

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ SAAD DEHLEB, BLIDA  
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR  
DEPARTEMENT D'AÉRONAUTIQUE



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME D'INGENIEUR D'ÉTAT EN AERONAUTIQUE  
**OPTION OPERATIONS AERIENNES**

## THÈME

**ÉLABORATIONS DES PROCÉDURES  
DE DÉPART ET D'ARRIVÉE POUR L'AÉRODROME DE ANNABA**

PRÉSENTÉ PAR :

Mlle SACI Hajer

et

Mlle DRARENI Fatima Zahra

DIRIGÉ PAR :

Mr DJATOUF, promoteur  
Mr DRIOUECHE, co-promoteur

MEMBRES DE JURY :

Mr LAGHA, président du jury  
Mr EL-AICHI, examinateur  
Mlle BENKHEDDA, examinatrice

- Année 2005 -

# *Remerciements*

Nous tenons à remercier, toutes les personnes qui ont rendu ce travail possible par leur aide et leurs contributions, ainsi que leurs compétences.

Nos remerciements sont avant tout adressés à Monsieur DJATOUF Abdelouahab, chef département de la circulation aérienne, au sein de la Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne, pour nous avoir guidé, grâce à ses compétences, dans nos travaux de recherche, mais aussi pour nous avoir permis, de réaliser ce travail en tant que promoteur.

Nous tenons à remercier, plus particulièrement, Monsieur REKAA Mohamed lamine, Ingénieur au département CCR, qui nous a été d'un très grand secours, et qui nous a guidé dans nos recherches, aucune expression ne serait jamais forte pour lui exprimer toute notre gratitude.

Nous tenons également à remercier notre co-promoteur Monsieur DRIOUECHE Mouloud de son aide si précieuse.

Nous ne devons pas oublier Messieurs le DENA LARFAOUI Hocine ainsi que le directeur adjoint Monsieur BELOULOU Rafik, sans oublier Monsieur REZIG ADP du DENA. Nous serons ingrates si nous ignorons tout le personnel de la DCA, à leur tête Monsieur ATTAFI Ali et Mademoiselle Ilhem

Nous tenons à remercier les membres du jury : Messieurs LAGHA, LAICHI, et Mademoiselle BENKHEDDA pour avoir accepté d'examiner cette thèse.

# DEDICACES

*Je dédie ce mémoire à mes parents qui m'ont tellement soutenu*

*A mes frères et sœurs*

*A toute ma famille*

*A mes amis*

*S. HAJER*

# DEDICACES

*Je dédie ce mémoire à mes parents qui m'ont encouragé*

*A mes frères et sœurs*

*A toute ma famille*

*A mes amis*

D. FATIMA ZAHRA

# SOMMAIRE

## LISTE DES SIGLES

## INTRODUCTION ..... 1

## Chapitre I Présentation de l'Entreprise ..... 2

### I.1 Présentation de l'ENNA ..... 3

### I.2 Les missions de l'ENNA ..... 4

### I.3 L'organisation de l'ENNA ..... 5

#### I.3.1 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne DENA ..... 5

#### I.3.2 Département de la Circulation Aérienne (DCA) ..... 7

##### I.3.2.1 Le Service Etude et Développement (SED) ..... 7

##### I.3.2.2 Le Service Contrôle et Coordination (SCC) ..... 7

##### I.3.2.3 Service Qualification (SQ) ..... 7

## Chapitre II Généralités ..... 8

### II.1 SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE ..... 9

#### II.1.1 Le service de contrôle ..... 9

##### II.1.1.1 Le contrôle d'aérodrome ..... 9

##### II.1.1.2 Le contrôle d'approche ..... 9

##### II.1.1.3 Le contrôle régional ..... 10

#### II.1.2 Le service d'information de vol (FIS : Flight Information Service) ..... 10

#### II.1.3 Le service d'alerte ..... 11

### II.2 Espaces Aériens ..... 11

#### II.2.1 Division de l'espace aérien ..... 11

II.2.1.1	Espace aérien non contrôlé.....	11
II.2.1.2	Espace aérien contrôlé.....	11
II.2.2	Partition de l'espace aérien inférieur.....	12
II.2.2.1	Région d'information de vol.....	12
II.2.2.1.1	Région de contrôle (CTA).....	12
II.2.2.1.2	Zone de contrôle (CTR).....	12
II.2.2.1.3	Les zones à statut particulier.....	14
II.2.3	Classification des espaces aériens.....	15

## **Chapitre III Règles d'Établissement des Procédures aux Instruments 16**

<b>III.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>17</b>
<b>III.2</b>	<b>Les procédures de départ aux instruments.....</b>	<b>17</b>
III.2.1	Définition.....	17
III.2.2	Critères généraux.....	18
III.2.3	Protection vis-à-vis des obstacles.....	18
III.2.3.1	Aire de protection associée à la trajectoire de départ.....	18
III.2.3.2	Marge de franchissement d'obstacle.....	18
III.2.3.3	Les pentes.....	19
III.2.4	Départs en ligne droite.....	19
III.2.4.1	Définition.....	19
III.2.4.2	Distances entre les obstacles et la DER.....	20
III.2.4.3	Marge de franchissement d'obstacles MFO.....	20
III.2.5	Départ avec virage.....	21
III.2.5.1	Définition.....	21
III.2.5.2	Paramètres de virage.....	22
<b>III.3</b>	<b>procédures d'arrivées.....</b>	<b>23</b>
III.3.1	Définition.....	23

III.3.2 Critères généraux.....	23
III.3.3 Protection vis-à-vis des obstacles.....	23
III.3.3.1 Altitude minimale de secteur.....	23
III.3.3.2 Construction des aires .....	24
III.3.3.2.1 Aire de protection d'une route d'arrivée- segments rectilignes .....	24
III.3.3.2.2 Aire de protection d'une route d'arrivée- Arc DME.....	25
III.3.3.3 La marge de franchissement d'obstacle (MFO) .....	26
<b>III.4 Les procédures d'attente.....</b>	<b>27</b>
III.4.1 Définition.....	27
III.4.2 Circuit nominal.....	27
III.4.3 Manœuvre d'attente.....	27
III.4.4 Types d'attente .....	28
III.4.5 Les entrées d'attente.....	28
III.4.6 Aire de protection d'attente.....	29
III.4.6.1 Définition.....	29
III.4.6.2 Paramètres de l'aire de protection .....	30
III.4.6.3 Construction de l'aire de base et les aires d'entrées.....	30
III.4.6.3.1 PREMIERE ETAPE.....	31
III.4.6.3.2 DEUXIEME ETAPE.....	32
<b>III.5 Séparation stratégique .....</b>	<b>34</b>
III.5.1 Règles de séparation .....	34
III.4.1.1 Principaux cas.....	34
III.4.1.1.1 Attente/Attente .....	34
III.4.1.1.2 Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale :.....	34
III.4.1.1.3 Attente/Segment de procédure : .....	34
III.4.1.1.4 Attente/départ : .....	34
III.4.1.1.5 Segment de procédure d'approche/segment de départ : .....	34
III.4.1.1.6 Départ/départ : .....	34

<b>Chapitre IV Situation Actuelle de l'Espace Aérien Algérien</b>	<b>35</b>
<b>IV.1 Généralités</b> .....	<b>37</b>
<b>IV.1.1 Limite de l'espace aérien Algérien</b> .....	<b>37</b>
<b>IV.1.2 Division de l'espace aérien Algérien</b> .....	<b>38</b>
<b>IV.1.3 Les zones déléguées à l'approche</b> .....	<b>39</b>
<b>IV.1.4 Les aides de radionavigation et de surveillance</b> .....	<b>40</b>
<b>IV.2 Secteur NORD - EST</b> .....	<b>41</b>
<b>IV.2.1 Limites du secteur</b> .....	<b>41</b>
<b>IV.2.2 Aéroport à l'intérieur du secteur NORD – EST</b> .....	<b>41</b>
<b>IV.2.3 L'aéroport de ANNABA</b> .....	<b>41</b>
<b>IV.2.3.1 L'environnement actuel</b> .....	<b>41</b>
 <b>Chapitre V Analyse du Trafic</b>	 <b>44</b>
<b>V.1 Introduction</b> .....	<b>45</b>
<b>V.2 Analyse des courants de trafic</b> .....	<b>45</b>
<b>V.3 Interprétation des résultats</b> .....	<b>49</b>
 <b>Chapitre VI Conception</b>	 <b>50</b>
<b>VI.1 Introduction</b> .....	<b>51</b>
<b>VI.2 Justification des choix retenus</b> .....	<b>51</b>
<b>VI.2.1 Procédure d'attente</b> .....	<b>52</b>
<b>VI.2.1.1 Emplacement et type d'attente</b> .....	<b>52</b>
<b>VI.2.1.2 Altitude maximale d'attente (ZP max)</b> .....	<b>53</b>
<b>VI.2.1.3 Aires de protection</b> .....	<b>53</b>
<b>VI.2.1.4 L'altitude minimale d'attente</b> .....	<b>54</b>
<b>VI.2.2 Les Arrivées</b> .....	<b>55</b>



VI.2.2.1	Introduction.....	55
VI.2.2.2	Protections des arrivées par rapport aux obstacles.....	55
VI.2.2.2.1	Arrivées du Nord (SALMA).....	55
VI.2.2.2.2	Arrivées du nord ouest ( JIL).....	56
VI.2.2.2.3	Arrivées de constantine.....	57
VI.2.2.2.4	Arrivées du sud ouest (AMIRA).....	58
VI.2.3	Les Départs.....	59
VI.2.3.1	Introduction.....	59
VI.2.3.2	Protections des départs.....	59
VI.2.3.2.1	Départ vers le Nord (SALMA).....	59
VI.2.3.2.2	Départ vers l'ouest (JIL).....	64
VI.2.3.2.3	Départ vers constantine.....	68
VI.2.3.2.4	Départ vers le sud ouest (AMIRA).....	72
VI.2.3.2.4	Départ vers le sud ouest (NADJI).....	76
VI.2.3.2.5	Départ vers l'Est (MORJA).....	80
VI.2.3.3	La nouvelle zone d'approche.....	84
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>88</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
	<b>ANNEXES</b>	

## ***LISTE DES SIGLES***

AIP.....	Publication d'informations aéronautiques
ANB.....	Annaba
APP.....	Approche (Contrôle)
ATC.....	Contrôle de la circulation aérienne
ATS.....	Service(s) de la circulation aérienne
BJA.....	Bjaïa
CAG.....	Circulation aérienne générale
CCR.....	Centre de contrôle régional
CSO.....	Constantine
CTA.....	Région de contrôle
CTR.....	Zone de contrôle
DER.....	Extrémité départ de la piste
DME.....	Système de mesure de distance
EUROCONTROL.....	Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne
ENNA.....	Etablissement National de la Navigation Aérienne,
FIR.....	Région d'information de vol
FAF.....	Point d'approche finale
FIS.....	Service d'information de vol
FL.....	Niveau de vol
ft.....	Pied
GND.....	Ground (sol)
GP.....	<i>Glide path</i> (Alignement de descente)
IAF.....	Point d'approche initiale
IF.....	Point d'approche intermédiaire
IFR.....	Règles de vol aux instruments
ILS.....	Système d'atterrissage aux instruments
ISA.....	Atmosphère type international
(k) m.....	(Kilo) mètres
kt.....	nœud

LLZ.....	Localizer (Radiophare d' <b>alignement de piste</b> )
LOC.....	Locator
MFO.....	Marge de franchissement d' <b>obstacle</b>
min.....	minute
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
PSR.....	Radar primaire
QDR.....	Relèvement magnétique
QFU.....	Orientation de la piste par rapport au Nord magnétique
QNH.....	Pression atmosphérique
RWY.....	Piste
SID.....	Départ normalisé aux instruments (Itinéraire)
SSR.....	Radar secondaire de surveillance
STAR.....	Arrivée normalisée aux instruments
TBS.....	Tbessa
THR.....	Seuil (de piste)
TMA.....	Zone de contrôle terminal
TNA/H.....	Altitude/hauteur de virage
TP.....	Point de virage
TWR.....	Tour de contrôle d'aérodrome
UIR.....	région supérieure d'information de vol
VFR.....	Règles de vol à vue
VI.....	Vitesse indiquée
VP.....	Vitesse propre
VOR.....	Radiophare d'alignement omnidirectionnel (VHF)

# INTRODUCTION

*A*fin de préserver les critères essentiels de l'aviation (sécurité, régularité et efficacité), une élaboration des procédures de départ et d'arrivée doit être élaborée pour chaque aéroport.

Dans notre étude, nous nous intéressons à l'aéroport de ANNABA Rabah BITAT qui est caractérisé par un trafic évolutif et des procédures de départ et d'arrivée omnidirectionnel, où les courants de trafic arrivent et partent selon diverses directions ayant pour inconvénient : la non fluidité du trafic, la surcharge du travail des contrôleurs et l'augmentation du temps de l'occupation de la fréquence.

Pour ces raisons, il s'est avéré nécessaire de mettre en place des itinéraires prédéterminés de départ et d'arrivée qui dépendront d'un certain nombre de facteurs, notamment : l'étude topographique, l'environnement, les moyens d'aide à la navigation ainsi que les catégories d'aéronefs utilisant l'aéroport en question.

Ces itinéraires doivent être établis, suivant les besoins, pour permettre :

- Le maintien d'un écoulement sûr, ordonné et rapide du trafic aérien ;
- Alléger la charge de travail des contrôleurs ;
- L'augmentation potentielle de capacité.

*CHAPITRE I*

*PRÉSENTATION DE  
L'ENTREPRISE*

## I.1 Présentation de l'ENNA

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

Dans le cadre du développement des projets liés à la navigation aérienne, l'E.N.N.A collabore avec des institutions nationales et internationales :

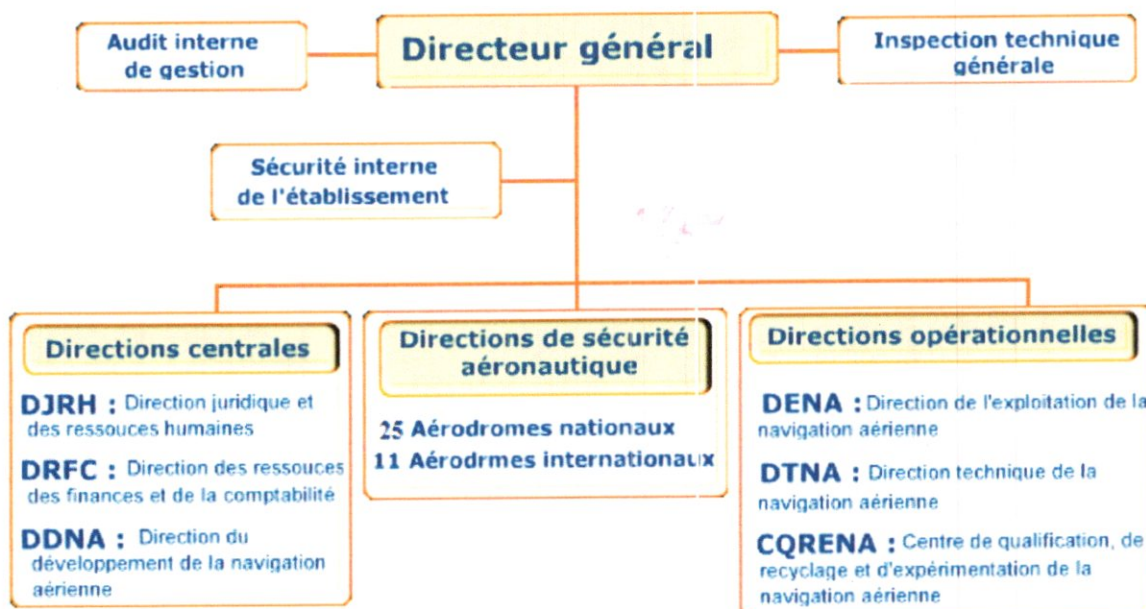
- ❖ Ministère du transport ;
- ❖ Institut Aéronautique de Blida (IAB) ;
- ❖ Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) ;
- ❖ AEFMP: organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal ;
- ❖ ASECNA: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;
- ❖ EUROCONTROL: Organisation européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne ;
- ❖ Ecole Nationale de l'Aviation Civile à Toulouse (ENAC).

## **I.2 Les missions de l'ENNA**

Les principes mission de l'établissement :

- ❖ Veille au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs et à l'implantation des aérodromes et aux installations relevant de sa mission ;
- ❖ Dans le cadre de sa mission elle participe à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aérodromes, établit les plans, en coordination avec les autorités concernées, les plans de servitudes aéronautiques et radioélectriques et il veille à leur application ;
- ❖ Assure l'installation et la maintenance des moyens de télécommunication, de radionavigation, l'aide à l'atterrissage, des aides visuelles et des équipements d'annexes ;
- ❖ Le contrôle de la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérien qu'ils soient en survol, à l'arrivée sur les aérodromes, ou au départ de ces derniers ;
- ❖ La sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la CAP ;
- ❖ L'information aéronautique en vol et au sol et la diffusion des l'informations météorologique nécessaire à la navigation aérienne ;
- ❖ Assure le service de sauvetage et de lutte contre incendies sur les plates formes aéronautiques ;
- ❖ Contribue à l'effort du développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne ;
- ❖ Concentration, diffusion ou retransmission au plan international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique ;
- ❖ Le calibrage des moyens de communication de radionavigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire.

### I.3 L'organisation de l'ENNA



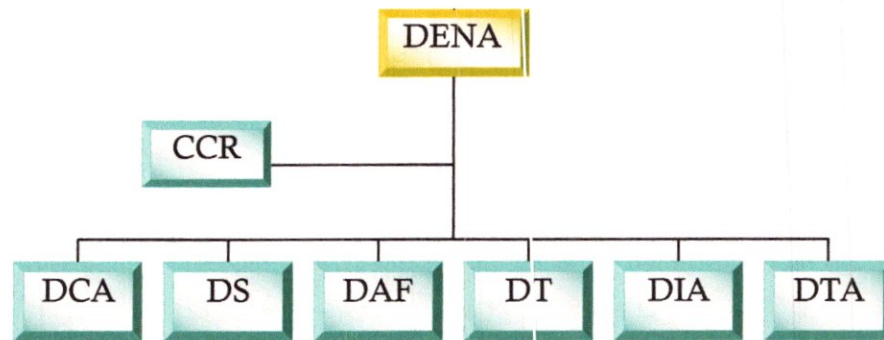
#### I.3.1 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne DENA

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne est chargée d'assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne et, veiller à la bonne gestion technique au niveau des aérodrômes. Ses principales missions se résument comme suit :

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

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne contient six (06) départements et un centre de contrôle régional :





DCA : Département de la Circulation Aérienne

DC : Département Système

DAF : Département Administration et Finances

DT : Département Technique

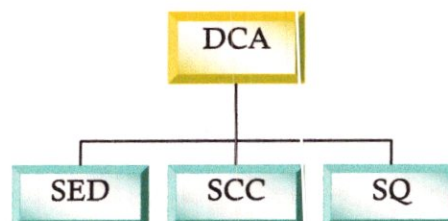
DIA : Département Informations Aéronautiques

DT A : Département Télécommunications Aéronautiques

CCR : Centre de Contrôle Régional

### I.3.2 Département de la Circulation Aérienne (DCA)

Le Département de la Circulation Aérienne, est chargé du contrôle et de la coordination des différents aérodromes et le Centre de Contrôle Régional d'Alger, ainsi que les études liées au développement de la navigation aérienne, basé évidemment sur les normes OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale). Au sein de ce département on trouve trois services :



SED : Service Etude et Développement

SCC : Service Contrôle et Coordination

SQ : Service Qualification

**I.3.2.1 Le Service Etude et Développement (SED) qui a pour tâche :**

- ❖ Etude et élaboration des schémas de la circulation aérienne ;
- ❖ Etude et élaboration des plans de servitudes aéronautique de dégagements;
- ❖ La conception des procédures de départ (SID : Standart Instrument Departure), d'arrivée (STAR: Standart ArrivaI), d'approche initiale, finale et d'approche à vue ;
- ❖ Etude et élaboration des routes ATS ;
- ❖ Traitement les données statistiques de trafic aérien pour les besoins d'études.

**I.3.2.2 Le Service Contrôle et Coordination (SCC) qui est tenu :**

De maintenir à jour le fichier informatisé concernant l'état de tout les aérodromes sur le territoire national; d'analyser les anomalies d'exploitations relatives aux incidents, accidents concernant les aéronefs et leurs équipages. Ce service veille à l'application des normes OACI, il est également chargé d'autres missions relatives à l'exploitation des aérodromes confiés par la D.E.N.A.

**I.3.2.3 Service Qualification (SQ) est tenu :**

De maintenir à jour le fichier du personnel de la circulation aérienne sur tout le territoire national, il gère le profil de carrière de ce personnel et veille à la mise en place d'une politique de formation et de recyclage.

*CHAPITRE II*

*GÉNÉRALITÉ*

## II.1 SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

Au fur et à mesure que les mouvements d'aéronefs se sont intensifiés, il s'est avéré nécessaire de mettre en place des structures pour assister les activités aéronautiques et pour régler le flux de la circulation aérienne.

Des organismes ont donc été constitués. Ce sont les organismes de la circulation aérienne qui rendent trois types de services :

- Le service de contrôle ;
- Le service d'information de vol ;
- Le service d'alerte.

### II.1.1 Le service de contrôle

A pour objet :

- de prévenir les abordages entre les aéronefs ;
- de régler et d'accélérer la circulation aérienne ;
- de prévenir les collisions entre les aéronefs qui évoluent au sol et les obstacles.

Les organismes chargés du service du contrôle assurent également le service d'information de vol ainsi que le service d'alerte.

Le service de contrôle se subdivise en trois parties selon la phase du vol à laquelle il s'applique (figure 1) :

**II.1.1.1 Le contrôle d'aérodrome** s'effectue à partir des tours de contrôle (TWR : TOWER), il assure la sécurité et le respect des procédures dans les phases de décollage, d'atterrissage et de roulage, afin de :

- Empêcher les collisions sur l'aire de manœuvre ;
- Assurer l'acheminement sûr, ordonné et rapide de la circulation aérienne.

**II.1.1.2 Le contrôle d'approche** (*APP : APPROACH*) Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'arrivée et au départ, il s'effectue par un bureau d'approche ou un centre de contrôle régional (CCR). La fonction de ce service est de prévenir les abordages entre aéronefs, ordonner la circulation aérienne sur les phases d'arrivée et de départ.

**II.1.1.3 Le contrôle régional** (*CCR : Centre de contrôle régional*) s'effectue par un centre de contrôle en route dont le but est de prévenir les abordages entre aéronefs, d'accélérer et régulariser la circulation aérienne.

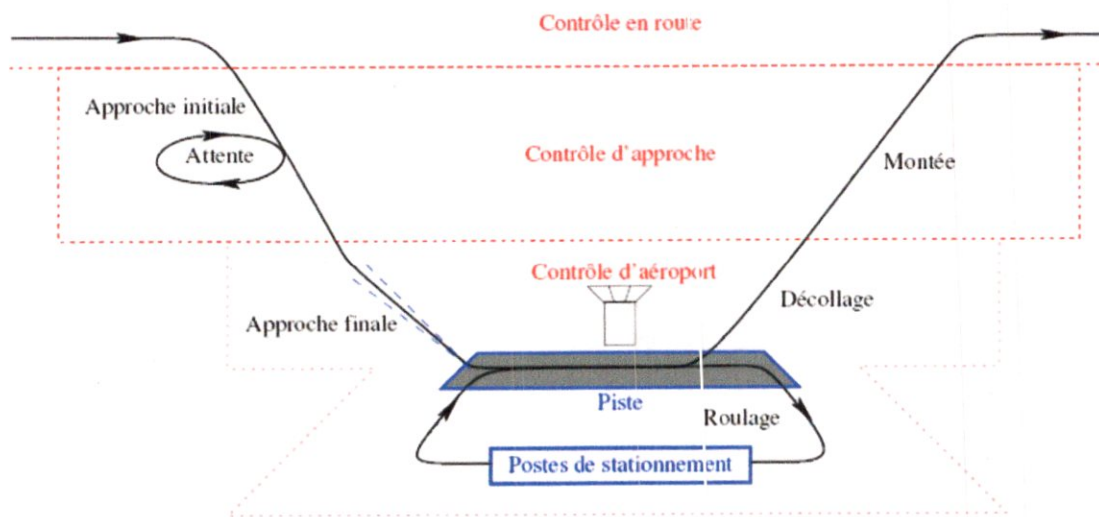


Figure 1 : Positions de contrôle du trafic

### II.1.2 Le service d'information de vol (FIS : Flight Information Service)

Le rôle de ce service est de délivrer toute information utile à l'exécution sûre et efficace des vols. Il permet de disposer durant le vol de renseignements concernant les conditions météorologiques sur le parcours, l'état des aérodromes et des installations radioélectriques, sans oublier l'information de trafic qui pourrait être considérée en tant que situation conflictuelle. L'information de vol peut aller jusqu'à la transmission de suggestions de manoeuvres pour éviter les abordages.

Les organismes chargés du service d'information de vol assurent également le service d'alerte.

### II.1.3 Le service d'alerte

Ce service a pour rôle de déclencher l'alerte auprès des organismes de recherche et de sauvetage. Il est fourni par tous les organismes de la circulation aérienne (organismes de contrôle ou d'information) à tous les aéronefs qui se déclarent ou qui se trouvent en situation d'urgence.

## II.2 Espaces Aériens

Au voisinage des aérodromes importants, la densité et la diversité du trafic imposent aux aéronefs des procédures strictes. A l'inverse, certaines portions d'espace sont peu fréquentées et la circulation aérienne y est très peu dense. Dans ces espaces, les exigences réglementaires sont moins strictes. Pour séparer les différents types de trafic qui appartiennent à la CAG (circulation aérienne générale), l'espace aérien est subdivisé en plusieurs parties, chacune étant adaptée à la densité et au type de trafic auxquels elle est soumise.

### II.2.1 Division de l'espace aérien

L'espace aérien se subdivise, fondamentalement, en deux espaces :

- Espace aérien non contrôlé ;
- Espace aérien contrôlé.

#### II.2.1.1 Espace aérien non contrôlé

C'est un espace dans lequel le service rendu se limite au service d'information de vol et d'alerte. Cet espace comporte deux étages bien distincts :

Les FIR (Flight Information Region) en espace inférieur ;

Les UIR (Upper flight Information Region) en espace supérieur.

#### II.2.1.2 Espace aérien contrôlé

Les espaces aériens contrôlés sont utilisés pour protéger les trajectoires IFR. Les services rendus sont les services de contrôle, d'information et d'alerte. Parmi ce type d'espace, se trouve (voir. § II.2.2.1) :

- Les CTR (ConTRol zone) ;
- Les CTA (ConTrol Area) peuvent être composées de :
  - TMA (TerMinal control Area) ou région de contrôle terminale.

- AWY (AirWaY) ou voies aériennes.

## II.2.2 Partition de l'espace aérien inférieur

L'espace aérien inférieur est déterminé suivant la nature des services de la circulation aérienne qui doivent être établis, et sera effectué de la manière suivante :

### II.2.2.1 Région d'information de vol (FIR : Flight Information Region) :

Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service d'information de vol et le service d'alerte sont assurés.

La FIR se subdivise en :

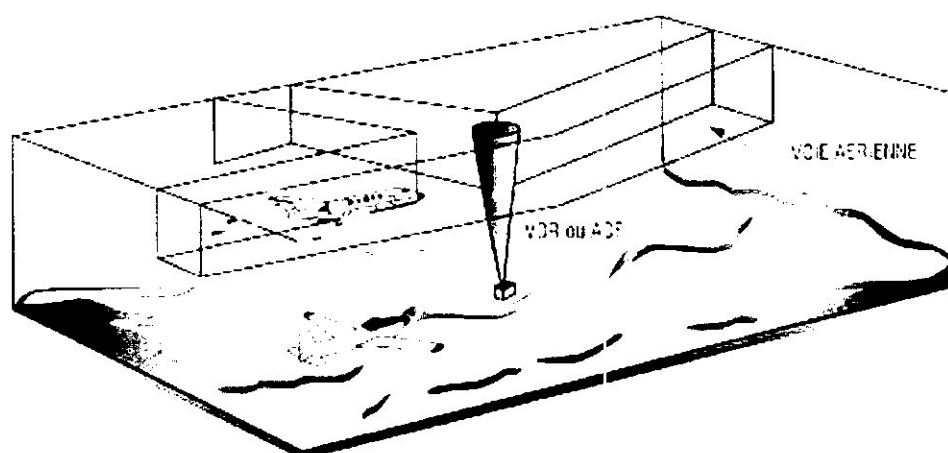
**II.2.2.1.1 Région de contrôle (CTA) :** Espace aérien contrôlé situé au dessus d'une limite bien déterminée par rapport à la surface. (Voir. Fig3)

Elles peuvent être composées :

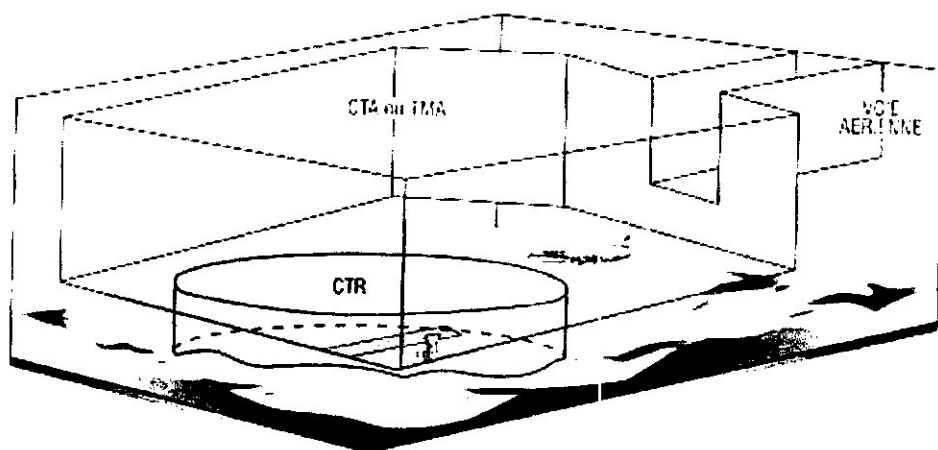
- *Des régions de contrôle terminales (TMA : TerMinal control Area):* C'est une région de contrôle établie en principe, au carrefour de routes ATS aux environs d'un ou plusieurs aérodromes importants.
- *Des voies aériennes (AirWaY) :* Ce sont des couloirs empruntés par les vols IFR. Elles ont généralement une largeur de 10 NM (18.5 km). L'axe des AWY est défini par des balises de radionavigation (voir. Fig2).

**II.2.2.1.2 Zone de contrôle (CTR) :** 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 (5 MN) à partir du centre de l'aérodrome ou des aérodromes concernés. Les CTR sont destinées à englober les trajectoires de décollage, d'atterrissage et la circulation aérienne d'aérodrome (voir. Fig 3).

Ces structures de base sont utilisées par les États de diverses façons, dans le but d'offrir un espace aérien contrôlé suffisant qui englobe (le cas échéant) les trajectoires des vols IFR à l'arrivée comme au départ d'un aérodrome.



**Figure 2 : L'axe des voies aériennes est défini par des balises radionavigation.**



**Figure 3 : Les TMA surplombent les aéroports et permettent aux vols IFR de passer de la structure « en route » (airway) vers les trajectoires d'arrivée dans les CTR et pour les vols IFR au départ de la CTR de rejoindre les voies aériennes.**



**II.2.2.1.3 Les zones à statut particulier** : Ces zones ont souvent été créées pour des besoins spécifiques propres à la zone considérée. Elles sont classées en 3 catégories :

- **Les zones dangereuses (D : Dangerous)** : Espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel des activités dangereuses pour le vol des aéronefs peuvent se dérouler pendant des périodes spécifiées.
- **Les zones réglementées (R : Restricted)** : Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un Etat, dans les limites duquel le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées.
- **Les zones interdites (P : Prohibited)** : Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un Etat, dans les limites duquel le vol des aéronefs est interdit.

### II.2.3 Classification des espaces aériens

Il existe différentes classes d'espace aérien, notamment destinées à établir les règles de compatibilité IFR/VFR (Voir tableau 1).

Ce tableau résume les différentes classes des espaces aériens :

**Tableau 1 : les différentes classes des l'espaces aériens (AIP Algérie)**

Classe	Type de vol	Séparation Assurée entre	Service assuré	Autorisation ATC obligatoire
A	IFR seulement	Tous aéronefs	ATC	OUI
B	IFR	Tous aéronefs	ATC	OUI
	VFR	Tous aéronefs	ATC	OUI
C	IFR	IFR et IFR IFR et VFR	ATC	OUI
	VFR	VFR et IFR	1) ATC pour la séparation des aéronefs IFR ; 2) Information de trafic VFR/VFR (et sur demande avis d'évitement de trafic)	OUI
D	IFR	IFR et IFR	ATC avec informations de trafic au sujet des vols VFR (et, sur demande, avis d'évitement de trafic)	OUI
	VFR	Sans objet	Information de trafic entre les vols VFR et IFR (et, sur demande, avis d'évitement de trafic)	OUI
E	IFR	IFR et IFR	ATC avec information de trafic au sujet des vols VFR dans la mesure du possible	OUI
	VFR	Sans objet	Information de trafic dans la mesure du possible	NON
F	IFR	IFR et IFR Autant que possible	Service consultatif de la circulation aérienne; service d'information de vol	NON
	VFR	Sans objet	Service d'information de vol	NON
G	IFR	Sans objet	Service d'information de vol	NON
	VFR	Sans objet	Service d'information de vol	NON

*CHAPITRE III*

*Règles d'Établissement  
des Procédures aux  
Instruments*

### III.1 Introduction

L'OACI donne des informations détaillées sur la conception des procédures applicables à l'espace aérien de région terminale. Des données sur leur construction, sont fournies à l'usage des spécialistes du domaine, décrivent les prescriptions essentielles au plan local ainsi que les exigences de franchissement d'obstacle pour assurer la sécurité et la régularité des opérations de vol aux instruments (IFR).

Les informations sur la conception des procédures portent sur trois grands domaines d'opérations dans l'espace aérien de région terminale :

- Les procédures de départ, sont établies pour chaque piste appelée à servir les départs aux instruments ;
- Les procédures d'arrivée, peuvent comporter cinq segments distincts : les segments d'arrivée, d'approche initiale, d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue ;
- Les procédures d'attente, avec une zone d'attente fixée en fonction d'un certain nombre de facteurs variables.

### III.2 Les procédures de départ aux instruments

#### III.2.1 Définition

La procédure de départ aux instruments est l'ensemble des trajectoires que doit suivre l'aéronef depuis son décollage jusqu'au raccordement avec la phase suivante du vol.

Une procédure de départ est normalement établie pour chaque piste à partir de laquelle des départs aux instruments sont effectués.

Elle commence à l'extrémité départ de la piste (DER) qui constitue la limite de l'aire déclarée appropriée pour le décollage (extrémité de la piste, ou du prolongement dégagé).

Il est admis qu'aucun virage n'est effectué à moins de 600 m du début de piste.

Elle prend fin au point où la pente associée à la trajectoire nominale atteint l'altitude/hauteur minimale spécifiée pour la phase suivante du vol (phase en route, d'attente, d'approche...).

Il existe deux types de départ :

- Départ omnidirectionnel,
- Départ sur trajectoire.

L'aéronef est supposé suivre les trajectoires sans disposer d'une information radar. Pour l'établissement des procédures, les aéronefs utilisant ces trajectoires sont supposés avoir tous leurs moteurs en fonctionnement.

### III.2.2 Critères généraux

Certains critères généraux sont communs aux procédures d'approche et aux procédures de départ aux instruments : par exemple : tolérances des repères radioélectriques, méthode de protection des virages, principe des aires secondaires...

Une procédure de départ doit être établie pour les catégories d'aéronefs considérées en conciliant plusieurs impératifs :

- Franchissement des obstacles ;
- Contraintes de circulation aérienne ;
- Contraintes opérationnelles (gain de temps, économie de carburant, simplicité) ;
- Réduction des nuisances.

### III.2.3 Protection vis-à-vis des obstacles

#### III.2.3.1 Aire de protection associée à la trajectoire de départ

Pour tenir compte des écarts entre la trajectoire réelle et la trajectoire nominale, dûs aux tolérances de guidage et des repères, à l'effet du vent, à l'imprécision du pilotage, la trajectoire de départ est entourée d'une aire de protection.

#### III.2.3.2 Marge de franchissement d'obstacle

Lorsque des obstacles situés dans l'aire de protection sont jugés trop importants, il peut être décidé de modifier la trajectoire de telle sorte que l'aire de protection ne les englobe plus ; la procédure doit assurer le franchissement des obstacles restants situés dans l'aire de protection avec une marge de franchissement (MFO). Pour le survol de régions montagneuses, la marge doit être augmentée conformément au tableau suivant :

**Tableau 2 : Marges de franchissement d'obstacle**

Altitude du relief	MFO
Inférieure ou égale à 5000 ft	450 m (1500 ft)
Supérieure à 5000 ft	600 m (2000 ft)

### III.2.3.3 Les pentes

Trois types de pentes de départ peuvent être publiés :

1. Une pente minimale théorique de montée, qui permet le franchissement des obstacles, avec une MFO calculée depuis la DER. Tous les aéronefs sont supposés monter au départ, tous moteurs en fonctionnement, selon une pente d'au moins 3,3 %.
2. Une pente "ATS", définie pour assurer des séparations stratégiques.
3. Des pentes supplémentaires, pour des besoins particuliers, (survol d'un espace réservé, nuisances...).

### III.2.4 Départs en ligne droite

#### III.2.4.1 Définition

Un départ est dit en ligne droite, lorsque la trajectoire initiale de départ fait un angle maximal de  $15^\circ$  avec le prolongement de l'axe de piste. (Voir. fig 4)

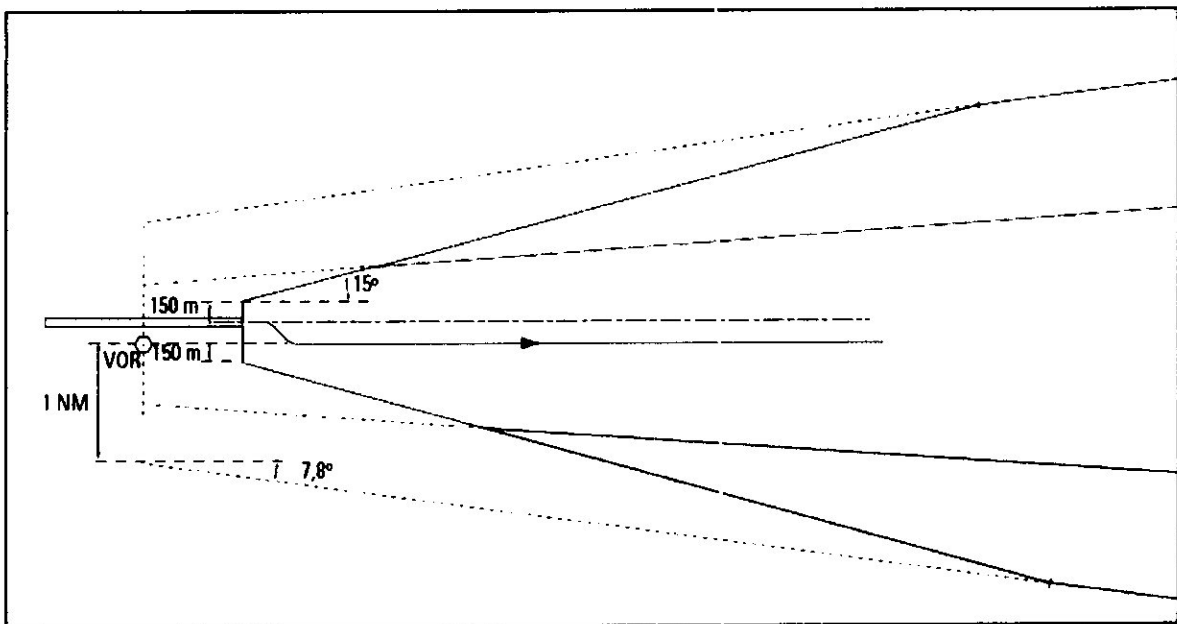


Figure 4 : Trajectoire parallèle à l'axe de piste, mais décalée latéralement. (Doc 8168)

### III.2.4.2 Distances entre les obstacles et la DER

Les manières de mesurer les distances entre les obstacles et la DER sont indiquées sur la Figure 5.

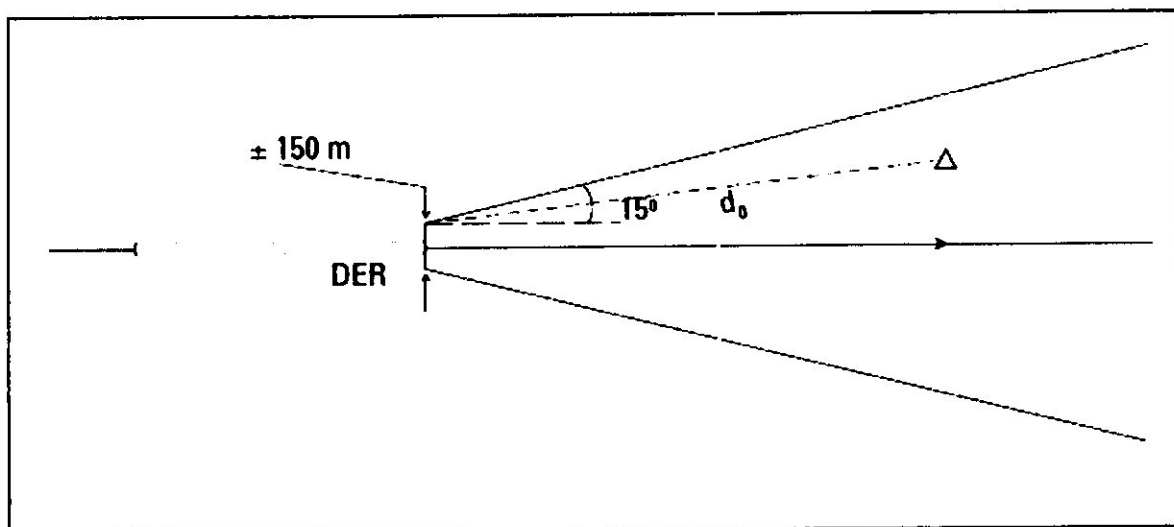


Figure 5 : Distances entre les obstacles et la DER. (Doc 8168)

### III.2.4.3 Marge de franchissement d'obstacles MFO

La MFO est égale à zéro à la DER et augmente ensuite de 0,8 % de la distance horizontale appropriée.

Pour le survol de certains reliefs accidentés, la MFO peut être augmentée pour atteindre le double de la valeur précédente.

Dans l'aire secondaire, la MFO décroît linéairement de sa valeur entière jusqu'à la valeur zéro en limite extérieure de l'aire secondaire (voir. fig 6).

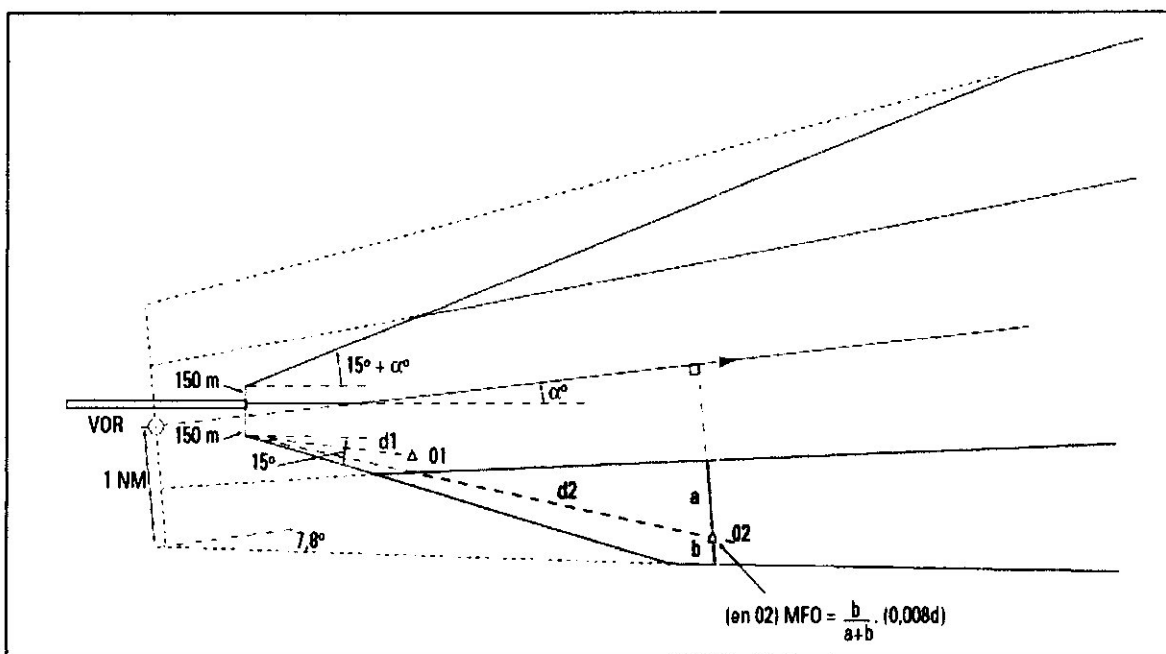


Figure 6 : Marge de franchissement d'obstacles dans l'aire secondaire (Doc 8168)

### III.2.5 Départ avec virage

#### III.2.5.1 Définition

Lorsqu'une trajectoire de départ exige un virage de plus de 15°, une aire de virage est construite. Les virages peuvent être spécifiés à une altitude/hauteur ou à un repère.

Il est admis que l'aéronef effectue un départ en ligne droite jusqu'à une hauteur minimale de 120 m (400 pieds) au dessus de l'altitude de la DIER (toutefois, pour les aéronefs de catégories A ou B, une hauteur inférieure pourra être adoptée, en cas de nécessité, à condition qu'elle reste supérieure ou égale à 90 m (300 pieds)).

*Toutefois, et lorsque l'emplacement et/ou la hauteur des obstacles empêchent la construction des départs avec virages qui répondent au critère de hauteur minimal de virage, des procédures de départs devraient être élaborées à l'échelon local pour tenir compte d'une situation pareille.*

L'aire de mise en virage est appelée aire 1.

L'aire de virage est appelée aire 2.

L'aire 1 de départ avec virage est construite selon les critères du départ en ligne droite avec la modification suivante, dans le cas d'un virage à une altitude/hauteur :



- L'aire est étendue en amont de la DER jusqu'en un point situé à 600 m du début de piste et sur une largeur de 300 m (150 m de part et d'autre de l'axe de piste).
- Elle se termine au point de virage TP dans le cas d'un virage à une altitude/hauteur et au TP amont dans le cas d'un virage à un TP désigné.

L'aire 2 du départ avec virage est construite d'une manière similaire à celle d'une aire d'approche interrompue avec virage.

### III.2.5.2 Paramètres de virage

1. **Vitesse** : vitesse propre calculée à partir de la vitesse indiquée maximale corrigée à l'altitude de virage mentionnée dans le tableau suivant :

**Tableau 3 : Catégories d'aéronefs et vitesses indiquées correspondantes pour les différents segments de la procédure. (Doc 8168)**

Catégories d'aéronefs	Vitesse maxi pour approche interrompue	
	Initiale et intermédiaire	Finale
A	110	110
B	130	150
C	160	240
D	185	265
E	230	275

2. **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 omnidirectionnel de 30 KTS.
3. **Altitude** :
  - *virage désigné à une altitude/hauteur* : altitude/hauteur de virage ;
  - *virage à point de virage désigné* : altitude topographique de l'aérodrome plus la hauteur acquise, en se fondant sur une montée de 10% depuis la DER jusqu'au point de virage.
4. **Température** : ISA + 15° correspondant au vent.
5. **Angle d'inclinaison latérale** : 15° angle moyen à réaliser.
6. **Tolérance de repère** : selon le type de repère.
7. **Tolérances techniques de vol** : c = 6s (3s : délai de perception + 3s : délai de mise en virage)

### III.3 Procédures d'arrivées

#### III.3.1 Définition

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

La route d'arrivée devrait commencer selon le cas :

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

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

#### III.3.1.1 Critères généraux

1. Les routes d'arrivées devraient être conçues d'une manière à respecter les trois critères suivants :
  - La sécurité ;
  - L'environnement (nuisance) ;
  - La facilité.
2. Elles devraient permettre aux avions de naviguer le long des routes sans répondre pour autant au guidage RADAR ;
3. Les routes d'arrivées devraient s'intégrer au courant local de circulation aérienne (réseau de routes), d'une longueur qui n'excède pas la portée opérationnelle des installations qui fournissent le guidage.

#### III.3.1.2 Protection vis-à-vis des obstacles

##### III.3.1.2.1 Altitude minimale de secteur

Des altitudes minimales de secteur sont fixées pour chaque procédure aux instruments. L'altitude minimale de secteur représente l'altitude la plus basse qui puisse être utilisée

dans un secteur circulaire de 25 NM de rayon, centré sur une installation radioélectrique utilisée pour la procédure ou située sur l'aérodrome (voir fig 7).

Elle est calculée en appliquant une marge de franchissement d'obstacles d'au moins 300m (1000 ft), aux obstacles situés dans le secteur considéré, ainsi que dans une zone tampon de 5 NM.

Pour les vols au-dessus d'une région montagneuse, la marge doit être augmentée conformément au tableau 2.

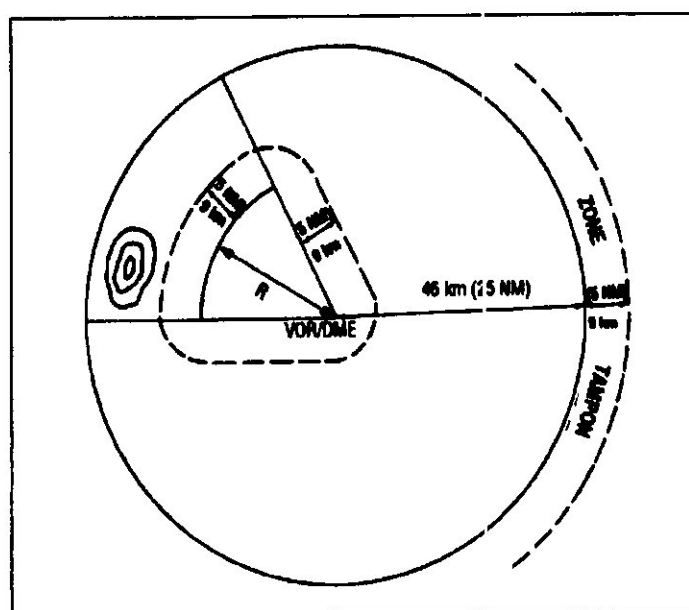


Figure 7 : Altitudes minimales de secteur. (Doc 8168)

### III.3.3.2 Construction des aires

Les routes d'arrivée peuvent être rectilignes, circulaires (arc DME) ou composées de plusieurs segments.

#### III.3.3.2.1 Aire de protection d'une route d'arrivée- segments rectilignes

Lorsque la longueur de la route d'arrivée est inférieure à 25 NM, la largeur de l'aire diminue depuis le début de la route d'arrivée, avec une convergence de 30° de part et

d'autre de l'axe, jusqu'à la largeur totale de 10 NM (5 NM de part et d'autre de l'axe). (Voir. Fig 8).

### III.3.3.2.2 Aire de protection d'une route d'arrivée- Arc DME

Un arc DME peut fournir un guidage sur trajectoire pour la totalité ou une partie d'une route d'arrivée, Le rayon d'arc minimal est de 10 NM. la distance de 25 NM étant mesurée le long de l'arc DME ; toutefois, la largeur de la protection "en-route" de l'arc DME et la construction de l'interface entre la largeur du début de la route d'arrivée et la largeur à l'IAF sont définies. (Voir Fig. 9).

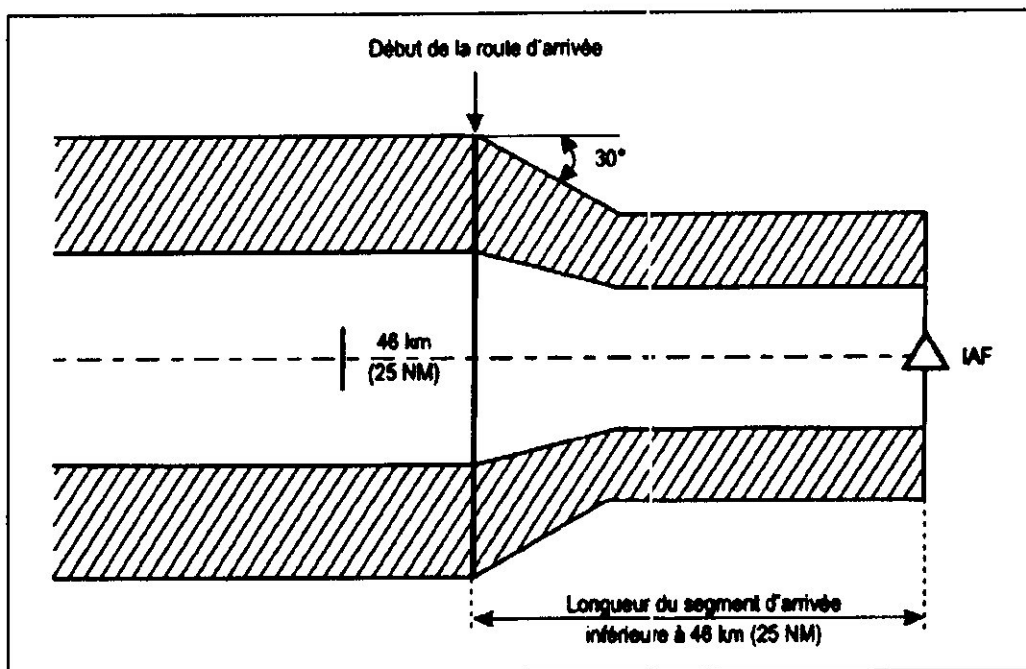


Figure 8 : Cas d'une route d'arrivée - segments rectilignes (Doc 8168)

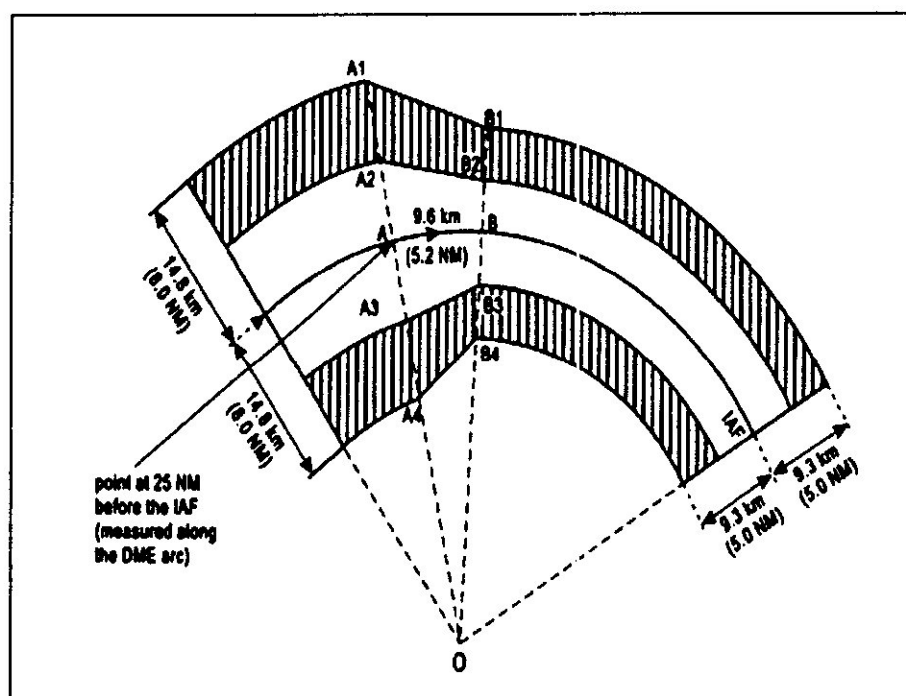


Figure 9: Cas d'une route d'arrivée -arc DME (Doc 8168)

### III.3.3.3 La marge de franchissement d'obstacle (MFO)

La marge de franchissement d'obstacle dans l'aire primaire est de 300 m alors que dans l'aire secondaire est de 300 m à la limite intérieure et diminuera linéairement pour devenir nulle à la limite extérieure.

## III.4 Les procédures d'attente

### III.4.1 Définition

L'attente est une manœuvre prédéterminée, exécutée par un aéronef pour attendre.

### III.4.2 Circuit nominal

Une procédure d'attente utilise un circuit en hippodrome, basé sur un repère appelé point d'attente. (Voir Fig.10)

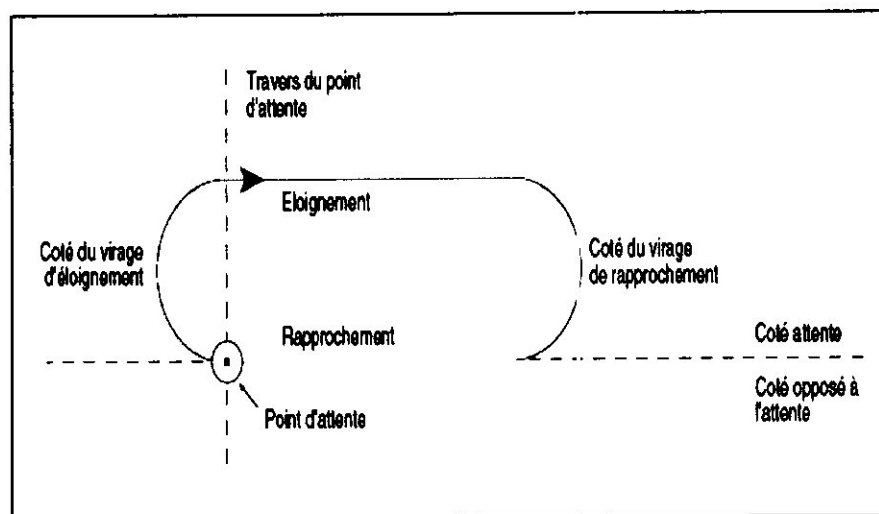


Figure 10 : circuit nominal d'une attente (Doc.8168)

### III.4.3 Manœuvres d'attente

La manœuvre d'attente se décompose comme suit (cas d'une attente à droite) :

1. Après être arrivé à la verticale du point de repère sur une trajectoire voisine de la trajectoire de rapprochement, effectuer un virage par la droite,
2. Effectuer une trajectoire d'éloignement, parallèle au rapprochement, limitée par une durée spécifiée ou un point de repère secondaire, puis
3. Exécuter un virage par la droite pour intercepter, et
4. Suivre la trajectoire de rapprochement jusqu'au point de repère.

### III.4.4 Types d'attente

Les différents types d'attente sont caractérisés par la nature du repère d'attente :

- Attentes VOR ou NDB effectuées à la verticale d'une installation,
- Attente sur intersection de rayons VOR dont le repère est une intersection de rayons VOR,
- Attente VOR-DME dont le repère est l'intersection d'un rayon VOR avec un arc DME,
- Attente LLZ-DME, dont le repère est l'intersection d'un localizer d'ILS avec un arc DME.

### III.4.5 Les entrées d'attente

Les entrées en attente omnidirectionnelles ne sont possibles que lorsque le point d'attente est un VOR ou un NDB. (Voir. Fig 11).

Les entrées dans les attentes intersection VOR ou VOR-DME s'inspirent des procédures générales omnidirectionnelles mais sont basées sur des radials VOR et arcs DME.

Les entrées au repère d'attente le long de l'arc DME : (Voir. fig 12)

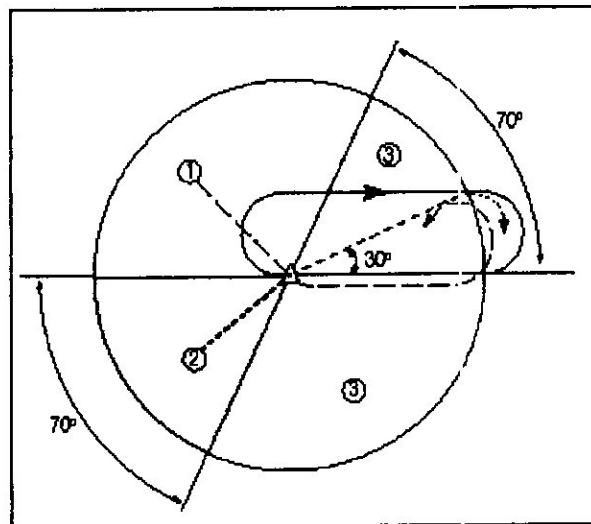


Figure 11 : les secteurs d'entrées (Doc 8168)

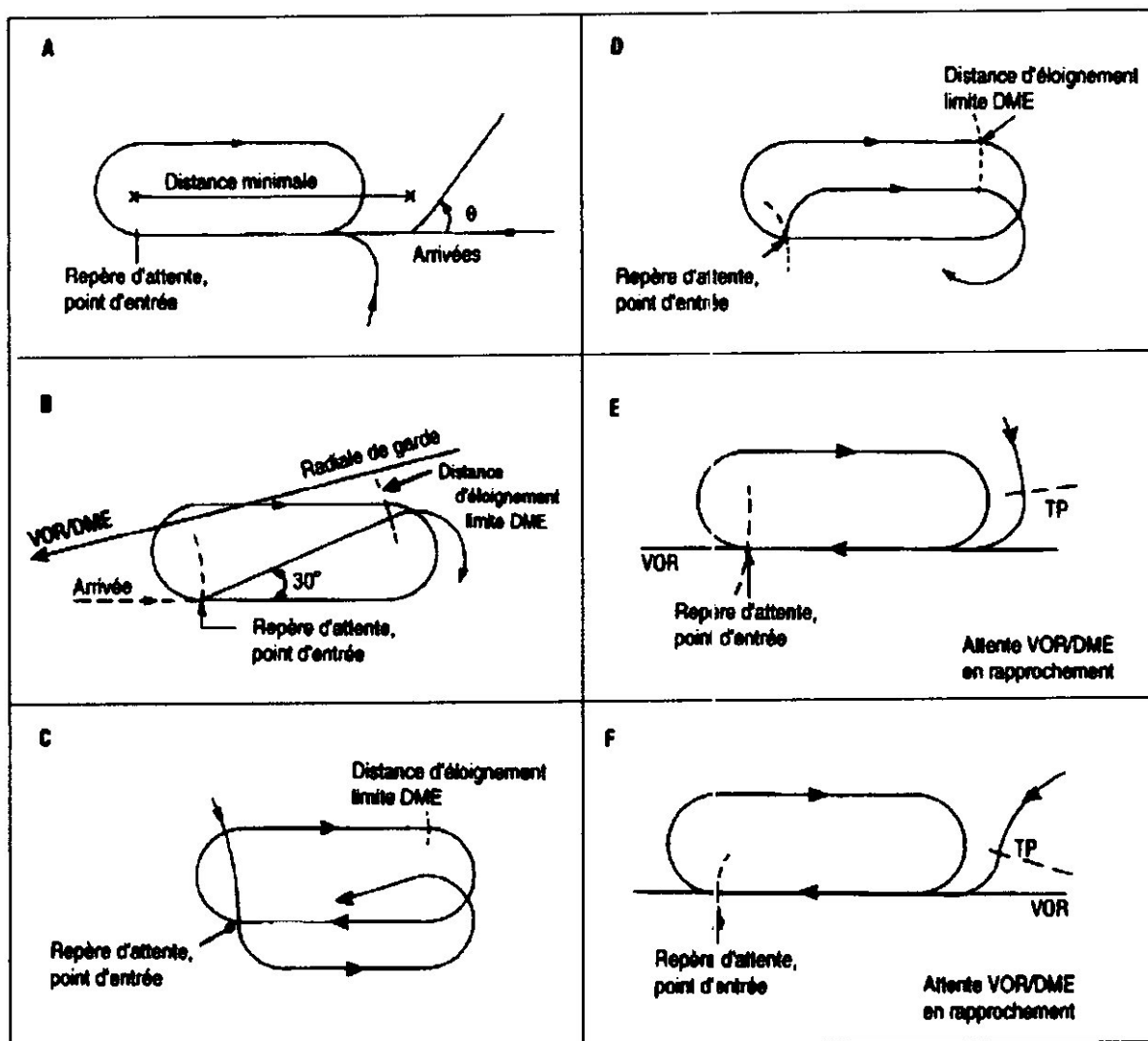


Figure 12 : les entrées au repère d'attente le long d'un arc DME

### III.4.6 Aire de protection d'attente

#### III.4.6.1 Définition

L'aire de protection de l'attente comprend l'aire de base, les aires de protection des entrées et les zones tampon.

#### III.4.6.2 Paramètres de l'aire de protection

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



2. *Température* : La température considérée est supérieure de 15° à la température standard au niveau considéré, sauf si l'existence de statistiques de températures permet d'adopter un écart différent.
3. *Vitesse* : L'aire de protection doit être tracée pour la vitesse propre maximale correspondant à la vitesse indiquée figurant dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 4 : vitesses indiquées correspondantes pour des différentes altitudes.**

Altitude de pression en centaines de pieds	Vitesse indiquée normale (kt)	Vitesse indiquée en turbulence (kt)
0 à 140	230 (170*)	280 (170*)
150 à 200	240	La plus faible des deux vitesses 280 kt ou MACH 0.8
210 à 340	265	
Supérieur à 340	MACH 0.83	MACH 0.83

\* vitesse indiquée pour Cat. A et B.

**Inclinaison latérale en virage** : Les virages sont exécutés avec une inclinaison latérale minimale de 25°, ou à une vitesse angulaire de 3°/s si l'inclinaison qui en résulte est inférieure à 25°.

**Minutage ou distance d'éloignement** :

T = 1 min si l'altitude de protection est  $\leq 1\ 4000'$

T = 1,5 min si l'altitude de protection est  $> 1\ 4000'$ .

#### III.4.6.3 Construction de l'aire de base et les aires d'entrées

L'aire de base et l'aire de protection des entrées sont construites selon une méthode additive comprenant deux étapes (voir doc 8168) :

La première étape consiste à construire un gabarit d'aire d'attente. (Voir fig.13)

La seconde étape consiste à dessiner l'aire de protection du circuit d'attente. (voir fig.15)

### III.4.6.3.1 PREMIERE ETAPE

#### CONSTRUCTION DU GABARIT POUR UNE ATTENTE VOR/DME

Pour construire un gabarit d'attente VOR DME, il faut passer par les étapes suivantes :

- Tracé du circuit nominal d'attente ;
- Influence des tolérances de navigation ;
- Virage d'éloignement ;
- Branche d'éloignement ;
- Virage de rapprochement ;
- Influence du vent.
- Tracé final du gabarit. (Voir. fig13).

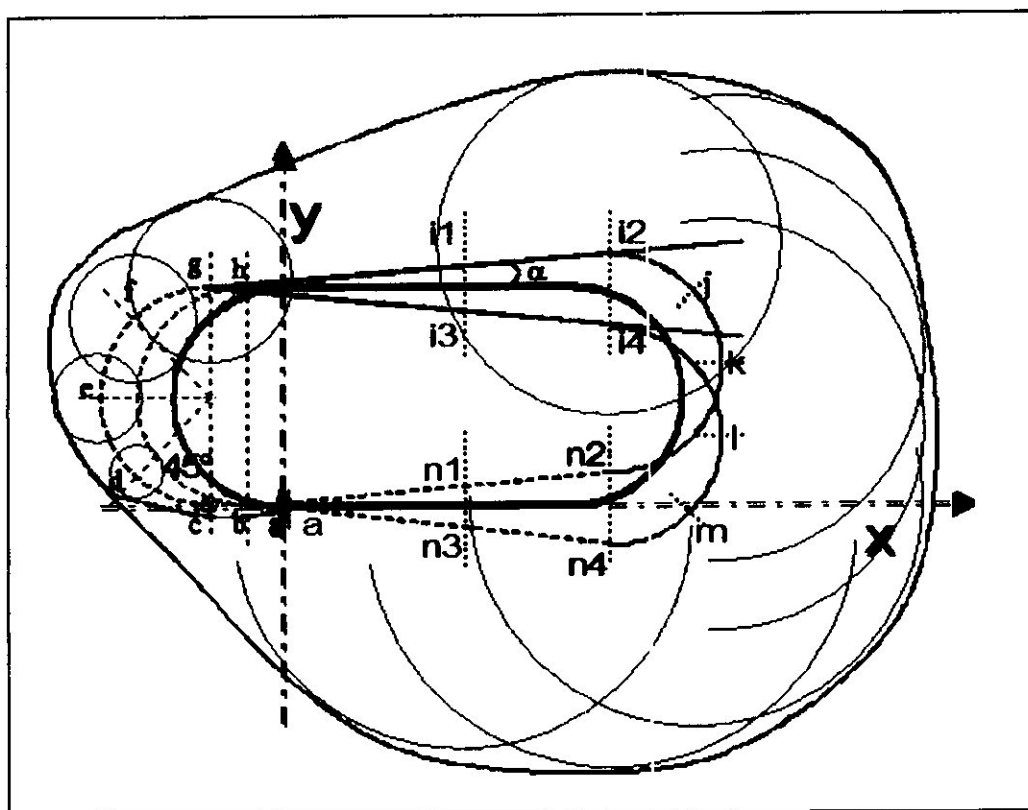


Figure 13 : la construction du gabarit

**III.4.6.3.2 DEUXIEME ETAPE*****AIRE DE BASE ET LES AIRES D'ENTRES D'UNE ATTENTE VOR-DME***

Les paramètres distances sont choisis et calculés dans l'ordre suivant (Voir Fig. 14) :

**1. Choix de la distance nominale du repère d'attente D :**

D est la distance oblique en NM entre la station VOR-DME et le point d'attente à l'altitude d'attente spécifiée

**2. Choix de la distance d'éloignement ds :**

ds est la longueur de la trajectoire d'éloignement. Elle doit vérifier :  $ds \geq \frac{Vp \times T}{60}$

**3. Calcul de la distance horizontale d'attente Ds :**

Ds est la distance entre la station VOR-DME et la projection du point d'attente sur le plan horizontal passant par la station.

$$Ds = \sqrt{D^2 - 0,027 h^2}$$

Où : h est la hauteur de protection de l'attente.

Les distances Ds et D sont exprimés en NM.

**4. Calcul de la distance limite d'éloignement DL :**

DL est la distance oblique entre la station et la fin de la branche d'éloignement, pour l'altitude de référence.

$$DL = (Ds + ds)^2 + 4 r^2 + 0,027 h^2$$

h en milliers de pieds ; DL, DS, ds et r en NM où r est le rayon de virage.

**5. Calcul de la distance horizontale limite d'éloignement DLs :**

DLs est la distance entre la station et la projection de la fin de la branche d'éloignement sur le plan horizontal passant par la station.

$$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 h^2}$$

h en milliers de pieds DLs et DL en NM.

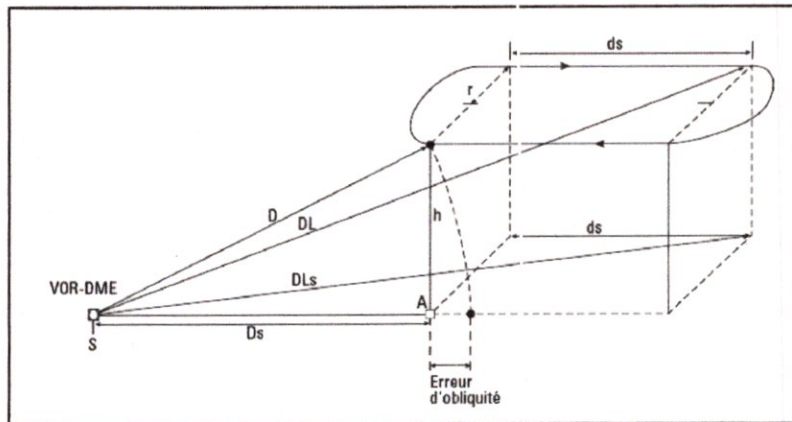


Figure 14 : Les paramètres d'attente VOR/DME (Doc 8168)

Enfin, à l'aide du gabarit conçu en première étape nous schématisons l'attente point fixe VOR-DME afin d'obtenir le schéma final suivant (voir.fig15)

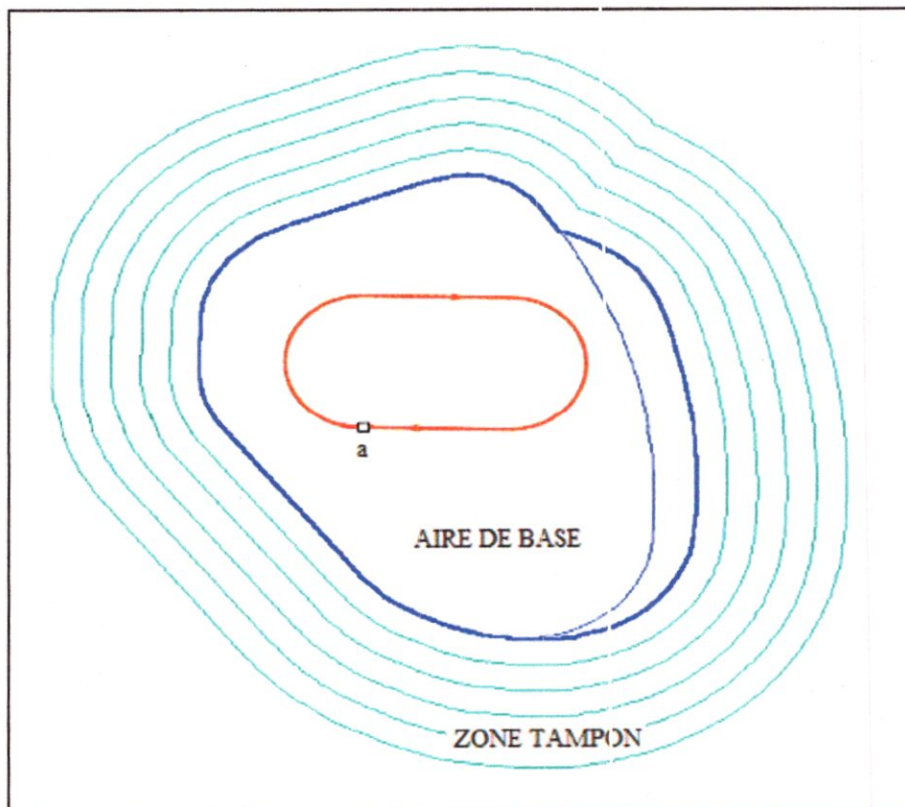


Figure 15 : Attente VOR-DME en rapprochement

## III.5 La séparation stratégique

Il s'agit de séparer des trajectoires aux instruments entre elles et vis à vis les obstacles.

### III.5.1 Règles de séparation :

Les trajectoires nominales ne peuvent se rapprocher à la même altitude à moins de 5 NM, l'une de l'autre.

#### III.5.1.1 Principaux cas

**III.5.1.1.1 Attente/Attente :** Les aires de base et les aires de protection des entrées de deux attentes calculées à la plus basse des deux altitudes de protection majorée de 1500 pieds doivent être séparées. (Voir Fig.16)

**III.5.1.1.2 Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale :** L'aire de base de l'attente et les aires de protection des entrées, calculées à l'altitude de protection majorée de 1500 pieds ne doivent pas interférer avec l'aire de guidage de l'installation définissant la route d'arrivée ou le segment d'approche initiale. (Voir Fig.17)

**III.5.1.1.3 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.

**III.5.1.1.4 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 doivent pas interférer avec l'aire associée au départ considérée pour la protection vis à vis d'autres espaces.

**III.5.1.1.5 Segment de procédure d'approche/segment de départ :** Les aires associées aux deux segments doivent être disjointes.

**III.5.1.1.6 Départ/départ :** Les aires de protection doivent être disjointes.

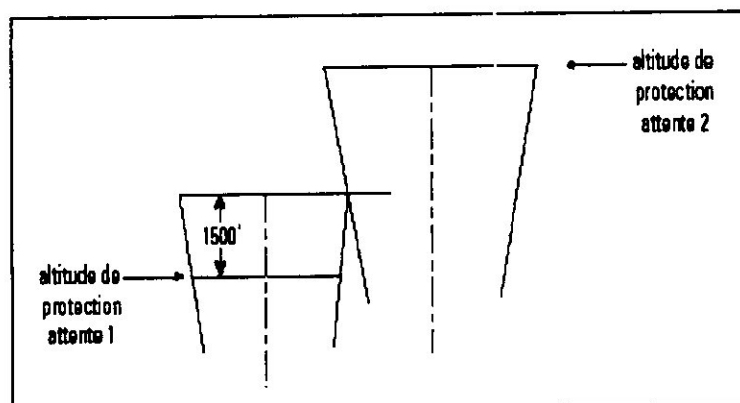


Figure 16 : séparation attente/attente

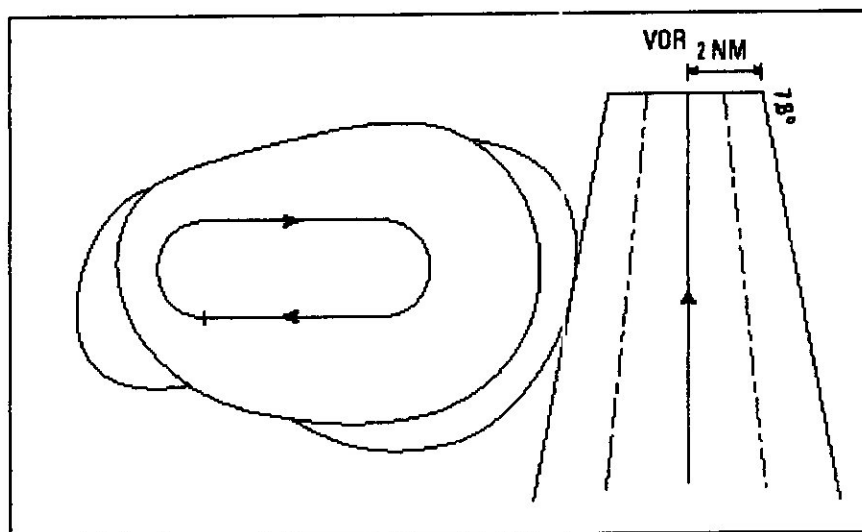


Figure 17 : protection Attente/Route d'arrivée ou segment d'approche initiale

*CHAPITRE IV*

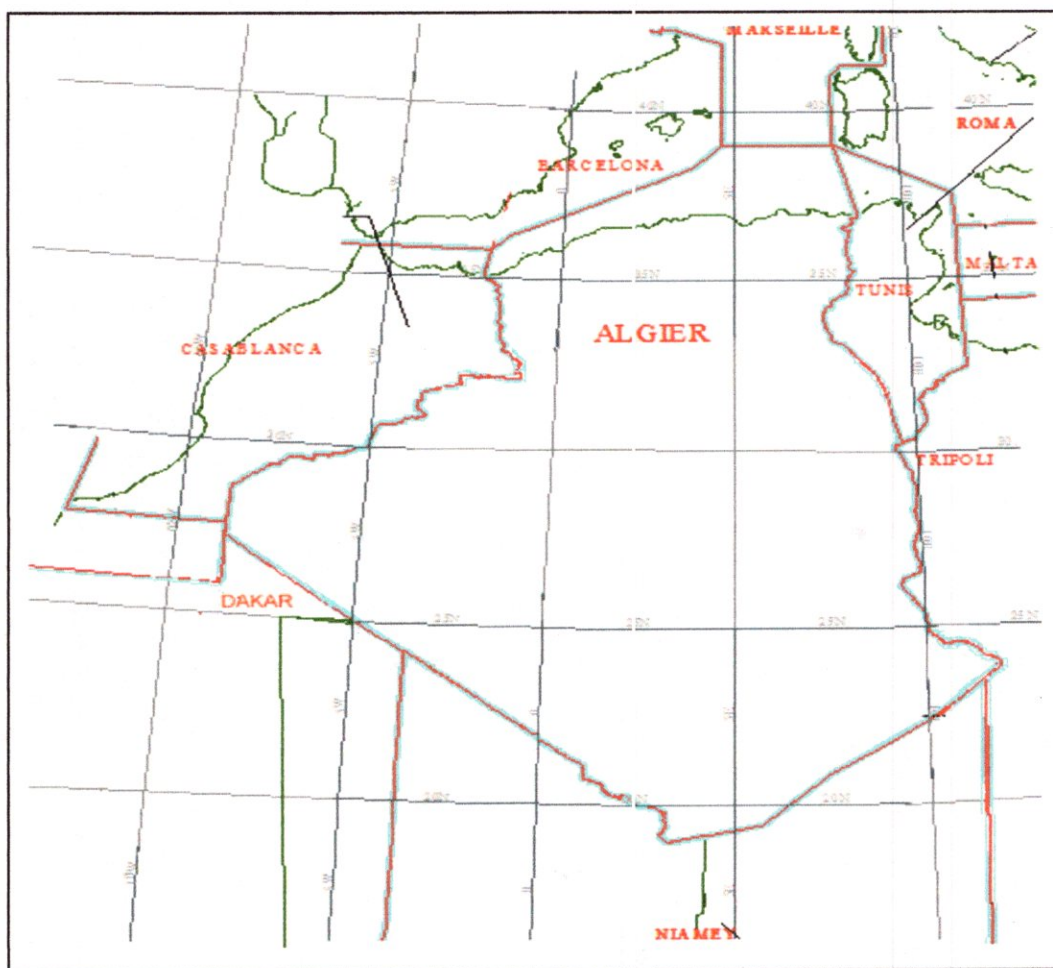
*Situation Actuelle de  
l'Espace Aérien Algérien*

## IV.1 Généralités

Selon sa situation géographique, l'ALGÉRIE se trouve au carrefour du trafic EST/OUEST et NORD/SUD. Cet emplacement stratégique la rend un partenaire incontournable dans les grandes rencontres qu'organise l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) dont elle est membre.

### IV.1.1 Limite de l'espace aérien Algérien

L'espace aérien Algérien s'étend à la partie Sud de la Méditerranée contiguë au FIR(s) Marseille, Barcelone et Séville au Nord et adjacent à l'Ouest à la FIR Casablanca, à l'Est à la FIR Tunisie et Tripoli, au Sud à la FIR Dakar et Niamey. (Voir carte1)

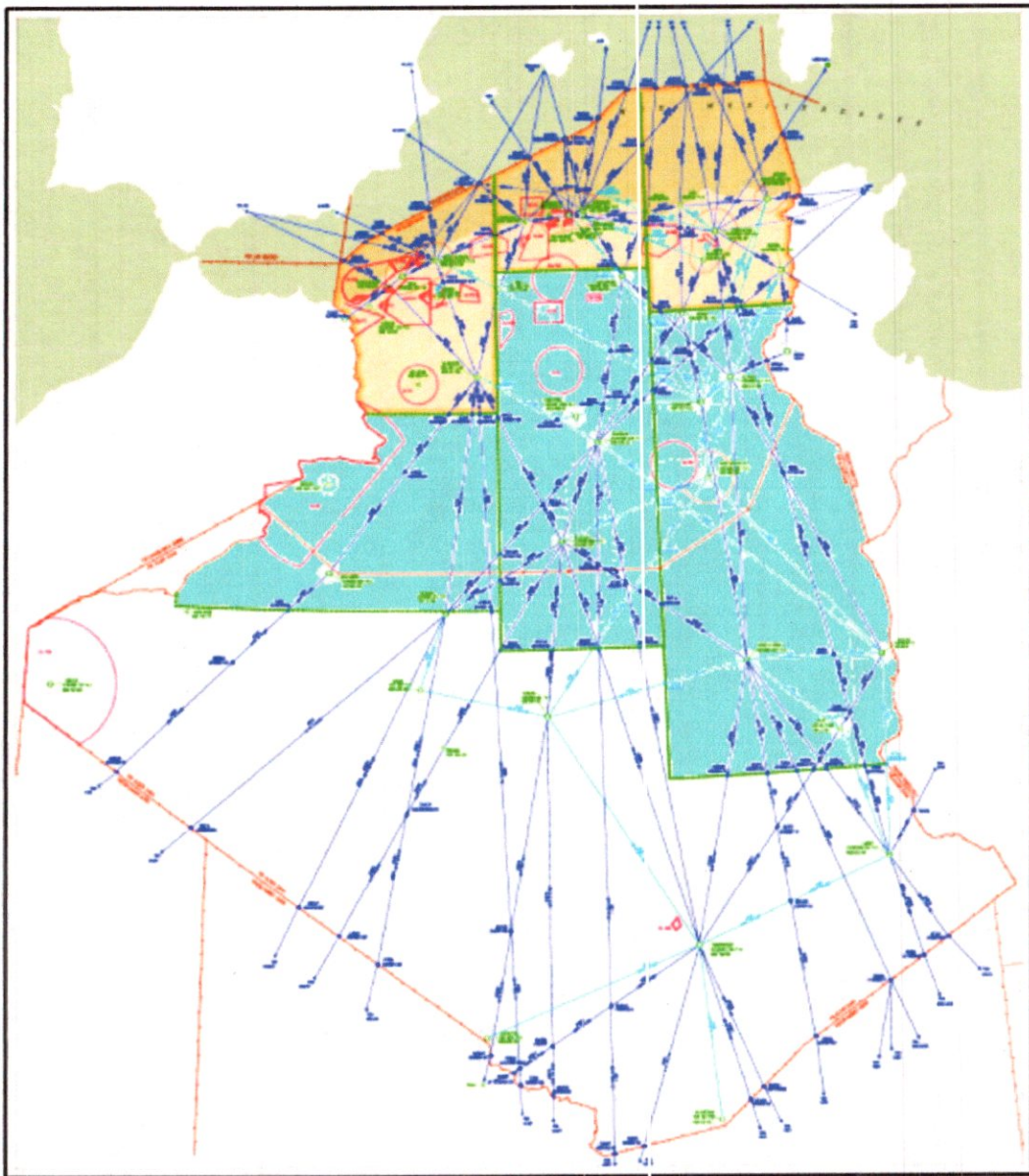


Carte 1 : Limite de l'espace aérien Algérien






### IV.1.2 Division de l'espace aérien Algérien

L'espace aérien Algérien est composé d'une seule région d'information de vol (FIR), à l'intérieur de cette FIR. Quatre classes d'espace sont utilisées actuellement, A, D, F et G (voir tableau 5). Cette FIR a été divisée en sept (7) secteurs. (Voir carte 2).



Carte 2 : sectorisation actuelle (carte de croisière)

-  Service du contrôle
-  Service consultatif
-  Service d'information

Ces Secteurs sont classés comme indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau 5 : classification de l'espace algérien**

Secteurs	Classe	Limite Inférieur	Limite Supérieur
Espace supérieur SECTEUR CENTRE Espace inférieur	A	FL 245	FL 450
	D	450m GND/MSL	FL 245
SECTEUR NORD/ EST	D	450m GND/MSL	FL 450
SECTEUR ORAN	D	450m GND/MSL	FL 450
SECTEUR SUD/CENTRE	F	GND/MSL	UNL
SECTEUR SUD/EST	F	GND/MSL	UNL
SECTEUR SUD/OUEST	F	GND/MSL	UNL
SECTEUR SUD/SUD	G	GND/MSL	UNL

### IV.1.3 Les zones déléguées à l'approche

Pour mieux gérer les manœuvres des aéronefs autour des aéroports ayant la plus grande densité de trafic, l'Algérie a développé dans ce cadre cinq zones d'approche gérées par cinq centres de contrôle d'approche qui sont :

1. Approche Alger / Rouari Boumediene ;
2. Approche Annaba / El Mellah ;
3. Approche Constantine / Mohamed Boudiaf ;
4. Approche Hassi Messaoud /Oued Irara Krim ;
5. Approche Oran / Essania.

Tableau 6 : Les zones d'approche de l'espace algérien

Désignation	Classe	Limite inférieure	Limite supérieure
APP Alger / Rouari Boumedienne	D	450m GND/MSL	FL 105
APP Annaba / El Mellah	D	450m GND/MSL	FL 85
APP Constantine / Mohamed Boudiaf	D	450m GND/MSL	FL 105
APP Rass Messaoud/Oued Irara Krim	F	900m GND/MSL	FL 105
APP Oran / Essania.	F	450m GND/MSL	FL 40

#### IV.1.4 Les aides de radionavigation et de surveillance

En général, la navigation en Algérie s'appuie sur le Système VOR/DME, qui comprend environ trente-cinq stations, la plupart de ces stations sont installées dans les aéroports aux prolongements des pistes principales à l'exception de quelques unes qui sont implantées dans des sites plus éloignés.

L'ENNA (Etablissement Nationale de la Navigation Aérienne) a opté pour la mise en œuvre d'un Radar primaire (PSR) co-implanté avec un radar secondaire à Alger, et de quatre radars secondaires (SSR) répartis dans les régions principales du pays, Annaba, Oran, El Oued, et El Bayadh. (Voir tableau 7)

Tableau 7 : moyens de surveillance

Type	Station Radar	Site	Date d'installation
PSR/SSR	Oued Smar	Alger	Février 2001
SSR	Seraidi	Annaba	Décembre 2001
SSR	Murdjadjo	Oran	Janvier 2001
SSR	Guemmar	El Oued	Avril 2002
SSR	Bouderga	El Bayadh	Mai 2003

Additionnellement à ce qui a été cité ci-dessus, d'autres moyens de radionavigation jonchent les différentes routes ATS (exemple : VOR, etc....).

## **IV.2 Secteur NORD - EST**

### **IV.2.1 Limites du secteur**

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

1. Limites latérales : ligne joignant les points 3900N 00800E - 3656N 00839E puis, point d'intersection de la frontière Algéro /Tunisienne avec la côte méditerranéenne puis, la frontière Algéro/Tunisienne jusqu'à son intersection avec le parallèle 3448N ensuite 3448N 00500E - 3900N 00500E - 3900N 00800E.
2. Limites verticales : 450m GND/MSL, jusqu'à la limite verticale supérieure, FL450. Classée dans l'espace aérien D.

### **IV.2.2 Aérodrômes à l'intérieur du secteur NORD – EST**

A l'intérieur de ce secteur il y a 8 aérodrômes: JIJEL, ANNABA, TEBESSA, CONSTANTINE, BATNA, SETIF, BEJAIA et BISKRA.

### **IV.2.3 L'aérodrome de ANNABA**

#### **IV.2.3.1 L'environnement actuel**

L'aérodrome international de ANNABA Rabah BITAT se trouve dans l'espace aérien appartenant à la classification D ; région de contrôle terminale, traversée par une route aérienne Est/Ouest de nomination A411 où les aéronefs bénéficient du service de contrôle. Cet aérodrome se situe à une distance de 4.46 NM Sud/Est de la ville.

L'altitude du terrain est de 5 mètres.

La Déclinaison magnétique : 0° W.

L'altitude de transition est de : 1500 mètres.

**En matière d'infrastructure** : l'aérodrome dispose de deux pistes :

→ *Une Piste principale 01/19 :*

Orientation vrai 006°/186°

Dimension : 3000 x 45 mètres.

Résistance 40 T/SIWL.

Nature de revêtement : Asphalte.

→ *Une Piste secondaire 05/23 :*

Orientation vraie 052°/232°

Dimension : 2290 x 45 mètres.

Résistance 32 T/SIWL.

Nature de revêtement : Asphalte.

***Les Aides de radionavigation et atterrissage :***

- VOR ANB 113.5 MHZ : se trouve sur le 232° à une distance de 710m du THR 05
- DME AN CH 34 X (co-implanté avec le VOR) : 300 m du THR 01
- LOC BO 392 KHZ : se trouve sur le 232° à une distance de 410m du THR 05
- LLZ 19 ILS CAT II AN : 300 m du THR 01
- GP 333.2KHZ : 300 m du THR 19 et à 105 m à droite d'axe RWY

***Procédures d'approches aux instruments :***

Actuellement l'aérodrome de ANNABA dispose de quatre procédures d'approche aux instruments :

- Une procédure d'approche VOR RWY 19
- Une procédure d'approche VOR/L RWY 23
- Une procédure d'approche VOR/DME – ILS/DME RWY 19
- Une procédure d'approche LOC RWY 19

***La zone d'approche de ANNABA/ Rabah BITAT***

Elle est conçue comme suit :

▪ ***Les limites latérales :***

1. Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le VOR ANB.
2. Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le point situé à 15NM sur le radial 042° du VOR ANB.
3. Les tangentes extérieures communes à ces 2 cercles.

➤ ***Les limites verticales :*** 450 m GND jusqu'au FL 85.

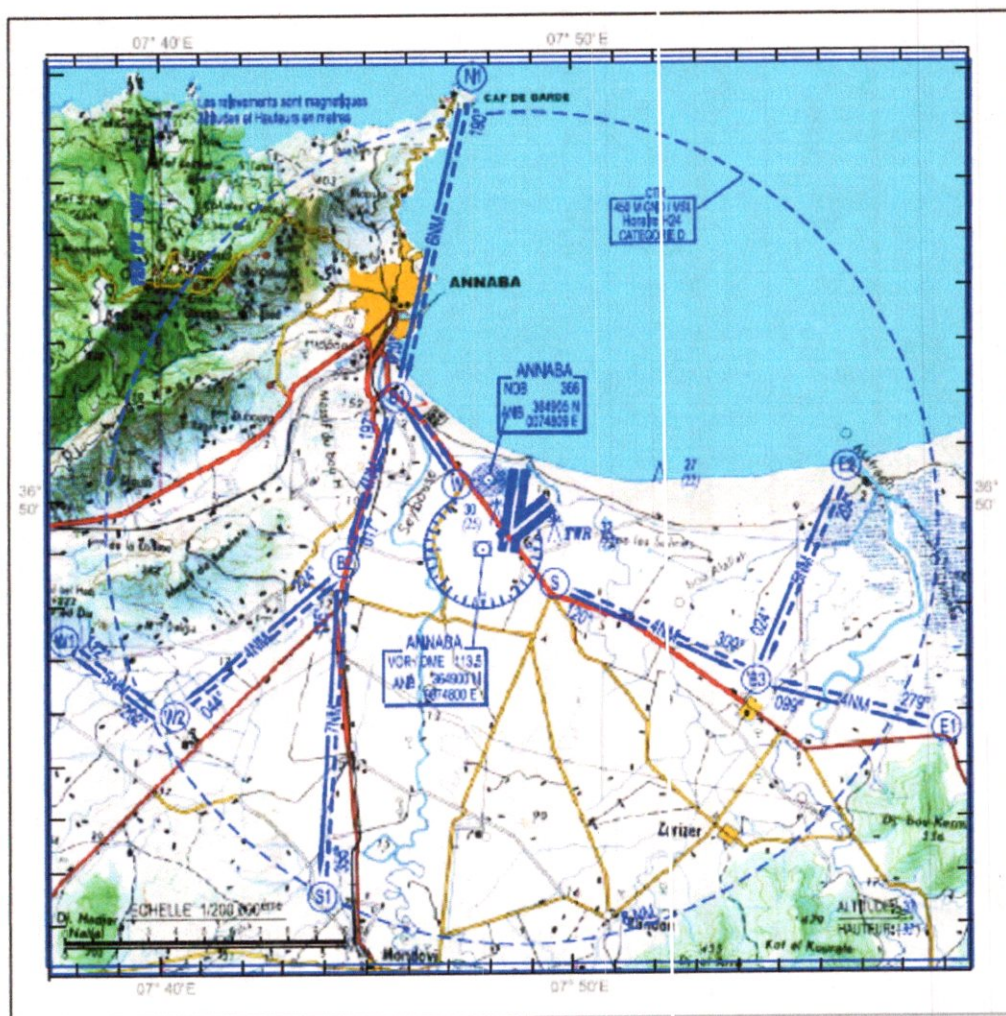
**La zone de contrôle de ANNABA/ Rabah BITAT (CTR)**

- **Les limites latérales :** Cercle de 8 NM de rayon centré sur le point de référence de l'aérodrome, qui est le point d'intersection des 2 pistes.
- **Les limites verticales :** 450 m GND

**Cheminements VFR d'entrée, de sortie et de transit de la CTR**

L'aéronef doit signaler sa position par rapport à l'un des points N1, W1, W2, S1 E1 E2 (voir carte 3). Se reporter en l'un des points B1, B2 et B3 où l'autorisation de rejoindre le circuit sera demandée. Ces points sont considérés comme points sorties-entrées de la CTR pour les VFR et doivent être survolés à une altitude de 300 m.

- **Transit :** Les aéronefs en transit doivent respecter les cheminements VFR ou avant de pénétrer dans la CTR d'ANNABA doivent être au préalable autorisés par le contrôle d'aérodrome à transiter.



**Carte 3 : Cheminements VFR d'entrée, de sortie et de transit de la CTR**

CHEMINEMENTS VFR.

SORTIES ————>  
ENTREES - - - - ->

*CHAPITRE V*

*ANALYSE DU  
TRAFIC*

## V.1 Introduction

Une évaluation des courants de trafic actuels ou prévus constitue une étape importante dans les premières phases de la conception des procédures de départ et arrivée. Les caractéristiques du flux de trafic influenceront dans une large mesure sur la conception des procédures.

La création de nouveaux itinéraires éventuels devrait également être envisagée.

## V.2 Analyse des courants de trafic

L'analyse des courants de trafic permet de déterminer les flux et les changements prévus pendant la période considérée.

L'étude a été faite sur la base de traitement des strips (bandes de progressions, utilisées par les contrôleurs aériens) d'une durée d'un mois (du 1<sup>er</sup> au 31 décembre 2004), tout en tenant compte des points d'entrée sortie de la TMA (région terminale de contrôle) et de la zone d'approche de ANNABA.

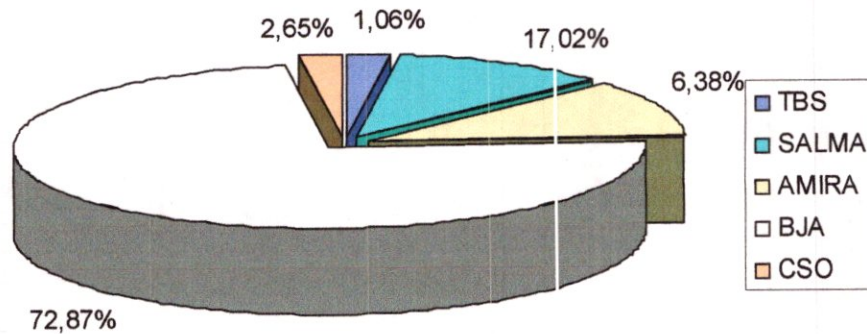
Les résultats obtenus, représentent la fréquence en nombre de mouvements de chaque route ou tronçon de route reliant l'aérodrome aux destinations prévues. (Voir tableaux 8.9 - fig.18).



**Tableau 8 : Flux mensuel de trafic (ARRIVEES)  
Du mois décembre 2004**

AXES	1 <sup>ère</sup> Semaine	2 <sup>ème</sup> Semaine	3 <sup>ème</sup> Semaine	4 <sup>ème</sup> Semaine	Total	(%)
TBS	1	1	0	0	2	1.06 %
SALMA	5	6	8	13	32	17.02 %
AMIRA	5	2	2	3	12	6.38 %
BJA	33	32	39	33	137	72.87 %
CSO	1	1	1	2	5	2.65 %
TOTAL	45	42	50	51	188	100 %

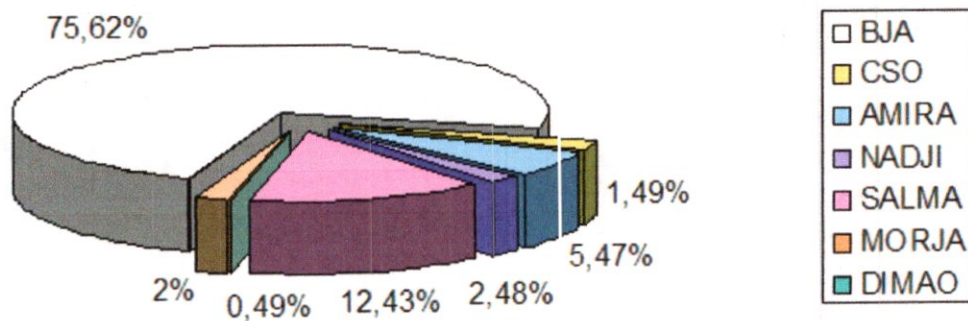
*Fréquence de flux mensuel de trafic (ARRIVEE) du  
mois de décembre 2004*



**Tableau 9 : Flux mensuel de trafic (DEPARTS)  
Du mois décembre 2004**

AXES	1 <sup>ère</sup> Semaine	2 <sup>ème</sup> Semaine	3 <sup>ème</sup> Semaine	4 <sup>ème</sup> Semaine	Total	(%)
BJA	37	32	34	49	152	75.62 %
CSO	1	1	0	1	3	1.49 %
AMIRA	3	2	2	4	11	5.47 %
NADJI	1	1	2	1	5	2.48 %
SALMA	7	6	7	5	25	12.43 %
MORJA	0	1	0	3	4	2 %
DIMAO	0	0	0	1	1	0.49 %
TOTAL	49	43	45	64	201	100 %

*Fréquence de flux mensuel de trafic (DEPART) du mois de décembre 2004*



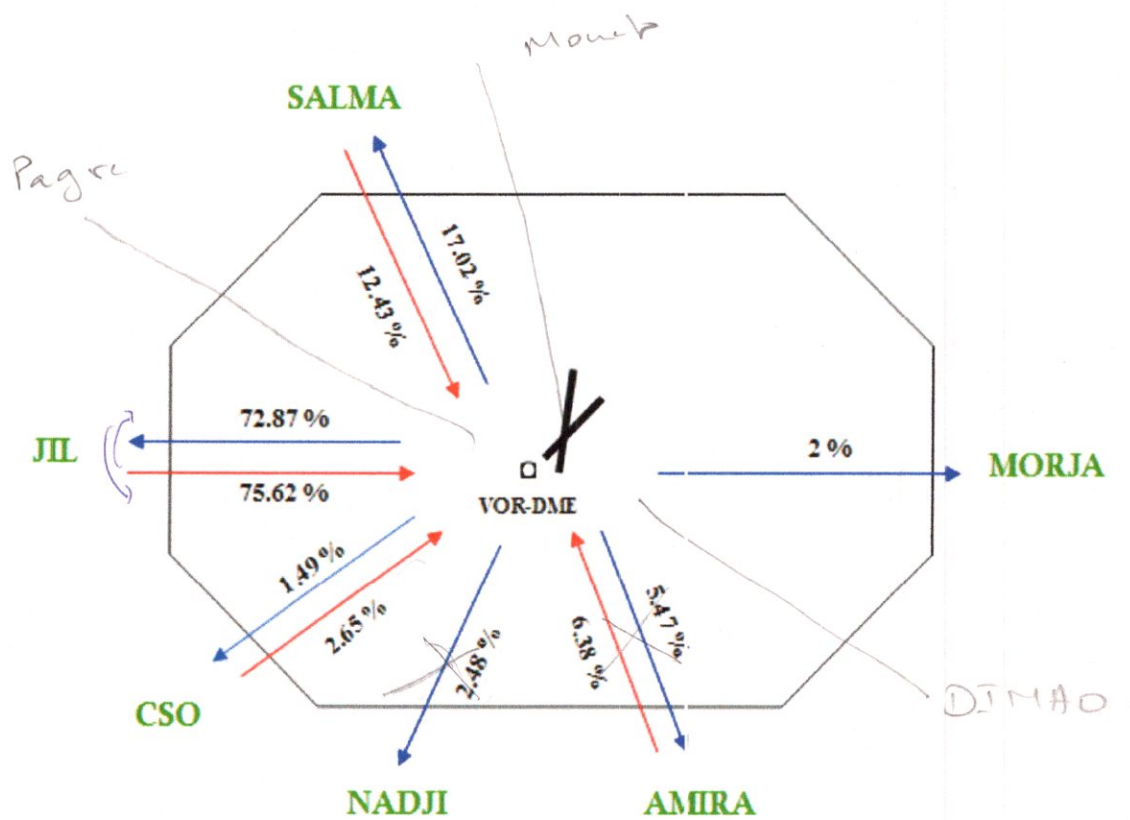


Figure 18 : Présentation des flux de trafic

### V.3 Interprétation des résultats

#### *Aéronef à l'arrivée :*

- Arrivée de l'Ouest : verticale Jil puis ANB.
- Arrivée du Nord : SALMA - ANB  
MOUET - ANB
- Arrivée de l'Est : MORJA - ANB
- Arrivée du Sud : AMIRA - ANB
- Arrivée du Sud/Est : TBS - ANB
- Arrivée du Sud /Ouest : verticale CSO

#### *Aéronef au départ :*

- Départ vers l'Ouest : ANB verticale JIL, puis BJA.
- Départ vers le Nord : ANB - MOUET  
ANB - SALMA
- Départ vers l'Est : ANB - DIMAO  
ANB - MORJA
- Départ vers le Sud : ANB - AMIRA  
ANB - NADJI
- Départ vers le Sud /Ouest : ANB - CSO

D'après les statistiques qui ont été faites ; nous avons constatés qu'il y a deux points où le trafic est dense : le côté Ouest de ANNABA avec 72.37 % d'aéronefs arrivant de BJA, suivi du côté Nord avec 17.02 % d'aéronefs arrivant du point SALMA, Alors que le côté Est et Sud ont le plus faible trafic qui présentent 10.11 % d'aéronefs arrivant de MORJA, CSO, NADJI, AMIRA,

*CHAPITRE VI*

*CONCEPTION*

## VI.1 Introduction

L'OACI donne des orientations concernant la conception des procédures de départ, d'arrivée et d'attente qui vont être établies pour le site en question (ANNABA).

Ces procédures, permettent le maintien d'un écoulement sûr, ordonné et rapide du trafic aérien.

## VI.2 Justification des choix retenus

En tenant compte de l'analyse du flux de trafic et afin d'augmenter la capacité de l'aérodrome de ANNABA (nombre de vol IFR), il s'est avéré nécessaire de mettre en place des cheminements sûrs et rapides pour la circulation aérienne, en faisant déterminer des itinéraires de départ et d'arrivée précis et protégés, qui seront publiés sur l'AIP Algérie.

Ces itinéraires (SID et STAR) seront étroitement conditionnés par un certain nombre de facteurs notamment :

1. La densité de trafic ;
2. L'environnement ;
3. L'existant :
  - Le réseau de route ATS existant ;
  - Le relief ;
  - Les conditions météo ;
  - L'infrastructure des pistes ;
  - Les moyens de radionavigation ;
  - Les procédures d'approche aux instruments existante.
4. Les caractéristiques avion.

Il a été donc retenu de mettre en place :

***Six départs et quatre arrivées, qui seront établis pour chaque seuil de pistes.***

## **VI.2.1 Procédure d'attente**

### **VI.2.1.1 Emplacement et type d'attente**

L'emplacement et le type d'attente seront en fonction de plusieurs paramètres :

#### **1. Type d'attente**

Une attente verticale aérodrome, présente des contraintes opérationnelles telle que le blocage des départs en présence des arrivées, ce qui conduit à des retards, à la non fluidité de flux de trafic et donc à la diminution de la qualité de service fourni.

Pour palier à ces problèmes, nous avons opté à une attente point fixe défini à une radial/distance du moyen VOR/DME et qui sera éloignée de l'aérodrome.

#### **2. Choix de l'emplacement**

##### **2.1 Flux de trafic :**

Vu le trafic important, environ 90% de flux total, qui arrive du côté Nord/Ouest de ANNABA, il sera intéressant de concevoir une attente dans ce côté Nord/Ouest d'une manière à acheminer toutes les arrivées vers le point d'attente choisi.

Pour choisir l'emplacement idéal de l'attente, nous avons étudié plusieurs variantes :  
.Premier variante : Attente côté Nord Ouest de ANNABA, ce choix a été dicté par le trafic important 72.87% du côté OUEST venant essentiellement d'Alger. Cette solution a été rejetée car elle a présenté une contrainte d'environnement (nuisance sonore : survol de la ville de ANNABA).

.Deuxième variante : Attente au sud ouest. Ce choix a été dicté par le trafic important 72.87% du côté OUEST venant essentiellement d'Alger. Mais non retenu à cause de la présence d'un relief très haut.

.Troisième variante : Attente au-dessus de la mer du côté Nord Est de l'aérodrome. Cette solution est retenue car elle prends en charge le trafic important venant du nord ouest et ne présente aucune contrainte vis-à-vis de l'environnement.

### 2.2 QFU favorable :

Le choix de la position de l'attente dépend aussi du QFU préférentiel utilisé au niveau de l'aérodrome.

### 2.3 Aspect facilité :

Le choix de l'orientation de l'attente doit prendre en compte les critères dictés dans la réglementation OACI pour une approche directe (voir fig. 19), ce qui nous a amené à choisir l'orientation de l'attente  $17^\circ/197^\circ$  basé sur le VOR/DME.

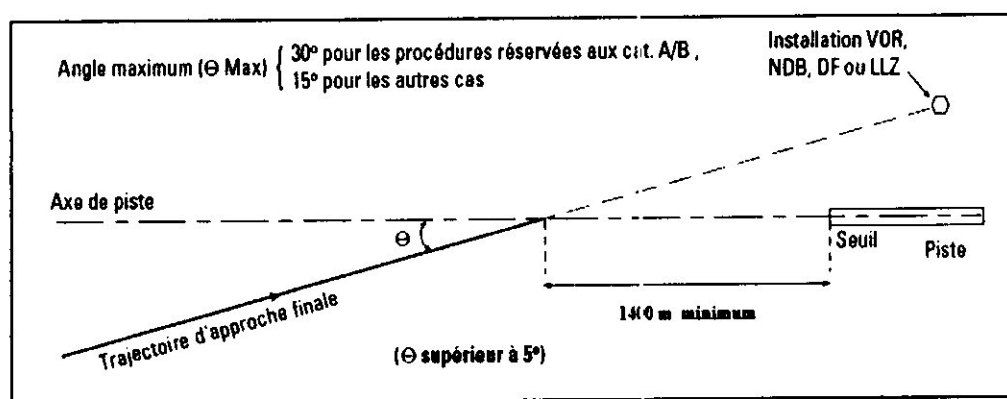


Figure 19 : critères d'une approche directe (Doc 8168)

### 2.4 Séparation stratégique

L'attente sera déterminée en tenant compte de la séparation entre les départs et la protection d'attente. (Voir chapitre II généralités).

#### VI.2.1.2 Altitude maximale d'attente (ZP max)

Le niveau maximal d'attente est égal au FL 80, qui représente le dernier niveau utilisable dans la zone de contrôle d'approche limitée au niveau FL85.

#### VI.2.1.3 Aires de protection

Les aires de protection seront conçues conformément aux critères d'établissement des aires d'attente mentionnés dans le document OACI 8168.



**Les paramètres d'attente**

VI = 230 KTs.

Temps = 1 minute.

Altitude = 8000 fts.

Température = ISA+15.

Facteur de conversion K = 1.1586.

Vitesse propre = la vitesse indiquée corrigée à l'altitude 8000 fts. (Voir annexe 1)

**VI.2.1.4 L'altitude minimale d'attente (voir fig. 20)**

L'altitude minimale d'attente dépend des obstacles qui se trouve dans l'aire de protection et dépend aussi des performances des aéronefs à l'approche. Dans notre cas, vu que notre attente est au dessus de la mer, l'aspect relief ne pose pas de problèmes et donc l'altitude minimale d'attente est déterminée de la manière suivante :

- Tenir compte des pentes et des longueurs optimales de chaque segment de procédure d'approche aux instruments ;

Segments	initiale	intermédiaire	finale
Pente optimale	4%	0%	5%
Longueur	12NM	10NM	5NM

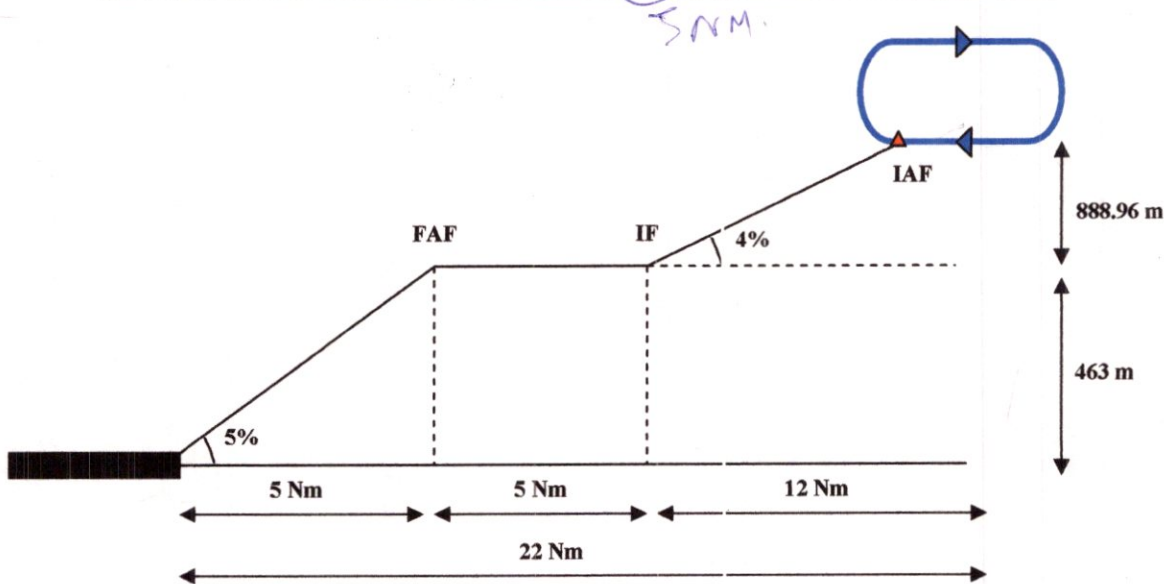


Figure 20 : calcul de l'altitude minimale d'attente

Altitude minimale d'attente sera égale à  $888.96 + 463 + 5 + 15 = 1491.96$  m.

5 m : Altitude aérodrome,

15 m : hauteur à la verticale du seuil.

Donc une altitude à publier de 1500 m

**En conclusion :**

La procédure d'attente est basée sur un point fixe situé à une distance de 22 NM du VOR/DME ANB et sur la radiale R17° ANB.

Les Paramètres d'attente :

- L'altitude minimale d'attente est de 1500 m
- Orientation magnétique de l'attente : 197°/ 17° virage à gauche.
- Protégée pour vitesse indiquée VI de 230 Kts et une altitude de pression maximale Zp de 2438 m (8000 ft).

## IV.2.2 Les Arrivées

### VI.2.2.1 Introduction

La nécessité de publier des STAR est liée à la densité et à la complexité de trafic dans la zone d'approche.

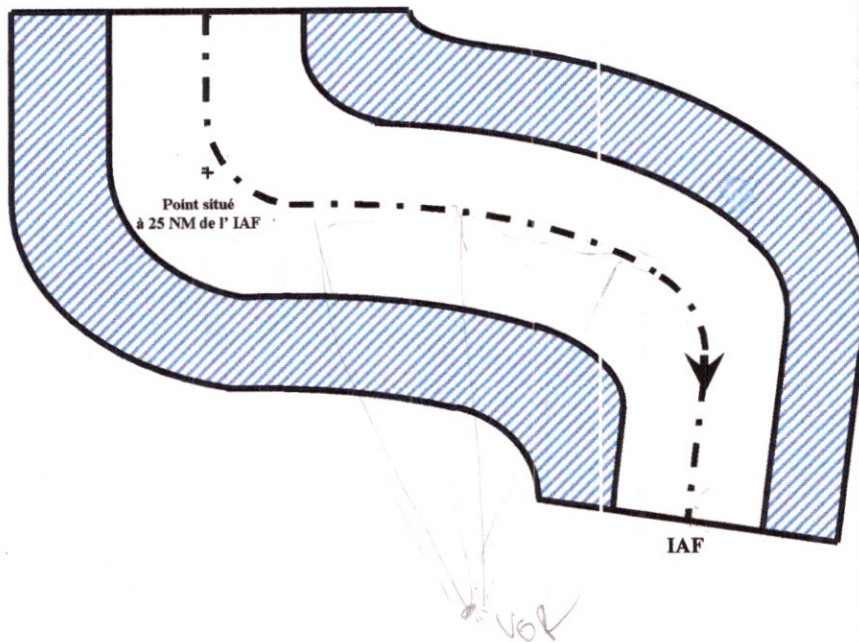
Lorsque la densité des opérations de vol est faible, la publication de STAR ne s'impose pas et un système souple peut être mis en place. A mesure que la densité des mouvements d'aéronefs augmente, des techniques peuvent être nécessaires pour accroître l'efficacité et maîtriser (ou réduire) la charge de travail, entraînant ainsi la mise en place de STAR.

### VI.2.2.2 Protections des arrivées par rapport aux obstacles

#### VI.2.2.2.1 Arrivées du nord (SALMA)

Les arrivées du nord (SALMA) vont effectuer un arc DME pour rejoindre leur point d'attente (IAF).

- L'aire de protection voir schéma 1.

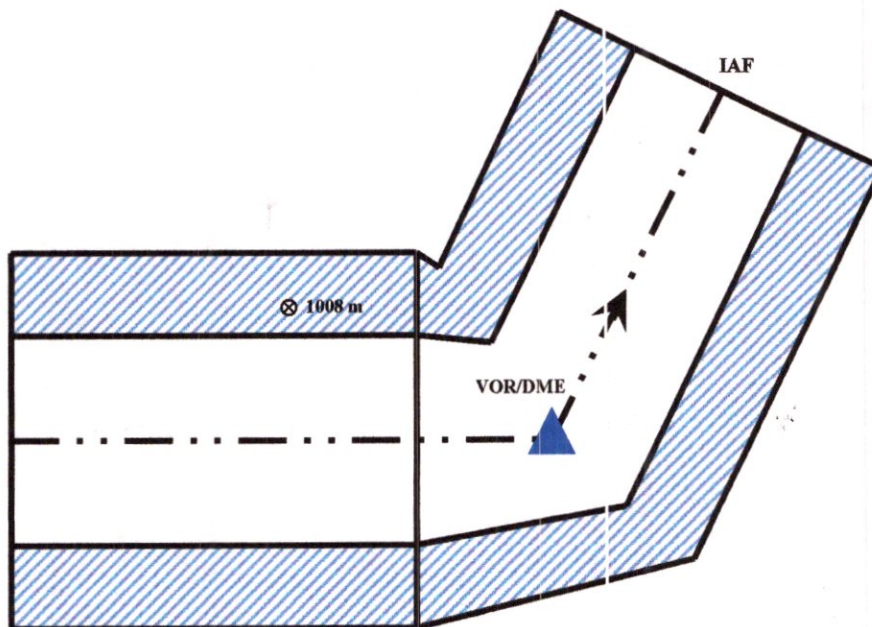


**Schéma 1: Arrivée du Nord (SALMA)**

- Traitement des obstacles : Pas d'obstacles dans cette aire.

**VI.2.2.2 Arrivées du nord ouest (JIL)**

- L'aire de protection voir schéma 2.



**Schéma 2: Arrivée du Ouest (JIL)**

- Traitement des obstacles : Obstacle le plus élevé = 1008 m.  
 $1008 + 450 \times (1 - (2000 \div 3704)) = 1219.5$  m arrondi à 1300 m.  
 Donc la trajectoire d'arrivée est protégée à **1300 m**.

### VI.2.2.2.3 Arrivées de Constantine

- L'aire de protection voir schéma 3.

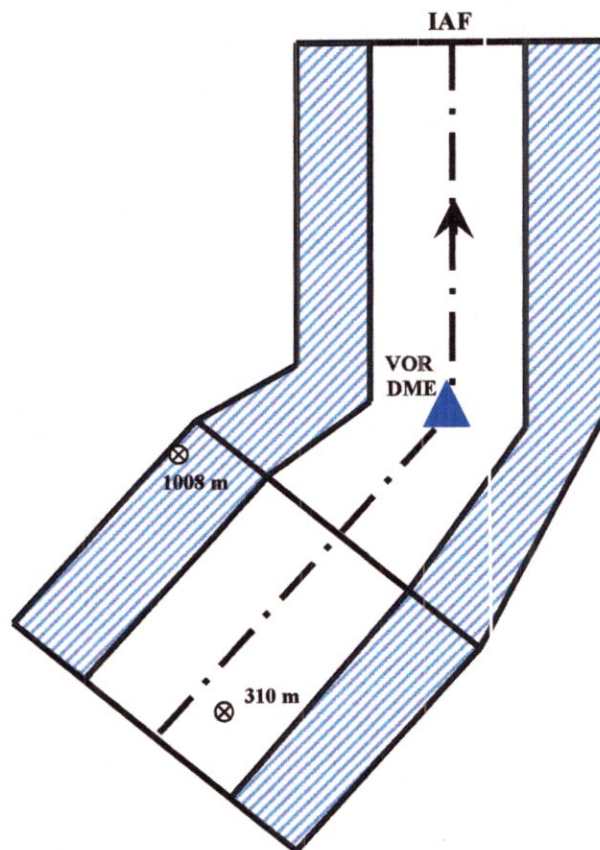


Schéma 3 : Arrivée de Constantine

- Traitement des obstacles :

Deux obstacles significatifs :

- Obs1 : relief de 310 m dans l'aire primaire, d'où une MFO = 1000ft.
- Obs2 : relief de 1008 m à l'extrémité de l'aire secondaire, d'où une MFO Nul.

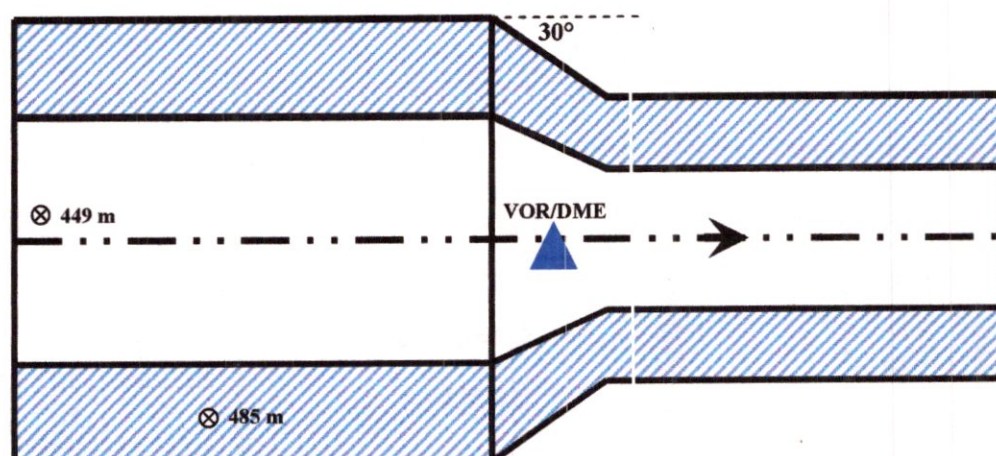
Obstacle 1 : 310 m  $\Rightarrow 310 + 300 = 610$  m.

Obstacle 2 : 1008 m  $\Rightarrow 1008 + 450 = 1458$  m. arrondi 1500 m.

Donc la trajectoire d'arrivée est protégée à **1500 m**

#### VI.2.2.2.4 Arrivées du sud ouest (AMIRA)

➤ L'aire de protection voir schéma 4.



**Schéma 4 : Arrivée du Sud Ouest (AMIRA)**

➤ Traitement des obstacles :

Deux obstacles significatifs :

- Obs1 : relief de 449 m dans l'aire primaire, d'où une MFO = 1000ft.
- Obs2 : relief de 485 m à l'extrémité de l'aire secondaire, d'où une MFO Nul.

Obstacle 1 :  $449 \text{ m} \Rightarrow 449 + 300 = 749 \text{ m}$ .

Obstacle 2 :  $485 \text{ m} \Rightarrow 485 + 300 = 785 \text{ m}$  arrondi 800 m.

Donc la trajectoire d'arrivée est protégée à **800 m**

Les STAR prendront fin au point (IAF).

## VI.2.3 Les Départs

### VI.2.3.1 Introduction

La nécessité de publier des SID est liée à la densité et à la complexité de l'espace aérien de région terminale en question.

Lorsque la densité des opérations de vol est faible, la publication de SID ne s'impose pas et un système souple peut être mis en place. A mesure que la densité des mouvements d'aéronefs augmente, des techniques peuvent être nécessaires pour accroître l'efficacité et maîtriser (ou réduire) la charge de travail, entraînant ainsi la mise en place de SID.

### VI.2.3.2 Protections des départs

#### VI.2.3.2.1 Départ vers le nord (SALM(A))

L'aéronef doit se présenter au minimum à 5000 fts verticale moyen VOR/DME (présence de relief), c'est la raison pour laquelle on a conçu des départs avec virage (Ces virages permettront à l'aéronef de gagner de l'altitude). (Voir annexe 2 fig. 1)

#### *Aire de protection de départ avec virage :*

- L'aire de protection voir schéma 5, 6, 7, 8
- Traitement des obstacles :

Les obstacles significatifs sur cette aire qui seront pris en considération.

RWY 05 :

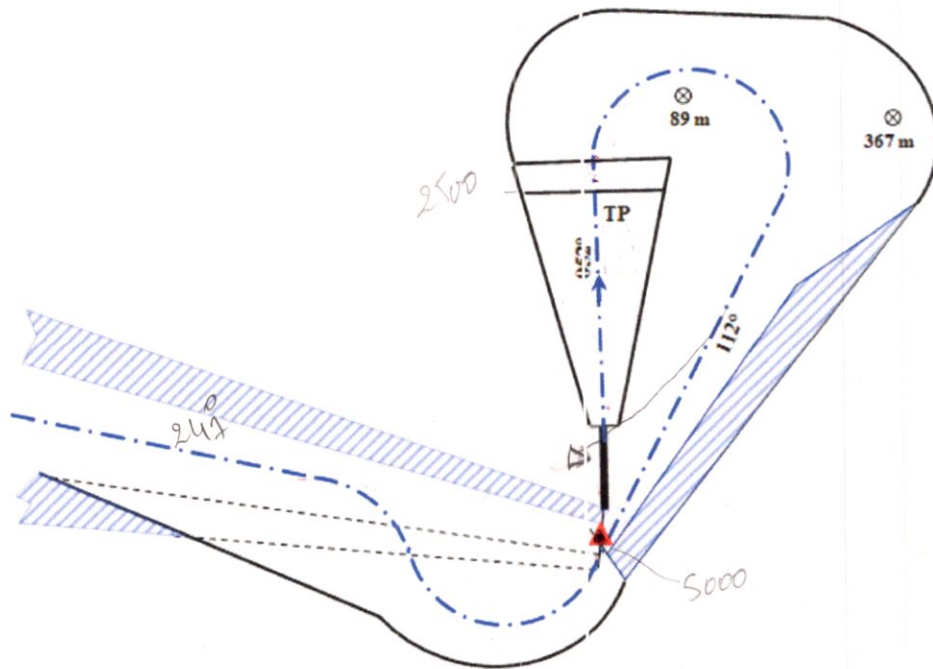
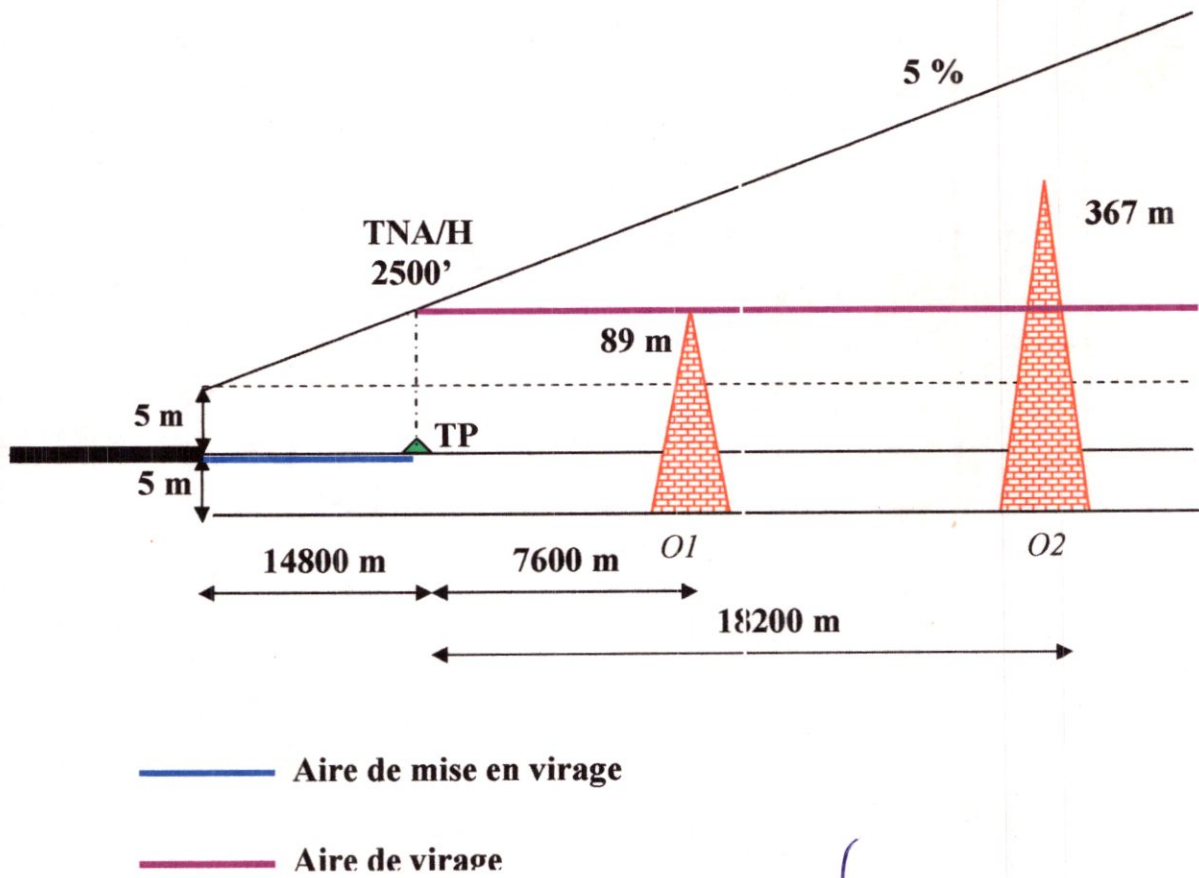


Schéma 5 : Départ vers SALMA ( RWY 05 )



**Vérification d'obstacles**

- *Obstacle en ligne droite*

Alt. Obstacle + MFO ≤ Alt. aérodrome + pente x D. obstacle

- *Obstacle dans l'aire de virage*

Alt. obstacle + MFO ≤ Alt. virage + gain (pente x D. obst).

**Obstacle O1 :**

$$MFO1 = \frac{0.8}{100} \times (7600 + 14800) = 179.2m$$

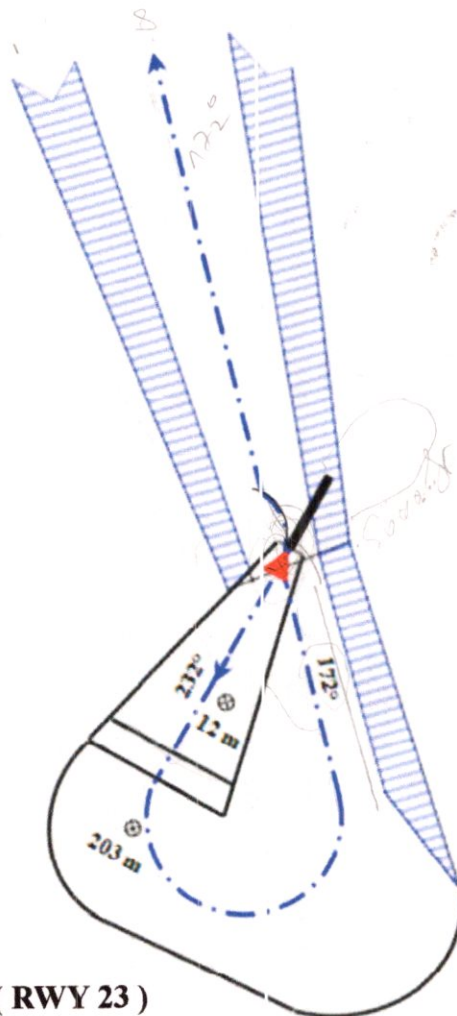
$$89m + 179.2 \leq 762 + \frac{5}{100} \times 7600 \Rightarrow 268.2m \leq 1142m$$

**Obstacle O2 :**

$$367m + 145.6 \leq 762 + \frac{5}{100} \times 18200 \Rightarrow 512.6m \leq 1672m$$

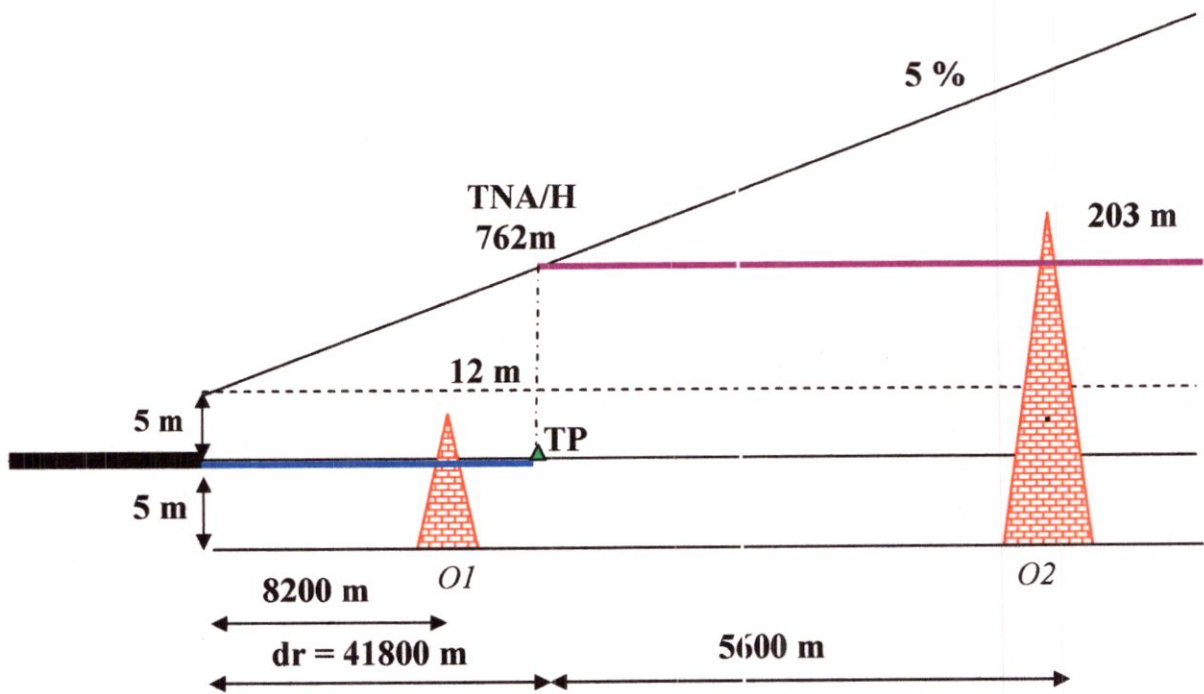
MFO 2. ??

**RWY 23 :**



**Schéma 6 : Départ vers SALMA ( RWY 23 )**





En ligne droite :  $O1 + MFO1 \leq 10 + \frac{5}{100} \times dO1$

**Obstacle O1 :**

$$MFO1 = 0.8\% \times 8200 = 65.06\text{ m}$$

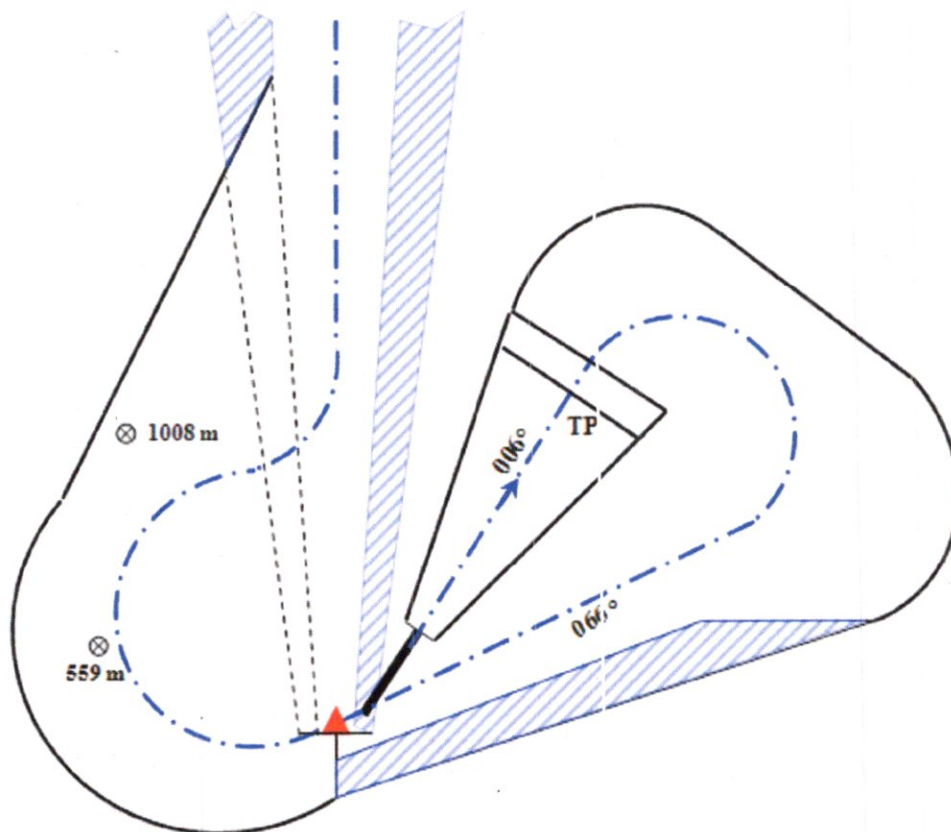
$$12\text{ m} + 65.6 \leq 1. + 0.05 \times 8200 \Rightarrow 77.6\text{ m} \leq 420\text{ m}$$

En virage :  $O2 + MFO2 \leq 10 + \text{Alt de virage} + 5 \times dO2$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = (5600 + 14800) \times 0.8\% = 163.2\text{ m}$$

$$203\text{ m} + 163.02 \leq 462 + 0.05 \times 5600 \Rightarrow 366.2\text{ m} \leq 1042\text{ m}$$

**RWY 01 :****Schéma 7 : Départ vers SALMA. ( RWY 01 )****Obstacle O1 :**

$$Obst + MFO \leq TNA + gain$$

$$Gain = 16400 \times 5\% = 820 \text{ m}$$

$$1008m + 450 \leq 1524 + 0.05 \times 16400 \Rightarrow 1458m \leq 2344m$$

L'aéronef doit se présenter au minimum à 5000 fts verticale moyen (VOR/DME), la raison pour laquelle il a été retenu de concevoir des départs avec virage (les virages dans ce cas auront pour objet de gagner de l'altitude pour passer verticale ANB à 5000 fts QNH minimum).

**VI.2.3.2.2 Départ vers l'ouest (JIL)**

$$739m + 314 \leq 762 + 0.05 \times 16600 \Rightarrow 1053m \leq 1592m$$

$$MFO2 = (16600 + 14800) \times 0.8\% = 314m$$

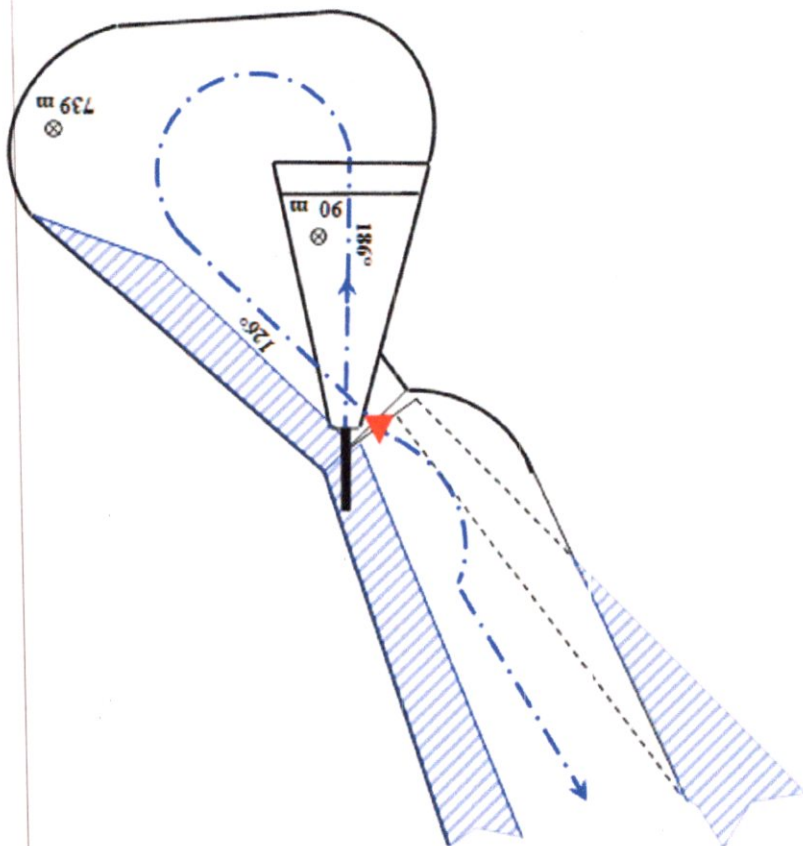
**Obstacle O2 :**

$$90m + 67.2 \leq 10 + 0.05 \times 8400 \Rightarrow 157.2m \leq 430m$$

$$MFO1 = 0.8\% \times 8400 = 67.2m$$

**Obstacle O1 :**

**Schema 8 : Départ vers SALMA ( RWY 19 )**



**RWY 19 :**

**RWY 05**

➤ Traitement des obstacles :

➤ L'aire de protection voir schéma 9, 10, 11, 12

**Aire de protection de départ avec virage**

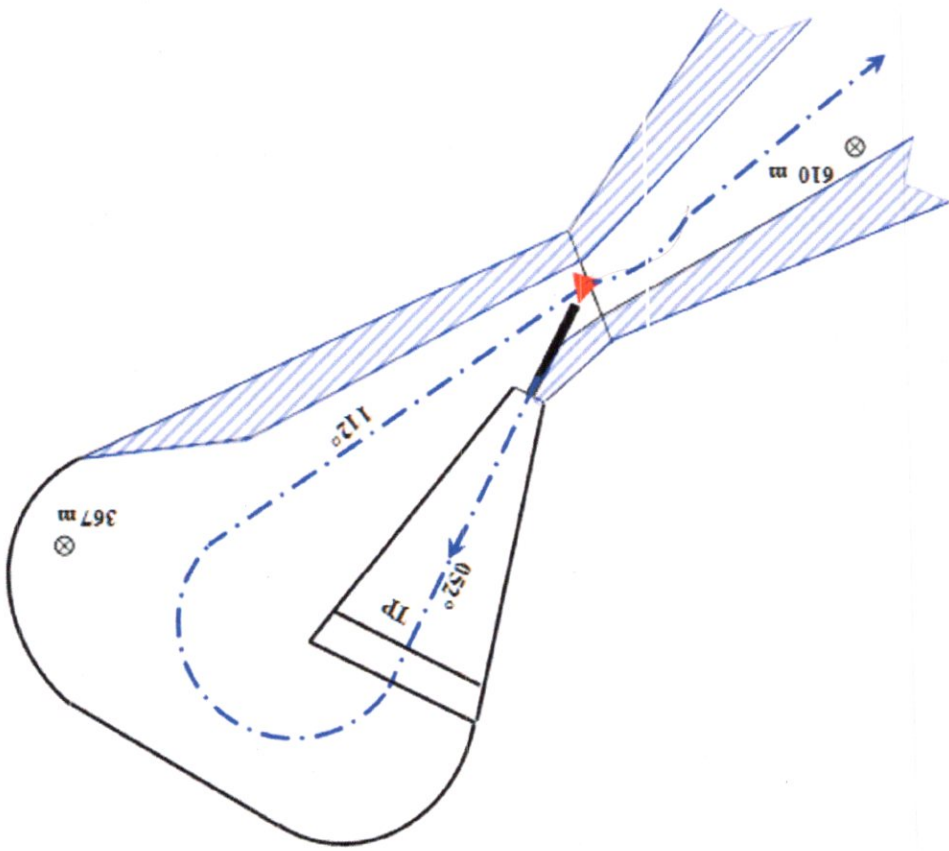


Schéma 9 : Départ vers JIL ( RWY 05 )

Obstacle O1 :

$$MFO1 = \frac{0.8}{100} \times (18400 + 14800) = 147.2m$$

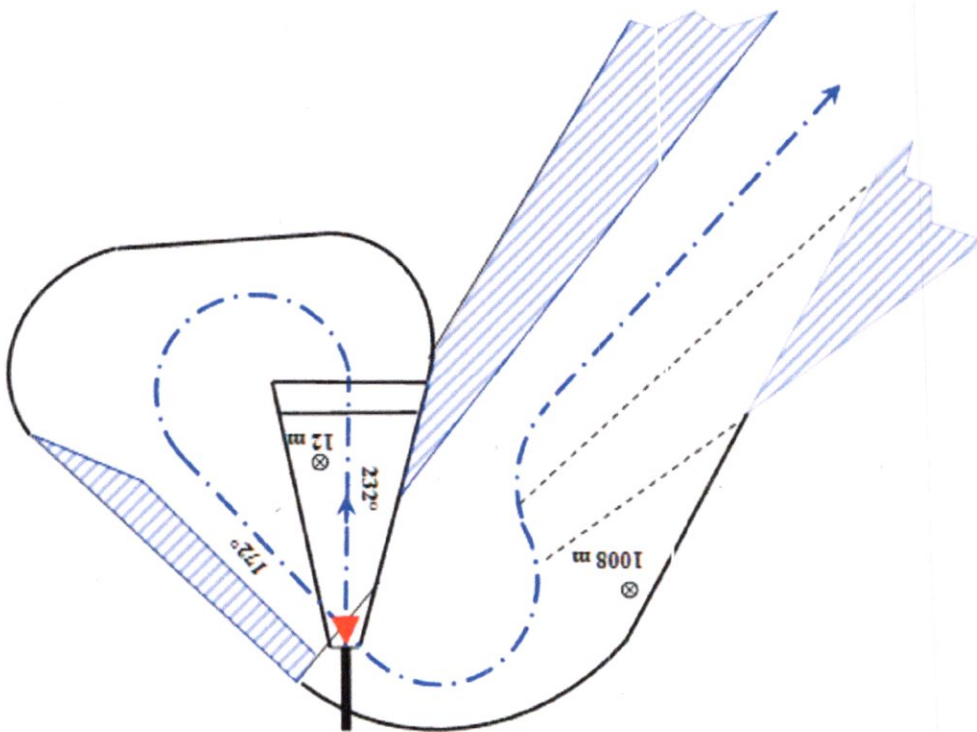
$$367m + 147.2 \leq 762 + \frac{100}{5} \times 18400 \Rightarrow 514.2m \leq 1682m$$

Obstacle O2 :

*Mfor*

$$610m + 300 \leq 1524 + \frac{100}{5} \times 19000 \Rightarrow 910m \leq 2474m$$

RWY 23



Schema 10 : Départ vers JIL ( RWY 23 )

Obstacle O1 :

$$MFO1 = \frac{0.8}{100} \times 10800 = 68.4m$$

$$12m + 86.4 \leq 10 + \frac{100}{5} \times 10800 \Rightarrow 98.4m \leq 550m$$

Obstacle O2 :

$$1008m + 450 \leq 1524 + \frac{100}{5} \times 16600 \Rightarrow 1458m \leq 2354m$$

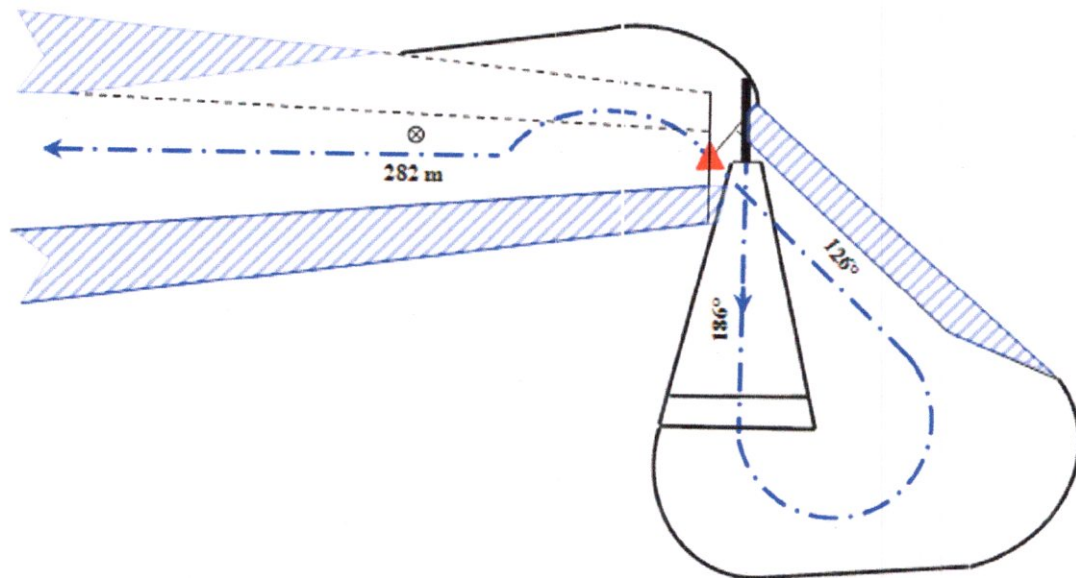
**RWY 19**

Schéma 12 : Départ vers JIL ( RWY 19 )

**Obstacle O1 :**

$$\text{MFO1} = 300 \text{ m}$$

$$282\text{m} + 300 \leq 1524 + \frac{5}{100} \times 12400 \Rightarrow 582\text{m} \leq 2144\text{m}$$

**VI.2.3.2.3 Départ vers Constantine****Aire de protection de départ avec virage :**

- L'aire de protection voir schéma 13, 14, 15, 16
- Traitement des obstacles :

**RWY 05 :** virage à 505 m (voir annexe 2 fig. 3)

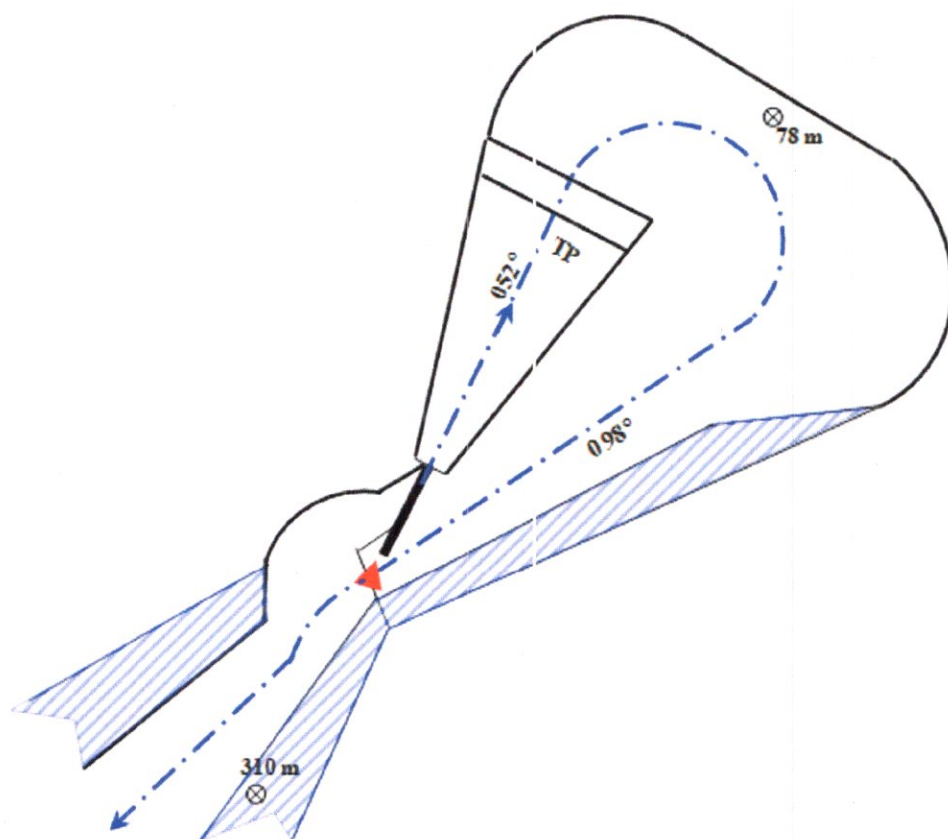


Schéma 13 : Départ vers CSO ( RWY 05 )

**Obstacle O1 :**

$$MFO1 = (10400 + 14800) \times 0.8\% = 201.6m$$

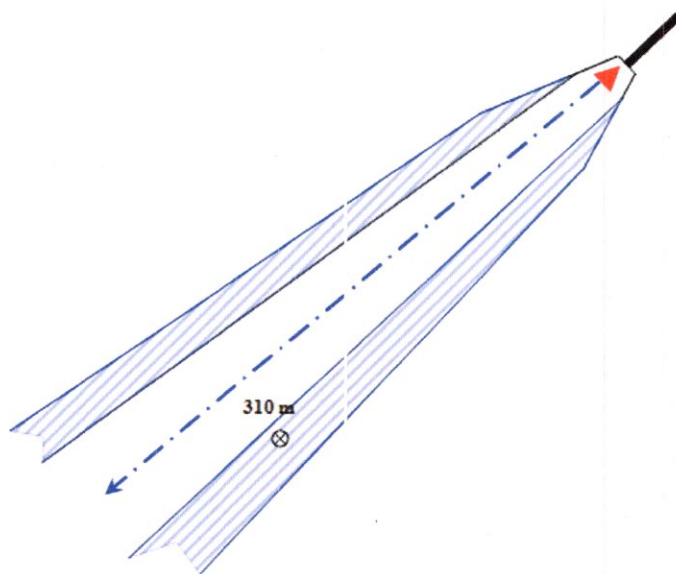
$$78m + 201.6 \leq 252.5 + 3.3\% \times 10400 \Rightarrow 279.6m \leq 595.7m$$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = 300 m$$

$$310m + 300 \leq 505 + 3.3\% \times 27000 \Rightarrow 610m \leq 1396m$$

**RWY 23** : départ en ligne droite

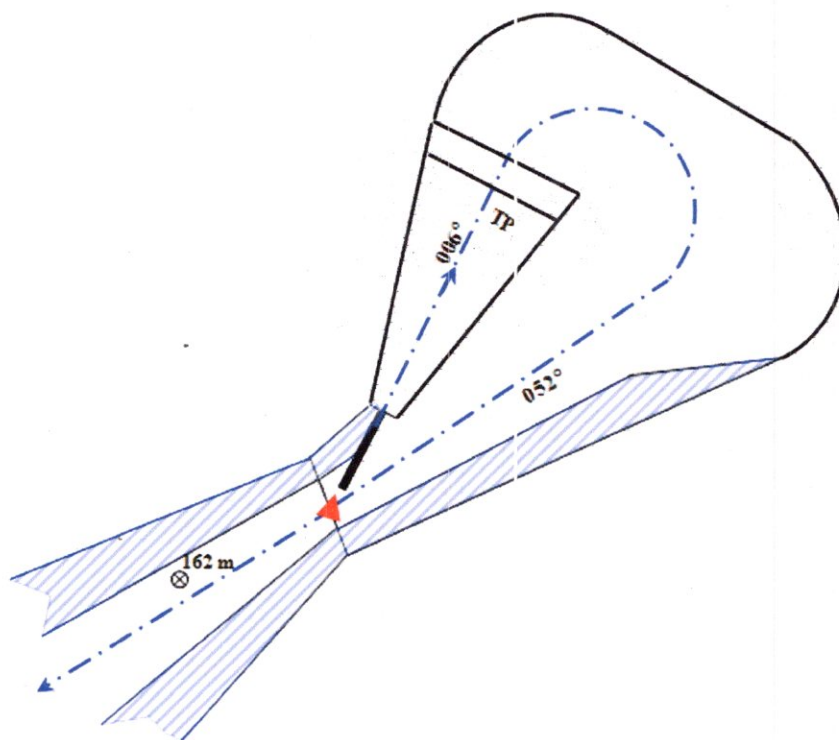


**Schéma 14 : Départ en ligne droite vers CSO ( RWY 23 )**

**Obstacle O1 :**

$$310m + 300 \leq 10 + 3.3\% \times 278000 \Rightarrow 610m \leq 927.4m$$

**RWY 01** : virage à 505 m



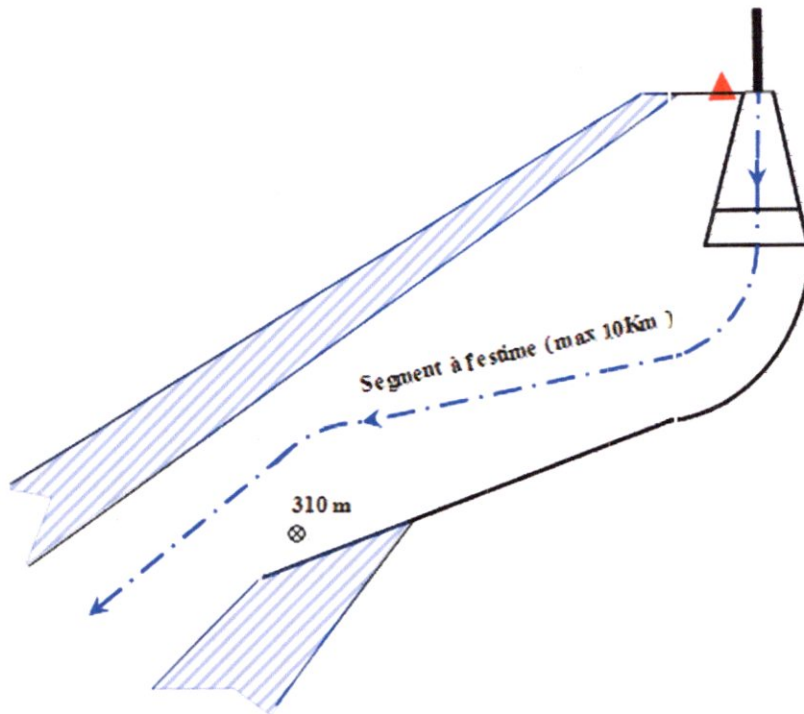
**Schéma 15 : Départ vers CSO ( RWY 01 )**



**Obstacle O1 :**

$$162m + 300 \leq 505 + 3.3\% \times 29400 \Rightarrow 462m \leq 1475.2m$$

**RWY 19 :** virage à 120 m



**Schéma 16 : Départ vers CSO (RWY 19)**

**Obstacle O1 :**

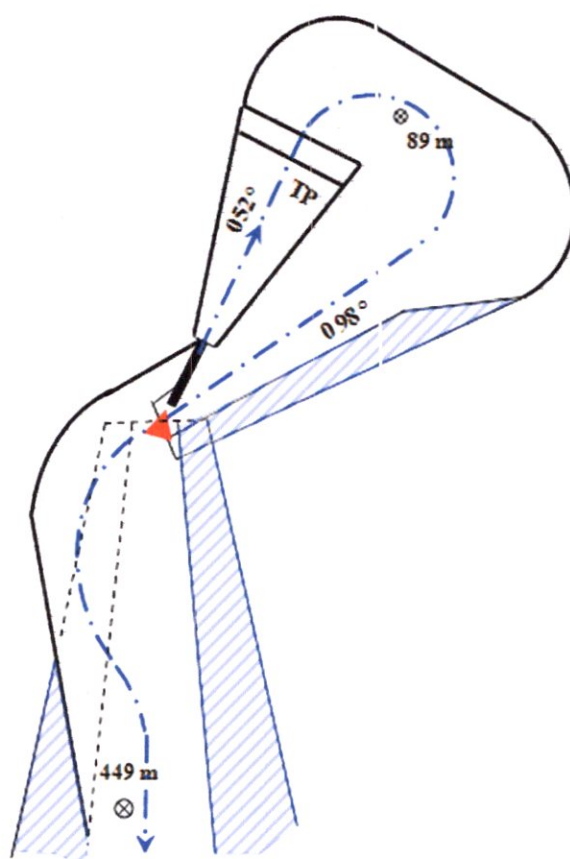
$$310m + 300 \leq 120 + 3.3\% \times 242000 \Rightarrow 610m \leq 918.6m$$

### VI.2.3.2.4 Départ vers le sud ouest (AMIRA)

#### Aire de protection de départ avec virage :

- L'aire de protection voir schéma 17, 18, 19, 20
- Traitement des obstacles :

**RWY 05** : Virage à 505 m



**Schéma 17 : Départ vers AMIRA (RWY 05)**

#### Obstacle O1 :

$$MFO1 = (6600 + 14800) \times 0.8\% = 1712m$$

$$89m + 171.2 \leq 252.5 + 3.3\% \times 6600 \Rightarrow 260.2m \leq 470.3m$$

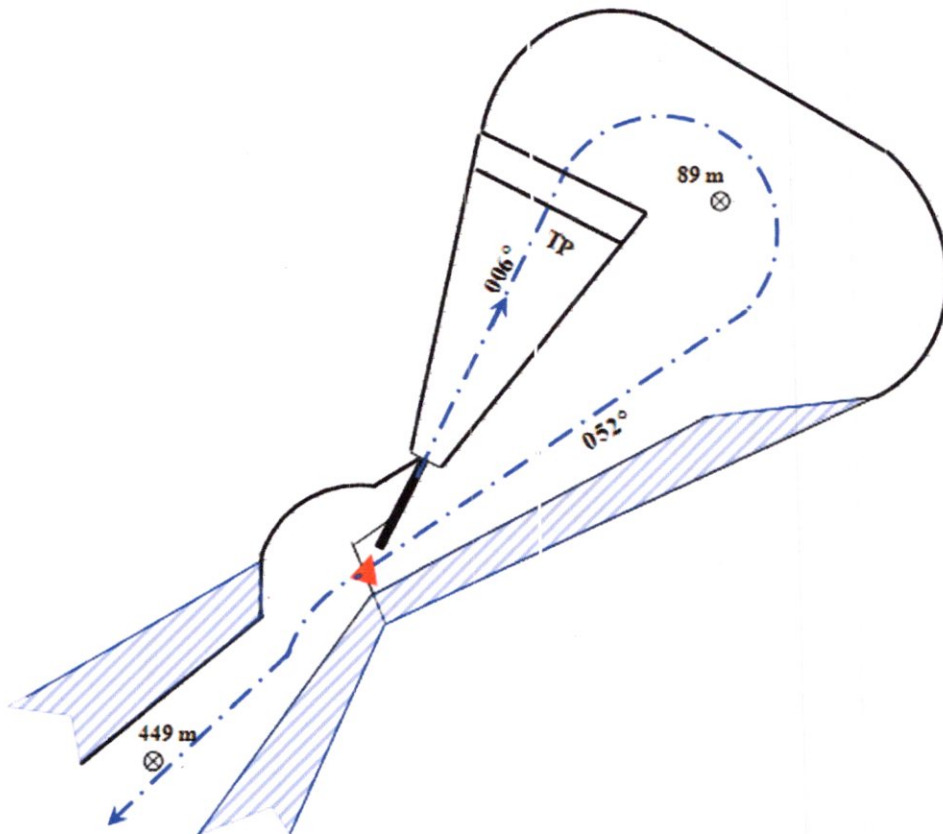
#### Obstacle O2 :

$$MFO2 = 300 m$$

$$449m + 300 \leq 505 + 3.3\% \times 28800 \Rightarrow 749m \leq 1455.4m$$

$$MFO2 = 300m$$

$$449m + 300 \leq 120 + 3.3\% \times 25800 \Rightarrow 749m \leq 97104m$$

**RWY 01 : virage à 505 m****Schéma 19 : Départ vers AMIRA ( RWY 01 )****Obstacle O1 :**

$$MFO1 = (6600 + 14800) \times 0.8\% = 1712m$$

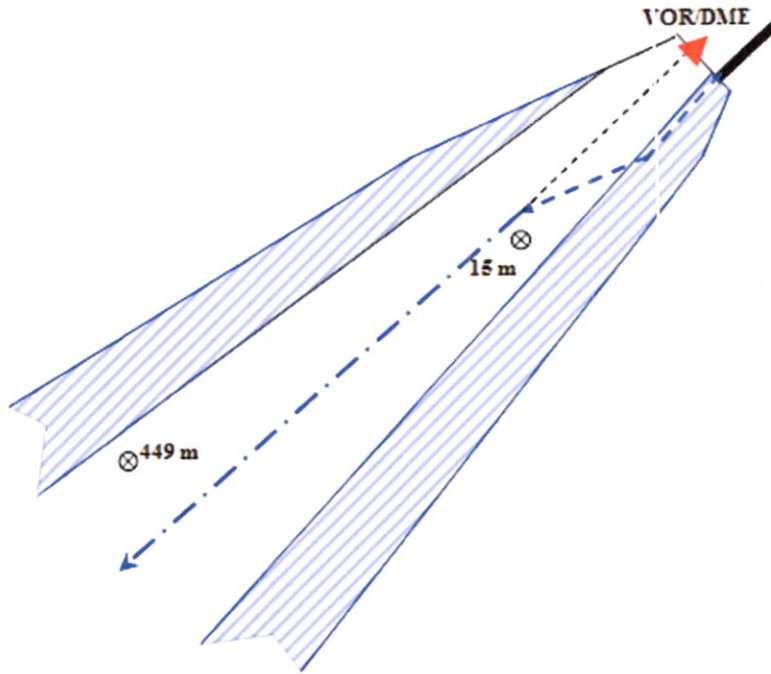
$$89m + 171.2 \leq 252.5 + 3.3\% \times 6600 \quad \Rightarrow \quad 260.2m \leq 470.3m$$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = 300m$$

$$449m + 300 \leq 505 + 3.3\% \times 18800 \quad \Rightarrow \quad 749m \leq 1455.4m$$

**RWY 19** : en ligne droite



**Schéma 20 : Départ en ligne droite vers AMIRA ( RWY 19 )**

**Obstacle O1** : l'obstacle est à 500 m de l'axe de piste

$$Obst1 + MFO1 \leq 10 + 3.3\% \times dObst$$

$$MFO1 = 500 \times 0.8\% = 9m$$

$$15m + 9 \leq 10 + 3.3\% \times 500 \Rightarrow 24m \leq 26.5m$$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = 300 m$$

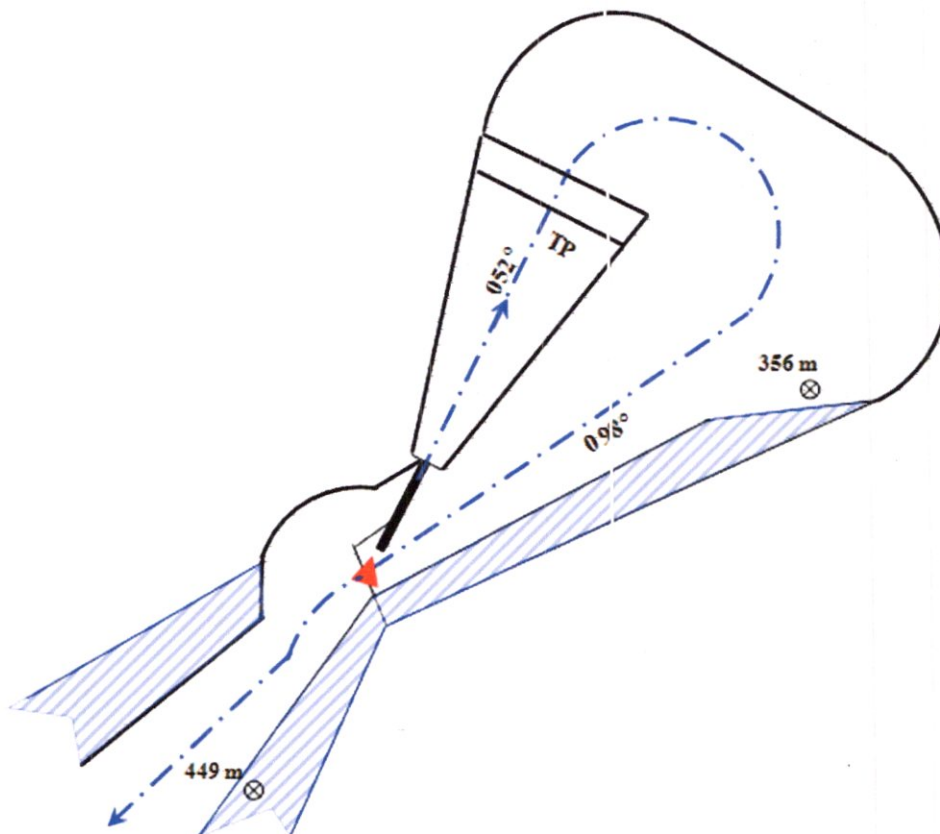
$$449m + 300 \leq 10 + 3.3\% \times 29400 \Rightarrow 749m \leq 980.2m$$

#### VI.2.3.2.4 Départ vers le sud ouest (NADJI)

*Aire de protection de départ avec virage :*

- L'aire de protection voir schéma 21, 22, 23, 24
- Traitement des obstacles :

**RWY 05** : virage à 505 m



**Schéma 21 : Départ vers NADJI ( RWY 05 )**

**Obstacle O1 :**

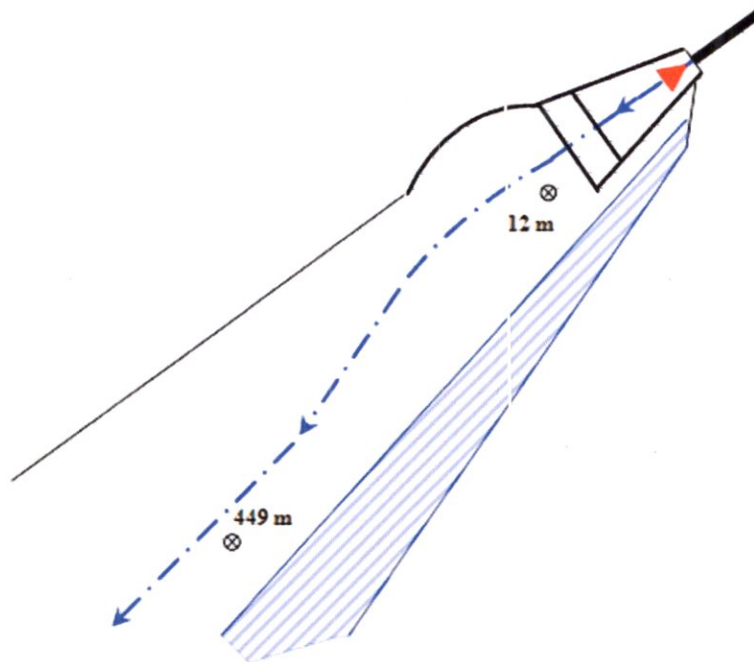
$$MFO1 = (15800 + 14800) \times 0.8\% = 244.8m$$

$$356m + 244.8 \leq 252.5 + 3.3\% \times 15800 \Rightarrow 600.8m \leq 773.9m$$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = 300 m$$

$$449m + 300 \leq 505 + 3.3\% \times 27800 \Rightarrow 749m \leq 1422.4m$$

**RWY 23** : virage à 120 m**Schéma 22 : Départ vers NADJI ( RWY 23 )****Obstacle O1 :**

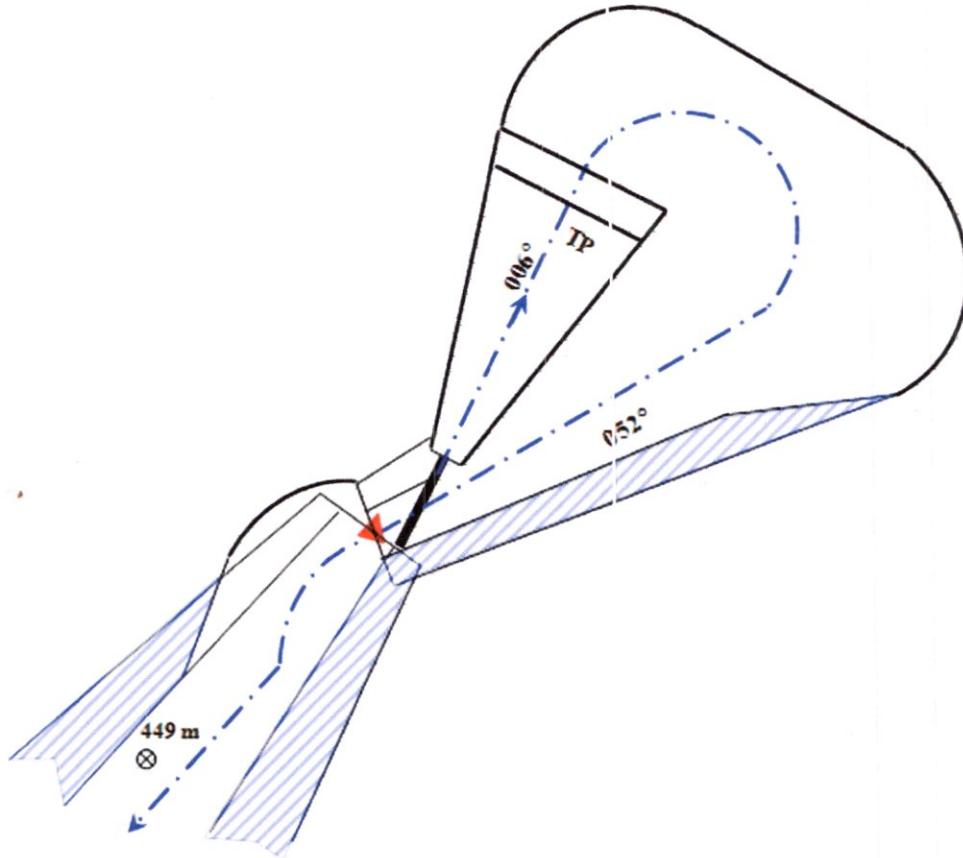
$$MFO1 = (2600 + 3484.84) \times 0.8\% = 48.67m$$

$$12m + 48.67 \leq 120 + 3.3\% \times 2600 \quad \Rightarrow \quad 60.67m \leq 205.8m$$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = 300 m$$

$$449m + 300 \leq 120 + 3.3\% \times 26000 \quad \Rightarrow \quad 749m \leq 978m$$

**RWY 01 : virage à 505 m****Schéma 23 : Départ vers NADJI ( RWY 01 )****Obstacle O1 :**

$$\text{MFO1} = 300 \text{ m}$$

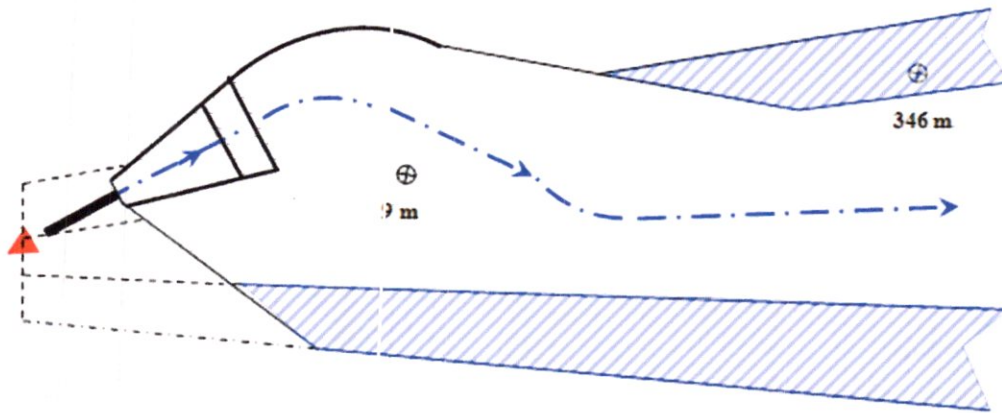
$$449\text{m} + 300 \leq 505 + 3.3\% \times 28800 \quad \Rightarrow \quad 749\text{m} \leq 1455.4\text{m}$$

### VI.2.3.2.5 Départ vers l'Est (MORJA)

*Aire de protection de départ avec virage :*

- L'aire de protection voir schéma 25, 26, 27, 28
- Traitement des obstacles :

**RWY 05 :** virage à 120 m.



**Schéma 25 : Départ vers MORJA ( RWY 05 )**

**Obstacle O1 :**

$$MFO1 = (4800 + 3484.84) \times 0.8\% = 66.27m$$

$$9m + 66.27 \leq 120 + 3.3\% \times 4800 \Rightarrow 75.27m \leq 278.4m$$

**Obstacle O2 :**

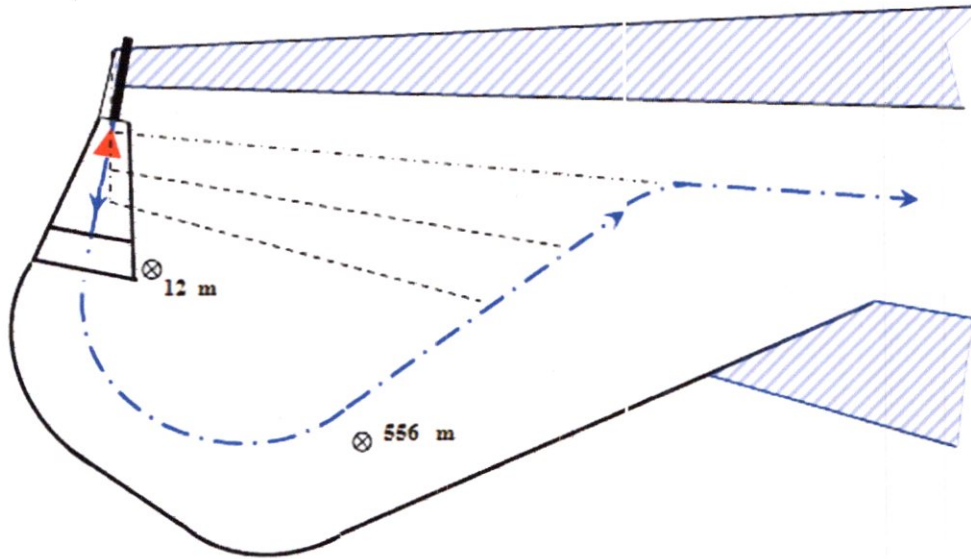
MFO2 dans l'aire secondaire

$$MFO2 = 300m \times \left(1 - \frac{dist}{Ws}\right) \text{ où } Ws : \text{ largeur}$$

$$MFO2 = 300 \times \left(1 - \frac{1000}{3800}\right) = 221.1m$$

$$346m + 221.1 \leq 120 + 3.3\% \times 35600 \Rightarrow 567.1m \leq 1294.8m$$



**RWY 23 : Virage à 120 m****Schéma 26 : Départ vers MORJA ( RWY 23 )****Obstacle O1 :**

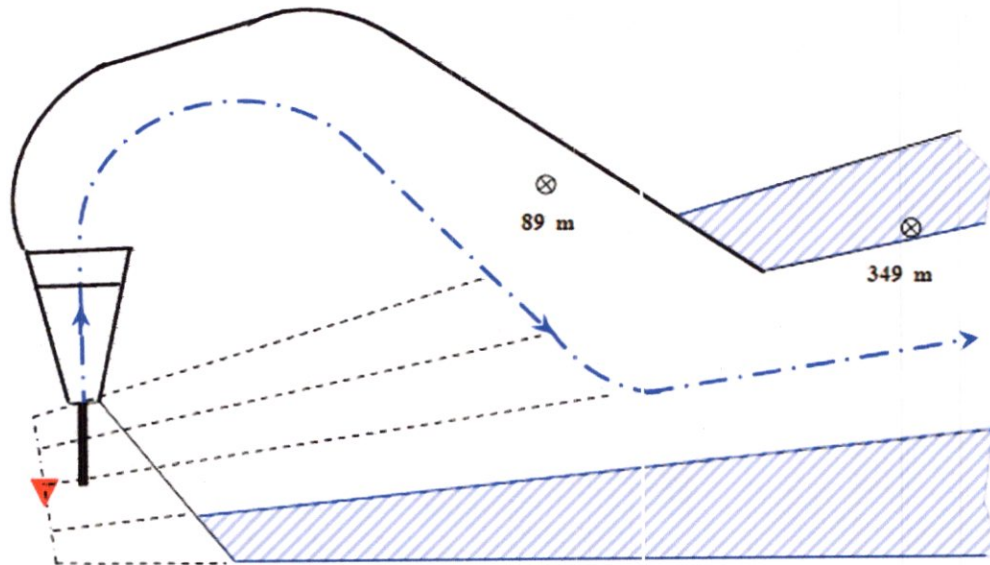
$$MFO1 = (400 + 5757.57) \times 0.8\% = 49.26m$$

$$12m + 49.26 \leq 200 + 3.3\% \times 400 \Rightarrow 61m \leq 213.2m$$

**Obstacle O2 :**

$$MFO2 = (17200 + 5757.57) \times 0.8\% = 183.66m$$

$$556m + 183.66 \leq 200 + 3.3\% \times 17200 \Rightarrow 739.66m \leq 767.6m$$

**RWY 01 : Virage à 120 m****Schéma 27 : Départ vers MORJA ( RWY 01 )****Obstacle O1 :**

$$MFO1 = (21400 + 3484.84) \times 0.8\% = 199m$$

$$89m + 199 \leq 120 + 3.3\% \times 21400 \Rightarrow 288m \leq 826.2m$$

**Obstacle O2 :**

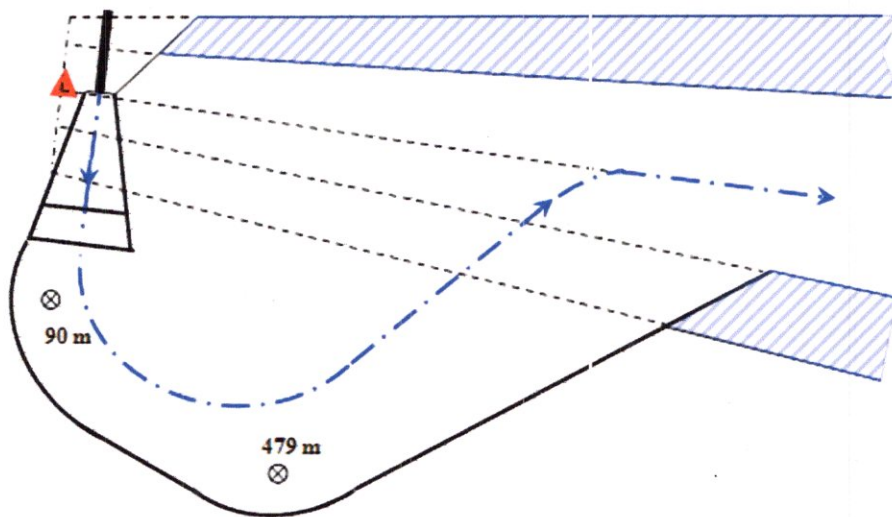
$$MFO2 = 300 \times \left(1 - \frac{1400}{4000}\right) = 195m$$

$$346m + 195 \leq 120 + 3.3\% \times 38600 \Rightarrow 541m \leq 1393.8m$$

**RWY 19** : Virage à 120 m avec une pente minimale de 3.9% (voir annexe 2 fig.4)

$$556m + 17400 \times 0.8\% \leq 10 + 17400 \text{tg}\alpha \Rightarrow \text{tg}\alpha \geq 3.9\%$$

$$\text{tg}\alpha = \frac{h}{D} \Rightarrow D = \frac{h}{\text{tg}\alpha} = \frac{120 - 10}{0.039} = 2820.51m$$



**Schéma 28 : Départ vers MORJA ( RWY 19 )**

**Obstacle O1 :**

$$\text{MFO1} = (5200 + 2820.51) \times 0.8\% = 64.16m$$

$$90m + 64.16 \leq 120 + 3.9\% \times 5200 \Rightarrow 154.16m \leq 322.8m$$

**Obstacle O2 :**

$$\text{MFO2} = (13000 + 2820.51) \times 0.8\% = 126.56m$$

$$479m + 126.56 \leq 120 + 3.9\% \times 13000 \Rightarrow 605.56m \leq 627m$$

### VI.2.3.3 La nouvelle zone d'approche

Afin de protéger les itinéraires de départ et d'arrivée, les limites latérales de la zone de contrôle d'approche de l'aérodrome de ANNABA ont été élargies.

La nouvelle zone d'approche aura les limites latérales suivantes :

- Un cercle de 16 NM de rayon centré sur le VOR/DME de ANB ;
- Un cercle de 24 NM de rayon centré sur le point situé à 15 NM sur la radiale 017° de ANB.
- La tangente commune à ces deux cercles.

La limite verticale 450 m GND/MSL jusqu'au FL 85

(Voir figure 21 et 22)

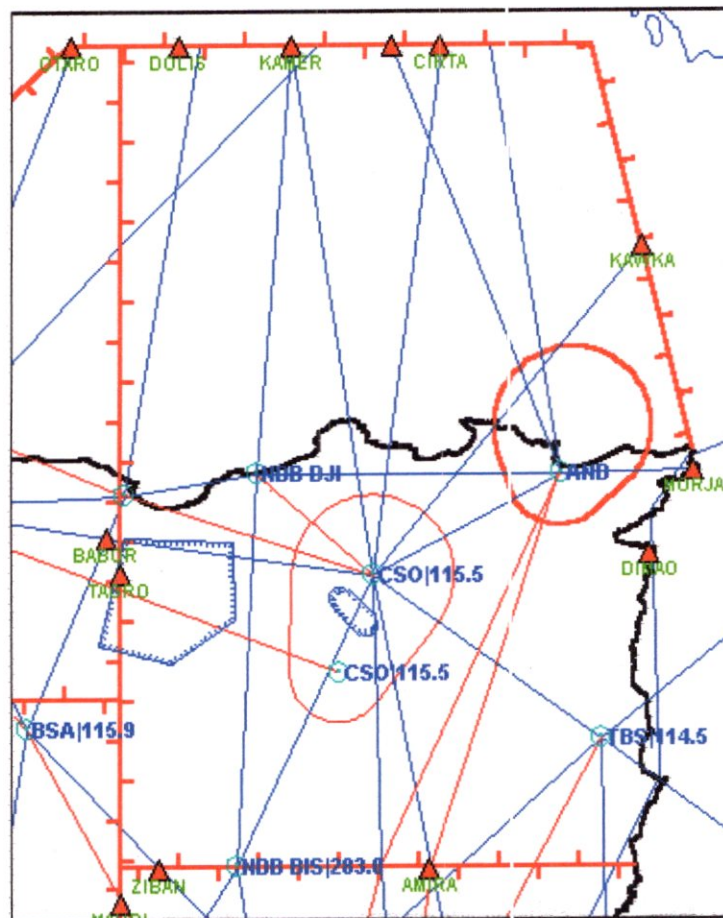


Figure 21 : la nouvelle zone d'approche de Annaba

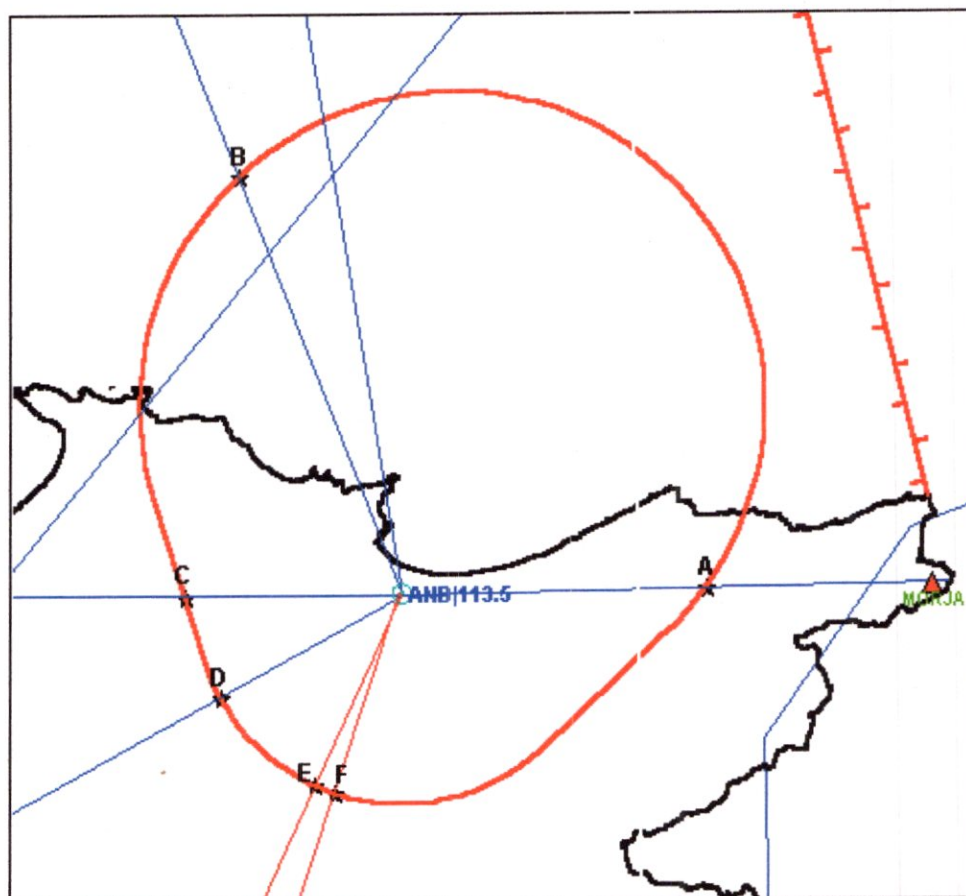


Figure 22 : la nouvelle zone d'approche de Annaba avec point d'entrés et sorties

Tableau : Les point d'entrée et sortie de la zone d'approche

Point	De/Vers	Radial	Distance (NM)	WGS84
A	MORJA	89°	24	364937N0081717E
B	SALMA	342°	35	372104N0073220E
C	JIL	269°	17	364900N0072710E
D	CSO	241°	16	364113N0073040E
E	NADJI	204°	16	363437N0074000E
F	AMIRA	198°	16	363408N0074124E

*Procédures de départ – ANNABA*

SID	ROUTES	PENTES
SALMA 01	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à droite en montée pour intercepter et suivre radiale 066° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 241° ANB vers SALMA	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
JIL 01	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à droite en montée pour intercepter et suivre radiale 066° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 269° ANB vers JIL	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
CSO 01	Monter dans l'axe jusqu'à 1700 fts QNH, puis tourner à droite pour intercepter et suivre radiale 052° retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 241° ANB vers CSO.	
NADJI 01	Monter dans l'axe jusqu'à 1700 fts QNH, puis tourner à droite pour intercepter et suivre radiale 052° retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 204° ANB vers NADJI.	
AMIRA 01	Monter dans l'axe jusqu'à 1700 fts QNH, tourner à droite pour intercepter et suivre radiale 052° retour vertical ANB. Ensuite suivre radiale 198° ANB vers AMIRA.	
MORJA 01	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à droite en montée pour intercepter et suivre radiale 089° ANB vers MORJA.	
SALMA 19	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 126° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 241° ANB vers SALMA	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
JIL 19	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 112° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre la radiale 269° ANB vers JIL.	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
CSO 19	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 241° ANB vers CSO.	
NADJI 19	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 089° ANB vers MORJA	
AMIRA 19	Monter dans l'axe puis suivre radiale 198° ANB vers AMIRA.	
MORJA 19	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 089° ANB vers MORJA	Contrainte ATS : pente de 3.9 % MNM

SID	ROUTES	PENTES
SALMA 05	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à droite en montée pour intercepter et suivre radiale 112° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 241° ANB vers SALMA	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
JIL 05	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à droite en montée pour intercepter et suivre radiale 112° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 269° ANB vers JIL	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
CSO 05	Monter dans l'axe jusqu'à 1700 fts QNH, puis tourner à droite pour intercepter et suivre radiale 098° retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 241° ANB vers CSO.	
NADJI 05	Monter dans l'axe jusqu'à 1700 fts QNH, puis tourner à droite pour intercepter et suivre radiale 098° retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 204° ANB vers NADJI.	
AMIRA 05	Monter dans l'axe jusqu'à 1700 fts QNH, puis tourner à droite pour intercepter et suivre radiale 098° retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 198° ANB vers AMIRA.	
MORJA 05	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à droite en montée pour intercepter et suivre la radiale 089° ANB vers MORJA	
SALMA 23	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 172° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 241° ANB vers SALMA	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
JIL 23	Monter dans l'axe jusqu'à 2500 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 112° retour verticale ANB 5000 fts QNH minimum. Ensuite suivre radiale 269° ANB vers JIL	Contrainte ATS : pente de 5 % MNM jusqu'au FL 50
CSO 23	Monter dans l'axe puis suivre radiale 241° ANB vers CSO	
NADJI 23	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 089° ANB vers MORJA	
AMIRA 23	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 089° ANB vers MORJA	
MORJA 23	Monter dans l'axe jusqu'à 400 fts QNH, puis tourner à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale 089° ANB vers MORJA	

# *CONCLUSION*

Ce projet a permis de se rendre compte des difficultés rencontrées lors de l'établissement de nouvelles procédures dans le but de réaliser un espacement stratégique.

La tâche a consistée, en occurrence, à assurer la séparation entre les flux de trafic à l'arrivée et au départ.

La résolution stratégique des conflits entre les itinéraires d'arrivées et de départ peut contribuer à alléger la charge de travail des contrôleurs, et partant à augmenter la capacité, elle peut être assurée sur une base géographique (latérale), ou dans le plan vertical (séparation de niveau). Le choix de la méthode dépendra de la densité et type de trafic associés à l'endroit.



# *Bibliographie*

## **Documents OACI**

- ✚ Annexe 11 - Convention relative à l'aviation civile – « Services de la circulation aérienne », douzième édition juillet 1998.
- ✚ DOC 4444-RAC/501 « Règles de l'air et Services de la circulation aérienne », treizième édition novembre 1996
- ✚ DOC 8168-OPS/611 : Exploitation technique des aéronefs volume II « construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments », quatrième édition 1993.
- ✚ DOC 9426 – AN/924 « Manuel de planification des services de la circulation aérienne », première édition 1984

## **Document Algérie**

- ✚ AIP Algérie

## **Document Eurocontrol**

- ✚ Organisation de l'espace aérien en région terminale, édition A juin 1998

## **Sites Internet**

- ✚ [www.enna.dz](http://www.enna.dz).
- ✚ [www.sia-enna.dz](http://www.sia-enna.dz).

*ANNEXES*

## ANNEXE 1

### Calcul des paramètres d'attente

Km	Cm à l'échelle 1/200 000ème
r = 4,1405	r = 2,0702
L = 8,2252	L = 4,1126
ab = 0,6854	ab = 0,3427
ac = 1,5079	ac = 0,7539
E45 = 0,7603	E45 = 0,3801
t = 60 s	t = 60 s
gi1=gi3 = 7,5398	gi1=gi3 = 3,7699
gi2=gi4 = 11,1041	gi2=gi4 = 5,5520
wb = 0,1614	wb = 0,0807
wc = 0,3552	wc = 0,1776
wd = 1,1155	wd = 0,5577
we = 1,8759	we = 0,9379
wf = 2,6362	wf = 1,3181
wg = 3,3966	wg = 1,6983
wh = 3,2028	wh = 1,6014
wo = 3,9632	wo = 1,9816
wp = 4,7235	wp = 2,3617
wi1=wi3 = 5,1728	wi1=wi3 = 2,5864
wi2=wi4 = 5,6249	wi2=wi4 = 2,8124
wj = 6,3853	wj = 3,1926
wk = 7,1456	wk = 3,5728
wl = 7,1456	wl = 3,5728
wm = 7,9059	wm = 3,9529
wn3 = 8,2142	wn3 = 4,1071
wn4 = 8,6663	wn4 = 4,3331
XE = 24,6349	XE = 12,3174
YE = 12,7627	YE = 6,3813

## ANNEXE 2

### TYPES DE VIRAGE ENVISAGE

a. Virage à 2500 Fts :

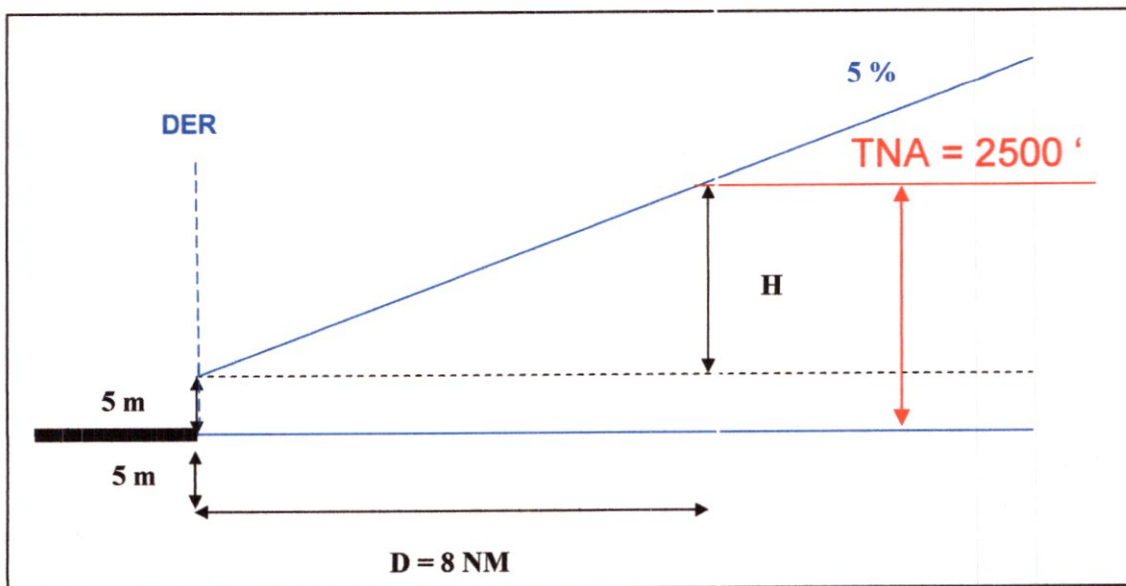


Figure 1 : virage à 2500'

$$\operatorname{Tg}\alpha = \frac{h}{d} = (762 - 5 - 5) \div 14816 = 0.05 = 5\%$$

Pente minimale de départ est de 5%.

#### 1. Paramètres de Virages :

Altitude = 2500 fts.

Température = ISA+15.

Vitesse indiquée ( $V_i$ ) = 265 KTs.

Vitesse du vent ( $W_v$ ) = 30 KTs.

Angle d'inclinaison latérale = 15 °.

Facteur de conversion ( $K$ ) = 1.06475.

Vitesse vrai ( $V_v$ ) =  $V_i \times K = 522.55$  Km/h.

2. *Paramètres de la spirale de vent :*

$$\text{Taux de virage}(R) = (6355 \times \text{tg}15^\circ) \div (3.1416 \times V_v) = 1.03^\circ/\text{s}.$$

$$\text{Rayon de virage}(r) = (V_v \div (20 \times 3.1416 \times R)) = 3.06 \text{ Km}.$$

$$\text{Effet de vent}(E) = (W_v \div 40 \times R) = 0.67 \text{ Km}.$$

$$\text{Tolérance technique de vol}(C) = (6 \div 3600) \div (V_i + W_v) = 0.45 \text{ Km}.$$

$$r + E = 9.34 \text{ Km}.$$

$$r + 2 \times E = 10.68 \text{ Km}.$$

$$\sqrt{r^2 + E^2} = 8 \text{ Km}.$$

a. *Virage à 120 m avec une pente de 3.3% :*

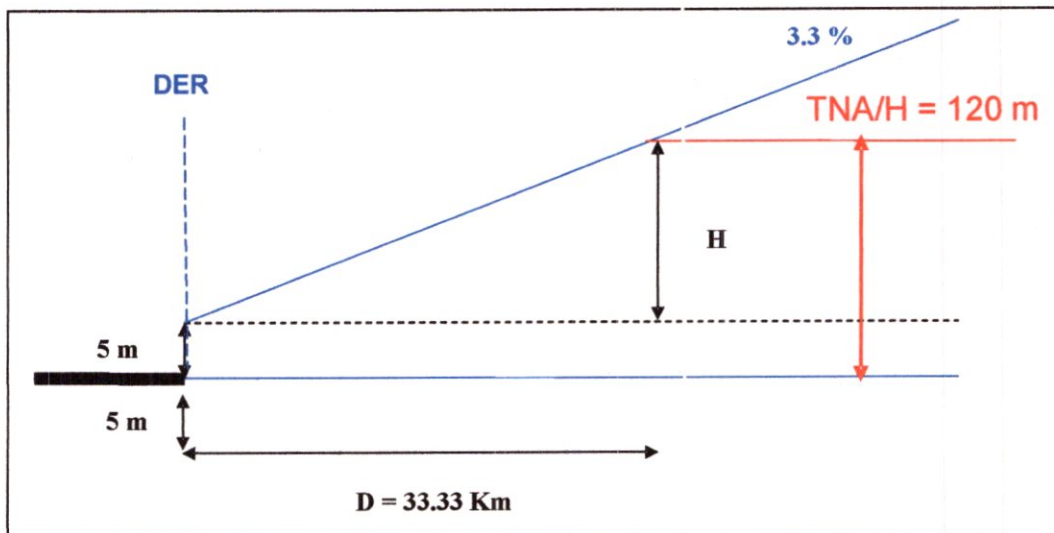


Figure 2 : virage à 120 m

$$\text{Tg } \alpha = H \div D = (120 - 10) \div 3333.33 \text{ m}.$$

1. *Paramètres de Virages :*

$$\text{Altitude} = 120 + 5 = 125 \text{ m}.$$

$$\text{Température} = \text{ISA} + 15.$$

$$\text{Vitesse indiquée}(V_i) = 265 \text{ KTs}.$$

$$\text{Vitesse du vent}(W_v) = 30 \text{ KTs}.$$

$$\text{Angle d'inclinaison latérale} = 15^\circ.$$

$$\text{Facteur}(K) = 171233 \times ((288 + \text{var}) - 0.006496 \times H)^{0.5} \div (388 - 0.006496 \times H)^{2.628}$$

$$\text{Vitesse vraie}(V_v) = V_i \times K = 506.46 \text{ Km/h}.$$

## 2. Paramètres de La spirale du vent :

$$\text{Taux de virage}(R) = (6355 \times \text{tng}15^\circ) \div (3.1416 \times V_v) = 1.07^\circ/\text{s}.$$

$$\text{Rayon de virage}(r) = (V_v \div (20 \times 3.1416 \times R)) = 7.53 \text{ Km}.$$

$$\text{Effet de vent}(E) = (W_v \div 40 \times R) = 1.29 \text{ Km}.$$

$$\text{Tolérance technique de vol}(C) = (6/3600) \div (V_i + W_v) = 0.9 \text{ Km}.$$

$$r + E = 4.43 \text{ Km}.$$

$$r + 2 \times E = 5.06 \text{ cm}.$$

$$\sqrt{r^2 + E^2} = 3.81 \text{ cm}.$$

### b. Virage à 505 m :

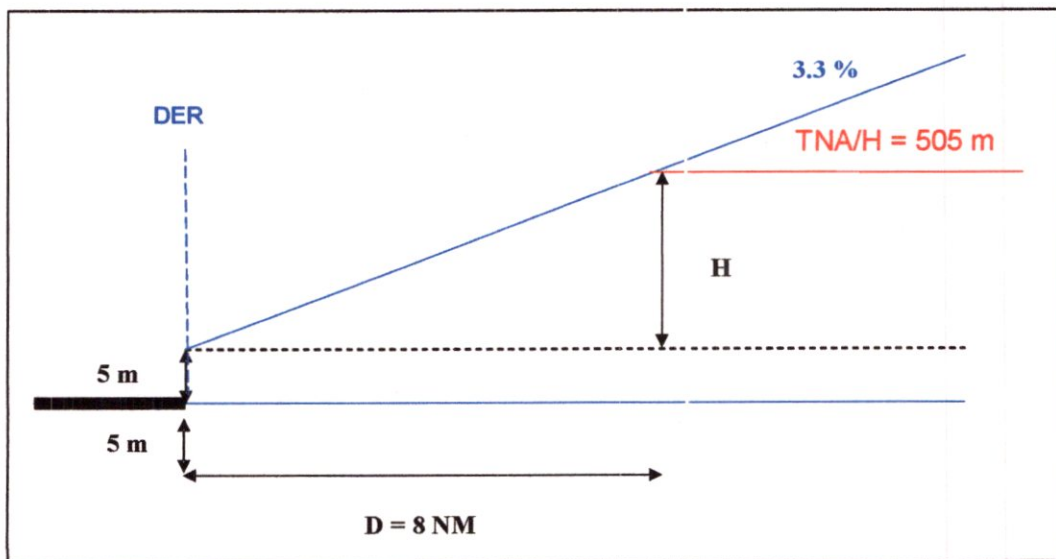


Figure 3 : virage à 505 m

## 1. Paramètres de Virages :

$$\text{Altitude} = 500 + 5 = 505 \text{ m}.$$

$$\text{Température} = \text{ISA} + 15.$$

$$\text{Vitesse indiquée}(V_i) = 265 \text{ KT}.$$

$$\text{Vitesse du vent}(W_v) = 30 \text{ KT}.$$

$$\text{Angle d'inclinaison latérale} = 15^\circ.$$

$$\text{Facteur}(K) = 1.0511.$$

$$\text{Vitesse vraie}(V_v) = V_i \times K = 506.46 \text{ Km/h}.$$

## 2. Paramètres de La spirale du vent :

$$\text{Taux de virage}(R) = (6355 \times \text{tng}15^\circ) \div (3.1416 \times V_v) = 1.05^\circ/\text{s}.$$

$$\text{Rayon de virage}(r) = (V_v \div (20 \times 3.1416 \times R)) = 7.84 \text{ Km}.$$

$$\text{Effet de vent}(E) = (W_v \div 40 \times R) = 1.32 \text{ Km}.$$

$$\text{Tolérance technique de vol}(C) = (6/3600) \div (V_i + W_v) = 0.95 \text{ Km}.$$

$$r + E = 9.13 \text{ Km}.$$

$$r + 2 \times E = 10.45 \text{ Km}.$$

$$\sqrt{r^2 + E^2} = 7.92 \text{ Km}$$

### c. Virage à 120 m avec une pente de 3.9 % :

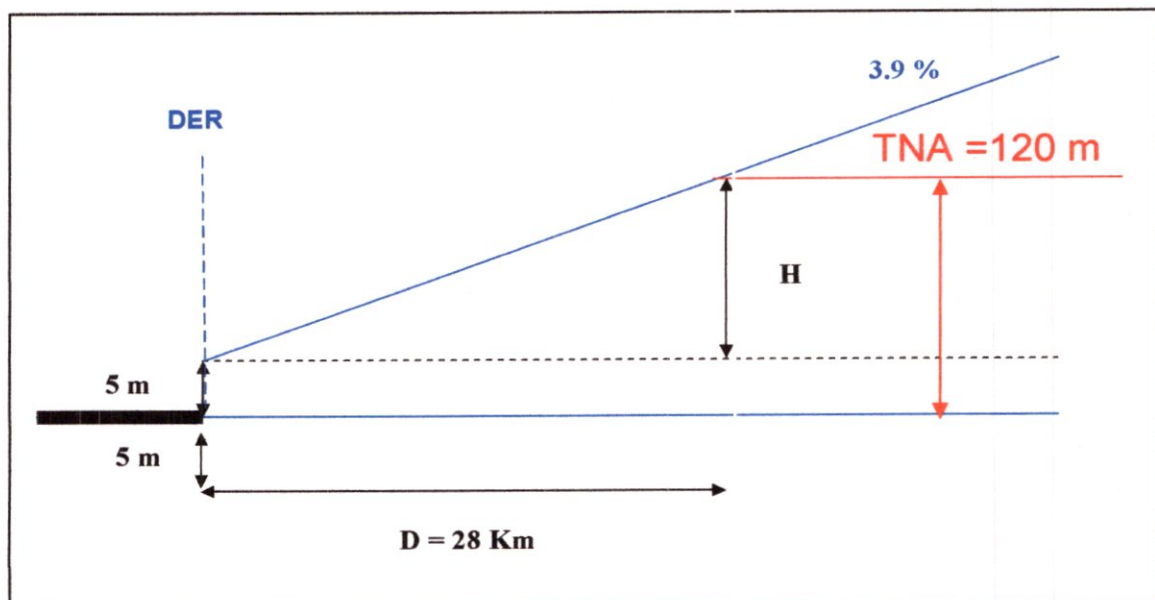


Figure 4 : virage à 120 m

$$\text{Tg } \alpha = H \div D = (120 - 10) \div 0.039 = 2820.51 \text{ m}.$$

### 1. Paramètres de Virages :

$$\text{Altitude} = 120 + 5 = 125 \text{ m}.$$

$$\text{Température} = \text{ISA} + 15.$$

$$\text{Vitesse indiquée}(V_i) = 265 \text{ KTs}.$$

$$\text{Vitesse du vent}(W_v) = 30 \text{ KTs}.$$

$$\text{Angle d'inclinaison latérale} = 15^\circ.$$

$$\text{Facteur}(K) = 171233 \times ((288 + \text{var}) - 0.006496 \times H)^{0.5} \div (388 - 0.006496 \times H)^{2.628}$$

$$\text{Vitesse vraie (Vv)} = V_i \times K = 506.46 \text{ Km/h.}$$

**2. Paramètres de La spirale du vent :**

$$\text{Taux de virage (R)} = (6355 \times \text{tg}15^\circ) \div (3.1416 \times Vv) = 1.07^\circ/\text{s.}$$

$$\text{Rayon de virage (r)} = (Vv \div (20 \times 3.1416 \times R)) = 7.53 \text{ Km.}$$

$$\text{Effet de vent (E)} = (Wv \div 40 \times R) = 1.29 \text{ Km.}$$

$$\text{Tolérance technique de vol (C)} = (6 \div 3600) \div (V_i + Wv) = 0.9 \text{ Km.}$$

$$r + E = 4.43 \text{ Km.}$$

$$r + 2 \times E = 5.06 \text{ cm.}$$

$$\sqrt{r^2 + E^2} = 3.81 \text{ cm.}$$