Calcul de la distance limite horizontale d'éloignement DLs : DLs est la distance entre l'installation VOR/DME et la projection verticale de la fin du parcours d'éloignement sur le plan horizontal passant par s.

$$DLs = \sqrt{DL^2 - h1^2} \quad (DLs, DL, h1, \text{ en kilomètres});$$



I-4-2-Aire de tolérance du repère et distance limite d'éloignement

- 1) À partir de S tracer la radiale « RP » de la procédure et deux droites « RP1 » Et « RP2 » formant un angle α , avec « RP » de part et d'autre de celle-ci
- 2) En prenant S pour centre, tracer les arcs « DS » de rayon D_s , « D1 » de rayon $D_s - d_1$, « D2 » de rayon $D_s + d_1$, « DLs », « DL1 », « DL2 », de rayon $DL_s, DL_s - d_2$ et $DL_s + d_2$
- 3) Marquer les points « A » à l'intersection de « RP » avec « DS », A1 et A2 aux intersections de RP1 avec D1 et D2, « A3 » et « A4 » aux intersections de « RP2 » avec « D1 » et « D2 ».

I-4-3-Protection du virage et du parcours d'éloignement

- 1) placer le point « a » du gabarit sur A1 (l'axe étant parallèle a la trajectoire de rapprochement) et tracer la courbe « 1 » (partie du périmètre du gabarit).
- 2) Placer le point « a » du gabarit sur A3 (l'axe étant parallèle à la trajectoire de rapprochement) et tracer la courbe « 2 » (partie du périmètre du gabarit) et la droite 3 (protection du parcours d'éloignement sur le coté opposé au coté manœuvre).
- 3) Tracer la tangente commune aux courbes « 1 » et « 2 » et prolonger la petite rectiligne de la courbe « 1 » et la droite « 3 » dans la direction de la fin du parcours d'éloignement.

I-4-4-Aire contenant la fin du parcours d'éloignement

- 1) marquer les points C1 et C'3 a l'intersection du prolongement de la courbe « 1 » avec les arcs DL1 et DL2.
- 2) Marquer le point C2 entre C1 et C'3 a la distance $(d1 + d2 - 1,8)$ km ou $(d1 + d2 - 1)$ NM de C'3
- 3) Mener par C2 la parallèle a la trajectoire de rapprochement et marquer le point C3 à l'intersection de cette droite avec l'arc DL2.
- 4) Procéder comme en a),b) et c) avec la droite 3 au lieu de la courbe « 1 » et avec les points C4, C'6, C5 et C6 au lieu des points C1, C'3, C2 et C3

I-4-5-Protection du virage de rapprochement

Tourner le gabarit de 180°, puis :

- 1) placer le point « a » du gabarit sur C2 et C3 avec l'axe parallèle a la trajectoire de rapprochement et tracer les courbes « 4 » et « 5 » et leur tangente commune ;
- 2) déplacer le point « a » du gabarit le long de la DL2 de C3 a C6 avec l'axe parallèle a la trajectoire de rapprochement et tracer la courbes « 6 » ;
- 3) placer le point « a » du gabarit sur C6, puis sur C4 et finalement sur C5 et tracer les courbes « 7,8 et 9 » ainsi que leurs tangentes communes ;
- 4) tracer la tangente aux courbes « 8 » et « 2 ».

I-4-6-Construction de l'aire d'entrée

On suppose que toutes les entrées se font le long de la radiale VOR ou de l'arc DME définissant le repère.

I-4-7-Protection de la procédure d'entrée par le secteur 1

On admet qu'après avoir dépassé le repère, l'aéronef vire a gauche pour suivre une trajectoire parallèle au parcours de rapprochement lorsqu'il entre le long de l'arc DME depuis le cote manœuvre, ou bien qu'il suit l'inverse de la trajectoire de rapprochement lorsqu'il entre le long de la radiale VOR et que, lorsqu'il atteint la distance limite d'éloignement DME, il vire en rapprochement du cote manœuvre.

L'entrée par le secteur 1 le long de la radiale VOR est protégée comme suit :

Prendre un calque du gabarit et le retourner, puis placer le point « a » a l'intersection de DL2 et RP2 puis, tout en maintenant l'axe parallèle et en sens opposé a la trajectoire de rapprochement et en gardant le virage de rapprochement du gabarit du cote manœuvre, déplacer le point « a » le long de DL2 pour tracer la courbe « 10 ».

L'entrée par le secteur 1 le long de l'arc DME est protégée comme suit :

- 1) prendre un calque du gabarit et le retourner ,puis placer le point « a » sue A3 ,avec l'axe sur la droite A1A3, pour tracer la courbe « 13 » ;
- 2) tracer la droite « 14 » parallèle a la droite « 3 » (utilisée dans la construction de l'aire de base) et tangente a la courbe « 13 » et marquer le point C10 a l'intersection de cette droite et l'arc DL2 ;
- 3) placer le point « a » du calque sur C10 avec l'axe parallèle et en sens opposé a la trajectoire de rapprochement et le déplacer le long de DL2 jusqu'à l'intersection de DL2 et RP1 pour tracer la courbe « 15 ».

I-4-8-Protection de procédure d'entrée par le secteur 2

On admet qu'après avoir dépassé le repère ,le pilote rejoint (avec une erreur de $\pm 5^\circ$) une trajectoire faisant un angle de 30° avec la trajectoire de rapprochement du coté manœuvre et que ,lorsqu'il atteint la distance limite d'éloignement ,il vire en rapprochement.

En outre, le temp. De vol sur la trajectoire décalée de 30° est limité a 1mn 30, après quoi le pilote est censé prendre un cap parallèle a la trajectoire d'éloignement jusqu'à ce qu'il atteigne la distance limite d'éloignement, puis virer en rapprochement.

Pour une procédure dont le temp en éloignement est supérieur a 1mn 30 s, la protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est assurée par l'aire de base.

Pour une procédure dont le temp en éloignement est de 1mn ou 1mn 30s, l'aire de la protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est dessinée de la façon suivante :

- 1) à partir de A1, tracer une droite formant un angle de $30^\circ + 5^\circ$ avec RP et marquer le point C7 à son intersection avec DL2 ;
- 2) à partir de A4, tracer une droite formant un angle de $30^\circ - 5^\circ$ avec RP et marquer le point C8 à l'intersection de cette droite avec DL2
- 3) placer le point « a » du gabarit sur C7 puis déplacer ce point le long de DL2 jusqu'à C8 en maintenant l'axe a un angle de 30° avec RP pour tracer la courbe « 11 ».
- 4) tracer les tangentes communes aux courbes « 10 », « 11 », te a l'aire de base.

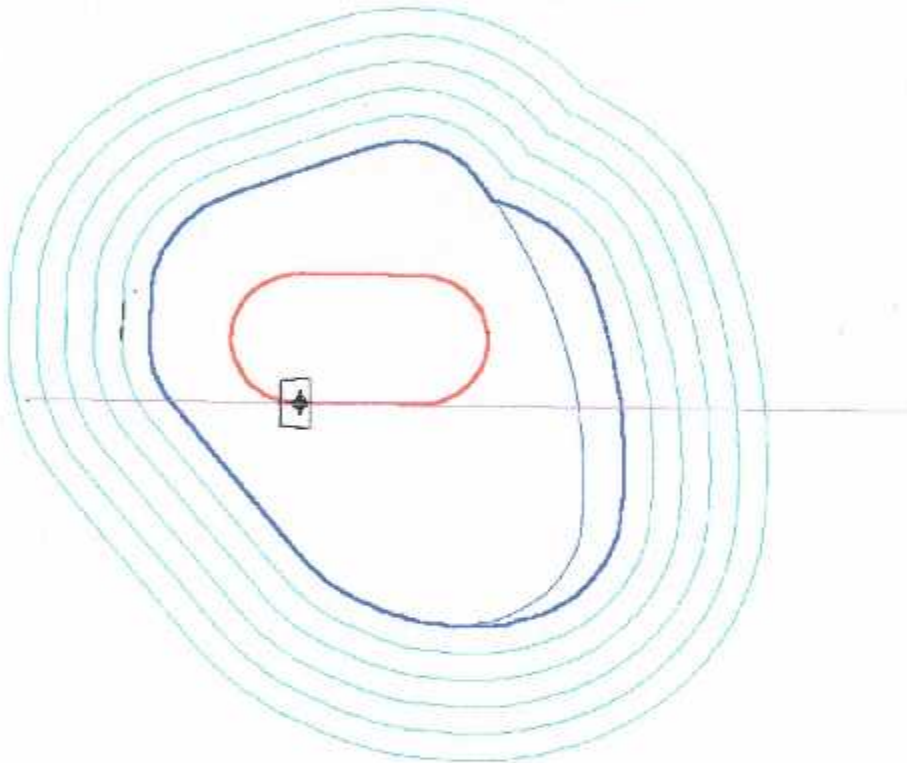


Fig-3-Procédure VOR/DME en rapprochement
Aire de base et aire associée d'entrée

I-5-Rayons et vitesses angulaire de virage et spirale de vent

I-5-1-Calcul des paramètres de virage

Dans plusieurs phases de la construction d'une procédure il est nécessaire de calculer le rayon de virage correspondant a une valeur donnée de vitesse vraie et d'angle d'inclinaison latéral avec la possibilité de tenir compte d'une limite de vitesse angulaire de virage $3^\circ/s$ (vitesse angulaire de virage normalisée).la valeur de l'accélération de la pesanteur utilisée implicitement dans les formules est de $9,80665 \text{ m/s}^2$ (68625 NM/h^2) ; $\Pi=3,1416$.

I-5-2-Rayon de virage

Le rayon de virage r en km (NM) peut être calculer comme suit :

- a) calculer la vitesse angulaire de virage R (en degrés /second) pour l'angle d'inclinaison latéral α (en degrés) et la vitesse vraie en km/h (nœuds) spécifiés :

$$R = \frac{6355 \text{ tg } \alpha}{\Pi V} \quad \text{deg. /s (avec V en km / h)}$$

- b) si la valeur calculée de R dépasse $3^\circ/s$, utiliser la valeur de $3^\circ/s$ dans les calculs ultérieurs.
- c) calculer le rayon de virage r :

$$r = \frac{V}{20 \Pi R} \quad \text{km (NM) avec V en km/h (nœuds)}$$

I-5-3-Calcul de l'effet du vent au cours du virage

Pour la construction des aires de virage, il faut tenir compte de l'effet d'un vent pour un changement de cap de 90° / E exprimer en km (NM) .cette valeur de vitesse de vent w en km/h (nœuds) peut être calculée comme suit :

$$E = \frac{w}{40 R} \quad \text{km (NM)}$$

Calculs**1-Attente point fixe**

$$D = 10 \text{ NM}$$

$$ds \geq 9,05 \text{ km}$$

$$Ds = \sqrt{D^2 - h1^2} \Rightarrow Ds = \sqrt{(18.52)^2 - (4.2672)^2} \Rightarrow \boxed{Ds = 18.02 \text{ km}}$$

$$DL = \sqrt{(Ds + ds) + 4 r^2 + h1^2} \Rightarrow DL = \sqrt{(18.02+9.05)^2 + 4 (4.99)^2 + (4.2672)^2}$$

$$\boxed{DL = 29.17 \text{ km}}$$

$$DLs = \sqrt{DL^2 - h1^2} \Rightarrow DLs = \sqrt{(29.17)^2 - (4.2672)^2}$$

$$\boxed{DLs = 28.85 \text{ km}}$$

$$D = 30 \text{ NM}$$

$$ds \geq 9,05 \text{ km}$$

$$Ds = \sqrt{D^2 - h1^2} \Rightarrow Ds = \sqrt{(55.56)^2 - (4.2672)^2}$$

$$\boxed{Ds = 55.39 \text{ km}}$$

$$DL = \sqrt{(Ds + ds) + 4 r^2 + h1^2} \Rightarrow DL = \sqrt{(55.39+9.05)^2 + 4 (4.99)^2 + (4.2672)^2}$$

$$\boxed{DL = 65.34 \text{ km}}$$

$$DLs = \sqrt{DL^2 - h1^2} \Rightarrow DLs = \sqrt{(65.34)^2 - (4.2672)^2}$$

$$\boxed{DLs = 62.20 \text{ km}}$$

$$D = 40 \text{ NM}$$

$$ds \geq 9,05 \text{ km}$$

$$Ds = \sqrt{D^2 - h1^2} \Rightarrow Ds = \sqrt{(74.08)^2 - (4.2672)^2} \Rightarrow Ds = 73.95 \text{ km}$$

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + h1^2} \Rightarrow DL = \sqrt{(73.95 + 9.05)^2 + 4(4.99)^2 + (4.2672)^2}$$

$$DL = 83.70 \text{ km}$$

$$DLs = \sqrt{DL^2 - h1^2} \Rightarrow DLs = \sqrt{(83.70)^2 - (4.2672)^2}$$

$$DLs = 83.59 \text{ km}$$

2-Spirale de vent

$$R = \frac{6355 \text{ tg } 15}{\Pi \cdot 506.33} \Rightarrow R = 1.07 \text{ deg/s}$$

$$R = \frac{506.33}{20 \Pi \cdot 1.07} \Rightarrow r = 7.53 \text{ km}$$

$$E = \frac{55.56}{40 \cdot 1.07} \Rightarrow E = 1.29 \text{ km}$$

ANNEXE II

TMA CENTRE (ALGER)

PROCEDURES DE DEPART - ALGER HOUARI BOUMEDIENE

(Détail des départs)

CODES	POINT DE SORTIE	CHEMINEMENTS
SID 1 RWY 09/05	MOGIL	Après décollage virer à gauche, intercepter et suivre R028°ALR, à 45NM ALR virer à gauche RM305° pour rejoindre et suivre R346° ZEM vers MOGIL.
RWY 23/27		Après décollage virer à droite, intercepter et suivre R028°ALR, à 45NM ALR virer à gauche RM305° pour rejoindre et suivre R346°ZEM vers MOGIL.
SID 2 RWY 09/05	OTARO Ou PECES	Après décollage virer à gauche, intercepter et suivre R028°ALR vers OTARO, à 58NM ALR virer à gauche pour rejoindre et suivre R010°ZEM vers PECES.
RWY 23/27		Après décollage virer à droite, intercepter et suivre R028°ALR vers OTARO, à 58NM ALR virer à gauche pour rejoindre et suivre R010°ZEM vers PECES.
SID 3 RWY 09/05	BOURI	Après décollage virer à gauche, intercepter et suivre R028°ALR, à 32NM ALR virer à droite RM080° pour rejoindre et suivre R047°ALR vers BOURI.
RWY 23/27		Après décollage virer à droite, intercepter et suivre R028°ALR, à 32NM ALR virer à droite RM080° pour rejoindre et suivre R047°ALR vers BOURI.
SID 4 RWY 09/05	BJA BABOR TAGRO ou BSA	Après décollage virer à gauche, intercepter et suivre R020°ALR, à 10NM ALR virer à gauche pour revenir sur R166°ALR au FL40 MNM, à ALR virer à gauche pour intercepter et suivre R099°ALR en montée vers BNA, puis route vers BJA, BABOR, TAGRO ou BSA.
RWY 23		Après décollage maintenir axe de piste jusqu'à passage ALR, s'éloigner sur R234°ALR à une distance de 4NM virer à droite pour intercepter et suivre R088°SDM vers BNA passer BNA FL70 MNM, puis route vers BJA, BABOR, TAGRO ou BSA.
RWY 27		Ce départ impose le respect d'une pente de 7% et d'une IAS MAX de 229 kT Après décollage maintenir axe de piste, s'éloigner sur R273°ALR à une distance de 7NM virer à droite pour revenir sur R123°ALR au FL 40 MNM, à ALR virer à gauche pour intercepter et suivre R099°ALR vers BNA, passer BNA FL70 MNM, puis route vers BJA, BABOR, TAGRO ou BSA.
SID 5 RWY 09/05	BSA	Ce départ impose le respect d'une pente minimale de 5,8% jusqu'au retour sur ALR.
RWY 23/27		Après décollage virer à gauche pour intercepter et suivre R020°ALR, à 10NM ALR virer à gauche pour revenir sur R166°ALR au FL70 MNM, puis route vers BSA sur R142°ALR. Après décollage virer à droite pour intercepter et suivre R346°ALR, à 10NM ALR virer à droite pour revenir sur R200°ALR au FL70 MNM, puis route vers BSA sur R142°ALR.
SID 6 RWY 09/05	CHE	Ce départ impose le respect d'une pente minimale de 4%.
RWY 23/27		Après décollage, virer à gauche, intercepter et suivre R329°ALR, à 20NM ALR virer à gauche pour rejoindre et suivre en montée RM241° vers CHE, Après décollage, virer à droite, intercepter et suivre R329°ALR, à 20NM ALR virer à gauche pour rejoindre et suivre en montée RM241° vers CHE,
SID 7 RWY 09/05	LABRO	Après décollage, virer à gauche, intercepter et suivre R329°ALR, à 20NM ALR virer à gauche pour rejoindre RM 283° vers TERSA puis LABRO.
RWY 23/27		Après décollage, virer à droite, intercepter et suivre R329°ALR, à 20NM ALR virer à gauche pour rejoindre RM 283° vers TERSA puis LABRO.
SID 8 RWY 09/05	SADAF	Après décollage, virer à gauche, intercepter et suivre R329°ALR vers SADAF.
RWY 23/27		Après décollage, virer à droite, intercepter et suivre R329°ALR vers SADAF.

BIBLIOGRAPHIE

1. EXPLOITATION TECHNIQUE DES AÉRONEFS DOC
8168/OPS611 PANS VOLUME 2
2. ANNEXE II -SERVICE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE
3. DOC 4444/RAC501 RÈGLES DE L'AIR ET SERVICE DE LA
CIRCULATION
4. AIP ALGÉRIE ÉDITION 2004 ©
5. ORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN EN RÉGION
TERMINALE/ (EURO CONTROL)