

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université De Blida-01-
Institut D'Aéronautique Et Etudes
Spatiales



Mémoire

De Fin D'études

En vue de l'obtention du Diplôme MASTER en Aéronautique

THÈME IMPLÉMENTATION DES NOUVELLES PROCÉDURES DE VOL POUR L'AÉRODROME D'ANNABA

Option : Exploitation Aéronautique

Fait par :

Melle BOUMAZA Bouthaina

Melle TAMI Fatma Zohra

Dirigé par :

Encadreur : Mme. BOUCIDA Aicha

Promotrice : Mme. DRAREI Fatma Zohra

Promotion 2016 – 2017

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur Mme : BOUCIDA AICHA, pour tout le temps qu'ils nous ont consacré, pour leurs directives précieuses, la qualité de l'enseignement et du suivi durant toute la période de notre formation.

Nous tenons aussi à remercier vivement le directeur de la direction de l'Exploitation et de la Navigation Monsieur DJATOUF Abde louahab qui a accepté de nous accueillir en stage au sein de son organisme.

Nos profonds remerciements vont à notre promotrice Mme DRARENI Fatma Zohra de son aide.

Nos plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le cadre professionnel de l'aérodrome d'Annaba surtout les contrôleurs tour et approche sans exception.

Nos remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Melle TAMI FATMA ZOHRA

Melle BOUMAZA BOUTHAINA

Dédicaces

A ma mère mon tous,
aucun mot, aucune dédicace ne serait exprimer mon respect, ma
considération et l'amour éternel pour les sacrifices que vous avez déployés
pour mon instructions et mon bien être dans les meilleurs conditions ;
Votre générosité et votre bonté ont toujours été un exemple pour moi
Trouvez en ce travail le fruit de votre dévouement et l'expression de ma
gratitude et mon profond amour ;

A la mémoire de mon cher père qui nous a quittés voilà 17ans ;
A mes chers frères AHMED RAMI et AYOUB pour leur appui et leur
encouragement ;

Mon cher oncle Abd-EL-Aziz qui voilà 5 ans m'ont encouragé à reprendre
mes études ;

A ma meilleure amie Zahra et tous mes camarades de la promotion 2017 ;
A mon binôme et ma sœur Fatma Zohra qui m'a supporté durant ses cinq ans
et chez qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin ;

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours
universitaire,

Merci d'être toujours là pour moi.

.....*Bouthaina*



Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance mes chers parents je remercie mon père qui a souhaité vivre pour longtemps juste pour nous voir Qu'est-ce que nous allons devenir et m'adresse au ciel les vœux les plus ardents pour la conservation de leur santé et de leur vie. A celle qui m'a transmis la vie, le courage, à toi chère et douce maman toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance.

A ma chère sœur Djihad pour leur encouragement permanent, et leur soutien moral,

A mon cher frère Zinedine pour leur appui et leur encouragement,

A ma chère amie, mon binôme, Bouthaina qui m'a supporté durant ces cinq ans. et chez qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

.....*Fatma Zohra*



Résumé :

Notre travail consiste à l'élaboration des nouvelles procédures de vol pour l'aérodrome d'Annaba, ces derrières ce sont des procédures d'arrivés et de départ standard « SID/STAR » et d'approche aux instruments pour les deux pistes en service.

Abstract:

Our work involves the development of the new flight procedures for the Annaba aerodrome, the latter being standard arrival and instrument approach procedures for the two runways in use.

ملخص:

نطوي عملنا على إعادة هيكلة مسارات جندة لمطار عنابة و هذا الأخرى تتضمن إجراءات الذهاب و الوصول إلى الساحة أيضا إجراءات القتراب الية المعلقة بمنزج القالع في الخدمة.

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Acronymes	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur les procédures de vol

I.1. Introduction.....	2
I.2. Procédures de départ aux instruments.....	2
I.2.1. Définition.....	2
I.2.2. Marge minimale de franchissement des obstacles (MFO)	2
I.2.3. type de Pente.....	3
I.2.4. Les types de trajectoires de départ	3
I.2.4.1. Départ en ligne droite.....	3
I.2.4.2. Départ avec virage	5
I.3. Procédure d'arrivées aux instruments.....	7
I.3.1. Arrivées omnidirectionnelles.....	7
I.3.2. Arrivées normalisées aux instruments STAR.....	8
I.4. Procédure d'attente.....	11
I.4.1. Définition et but de circuit d'attente.....	11
I.4.2. Types d'attente.....	12
I.4.3. Les entrées d'attente.....	13
I.4.4. Construction des aires de protections pour une attente VOR/DME.....	14
I.5. Procédure d'approche classique	18
I.5.1. Segment d'approche initial.....	18
I.5.2. Segment d'approche intermédiaire.....	20
I.5.3. Segment d'approche finale	22

I.5.4. Segment d'approche interrompue	23
I.6. Procédure d'approche indirecte (Manœuvre à vue)...	25
I.6.1. Manœuvre à vue libre (MVL).....	25
I.6.2. Aire de protection.....	25
I.7. Procédure d'approche de précision.....	26
I.7.1. Segment d'approche initial... ..	26
I.7.2. Segment d'approche intermédiaire	26
I.7.3. Segment de précision	27
I.7.4. Etude de franchissement d'obstacles.....	28
I.7.4.1. Surfaces OAS	28
I.8. Conclusion... ..	32

Chapitre II : Description des infrastructures et du schéma de circulation aérienne de l'aérodrome d'Annaba

II.1 Introduction.....	33
II.2. Infrastructures aéroportuaires	33
II.2.1. Description de l'aérodrome d'Annaba	33
II.2.1.1. Situation géographique	33
II.2.1.2. Infrastructures.....	33
II.2.1.3. Caractéristiques physiques des pistes	34
II.2.1.4. Distances déclarées.....	35
II.2.1.5. Dispositif lumineux d'approche et balisage lumineux de piste.....	35
II.2.1.6. Aides de radionavigation et d'atterrissage	36
II.2.1.7. Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne	37
II.2.1.8. Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie.....	37
II.2.2. Projet de réhabilitation des infrastructures d'Annaba.....	37
II.2.2.1. l'aérodrome avant le projet	37
II.2.2.2. Les phases des travaux.....	38
II.2.2.3. Les Voies de circulation.....	40
II.2.3. Schéma de circulation aérienne actuel... ..	41
II.2.3.1. TMA Nord –EST : classification « D »	41
II.2.3.2. L'aérodrome d'Annaba	41

II .3. Les statistiques du trafic	49
II.3.1.Introduction	49
II .3.2.Analyse des courants de trafic	49
II .3.3. Statistique de trafic par axe	53
II.3.4.Interprétation des résultats.....	57
II.4.Conclusion	58

ChapitreIII: Conception des procédures de départ, d'arrivée et d'attente

III.1. Introduction	59
III.2. Conception des procédures.....	59
III.2.1. Procédures de départs normalisés aux instruments (SID).....	59
III.2.1.1. Départ vers SELMA (SID 01)	63
III .2.1.2.Départ vers JIL (SID02)	72
III.2.1.3.Départ vers CSO (SID03).....	76
III .2.1.4.Départ vers MORJA (SID04)	80
III .2.1.5.Clairances de départ	83
III.2.2. Procédures d'attente.....	85
III.2.2.1. L'attente existante	85
III.2.2.2. Choix de l'emplacement des nouvelles attentes.....	85
III.2.2.3. Aspect facilité	86
III .2.2.4.Aire de protection d'attente	87
III.2.2.5. Construction de l'aire de base et des aires d'entrée correspondante.....	89
III.2.2.6. La détermination de l'altitude minimale de sécurité	90
III.2.3. Procédures d'arrivées normalisées aux instruments (STAR).....	91
III.2.3.1. Les scénarios d'étude	91
III.2.3.2. Redimensionnement de la CTA... ..	92
III.2.3.3. Conception des STAR liées l'attente nord-est R052°	93
III.2.3.4. Conception des STAR liées l'attente Sud-ouest R192°	101
III .2.3.5. Les clairances des arrivées.....	101
III.3. Conclusion.....	102

ChapitreIV : Les procédures d'approche aux instruments

IV.1. Introduction.....	103
IV.2. Procédure d'approche pour RWY01	103
IV.2.1. Segment d'approche initial	105
IV.2.2. Segment d'approche intermédiaire.....	105
IV.2.3. segment d'approche final.....	107
IV.2.4. Vérification des altitudes... ..	108
IV.2.5. Recalcul de la longueur du segment intermédiaire.....	109
IV.2.6. Recalcul de l'altitude de l'IF	109
IV.2.7. Conception des aires de protection et détermination de l'altitude minimale de sécurité pour le scénario 3.....	110
IV.2.7.1. Segment d'approche initiale	111
IV.2.7.2. Segment d'approche intermédiaire	112
IV.2.8. Segment approche interrompue.....	111
IV.2.8.1. Phase initiale... ..	113
IV.2.8.2. Phase intermédiaire	113
IV.2.8.3. Phase finale.....	113
IV.2.8.4. Détermination de l'altitude minimale de sécurité	114
IV.2.9. Manœuvre à vue libre (MVL) RWY 01/19... ..	114
IV.2.9.1. Calcul du rayon Rc.....	115
IV.2.9.2. Détermination de l'altitude minimale de sécurité	116
IV.2.10. Les minimums opérationnels d'aérodrome (MOA)	117
IV.3. Procédure d'approche pour RWY05.....	118
IV.3.1. Segment d'approche initial... ..	118
IV.3.2. Segment d'approche intermédiaire.....	119
IV.3.3. Segment d'approche final... ..	120
IV.3.4. Vérification des altitudes... ..	121
IV.3.5. Vérification de la longueur du segment intermédiaire	122
IV.3.6. Recalcul de l'altitude de l'IF	122
IV.3.7. Segment approche interrompue.....	123
IV.3.7.1. Phase initiale... ..	123
IV.3.7.2. Phase intermédiaire et finale... ..	124
IV.3.7.3. Détermination de l'altitude minimale de sécurité	124
IV.3.8. Manœuvre à vue libre RWY 05/23... ..	124
IV.3.8.1. Calcul du rayon Rc.....	124

IV.3.8.2. Détermination de l'altitude minimale de sécurité	125
IV.3.9. Les Minimums opérationnelles d'aérodrome (MOA)	126
IV.4. Procédure d'approche pour RWY19	126
IV.4.1. Segment d'approche initial	127
IV.4.2. segment d'approche intermédiaire	127
IV.4.3. Segment d'approche finale	128
IV.4.4. Segment approche interrompue	129
IV.4.4.1. Phase initiale...	129
IV.4.4.2. Phase intermédiaire	131
IV.4.4.3. Phase finale	131
IV.4.5. Manœuvre à vue libre	133
IV.4.6. Les Minimums opérationnelles d'aérodrome (MOA)	133
IV.5. Procédure d'approche pour RWY23	134
IV.5.1. Segment d'approche initiale	134
IV.5.2. Segment d'approche intermédiaire	134
IV.5.3. Segment d'approche final...	135
IV.5.4. Segment approche interrompue	136
IV.5.4.1. Phase initiale...	136
IV.5.4.2. Phase intermédiaire	137
IV.5.4.3. Phase finale	138
IV.5.5. Manœuvre à vue libre (MVL)	140
IV.5.6. Les Minimums opérationnelles d'aérodrome (MOA)	140
IV.6. Procédure d'approche de précision ILS RWY 19	141
IV.6.1. Segment d'approche initial et intermédiaire	141
IV.6.2. Segment de précision...	142
IV.6.2.1. Surfaces OAS	142
IV.6.2.2. Equations des surfaces...	143
IV.6.2.3. Analyse des obstacles...	144
IV.6.2.4. Calcul de l'OCH...	144
IV.6.2.5. Calcul de l'OCH la procédure	146
IV.6.2.6. Approche interrompue	146
IV.6.2.7. Les minimums opérationnels d'aérodrome...	147
IV.7. Conclusion	147
Conclusion générale	148

Perspectives

Annexes

Bibliographie

Liste des figures

Chapitre I : Généralités sur les procédures de vol

Figure 1.1: Pente minimale théorique.....	3
Figure 1.2: Aire de protection associée à une trajectoire de départ en ligne droite	4
Figure 1.3: Traitement d'obstacle pour une trajectoire de départ en ligne droite	4
Figure 1.4: Traitement d'obstacle dans l'aire de virage et l'aire de mise en virage.	6
Figure 1.5: Segment d'arrivée.....	7
Figure 1.6: Altitude minimale de secteur.....	8
Figure 1.7: Segment d'arrivée rectiligne — aire de protection.....	9
Figure 1.8: Route d'arrivée basée sur un arc DME	10
Figure 1.9: Calcul de l'altitude minimale d'obstacle MFO.	10
Figure 1.10: Attente.....	11
Figure 1.11: Forme de circuit d'attente.....	12
Figure 1.12: Type d'attente.....	13
Figure 1.13: Les secteurs d'entrées.	14
Figure 1.14: La construction du Gabarit de circuit d'attente.	15
Figure 1.15: Les paramètres d'attente VOR/DME.....	16
Figure 1.16: Procédure VOR/DME en rapprochement de l'installation Aire de base et aire correspondante pour entrées... ..	17
Figure 1.17: Segment d'approche initial.	18
Figure 1.18: Aire de protection du segment d'approche initial « trajectoire curviligne»....	19
Figure 1.19: Aire de protection du segment d'approche initial « trajectoire rectiligne»....	19
Figure 1.20: Segment d'approche Intermédiaire.....	20
Figure 1.21: Aire de protection du segment intermédiaire après une initiale rectiligne.....	21
Figure 1.22: Aire de protection du segment intermédiaire après une initiale curviligne	21
Figure 1.23: Segment d'approche finale... ..	22
Figure 1.24: Aire de protection d'une approche finale avec FAF.....	23
Figure 1.25: Segment d'approche interrompue.....	23
Figure 1.26: Aire de protection d'une MVL.....	25
Figure 1.27: Segment d'approche intermédiaire	27
Figure 1.28: Système de coordonnées de piste	29

Figure 1.29: Surface OAS.....	29
Figure 1.30: Données de sortie OAS générées par une application sur les OAS.....	30
Figure 1.31: Franchissement d'obstacles de segment de précision... ..	31

Chapitre II : Description des infrastructures et du schéma de circulation aérienne de l'aérodrome d'Annaba

Figure II.1 : Infrastructure de l'aérodrome d'Annaba	34
Figure II.2: L'ancien schéma de l'aéroport d'Annaba	37
Figure II.3: Plan de l'aéroport après sa Première extension... ..	38
Figure II.4: présentation des zones a statut particulier sur la carte de croisière.....	48
Figure II.5: Cheminements VFR d'entrée, de sortie de la CTR.....	43
Figure II.6: Fréquence des départs au court de l'année 2016... ..	48
Figure II.7: La fréquence des arrivées au court de l'année 2016	49
Figure II.8: Fréquence de flux de trafic par axe de DABB de l'année 2016	50
Figure II.9: Statistiques et prévisions de trafic jusqu'à 2021.....	53
Figure II.10: Agrandissement du graphe des prévisions de trafic.....	54

Chapitre III: Conception des procédures de départ, d'arrivée et d'attente

Figure III.1: Explication des méthodes de calcul de franchissement d'obstacles... ..	79
Figure III.2: Départ vers Selma (RWY 05)	80
Figure III.3 : Départ vers Selma (RWY 23)	82
Figure III.4 : Départ vers SELMA (RWY 01).....	84
Figure III.5 : Départ vers Selma (RWY 19)	85
Figure III.5.1: Le parcours de l'aéronef vers SELMA RWY 19.....	87
Figure III.6 : Départ vers JIL (RWY 05).....	89
Figure III.7 : Départ vers JIL (RWY 23).....	90
Figure III.8. Départ vers JIL (RWY 01).....	91
Figure III.9 : Départ vers JIL (RWY 19).....	92
Figure III.10 : Départ vers CSO (RWY 05).....	93
Figure III.11 : Départ vers CSO (RWY23).....	94
Figure III.12 : Départ vers CSO (RWY01).....	95
Figure III.13 : Départ vers CSO (RWY19).....	96

Figure III.14 : Départ vers MORJA (RWY05)	97
Figure III.15 : Départ vers MORJA (RWY23)	98
Figure III.16 : Départ vers MORJA (RWY01)	99
Figure III.17 : Départ vers MORJA (RWY19)	100
Figure III.18 : Gabarit de circuit d'attente en hippodrome pour CAT D	105
Figure III.19 : Aire de base et aire d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT D à 15 NM	106
Figure III.20: l'obstacle retenu pour déterminer l'altitude minimale de sécurité.....	108
Figure III.21 : Schéma des arrivées de l'attente Nord-est avec entrée de 30N.....	109
Figure III.22 : Schéma de la nouvelle CTA d'Annaba.....	110
Figure III.23 : Arrivé du Nord (SALMA et MOUET) et du Nord-est (MORJA)	111
Figure III.24 : Arrivée de Constantine	111
Figure III.25 : Arrivée de JIL	112
Figure III.26: Arrivée de SALMA.....	114
Figure III.27 : Arrivée de MOUET	115
Figure III.28 : Arrivée de MORJA	115
Figure III.29 : Arrivée de Constantine	116
Figure III.30 : Arrivée de JIL	116

Chapitre IV : Les procédures d'approche aux instruments

Figure IV.1 : Vue en profile de la procédure d'approche classique RWY 01... ..	102
Figure IV.2: Les aires de protection du segment initial et intermédiaire.....	104
Figure IV.3: Les aires de protection du segment d'approche final.....	105
Figure IV.4 : Explication de la méthode de détermination de la nouvelle position de l'IF	107
Figure IV.5 : Description de la nouvelle position de l'IF (scénario 3)	108
Figure IV.6 : Segment d'approche interrompue CAT C/D... ..	111
Figure IV.7 : Segment d'approche interrompue CAT A/B... ..	112
Figure IV.8. : MVL pour CAT A, B, C et D	114
Figure IV.9 : Segment d'approche intermédiaire et initiale	116
Figure IV.10 : Segment d'approche final	118
Figure IV.11 : Vue en profil des segments d'approche	120
Figure IV.12 : Les segments d'approches	121
Figure IV.13 : Segment d'approche interrompue	122
Figure IV.14 : MVL pour CAT A, B, C et D	123

Figure IV.15 : Vue en profile de la procédure d'approche classique RWY 19.....	125
Figure IV.16 : Segment d'approche intermédiaire et initiale	126
Figure IV.17: Segment d'approche final	127
Figure IV.18 : Vue en profile du segment d'approche interrompue	127
Figure IV.19: Segment d'approche interrompue CAT C/D...	130
Figure IV.20 : Segment d'approche interrompue CAT A/B...	131
Figure IV.21: Les aires de protection du segment d'approche initial et intermédiaire.....	133
Figure IV.22 : Les aires de protection du segment d'approche final.....	134
Figure IV.23 : Segment d'approche interrompue CAT C/D...	137
Figure IV.24 : Segment d'approche interrompue CAT A/B...	138
Figure IV.25 : Segment d'approche intermédiaire	139
Figure IV.26 : Surface OAS	140
Figure IV.27 : Données de sortie OAS générées par l'application OACI des OAS.....	141
Figure IV.28 : Franchissement d'obstacles de segment de précision...	143

Liste des tableaux

Chapitre I : Généralités sur les procédures de vol

Tableau 1.1: Vitesses (VI) pour les calculs de procédures, en noeuds (kt).....18

Tableau 1.2: marges de /erreur altimétrique.....31

Chapitre II : Projet de Réhabilitation de l'infrastructure de l'aérodrome d'Annaba

Tableau II.1 : Caractéristiques physiques des pistes.....34

Tableau II.2 : Les distances déclarées des pistes 35

Tableau II.3 : Les Dispositifs lumineux d'approche et balisage lumineux de piste 35

Tableau II.4 : Les Dispositifs lumineux d'approche et balisage lumineux de piste..... 36

Tableau II.5 : Les Installations de télécommunication des services de la circulation aérienne36

Tableau II.6 : Les Voies de circulation 39

Tableau II.7 : Route aérien reliant le VOR/DME d'Annaba 41

Tableau II-8: Les coordonnées de la CTA Annaba 42

Tableau II-9:Les coordonnées des zones à statut particulier 43

Tableau II-10 : Les conditions de contrôle pour la classification de l'aérodrome d'Annaba44

Tableau II-11: Variation des mouvements d'avion année 2015 et 2016... 46

Tableau II-12: Flux de trafic (départ) d'année 201647

Tableau II.13: flux de trafic (arrivée) d'année 2016.....48

Tableau II-14:Les prévisions de trafic..... 52

Chapitre III: Conception des procédures de départ, d'arrivée et d'attente

Tableau III.1: Calculs liés à la Construction des virages et leurs protections 56

Tableau III.2 : Les obstacles artificiels..... 57

Tableau III.3 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 05. 61

Tableau III.4 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 05 (pour altitude de 2000ft)..... 61

Tableau III.5: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 05 avec MFO redoublée61

Tableau III.6: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 23...62

Tableau III.7 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 23 (pour altitude de 2000ft)..... 63

Tableau III.8: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 23 avec MFO redoublé	63
Tableau III.9: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 01(pour Altitude 400ft)	64
Tableau III.10: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 01(pour altitude de 2000ft).....	65
Tableau III.11 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 01 avec MFO redoublé	65
Tableau III.12 : Les paramètres du virage vertical installation	67
Tableau III.13: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 16.	78
Tableau III.14: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 19 avec MFO redoublé	68
Tableau III.15 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY05.....	69
Tableau III.16 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 05 avec MFO redoublé	70
Tableau III.17 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 23.....	70
Tableau III.18: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 23 avec MFO redoublé	70
Tableau III.19: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 01.....	71
Tableau III.20 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 01 avec MFO redoublé	71
Tableau III.21: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 19.....	71
Tableau III.22: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 19 avec MFO redoublé	72
Tableau III.23: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 19 (pour altitude de 1000ft)	73
Tableau III.24: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 05.....	73
Tableau III.25: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 05 avec MFO redoublé	74
Tableau III.26: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 23... ..	74
Tableau III.27: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 23 avec MFO redoublé	75
Tableau III.28: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 01 avec MFO redoublé	75
Tableau III.29: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 01 avec MFO redoublé	76
Tableau III.30: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 19.....	76
Tableau III.31: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 19 avec MFO redoublé	77
Tableau III.32: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 05.	77

Tableau III.33 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 05 avec MFO redoublé	78
Tableau III.34 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY23.	78
Tableau III.35 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY01.	79
Tableau III.36 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 01 avec MFO redoublé	79
Tableau III.37 :Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 19.	80
Tableau III.38 : Calculs liés à la construction du gabarit de circuits d'attente	84
Tableau III.39 : Calculs liés à la Construction de l'aire de base et de les aires d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT D à 15 NM.....	85
Tableau III.40 : MFO entière.....	93
Tableau III.41 : Traitement d'obstacle des arrivées de l'attente Nord-est.....	94
Tableau III.42 :Les altitudes minimales des arrivées pour l'attente nord-est.....	94
Tableau III.43 : traitement d'obstacle des arrivées de l'attente Sud-ouest R192°	98
Tableau III.44 : Les altitudes minimales des arrivées pour l'attente sud-ouest.....	98

Chapitre IV : Les procédures d'approche aux instruments

Tableau IV.1 : Les paramètres de la procédure.....	102
Tableau IV.2 :Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	103
Tableau IV.3 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire	103
Tableau IV.4 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	104
Tableau IV.5 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	104
Tableau IV.6 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	106
Tableau IV.7 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	106
Tableau IV.8 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	108
Tableau IV.9 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	108
Tableau IV.10 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	109
Tableau IV.11 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	109
Tableau IV.12 : Calculs de la position du SOC... ..	110
Tableau IV.13 : Les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue	111
Tableau IV.14 : Calcul du rayon Rc	113
Tableau IV.15 : OCH du MVL	114
Tableau IV.16 : Les Valeurs de la MDH arrondies	115
Tableau IV.17 : Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 01... ..	116
Tableau IV.18 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	117
Tableau IV.19 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	117
Tableau IV.20 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	117
Tableau IV.21 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	118

Tableau IV.22 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	119
Tableau IV.23 : Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	119
Tableau IV.24 : Calculs de la position du SOC	121
Tableau IV.25: Calcul du rayon Rc	122
Tableau IV.26: Les valeurs d'OCH du segment d'approche interrompue.....	123
Tableau IV.27: Les valeurs du MDA/H.....	123
Tableau IV.28: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 05... ..	124
Tableau IV.29 : Les paramètres de la procédure d'approche RWY 19	124
Tableau IV.30 : Calculs de soc	128
Tableau IV.31: Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	128
Tableau IV.32: Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	128
Tableau IV.33: Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	128
Tableau IV.34: Calculs des altitudes minimales	129
Tableau IV.35: Calculs des altitudes minimales	129
Tableau IV.36: Les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue ...	129
Tableau IV.37: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 19... ..	132
Tableau IV.38: les paramètres de la procédure.....	132
Tableau IV.39: Calculs de la position du SOC	134
Tableau IV.40: Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	135
Tableau IV.41: Les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire.....	135
Tableau IV.42: Les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire	135
Tableau IV.43: Calculs des altitudes minimales	136
Tableau IV.44: Calculs des altitudes minimales	136
Tableau IV.45: les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue.....	136
Tableau IV.46: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY23... ..	139
Tableau IV.47: Marges de perte de hauteur/d'altimètre	142
Tableau IV.48: calculs d'obstacles naturels et artificiels procédures ILS RWY19	143
Tableau IV.49: Calcul de l'OCH	144
Tableau IV.50 : Les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue... ..	144
Tableau IV.51 : Les Valeurs OCH, DH d'aérodrome ILS RWY19... ..	145
Tableau IV.52 : Les minimums opérationnels	145

Liste Des Acronymes

A

- AIP** : Publication d'information aéronautique
- A/D** : Aérodrome
- ANB** : Annaba
- ANP** : Qualité de navigation réellement atteinte
- AOB** : Angle d'inclinaison latérale
- API** : Approche interrompue
- APV** : Procédure d'approche avec guidage vertical
- APP** : Approche
- ARP** : Point de référence d'aérodrome
- ATC** : Contrôle de la circulation aérienne
- ATM** : Gestion du trafic aérien
- ATS** : Services de la circulation aérienne
- AWY** : Les voies aériennes

C

- CAT** : Catégorie
- CCR** : Centre de contrôle régional
- CSO** : Constantine
- CTA** : Région de contrôle
- CTR** : Zone de contrôle

D

- DA/H** : Altitude/hauteur de décision
- DCP** : Point de franchissement de référence
- DER** : Extrémité départ de la piste
- DME** : Dispositif de mesure de distance
- DP** : Point de descente
- DME** : Système de mesure de distance
- DR** : À l'estime

E

- ENNA** : Etablissement national de la navigation aérienne

F

FIR : Région d'information de vol
FA : Direction depuis un repère jusqu'à une altitude
FAF : Repère d'approche finale
FAP : Point d'approche finale
FIS : Service d'information de vol
FAS : Segment d'approche finale
FATO : Aire d'approche finale et de décollage
FL : Niveau de vol
FT : Pied
FM : Direction depuis un repère jusqu'à une fin manuelle
FMC : Ordinateur de gestion de vol
FMS : Système de gestion de vol
FTP : Point de seuil fictif
FTT : Tolérance technique de vol

G

GP : Alignement de descente « glide path »

H

HL : Perte d'altitude
HRP : Point de référence d'hélistation

I

IAC : Carte d'approche aux instruments
IAF : Repère d'approche initiale
IAP : Procédure d'approche aux instruments
IDF : Repère de départ initial
IF : Repère intermédiaire
IFP : Procédure de vol aux instruments
IFR : Règles de vol aux instruments
ILS : Système d'atterrissage aux instruments
ISA : Atmosphère type internationale

K

KT : Noeud

L

LP : Performance d'alignement de piste

LPV : Performance d'alignement de piste avec guidage vertical

LTP : Point de seuil d'atterrissage conditions météorologiques de vol aux instruments

LLZ : Localizer

LOC : Radiophare d'alignement de piste

M

MAPT : Point d'approche interrompue

MDA/H : Altitude/hauteur minimale de descente

MOC : Marge minimale de franchissement d'obstacles

MOCA : Altitude minimale de franchissement d'obstacles

MFO : marge de franchissement d'obstacle

Min : minute

MSA : Altitude minimale de secteur

MSL : Niveau moyen de la mer

N

NDB : Radiophare non directionnel

NM : Mille marin

NPA : Approche classique

O

OACI : L'Organisation de l'aviation civile internationale

OAS : Surface d'évaluation d'obstacles

OCA/H : Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles

OIS : Surfaces d'identification des obstacles

P

PAPI : Indicateur de trajectoire d'approche de précision

PDG : pente de calcul de procédure

Q

QFU : Orientation de piste par rapport le ord magnétique

QNH : pression atmosphérique

R

RNAV : Navigation de surface

RWY : Piste

RVR: Portée visuelle de la piste

S

SOC: Start Of Climb

SID : Départ normalisé aux instruments

SSR : Radar secondaire de surveillance

STAR : Arrivée normalisée aux instruments

T

TBS : Tbessa

TCH : Hauteur de franchissement du seuil

TF : Route jusqu'à un repère

THR : Seuil

TMA : Région de contrôle terminale

TNA/H : Altitude/hauteur de virage

TP : Point de virage

TWR : tour de contrôle de l'aérodrome

U

UIR : région supérieure d'information de vol

V

VFR : Règles de vol a vue

VI : Vitesse indiquée

VIS : Visibilité

Vor : Radiophare omnidirectionnel VHF

Z

ZT : Altitude Topographique

Introduction générale

Ce présent projet marque la fin de notre formation, dans la spécialité Exploitation Aéronautique au sein de cet honorable Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales(IAESB).

Il représente surtout la mise en pratique de nos connaissances acquises dans notre formation Durant ces cinq (5) dernières années.

Nous avons eu l'opportunité et la facilité d'effectuer des stages pratiques au niveau de l'Entreprise Nationale de la Navigation Aérienne (ENNA), organisme de gestion et de contrôle aérien Algérien.

Etant en constante évolution, le trafic aérien nous impose de veiller à l'application rigoureuse des normes de sécurité adéquates aux normes et procédures internationales.

L'augmentation de la densité du trafic aérien au niveau de nos aéroports, la technologie des nouvelles avions de ligne, leurs structures, leurs masses ; nous commande des mises à niveau de gestion du trafic aérien par des éternelles améliorations de capacités de réception dans des espaces aériens déterminés. Cela se traduit par la création de nouvelles procédures de départ, d'arrivée, attente et d'approche dans le but d'assurer la sécurité, la fluidité et l'économie des vols.

Notre présent travail s'étale sur 4 chapitres ,le 1er chapitre possède des généralités sur les procédures de vol, dans de 2ème chapitre On a traité l'étude de l'existant de l'aéroport d'Annaba après on a passé à la Conception des procédures de départ, d'arrivée et d'attente ainsi que Les procédures d'approche aux instruments aux chapitres 3 et 4 .

Chapitre I :
Généralités sur les
procédures de vol

I.1. Introduction

Avant toute étude, il est important d'avoir une connaissance globale sur le sujet traité du point de vue général et technique. Un plus grand intérêt est consacré aux définitions des termes et aux critères régissant la conception des procédures de vol aux instruments.

Les procédures de vol aux instruments est un ensemble de trajectoires protégées basées sur un ou plusieurs moyens radioélectriques ou sur des points de cheminement calculés, destiné aux aéronefs volant selon les règles de vol IFR. Les types de ces trajectoires sont des procédures en route, de départ, d'arrivée, d'attente et d'approche.

I.2. Procédures de départ aux instruments [2]

I.2.1. Définition

Une 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.

Elle commence à l'extrémité départ de la piste DER, qui correspond à l'extrémité de l'aire déclarée adéquate pour le décollage.

Etant donné que le point d'envol varie, et afin de protéger les virages avant la DER, l'aire protégée commence en un point situé à 600m du début de la piste. Cela est basé sur l'hypothèse que la hauteur minimale de virage à 120m (394ft) au-dessus de l'altitude topographique de la DER pourrait être atteinte à 600m du début de la piste. L'étude du franchissement des obstacles associée à la procédure de départ prend fin au point où la pente de calcul de procédure PDG atteint l'altitude/hauteur minimale autorisée pour la phase de vol en route, Il existe deux types de départ :

- La procédure de départ sur trajectoire – SID ;
- Les procédures de départs omnidirectionnels

I.2.2. Marge minimale de franchissement des obstacles (MFO)

La marge minimale de franchissement d'obstacles MFO dans l'aire primaire est de 0,8% de la distance parcourue depuis la DER. La MFO est égale à zéro à la DER. La procédure doit assurer le franchissement des obstacles situés dans l'aire de protection avec une marge de franchissement d'obstacles MFO.

I.2.3. type de Pente

La pente de calcul de procédure PDG est la pente de montée publiée, mesurée à partir de 5 m (16ft) au-dessus de la DER. La valeur minimale de la PDG est 3,3%. La route de départ est ajustée pour obtenir la PDG minimale. Si cela n'est pas possible,

la PDG peut être augmentée pour procurer la marge minimale de franchissement d'obstacles au-dessus des obstacles 0,8% de la distance depuis la DER.

3 types de pentes de départ peuvent être publiés :

- Pente minimale théorique de montée : permet le franchissement des Obstacles :
- Pente ATS : permet d'assurer des séparations stratégiques
- Pentes supplémentaires : besoins particuliers (performances des aéronefs, nuisances...)

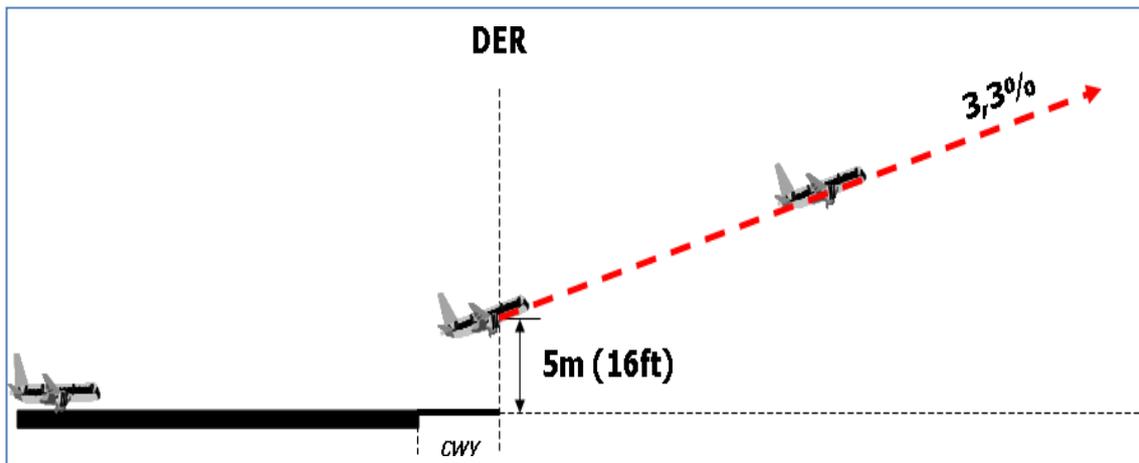


Figure 1.1: Pente minimale théorique [2]

I.2.4. Les types de trajectoires de départ

I.2.4.1. Départ en ligne droite

Un départ dans lequel la trajectoire initiale de départ se trouve à 15° maximum de l'alignement de l'axe de piste.

a) Aire de protection

- Largeur totale au travers de l'installation :

VOR: 2 Nm

NDB: 2.5 Nm

- Evasement:

VOR : 7.8°

NDB : 10.3°

Les aires de protection associées à ce segment sont résumées dans la figure suivante :

- a) Moyen situé par le travers de l'axe de piste / Point tournant à plus de 1.9 Nm de la DER :

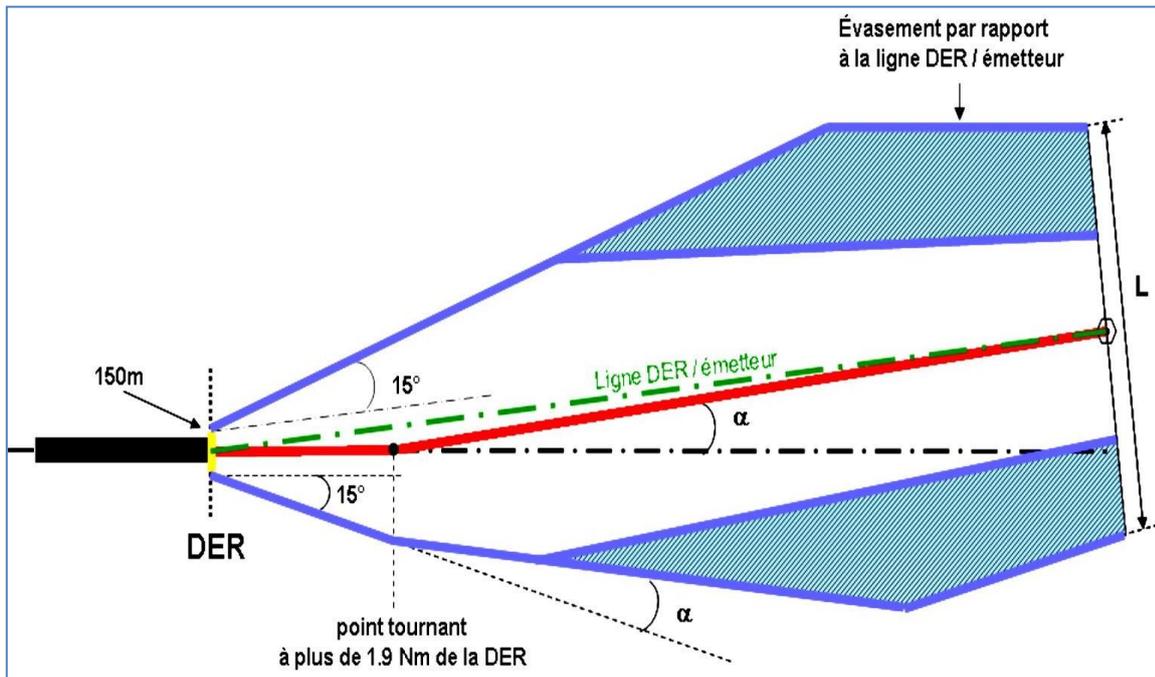


Figure 1.2: Aire de protection associée à une trajectoire de départ en ligne droite [4]

b) Traitement des obstacles

$$H_a/c \geq H_{obst} + MFO$$

$$5 \text{ m} + (D \times p) \geq H_{obst} + MFO$$

p: pente de montée ; d : distance DER / Obstacle, MFO = 0.008 x D

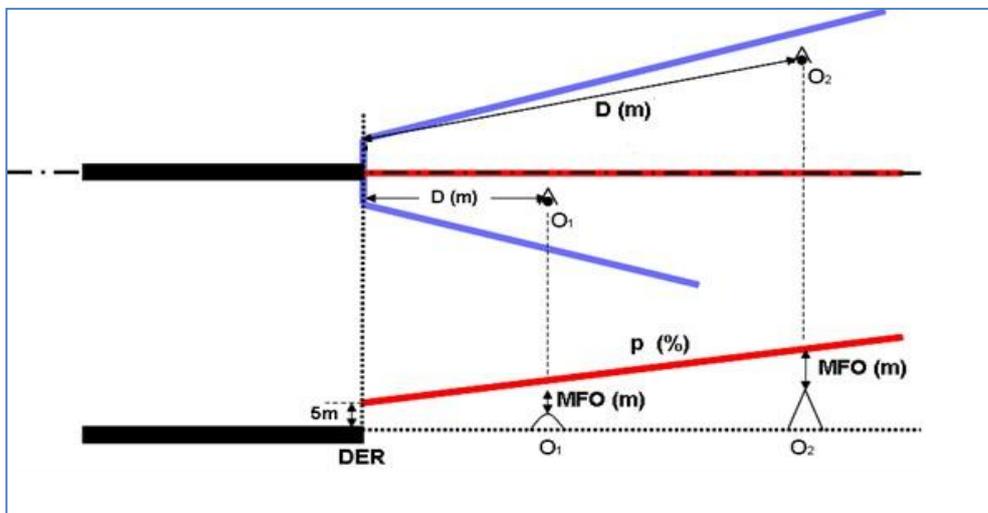


Figure 1.3 : Traitement d'obstacle pour une trajectoire de départ en ligne droite [4]

I.2.4.2. Départ avec virage

Un départ comportant un virage de plus de 15° est un départ avec virage. Les virages peuvent être spécifiés à une altitude/hauteur, à un repère ou à une installation.

Le vol en ligne droite est présupposé jusqu'à ce que soit atteinte une hauteur d'au moins 120 (ft) m au-dessus de l'altitude de la DER.

Les aires prises en compte dans la conception de départs avec virage se définissent comme :

- a) l'aire de mise en virage ;
- b) l'aire de virage.

L'aire de mise en virage : est une aire dans laquelle l'aéronef exécute une montée en ligne droite afin d'atteindre la MOC requise avant le commencement d'un virage

L'aire de virage : est l'aire dans laquelle l'aéronef est considéré comme étant en virage.

Deux types de virage :

- Virage a TNA/H : Le virage commence à une hauteur minimale désigner
- Virage a TP : Le virage sera amorcé depuis un point de virage déterminé par le concepteur.

a) Construction des aires de protection

L'aire de protection des virages est composée de deux, la construction de ces dernières est résumée comme suit tel :

- **Construction de l'aire de mise en virage**

De Virage a TNA/H, à 600 m du seuil de piste sur une largeur de 300 m (150 m de part et d'autre de l'axe de piste) jusqu'à un virage a TNA/H c'est au point de virage, et pour un virage à TP c'est au TP amont.

- **Construction de l'aire de virage**

Pour un virage a TNA/H c'est le long des limites de l'aire de mise en virage, et pour un Virage à TP c'est au TP amont jusqu'au TP aval du segment suivant.

b) Traitement des obstacles

- **Aire de mise en virage**

Voici un exemple montrant l'étude de franchissement d'obstacle, pour un obstacle qui se situe dans l'aire de mise en virage :

Afin que l'aéronef survole l'obstacle en toute sécurité il faut que la relation suivante soit satisfaite :

$$5m + (drO1 \times p) \geq Hobs + MFO$$

- **Aire de virage :**

Voici un exemple montrant comment étudié le franchissement d'obstacle, pour un obstacle qui se situe dans l'aire de virage :

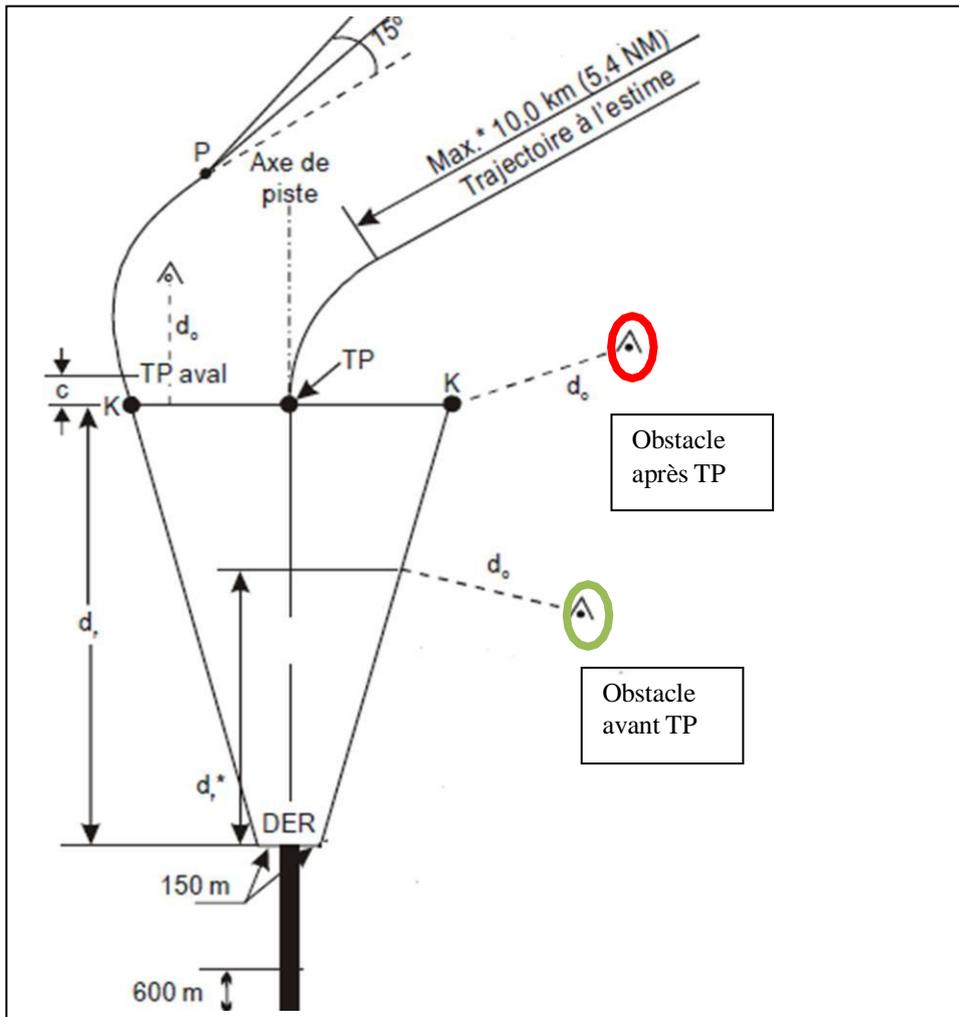


Figure 1.4: Traitement d'obstacle dans l'aire de virage et l'aire de mise en virage [2]

Afin que l'aéronef survole les obstacles dans l'aire de virage la relation suivante doit être satisfaite :

$$5 \text{ m} + (d_r + d_o) \times p \geq \text{Hobst} + \text{MFO}; \text{ où MFO : } \max * (d_r + d_o) \times 0.008 ; 90 \text{ m} +$$

d_r : distance horizontale DER / TP amont ;

d_o : distance obstacle / TP amont ;

I.3. Procédure d'arrivées aux instruments

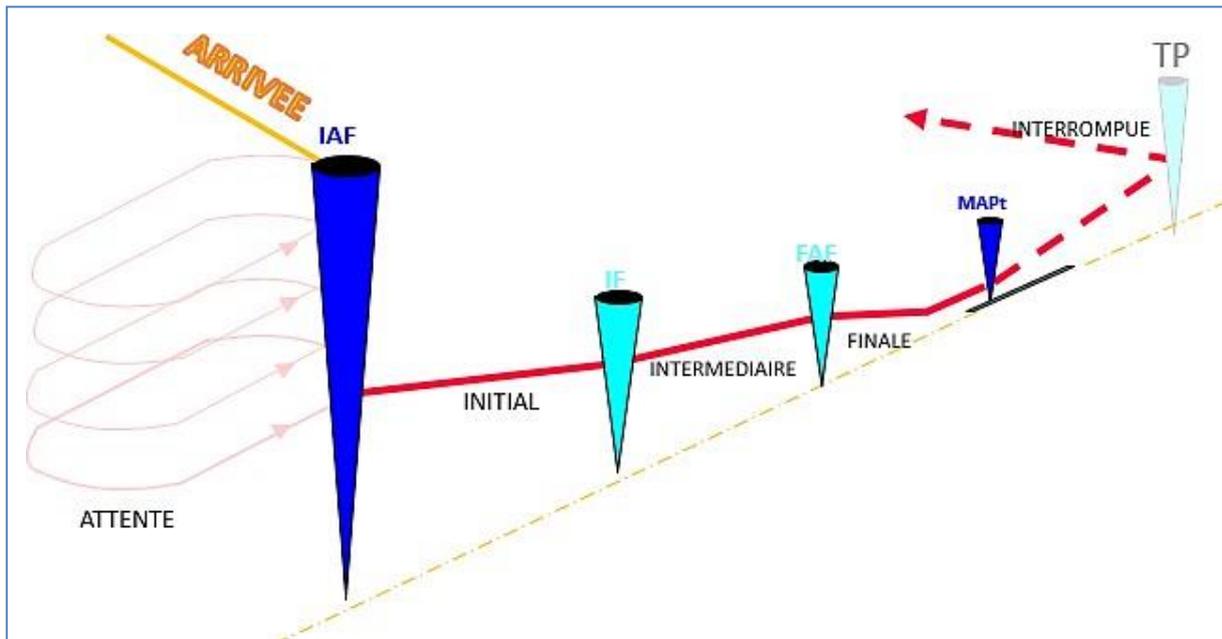


Figure 1.5 : Segment d'arrivé

I.3.1. Arrivées omnidirectionnelles [2]

Des altitudes minimales de secteur ou des altitudes d'arrivée en région terminale sont fixées pour chaque aéroport.

Les altitudes minimales de secteur MSA assurent, pour les arrivées à l'intérieur d'un secteur défini et sur une distance de 25NM de rayon centré sur une installation radioélectrique (voir figure 1.6.)

Elle est calculée en appliquant, une marge de franchissement d'obstacle minimale de 300 m (984ft) par rapport aux obstacles situés dans le secteur considéré.

Ces altitudes déterminent le niveau le plus bas utilisable dans la phase d'arrivée.

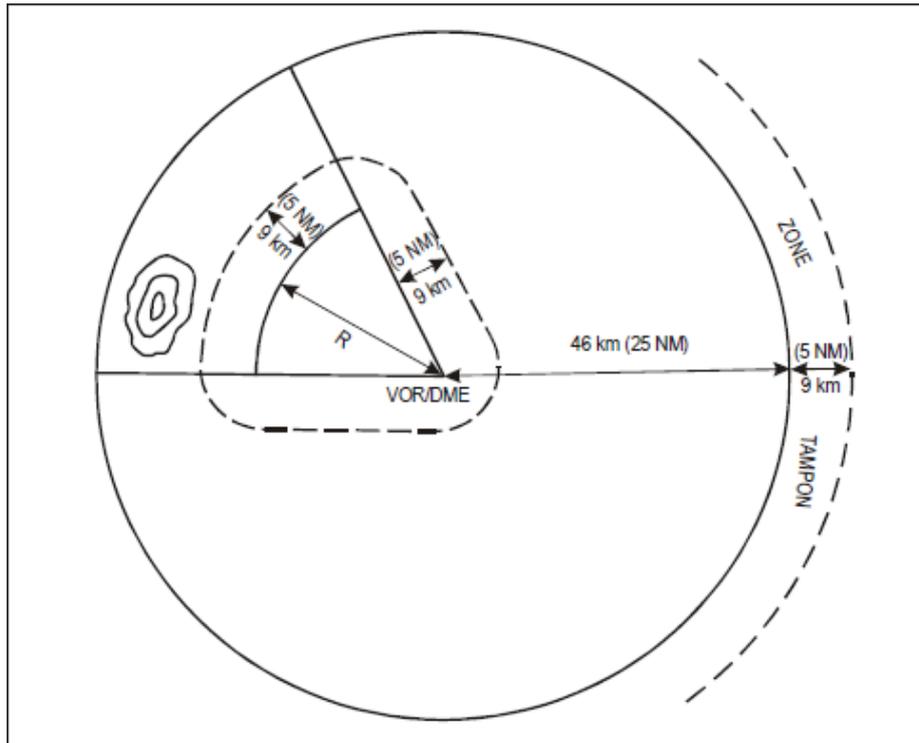


Figure 1.6: Altitude minimale de secteur [2]

I.3.2. Arrivées normalisées aux instruments STAR [2]

Les routes d'arrivée normalisée aux instruments STAR commence à un repère, par exemple installation de radionavigation, intersection, repère de dispositif de mesure de distance (DME) ou point de cheminement.

Une STAR doit permettre la transition entre la phase en route et la phase d'approche en joignant un point significatif, normalement sur une route ATS, avec un point à partir duquel commence la procédure d'approche aux instruments.

Le début de la route d'arrivée est, suivant les cas :

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

a) Construction des aires :

Les routes d'arrivées peuvent être rectilignes ou basé sur un arc DME

➤ **Routes d'arrivées d'une longueur égale ou supérieure à 25 NM**

Lorsque la longueur de la route d'arrivée est supérieure ou égale à 46 km (25 NM), La largeur de l'aire diminue depuis 46 km (25 NM), à un angle de convergence de 30° de part et d'autre de l'axe, jusqu'à ce qu'elle atteigne la largeur totale de 10 NM. (Voir figure.1.7.)

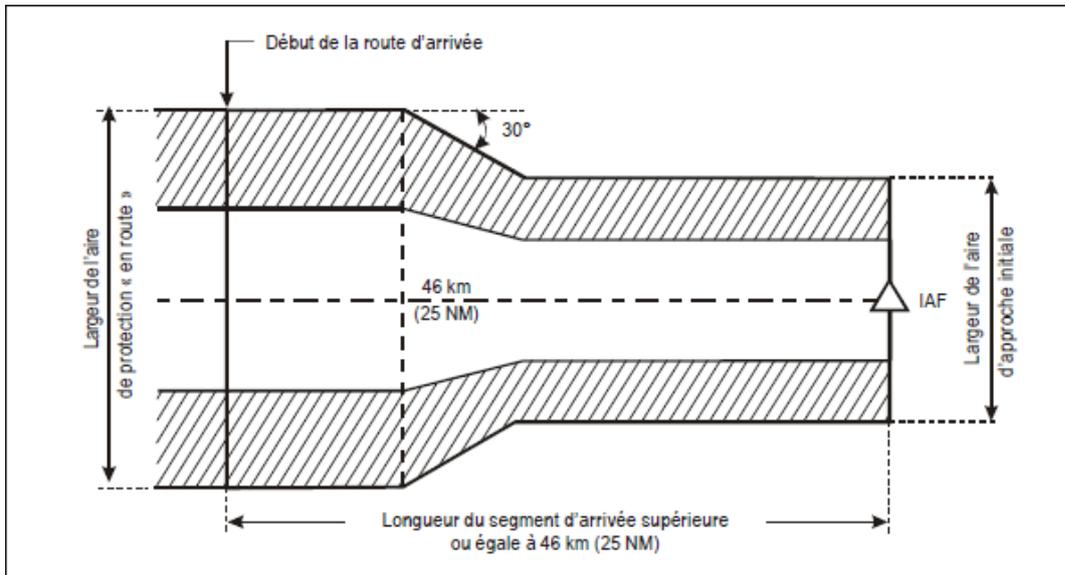


Figure 1.7: Segment d'arrivée rectiligne — aire de protection [2]

➤ **Routes d'arrivées d'une longueur égale ou inférieurs à 25 NM**

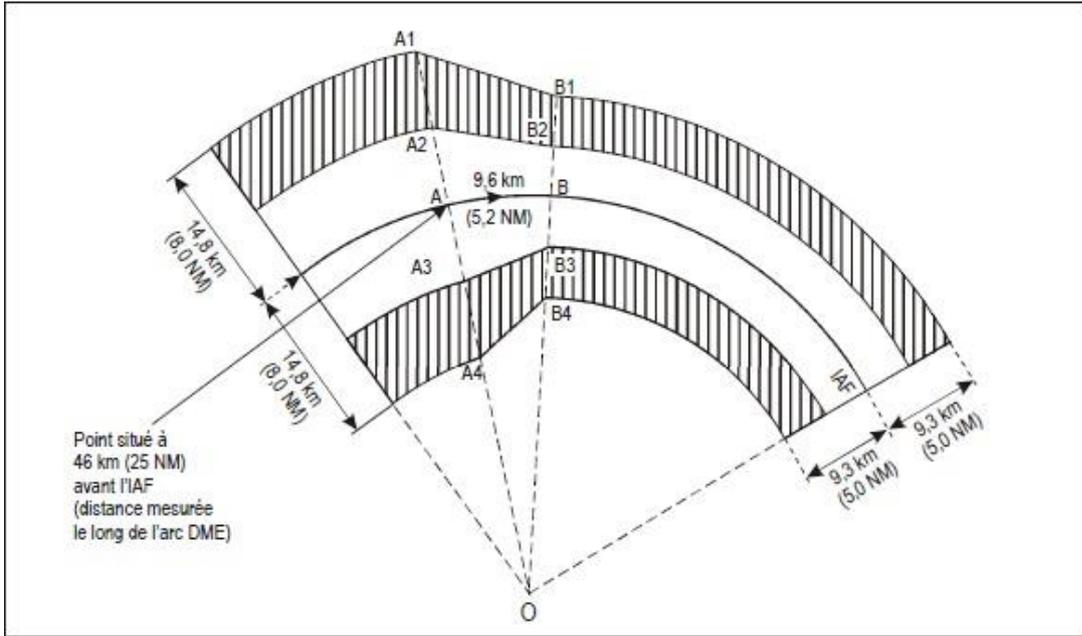
C'est une trajectoire d'arrivée qui mesure 25NM ou moins, depuis le premier point d'arrivé jusqu'à l'IAF.

➤ **Routes d'arrivées basées sur un 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 10NM.

Dans le cas d'une arrivée basée sur un arc DME :

- La distance de 25NM se mesure le long de l'arc DME ;
- La diminution de largeur se fait sur une distance de 5.2 NM, mesurée le long de l'arc DME. (voir figure 1.8)



Figure

1.8: Route d'arrivée basée sur un arc DME [2]

b) La marge de franchissement d'obstacle MFO

La marge de franchissement d'obstacles dans l'aire primaire sera au minimum de 300 m (984 ft). Dans l'aire secondaire, il sera prévu une marge de 300 m (984 ft) au bord intérieur, diminuant linéairement jusqu'à zéro au bord extérieur. (voir Figure 1.9)

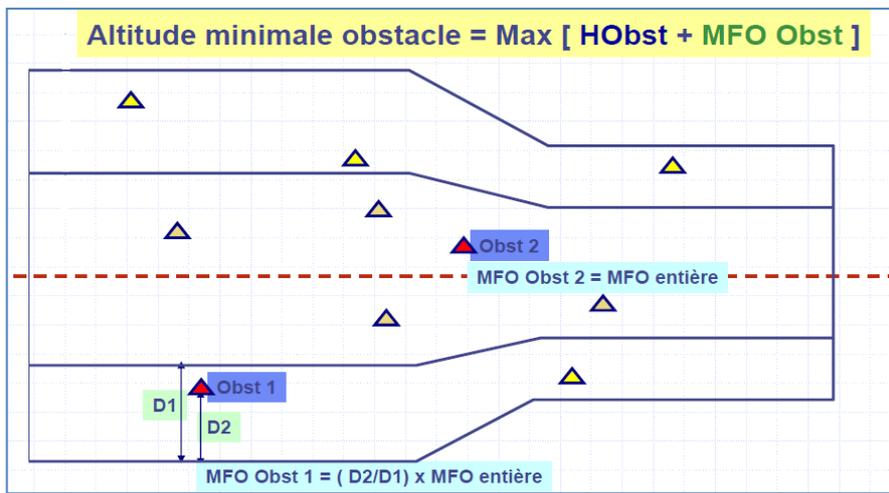


Figure 1.9: Calcul de l'altitude minimale d'obstacle MFO [4]

I.4. Procédure d'attente

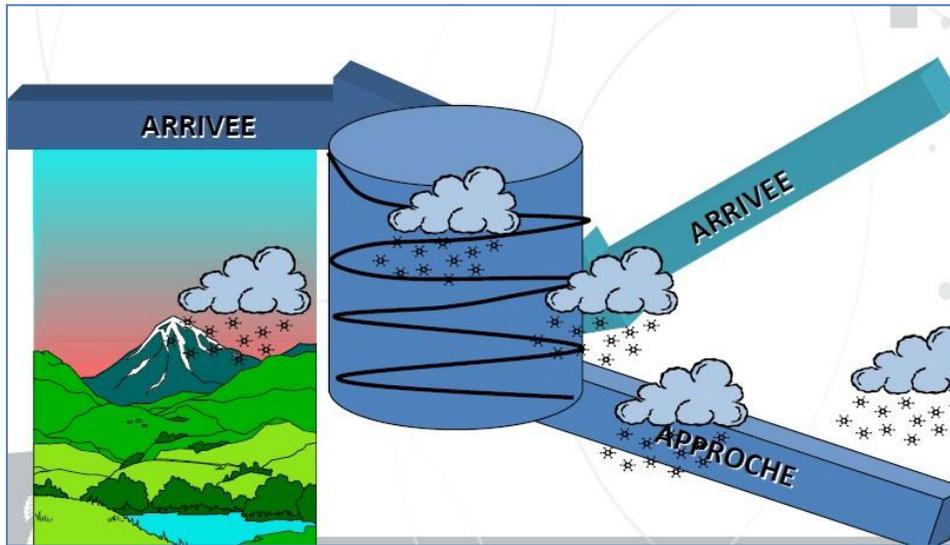


Figure 1.10: Attente

I.4.1. Définition et but de circuit d'attente [2]

L'attente est par définition une procédure de manœuvre destinée à attendre ; elle est effectuée, lorsque c'est nécessaire, selon un circuit en hippodrome défini de la façon suivante :

- après la verticale du repère sur lequel est basé le circuit, virage de demi-tour dans le sens spécifié ; éloignement, pendant le temps prescrit ou éventuellement jusqu'à un point de repère secondaire
- virage de retour pour intercepter et suivre la trajectoire de rapprochement.

L'attente est protégée pour :

- une vitesse indiquée maximale (VI) ;
- une altitude pression maximale (Zp) ;
- une longueur spécifiée des segments rectilignes (temps ou distance).

L'altitude minimale d'attente est calculée en prenant en compte une MFO marge de franchissement d'obstacle d'au moins 300 m (1000 ft) (au-dessus d'une région montagneuse une marge supérieure à 300m et pouvant atteindre 600m (2000ft) peut être appliquée).

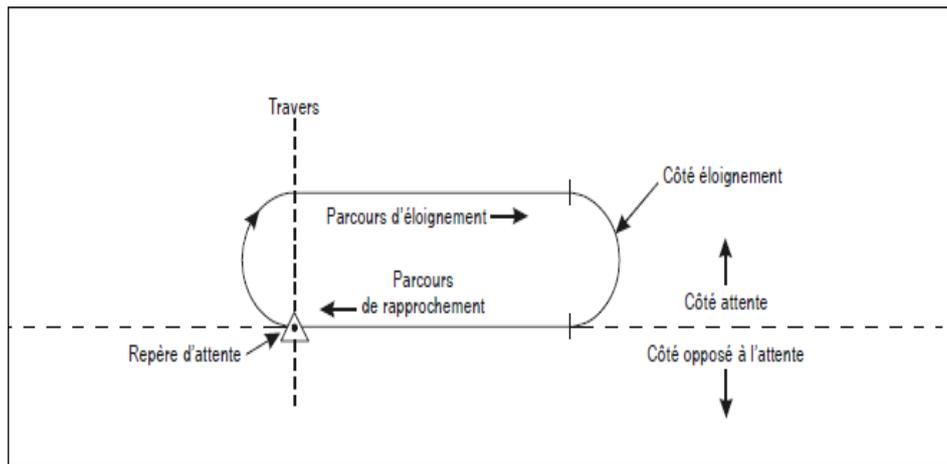


Figure 1.11: Forme de circuit d'attente[2]

I.4.2.Types d'attente [2]

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

- ✚ Attente VOR ou NDB effectuées à la verticale d'une installation.
- ✚ Attente sur intersection de rayon 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.

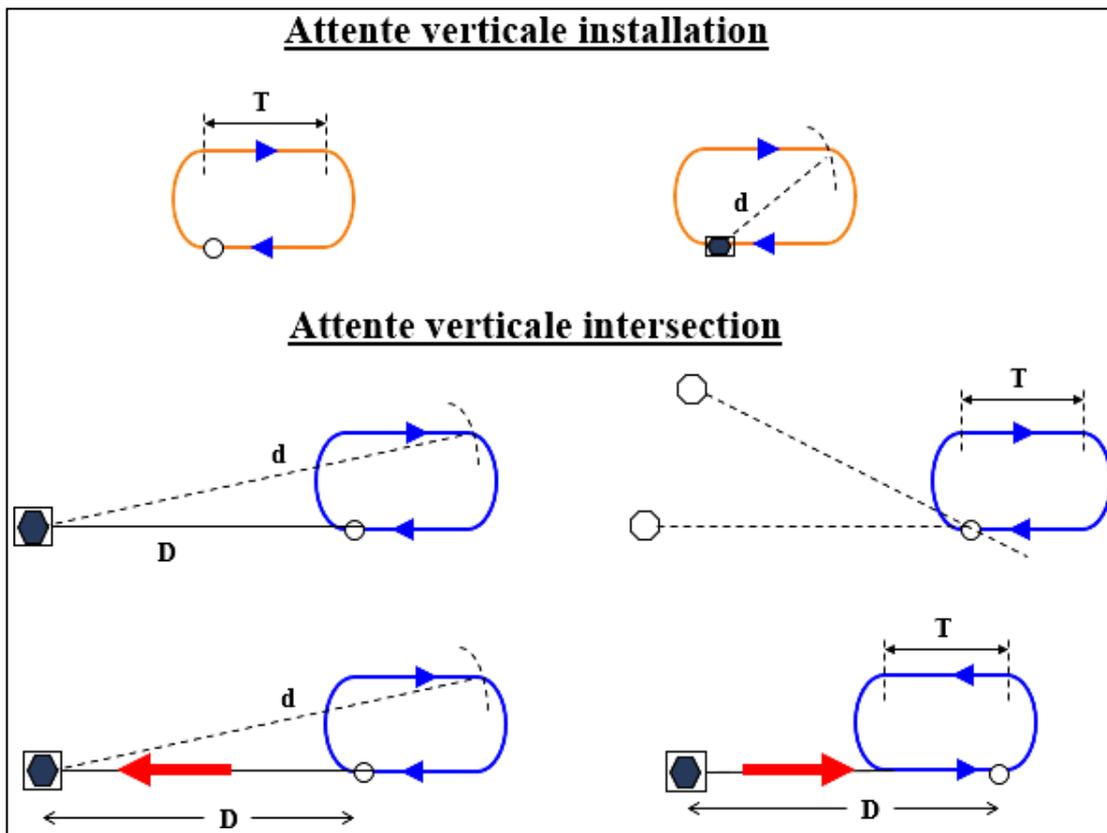


Figure1.12: Type d'attente.

I.4.3. Les entrées d'attente [2]

Quelle que soit la trajectoire de ralliement, l'entrée en attente commence en général au survol du repère d'attente et s'effectue en respectant :

- une vitesse indiquée maximale (celle spécifiée pour l'attente) ;
- une altitude minimale (l'altitude minimale d'attente) et une altitude maximale (Z_p spécifiée) ;
- la méthode d'entrée.
- L'entrée dans l'attente sur un point de repère (Attente VOR ou NDB) est supposée s'effectuer selon le cap en fonction des trois secteurs d'entrée (voir fig08)
- L'entrée dans l'attente sur une intersection VOR, la trajectoire d'entrée est limitée aux radiales VOR et arcs DME (voir. Figure1.13).

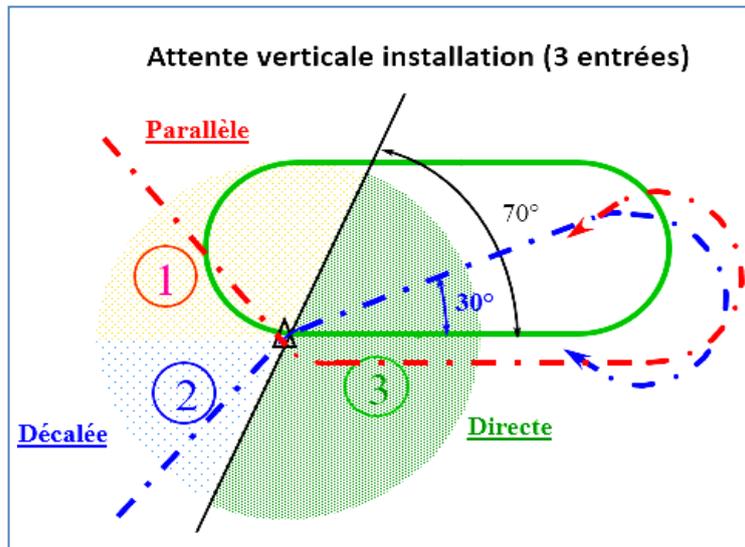


Figure1.13: Les secteurs d'entrées.

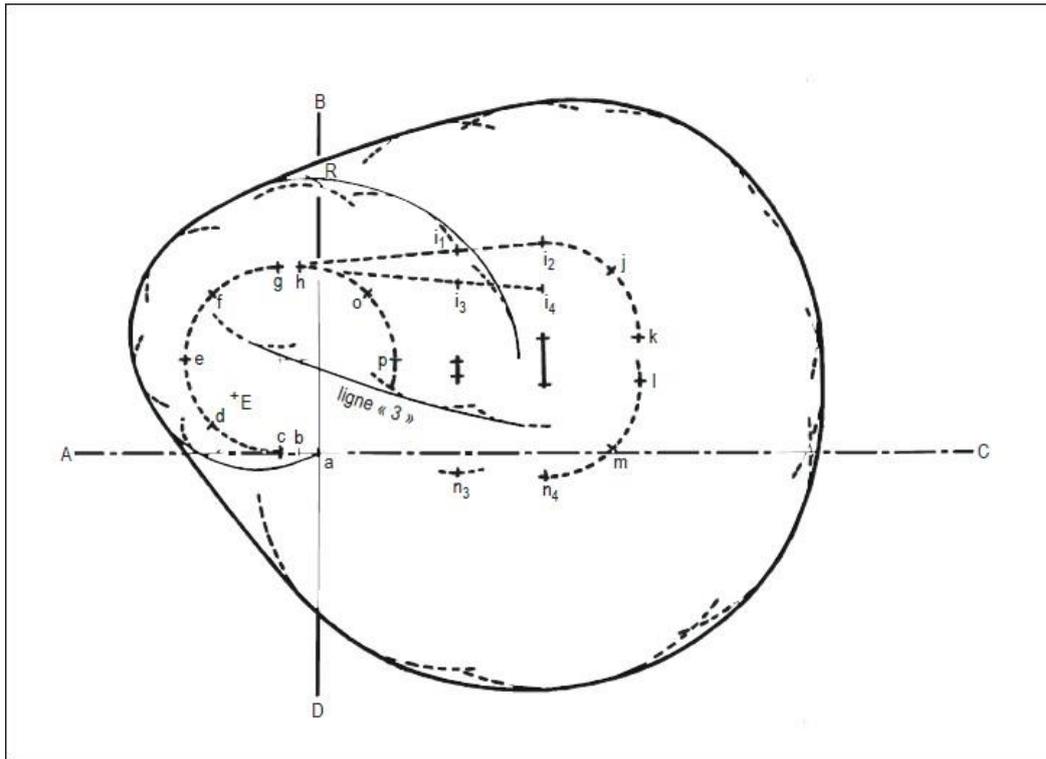
1.4.4. Construction des aires de protections pour une attente VOR/DME[2]

La construction de l'aire de base et les aires entrées de la procédure se fait en deux étapes :[2]

- **La première étape** consiste à construire un gabarit pour le temps, la vitesse et l'altitude appropriés pour une attente VOR/DME. (voir figure 1.14).

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



Figure

1.14: La construction du Gabarit de circuit d'attente[2]

- **La deuxième étape** consiste à tracer l'aire de base et les aires d'entrées d'une attente VOR/DME :

-Les paramètres de distance sont choisis et calculés dans l'ordre suivant (voir figure 1.15)

- **choix de la distance nominale : D**

D est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et le point de procédure à l'altitude spécifiée.

$$D = 15 \text{ NM}$$

- **choix de la distance en éloignement ds :**

ds est la longueur horizontale du parcours d'éloignement ; ds devrait obéir à la relation $ds \geq vt$, dans laquelle t est le temps d'éloignement.

On a $ds = 5 \text{ NM}$ et d'après le tableau (annexe 1) $vt = 4,592 \text{ NM}$

Donc $ds \geq vt$ (vérifiée)

- **calcul de la distance horizontale : Ds**

Ds est la distance entre l'installation VOR/DME (S) et la projection du point de procédure sur le plan horizontal passant par la station (point A).

$$Ds = \sqrt{D^2 - hl^2}$$

Où hl : est la hauteur de protection de l'attente (hl = 10000 ft)

(Ds, D et hl en kilomètres)

- **calcul de la distance limite d'éloignement : DL**

DL est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et la fin du parcours d'éloignement à l'altitude spécifiée

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + hl^2}$$

Où r est rayon de virage.

(DL, Ds, ds, r, hl en kilomètres)

- **calcul de la distance limite horizontale d'éloignement : DLs**

DLs est la distance entre l'installation VOR/DME et la projection verticale de la fin du parcours d'éloignement sur le plan horizontal passant par la station.

$$DLs = \sqrt{DL^2 - hl^2}$$

(DLs, DL, hl en kilomètres)

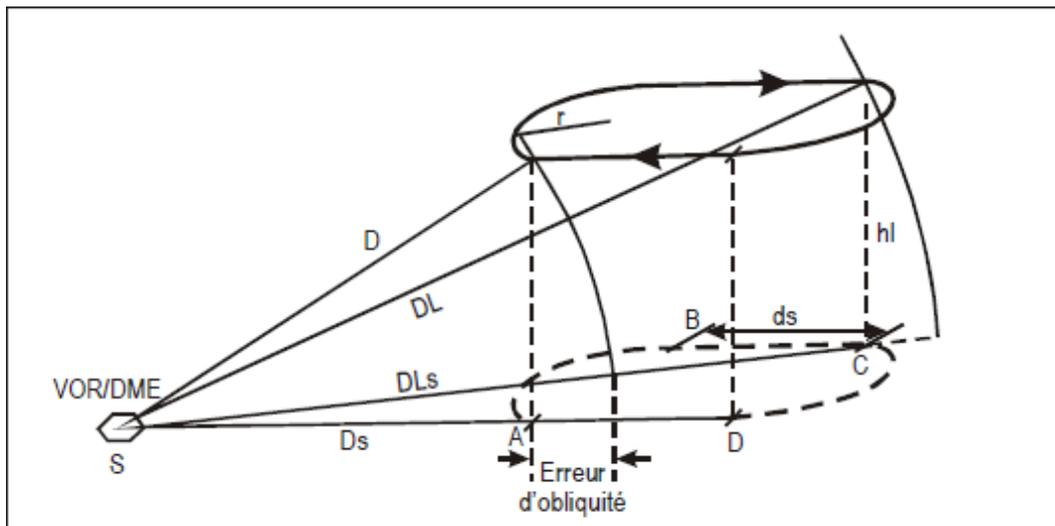
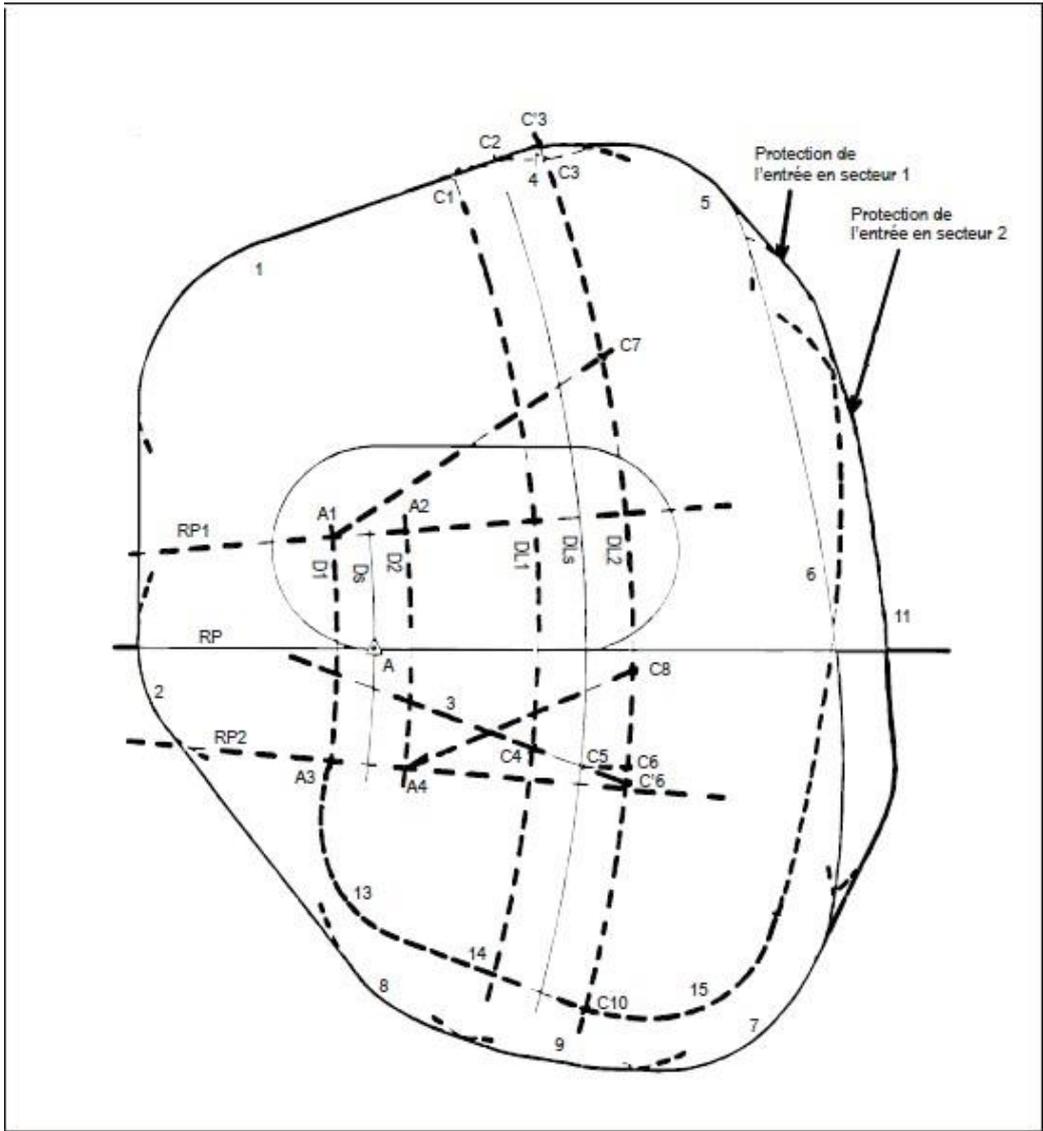


Figure 1.15: Les paramètres d'attente VOR/DME[2]

Après on suivre les étapes (doc 8168) et à l'aide du gabarit conçu en première étape on traçant l'aire de base et les aires d'entrées de l'attente VOR-DME (voir 1.16)



**Figure 1.16: Procédure VOR/DME en rapprochement de l'installation
Aire de base et aire correspondante pour entrées [2]**

I.5. Procédure d'approche classique [2]

Les segments qui constituent une procédure d'approche aux instruments sont au nombre de quatre, l'initial, l'intermédiaire, le final et l'interrompu.

La conception des aires de protection des différents segments d'une procédure d'approche aux instruments est basée sur les vitesses indiquées dans le tableau suivant :

Tableau1.1 : Vitesses (VI) pour les calculs de procédures, en nœuds (kt)[2]

Catégorie d'aéronefs	V_{at}	Fourchette de vitesses pour l'approche initiale	Fourchette de vitesses d'approche finale	Vitesses maximales pour manœuvres à vue (approche indirecte)	Vitesses maximales pour approche interrompue	
					intermédiaire	finale
A	<91	90/150(110*)	70/100	100	100	110
B	91/120	120/180(140*)	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275
H	S/O	70/120**	60/90***	S/O	90	90
CAT H (PinS) ***	S/O	70/120	60/90	S/O	70 ou 90	70 ou 90

I.5.1. Segment d'approche initial

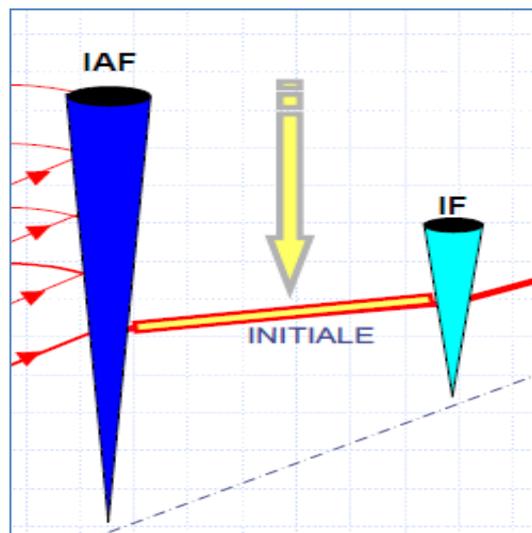


Figure1.17:Segment d'approche initial.

→ Définition [2]

Le segment d'approche initiale commence au repère d'approche initiale (IAF), il permet de perdre de l'altitude et de présenter l'aéronef sur l'axe.

Une approche initiale peut s'effectuer le long d'une radiale VOR, d'un relèvement NDB, d'un vecteur radar spécifié ou d'une combinaison de ces éléments. Si aucune de ces options n'est possible, un arc DME ou un cap spécifié peut être utilisé.

→ Aire de protection

La figure suivante montre l'aire de protection standard d'une approche initiale :

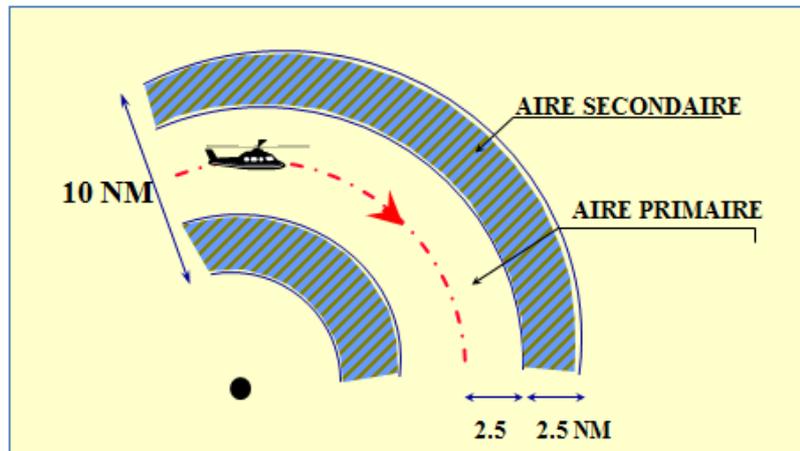


Figure1.18:Aire de protection du segment d'approche initial « trajectoire curviligne ».

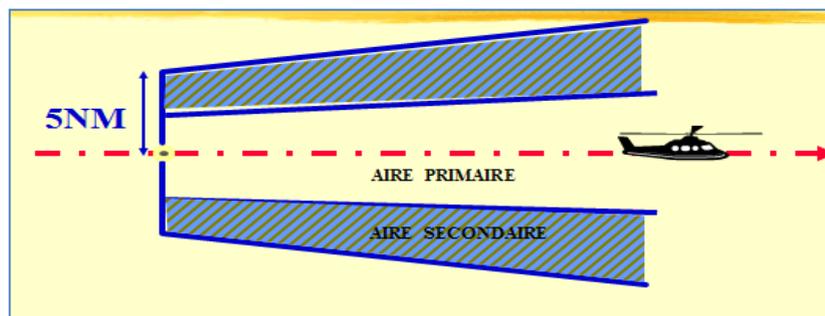


Figure1.19:Aire de protection du segment d'approche initial « trajectoire rectiligne »

→ Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

$$MOCA(H) = \text{MAX} (\text{ALT Obs} + \text{MFO}).$$

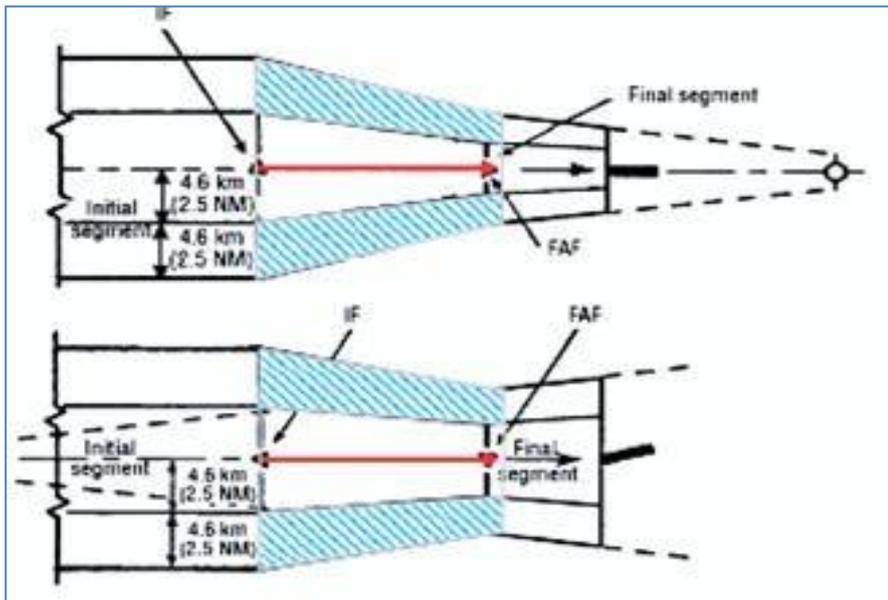
→ MFO :

- Aire primaire : égale à 300 m, mais majoré en région montagneuse.

(Voir tableau 1.2)

- Aire secondaire : Linéairement décroissante.

I.5.2. Segment d'approche intermédiaire [2]



→ **Figure 1.20: Segment d'approche Intermédiaire.**

→ **Définition**

Le segment d'approche intermédiaire est un segment facultatif, qui permet de faire la liaison entre l'initiale et la finale et de préparer l'aéronef à l'approche finale, il commence à l'IF ou bien à la sortie de virage, et s'achève au FAF.

Ce segment admet des trajectoires rectilignes seulement, mesuré entre 15NM et 5 NM (10NM optimum). Il est souvent pris en pallier, mais il peut être aussi pris en descente (Pente maximale de 5.2%) où on doit prévoir un pallié de 1 NM pour CAT A/B et de 1.5 NM pour CAT C/D.

→ **Aire de protection**

La figure suivante montre l'aire de protection d'une approche intermédiaire :

Les figures suivantes montrent l'aire de protection d'une approche intermédiaire :

Figure 1.21: Aire de protection du segment intermédiaire après une initiale rectiligne[2]

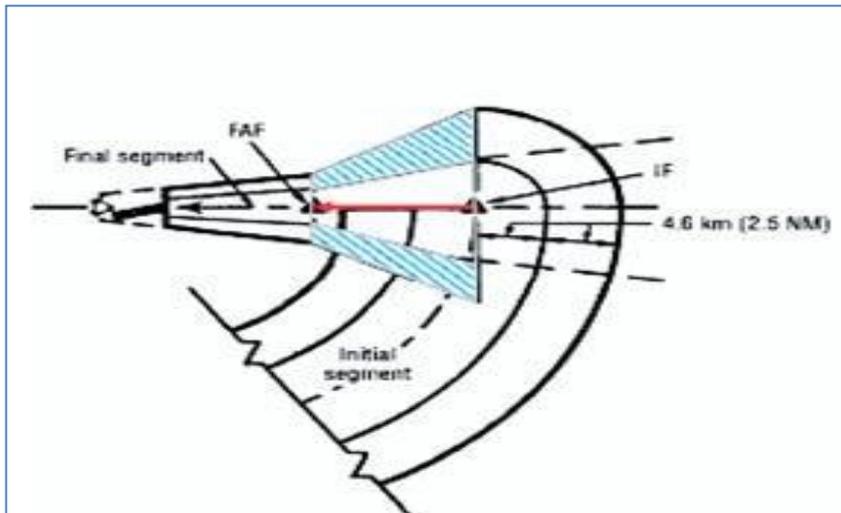


Figure1.22: Aire de protection du segment intermédiaire après une initiale curviligne[2]

→ Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

$$MOCA(H) = \text{MAX} (\text{ALT Obs} + \text{MFO}).$$

→ MFO :

- Aire primaire : égale à 150 m, mais peut être majoré jusqu'à 300m en région montagneuse.
- Aire secondaire : Linéairement décroissante.
-

I.5.3. Segment d'approche finale

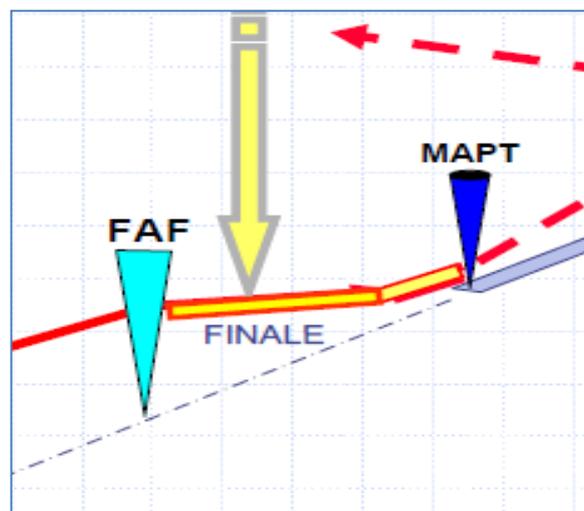


Figure1.23: Segment d'approche finale.

→ Définition

Le segment d'approche final est un segment permanent, qui permet la descente en vue d'atterrissage, il commence au FAF ou à la fin de virage de rapprochement (Final sans FAF) et s'achève au MAPT.

Ce segment admet des trajectoires rectilignes radioguidé, mesuré entre 10NM et 3NM (5NM optimum). Il est toujours pris en descente et sa pente varie entre minimum 4.3% et maximum 6.5% pour CAT A/B, et 6.1% pour CAT C/D (5.24% optimum).

→ Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

$OCA(H) = \text{MAX} (\text{ALT Obs} + \text{MFO})$.

→ MFO

L'OCA/H pour une approche classique en ligne droite, dans laquelle l'angle entre la trajectoire et le prolongement de l'axe de piste ne dépasse pas 5 degrés, assurera la marge de franchissement d'obstacles (MOC) minimale ci-après au-dessus des obstacles dans l'aire d'approche finale :

a) 75 m (246 ft) avec FAF ;

b) 90 m (295 ft) sans FAF.

→ Aire de protection

✚ Procédure avec FAF :

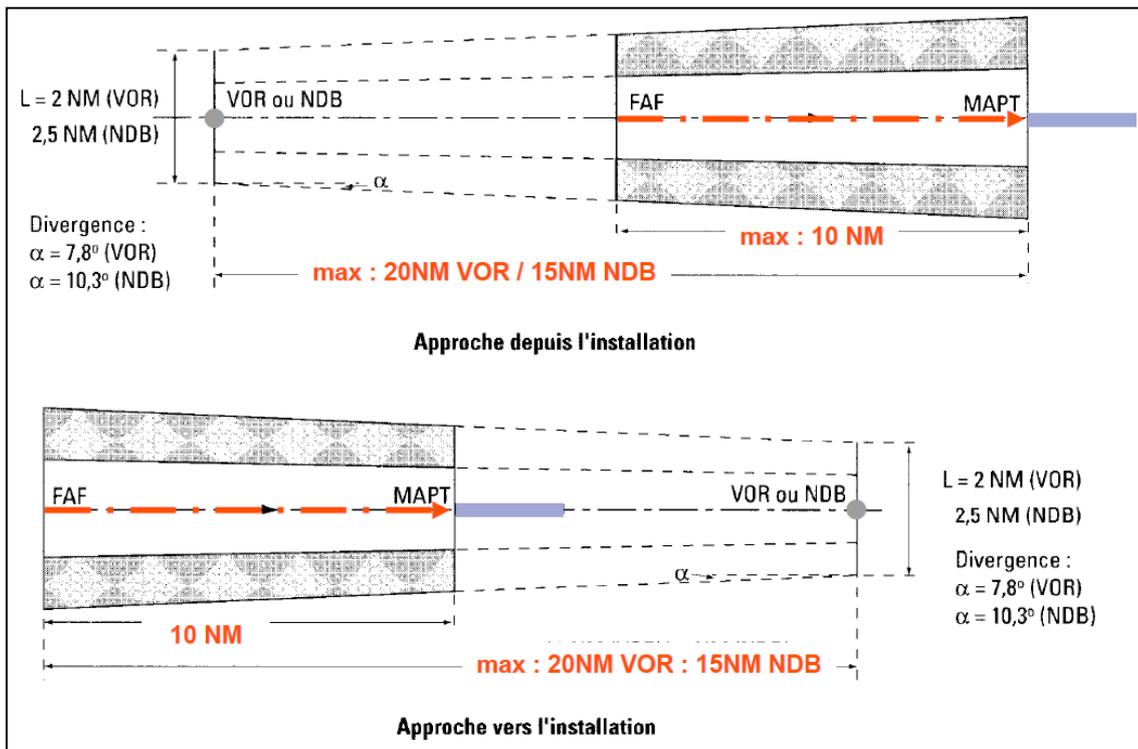


Figure 1.24: Aire de protection d'une approche finale avec FAF.

I .5.4. Segment d'approche interrompue

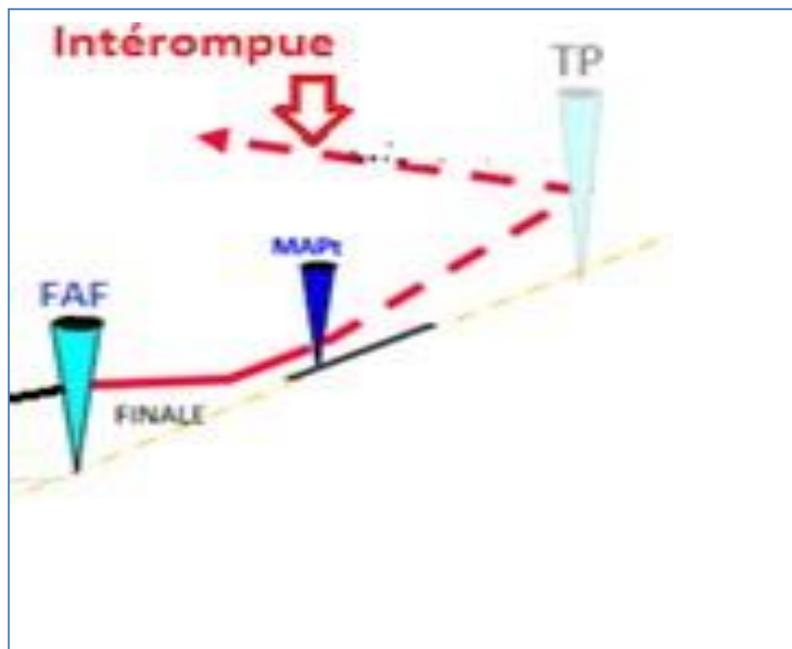


Figure 1.25: Segment d'approche interrompue.

Définition [2]

Une procédure d'approche interrompue sera établie pour chaque approche aux instruments lorsqu'il s'avère impossible de poursuivre l'approche jusqu'à l'atterrissage.

Cette trajectoire prend fin à l'altitude/hauteur suffisante pour permettre :

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

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

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

→ Phases du segment d'approche interrompue :

Le segment d'approche interrompue commence au MAPt et inclut les trois phases suivantes :

- **phase initiale** : commence au premier MAPt et va jusqu'au début de la montée (SOC) ;

- **phase intermédiaire** : va du SOC jusqu'au point où une marge de franchissement d'obstacles de 50 m (164 ft) est initialement obtenue et peut être maintenue ;
- **phase finale** : va jusqu'au point où sont amorcés une nouvelle approche, une attente ou un retour au vol de croisière ; des virages peuvent être effectués au cours de cette phase.

→ Types d'approche interrompue

Il y a deux types d'approche interrompue :

- ✚ l'approche interrompue en ligne droite (inclut des virages inférieurs ou égaux à 15°) ;
- ✚ l'approche interrompue avec virage.

Les virages peuvent être définis comme ayant lieu :

- ✚ a) à une altitude/hauteur ;
- ✚ b) à un repère ou une installation ; ou
- ✚ c) au MAPT.

→ Calcul du début de la montée (SOC) :

le MAPT est défini par une installation de navigation ou un repère ; le SOC est déterminé par la somme de deux éléments :

- la tolérance de MAPT;
- la distance de transition (X).

La tolérance de MAPT : est définie par la somme de deux éléments :

- la tolérance intégrale de l'installation/du repère ;
- une distance (d) prévue pour le temps de réaction du pilote ;

$d = 3 \text{sec} (\text{vitesse maximale approche interrompue finale} + 10 \text{kt})$

Distance de transition avec un MAPT :

$X = 15 \text{sec} (\text{vitesse maximale approche interrompue finale} + 10 \text{kt})$

Les paramètres de virages :

Les vitesses sont tirées du tableau (I.1.)

I.6. Procédure d'approche indirecte (Manœuvre à vue)

Une manœuvre à vue est publiée lorsque l'atterrissage peut s'effectuer dans une direction différente de celle de l'approche aux instruments, ou lorsque l'approche finale ne peut pas être exécutée en approche directe, ou bien lorsque des contraintes opérationnelles imposent de ne pas se poser directement sur la piste desservie par la procédure. On distingue deux types de manœuvre à vue : libre et imposé.

I.6.1. Manœuvre à vue libre (MVL)

Manœuvre à vue effectuée à l'issue d'une procédure d'approche aux instruments, et pour laquelle le pilote n'a pas de trajectoire à respecter, mais est supposé rester à l'intérieur des limites de l'aire de protection associée à sa catégorie d'aéronef.

I.6.2. Aire de protection

Les dimensions de l'aire MVL varient selon la catégorie d'aéronefs et l'aire est obtenue en traçant à partir du seuil de chaque piste utilisable, un arc de cercle de rayon approprié (R_c) correspondant à la catégorie d'aéronefs pouvant atterrir sur cette piste, puis en menant les tangentes à ces arcs.

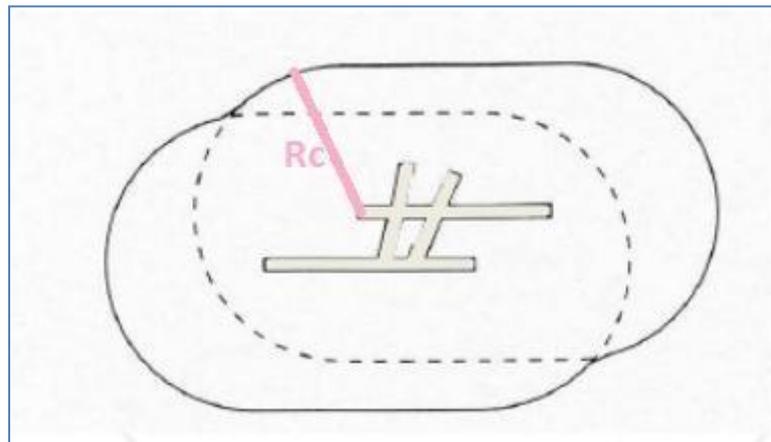


Figure 1.26:Aire de protection d'une MVL.

I.7.Procédure d'approche de précision [2]

Les différences avec une procédure classique, résident dans les caractéristiques du segment de précision de l'ILS, qui comprend le segment d'approche finale ainsi que les phases initiale et intermédiaire du segment d'approche interrompue. Ces caractéristiques sont liées aux performances des systèmes ILS.

I.7.1. Segment d'approche initial [2]

- Mettra l'aéronef sur un CAP qui lui facilitera l'interception du LLZ
- On rajoutera aux critères généraux ce qui suit:
 - a)Alignement :
 - ✓ Angle (App initiale, App intermédiaire) $< 90^\circ$
 - ✓ Si angle $> 70^\circ \Rightarrow$ radial, relèvement ou vecteur radar
 - ✓ Si angle $> 90^\circ \Rightarrow$ Inversion ou hippodrome
 - b)Aire :

I.7.2. Segment d'approche intermédiaire

- On rajoutera aux critères généraux ce qui suit:

a) Alignement

- ✓ Le segment intermédiaire doit être aligné sur l'axe de radioalignement de piste.

b) Longueur

- ✓ Longueur optimal : 5 NM
- ✓ Longueur maximale : 25 NM

c) Largeur

- ✓ Largeur finale de l'approche initiale et se rétrécit graduellement pour coïncider avec les surfaces X d'OAS.

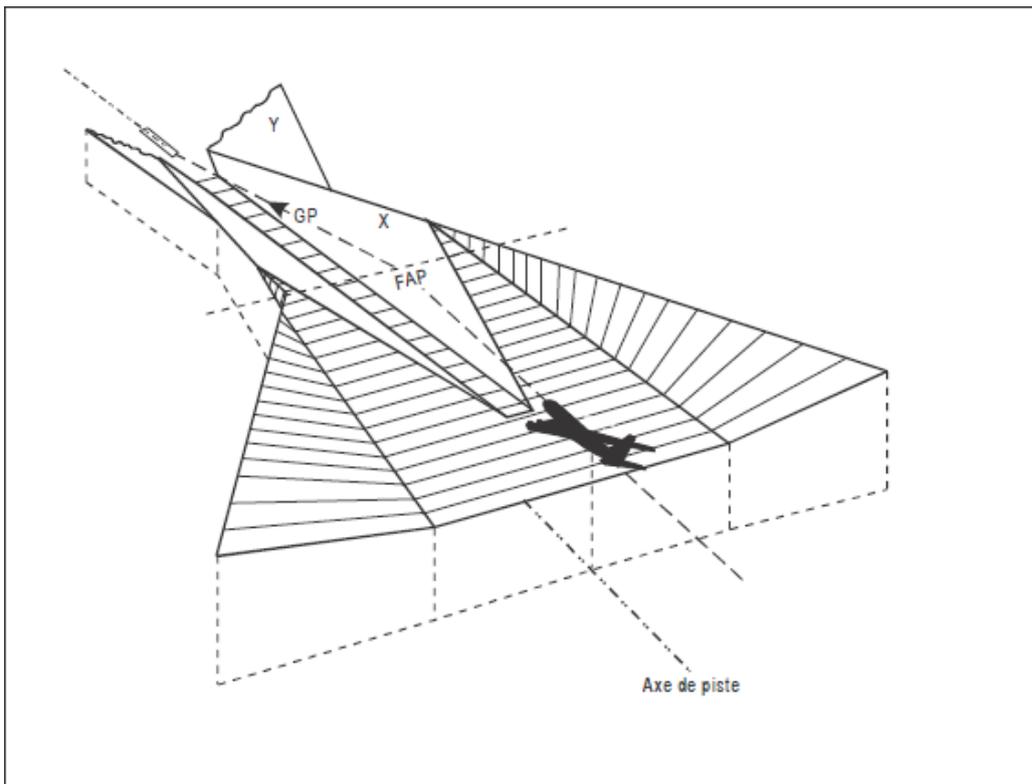


Figure 1.27:Segment d'approche intermédiaire [2]

I.7.3.Segment de précision

Le segment de précision est étudié pour protéger un ILS complet et modélise simultanément:

- ✓ La finale en vue de l'atterrissage
- ✓ Les phases initiales et intermédiaires de l'API
- ✚ **ILS complet :**
 - ✓ LOCALIZER (LLZ) : Radioalignement de piste
 - ✓ Glide-PATH (GP) : Radioalignement de descente
 - ✓ MARKERS ou DME
- ✚ **Origine (FAP):**

✓ Intersection du radioalignement de descente nominal et de l'altitude minimale spécifiée pour le segment précédent.

✓ Distance FAP/Seuil de piste < 10 NM

✚ **Radio-borne extérieur:**

✓ Markers ou distances DME (Vérifier les indications altimétriques de bord)

✚ **Point d'approche interrompue**

✓ Intersection du radioalignement de descente nominal et de l'altitude/hauteur de décision.

✚ **Fin du segment de précision**

✓ Le premier des deux points dans le sens du vol:

- Point de virage
- Point où la surface d'API atteint 300 m de hauteur

I.7.4. Etude de franchissement d'obstacles

Trois méthodes pour étudier le segment de précision:

1. Surface ILS de base
2. CRM (Collision Risk Model)
3. Surfaces OAS (Obstacle Assessment Surface)

I.7.4.1. Surfaces OAS

Les surfaces OAS dépendent de :

- ✓ la géométrie de l'ILS (Distance LLZ/Seuil et Angle de descente GP)
- ✓ Catégorie exploitation de l'ILS

Les surfaces OAS comprennent six surfaces planes inclinées (désignées par les lettres W, X, Y et Z) disposées symétriquement / axe radioalignement de piste.

$$Z = Ax + By + Z$$

Ces plans sont définis par des équations

Les surfaces OAS sont associées aux catégories d'exploitation de la procédure :

- Catégorie I : Le prolongement des surfaces W et X jusqu'au FAP. Limitées pour les surfaces restantes à une hauteur max de 300 m.
- Catégorie II et III : Limitées pour toutes les surfaces à une hauteur max de 150 m.

Origine axes : Seuil de piste

Abscisses « x » : Axe LLZ (Positives vers le FAP)

Ordonnées « y » : De part et d'autre du LLZ

Hauteur / seuil piste « z »

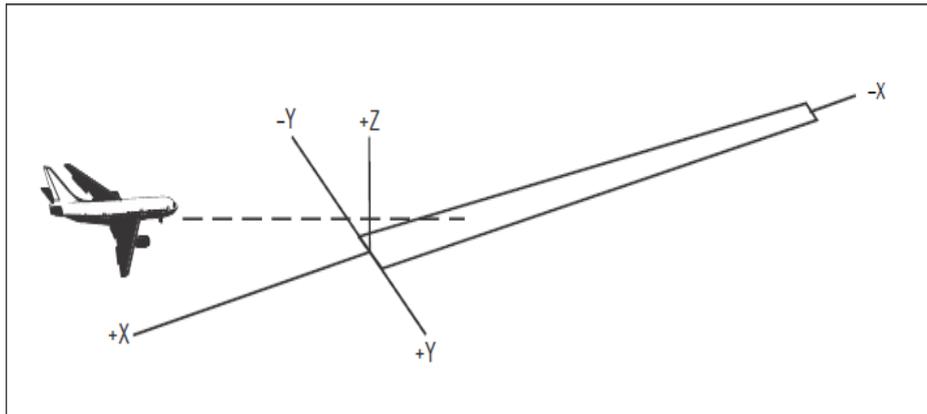


Figure 1.28: Système de coordonnées de piste [2]

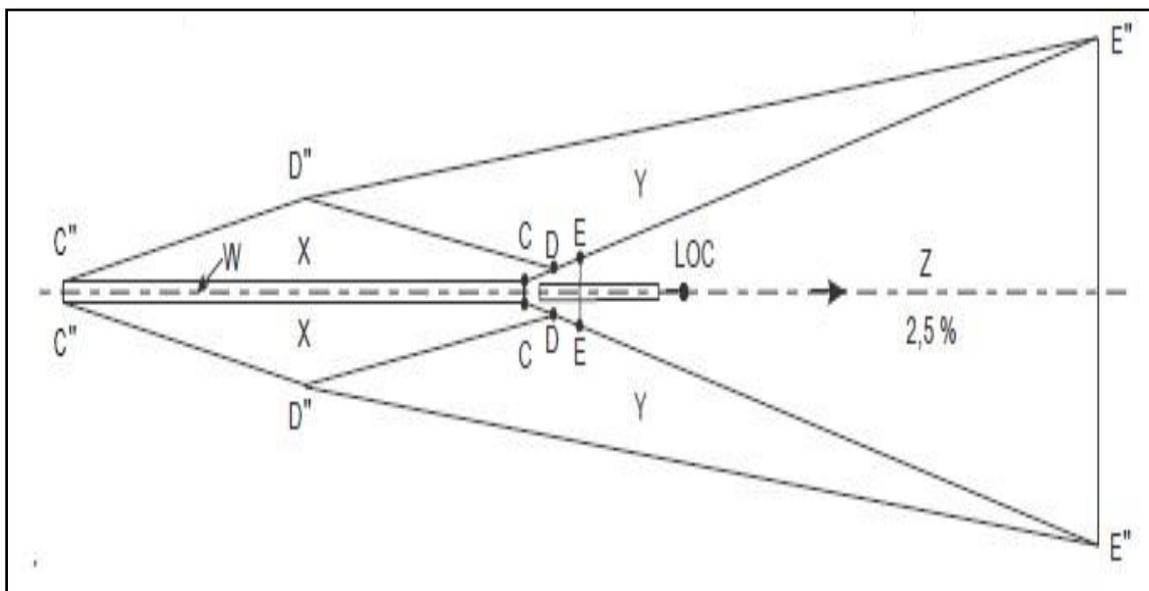


Figure1.29: Surface OAS [2]

❖ **Equation des OAS** : $Z_w = Ax + By + C$

❖ **Calcul des points du gabarit**

Gabarit OAS: les surfaces W, X, Y et Z sont coupées à 300m au-dessus du seuil.

Les points du gabarit sont calculés par l'application OACI des surfaces OAS.

The screenshot shows the PANS-OPS_OAS application interface with the following sections:

- NAVIGATION AID DATA:**
 - Approach Category: Category I
 - Glide path (°): 3
 - RDH: 15 m
 - LOC THR Dist⁽¹⁾: 2600 m
 - Course width at THR: 210 m
- AIRCRAFT DATA:**
 - M/App CG (%): 2,5
 - CAT: DL
 - STD:
 - Wing Semi Span: 40 m
 - GP Wheel / Antenna height: 8 m
- OAS constants:**

	A	B	C		A	B	C
W	0,028500	0,000000	-10,01	Y	0,023225	0,203715	-25,19
W*				Z	-0,025000	0,000000	-22,50
X	0,026952	0,177696	-20,06				
- OAS Template coordinates -m (metres):**

THR Elevation			300 m Height		
	X	Y		X	Y
C	351	59	C''	10877	151
D	-286	156	C'''		
E	-900	226	D''	5438	976
			E''	-12900	3066
- OAS height calculator:**
 - X: 1234 m
 - Y: 120 m
 - Z: 34,52 m

Figure 1.30:Données de sortie OAS générées par une application sur les OAS [2]

- Les surfaces OAS permettent de classer les obstacles en deux catégories:

- 1) Obstacles ne perçant pas ces surfaces
- 2) Obstacles perçant ces surfaces d'où un traitement particulier

Les obstacles qui font saillie au-dessus des surfaces OAS doivent être:

Pris en compte pour le calcul de l'altitude/hauteur minimale pour le franchissement des obstacles (OCA/H)

❖ **Altitude/Hauteur de franchissement des obstacles OCA/H**

Cette Altitude/Hauteur assure le franchissement des obstacles depuis le début de l'approche finale jusqu'à la fin du segment intermédiaire de l'API

Cette Altitude/Hauteur sera fonction de la catégorie de l'aéronef.

Obs1 : $OCA/H = HL$

Tableau1.2: Marges de /erreur altimétrique

Catégorie d'aéronefs (Vat) (kt)	Marge avec radioaltimètre		Marge avec altimètre barométrique	
	m	ft	m	ft
A— 90	13	42	40	130
B— 120	18	59	43	142
C— 140	22	71	46	150
D— 165	26	85	49	161
H— 90	8	25	35	115

- Traitement des obstacles appartenant à la finale :

O2 : OCH = O2 + HL

- Traitement des obstacles appartenant à l'approche Interrompue :

O3 : OCH = O3 équiv + HL

Obstacles équivalents

$$ha = \frac{hma \cotan Z + (900 + x)}{\cotan Z + \cotan a}$$

où :

ha = hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent

hm = hauteur de l'obstacle à l'approche interrompue

a = angle de l'alignement de descente (angle de site)

Z = angle de la surface d'approche interrompue

x = distance de l'obstacle par rapport au seuil (négative après le seuil)

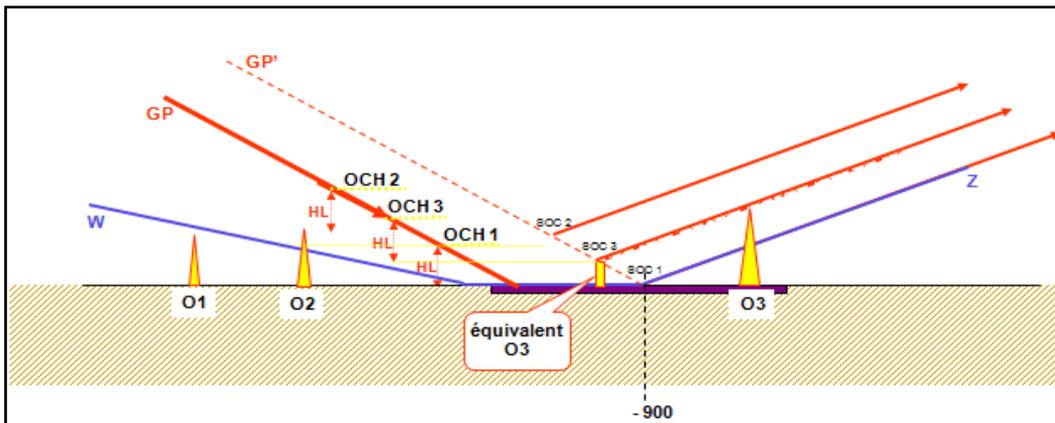


Figure 1.31: Franchissement d'obstacles de segment de précision.

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons rassemblé les généralités sur la conception des procédures de vol aux instruments .Ceci est nécessaire avant de traiter les différentes procédures liées à l'espace aérien de l'aérodrome d'Annaba, qui seront détaillées dans le chapitre III et IV.

***Chapitre II : Description des
infrastructures et du schéma
de circulation aérienne de
l'aérodrome d'Annaba***

II.1 Introduction

Ce chapitre englobe une description propre à l'aérodrome d'Annaba et aussi l'étude des procédures existantes, dont l'objectif est de présenter une analyse actuelle du trafic aérien et de faire une prévision future du flux au sein de cet aérodrome, ainsi qu'on déduire les contraintes qu'en résulte.

II.2. Infrastructures aéroportuaires

II.2.1. Description de l'aérodrome d'Annaba [10]

II.2.1.1. Situation géographique

L'aérodrome d'Annaba possède un Indicateur d'Emplacement OACI sous le Code DABB, les coordonnées géographiques de cet Aéroport sont : 36° 49' 20'' Nord en latitude et de 007° 48' 34'' Est en longitude, Ces coordonnées ont été prises à l'intersection des RWY (Pistes), son Altitude Topographique par rapport au niveau de la Mer est de 5 Mètres, sa Température de Référence est de 31°C et sa déclinaison Magnétique est de 1°E relèvement fait en 2005.

II.2.1.2. Infrastructures

L'aérodrome contient deux pistes:

- RWY 01/19 : de 3000 m de longueur et de 45 m de largeur avec un revêtement on Asphalte et une résistance de chaussé 65 F/D/W/T
- RWY 05/23 : de 2290 m de longueur et de 45 m de largeur avec un revêtement on béton bitumineux et une résistance de chaussé 46 F/D/W/T,
- Huit voies de circulation (D, D1, D2, R, J, A, C,E) de 25 mètres de largeur sauf TWY « C » est de 17m de largeur, avec un revêtement on béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 63 F/D/W/T et PCN 108 R/C/W/T Pour TWY « E ».



Figure II.1: Infrastructure de l'aérodrome d'Annaba.

II.2.1.3. Caractéristiques physiques des pistes

Tableau II.1 : Caractéristiques physiques des pistes

Numéro de piste	Relèvements		Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision	
	VRAI	MAG				THR	TDZ
1	2		3	4	5	6	
05	052°	051°	2290 x 45	46 F/D/W/T, béton bitumineux	364914.20N 0074824.04E	4M	
23	232°	231°			365000.08N 0074936.72E	2M	
01	006°	005°	3000 x 45	65 F/D/W/T, Asphalte	364909.02N 0074832.01E	5M	
19	186°	185°			365042.41N 0074846.07E	2M	4M

Pente de RWY- SWY	Dimensions SWY (m)	Dimensions CWY (m)	Dimensions De la bande (m)	Zone dégagée d'obstacle	Observations
7	8	9	10	11	12
- 0.09%	-		2390 x 300		
+ 0.09%	40				
- 0.01%	-		3120 x 300		THR01 décalé de 100M
+ 0.01%	-				

II.2.1.4. Distances déclarées

Tableau II.2 : Les distances déclarées des pistes

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)	Observations
1	2	3	4	5	6
05	2290	2290	2290	2290	Néant
23	2290	2290	2330	2290	Néant
01	3000	3000	3000	2900	Néant
19	3000	3000	3000	3000	Néant

II.2.1.5. Dispositif lumineux d'approche et balisage lumineux de piste

Tableau II.3 : les Dispositifs lumineux d'approche et balisage lumineux de piste

ID RWY	APCH	THR Couleur	PAPI / VASIS	MEHT	TDZ Longueur	Feux d'axe de piste			
						Longueur	Espacement	Couleur	Intensité
05	-	Vert	-	-	-	-	-	-	-
23	-	Vert	-	-	-	-	-	-	-
01	-	Vert	PAPI 3.00°	-	-	-	-	-	-
19	-	Vert	PAPI 2.86°	-	-	-	-	-	-
ID RWY	Feux de bord de piste				Feux d'extrémité de piste et WBAR		Feux SWY		(1)
	Longueur	Espacement	Couleur	Intensité	Couleur	Longueur	Couleur		
05	2290 M	60 M	Blanc	LIL	Rouge	-	-		
23					Rouge	40 M	Rouge		
01	3000 M	30 M	Blanc	LIL	Rouge	-	-		
19					Rouge	-	-		

(1) Observations : Néant.

II.2.1.6. Aides de radionavigation et d'atterrissage

Tableau II.4 : les Dispositifs lumineux d'approche et balisage lumineux de piste

Type d'aide CAT d'ILS/MLS (pour VOR/ILS/MLS indiquer déclinaison)	Identification	Fréquences	Heures de fonctionnement	Coordonnées de l'emplacement de l'antenne d'émission	Altitude de l'antenne d'émission DME	Observations
1	2	3	4	5	6	7
VOR/DME (1°E 2005)	ANB	113.5 Mhz (CH 82 X)	H24	36°49'56.80"N 007°48'52.50"E		
DME	AN	CH 34 X	H24	36°48'58"N 007°48'33"E		
LLZ19/ILS CAT II (1°E 2005)	AN	109.7 Mhz	H24	36°48'59.43"N 007°48'30.57"E		
GP		333.2 Mhz	H24	36°50'32.78"N 007°48'40.33"E		
L	BO	392 Khz	H24	36°49'04.72"N 007°48'08.79"E		

II.2.1.7. Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne

Tableau II.5 : Les Installations de télécommunication des services de la circulation aérienne

Désignation du service	Indicatif d'appel	Fréquences	Heures de fonctionnement	Observations
1	2	3	4	5
TWR	ANNABA TOUR	118.7 Mhz – 119.7 Mhz (s)	H24	Néant
APP	ANNABA APP	119.0 Mhz – 119.7 Mhz (s)	H24	Néant

II.2.1.8. Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie

- Catégorie de l'aérodrome pour la lutte contre l'incendie : CAT 8
- Equipement de sauvetage : CAT 8

II.2.2. Projet de réhabilitation des infrastructures d'Annaba

L'importance stratégique qu'occupe l'aérodrome d'Annaba a conduit les gestionnaires de lui accorder beaucoup d'intérêt, étant donné qu'il est classé lecinquième en Algérie après les aérodromes d'Alger, HassiMessaoud, Oran et Constantine, en matière de nombre de vols.

Vu l'augmentation de la densité du trafic aérien, un projet de réhabilitation des infrastructures a été mis en œuvre en 2009 afin de prolonger la durée de vie des surfaces et

chaussées des aires de mouvements et aussi afin de permettre de recevoir le gros porteur A330-300 .

Le projet divisé en deux phases consiste à l'aménagement d'un nouveau parking de stationnement et de différentes voies de circulation reliant ce dernier aux pistes.

- Parking E et voie de circulation E
- L'extension du parking E et réalisation de 3 voies de circulation.

II.2.2.1. l'aérodrome avant le projet

L'ancienne infrastructure de l'aérodrome contenait : L'aérogare côté gauche de la tour de contrôle, le parking « J » avec 4 postes de stationnement ainsi que les voies de circulation « D, D1, D2, J, R, A » comme il est présenté dans la figure II.2:

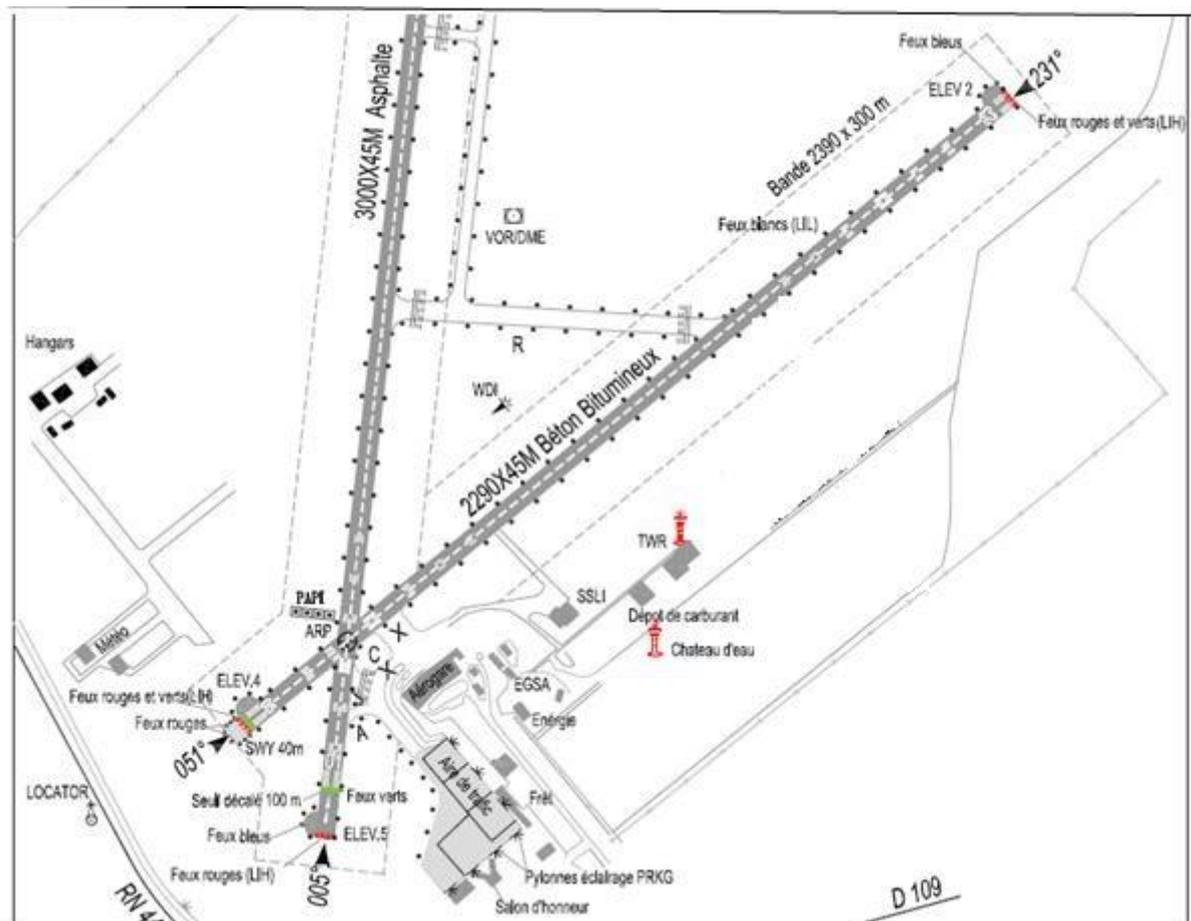


Figure II.2:L'ancien schéma de l'aéroport d'Annaba.

II.2.2.2. Les phases des travaux

L'acheminement des travaux ont été divisé en 2 phases.

Phase 01[7]

- Le parking en phase 01 avait une superficie de 410 m X 180 m réalisé en structure d'une résistance PCN 118 R/C/W/T
- Un accotement de 9.5 m et une bande de 4m sont aménagés autour du parking «E».
- Le nouveau parking est composé de 6 postes.
- Taxiway « E »
- Une voie de service est placée le long du parking « E » du côté aérogare de 10 m de largeur servant aux véhicules de Piste.

Chaque poste est réservé selon les catégories d'aéronef suivant leurs longueurs et envergures.

- Poste 01 est réservé au : A332 /B763
- Poste 02, poste 03 et poste 04 sont réservé au : B738/ATR72/DH8D
- Poste 05 est réservé au : B738 /A319/B736
- Poste 06 est réservé au : B738/A310/A320/B736

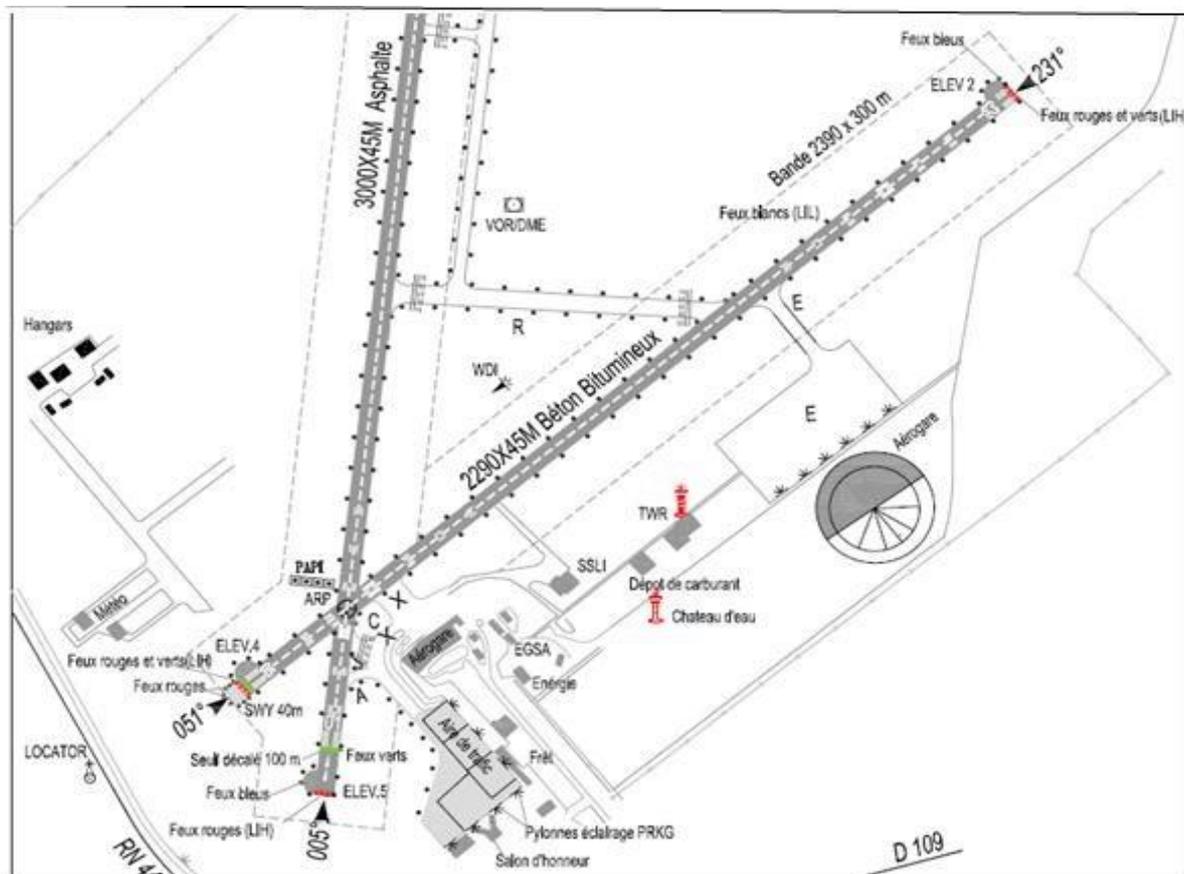


Figure II.3 : Plan de l'aéroport après sa Première extension.

Phase 02 [7]

1/Extension du parking « E » de dimensions (350×170) en structure rigide, avec cinq nouveaux postes de stationnement. Chaque poste sera réservé selon les catégories suivantes:

- Poste 07 sera réservé au : A310
- Poste 08, poste 09 et poste 10 seront réservés au : B737
- Poste 11 sera réservé au : A330.

2/ Réalisation des 03 nouveaux taxiways :

-Le premier taxiway reliera la piste principale 01/19 à la piste secondaire 05/23 sur le même axe de taxiway N°3 de dimensions (476m×25m).

-le deuxième taxiway reliera la piste 05/23 à l'extension du parking « E » de dimensions (185×25m).

-Le troisième taxiway reliera le taxiway existant dénommé « R » au nouveau taxiway qui devrait relier la piste principale 01/19 à la piste 05/23 de dimensions (227m×25m).

3/Renforcement et extension en profondeur du parking « E »

4/Création d'une voie de service reliant le parking « J » au parking « E » de dimensions (227m×25m).

5/Aménagement des accotements et bandes autour du parking « E » ainsi que la bretelle « E ».

6/Création d'un système de drainage sur le parking « E »

7/Renforcement et élargissement de la bretelle « E »

8/Création d'un passage sous la bretelle « E »

9/Création de passage de câbles

- La réalisation des trois(3) nouveaux taxiway permettront à l'aérodrome d'Annaba de pouvoir gérer à moyen terme les contraintes de circulation au sol des aéronefs.

- **Pour la figure du plan final (Voir Annexe A).**

II.2.2.3. Les Voies de circulation [10]

Tableau II.6 : Les Voies de circulation

1	<i>Surface et résistance de l'aire de trafic</i>	<i>Type de surface : Asphalte</i> <i>Résistance : PCN 63 F/D/W/T</i> <i>Air de trafic E : Type de surface : béton bitumineux</i> <i>Résistance : PCN 118 R/C/W/T.</i>			
2	<i>Largeur, surface et résistance des voies de circulation</i>	TWY	Largeur	Type de surface	Résistance
		D, D1, D2, R, J, A C	25M 17 M	Béton bitumineux	PCN 63 F/D/W/T
		E	25 M		PCN 108 R/C/W/T
3	<i>Position et altitude des emplacements de vérification des altimètres</i>	<i>Position : Intersection des RWY</i> <i>Altitude : 5M</i>			
4	<i>Emplacements des points de vérification VOR et INS</i>	<i>VOR : Néant</i> <i>INS : Néant</i>			
5	<i>Observations</i>				

II.3. Schéma de circulation aérienne actuel

II.3.1. TMA Nord –EST : classification « D »

- **Limites de secteur**

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

a) Limites latérales : ligne joignant les points (3900N 00800E- 3656N00839E) puis, point d'intersection de la frontière Algéro/Tunisienne avec la cote méditerranée puis, la frontière Algéro/Tunisienne jusqu'à son intersection avec le parallèle (3448N) ensuite (3448N 00500E- 3900N 00500E- 3900 N-00800E)

b) Limites verticales : 450m GND/MSL jusqu'à FL 450 sauf dans les régions de contrôle d'Annaba et de Constantine.

- **Secteurs adjacents**

LA TMA Nord-Est est desservi par les espaces aériens suivants [11]

- Vers le Nord : FIR de Marseille

- Vers l'EST : FIR Tunis
- Vers sud : secteur sud-est.
- Vers l'ouest : TMA Alger.

- **Aérodromes à l'intérieur du secteur nord-est**

Il existe à l'intérieur de ce secteur 8 aérodromes :
JIJEL, ANNABA, TEBESSA, CONSTANTINE, BATNA, BEJAIA et SETIF.

II.3.2 Les routes aériennes

Les axes des routes qui desservent l'aérodrome d'Annaba sont décrits dans le tableau suivant :

Tableau II-7 : Les routes aériennes reliant le VOR/DME d'Annaba

<i><u>indicatif de route Nom des points significatifs Coordonnées</u></i>	<i><u>Route MAG RDL VOR DIST (Nm)</u></i>
A/UA411 JIJEL DVOR/DME 364751.3N 0055231.7E	083°/263° 39
ANNABA VOR/DME 364956.80N 0074852.50E	088°/268° 93
MORJA 365000N 0084000E	089°/269° 41
UM134 PAGRE 374236N 0050000E	144
ANNABA VOR/DME 364956.80N 0074852.50E	
R/UR34 MOUET 390000N 0071952E Point d'entrer / sortir RVSM	169°/349° 132
ANNABA VOR/DME 364956.80N 0074852.50E	
G/UG6 SALMA 390000N 0064300E Point d'entrer/sortir RVSM	158°/338° 140
ANNABA VOR/DME 364956.80N 0074852.50E	134°/314° 37
DIMAO 362418N 0082200E Point d'entrer/sortir RVSM	
G/UG859 CONSTANTINE DVOR/DME 361735.75N 0063629.96E	240°/060° 67

II.3.3 La région de contrôle (CTA) [10]

La CTA de Annaba est déterminée comme suit

TableauII-8: Les coordonnées de la CTA Annaba

Nom <i>Limites Latérales</i> <i>Limites Verticales</i> <i>Classe d'espace aérien</i>	Organe assurant le service	Indicatif langues Région et conditions d'utilisation Heures de service	Fréquences et Objet	Observations
CTA ANNABA/EI Mellah - Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le point (364900N 0074800E). - Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le point (370008N 0080033E). - Les tangentes extérieures communes à ces deux cercles. FL 105 450 M GND/MSL Classe de l'espace aérien D.	ANNABA APPROCHE	ANNABA APPROCHE (Fr. En) H24	119.0 Mhz- 119.7 Mhz(s)	ALT.TRANSITION :1500 M

II.3.4 Les zones à statut particulier

Trois zones à statut particulier entourent la CTA : [10]

Tableau II-9: Les coordonnées des zones à statut particulier

Identification, nom et limites latérales	Limites supérieures et limites inférieures
<p>DA- D86 ANNABA</p> <p>Deux arcs de cercles de rayon 60 et 90Km centrés sur Le point : 364900N 0074800E délimités de part et d'autre par QDR 290° et 330°, segments de droites joignant les points A-C et B-D : (A) 370004.83N 0070955.56E (B) 371703.41N 0072742.21E (C) 370537.25N 0065051.26E (D) 373105.12N 0071230.49E</p>	<p>FL 290 MSL</p>
<p>DA- D87 ANNABA</p> <p>Segments de droite formant un triangle, joignant les points : (A) 372147N 0075159E (B) 374750.28N 0082153.78E (C) 365750.75N 0083746.26E</p>	<p>FL 290 MSL</p>
<p>DA- D92</p> <p>Segments de droite formant un polygone, joignant les points : (A) 37°00'50"N 007°31'47"E (B) 37°05'00"N 007°37'00"E (C) 37°09'00"N 007°25'00"E (D) 37°05'00"N 007°21'00"E</p>	<p>1000 FT MSL</p>

Ces zones sont mentionnés en rouge dans la partie de la carte de croisière suivante :

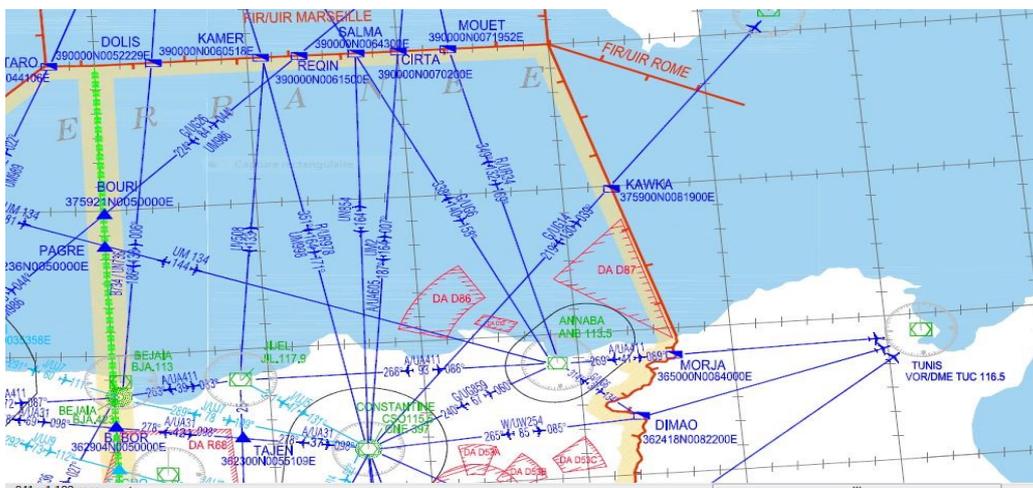


Figure II.4: présentation des zones a statut particulier sur la carte de croisière.

II.3.5 Procédures d'approches aux instruments [10]

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

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

II.3.6 La zone de contrôle (CTR)

C'est un espace aérien contrôlé situé au-dessus d'une limite déterminée par rapport à la surface.

La CTR d'Annaba est un cercle de 8NM de rayon centré sur l'ARP allant du sol jusqu'à 450m.

Pour la classification des Espaces Aériens, l'Aérodrome d'Annaba est classé dans la Catégorie **D** dont les conditions de contrôles sont :

Tableau II-10 :Les conditions de contrôle pour la classification de l'aérodrome d'Annaba

Espacements assurés par les services de la circulation Aérienne	VFR Spécial / IFR
Information du Trafic	IFR/VFR VFR/VFR
Statut du Vol	Contrôlé
Nécessité de Clairances	Oui
Obligation de Contact Radio	Oui

Cheminements VFR d'entrée, de sortie de la CTR

Pour les Vol VFR il existe Six point d'entrées et Six points de Sortie

L'aéronef doit signaler sa position par rapport à l'un des points N1, W1, W2, S1, E1, E2 (voir figure II-4). Se reporter en l'un des points B 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.

Vols VFR spéciaux : suivre les itinéraires indiqués ou sortie du circuit par W ou S à l'arrivée attendre en B1 ou B3 l'autorisation du contrôle.

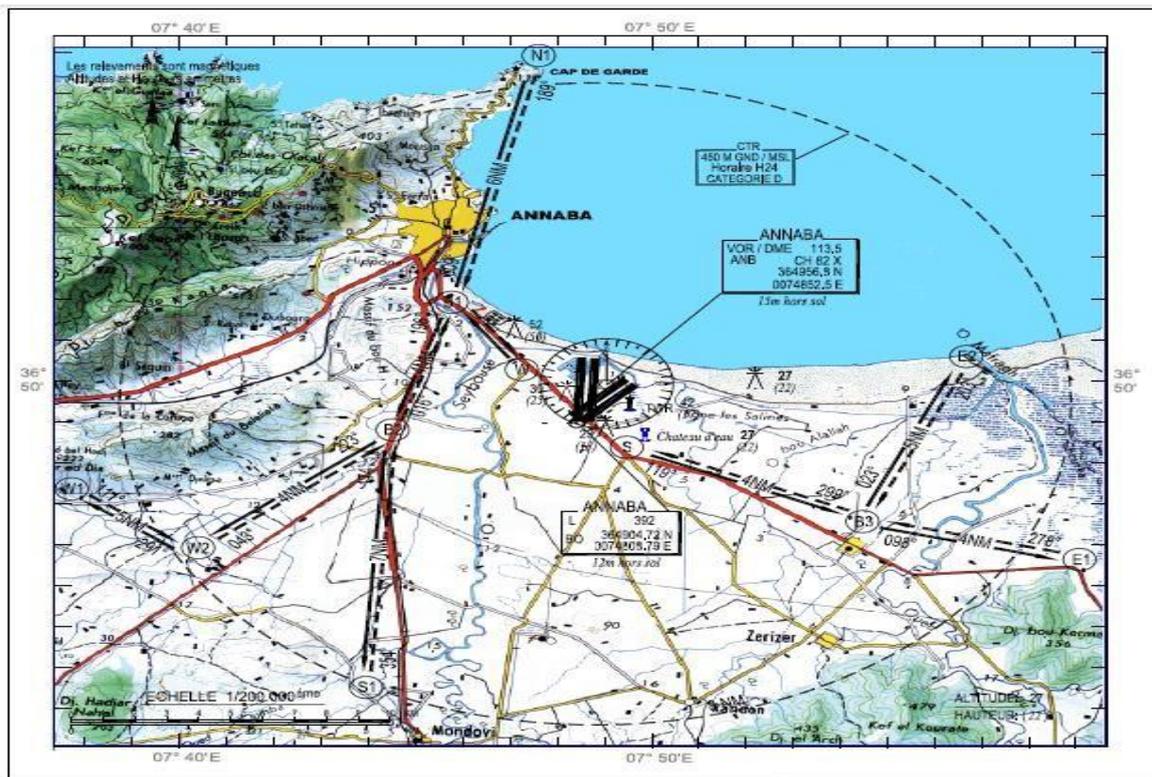


Figure II.5 : Cheminements VFR d'entrée, de sortie de la CTR.

Dans l'espace aérien délégué à l'aérodrome d'Annaba sont fournis les services de contrôle, d'information et d'alerte.

✚ Les limites de l'aérodrome d'Annaba [11]

Liste des aérodromes voisins ouverts à la circulation aérienne publique [12]

- Aérodrome Constantine (DABC) 241°/66 NM
- Aérodrome TEBESSA (DABS) 171°/82NM
- Aérodrome JIJEL (DAAJ) 269°/93NM
- Aérodrome TABARKA (DTKA) 088°/42NM

II .4. Les statistiques du trafic

II.4.1.Introduction

L'étude de l'évolution des courants de trafic actuel et la prévision des flux futures, constitue une étape importante dans les premières phases d'élaboration du nouveau schéma de circulation aérienne, car ils influent sur les différents choix et les mesures prises lors de la conception des procédures.

Les données officielles du trafic aérien pris en charge par l'ENNA, nous ont été communiquées par les services statistiques au niveau de la Direction du Développement de la Navigation Aérienne (DDNA).

II.4.2. L'évolution du trafic aérien 2015 – 2016

Analysons maintenant, l'état du trafic aérien à l'aérodrome d'Annaba ainsi que son évolution durant la période 2015-2016.

Tableau II-11:Variation des mouvements d'avion année 2015 et 2016

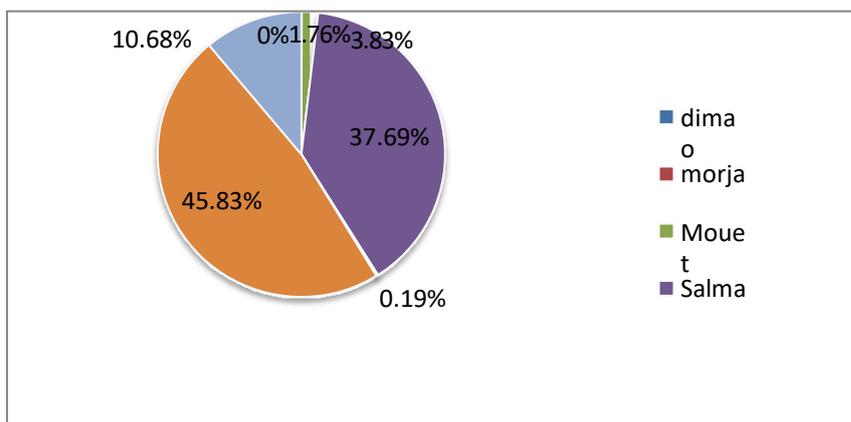
mois	Total 2016	Total 2015	Variation %
janvier	641	724	-2,24 %
Février	728	600	3,45 %
Mars	771	704	1,80 %
Avril	786	656	3,50 %
Mai	713	616	2,61 %
Juin	717	672	1,21 %
Juillet	1049	697	9,48 %
Aout	2179	723	39,23 %
Septembre	1601	710	24,01 %
Octobre	1068	641	11,51 %
Novembre	814	661	4,12 %
Décembre	805	757	1,29 %
Total	11872	8161	45,47%

Interprétation

En 2016, le trafic aérien a globalement enregistré une hausse de 45.47% par rapport à l'année précédente, avec un nombre de vols qui avoisine les 11872 par rapport à 8161 vols en 2015, elle est expliquée principalement par l'achèvement des travaux de la première phase du projet et donc la réouverture de la mise en service des nouvelles infrastructures (nouvel aérogare, le parking E et voie de circulation E)

II.4.3. Analyse des courants de trafic au cours de l'année 2016

En plus de ce qui précède, nous ferons ressortir ainsi certaines particularités, tels que les flux principaux pour les arrivées et les départs. Cette analyse nous permettra d'identifier et de cibler les zones de trafic denses et donc sensibles qui définiront des axes d'améliorations possibles en terme de capacité.



Les tableaux suivants englobent les statistiques par route en provenances et à destination de l'aérodrome d'Annaba de l'année 2016.

1) Les départs

Tableau II-12: Flux de trafic (départ) d'année 2016

Mois	Statistiques des départs DABB						
	DIMAO	MORJA	MOUET	SALMA	PAGRE	JIL	CSO
Janvier	0	0	0	65	2	98	20
Février	0	1	1	46	0	84	19
Mars	0	2	1	70	0	111	18
Avril	0	7	2	83	0	108	21
Mai	0	10	0	89	0	107	24
Juin	0	8	2	79	0	110	22
Juillet	0	10	9	111	1	195	28
Aout	0	14	10	117	1	99	27
Septembre	0	14	8	98	1	101	21
Octobre	0	11	4	87	0	104	28
Novembre	0	8	2	38	0	75	13
Décembre	0	13	4	80	0	79	32
Total	0	98	45	963	5	1171	273
(%)	0%	3.83%	1.76%	37.69%	0.19%	45.83%	10.68%

Figure II.6: Fréquence des départs au court de l'année 2016

2) Les arrivées

Tableau II.13: flux de trafic (arrivée) d'année 2016

Mois	Statistiques des arrivées vers DABB						
	DIMAO	MORJA	MOUET	SALMA	PAGRE	JIL	CSO
Janvier	0	0	0	64	1	92	21
Février	0	2	1	47	0	76	17
Mars	0	2	1	71	0	94	19
Avril	1	8	0	83	0	98	21
Mai	0	10	0	88	0	112	23
Juin	0	7	3	82	0	99	19
Juillet	0	13	9	112	0	179	29
Aout	0	11	10	116	1	97	24
Septembre	0	13	8	98	2	105	23
Octobre	0	13	4	87	0	83	25
Novembre	0	6	3	38	1	69	15
Décembre	1	17	5	80	0	73	23
Total	2	102	44	966	5	1177	259
(%)	0.08%	3.99%	1.72%	37.80%	0.19%	46.07%	10.14%

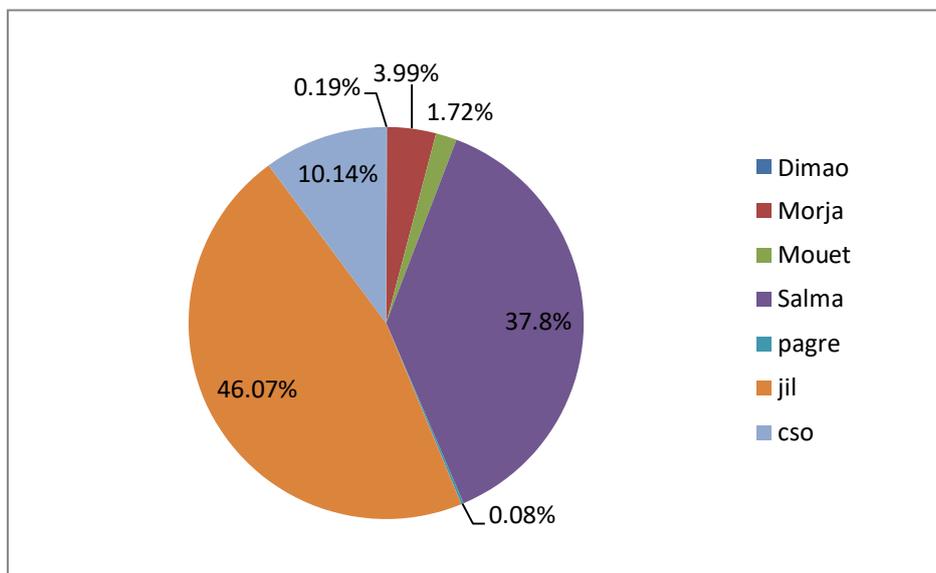


Figure II.7: La fréquence des arrivées au court de l'année 2016

Schématisation des résultats

D'après les résultats énoncés dans les tableaux et les secteurs ci-dessus, nous avons schématisé les fréquences en pourcentages des arrivées et des départs par axe de route dans la CTA Annaba.

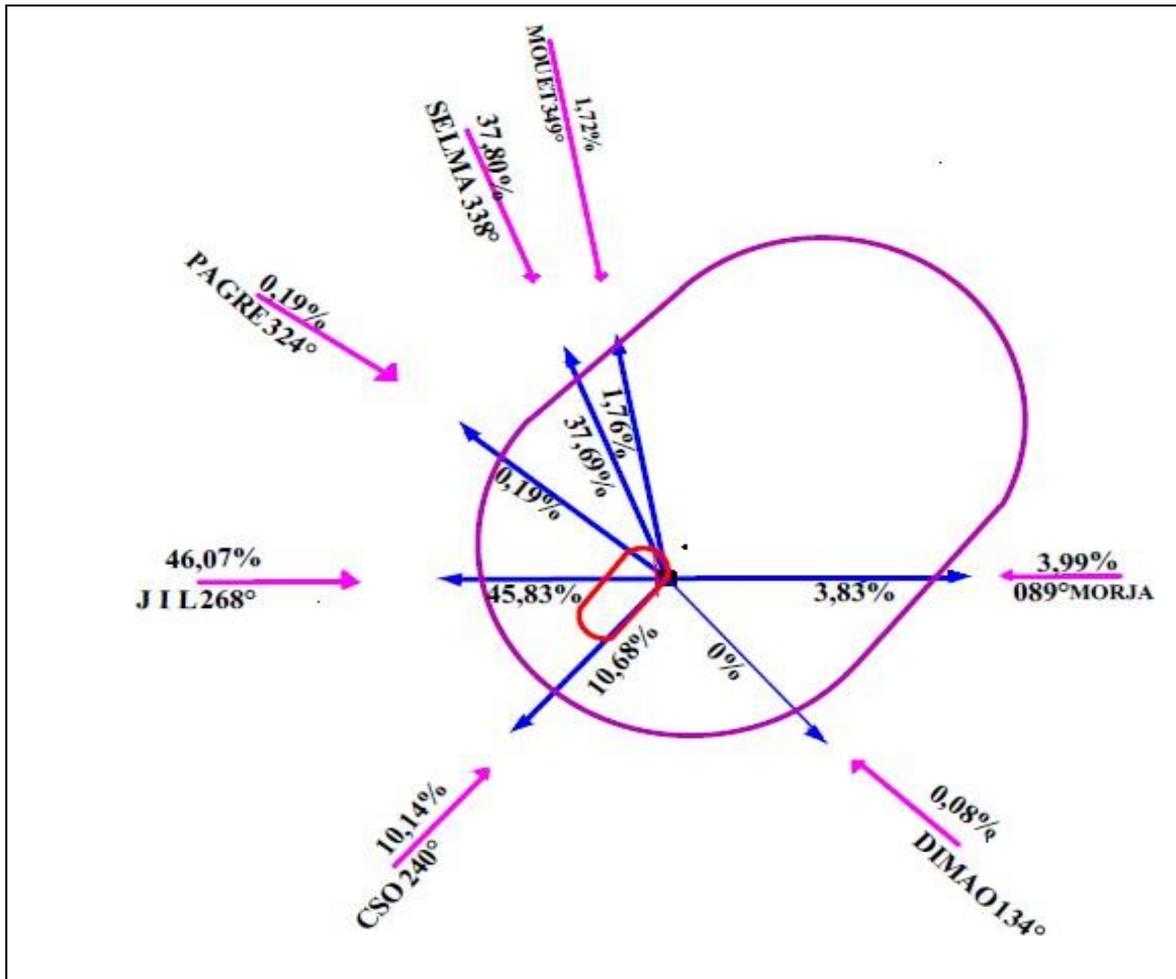


Figure II.8: Fréquence de flux de trafic par axe de DABB de l'année 2016

Interprétation

Il faut noter que les directions "Ouest" et "Nord", sortent les plus denses. En moyenne de 46% de JIL, ceci est dû particulièrement à la liaison avec l'aéroport de la capitale Alger, vient ensuite SELMA de 38% qui représente la liaison entre l'est de l'Algérie et le continent européen. Le trafic de CSO est dans la 3ème position, vu qu'elle représente le passage vers le sud algérien, et dans la quatrième position « 4 » c'est MOJA avec 4% qui représente le point d'entrée et de sortie de la FIR Alger coté Est. Le reste des axes sont suivis par un trafic qui ne dépasse pas 2%, compte tenu de la faible activité vers MOUET et PAGRE et la nouveauté du tronçon de route vers DIMAO.

II.4.4. Prévisions de trafic :

Les prévisions de trafic remplissent une fonction importante, puisqu'elles servent à déterminer à l'avance les projets qui seront nécessaires pour répondre à la demande de déplacements par avion ainsi que les endroits et les moments où ils risquent d'y avoir des encombrements de l'espace aérien au niveau des aéroports.

Nous tenterons ici une approche prévisionnelle du trafic aérien à l'horizon 2021 sur la base de l'analyse du comportement du trafic aérien de 2002 à 2016.

Les données sont présentées dans le tableau suivant et elles sont illustrées dans le graphe.
NB: Il est à noter que ces données sont collectées et harmonisées par le service de statistique au niveau de l'DDNA et l'étude a été faite sur la base d'un logiciel de calcul « Evieus 9ème série ».

Tableau II-14: Les prévisions de trafic

Année	Commercial		Non Commercial		VAREN % (n/n-1)	Par en %	Total	VAREN % (n/n-1)	Par en %	Total	VAREN % (n/n-1)
	Commercial	Non Commercial	Commercial	Non Commercial							
2002	4 679	1 074	2 691	2 691	31,9%	68%	8 444	-24,90	32,6%	6 206	-26,50
2003	2 977	1 208	4 185	2 021	17,4%	67%	6 206	-19,25	27,1%	6 013	-3,11
2004	3 332	1 049	4 381	1 632	17,4%	70%	6 222	16,24	30,5%	5 632	-9,48
2005	3 243	1 082	4 325	1 310	22,2%	77%	5 745	10,31	25,2%	6 180	7,57
2006	3 071	1 251	4 322	1 445	25,1%	75%	8 010	83,52	33,2%	9 543	19,14
2007	2 856	1 444	4 300	1 450	21,6%	77%	9 546	16,96	35,7%	9 967	4,41
2008	3 397	1 333	4 730	2 661	18,9%	67%	9 366	-7,40	35,9%	9 366	-6,03
2009	3 839	1 510	5 349	4 104	17,5%	57%	8 996	6,60	36,5%	9 967	4,41
2010	3 771	1 668	5 439	3 408	20,2%	64%	9 366	-16,96	35,9%	9 366	-6,03
2011	4 205	1 933	6 138	3 633	20,0%	64%	9 967	6,60	36,5%	9 967	4,41
2012	4 339	1 995	6 334	3 364	17,7%	64%	9 366	-5,24	64%	9 366	-6,03
2013	4 346	1 656	6 002	3 364	20,2%	71%	8 996	5,56	28,8%	8 996	-5,02
2014	4 335	1 801	6 336	2 560	20,2%	71%	8 996	5,56	28,8%	8 996	-5,02
2015	4 440	1 958	6 398	1 763	24,0%	78%	8 161	-31,13	21,6%	8 161	-8,26
2016	5 085	2 314	7 399	4 473	19,5%	62%	11 872	153,72	37,7%	11 872	45,47
2017	5 157	2 227	7 384	3 907	18,6%	62%	11 995	-12,64	32,6%	11 995	1,03
2018	5 351	2 313	7 664	4 102	19,1%	63%	12 117	4,97	33,8%	12 117	1,02
2019	5 546	2 398	7 944	4 296	19,6%	65%	12 240	4,73	35,1%	12 240	1,01
2020	5 741	2 483	8 224	4 490	20,1%	67%	12 363	4,52	36,3%	12 363	1,00
2021	5 935	2 569	8 504	4 684	20,6%	68%	12 486	4,32	37,5%	12 486	0,99
Taux de Croissance	3%		3%		3%		1,10		1,60		

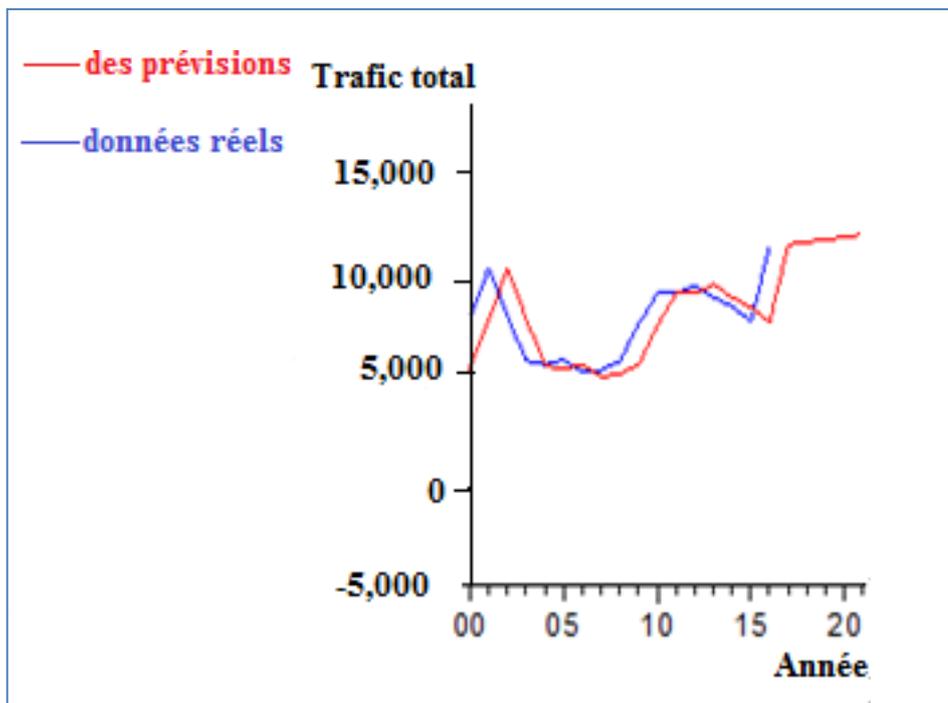


Figure II.9: Statistiques et prévisions de trafic jusqu'à 2021

- **Analyse :**

1) Tout d'abord voyant l'évolution du trafic durant la période 2002-2015.

- ✓ La période 2002-2007 :

La cessation d'activité de la compagnie aérienne KHALIFA AIRWAYS a causé une chute libre dans le nombre de mouvements durant l'année 2003, suivie d'une décroissance progressive qui a duré jusqu'à l'année 2007.

- ✓ La période 2008-2010 :

Cette période a connu une croissance considérable du trafic commerciale national qui revient principalement à :

- Le renforcement des programmes réguliers du réseau national des compagnies Air Algérie et Tassili.
- L'ouverture de l'école d'aviation « AIRSIM » ce qui implique la croissance de l'activité non commerciale et précisément celle des vols locaux (Var 54.23%).

- ✓ La période 2011-2015 :

Cette période est marquée par la chute du taux de croissance continue et cela à cause de plusieurs raisons, notamment à la fermeture partielle des aires de manœuvres pour la réalisation des travaux du projet de réhabilitation des infrastructures.

2) Le trafic de l'année 2016 a été détaillé dans l'alinéa (II .4.2. L'évolution du trafic aérien 2015 – 2016).

3) Les prévisions du trafic de 2017-2021

Pour avoir une vision plus claire nous avons agrandi la partie du graphe des prévisions pour la partie 2011-2021.

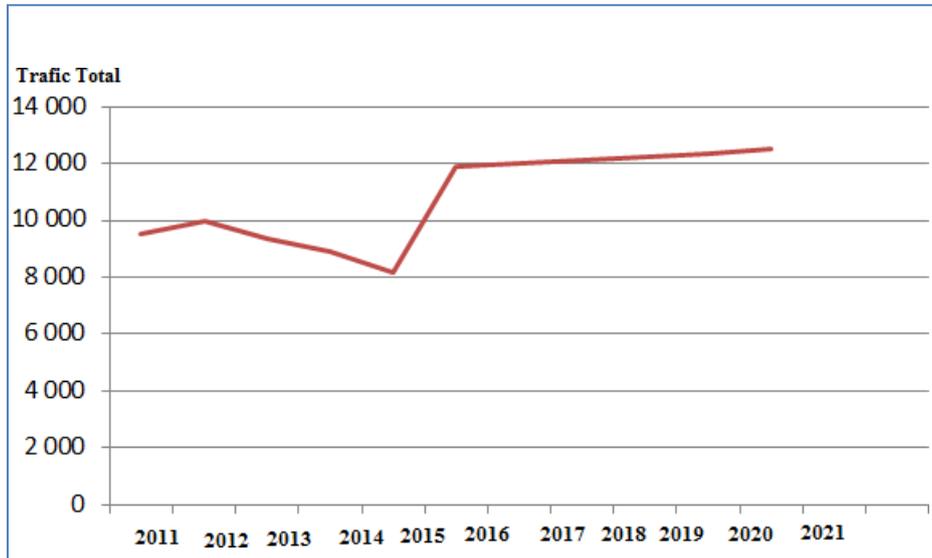


Figure II.10: Agrandissement du graphe des prévisions de trafic

Compte tenu des différents facteurs liés à la deuxième phase des travaux qui est en cours de réalisation, le trafic prévisionnel aura probablement tendance à évoluer d'une manière très faible par rapport à l'année 2016 où il a connu un taux de croissance de 45.47%.

Il a été retenu l'hypothèse d'une augmentation moyenne de 1.6% par an du nombre de vols. On remarque que le trafic à l'horizon 2021, aura une augmentation probable passant de 11 995 en 2017 à plus de 12 486 vols par an.

II.5. Problématique

L'aérodrome d'Annaba jouit d'une position géographique privilégiée, ce qui le rend le cinquième en nombre de vols par rapport aux autres aérodromes algériens « Voir Appendice A ».

L'analyse de la situation actuelle de l'aérodrome et notamment de sa partie circulation aérienne montre que des compléments ainsi que des améliorations devraient être envisagés afin d'augmenter la capacité de l'espace aérien, d'assurer la fluidité et de rehausser le niveau de sécurité des vols.

Actuellement, l'aérodrome d'Annaba ne dispose pas d'un schéma de circulation aérienne, ce qui impose des contraintes dans la gestion du trafic, ce dernier dépend principalement des procédures de vol établies pour cet aérodrome.

A la lumière de ce qui précède, les différents usagers de l'espace, tel que les pilotes et les contrôleurs sont confrontés à de nombreux problèmes opérationnels résumés comme suit :

- La plupart des scénarios de gestion du trafic aérien qui existent maintenant montrent que l'attente à la verticale de l'aérodrome gêne d'une manière considérable l'évolution du trafic.

- Pour les arrivées, la séquence d'approche (HAP) est de 10 minutes ça veut dire si on arrive à avoir 5 avions dans l'attente, le dernier devrait attendre 50 minutes pour être autorisé à l'approche, ce qui conduira aux compagnies aériennes des retards et des surconsommations de carburant, engendrant également une surcharge de travail pour les contrôleurs aériens.
- Pour les départs, les aéronefs ne pourront pas monter librement aux niveaux de vol demandés, et ils seront dans l'obligation de monter par pallier, ces procédures non souhaitables pour les pilotes, également pour les contrôleurs aériens qui doivent à chaque fois assurer la séparation entre les départs et les arrivées ce qui demande une concentration accrue et des efforts potentiels.
- Avec l'extension du parking « E » vers 11 postes de stationnement et l'augmentation du nombre des mouvements, le trafic avec les procédures d'approches actuelles sera difficile à gérer.

II.6. Conclusion

On a vu dans ce chapitre les différentes phases de réhabilitation de l'infrastructure d'Annaba ainsi que les statistiques de trafic qui nous servira d'établir des scénarios pour les départs et les arrivées pour l'aérodrome d'Annaba qui sera détaillé dans le chapitre suivant.

***Chapitre III: Conception des
procédures de départ,
d'arrivée et d'attente***

Chapitre III: Conception des procédures de départ, d'arrivée et d'attente

III.1. Introduction

Après avoir présenté le schéma de circulation aérienne et analysé le comportement du trafic qui ne cesse d'évoluer d'une année à une autre, il s'est avéré nécessaire l'élaboration d'un nouveau schéma de circulation aérienne en mettant en place des itinéraires prédéterminés de départ, d'arrivée et d'attente .

Le nouveau schéma de circulation aérienne est destiné à alléger la charge de travail des contrôleurs et de maintenir un écoulement sûr et rapide du trafic aérien.

III.2. Conception des procédures

L'élaboration des procédures de vol ,présentées le long de notre étude, a été établie en respectant les critères relatifs à la conception des procédures de vol conformément au document OACI 8168 « Procédure pour les services de la navigation aérienne - exploitation technique des aéronefs» volume I et volume II, le document OACI 9368 « Manuel de construction de procédure de vol aux instruments », ainsi que d'autres documents des Etats contractants représentant une aide supplémentaire tels que le DOC ENAC module 1 et module 2 de France.

Par ailleurs, les différents scénarios proposés lors de la conception de ces procédures, ont été étudiés en collaboration avec les contrôleurs aériens tour et approche au cours de notre stage pratique au niveau de l'aérodrome d'Annaba d'une durée de deux mois.

III.2.1. Procédures de départs normalisés aux instruments (SID)

Deux facteurs primordiaux ont été pris en compte durant l'étude des scénarios proposés pour les départs :

1. les radiales des routes à suivre après le décollage (l'angle de divergence entre la radiale de la route et l'axe de piste).
2. L'altitude des obstacles qui se trouvent dans la direction des trajectoires de départs (la présence de relief naturel d'altitude élevée à l'ouest du terrain).

• Aires de protections des départs [2]

Selon le scénario retenu, tous les départs sont conçus avec virage car les trajectoires initiales des SID font un angle supérieur à 15° avec le prolongement de l'axe de piste. La protection de ces virages est élaborée par rapport à une hauteur minimale de 120 m (400ft) ; pour assurer le dégagement de l'axe de piste le plus rapidement possible .

Les aires prises en compte dans la conception de départs avec virage se définissent comme :

- a) l'aire de mise en virage
- b) l'aire de virage

• Le départ Avec Virage

D'après l'étude de l'existant faite au chapitre 2, l'aérodrome d'Annaba est desservi par des aéronefs de cat A, B, C, D. L'OACI préconise d'établir des aires de protection pour la catégorie la plus rapide. De ce fait La vitesse indiquée maximale sera celle de la catégorie D, les paramètres de construction des virages ont été tirés du tableau I-2-3-1 « Résumé des paramètres de construction des virages » tiré du DOC 8168 volume 2.

Tableau III.1: Calculs liés à la Construction des virages et leurs protections.

Paramètre de virage	les axes des routes					
	JIL	SALMA			CSO	MORJA
	01/19 05/23	01/19 05/23	01	01	01/19 05/23	01/19 05/23
Altitude	420ft	420ft	1500ft	3800ft	420ft	420ft
Température (ISA+15°)	16°C	16°C	16°C	16°C	16°C	16°C
Vitesse indiquée VI	220kt	220 kt	220kt	220kt	220 kt	220 kt
Facteur de conversion K	1 ,03338	1,0338	1,0506	1,08	1,0338	1,0338
Vitesse vrai $VV = k \times VI$	227 ,4kt	227.4kt	231kt	238kt	227.4kt	227.4kt
Temps de réaction C	6s	6s	6s	6s	6s	6s
Angle d'inclinaison latéral α	15°	15°	15°	15°	15°	15°
Vitesse angulaire R $= 3431 \times \tan\alpha / \pi \times Vv$	1,29°/s	1,29°/s	1,26°/s	1,23°/s	1,29°/s	1,29°/s
Vitesse du vent W	30kt	30kt	30kt	30kt	30kt	30kt
Effet de vent $E\theta = (W/R) \times (C/3600)$	0,58NM	0,58NM	0,59NM	0,60NM	0,58NM	0,58NM
Tolérance technique de vol $= (Vv + 30)6/3600$	0,43NM	0,43NM	0,43NM	0,44NM	0,43NM	0,43NM
Rayon de virage $r = Vv / 20 \times \pi \times R$	2,81NM	2,81NM	2,9NM	3,08NM	2,81NM	2,81NM
Point $X = X' = \sqrt{r^2 + E^2}$	2,87NM	2,87NM	2,95NM	3,13NM	2,87NM	2,87NM
point $Y = r + E$	3,39NM	3,39NM	3,49NM	3,68NM	3,39NM	3,39NM
Point $Z = r + 2 E$	3,97NM	3,97NM	4,08NM	4,28NM	3,97NM	3,97NM

• **Les données d'obstacles :**

Il est nécessaire de tenir compte de tous les obstacles naturels existants le long de la trajectoire à suivre ainsi que les obstacles artificiels qui se trouvent aux abords de l'aérodrome.

- Les obstacles naturels sont retirés directement des cartes topographiques on les rajoutant 15m de végétation.
- les obstacles artificiels avec leurs paramètres sont résumés dans le tableau suivant [10]

Tableau III.2 : Les obstacles artificiels

<i>Type d'obstacle</i>	<i>Hauteur (ALT) m</i>	<i>Coordonnées</i>	<i>Radiale /distance</i>
Antenne LOCATOR RWY 23	12(17)	364904.72N 0074808.79E	214°/1950M
Pylônes éclairage RWY 19	10(15)	/	185° à 290M THR 01
TWR	37 (42)	364922N 0074855E (1)	177°/1100M
Antenne GP	14 (19)	365032.78N 0074840.33E	344 ,8°/1150M
07 pylônes PRKG	18(23)	364912.20N 0074843.80E	188,9°/1400M
		364910.90N 0074845.10E	187 ,3°/1450M
		364909.50N 0074846.50E	185,8°/1465M
		364908.70N 0074847.30E	184 ,9°/1500M
		364907.50N 0074848.50E	183 ,7°/1525M
		364903.40N 0074845.50E	186°/1650M
		364902.40N 0074843.90E	187,21°/1700M
MAT Radar	25(30)	364928N 0074725E	217,4°/1100M
Antenne	50 (55)	365120N 0074725E	319,9°/3350M
Château d'eau	22 (27)	364913N 0074852E	180,5°/1350M
Antenne	18 (23)	364926.90N 0074858.8E	170,4°/950M
Nouveau château d'eau	21(26)	364915N 0074854E	178,3°/1300M
Antenne	18 (23)	364914N 0074849E	183,7°/1320M
06 pylônes PRKG	18(21)	364935.62N 0074922.44E	132,3°/987.5M
		364934.05N 0074920.69E	135,2°/988.9M
		364932.73N 0074918.90E	138,7°/988.6M
		364931.44N 0074916.86E	142,4°/987.48M
		364930.40N 0074915.19E	145,47°/989.15M
		364929.30N 0074913.26E	148,8°/991.7M

- **Le franchissement d'obstacles [2]**

La procédure doit assurer le franchissement d'obstacles situés dans l'aire de protection et pour cela une étude et un traitement d'obstacle est établie. Pour le survol des régions montagneuses le franchissement d'obstacles doit être redoublé. Les équations appropriées à chaque aire sont résumées comme suit [2] :

Si l'obstacle se trouve dans (Voir Figure III.1.)

a) L'Aire de mise en virage : La marge minimale de franchissement d'obstacles dans l'aire de mise en virage se calcule à l'aide de la distance horizontale à partir de la DER, mesurée le long de la trajectoire nominale, à la PDG (3,3%).

b) L'Aire de virage : La marge minimale de franchissement d'obstacles dans l'aire de virage se calcule de la façon suivante :

- **Obstacles situés avant le TP (ligne KK')** : La MFO est la plus élevée des valeurs suivantes : MFO minimale pour virer 90m ,ou $0,008 (dr^* + do)$

dr* : est la distance, mesurée le long de la trajectoire de départ, qui correspond au point sur la limite d'aire de mise en virage ou la distance do est mesurée.

do : est la distance la plus courte entre la limite d'aire de mise en virage et l'obstacle.

- **Obstacles situés après le TP (ligne KK')** : La MFO est calculée de la relation suivante : $0,008 (dr + do)$

dr : est la distance horizontale entre la DER et la ligne KK'

do : est la distance la plus courte entre la limite d'aire de mise en virage et l'obstacle.

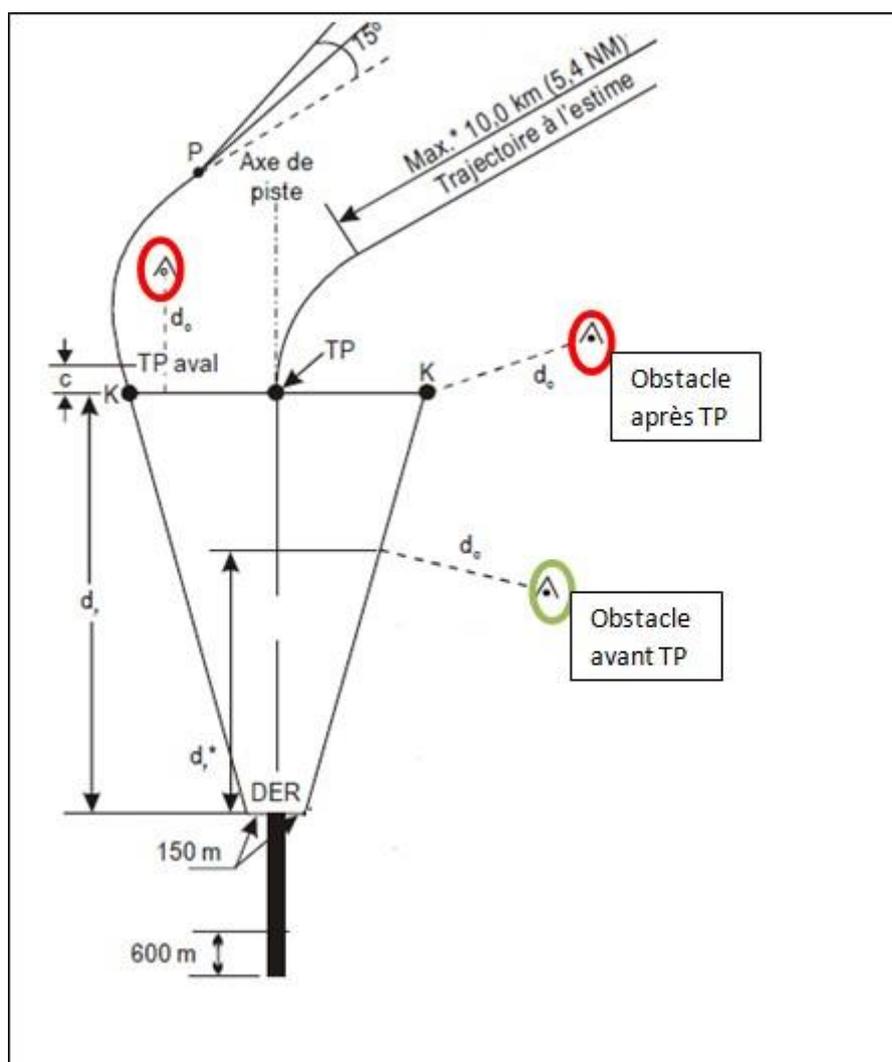


Figure III.1 : Explication des méthodes de calcul de franchissement d'obstacles.

III.2.1.1. Départ vers SELMA (SID 01)

L'aéronef après décollage doit effectuer un virage pour rejoindre la route SELMA R338°. Il est à noter la présence d'un relief naturel assez dense que l'aéronef doit franchir en toute sécurité.

RWY 05 :

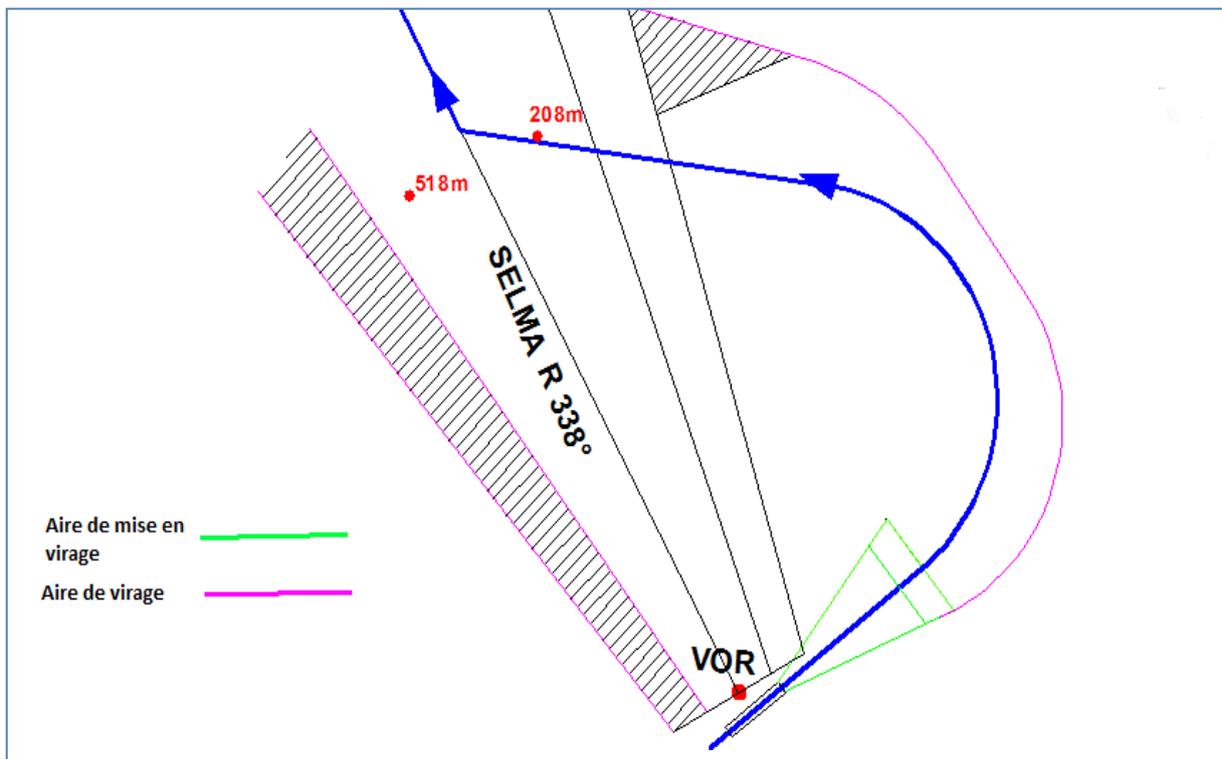


Figure III.2 : Départ vers Selma (RWY 05).

→ Scénario 1

On a tracé le virage à une altitude de 400ft

✚ Traitement des obstacles :

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=518m, O2=208m.

$$MFO = (dr + do) \times 0,8\%$$

$$dr = \text{ALT virage} / 3,3\%$$

$$\text{ALT virage} = 416\text{ft}$$

Pour toutes les procédures de départ il faut vérifier la relation suivante pour être sûr que l'obstacle ne perce pas les aires de protection :

$$\text{ALT DER} + 5 \text{ m} + (\text{dos_Der}) \times 3,3\% \geq \text{MFO} + \text{ALT obstacle}$$

$$\text{ALT DER} = 2\text{m}$$

Tableau III.3 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 05

Obstacle	Dr	do	ALTobs	MFO	Relation	Nouveau dr
1	3800m	13600m	518+15	130m	Non vérifier	6267m
2	3800m	12850m	208+15	134m	Vérifier	/

→ **Scénario 2**

Après le traitement d'obstacle on a trouvé que l'altitude de 400ft n'est pas suffisante pour franchir tous les obstacles.

Pour que l'obstacle de 518m soit franchi nous avons recalculé la distance dr qui correspond à une altitude de virage de 700ft cette altitude est augmentée à 2000ft (Vu que cette zone est montagneuse).

✚ **Traitement des obstacles :**

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=518m, O2=208m

Tableau III.4 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 05 (pour altitude de 2000ft)

Obstacle	dr*	do	Alt obs	MFO	Relation
1	11200m	4900m	518 +15m	128,8m	Vérifier
2	11750m	3000m	208+15m	118m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.5: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 05 avec MFO redoublée

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	Relation
1	257.6m	4900m	518+15 m	Vérifier
2	236m	3000m	208+15m	Vérifier

RWY 23 :

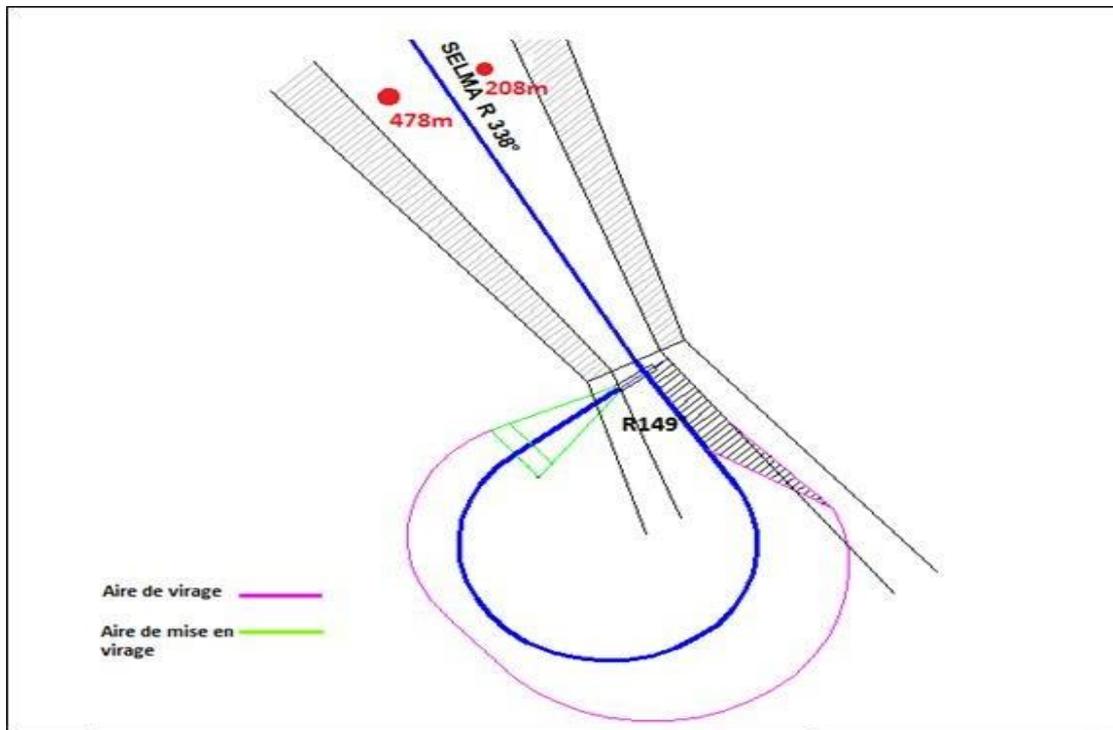


Figure III.3. Départ vers Selma (RWY 23)

→ Scénario 1

On a tracé le virage à une altitude de 400ft

✚ Traitement des obstacles :

ALT DER=4m

Les obstacles

qui se trouve dans l'aire de virage : O1=208m, O2=478m.

→ Scénario 2

Tableau III.6: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA
RWY 23

Obstacle	Dr	do	ALT obs	MFO	Relation	Nouveau Dr
1	3800m	15850m	208+15m	157,5m	Vérifier	/
2	3800m	14250m	478+15m	144.5m	Non vérifier	4853,5m

Après le traitement d'obstacle on a trouvé que l'altitude de 400ft n'est pas suffisante pour franchir tous les obstacles. Pour cela on l'a augmenté à 2000ft (Vu que cette zone est montagneuse).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=208m, O2=478m

**Tableau III.7 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 23
(pour altitude de 2000ft)**

Obstacle	dr*	do	Alt obs	MFO	Relation
1	11200m	4900m	208 +15m	128,8m	Vérifier
2	11750m	3000m	478+15m	118m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

**Tableau III.8: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 23
avec MFO redoublé**

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	Relation
1	257.6m	4900m	208+15 m	Vérifier
2	236m	3000m	478+15m	Vérifier

RWY 01 :

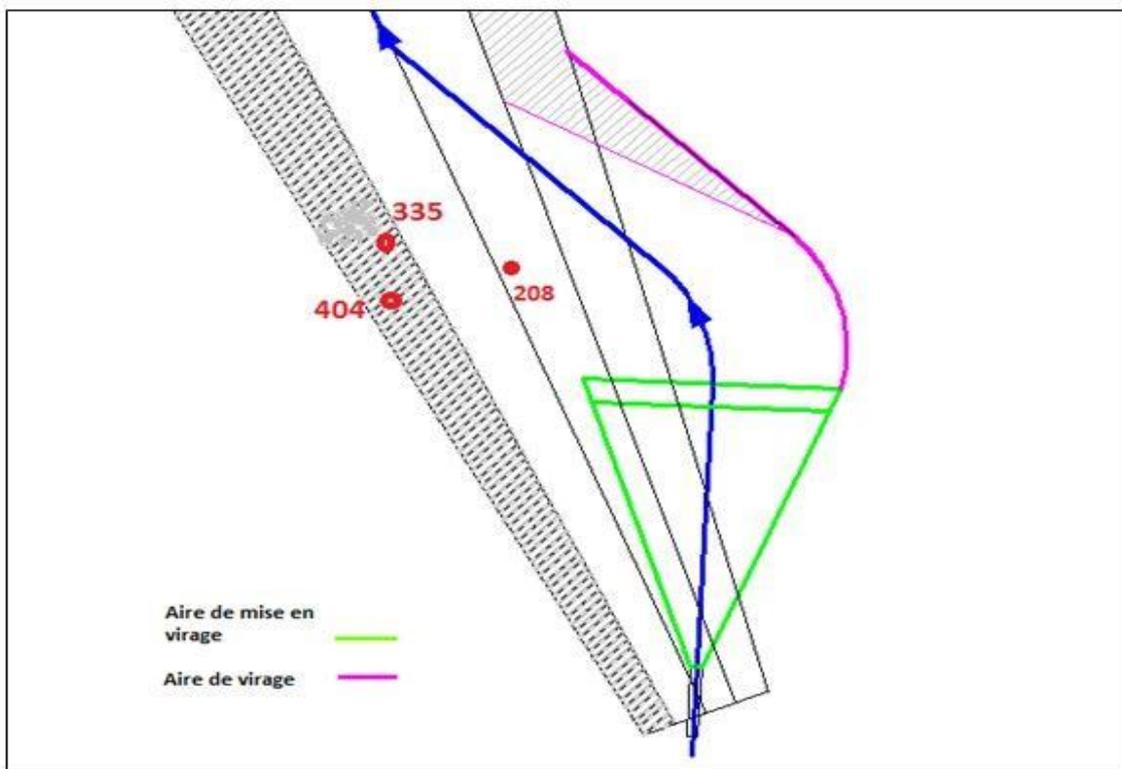


Figure III.4.Départ vers SELMA (RWY 01).

→ **Scénario 1**

On a tracé le virage à une altitude de 400ft

✚ **Traitement des obstacles :**

ALT DER=2m

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=404m, O2=208m, O3=335m

Tableau III.9: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 01(pour Altitude 400ft)

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	9050m	404 +15m	102,8m	Non vérifier
2	3800m	9100m	208+15m	103.2m	Vérifier
3	3800m	8850m	335m+15m	101,2m	Non vérifier

➔ **Scénario 2**

Après le traitement d'obstacle on a trouvé que l'altitude de 400ft n'est pas suffisante pour franchir tous les obstacles. Pour cela on l'a augmenté à 2000ft (Vu que cette zone est montagneuse).

✚ **Traitement des obstacles :**

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=404m, O2=208m

Tableau III.10: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 01(pour altitude de 2000ft)

Obstacle	dr*	do	Alt obs	MFO	Relation
1	11200m	4900m	404 +15m	128,8m	Vérifier
2	11750m	3000m	208+15m	118m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.11 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 01 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	Relation
1	257.6m	4900m	404+15 m	Vérifier
2	236m	3000m	208+15m	Vérifier

RWY 19 :

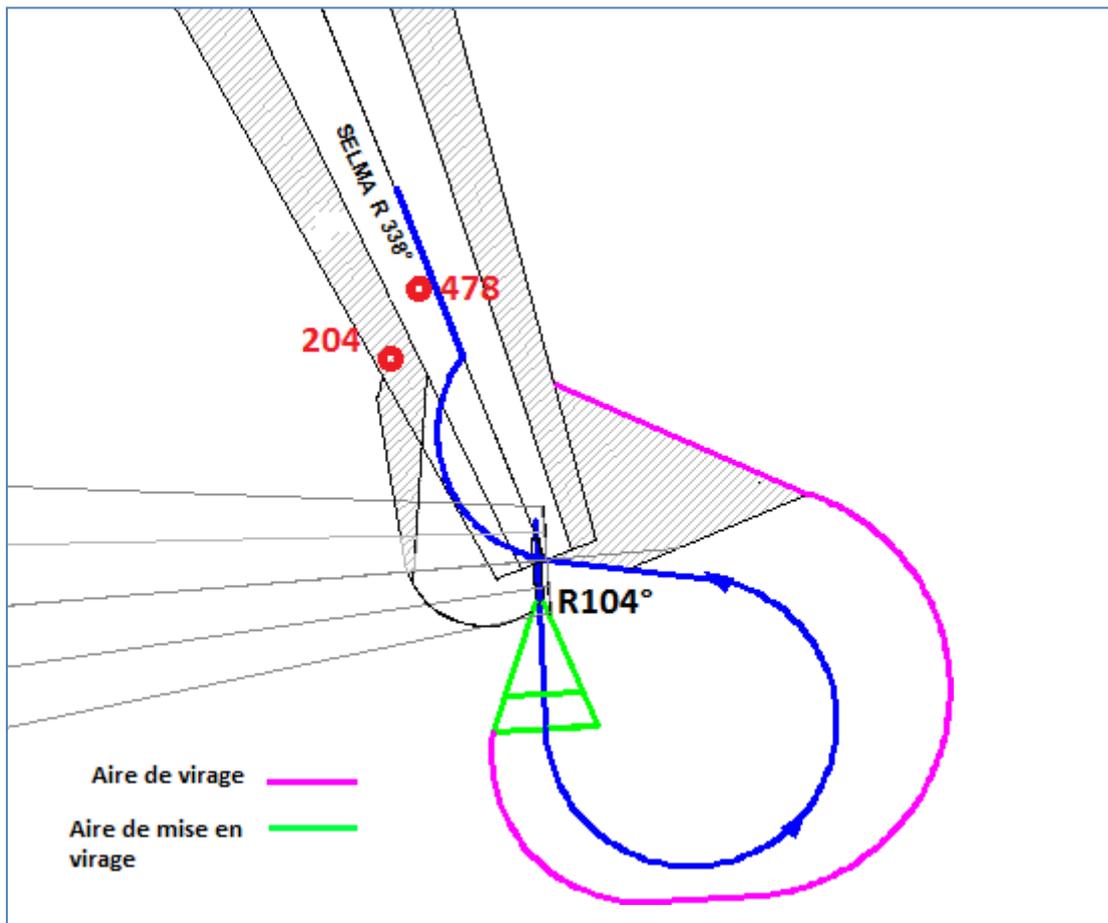


Figure III.5 : Départ vers Selma (RWY 19)

Vu que l'angle dépasse 50° entre la radial de la route R338° et la trajectoire nominale (segment à l'estime) R104°, ça nécessite le passage par un deuxième virage vertical installation pour rejoindre la route SELMA.

Les paramètres de 2ème virage « virage vertical installation » : Partie I, Chapitre 2, section 2-4 [2]

Construction de la protection du Virage vertical installation « Tolérance du VOR » :

On a tracé l'aire de tolérance de repère « VOR » c'est un cercle de rayon $Z_v = h \cdot \tan \alpha$

h : la hauteur de l'A/C verticale installation

Z_v : Rayon du cône VOR

α : Angle de cône égale à 50°

$\text{Alt A/C} = \text{Alt der} + H_1 + H_2 + H_3$

H_1 : hauteur de l'aéronef de la DER jusqu'au début de virage

H_2 : hauteur de l'aéronef le long du virage (rayon de 270°)

H_3 : hauteur de l'aéronef après le passage du virage et le long du radial 104°

Ces hauteurs sont illustrées dans la figure au-dessous :

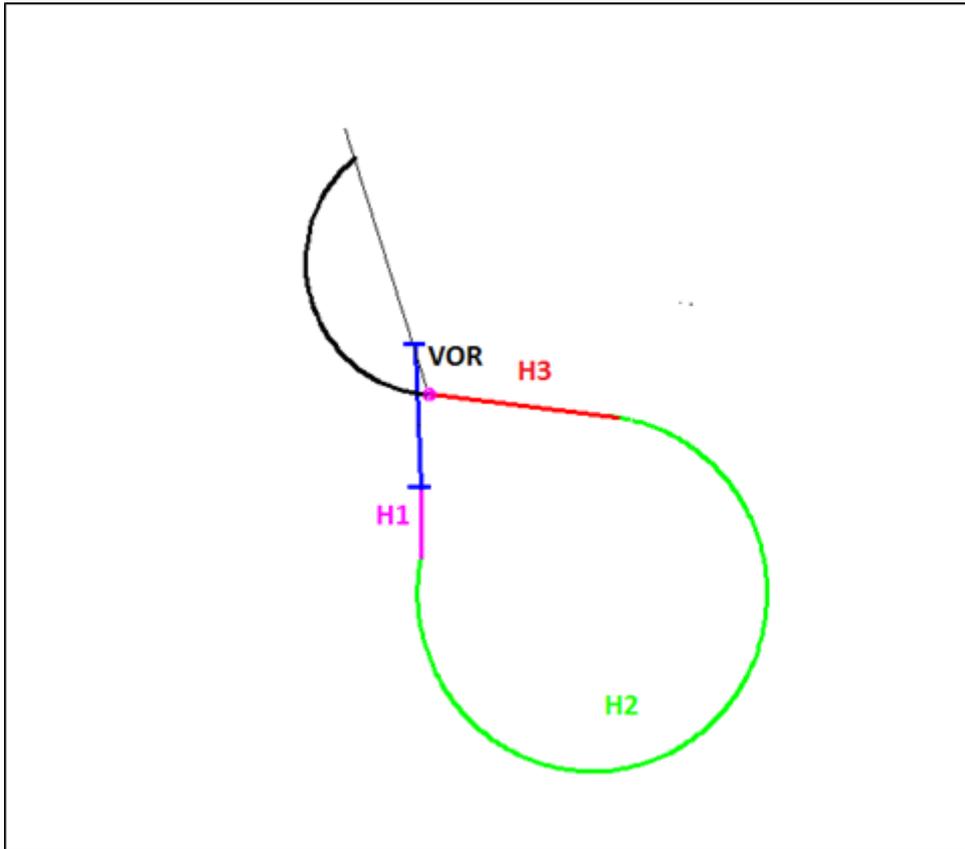


Figure III.5.1: Le parcours de l'aéronef vers SELMA RWY 19

$H2=L=\varphi r/180^\circ$ ($\varphi=270^\circ$ l'arc parcouru par l'aéronef, $r=5204,12\text{m}$ le rayon du virage nominal)

$$L=\frac{270^\circ \times 3.14 \times 5204.12}{2180} = 2451,4 \text{ m}$$

$$H2=2451,4 \times 3,3\% = 808,8\text{m}$$

$$\text{Alt A/C} = \text{Alt der} + H1 + H2 + H3$$

$$\text{Alt A/C} = (5+4600+6000+2451,4) \times 3,3\% = 1158,6\text{m}$$

$$h \text{ A/C} = 1158,6 - 5 = 1153\text{!m}$$

$$Z_v = h \text{tg} \alpha = 1158,6 \times \text{tg}(50^\circ) = 1381\text{m}$$

Tableau III.12. Les paramètres du virage vertical installation

Paramètre	Valeur
ALT	1158 ,8m
Vi	220 kt
T	16°
K	1,08
C	815m
R	2277,96m
R	5704,16m
E θ	1111,2m
X=X'	5796 ,76m
Y	6815,36m
Z	7926,56m

✚ Traitement des obstacles

ALT DER=5m

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=478m, O2=204m

Tableau III.13: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 19

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	18000m	478+15 m	174.4m	Vérifier
2	3800m	16000m	204+15m	158.4m	Vérifier

Recalcule de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.14: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers SELMA RWY 19 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO \times 2	do	Alt obs	relation
1	348,8m	18000m	478+15 m	vérifier
2	316,8m	16000m	204+15m	vérifier

III .2.1.2.Départ vers JIL (SID02)

RWY 05 :

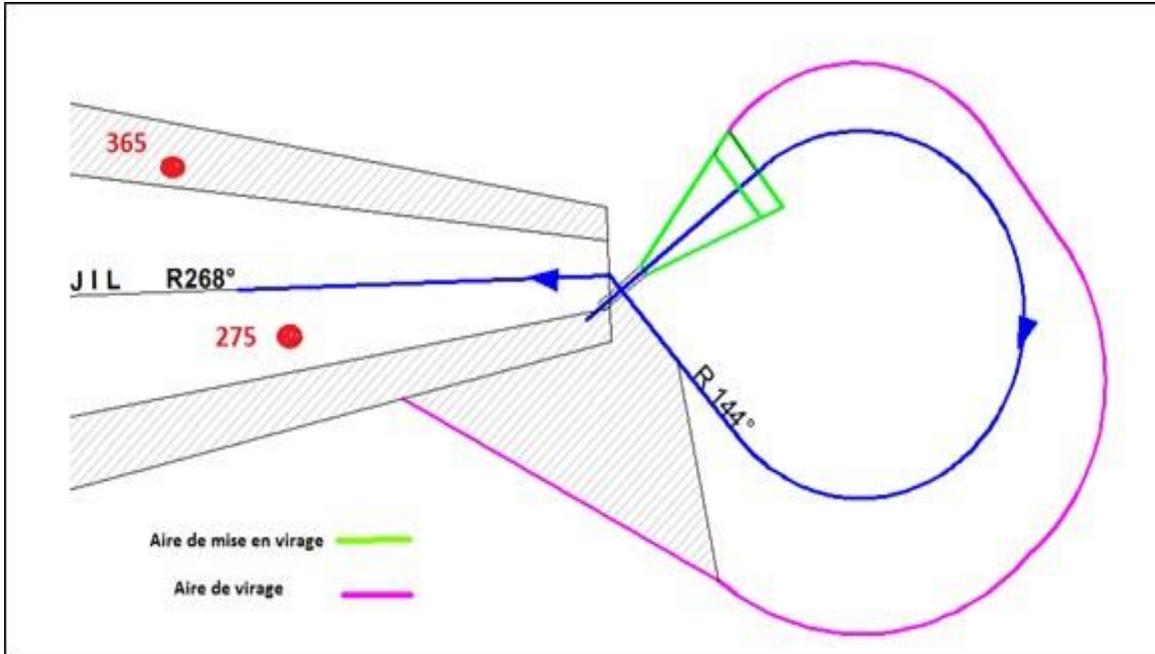


Figure III.6 : Départ vers JIL (RWY 05).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=365m, O2=275m

Tableau III.15 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY05

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	19350m	365+15m	185,5m	Vérifier
2	3800m	16450m	275+15m	162m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.16 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 0 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	Relation	Nouveau Dr
1	371m	19350m	365+15m	Vérifier	/
2	324m	16450m	275+15m	Vérifier	/

RWY 23 :

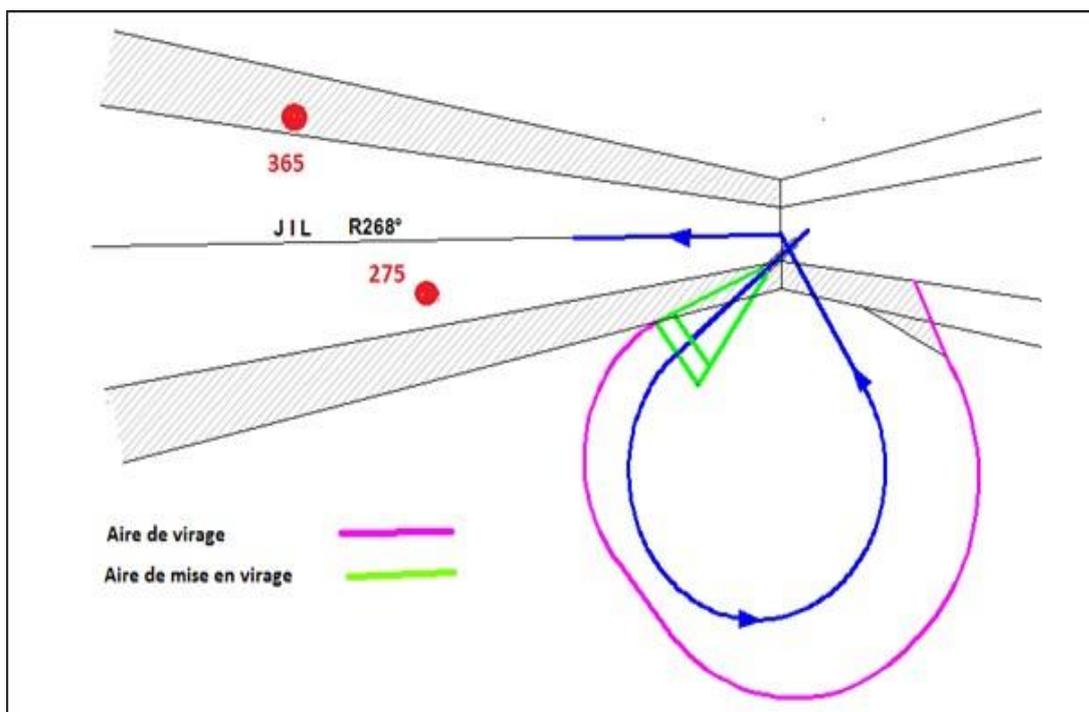


Figure III.7 : Départ vers JIL (RWY 23).

✚ Traitement des obstacles :

Les obstacles qui se trouvent dans l'aire de virage : O1=365 m, O2=275 m

Tableau III.17 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 23

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	4800m	365+15m	68,8m	Vérifié
2	3800m	3600m	275+15m	109,2m	vérifié

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.18: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 23 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	Relation	Nouveau dr
1	137,6m	4800m	365+15m	Vérifier	/
2	218,4m	3600m	275+15m	Vérifier	/

RWY 01 :

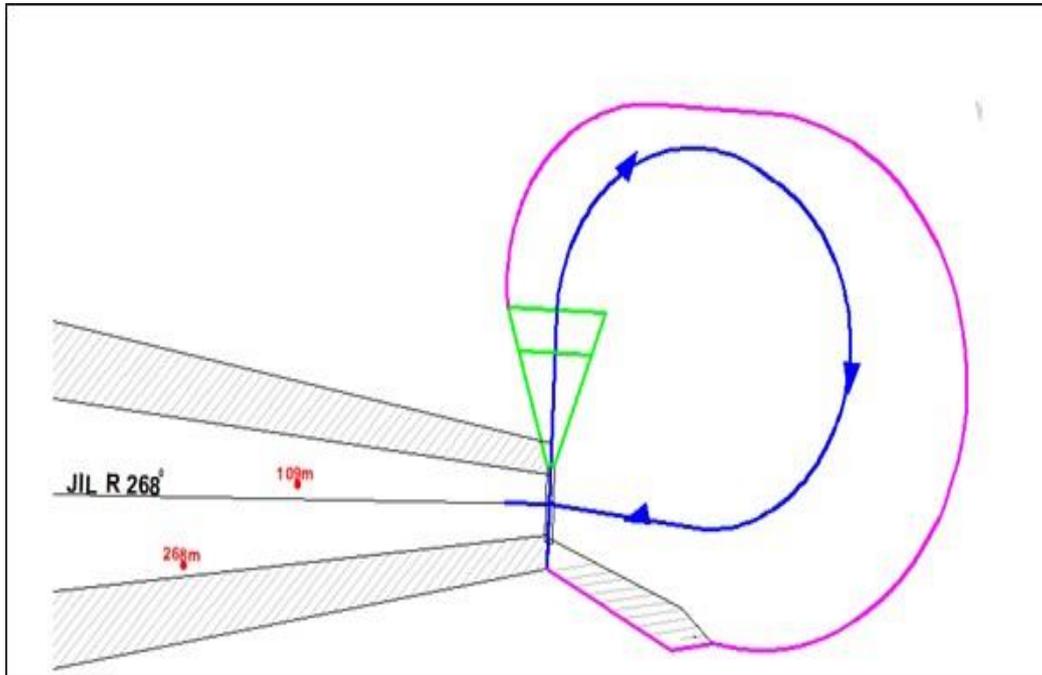


Figure III.8 : Départ vers JIL (RWY 01).

✚ Traitement des obstacles :

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=109m, O2=268m

Tableau III.19: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 01

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	6950m	109+15 m	86m	Vérifier
2	3800m	14100m	268+15m	143.2m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.20 :Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 01 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	Relation	Nouveau dr
1	172m	6950m	109+15m	Vérifier	/
2	286.4m	14100m	268+15m	Vérifier	/

RWY 19 :

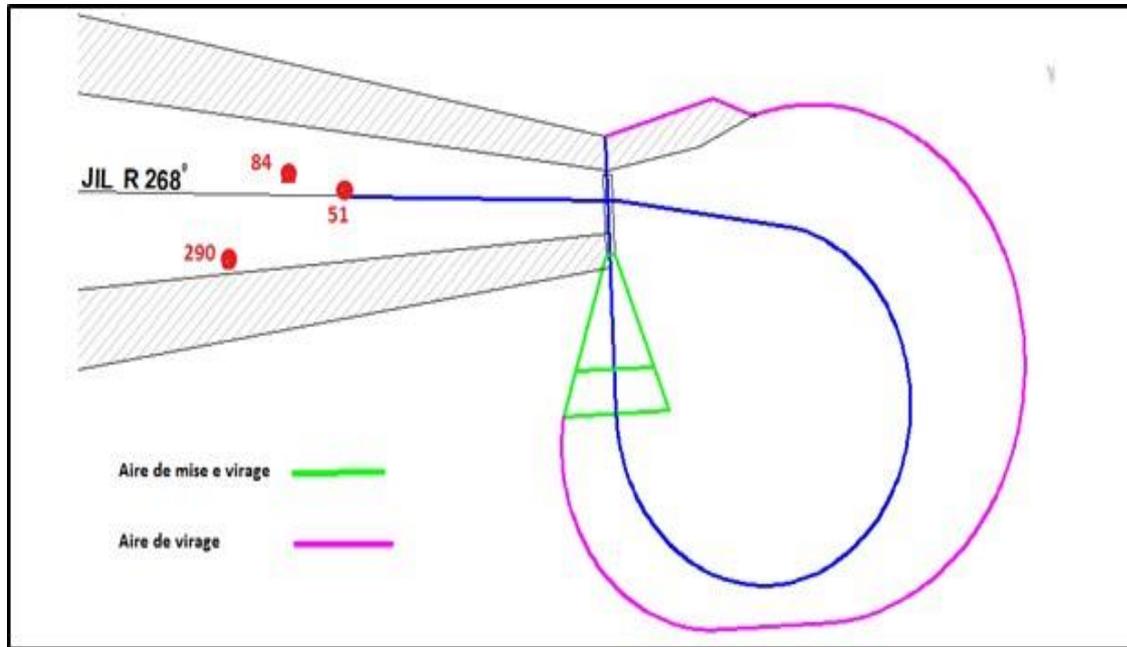


Figure III.9. Départ vers JIL (RWY 19).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=51m, O2=84m, O3=290m

Tableau III.21: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 19

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	7950m	51+15 m	94m	Vérifier
2	3800m	9750m	84+15m	108.4m	Vérifier
3	3800m	11100m	290+15m	119.2m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double :

Tableau III.22: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 19 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	relation	Nouveau dr
1	188m	7950m	51+15m	vérifier	/
2	216m	9750m	84+15m	vérifier	/
3	238.4m	11100m	290+15m	Non vérifier	4609.09m

Après le traitement d'obstacle on a trouvé que l'altitude de 400ft n'est pas suffisante pour franchir tous les obstacles. Pour cela on l'a augmenté à 1000ft (Vu que cette zone est montagneuse).

Tableau III.23: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers JIL RWY 19 (pour altitude de 1000ft)

Obstacle	dr*	do	Alt obs	MFO	Relation
3	11200m	4900m	290+15m	238.4m	Vérifier

III.2.1.3. Départ vers CSO (SID03)

RWY 05 :

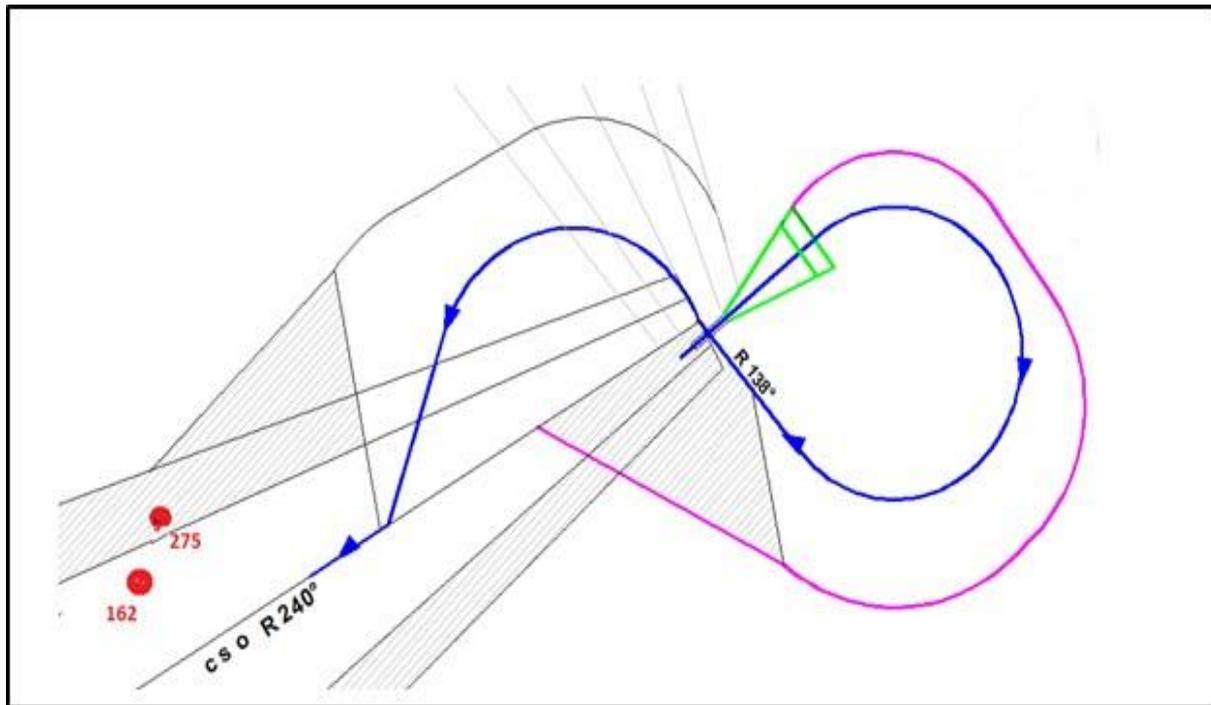


Figure III.10 :Départ vers CSO (RWY 05).

Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=275m, O2=162m.

Tableau III.24: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 05

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	11000m	275+15m	118.5m	Vérifier
2	3800m	16650m	162+15m	164m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double

Tableau III.25: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 05 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	relation	Nouveau Dr
1	236.5m	11000m	275+15m	vérifier	/

2	273,5m	16650m	168+15m	vérifier	/
---	--------	--------	---------	----------	---

RWY 23 :

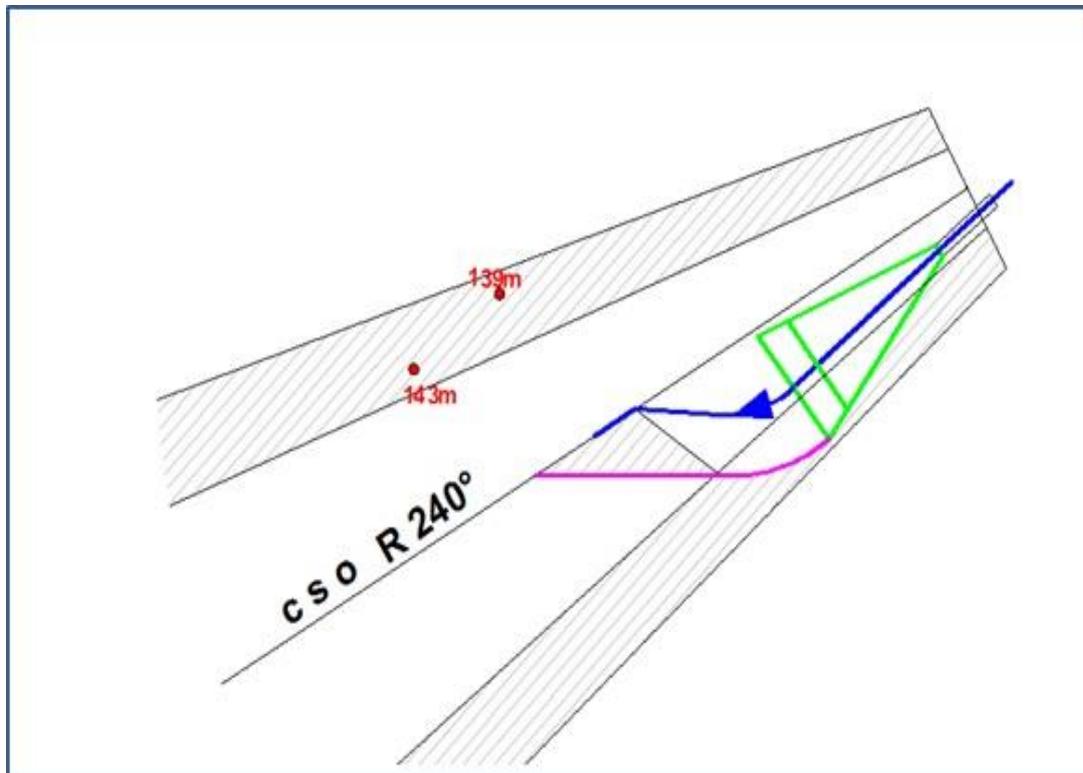


Figure III.11 : Départ vers CSO (RWY23).

Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=143m, O2= 139m.

Tableau III.26: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 23

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800M	8000m	143+15m	94,4m	Vérifié
2	3800M	5100m	139+15m	71,2m	Vérifié

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double

Tableau III.27: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 23 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	relation	Nouveau dr
1	188,8m	8000m	122+15m	vérifier	/
2	142,4m	5100m	143+15m	vérifier	/

RWY 01 :

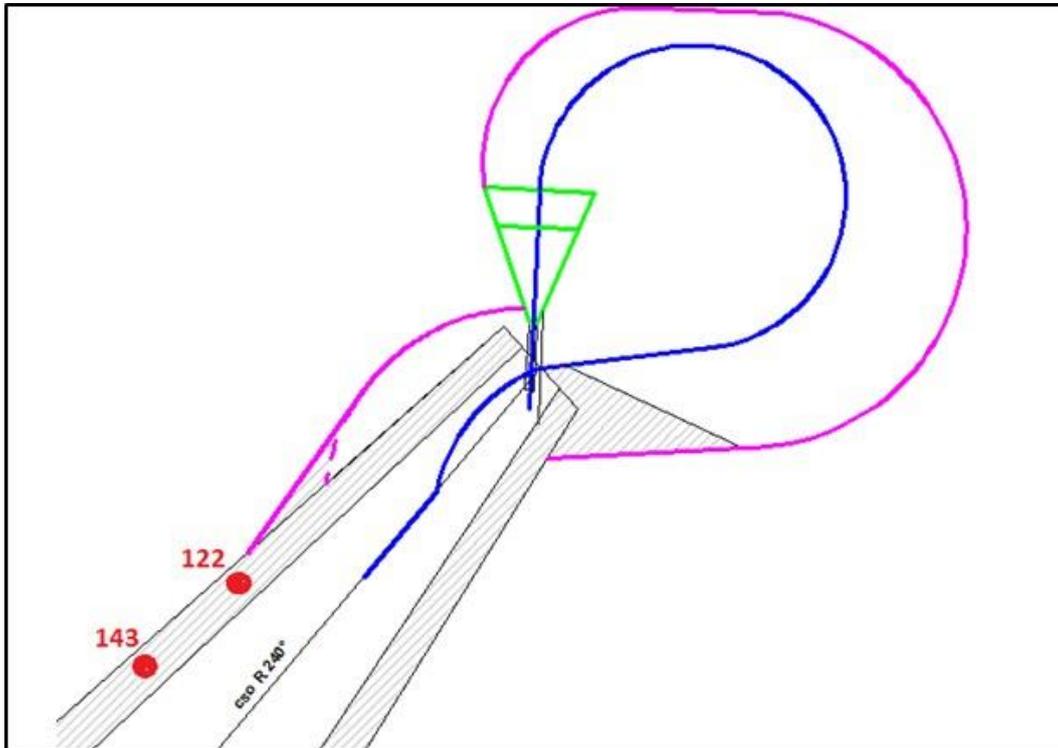


Figure III.12 : Départ vers CSO (RWY01).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=122m, O2=143m.

Tableau III.28:Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 01 avec MFO redouble

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	13500m	122+15m	138,5m	Vérifier
2	3800m	16000m	143+15m	158.5m	Vérifier

Recalcul de franchissements d'obstacles pour une MFO double

Tableau III.29:Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 01 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	relation	Nouveau dr
1	277m	13500m	122+15m	vérifier	/
2	317m	16000m	143+15m	vérifier	/

RWY 19 :

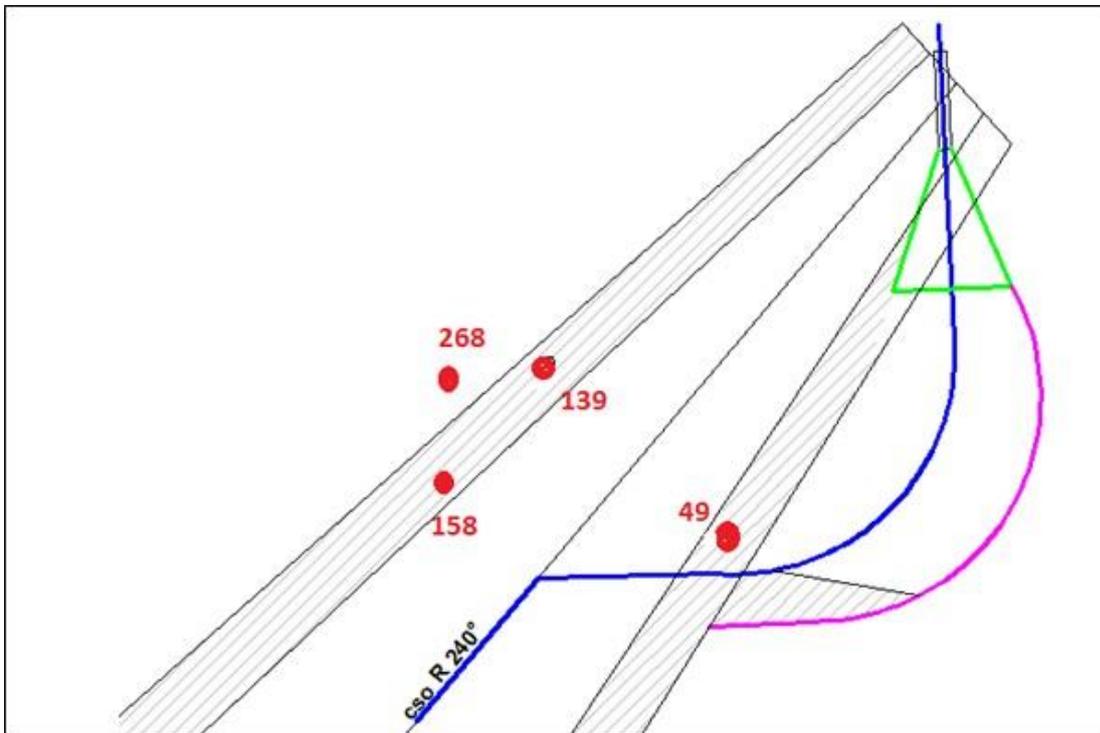


Figure III.13 :Départ vers CSO (RWY19).

✚ Traitement des obstacles :

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=49m, O2=154m,O3=268m,O4=158m

Tableau III.30:Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 19

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	3450m	49+15m	90m	Vérifier
2	3800m	8450m	154+15m	108m	Vérifier
3	3800m	10550m	268+15m	114.8m	Vérifier
4	3800	11650	158+15m	123.6m	Vérifier

La valeur de la MFO sera égale au double :

Tableau III.31:Étude et traitement des obstacles pour le départ vers CSO RWY 19 avec MFO redoublé

Obstacle	MFO×2	do	Alt obs	relation	Nouveau dr
1	108m	3450m	49+15m	vérifier	/
2	196m	8450m	154+15m	vérifier	/
3	229.6m	10550m	268+15m	vérifier	/
4	247,2m	11650	158+15m	Vérifier	/

III .2.1.4.Départ vers MORJA (SID04)

RWY 05 :

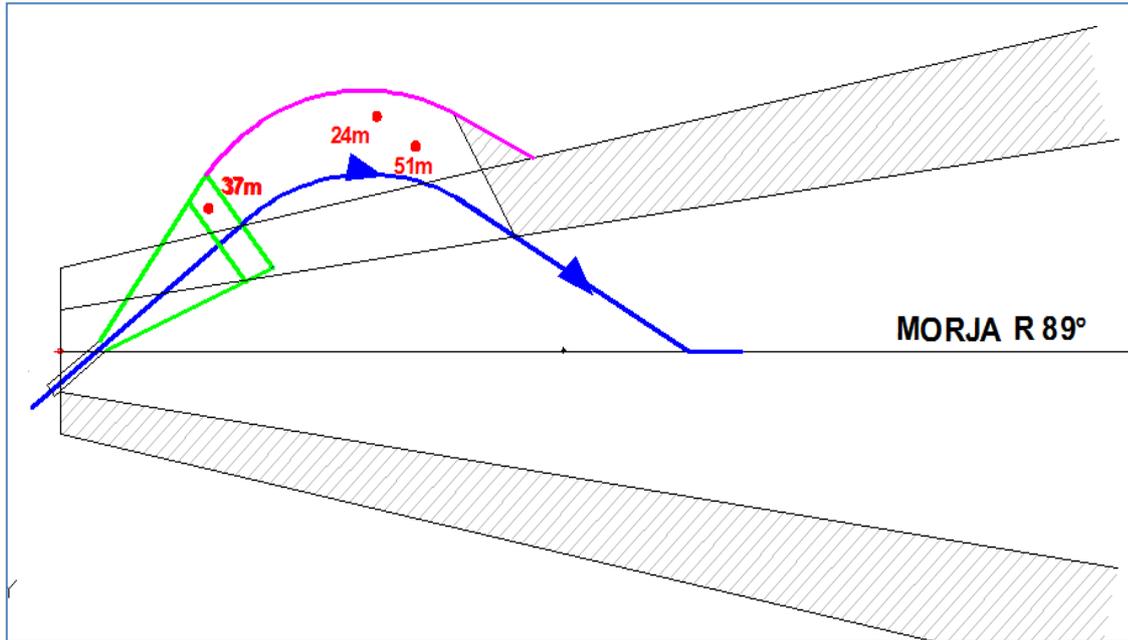


Figure III.14 : Départ vers MORJA (RWY05).

Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de mise en virage : **O1=37m.**

$$MFO=(dr^*+do)\times 0,8\%$$

Il faut vérifier la relation suivante :

Tableau III.32:Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 05

Obstacle	dr*	do	Alt obs	MFO	Relation
1	1950m	200m	37+15m	90m	Vérifier

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O2=24m , O3=51m.

Tableau III.33 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 05 avec MFO doublé

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
2	3800m	900m	24+15m	90m	Vérifier
3	3800m	11400m	51+15m	122m	Verifier

RWY 23 :

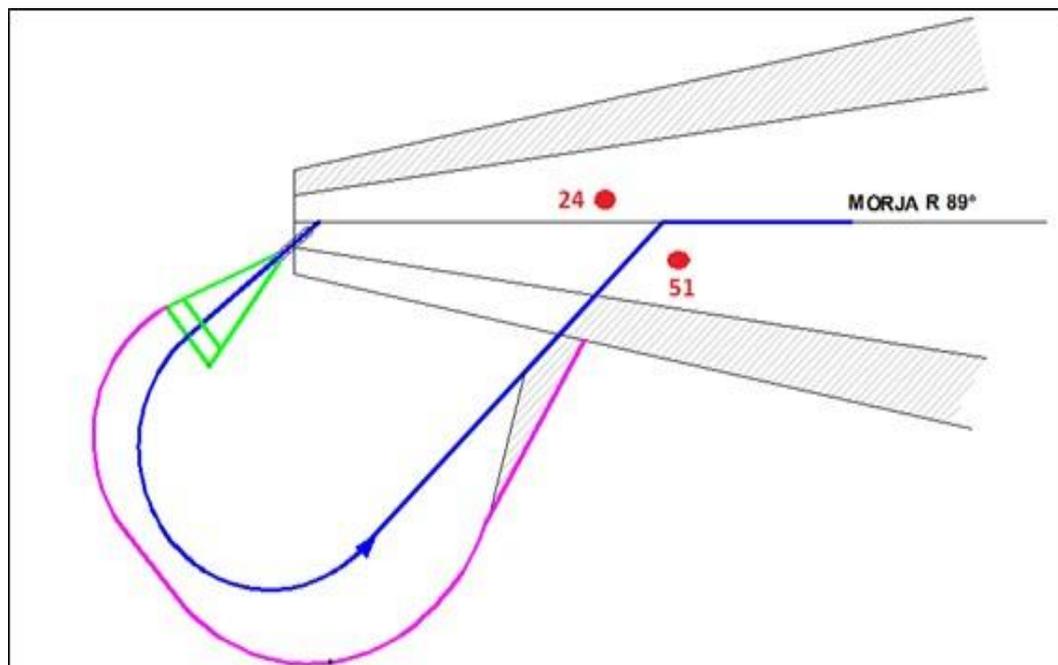


Figure III.15 : Départ vers MORJA (RWY23).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=24m ,O2=51m

Tableau III.34 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 23

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	750m	24+15m	80m	Vérifier
2	3800m	10000m	51+15m	108,5m	Verifier

RWY 01 :

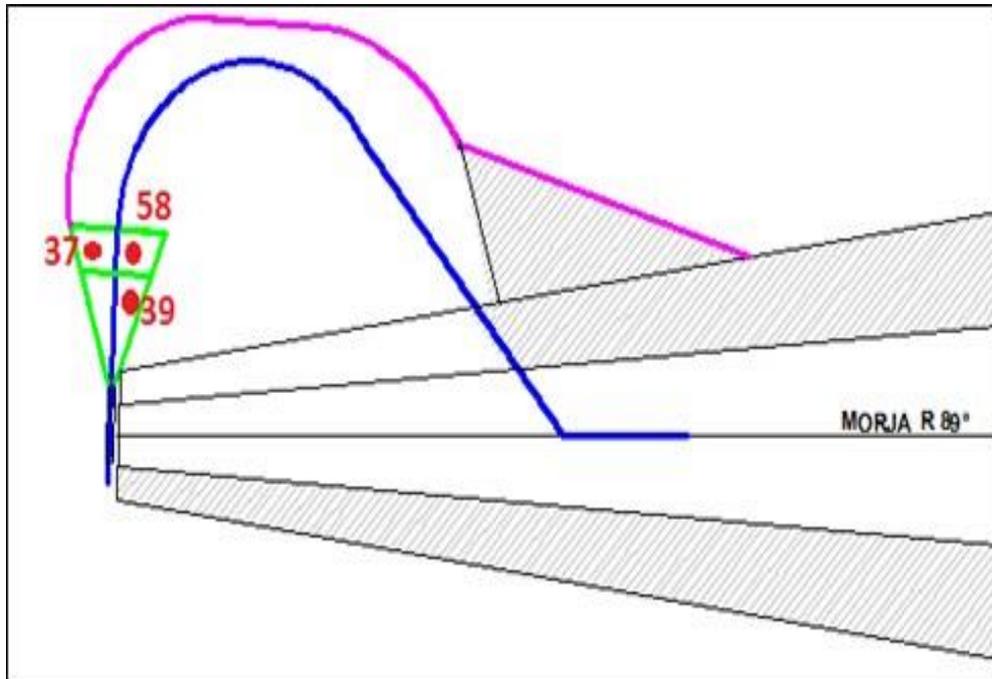


Figure III.16 : Départ vers MORJA (RWY01).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de mise en virage : O1=37m, O2=39m

Tableau III.35 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 01

Obstacle	dr*	do	Alt obs	MFO	Relation
1	650m	2900m	37+15m	102,8m	Vérifier
2	3100m	9100m	39+15m	103.2m	Vérifier

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O3=58m

Tableau III.36 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 01 avec MFO redoublé

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
3	3800m	15000m	58+15m	150m	Vérifier

RWY 19 :

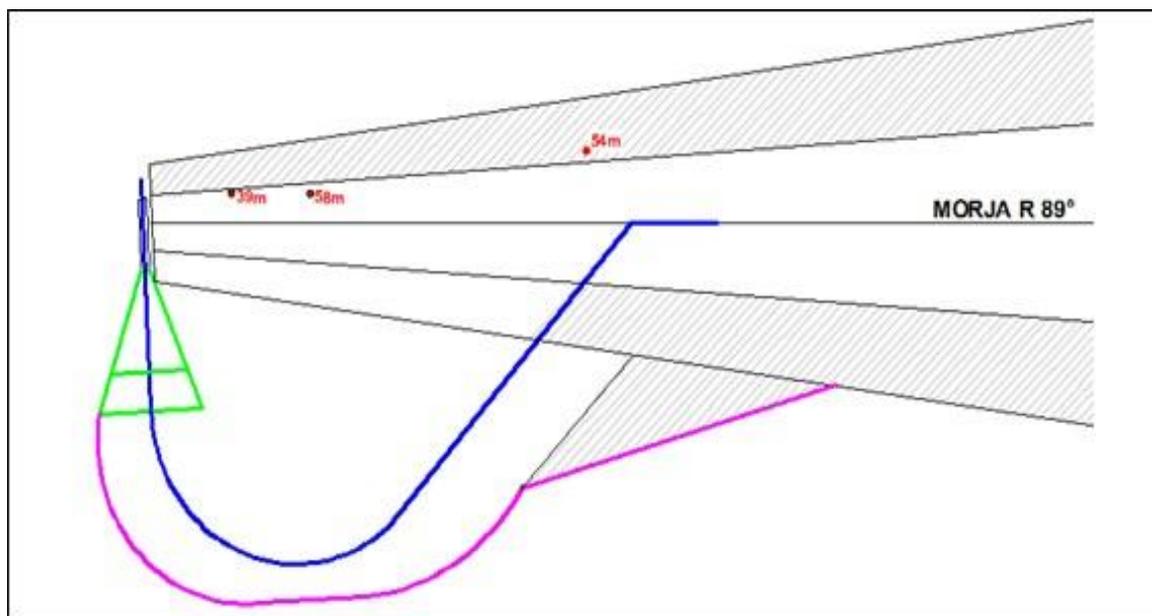


Figure III.17: Départ vers MORJA (RWY19).

✚ Traitement des obstacles

Les obstacles qui se trouve dans l'aire de virage : O1=39m, O2=54m, O3=58m

Tableau III.37: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers MORJA RWY 19

Obstacle	Dr	do	Alt obs	MFO	Relation
1	3800m	8550m	39+15m	98,8m	Vérifier
2	3800m	17800m	54+15m	172 ,8m	Vérifier
3	3800m	17500m	58+15m	170,4m	Vérifier

III .2.1.5. Clairances de départ

• SID01 :

- ✓ **RWY05** : Après décollage à 2000 ft virage à gauche pour intercepter et suivre radial R338° ANB vers SALMA
- ✓ **RWY23** : Après décollage à 2000 ft virage à gauche pour intercepter et suivre radial R149° retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 338° ANB vers SALMA
- ✓ **RWY01** : Après décollage à 2000 ft virage à gauche pour intercepter et suivre radiale R338° ANB vers SALMA
- ✓ **RWY19** : Après décollage à 2000ft virage à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale R104° retour verticale installation puis virage à droite pour suivre radial R338° ANB vers SALMA.

- **SID02 :**

- ✓ **RWY05 :** Après décollage virage à droite pour intercepter et suivre radial R retour verticale ANB Ensuite suivre radiale 268° vers JIL.
- ✓ **RWY23 :** Après décollage virage à gauche, pour intercepter et suivre radial R retour verticale ANB. Ensuite suivre radiale 268° vers JIL.
- ✓ **RWY01 :** Après décollage virage à droite pour intercepter et suivre radiale R089° ANB ensuite suivre radiale 268° ANB vers JIL
- ✓ **RWY19 :** Après décollage à 1000ft virage à gauche et suivre radiale R104°
Pour intercepter VOR ANB ensuite suivre la radiale 268° vers JIL

- **SID03 :**

- ✓ **RWY05 :** Après décollage à 420 ft virage à droite en montée pour intercepter et suivre radiale R 138° retour verticale ANB, Ensuite suivre radiale R240 ANB vers CSO.
- ✓ **RWY23 :** Après décollage **400 ft** puis virage à gauche pour intercepter et suivre 240° ANB vers CSO
- ✓ **RWY01 :** Après décollage à 420 ft virage à droite en montée pour intercepter et suivre radiale R 240° retour verticale installation
- ✓ **RWY19 :** Après décollage à 420 ft virage à droite en montée pour intercepter et suivre radiale R089° retour verticale installation puis virage à gauche et suivre radial 240° ANB vers CSO.

- **SID(04) :**

- ✓ **RWY05 :** Après décollage à 400 ft virage à droite pour intercepter et suivre radiale R089° ANB vers MORJA.
- ✓ **RWY23 :** Après décollage à 400 ft virage à droite pour intercepter et suivre radiale R089° ANB vers MORJA.
- ✓ **RWY01 :** Après décollage à 400 ft virage à droite pour intercepter et suivre radiale R089° ANB vers MORJA.
- ✓ **RWY19 :** Après décollage à 400 ft virage à gauche en montée pour intercepter et suivre radiale R089° ANB vers MORJA.

III.2.2. Procédures d'attente

III.2.2.1. L'attente existante

L'altitude minimale d'attente existante est de 4600ft, et l'altitude maximale est de 8000ft les niveaux utilisables sont au nombre de cinq (5)niveaux, donc le nombre maximal des aéronefs dans le circuit d'attente est de cinq (5). Dans le cas actuel le nombre de poste de stationnement est 06 postes et la moyenne des mouvements réguliers est entre 30 et 40 mouvements par jour avec des points allant jusqu'à quatre (4) mouvements au même temps entre arrivée et départ.

La plupart des scénarios de gestion du trafic aérien qui existent maintenant montrent que l'attente à la verticale de l'aérodrome gêne d'une manière minimale l'évolution du trafic, mais avec l'extension du parking « E » vers 11 postes de stationnement et l'augmentation du nombre des mouvements, l'attente présentera un problème en matière de fluidité du trafic pour les départs et les arrivées.

Pour les arrivées, la séquence d'approche (HAP) est de 10 minutes ça veut dire si on arrive à avoir 5 avions dans l'attente, le dernier devrait attendre 50 minutes pour être autorisé à l'approche, ce qui conduira aux compagnies aériennes des retards et des surconsommations de carburant, engendrant également une surcharge de travail pour les contrôleurs aériens.

Pour les départs, les aéronefs ne pourront pas monter librement aux niveaux de vol demandés, et ils seront dans l'obligation de monter par pallier, ces procédures non souhaitables pour les pilotes, également pour les contrôleurs aériens qui doivent à chaque fois assurer la séparation entre les départs et les arrivées ce qui demande une concentration accrue et des efforts potentiels.

Pour palier à ces problèmes, nous avons adopté l'hypothèse de deux circuits d'attente le premier au nord et le deuxième au sud, chacun sera éloigné de l'aérodrome, à la verticale d'un point fixe défini à une radiale/distance du moyen VOR/DME et protégé pour une altitude maximale de 10000ft et pour vitesse maximale de 230 kt pour la catégorie C/D.

III.2.2.2. Choix de l'emplacement des nouvelles attentes

Il est nécessaire de faire une étude pour déterminer la faisabilité de l'attente dans un espace aérien aux alentours d'un aérodrome, afin que la régulation du trafic des avions à l'arrivée avec ceux au départ, soit imposée dans des normes de sécurité adéquates lorsque l'aérodrome est congestionné.

Cette étude est basée sur les éléments suivants :

1. Choix d'un espace loin de toute voie aérienne ;
2. Choix de la zone terrestre au-dessus de laquelle le circuit d'attente va se réaliser, pour des raisons de sécurité le circuit doit être éloigné de toute zone montagneuse, de forte agglomération (ville) ou d'activité industrielle ;
3. Choix d'un espace dégagé de toute activité aérienne.

Dans le cas de l'aérodrome d'Annaba, les études des statistiques des mouvements nous ont permis de constater que la majorité du trafic aérien (départs et Arrivées) se font du côté Sud /Ouest, Ouest et Nord/Ouest de l'aérodrome.

Pour choisir l'emplacement idéal de l'attente nous avons étudié plusieurs variantes :

- **1ère variante** : attente côté Nord /ouest d'Annaba

Cette variante ne peut être retenue car son emplacement est situé dans l'axe principal des départs et des arrivées vers les aérodromes à l'ouest, ainsi que le survol d'une importante agglomération (la ville d'Annaba).

- **2ème variante** : au nord /est

Cette variante représente un meilleur choix:

- Un espace aérien loin de toute activité aéronautique ;
- Une région au-dessus de la mer donc dépourvue de tout obstacle.

- **3ème variante** : au sud/est

Ce choix est aussi éliminé vu la présence des zones à statut particuliers.

- **4ème variante**: attente au sud /ouest

Ce choix est dicté par l'acheminement du trafic du côté ouest, malgré la présence de relief naturel important.

Donc l'étude des quatre variantes nous ont conduit à porter notre choix sur la deuxième variante pour l'attente au nord, et la quatrième variante pour l'attente au sud.

III.2.2.3. Aspect facilité

Le choix de l'orientation de l'attente et de la distance de son repère (point fixe), doit prendre en compte la séparation stratégique des procédures de départ par rapport à cette dernière ce qui nous a amené à choisir les scénarios suivants :

- 1) Attente au nord /est : est basé sur un point fixe situé à une distance de 15 NM du VOR /DME ANB et sur la radiale R052° pour les arrivées de QFU 19 et QFU 23.
- 2) Attente au sud /ouest : est basé sur un point fixe situé à une distance de 15 Nm du VOR /DME ANB et sur la radiale R192° pour les arrivées de QFU 01 et QFU 05.

III .2.2.4. Aire de protection d'attente

La construction de l'aire de protection de la procédure se fait en deux étapes, la première étape consiste à construire un gabarit et la deuxième étape de tracer l'aire de base et les aires d'entrées de l'attente VOR-DME.

Les paramètres des deux attentes sont [2] :

- La vitesse indiquée qui dépend de l'altitude et de la catégorie d'aéronefs d'après le tableau

I-6-1-1. Vitesses d'attente — Catégories A à E [1]

VI=230Kt pour cat D.

- L'altitude maximale de protection ZP est **10 000ft** (parce que la CTA est limité au FL 105).

- Le temps d'éloignement qui a une relation avec l'altitude maximale

- Si l'altitude de protection est ≤ 14000 ft le temps d'éloignement = 1 min

- Si l'altitude de protection est $> 14\,000$ ft le temps d'éloignement = 1,5 min
Dans notre cas $ALT \leq 14\,000$ donc le temps d'éloignement = **1 min.**

➤ Température ISA+gradient

(La température de référence = 31°C) $31^\circ\text{C} = \text{ISA} + 15$ donc le gradient = **16°C**

➤ Facteur de conversion **$K = 1.1979$**

Les calculs liés à la construction du gabarit des circuits d'attente sont :

Tableau III.38: Calculs liés à la construction du gabarit de circuits d'attente.

Vi (Kt)	230	
Altitude (Ft)	10000	
Temps (min)	1	
Température VAR (°C)	16	
Catégorie aéronefs	D	
K	1,1979	
V=K * Vi (Kt)	275,510	
v=V/3600	0,077	
R=509,26/V	1,848	
r=V/(62,83 * R)	2,372	2,197
h=Altitude/1000	10	
w=2*h+47	67	
w'=w/3600	0,019	
E45 = 45w'/R	0,453	0,420
t=60 * T	60	
L= v * t	4,592	4,252
ab=5 v	0,383	0,354
ac=11 v	0,842	0,780
Gi1=Gi3 =(t-5) * v	4,209	3,898
Gi2=Gi4 =(t+21) * v	6,199	5,740
Wb=5 w'	0,093	0,086
Wc=11 w'	0,205	0,190
Wd=Wc+E45	0,658	0,609
We=Wc+2 E45	1,111	1,029
Wf=Wc+3 E45	1,564	1,448
Wg=Wc+4E45	2,017	1,868
Wh=Wb+4E45	1,905	1,764
Wo=Wb+5E45	2,358	2,184
Wp=Wb+6E45	2,812	2,604
Wi1=Wi3=(t+6)*w'+4E45	3,041	2,816
Wi2=Wi4=Wi1+14w'	3,301	3,057
Wj=Wi2+E45	3,754	3,477
Wk=Wl=Wi2+2E45	4,207	3,896
Wm=Wi2+3E45	4,661	4,316
Wn3=Wi1+4E45	4,853	4,494
Wn4=Wi2+4E45	5,114	4,735
Xe=2r+(t+15) * v + (t+26+195/R) *w'	14,048	13,009
Ye=11 v *Cos20+r * (1+Sin20)+(t+15) v *	6,793	7,336

1/2000000

$$Tg5+(t+26+125/R)* w'$$

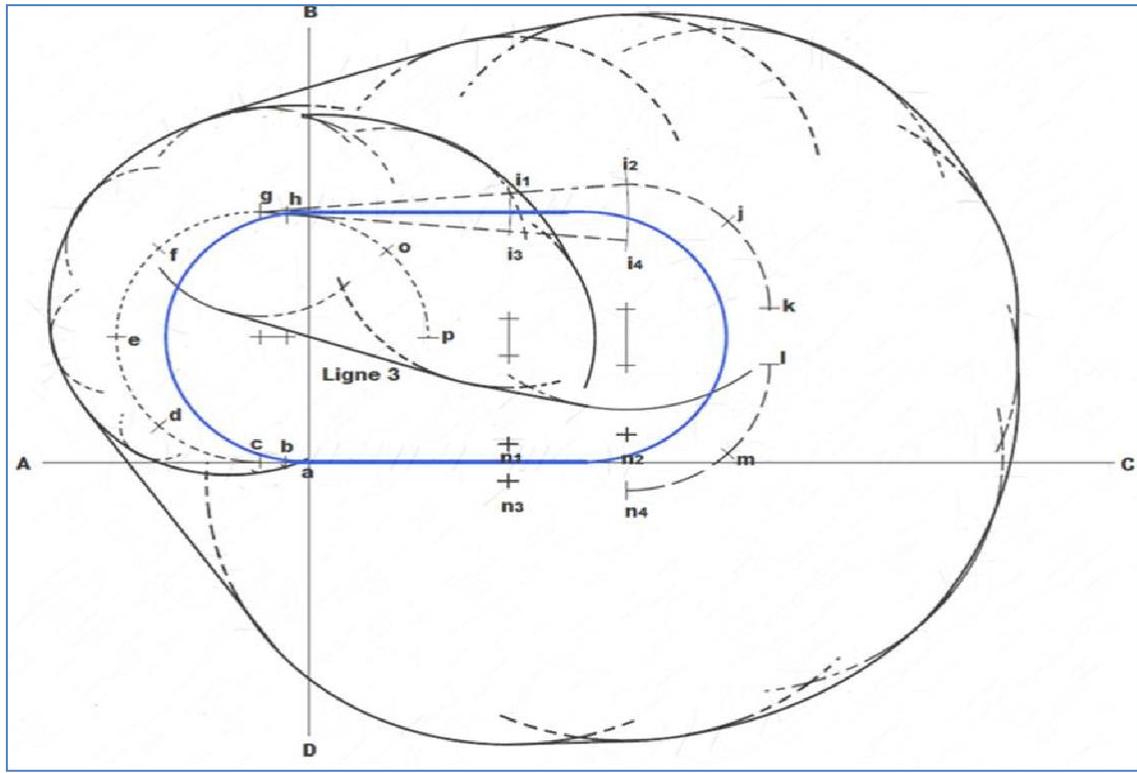


Figure III.18. Gabarit de circuit d'attente en hippodrome pour CAT D.

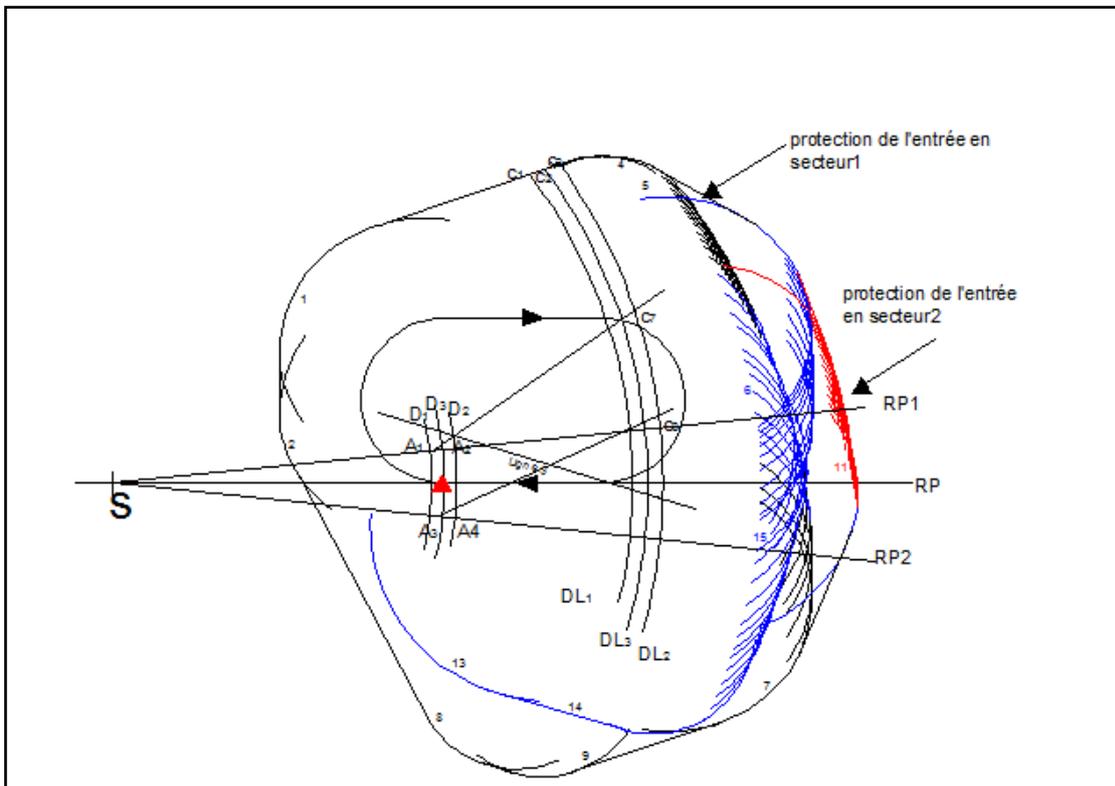


Figure III.19. Aire de base et aire d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT D à 15 NM

III.2.2.5. Construction de l'aire de base et des aires d'entrée correspondante

L'aire de base et les aires d'entrée ont été conçues selon les calculs suivants, tout est présenté ci-dessous:

Tableau III.39: Calculs liés à la Construction de l'aire de base et de les aires d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT D à 15 NM

Paramètre et formule	Signification	Valeur (unité)	Valeur sur dessin (cm) échelle 1/200000
D	distance nominale	15 (NM)	13.89
Ds	Distance en éloignement	5 (NM)	4.63
$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$	distance horizontale	14.909 (NM)	13.80
$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}$	Distance limite d'éloignement	21(NM)	19.44
$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$	Distance limite horizontale d'éloignement	20.93 (NM)	19.38
$d1 = 0,25 + 0,0125 D$	tolérances DME correspondant à D	0.4375 (NM)	0.40
$d2 = 0,25 + 0,0125 DL$	tolérances DME correspondant à DL	0.5125(NM)	0.47
$D1 = Ds - d1$		14.47 (NM)	13.40
$D2 = Ds + d1$		15.34 (NM)	14.21
$DL1 = DLs - d2$		20.41 (NM)	18.90
$DL2 = DLs + d2$		21.44 (NM)	19.85
$C2 = (d1 + d2 - 1) \text{ de } C^3.$		-0.05 (NM)	-0.046
α	tolérance pour un VOR de ralliement	$\pm 5.2^\circ$	

III.2.2.6. La détermination de l'altitude minimale de sécurité

➔ Attente Sud /ouest

L'altitude minimale d'attente dépend des obstacles qui se trouvent dans l'aire de protection et dépend aussi des performances des aéronefs à l'approche.

L'obstacle dominant relevé pour déterminer l'altitude minimale de sécurité est illustré dans la figure ci-après :

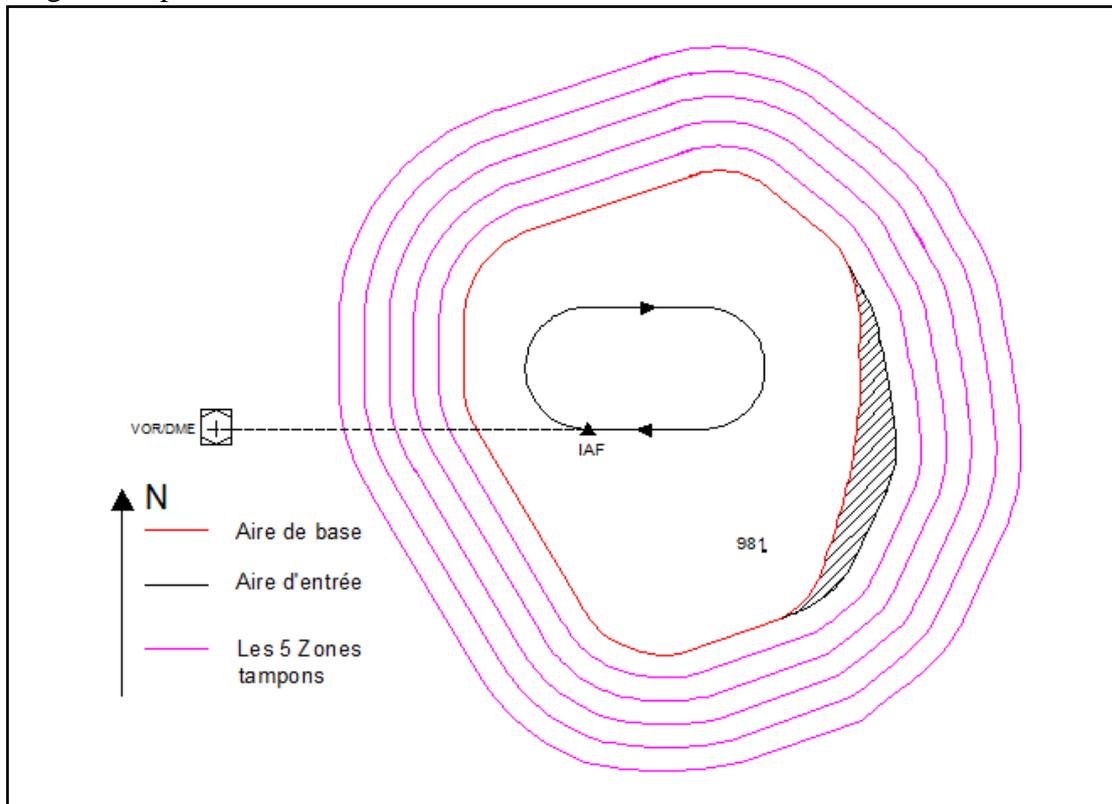


Figure III.20. L'obstacle retenu pour déterminer l'altitude minimale de sécurité.

L'obstacle se trouve dans l'aire de base de l'attente

Hobs=981m > 900m donc MFO = 450 m

Hobs+MFO+15M= 1446m .

La majoration de 15m apporté dans les calculs de la détermination de l'altitude minimale est rajoutée à l'altitude du relief pour prévoir le cas d'existence d'arbre sur ce dernier. L'altitude minimale d'attente est fixée à **1450m (4800ft)**.

→ Attente nord /est

Vu que notre attente est dans un espace dégagé, on a pris la même altitude que celle de l'attente sud/ouest.

L'altitude minimale d'attente est fixée à **1450m (4800ft)**.

III.2.3. Procédures d'arrivées normalisées aux instruments (STAR)

III.2.3.1. Les scénarios d'étude

→ Les STAR liés à l'attente nord /est

Les arrivées de SELMA, MOUET, MORJA vont rejoindre l'IAF avec un arc DME et les autres arrivées de JIL, CSO vont rejoindre en premier lieu le VOR/DME ANB puis l'IAF. Dans le premier scénario on a proposé un arc DME de 27 NM avec une entrée à 30NM, mais vu le chevauchement des aires de protection avec la zone dangereuse DA-D87, on a changé l'entrée à 27 NM avec un arc DME de 24NM (Voir figure III.21).

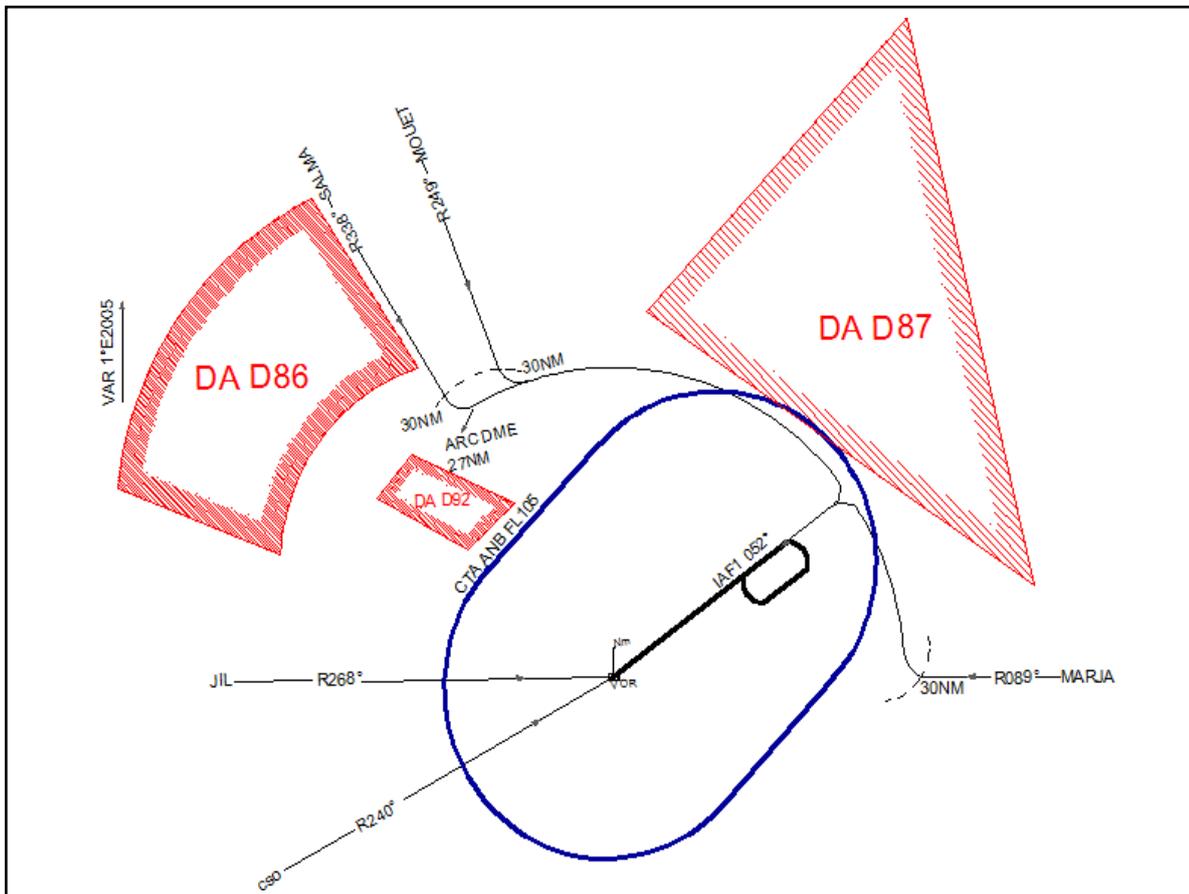


Figure III.21 : Schéma des arrivées de l'attente Nord-est avec entrée de 30NM.

→ Les STAR liés à l'attente Sud /ouest

Les arrivées de JIL, CSO vont rejoindre l'IAF avec un arc DME de 24NM et les autres arrivées de SELMA, MORJA, MOUET vont rejoindre en premier lieu le VOR/DME ANB puis l'IAF.

III.2.3.2. Redimensionnement de la CTA

Pour que les aires de protection des procédures de départ, d'arrivée et d'attente soient à l'intérieur de la CTA, celle-ci doit être redimensionnée à un cercle d'un rayon de 29NM afin d'éviter la zone interdite DA-D87 et permettant aussi de faciliter encore plus les tâches du contrôleur pour une meilleure fluidité du trafic.

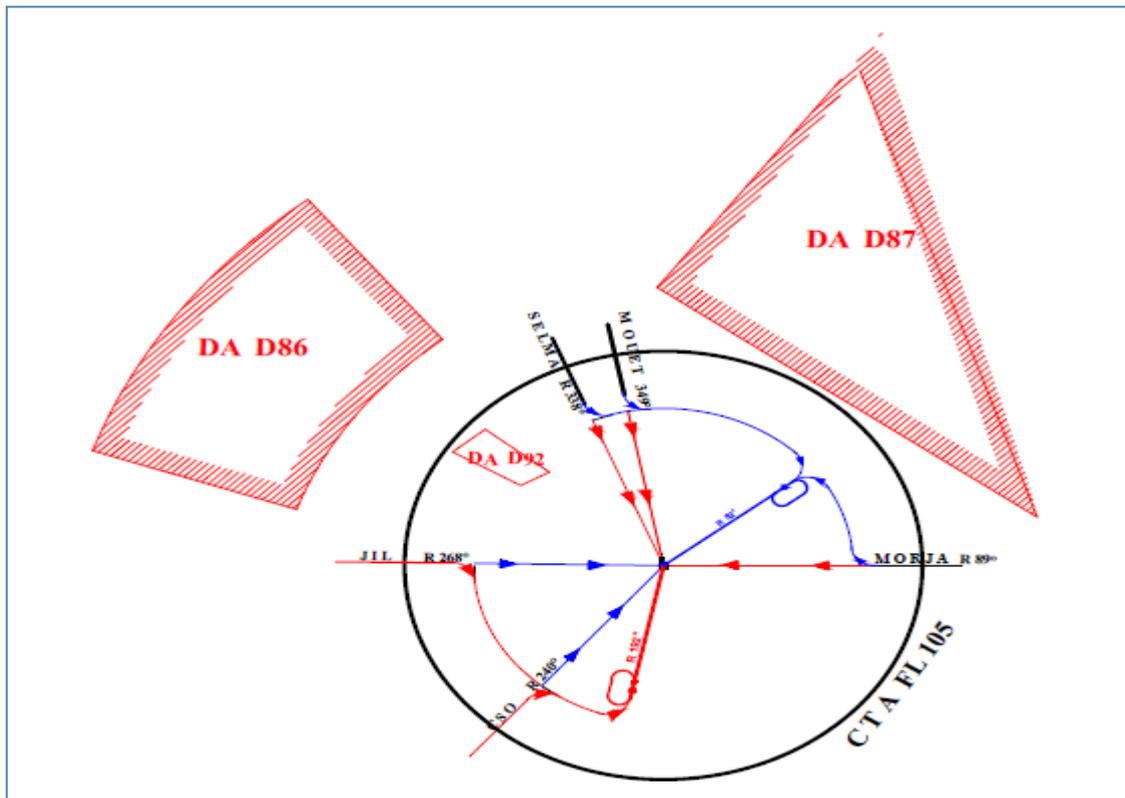


Figure III.22 :Schéma de la nouvelle CTA d'annaba.

III.2.3.3. Conception des STAR liées l'attente nord-est R052°

Les figures suivantes illustrent Les aires de protections des STAR

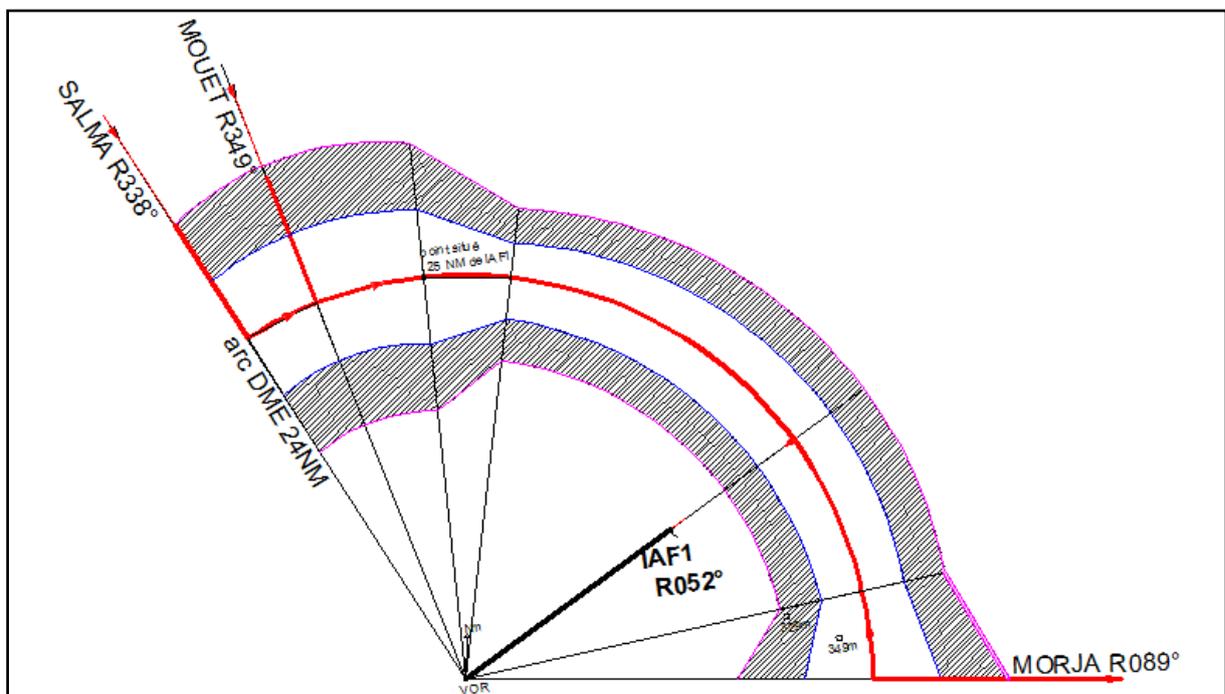


Figure III.23.Arrivé du Nord (SALMA et MOUET) et du Nord-est (MORJA)

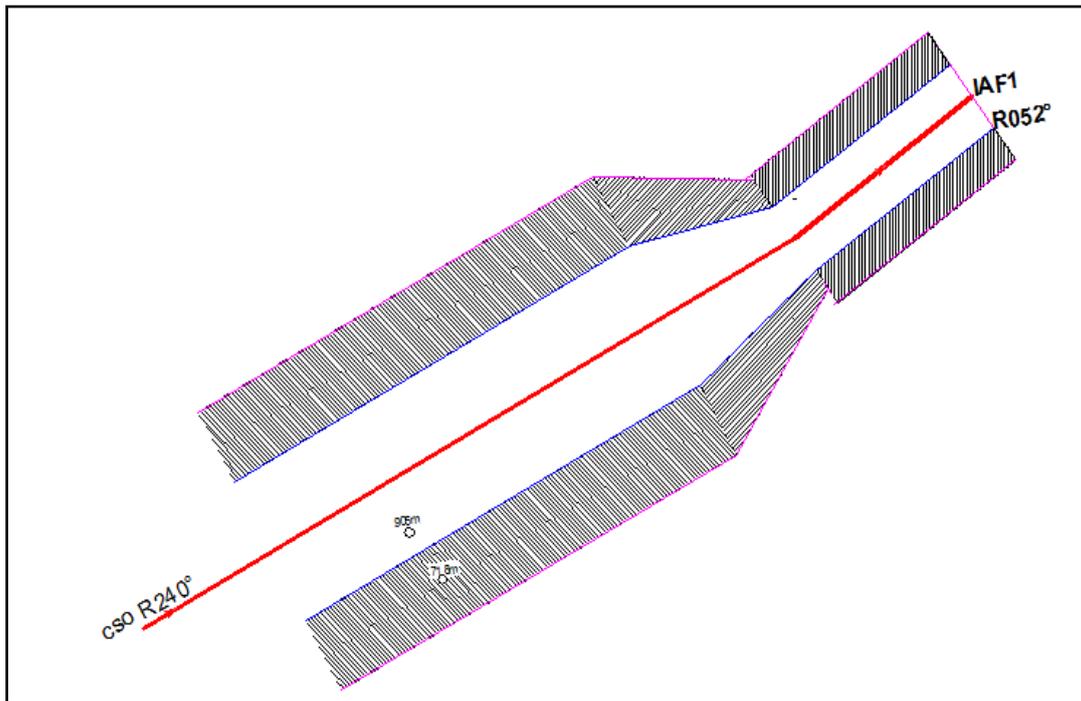


Figure III.24 :Arrivée de Constantine.

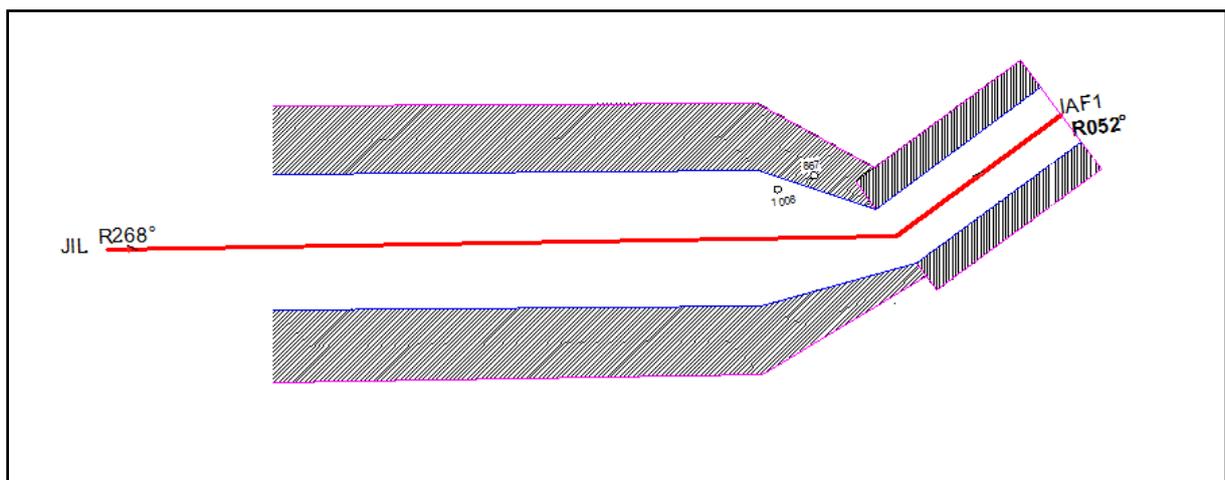


Figure III.25. Arrivée de JIL.

- **Traitement des obstacles :**

Altitude minimale d'obstacle = Max [HObst + MFO obst]

Aire primaire :

MFO Obst = MFO entière

Aire secondaire:

Linéairement décroissante

$MFO\ Obs = (D2/D1) \times MFO\ entière$

Tableau III.40: MFO entière

Relief	MFO
Moins de 900m	300m
Entre 900m et 1500m	450m
Au-dessus de 1500m	600m

Tableau III.41: Traitement d'obstacle des arrivées de l'attente Nord-est

Les arrivées De :	Obstacles		Altitude minimale d'arrivée	
	Aire primaire	Aire secondaire	Aire primaire	Aire secondaire
SALMA	/	/	/	/
MOUET	/	/	/	/
MORJA	349m	329m	649m	425m
CSO	905m	718m	1355m	878m
JIL	1008m	867m	1458m	1076.5m

Vu que l'altitude minimale de l'arrivée ne peut être inférieure à l'altitude minimal d'attente donc les altitudes minimales retenus pour les STAR sont :

Tableau III.42: Les altitudes minimales des arrivées pour l'attente nord-est

Les arrivées de	Altitude minimale
SALMA	1450m (4800ft)
MOUET	1450m (4800ft)
MORJA	1450m(4800ft)
CSO	1500m(5000ft)
JIL	1500m(5000ft)

III.2.3.4. Conception des STAR liées l'attente Sud-ouest R192°

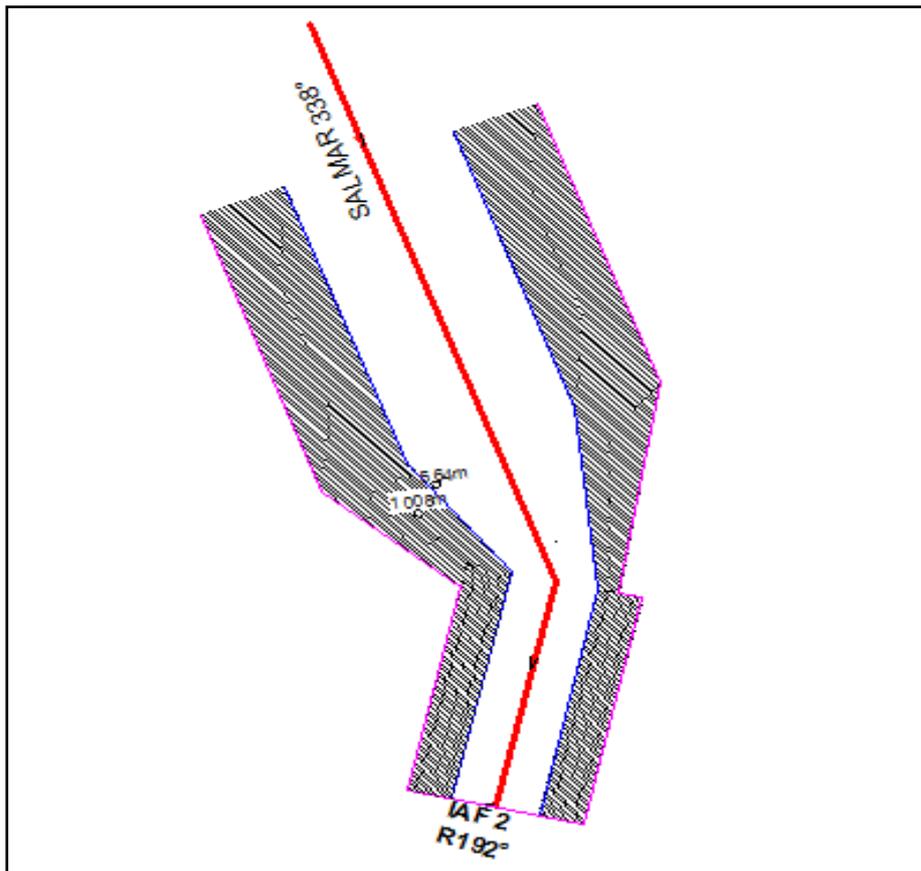


Figure III.26:Arrivée de SALMA

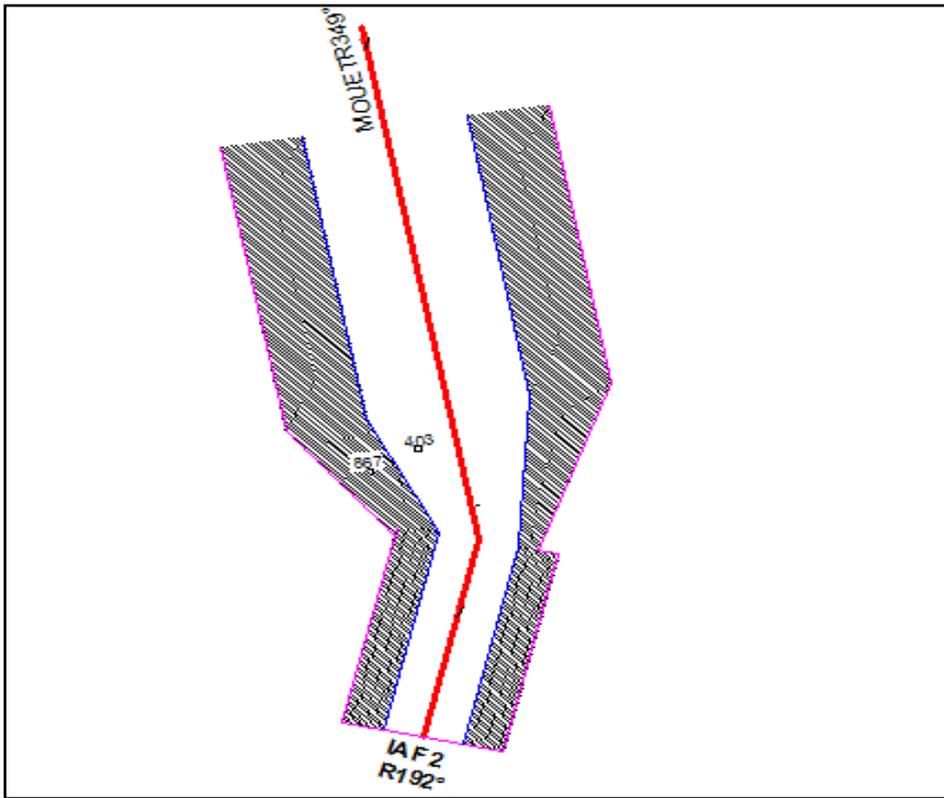


Figure III.27 : Arrivée de MOUET.

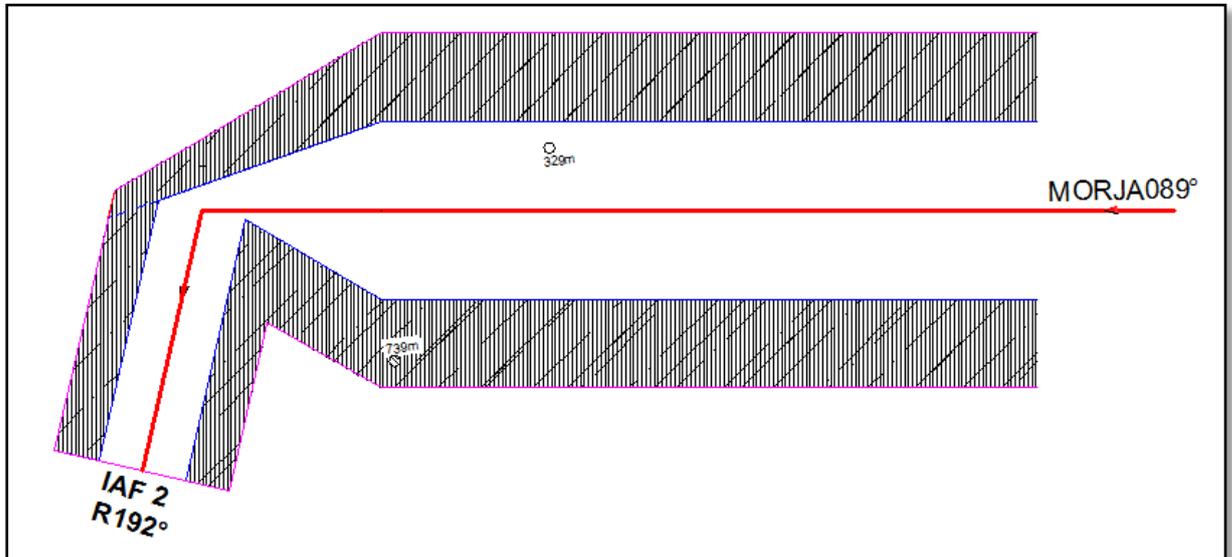


Figure III.28. Arrivée de MORJA.

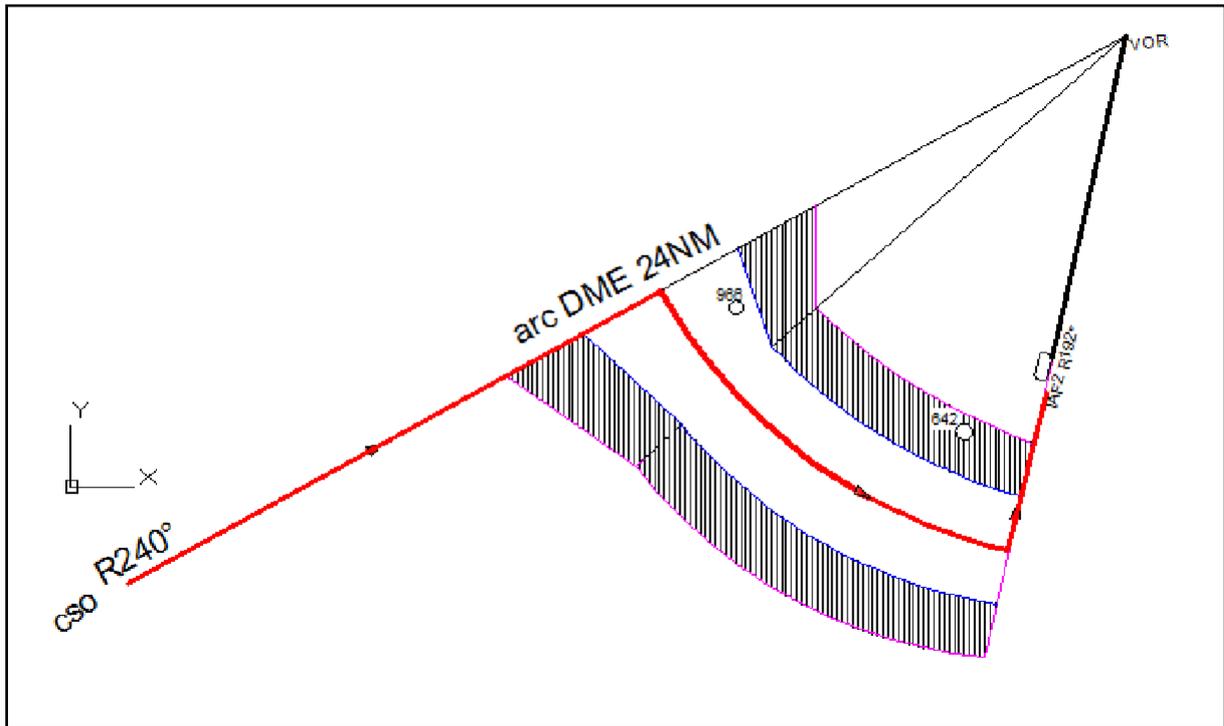


Figure III.29 : Arrivée de Constantine.

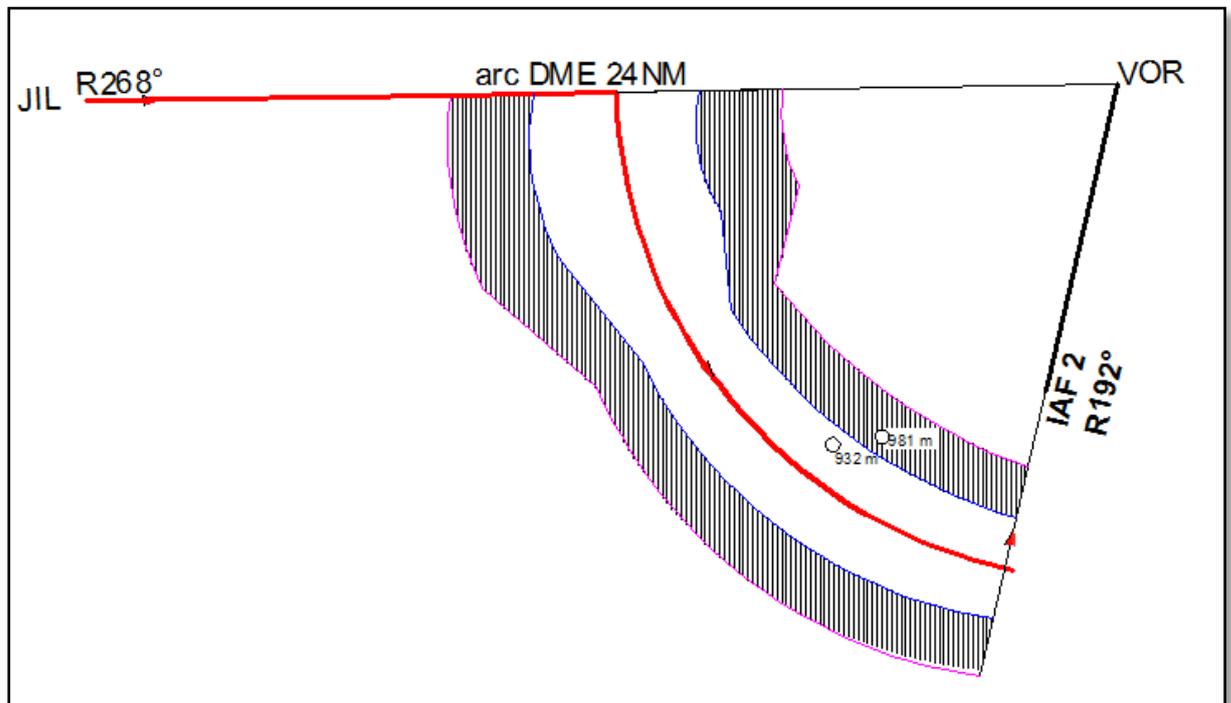


Figure III.30. Arrivée de JIL.

- **Traitement d'obstacle**

Altitude minimale d'obstacle = Max [HObst + MFO obst]

➤ **Aire primaire :**

MFO Obst = MFO entière

➤ **Aire secondaire:**

Linéairement décroissante

MFO Obs = (D2/D1) x MFO entière

Tableau III.43: traitement d'obstacle des arrivées de l'attente Sud-ouest R192°

Les arrivées De :	Obstacles		Altitude minimale d'obstacle	
	Aire primaire	Aire secondaire	Aire primaire	Aire secondaire
SALMA	564m	1008m	864m	1295.5m
MOUET	403m	867m	703m	999.5m
MORJA	329m	739m	629m	961m
CSO	966m	642m	1416m	832m
JIL	932m	981m	1382m	1126m

Tableau III.44: Les altitudes minimales des arrivées pour l'attente sud-ouest

Les arrivées de	Altitude minimal
SALMA	1450m (4800ft)
MOUET	1450m (4800ft)
MORJA	1450m (4800ft)
CSO	1500m (5000ft)
JIL	1500m (5000ft)

III .2.3.5. Les clairances des arrivées

➤ **Attente nord-est**

➤ **STAR1 (SELMA) :**

Intercepter et suivre radiale 158° jusqu'à 29NM VOR, virer à gauche pour suivre l'arc 24 NM VOR ANB pour rejoindre IAF.

➤ **STAR 2(MORJA) :**

Intercepter et suivre radiale 269° jusqu'à 29NM VOR, virer à droite pour suivre l'arc 24 NM VOR ANB pour rejoindre IAF.

➤ **STAR 3(MOUET) :**

Intercepter et suivre radiale 169° jusqu'à 29NM VOR, virer à gauche pour suivre l'arc 24 NM VOR ANB pour rejoindre IAF.

➤ **STAR 4 (CSO) :**

Intercepter et suivre radiale 60° ANB jusqu'à verticale VOR, ensuite intercepter et suivre radiale 052° pour rejoindre IAF.

➤ **STAR 5 (JIL) :**

Intercepter et suivre radiale 88° ANB jusqu'à verticale VOR, ensuite intercepter et suivre radiale 052° pour rejoindre IAF.

➔ **Attente sud-ouest**

➤ **STAR 1 (SALMA) :**

Intercepter et suivre radiale 158° ANB jusqu'à verticale VOR, ensuite intercepter et suivre radiale 192° pour rejoindre IAF

➤ **STAR 2 (MORJA) :**

Intercepter et suivre radiale 269° ANB jusqu'à verticale VOR, ensuite intercepter et suivre radiale 192° pour rejoindre IAF2

➤ **STAR 3 (MOUET) :**

Intercepter et suivre radiale 169° ANB jusqu'à verticale VOR, ensuite intercepter et suivre radiale 192° pour rejoindre IAF.

➤ **STAR 4 (CSO) :**

Intercepter et suivre radiale 60° jusqu'à 29NM VOR, virer à gauche pour suivre l'arc 24 NM VOR ANB pour rejoindre IAF.

➤ **STAR 5 (JIL) :**

Intercepter et suivre radiale 88° jusqu'à 29NM VOR, virer à gauche pour suivre l'arc 24 NM VOR ANB pour rejoindre IAF.

- **Pour les schémas globale des SID pour les deux pistes et les STAR voir « Annexe A ».**

III.3. Conclusion

La conception et l'étude effectuée, nous permis de réaliser un nouveau schéma de circulation aérienne qui permis d'assurer une séparation stratégique entre les flux de trafic à l'arrivée et au départ. Les deux configurations des arrivées et d'attente au nord et au sud seront utilisées séparément en fonction des pistes en service, RWY 19 et RWY 23 (nord), RWY01 et RWY05 (sud).

***Chapitre IV : Les procédures
d'approche aux instruments***

Chapitre IV : Les procédures d'approche aux instruments

IV.1. Introduction

Le nouveau schéma de circulation aérienne est relié à 4 seuils 01,19,05,23. Les procédures d'approche qui vont être établies seront

- RWY01 : une approche classique NPA basé sur le VOR/DME
- RWY23 : une approche classique NPA basé sur le VOR/DME
- RWY05 : une approche classique NPA basé sur le VOR/DME
- RWY19 : une approche classique NPA basé sur le VOR/DME
- RWY19 : une approche de précision PA basé sur le ILS-VOR/DME

IV.2. Procédure d'approche pour RWY01

- Distance IAF à 15 NM, radial 192°.
- Distance THR 01-VOR/DME ANB=0.8 NM
- Altitude IAF=1450 m
- Altitude THR01=5m
- **Les paramètres de la procédure :**

Pente= hauteur/ distance

Sur la base de cette relation nous allons étudier d'abord le profil de la procédure pour fixer les longueurs des segments initial, intermédiaire et final. Comme le segment final est le plus important ; donc nous allons commencer par fixer la longueur et la pente optimales pour ce dernier (voir figure IV.1).

→ Scénario01:

▪ Les longueurs de tous les segments sont de 5NM (optimum pour le segment final) et la pente du segment final est de 5.24%.

Distances FAF-THR=5NM (FAF-VOR=5.8), IF-FAF=5NM, IAF-IF =5NM.

Hauteur FAF= $5 \times 1852 \times 5,24\% = 486\text{m}$.

Alt FAF= $486 + 15 + 5(\text{Alt seuil 01}) = 506\text{m}$.

▪ La perte d'altitude dans le segment initial :

$1450 - 506 = 944\text{m}$

$P = 944 / 5 \times 1852 = 10\%$

Et d'après les normes la pente du segment initial est entre 4% (optimum) est 8 % (maximum) donc elle est supérieure au maximum [2]. Nous devons diminuer la pente par l'augmentation de l'altitude au FAF et cela par le changement des distances.

→ **Scénario02:**

On a proposé les distances comme suit :

- Distances FAF-VOR=7NM, donc FAF-THR=6,2NM

IF-FAF=1,5NM

IAF-IF =6,5NM

Alt FAF= $6,2 * 1852 * 5,24\% = 601,67\text{m}$

Alt FAF= $601,67 + 15 + 5(\text{Alt seuil 01}) = 622\text{m}$

- La perte d'altitude dans le segment initial :

$1450 - 622 = 828\text{m}$

$P = 828 / 6,5 * 1852 = 6,88\%$

Donc on prend ce scénario pour toutes procédures qui suivent vu que la distance entre IAF1 (attente nord) et le VOR égale à 15NM et c'est la même entre IAF2 (attente sud) et le VOR.

Tableau IV.1 : Les paramètres de la procédure

Segment	Initial	Intermédiaire	Final
Longueur	6.5NM	1.5NM	7NM
Pente	5.24%	0%	6.8%

Voilà la vue en profile de la procédure d'approche illustrée dans la figure suivante :

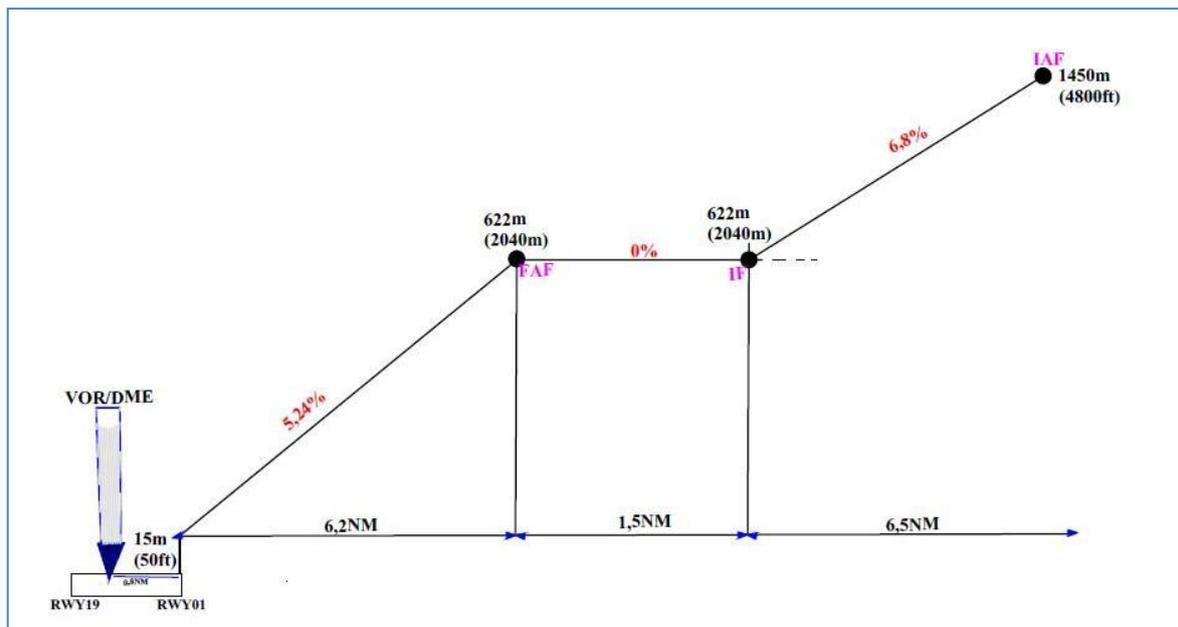


Figure IV.1 : Vue en profile de la procédure d'approche classique RWY 01

IV.2.1. Segment d'approche initial :

C'est une trajectoire rectiligne d'une longueur de 6,5NM reliant l'IAF à l'IF.

a) **Traçage de l'aire de protection** : 5NM de part et d'autre de la trajectoire nominale, elle se divise en deux aires primaire et secondaire (voir figure IV.2)

b) **Détermination de l'altitude minimale de sécurité** :

➤ **Aire primaire** :

MFO Obs = MFO entière=300m

MOCA=Alt obs+ MFO+15m

Tableau IV.2:les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Alt Obstacle	MFO	MOCA
432m	300m	747m
271m	300m	571m

Note : la majoration de 15m apporté pour les obstacles naturels.

➤ **Aire secondaire** : Linéairement décroissante

MFO Obs = $(D2/D1) \times$ MFO entière

Tableau IV.3.les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Alt Obstacle	MFO	MOCA
227m	97.8m	324.8m
570m	52.1m	622.1m
500m	153.2m	653.2m

OCA du segment c'est le MAX(MOCAp,MOCAs)

OCA du segment initial = **747m.**

IV.2.2. Segment d'approche intermédiaire :

a) **Traçage de l'aire de protection** : c'est la liaison entre la fin de l'aire de protection du segment initial avec celle du segment final, elle se divise en deux aires primaire et secondaire (voir figure IV.2)

b) **Détermination de l'altitude minimale de sécurité** :

➤ **Aire primaire** :

MFO Obst = MFO entière=150m

MOCA=Alt obs+ MFO+15m

Tableau IV.4 : les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Alt Obstacle	MFO	MOCA
90m	150m	240m
49m	150m	199m
25m	150m	175m

➤ **Aire secondaire :**

Tableau IV.5 : les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
200m	128,5m	328,5m
24m	32,1m	56,14m
242m	75m	317m

L'OCA du segment intermédiaire $\text{MAX}(\text{MOC}_{Ap}, \text{MOC}_{As}) = 328,5\text{m}$

Les aires de protection du segment initial et intermédiaire sont illustrées dans la figure au-dessous :

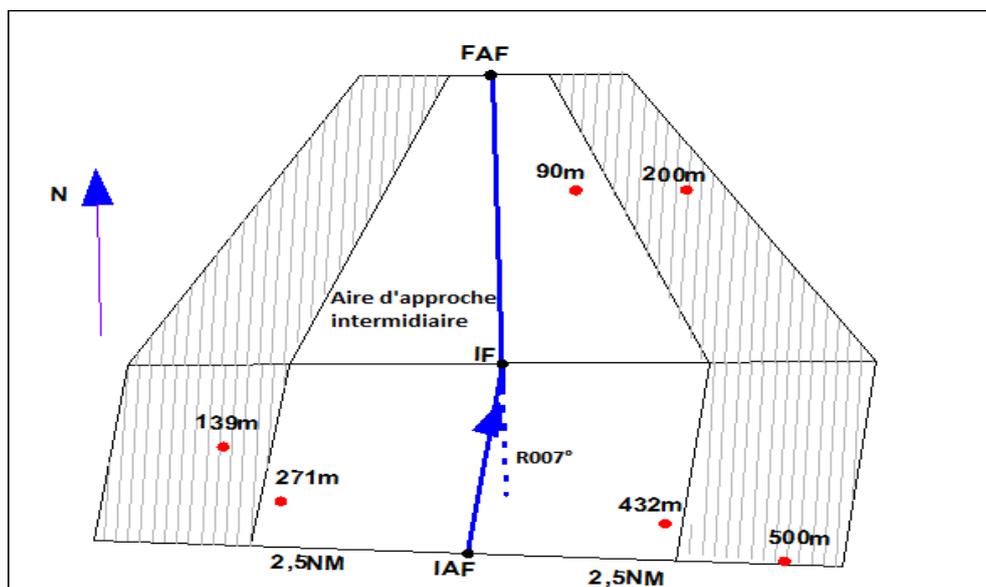


Figure IV.2: Les aires de protection du segment initial et intermédiaire

IV.2.3. segment d'approche final :

On a une approche finale avec FAF (à 7NM du VOR/DME), directe, et non dans l'axe. Le point d'approche interrompue (MAPT) est désigné à 2NM du VOR/DME d'où la longueur du segment final est de 5NM.

a) Le choix de la radiale :

Vu l'emplacement du VOR /DME qui se trouve latéralement à une distance 450 m par rapport l'axe de piste « 01/19 » et pour respecter les conditions d'une approche directe, la radiale d'approche final a été fixée à 007° donc la différence entre la radiale d'approche finale et l'axe de piste (radial 006°) est de 1°.

b) Traçage de l'aire de protection :

1NM de part et d'autre de la trajectoire nominale à l'emplacement du VOR puis s'évase de 7.8°, elle se divise en deux aires primaire et secondaire.

Les aires de protections de ce segment sont illustrées ci-dessous :

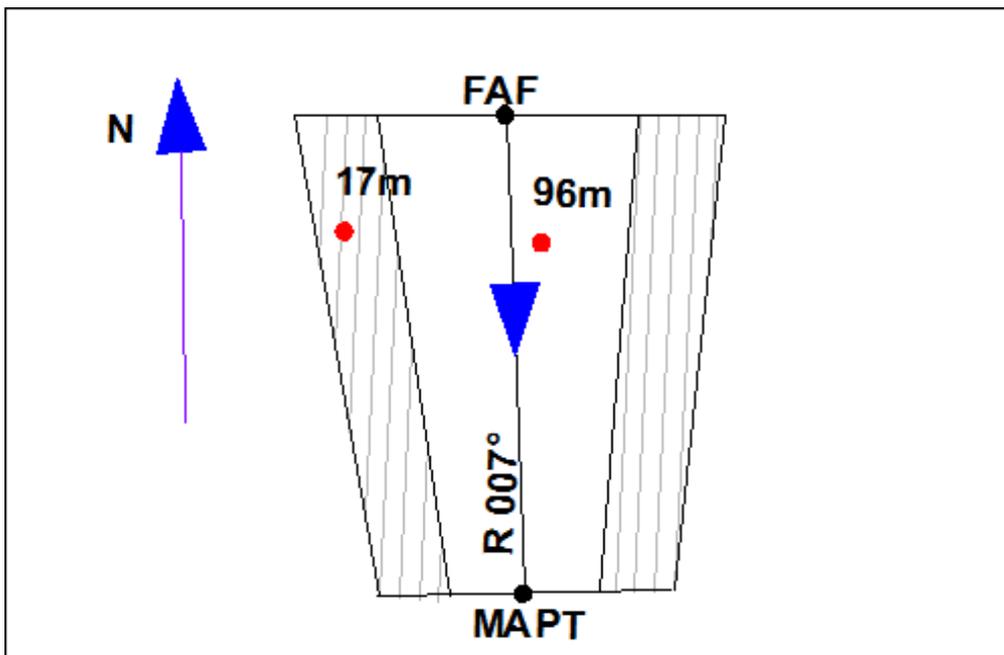


Figure IV.3: Les aires de protection du segment d'approche final

c) Détermination de l'altitude minimale de sécurité :

➤ Aire primaire :

MFO Obst = MFO entière= 75m

MOCA=Alt obs+ MFO+15m

Tableau IV.6:les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
96m	75m	186m
18m	75m	108m

➤ Aire secondaire :

Tableau IV.7: les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
13m	61,1m	61,1m
17m	21,7m	53,7m

OCA du segment final $\text{MAX}(\text{MOCAP}, \text{MOCAs}) = 186\text{m}$

IV.2.4. Vérification des altitudes :

Dans cette étape on doit vérifier les OCA calculées précédemment avec les altitudes des segments fixés auparavant dans le scénario (2) si :

- La MOCA du segment < ALT fixée, il y aura pas de changement.
- La MOCA du segment > ALT fixée, il faut augmenter l'altitude du segment par l'agrandissement de la distance ou de la pente.

➤ **segment final :**

ALT FAF = ALT IF

D THR01 -FAF= 6,2NM « 11482, 2m »

La pente = $\frac{\text{hauteur}}{\text{distance}}$

$h = p \times d = 5,24\% \times 11482,2\text{m} = 602\text{m}$

ALT FAF = H + 15m + ALT seuil 01 (5m) = 622m

186m < 622m ; donc OCA finale < Alt FAF.

➤ **segment intermédiaire :**

ALT IF = ALT FAF = 622m

328,5m < 622m donc MOCA finale < Alt IF

➤ **segment initial :**

ALT IAF = 1450m

MOCA initial = 747m < 1450m

Mais l'ALT IF (622m) est inférieur à MOCA du segment initial (747m) donc on doit augmenter ALT IF jusqu'à au moins 747m.

➔ **Scénario03:**

IV.2.5. Recalcul de la longueur du segment intermédiaire :

$L = 1,5\text{NM} + D$

$D = H/P$ (pente maximale pour le segment intermédiaire égale à 5.24%)

$D = 747\text{m} - 622\text{m} / 5,24\% = 1,28\text{NM}$

Donc : $L = 1,5 + 1,28 = 2,78\text{ NM}$

Pour des raisons de publication, la nouvelle longueur du segment intermédiaire est fixée à 3NM.

- **1,5NM en descente avec une pente de 5,24%.**
- **1,5NM en palier (pente 0%).**

Cette explication est illustrée la figure suivante :

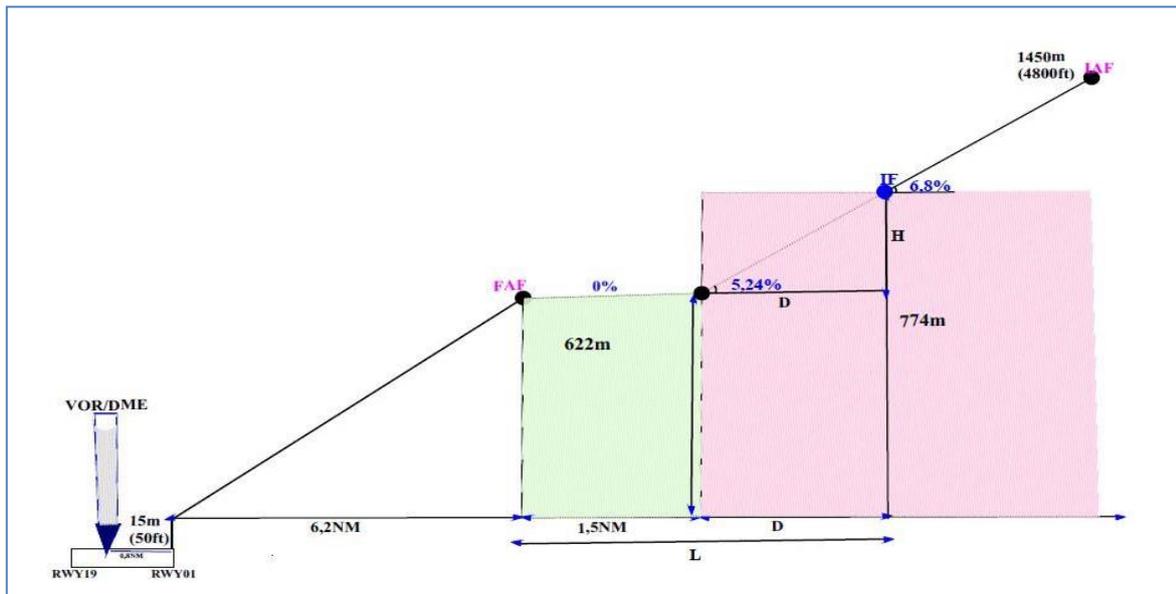


Figure IV.4 : Explication de la méthode de détermination de la nouvelle position de l'IF

IV.2.6. Recalcul de l'altitude de l'IF :

$$h = p \times d = 5,24\% \times 1,5 \times 1852 = 145,6\text{m}$$

$$\text{ALT IF} = 145,6\text{m} + 622\text{m} = 767,6\text{m} = \mathbf{768\text{m}}$$

Après avoir tracé le segment final et le segment intermédiaire avec la nouvelle longueur de 3NM, il ressort que le segment initial est de 5.12NM de longueur.

Vérification de la pente de l'initial :

$$P = H/D = (1450 - 768) / 5,12 \times 1852 = 7,17\%$$

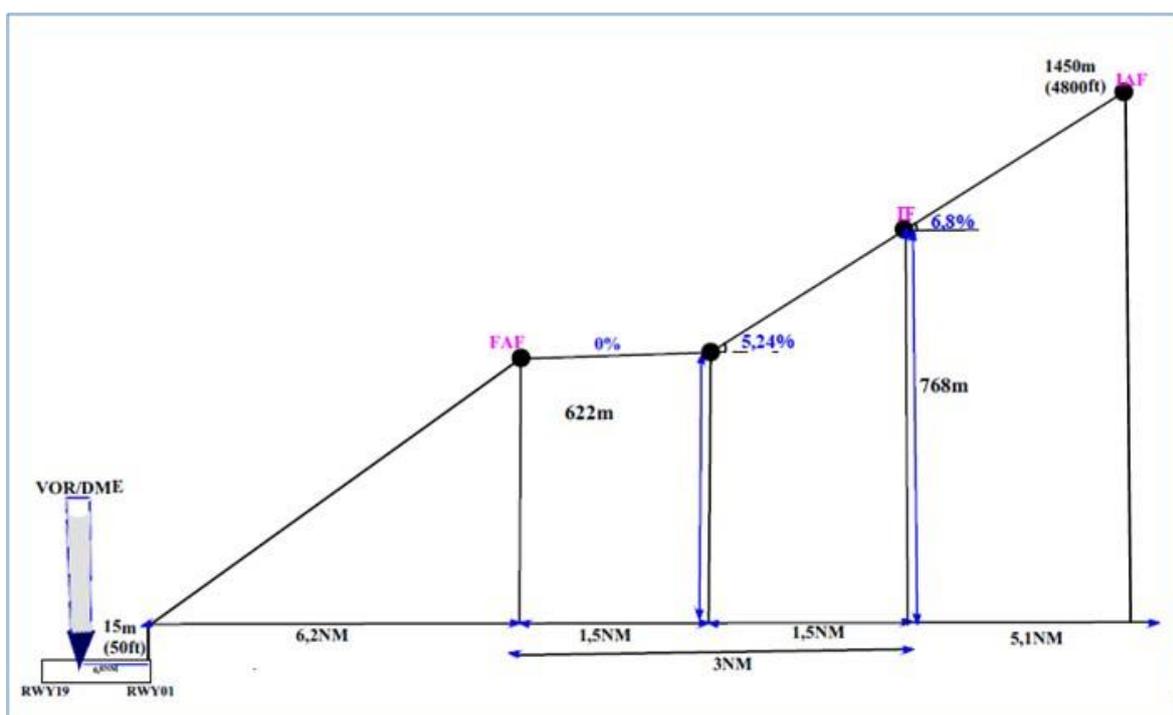


Figure IV.5 :Description de la nouvelle position de l'IF (scénario 3)

IV.2.7. Conception des aires de protection et détermination de l'altitude minimale de sécurité pour le scénario 3 : Seulement les deux segments initial et intermédiaire sont concernés par le changement par rapport au scénario 2 non retenu.

IV.2.7.1. Segment d'approche initiale :

➤ **Aire primaire :**

Tableau IV.8 : les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Alt Obstacle	MFO	MOCA
432m	300m	747m
271m	300m	586m

➤ **Aire secondaire :**

Tableau IV.9.les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Alt Obstacle	MFO	MOCA
585m	52,1m	637,1m
255m	293,4m	548,1m

MOCA du segment c'est le MAX(MOCAp,MOCAs)

MOCA du segment initial = **747m**

IV.2.7.2. Segment d'approche intermédiaire :

➤ **Aire primaire :**

Tableau IV.10: les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
90m	150m	255m
49m	150m	214m
375m	150	540m

➤ **Aire secondaire :**

Tableau IV.11: les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire :

Obstacle	MFO	MOCA
439m	19,6m	458,6m
76m	21,4m	112,4m

MOCA du segment intermédiaire MAX (MOCAp, MOCAs) = **540m.**

Cette MOCA est inférieur à l'altitude minimale de la partie en palier du segment intermédiaire qui est de 622m.

Donc le scénario 3 est retenu.

L'OCA du segment final = **186m (OCH=181m).**

IV.2.8. Segment approche interrompue :

L'approche interrompue pour la catégorie A/B et la catégorie C/D, est désignée pour que le pilote poursuivra la remise des gaz en suivant la radial 052° (au-dessus de la mer). La différence entre la radiale d'approche finale 007° et la radial 052° est un angle de 45° donc l'approche interrompue sera une approche avec virage.

Cette procédure est amorcée au MAPT et inclus 3 phases (initiale, intermédiaire et finale), et se termine à une altitude ou hauteur suffisante permettant à l'aéronef d'amorcer une autre procédure d'approche, de retourner au circuit d'attente désigné, ou de reprendre le vol de croisière.

IV.2.8.1. Phase initiale :

➤ Détermination de la position du MAPT :

La position la plus amont du MAPT est déterminé à la verticale intersection entre L'OCH et la trajectoire nominale de la finale, et sa position la plus avale est déterminé par la verticale du seuil de piste utilisé. On a positionné le point MAPT à une distance **2NM** du VOR/DME.

➤ Calcul de la position du SOC:

- Soc = La tolérance MAPT + La distance de transition X
- La tolérance du MAPT = la tolérance du repère + d
- La tolérance du repère = $0,25\text{NM} + 1,25 \% D$ ($D = 2\text{NM}$)
- $d = 3s \times (VI_{\text{MAX de l'approche finale}} + V_{\text{vent arrière}}) \times \text{un facteur de conversion}$
- $X = 15s \times (VI_{\text{MAX de l'approche finale}} + V_{\text{vent arrière}}) \times \text{un facteur de conversion}$

Tableau IV.12 : Calculs de la position du SOC

Calcul de SOC (m)	Cat d'A/C	
	Cat A/B	Cat C/D
Tolérance de repère	509,3	509,3
D	227,8	319,2
Tolérance du MAPT	737	828,5
X	1129,27	1596
Soc	1866,8	2425

IV.2.8.2. Phase intermédiaire :

Cette phase est prise en montée tenant une pente minimale de 2.5%, allons du SOC jusqu'au TP qui est désigné à **1NM**. La MFO dans cette phase est de 30m.

IV.2.8.3. Phase finale :

Cette phase constitue le virage à droite toujours pris en montée tenant une pente minimale de 2.5%, allons du TP en montée vers l'altitude minimale de sécurité de l'attente suivant la radiale 052°

Cette phase est variable pour chaque catégorie d'aéronef en fonction du rayon du virage (CAT A/B et CAT C/D), et la MFO est de 50m.

Voilà Les calculs effectués pour la conception du virage :

Tableau IV.13.les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue

Catégorie A/B		Catégorie C/D	
Paramètre	Valeurs	Paramètre	Valeur
Vitesse indiqué (V _I)	150 kt	Vitesse indiqué (V _I)	265 kt
Vitesse vrai (V _V)	190,87 kt	Vitesse vrai (V _V)	313 kt
C	0,3 NM	C	0,5 NM
Tolérance du repère	±0.275 NM	Tolérance du repère	±0.275 NM
Vitesse angulaire (R)	1.5 °/s	Vitesse angulaire (R)	1 °/s
Rayon du virage (r)	1,98 NM	Rayon du virage (r)	5,35 NM
Effet du vent (E)	0,49 NM	Effet du vent (E)	2,98 NM
$\sqrt{r^2 + E^2}$	2,03 NM	$\sqrt{r^2 + E^2}$	5,4 NM
$r + E$	2,47 NM	$r + E$	6,15 NM
$r + 2E$	2,96 NM	$r + 2E$	6,95 NM

Les aires de protections de ce segment pour chaque catégorie d'aéronef CAT(A/B) et CAT (C/D) sont schématisées comme suit :

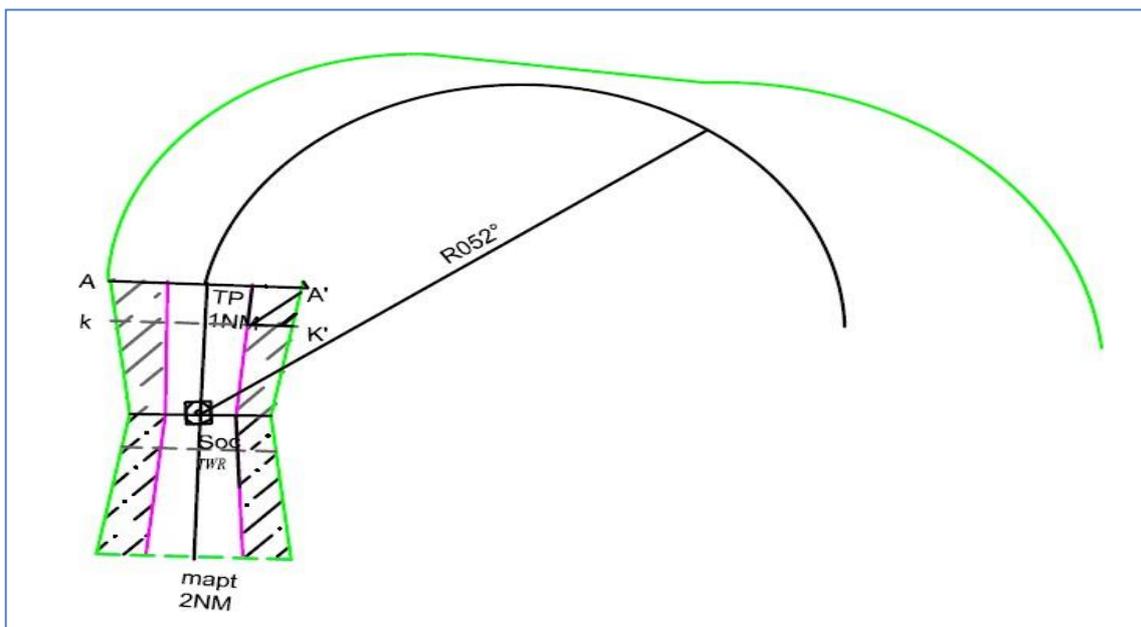


Figure IV.6.Segment d'approche interrompue CAT C/D

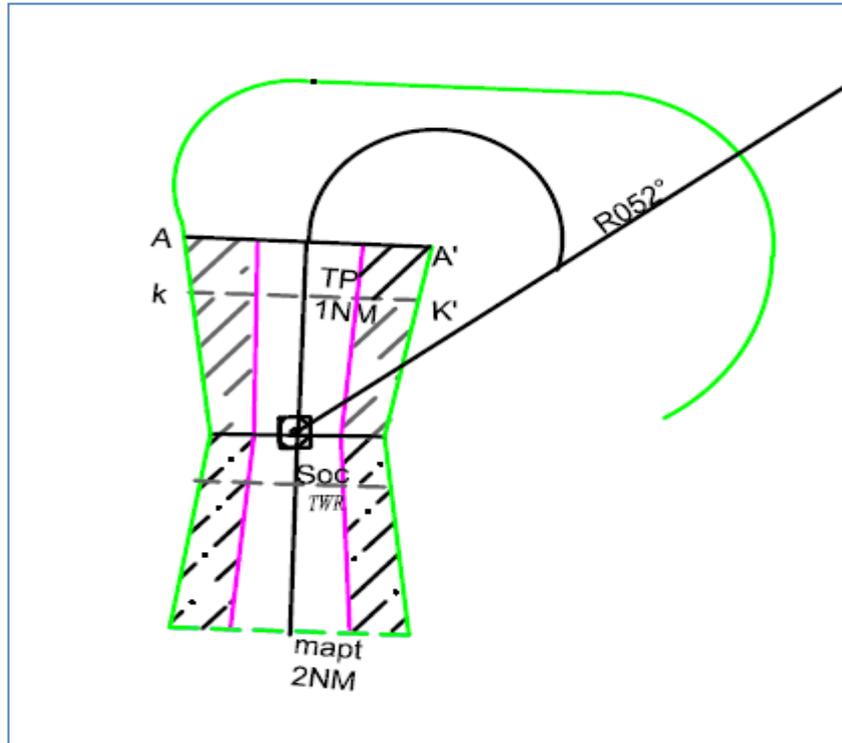


Figure IV.7.Segment d'approche interrompue CAT A/B

IV.2.8.4. Détermination de l'altitude minimale de sécurité :

L'obstacle le plus élevé qui se trouve dans la phase initiale est la tour de contrôle.

Alt Obs (TWR)= 42m

OCA =Alt obs +MFO = 42+75= **117m**

L'OCA de la procédure d'approche VOR/DMR RWY 01 :

MAX (OCA final et interrompue) est égale à **186m**.

OCH=181m arrondie à 185m.

OCH VOR /DME RWY 01 =185m

IV.2.9. Manœuvre à vue libre (MVL) RWY 01/19:

Une approche indirecte (MVL) a été établie ou le pilote n'est pas sensé suivre une trajectoire imposée mais supposé resté à l'intérieur de l'aire de protection associée à sa catégorie d'aéronef (CAT A/B/C/D).

IV.2.9.1. Calcul du rayon Rc:

Les aires de protections sont en fonction du rayon Rc, et varient selon la catégorie d'aéronef, ce dernier est calculé comme suit:

Le rayon $R_c = 2 \times$ Le rayon du virage (r) + Le segment rectiligne d'alignement(S)

- Le rayon du virage (r) = $\frac{V_v}{20 R}$
- La vitesse angulaire (R) = $3431 \tan 20^\circ / \pi V_v$
- La vitesse déduite de la vitesse indiquée, en considérant une altitude de vol égale à l'altitude de l'aérodrome + 2 000 ft et une température égale à ATI + 15°
- Le vent : 25 kt pendant tout le virage

Tableau IV.14. Calcul du rayon Rc :

Cat d'A/C	S	Vi:(kt)	Vv(kt)	r(NM)	Rc(NM)
A	0,3	110	141,9	0,8	1,91
B	0,4	135	168,4	1,14	2,68
C	0,5	180	216,2	2,11	4,72
D	0,6	205	242,8	2,36	5,32

Ces aires de protection sont illustrées dans la figure au-dessous :

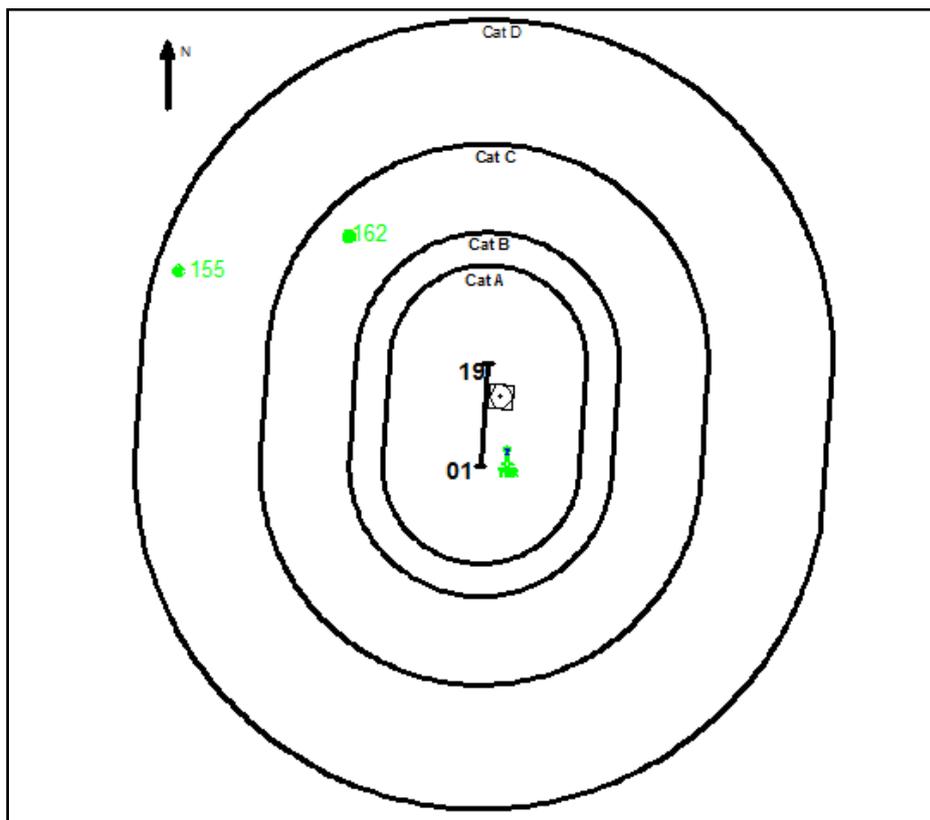


Figure IV.8. MVL pour CAT A, B, C et D.

IV.2.9.2. Détermination de l'altitude minimale de sécurité :

Tableau IV.15 : OCH du MVL

	Alt Obstacle (m)	MFO (m)	OCA (m)	OCH(m)	OCH arrondie(m)
CAT A	TWR 42	90	132	128	130
CAT B	TWR 42	90	132	128	130
CAT C	162	120	297	293	295
CAT D	162	120	297	293	295

Notes :

- Une OCA et/ou une OCH seront publiées pour chaque procédure d'approche aux instruments et d'approche indirecte. Dans le cas des procédures d'approche classique, les valeurs seront arrondies aux **5 m ou 10 ft** supérieurs, selon le cas.

-MDH est la valeur de l'OCH exprimée en pieds (ft).

Tableau IV.16. Les Valeurs de la MDH arrondies

Cat d'A/C	OCH(m)	MDH (ft)	MDH arrondie (ft)
CAT A	130	426,5	430
CAT B	150	492,1	500
CAT C	295	967,8	970
CAT D	295	967,8	970

IV.2.10. Les minimums opérationnels d'aérodrome (MOA) :

Ce sont les limites d'utilisation d'un aérodrome pour chaque décollage ou atterrissage exprimées en termes de :

- Catégories d'aéronefs.
- Balisage (approche et piste).
- OCA/H (pour les approches)
- Moyens MTO (RVR, VIS, QNH)

➤ Le type d'installation lumineuse à l'aérodrome d'Annaba retiré de l'AIP est une installation sans ligne d'approche. Les installations « sans ligne d'approche » supposent une piste sans balisage lumineux d'approche (ou d'une longueur non normalisée inférieure à 210 m) dotée des marques de piste, avec ou sans feux de bordure de piste, feux de seuil et feux d'extrémité de piste.

- La détermination des valeurs de RVR repose sur l'utilisation conjointe des deux tableaux 6- I et F-2 (DOC 9365).
 - **La hauteur minimale de descente (MDH) :** La MDH pour approche indirecte devrait être la plus haute des valeurs ci-après :
 - l'OCH d'approche indirecte publiée pour la catégorie d'avions
 - la hauteur minimale d'approche indirecte tirée du Tableau 6-3(DOC 9365).
 - la DH/MDH de la procédure précédente d'approche aux instruments.
 - **La visibilité :** La visibilité minimale pour l'approche indirecte devrait être la plus élevée des valeurs ci-après :
 - la visibilité en approche indirecte pour la catégorie d'avions, si elle est publiée
 - la visibilité minimale tirée du Tableau 6-3 (DOC 9365)
 - la RVR minimale pour la procédure d'approche aux instruments qui précède
- En respectant tous les critères cités ci-dessus dans nos calculs, nous obtiendront ainsi les minimums opérationnels d'aérodrome résumés comme suit :

Tableau IV.17: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 01

CAT	VOR/DME RWY 01			Approche a vue		
	OCH (m)	MDH (ft)	RVR(m)	OCH (m)	MDH (ft)	VIS (m)
CAT A	190	660	3000	190	660	3000
CAT B	190	660	3000	190	660	3000
CAT C	190	660	3000	295	970	4500
CAT D	190	660	3000	295	970	4500

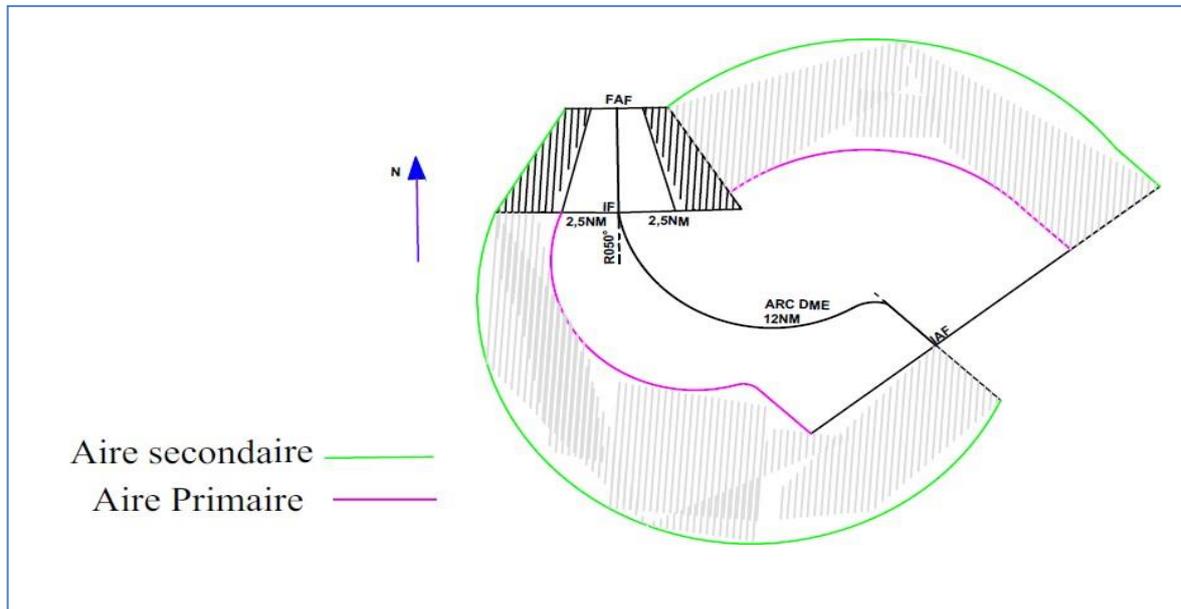
IV.3. Procédure d'approche pour RWY05 :

- IAF à 15 NM radial 192° par rapport au VOR/DME
- Distance THR 05-VOR/DME ANB=0.8 NM
- Altitude IAF=1450 m
- Altitude THR05=4m

IV.3.1. Segment d'approche initial

La différence entre la trajectoire d'approche initiale (R192°) et la trajectoire intermédiaire (R52°) est de 40° donc ce segment admis une trajectoire d'un arc DME à 12NM avec une anticipation au moins 2NM. La MFO est de 300m.

Les aires de protection de ce segment et du segment intermédiaire sont illustrées dans la figure suivante :



FigureIV.9. Segment d’approche intermédiaire et initiale.

a) **Détermination de l’altitude minimale de sécurité :**

➤ **Aire primaire :**

Tableau IV.18.les obstacles qui se trouve dans l’aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
349m	300m	664m
271m	300m	586m

➤ **Aire secondaire :**

Tableau IV.19.les obstacles qui se trouve dans l’aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
307m	139m	454m
332m	76,3m	423,3m

MOCA du segment c’est le MAX (MOCAp, MOCAs)

MOCA du segment initial = **664m**

IV.3.2. Segment d’approche intermédiaire :

➔ **Scénario1**

a) **Aires de protection :**

Ce segment sera établi en palier (pente de 0%) sur une distance de 3NM, ce dernier est aligné avec l’axe d’approche final. La MFO entière est de 150m.

b) **Détermination de l’altitude minimale de sécurité :**

➤ **Aire primaire**

Tableau IV.20.les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
96m	150m	261m

➤ **Aire secondaire :**

Tableau IV.21.les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
76m	60m	150m
46m	129m	190m

MOCA du segment intermédiaire $\text{MAX}(\text{MOCAP}, \text{MOCAs}) = \mathbf{261m}$

IV.3.3. Segment d'approche final :

On a finale avec FAF (à 7NM du VOR/DME), directe, et non dans l'axe. Le point d'approche interrompue (MAPT) est désigné à 2NM du VOR/DME d'où la longueur du segment final est de 5NM.

a) Le choix de la radiale du final :

Vu l'emplacement du VOR /DME qui se trouve latéralement à une distance 550m par rapport à l'axe de piste 05/23 et pour respecter les conditions d'une approche directe, la radiale d'approche finale a été fixée à 050° donc la différence entre la radiale d'approche finale et l'axe de piste (R052°) est de 2°.

b) Aires de protection :

Les aires de protections de ce segment, sont conçues comme illustré sur la figure ci-après :

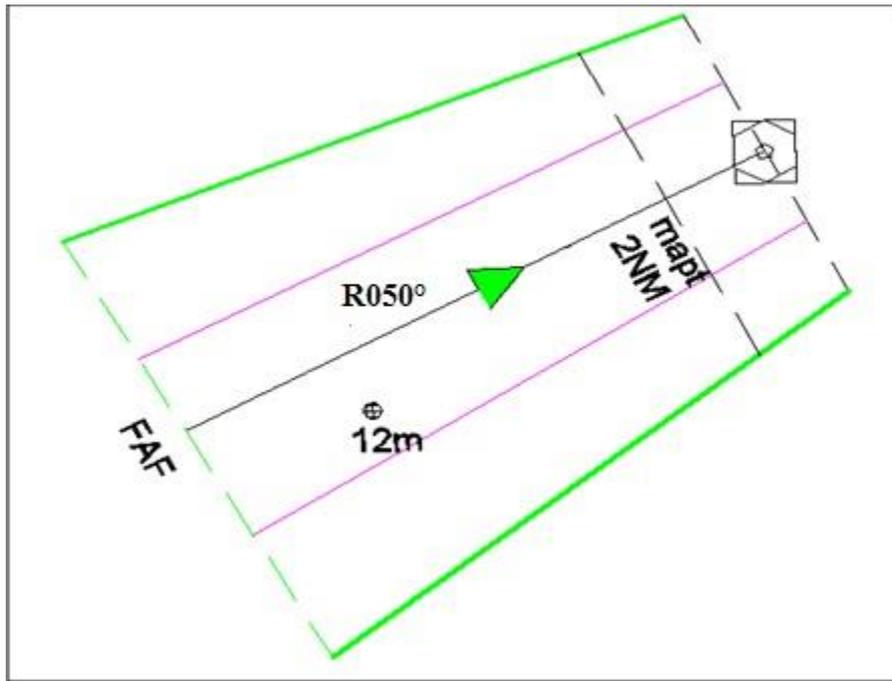


Figure IV.10.segment d'approche final

c) Détermination de l'altitude minimale de sécurité :

➤ Aire primaire

Tableau IV.22 : les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
12m	75m	102m

➤ Aire secondaire :

Tableau IV.23 : les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
17m	69m	101m
13m	53,2m	81m

OCA du segment

final

$$\text{MAX}(\text{MOCAP}, \text{MOCAs}) = \mathbf{102m}$$

IV.3.4. Vérification des altitudes :

Cette étape consiste au même travail que nous avons déjà fait (voir alinéa IV.2.4).

➤ segment final :

$$\text{ALT FAF} = \text{ALT IF}$$

$$\text{Distance THR05 -FAF} = 6,2\text{NM} \ll 11482, 2\text{m} \gg$$

$$h = p \times d = 5,24\% \times 11482,2\text{m} = 602\text{m}$$

$$\text{ALT FAF} = H + 15\text{m} + \text{ALT seuil 05 (4m)} = 621\text{m}$$

$$102\text{m} < 621\text{m} \text{ donc OCA finale} < \text{Alt FAF}$$

➤ **segment intermédiaire :**

ALT IF = 621m

261m < 621m donc MOCA intermédiaire < Alt IF

➤ **segment initial :**

ALT IAF=1450m, MOCAinitial = 664m < 1450m

Mais l'altitude fixée de l'IF (621m) est inférieure à MOCA du segment initial (664m) donc on doit augmenter ALT IF jusqu'à au moins 664m, pour cela la longueur du segment intermédiaire est divisé par deux **1,5NM** en palier et **1,5 NM** en pente (voir figure IV.11)

Nous allons donc suivre le même processus adapté dans la procédure RWY01.

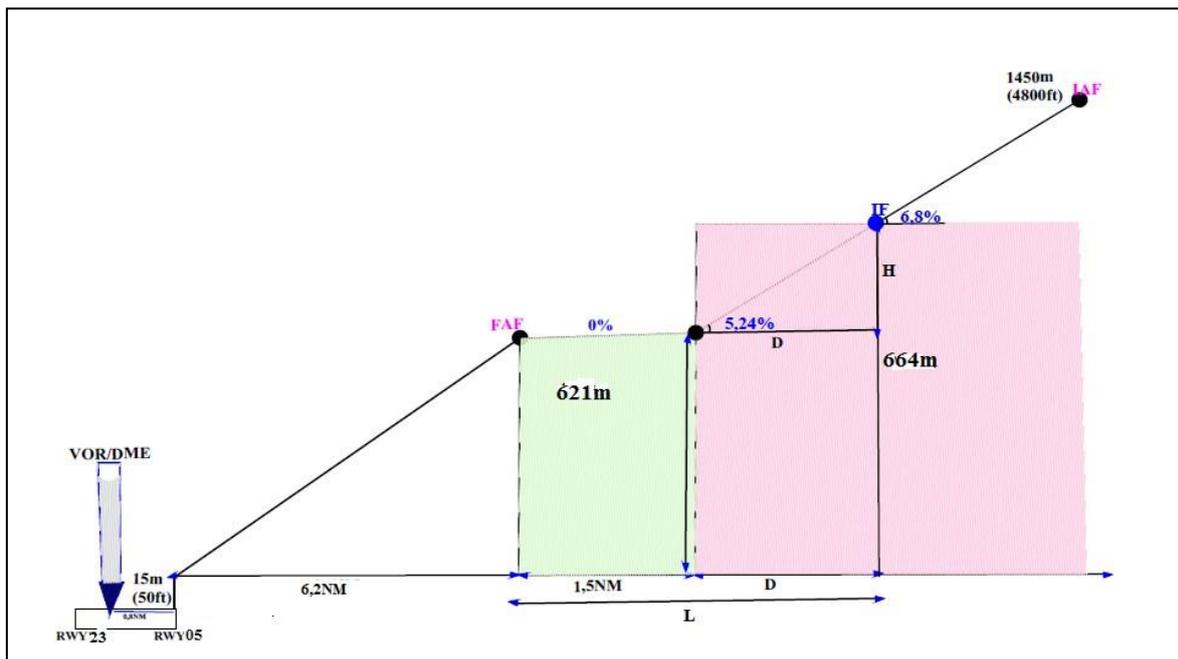


Figure IV.11. Vue en profil des segments d'approche

➔ **Scénario 2**

IV.3.5. Vérification de la longueur du segment intermédiaire :

$$D = L - 1,5 \text{ NM}$$

$$D = H/P$$

$D = 646\text{m} - 621\text{m} / 5,2\% = 0,25 \text{ NM} < 1,5\text{NM}$, alors la distance que nous avons choisie est vérifiée.

Donc le segment est divisé en :

- **1,5NM en descente avec une pente de 5,2%**
- **1,5NM en palier (pente 0%)**

IV.3.6. Recalcul de l'altitude de l'IF :

$$h = p \times d = 5,24\% \times 1,5 \times 1852 = 145,6\text{m}$$

$$\text{ALT IF} = 145,6\text{m} + 621\text{m} = 766,6\text{m} = \mathbf{767\text{m}}$$

Le scénario 2 est retenu.

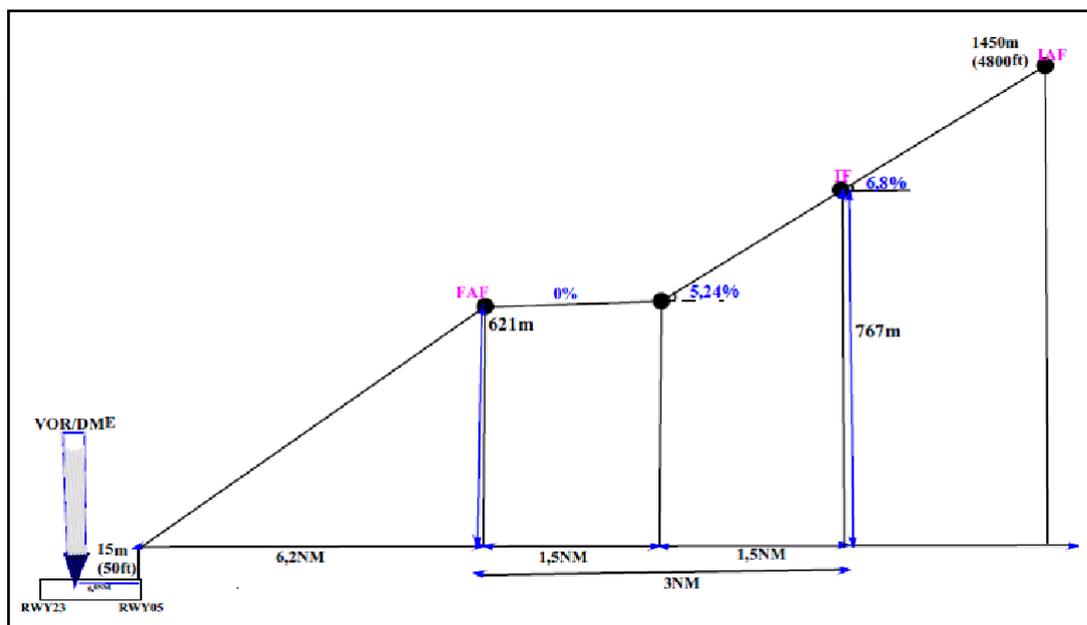


Figure IV.12. les segments d'approches

IV.3.7. Segment approche interrompue :

L'approche interrompue pour catégorie A/B et catégorie C/D, est une approche en ligne droite car l'angle entre la radiale d'approche finale (R050°) et la radiale que doit suivre l'avion après la remise des gaz (R052°) est moins de 15°.

Cette procédure est amorcée au MAPT (à 2NM du VOR/DME) et inclus 3 phases (initiale, intermédiaire et finale), et se termine à l'altitude minimale de sécurité d'attente.

IV.3.7.1. Phase initiale :

C'est le même travail expliqué dans l'alinéa (IV.2.8.1), les résultats sont résumés dans le tableau :

Tableau IV.24 : Calculs de la position du SOC

Calcul de SOC	Cat d'A/C	
	Cat A/B	Cat C/D
Tolérance de repère	509,3	509,3
D	227,8	319,2
Tolérance de MAPT	737	828,5
X	1129,27	1596
SOC	1866,8	2425

IV.3.7.2. Phase intermédiaire et finale :

Voir les alinéas(IV.3.7.2 et IV.3.7.3).

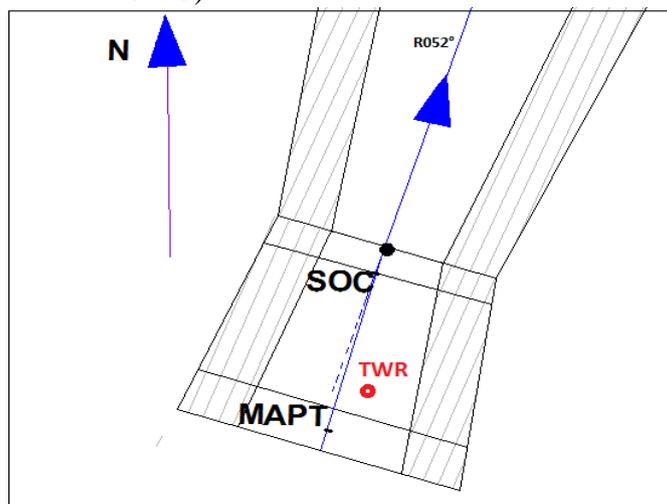


Figure IV.13 : Segment d'approche interrompue

IV.3.7.3.Détermination de l'altitude minimale de sécurité :

L'obstacle le plus élevé qui se trouve dans la phase initiale est la tour de contrôle.

Alt Obs (TWR)= 42m

OCA =Alt obs +MFO = 42+75= **117m**

L'OCA de la procédure d'approche VOR/DMR RWY 05 : MAX (OCA final et interrompue) est égale à **117m**.

OCH=113m arrondie à 115m.

OCH VOR /DME RWY 05 =115m

IV.3.8.Manœuvre à vue libre RWY 05/23 :

IV.3.8.1. Calcul du rayon Rc:

Nous suivons les mêmes étapes expliquées dans l'alinéa (IV.2.9.1), les résultats sont indiqués dans le tableau qui suit :

Tableau IV.25.Calcul du rayon Rc

Cat d'A/C	S	Vi(kt)	Vv(kt)	r(NM)	Rc(NM)
A	0,3	110	141,9	0,8	1,91
B	0,4	135	168,4	1,14	2,68
C	0,5	180	216,2	2,11	4,72
D	0,6	205	242,8	2,36	5,32

Les aires de protection sont illustrées dans la figure au-dessous :

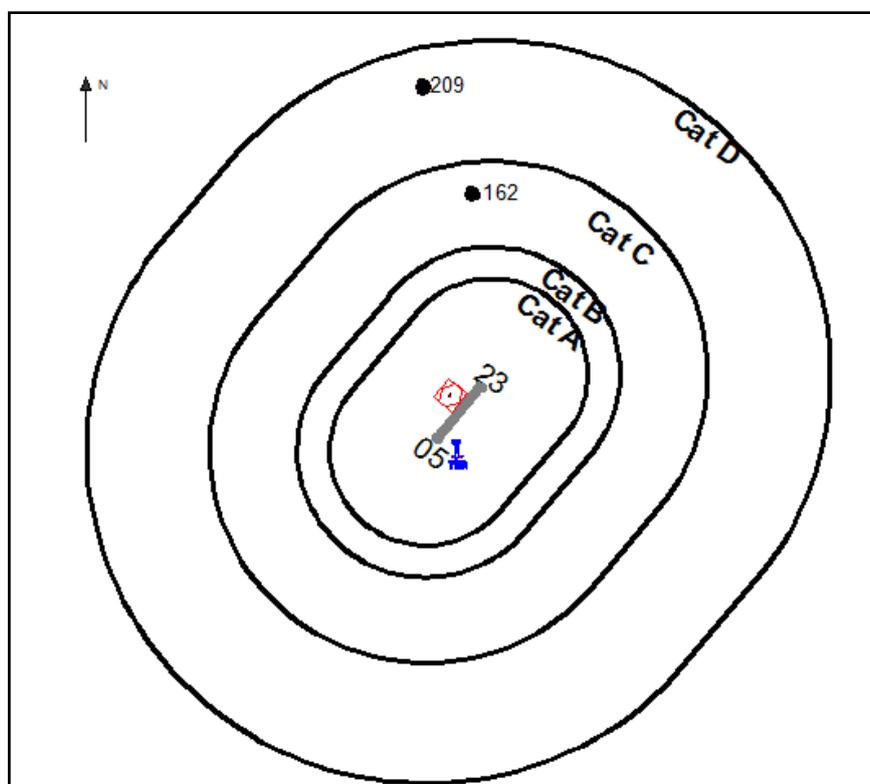


Figure IV.14 : MVL pour CAT A, B, C et D.

IV.3.8.2. Détermination de l'altitude minimale de sécurité

Tableau IV.26: Les valeurs d'OCH du segment d'approche interrompue

	Obstacle (m)	MFO (m)	OCA (m)	OCH(m)	OCH arrondi(m)
CAT A	TWR 42	90	132	128	130
CAT B	TWR 42	90	132	128	130
CAT C	162	120	297	293	295
CAT D	209	120	344	340	340

Tableau IV.27: Les valeurs du MDA/H

	OCH(m)	MDH (ft)	MDH arrondi (ft)
CAT A	130	426,5	430
CAT B	150	492,1	500
CAT C	295	967,8	970

CAT D	340	1115,4	1120
-------	-----	--------	------

IV.3.9. Les Minimums opérationnelles d'aérodrome (MOA) :

Les calculs sont fait de la même manière à l'alinéa (IV.2.10).

Tableau IV.28: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 05

CAT	VOR/DME RWY 05			MVL		
	OCH (m)	MDH (ft)	RVR(m)	OCH (m)	MDH (ft)	VIS(m)
CAT A	115	380	1500	130	430	2000
CAT B	115	380	1500	150	500	2300
CAT C	115	380	1500	295	970	4500
CAT D	115	380	1500	340	1120	5000

IV.4. Procédure d'approche pour RWY19 :

- IAF à 15 NM radial 052° par rapport le VOR
- Distance THR 19-VOR/DME ANB=0.8 NM
- Longueur IAF-THR19=1450 m
- Alt THR19=2m

→ **Hypothèse :**

Tableau IV.29 : Les paramètres de la procédure d'approche RWY 19

Segment	Initiale	Intermédiaire	Finale
Longueur	6.5NM	1.5NM	7NM
Pente	5.24%	0%	6.8%

- Distances FAF-VOR=7NM, donc FAF-THR=6,2NM

IF-FAF=1,5NM

IAF-IF =6,5NM

Alt FAF= $6,2 * 1852 * 5,24\% = 601,67m$

Alt FAF= $601,67 + 15 + 2(Alt\ seuil19) = 619m$

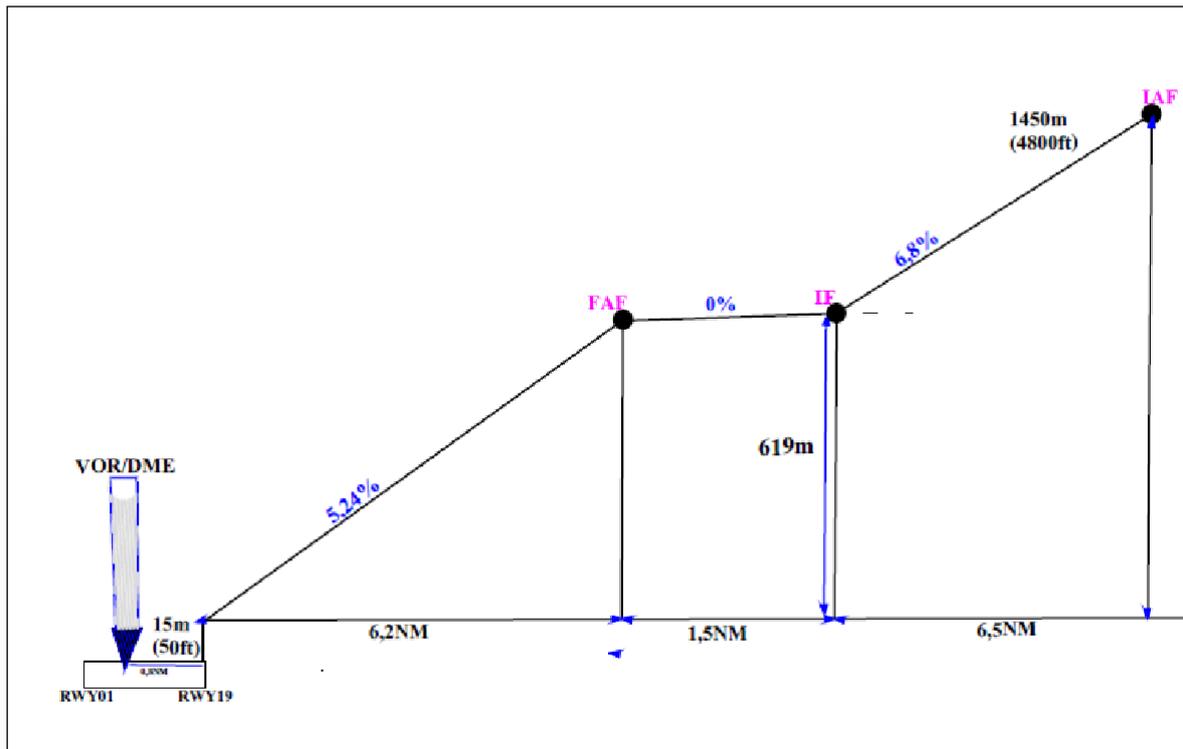


Figure IV.15 : Vue en profile de la procédure d'approche classique RWY 19

IV.4.1. Segment d'approche initial

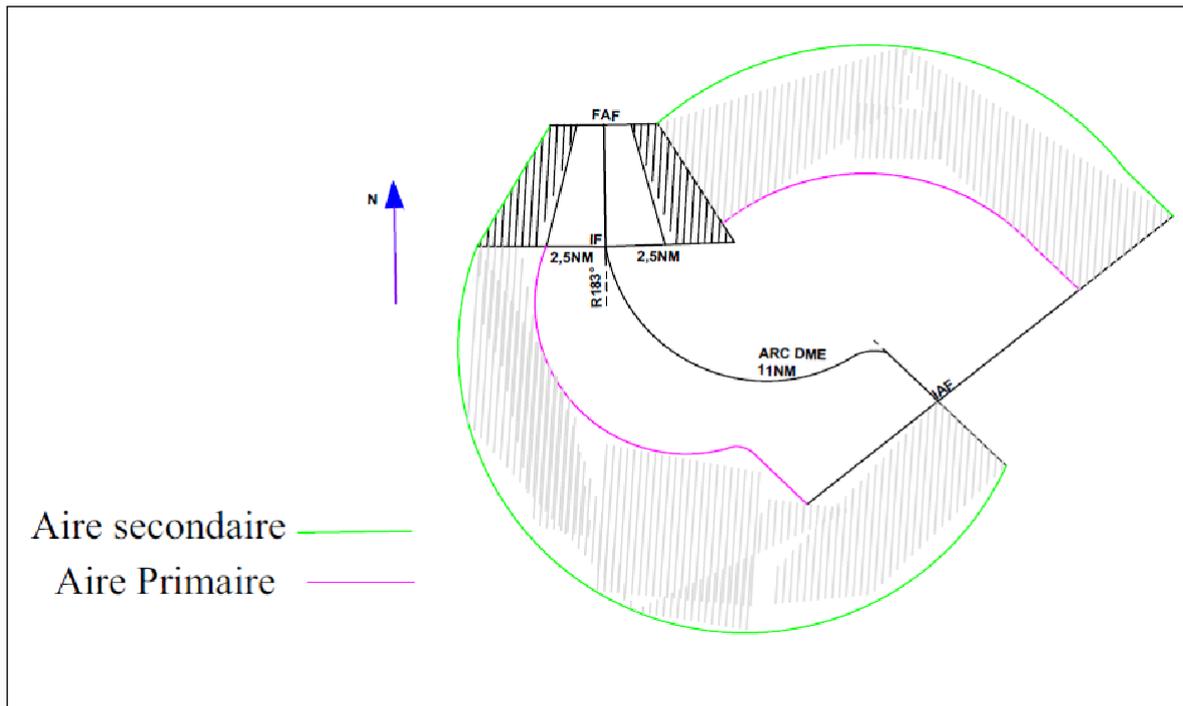
La différence entre la trajectoire d'approche initiale (R052°/232°) et la trajectoire intermédiaire (R183°) est de 50° donc ce segment admet une trajectoire d'un arc DME à 11NM avec une anticipation au moins 2NM.

IV.4.2. segment d'approche intermédiaire :

Ce segment sera établi en palier (pente de 0%) sur une distance de 1,5NM, ce dernier est aligné avec l'axe d'approche finale.

a) Aires de protection :

Les aires de protections du segment initial et intermédiaire sont illustrées sur la figure suivante :



FigureIV.16 : Segment d'approche intermédiaire et initiale.

b) Franchissement d'obstacles :

Vu que la totalité des aires de protection des deux segments se trouvent au-dessus de la mer donc y'a pas d'obstacles.

IV.4.3. Segment d'approche finale :

On a une approche finale avec FAF (à 7NM du VOR/DME), directe, et non dans l'axe. Le point d'approche interrompue (MAPT) est désigné à 2NM du VOR/DME d'où la longueur du segment final est de 5NM.

a) Le choix de la radiale finale :

Pour respecter les conditions d'une approche directe, la radiale d'approche finale a été fixée à 183° donc la différence entre la radial d'approche finale et l'axe de piste (R186°) est de 3°.

b) Les aires de protections :

Elles sont conçues comme illustré sur la figure ci-après :

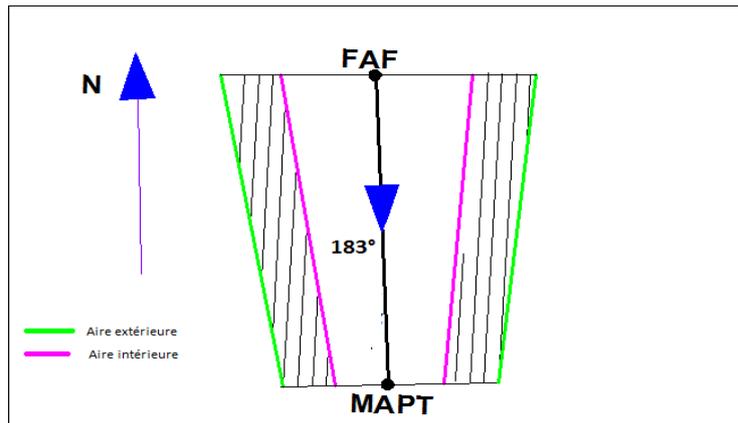


Figure IV.17: segment d'approche final

c) Franchissement d'obstacles :

Vu que l'aire de protection ce segments se trouve également au-dessus de la mer donc y'a pas d'obstacles.

IV.4.4. Segment approche interrompue :

L'approche interrompue pour catégorie A/B et catégorie C/D, est un virage à gauche effectué au TP qui se trouve à 2,8NM du VOR/DME ANB pour rejoindre la radiale 052°.

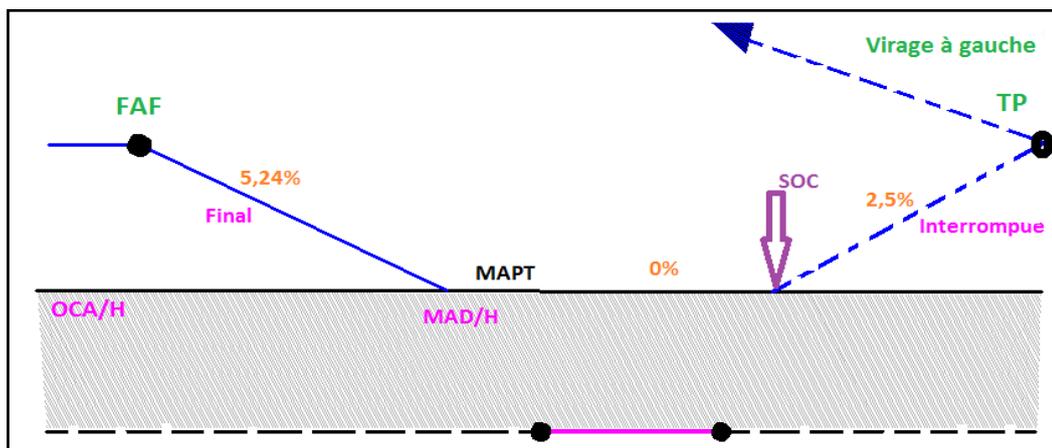


Figure V.18 :Vue en profile du segment d'approche interrompue.

IV.4.4.1. Phase initiale :

Tableau IV.30 : Calculs de soc

Calcul de soc	Cat d'A/C	
	Cat A/B	Cat C/D
Tolérance de repère	509,3	509,3
D	227,8	319,2
Tolérance de mapt	737	828,5
X	1129,27	1596
Soc	1866,8	2425

➤ **Détermination de l'altitude minimale de sécurité:**

CAT C/D :

→ **Aire Primaire :**

Tableau IV.31: les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
32m	75m	107m

→ **Aire secondaire :**

LA MFO est linéairement décroissante

MFO Obs = (D2/D1) x MFO entière

Tableau IV.32: les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
55m	8,18m	63,18m

L'OCA de la phase initiale c'est le MAX (MOCa_p, MOCAs) = **107m**

OCH=105m

CAT A/B :

→ **Aire Primaire :**

Tableau IV.33: les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA	OCH
30m	75m	105m	103m

L'OCH de la phase initiale pour toutes les catégories est majorée à **110m**

IV.4.4.2. Phase intermédiaire :

→ **Détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

Il faut que cette relation soit vérifiée :

$$OCH + d(D_{obs} - SOC) * 2,5\% > H_{ob} + MFO \text{ entière}$$

CAT C/D :

Tableau IV.34: Calculs des altitudes minimales

Obstacle	OCH	D(obs-SOC)	MFO	Relation
TWR (42m)	110m	1550m	30m	Vérifier
25m	110m	1400m	30m	Vérifier

CAT A/B :**Tableau IV.35: Calculs des altitudes minimales**

Obstacle	OCH	D(obs-SOC)	MFO	Relation
TWR (42m)	110m	2150	30m	Vérifier
32m	110m	300m	30m	Vérifier

IV.4.4.3.Phase finale :

Cette phase est variable pour chaque catégorie d'aéronef (CAT A/B et CAT C/D), et la MFO est de 50m.

Tableau IV.36: les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue

Catégorie A/B		Catégorie C/D	
Paramètre	Valeurs	Paramètre	Valeur
Vitesse indiqué (V _I)	150 kt	Vitesse indiqué (V _I)	265 kt
Vitesse vrai (V _V)	190,87 kt	Vitesse vrai (V _V)	313 kt
C	0,3 NM	C	0,5 NM
Tolérance du repère	±0.275 NM	Tolérance du repère	±0.275 NM
Vitesse angulaire (R)	1.5 °/s	Vitesse angulaire (R)	1 °/s
Rayon du virage (r)	1,98 NM	Rayon du virage (r)	5,35 NM
Effet du vent (E)	0,49 NM	Effet du vent (E)	2,98 NM
$\sqrt{r^2 + E^2}$	2,03 NM	$\sqrt{r^2 + E^2}$	5,4 NM
$r + E$	2,47 NM	$r + E$	6,15 NM
$r + 2E$	2,96 NM	$r + 2E$	6,95 NM

Les aires de protections de ce segment pour chaque catégorie d'aéronef (CAT A/B) et CAT C/D) comme illustré sur la figure suivante :

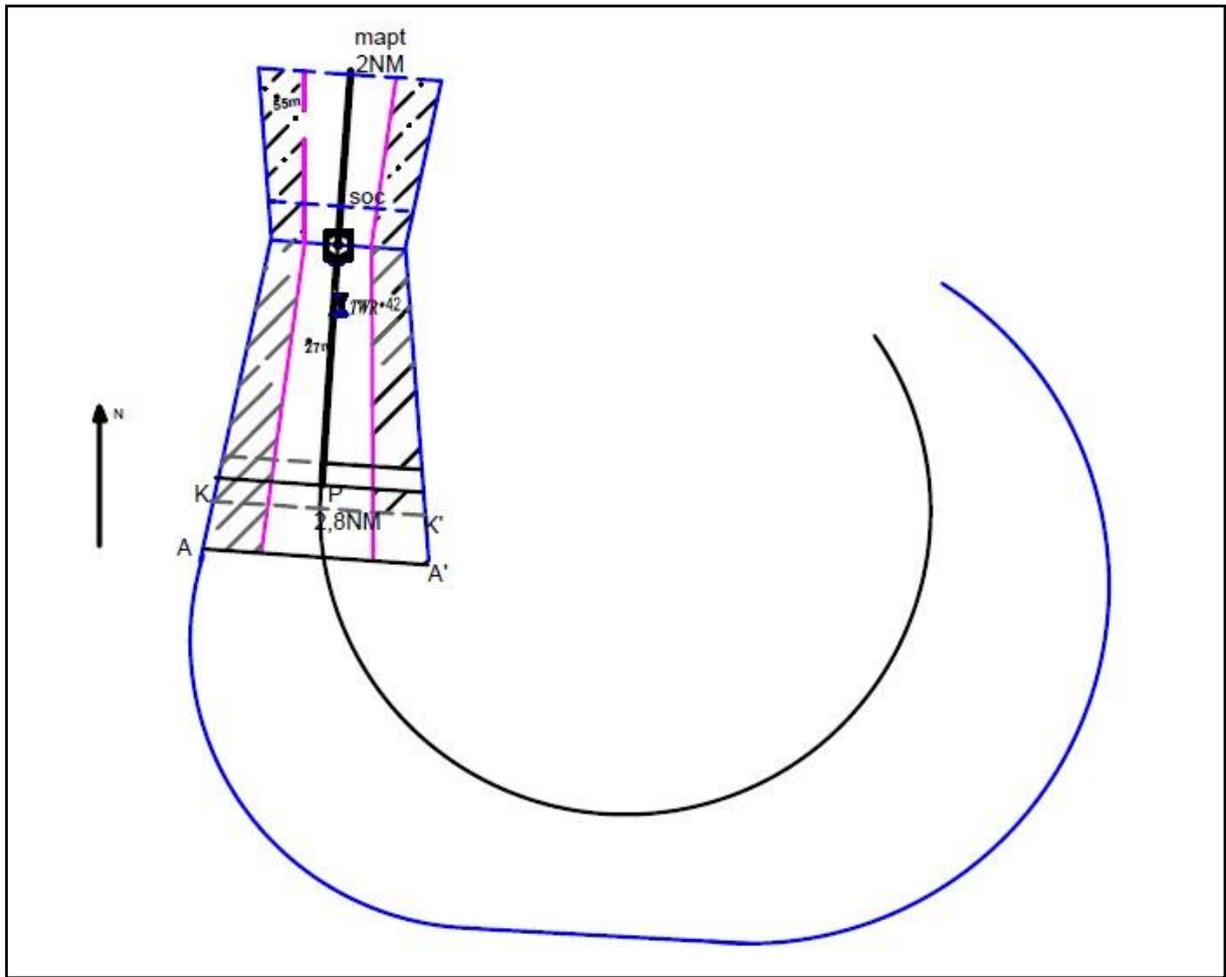


Figure IV.19: Segment d'approche interrompue CAT C/D

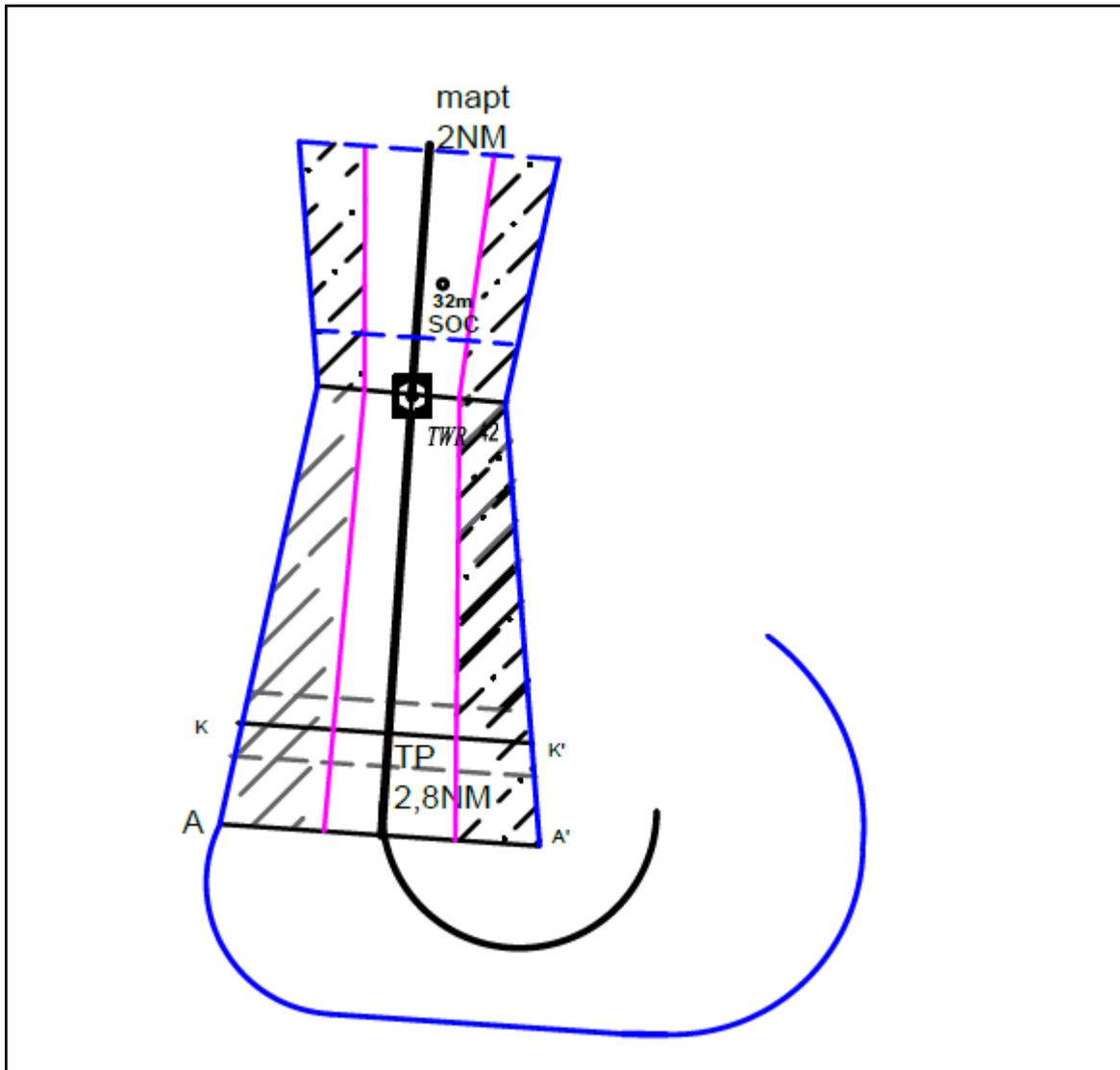


Figure IV.20 : Segment d'approche interrompue CAT A/B

Résultat : Aucun obstacle n'a changé l'OCH de la phase initiale (110m), ce qui implique que l'OCH de la procédure est égale 110m, donc notre hypothèse pour la procédure VOR/DME RWY19 est retenue.

IV.4.5. Manœuvre à vue libre :

Conçue dans l'alinéa (IV.2.9. Manœuvre à vue libre (MVL) RWY 01/19)

IV.4.6. Les Minimums opérationnelles d'aérodrome (MOA) :

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV.37 :Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 19

CAT	VOR/DME RWY 19			MVL		
	OCH (m)	MDH (ft)	RVR(m)	OCH (m)	MDH (ft)	VIS (m)
CAT A	110	370	1700	130	430	2000
CAT B	110	370	1700	150	500	2300
CAT C	110	370	1700	295	970	4500
CAT D	110	370	1700	295	970	4500

IV.5. Procédure d'approche pour RWY23 :

- IAF à 15 NM radial 052° par rapport le VOR
- Distance THR 01-VOR/DME ANB=0.8 NM
- Altitude IAF=1450 m
- Alt THR23=2m

→ **Hypothèse** :inspirée du scénario 2 de la procédure d'approche RWY01

Tableau IV.38: les paramètres de la procédure

B	Initiale	Intermédiaire	Finale
Longueur	6.5NM	1.5NM	7NM
Pente optimale	5.24%	0%	6.8%

IV.5.1. Segment d'approche initiale :

C'est une trajectoire rectiligne d'une longueur de 6,5NM, reliant l'IAF à l'IF. La MFO est égale à 300m.

IV.5.2. Segment d'approche intermédiaire :

Ce segment sera établi en pallié (pente de 0%), allons de l'IF jusqu'au FAF, d'une distance de 1,5NM La MFO approprié est de 150m.

Les aires de protection des segments initial et intermédiaire sont illustrées dans la figure au-dessous :

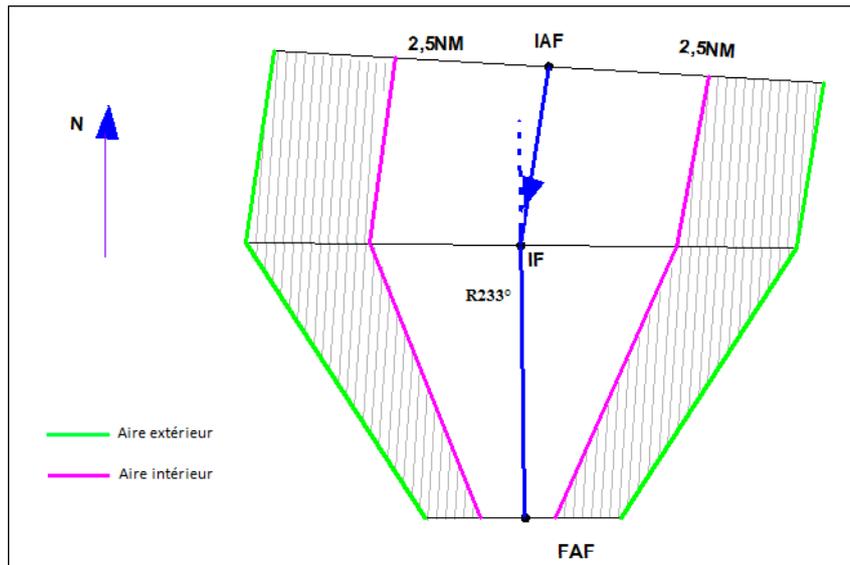


Figure IV.21: Les aires de protection du segment d'approche initial et intermédiaire

IV.5.3. Segment d'approche final :

On a finale avec FAF (à 7NM du VOR/DME), directe, et non dans l'axe. Le point d'approche interrompue (MAPT) est désigné à 2NM du VOR/DME d'où la longueur du segment final est de 5 NM.

a) Le choix du radiale finale :

Vu l'emplacement du VOR /DME qui se trouve latéralement a une distance 550m par rapport à l'axe de piste 05/23et pour respecter les conditions d'une approche directe, la radiale d'approche finale a été fixée à 233°, donc la différence entre la radiale d'approche finale et l'axe de piste (radial 232°) est de 1°.

b) Aires de protection :

Les aires de protections présentées dans la figure ci-après :

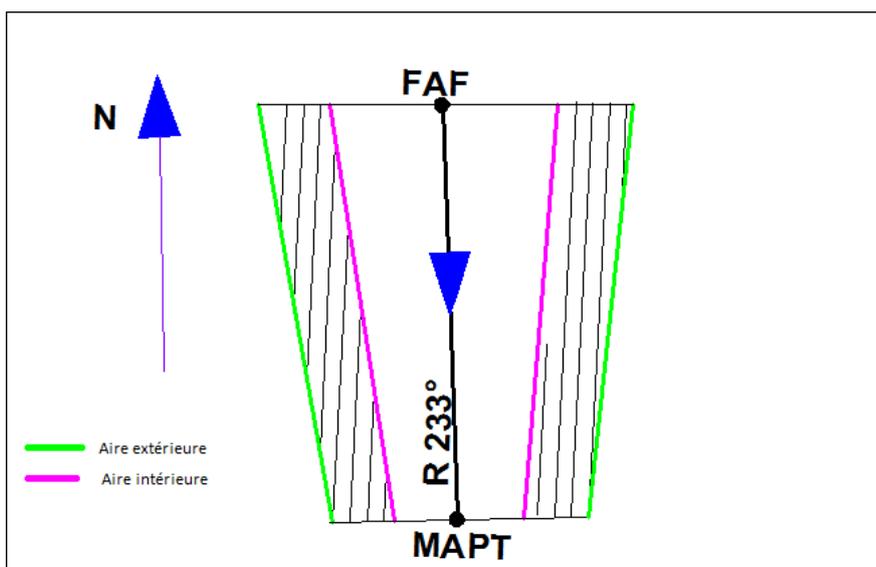


Figure IV.22 : Les aires de protection du segment d'approche final

Vu que toutes les aires de protection des segments initial, intermédiaire et final se trouve au-dessus de la mer donc y'a pas d'obstacles.

IV.5.4. Segment approche interrompue :

L'approche interrompue pour catégorie A/B et catégorie C/D, est désignée pour que le pilote poursuivra la remise des gazes suivant la radial 052° au-dessus de la mer. La différence entre la radial d'approche final 233° et la radial 052° est un angle de 181° donc l'approche interrompue sera une approche avec virage.

IV.5.4.1. Phase initiale :

Nous avons positionné le point MAPT à une distance 1,8NM du VOR/DME.

→ **Détermination du SOC :**

Tableau IV.39. Calculs de la position du SOC

Calcul de soc	Cat d'A/C	
	Cat A/B	Cat C/D
Tolérance de repère	504,7	504,7
D	227,8	314,84
Tolérance de mapt	732,5	819,5
X	1129,72	1592,72
Soc	1868,3	2407,6

→ **Détermination de l'altitude minimale de sécurité:**

CAT C/D:

→ **Aire Primaire :**

Tableau IV.40: les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
32m	75m	107m
40m	75m	115m

➤ **Aire secondaire :**

Tableau IV.41: les obstacles qui se trouve dans l'aire secondaire

Obstacle	MFO	MOCA
40m	30m	68m

L'OCA de la phase initiale c'est le MAX (MOCA_p,MOCA_s) = 115m

CAT A/B :

→ **Aire Primaire :**

Tableau IV.42: les obstacles qui se trouve dans l'aire primaire

Obstacle	MFO	MOCA
40m	75m	115m

L'OCA de la phase initiale pour toutes les catégories est de **115m**.

OCH=115m

IV.5.4.2. Phase intermédiaire :

Cette phase est toujours prise en montée tenant une pente minimale de 2.5%, allant du SOC jusqu'au TP (à 2,8 NM). La MFO dans cette phase est de 30m.

→ **Détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

POUR CAT A/B :

Il faut que cette relation soit vérifiée :

$$OCH + dz (Dob-SOC)*2,5% > Hob + MFO \text{ entière}$$

Tableau IV.43: Calculs des altitudes minimales

Obstacle	OCH	D(obs-SOC)	MFO entière	Relation
TWR (42m)	115m	700m	30m	Vérifier
25m	115m	1150m	30m	Vérifier

POUR CAT A/B :

Tableau IV.44: Calculs des altitudes minimales

Obstacle	OCH	D(obs-SOC)	MFO entière	Relation
TWR (42m)	115m	1300	30m	Vérifier
25m	115m	1550m	30m	Vérifier

IV.5.4.3. Phase finale :

Voilà Les calculs effectués pour la conception du virage :

Tableau IV.45: les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue

Catégorie A/B		Catégorie C/D	
Paramètre	Valeurs	Paramètre	Valeur
Vitesse indiqué (V _I)	150 kt	Vitesse indiqué (V _I)	265 kt
Vitesse vrai (V _V)	190,87 kt	Vitesse vrai (V _V)	313 kt
C	0,3 NM	C	0,5 NM
Tolérance du repère	±0.275 NM	Tolérance du repère	±0.275 NM
Vitesse angulaire (R)	1.5 °/s	Vitesse angulaire (R)	1 °/s
Rayon du virage (r)	1,98 NM	Rayon du virage (r)	5,35 NM
Effet du vent (E)	0,49 NM	Effet du vent (E)	2,98 NM
$\sqrt{r^2 + E^2}$	2,03 NM	$\sqrt{r^2 + E^2}$	5,4 NM
$r + E$	2,47 NM	$r + E$	6,15 NM
$r + 2E$	2,96 NM	$r + 2E$	6,95 NM

Les aires de protections de ce segment, Pour chaque catégorie d'aéronef (CAT A/B) et CAT C/D) comme illustré sur la figure suivante :

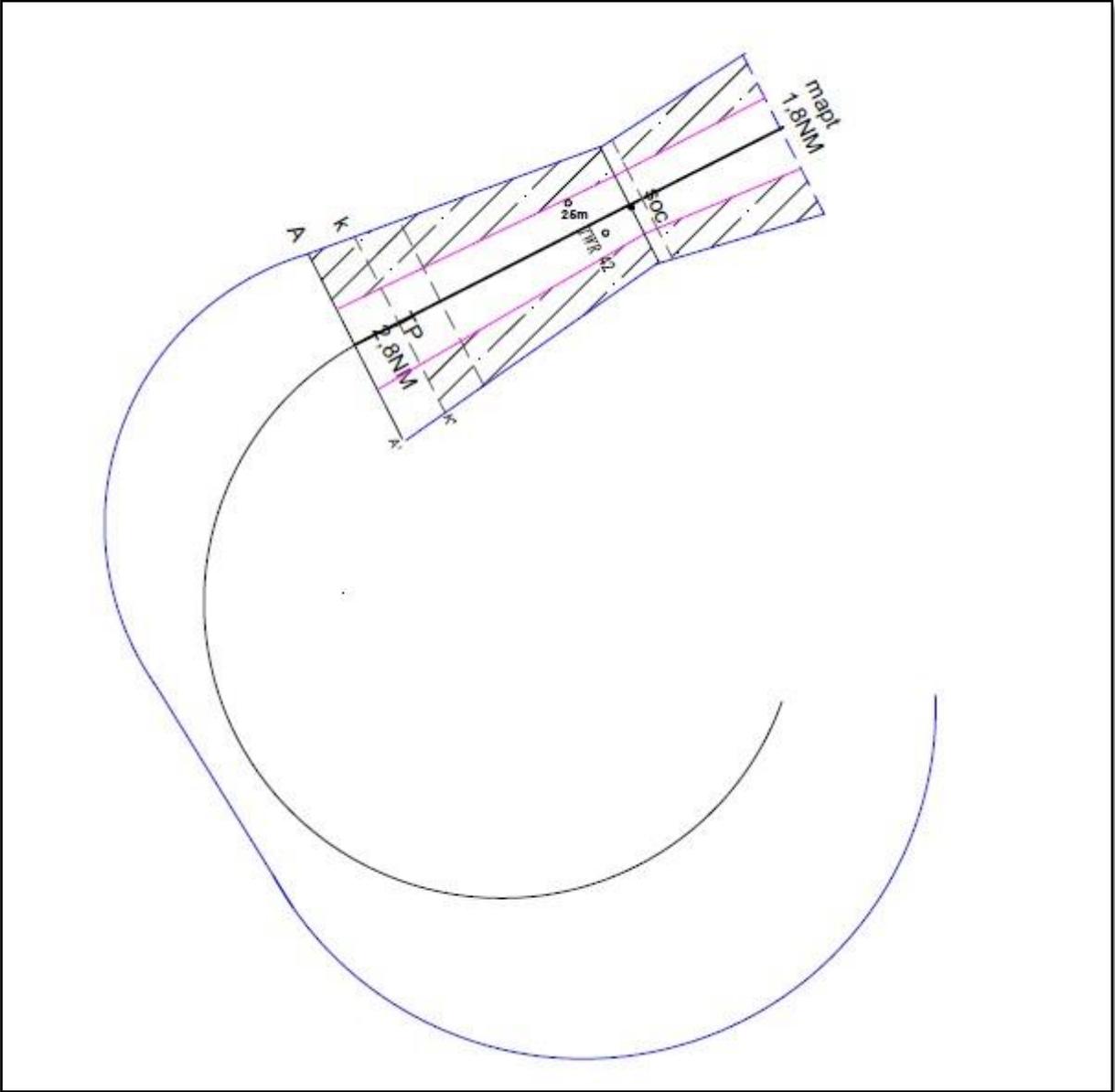


Figure IV.23 : Segment d'approche interrompue CAT C/D

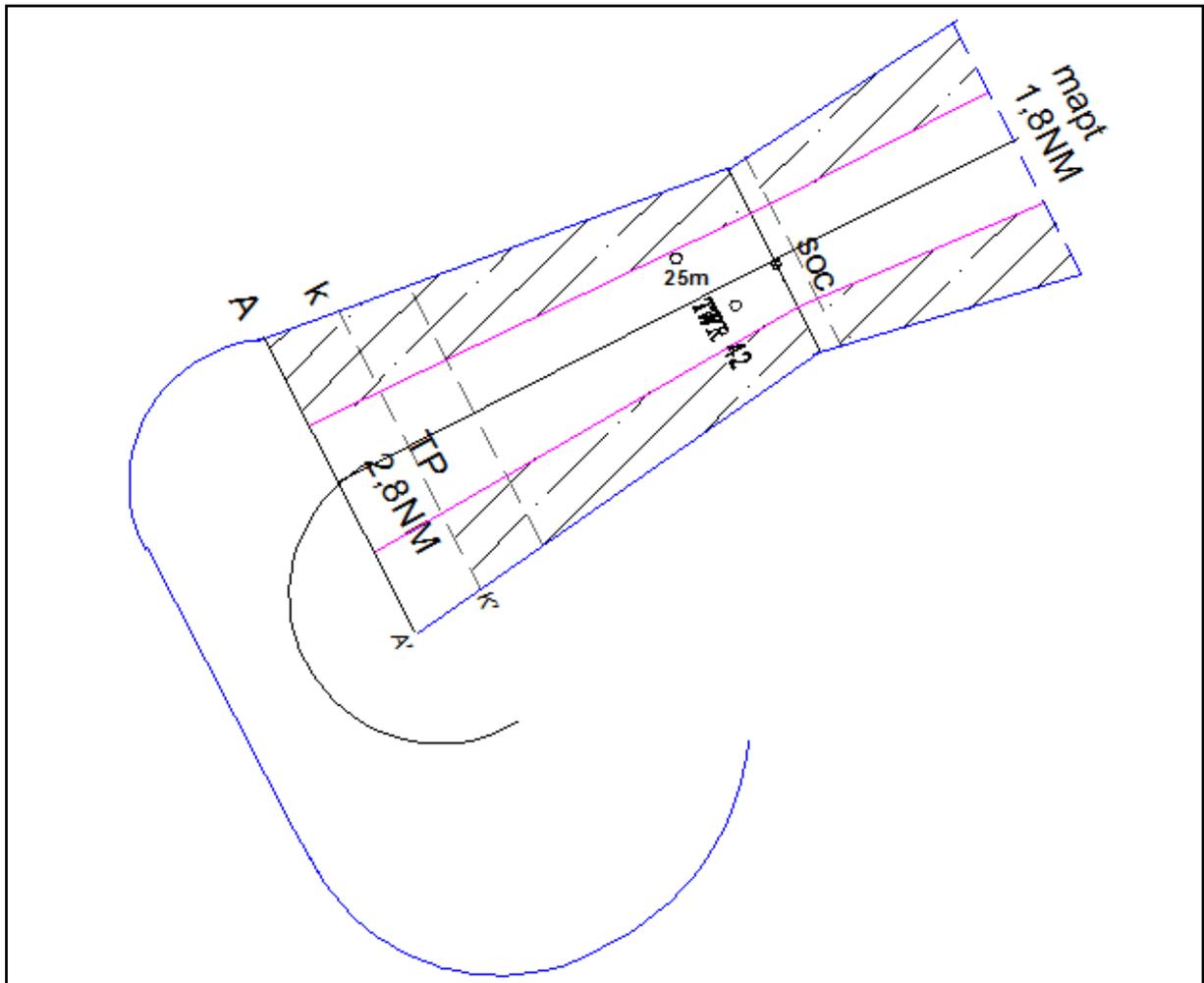


Figure IV.24 : Segment d'approche interrompue CAT A/B

Résultat : Aucun obstacle n'a changé l'OCH de la phase initiale (115m), ce qui implique que l'OCH de la procédure est égale 115m, donc notre hypothèse pour la procédure VOR/DME RWY23 est retenue.

IV.5.5. Manœuvre à vue libre (MVL) :

Traité dans l'alinéa(IV.3.8. Manœuvre à vue libre RWY 05/23)

IV.5.6. Les Minimums opérationnelles d'aérodrome (MOA) :

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV.46: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY23

CAT	VOR/DME RWY 23			MVL		
OCH	OCH (m)	MDH (ft)	RVR(m)	OCH (m)	MDH (ft)	VIS(m)
CAT A	115	380	1500	130	430	2000
CAT B	115	380	1500	150	500	2300
CAT C	115	380	1500	295	970	4500
CAT D	115	380	1500	340	1120	5000

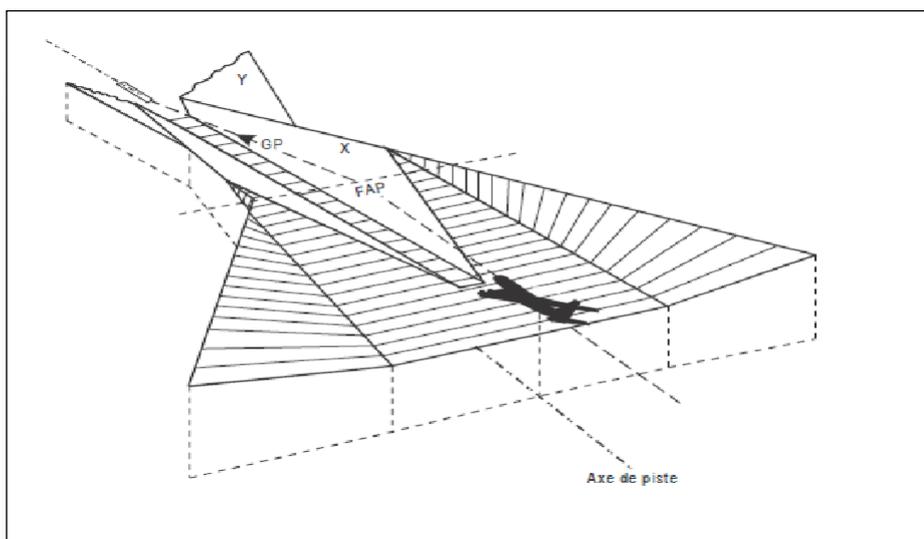
IV.6. Procédure d'approche de précision ILS RWY 19 :

Les différences résident dans les caractéristiques physiques du segment de précision de l'ILS, qui comprend le segment d'approche finale ainsi que les phases initiale et intermédiaire du segment d'approche interrompue. Ces caractéristiques sont liées aux performances des systèmes ILS.

IV.6.1. Segment d'approche initial et intermédiaire:

Les segments initial et intermédiaire restent les mêmes traités dans la procédure VOR/DME RWY19 (voir les alinéas IV.4.1 et IV.4.2).

La seule différence est que la fin des aires de protection du segment intermédiaire coïncident avec les surfaces X d'OAS. Dans notre cas ça n'a pas d'influence vu que les aires se trouvent au-dessus de la mer.



FigureIV.25 : segment d'approche intermédiaire

IV.6.2. Segment de précision :

Le segment de précision est étudié pour protéger un ILS complet et modélise simultanément:

- ✓ La finale en vue de l'atterrissage
- ✓ Les phases initiales et intermédiaires de l'API
- ✓ **Origine (FAP):**
 - ✓ Intersection du radioalignement de descente nominal et de l'altitude minimale spécifiée pour le segment précédent.
 - ✓ Distance FAP/Seuil de piste < 10 NM.
- ✓ **Point d'approche interrompue:**
 - ✓ Intersection du radioalignement de descente nominal et de l'altitude/hauteur de décision.
- ✓ **Fin du segment de précision:**
 - ✓ Le premier des deux points dans le sens du vol:
 - Point de virage
 - Point où la surface d'API atteint 300 m de hauteur.

IV.6.2.1. Surfaces OAS:

Gabarit OAS : les surfaces W, X, Y et Z sont coupées à 300m au-dessus du seuil.

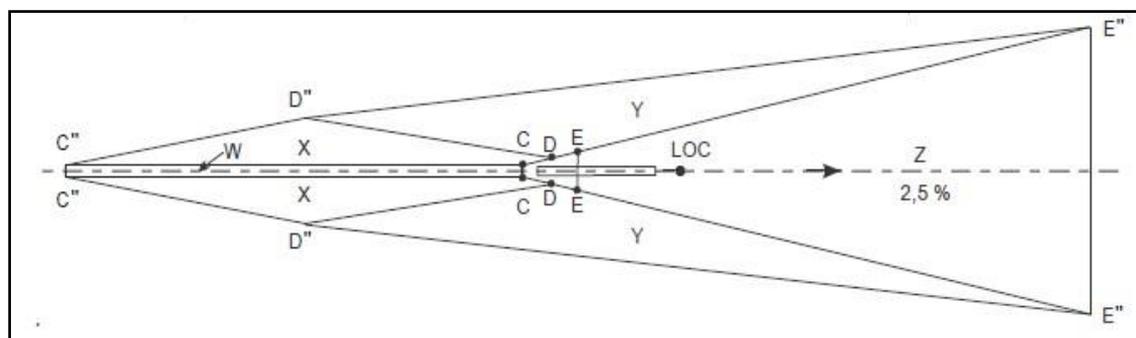


Figure IV.26 :Surface OAS

Les points du gabarit sont calculés par l'application OACI des surfaces OAS

- On a 6 surfaces (w, x, y, z) avec des constantes A,B,C.
- Les données (**NAVIGATION AID DATA/AIRCRAFT DATA**) qui déterminent les constantes A,B,C sont :
 - Distance LLZ/seuil : 3000m
 - Angle de descente GP : 3°
 - Catégorie ILS : cat I
 - Pente d'approche interrompue : 2.5%

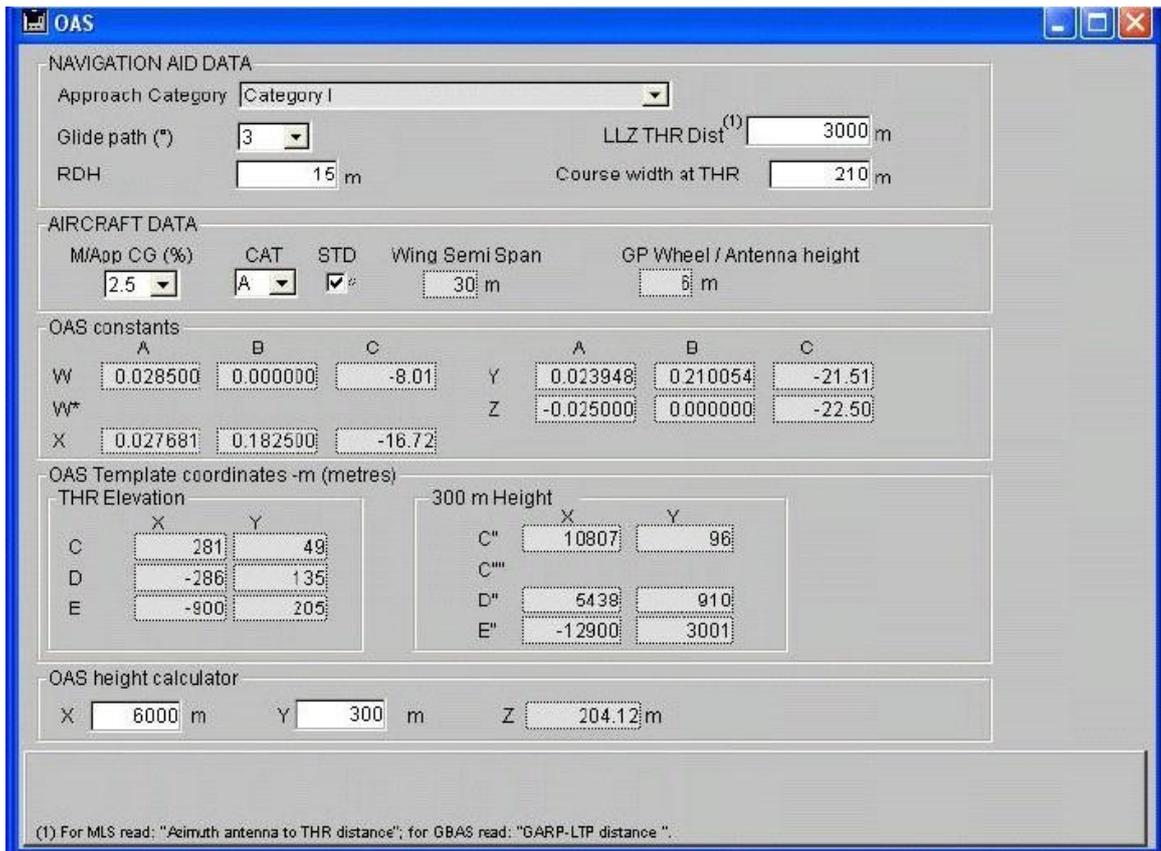


Figure IV.27 : Données de sortie OAS générées par l'application OACI des OAS.

1) Nous avons retiré de l'application les position des points C, D, E, C'', D'', E'' (**OAS Template coordinates-m**) exprimés en X et Y, pour tracer le gabarit en respectant les signes (-) et (+) du repère XY.

2) Nous avons ensuite positionné les obstacles naturels et artificiels dans le gabarit par rapport aux axes (x, y) à partir de leur coordonnées géographique (calculs à l'aide de l'application servaéro).

IV.6.2.2. Equations des surfaces :

$$Z = Ax + By + C$$

1) Nous avons formulé les équations (w, x, y, z) à partir des constantes générées par l'application (**OAS constants**), elles sont exprimées comme suit :

Surface w : $Z_w = 0,0285 X - 8,01$

Surface x : $Z_x = 0,027968 X + 0,184514 Y - 18,37$

Surface y : $Z_y = 0,024252 X + 0,212726 Y - 23,47$

Surface z : $Z_z = -0,025 X - 22,50$

2) Nous avons ensuite introduit pour chaque obstacle les valeurs « x et y » dans l'application OAS (**OAS height calculator**) pour trouver la valeur « Z » qui est l'altitude de la surface en ce point.

IV.6.2.3. Analyse des obstacles :

▪ Nous classons les obstacles en deux catégories (par la comparaison de la valeur « Z » avec l'altitude d'obstacle) :

1) Obstacles ne perçant pas les surfaces OAS : $Z > \text{Alt obs}$

2) Obstacles perçant ces surfaces d'où un traitement particulier : $Z \leq \text{Alt obs}$

▪ Nous vérifions par la suite si l'obstacle qui perce la surface OAS appartient au segment d'approche final ou en approche interrompue :

1) Obstacle en finale si: $\text{hobs} \leq (900+x) \tan \alpha$

2) Obstacles en approche interrompue si: $\text{hobs} > (900+x) \tan \alpha$

IV.6.2.4. Calcul de l'OCH:

1) Si aucun obstacle ne perce pas les OAS on obtient cette relation : $\text{OCA}/H = \text{HL}$

Tableau IV.47: Marges de perte de hauteur/d'altimètre

Catégorie d'aéronefs (Vat) (kt)	Marge avec radioaltimètre		Marge avec altimètre barométrique	
	m	ft	m	ft
A — 90	13	42	40	130
B — 120	18	59	43	142
C — 140	22	71	46	150
D — 165	26	85	49	161
H — 90	8	25	35	115

La HL (perte d'hauteur) utilisée est celle avec altimètre barométrique.

2) Si l'obstacle perce l'OAS et appartient au segment finale : $\text{OCH} = \text{H Obs} + \text{HL}$

3) Si l'obstacle perce l'OAS et appartient à l'approche interrompue :

$$\text{OCH} = \text{H Obs équivalent} + \text{HL}$$

H Obstacles équivalents :

$$ha = \frac{\text{hma} \cotan Z + (900 + x)}{\cotan Z + \cotan \alpha}$$

ha = hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent

hma = hauteur de l'obstacle à l'approche interrompue

α = angle de l'alignement de descente (3°)

Z = angle la surface d'approche interrompue

x = distance de l'obstacle par rapport au seuil (négative après le seuil)

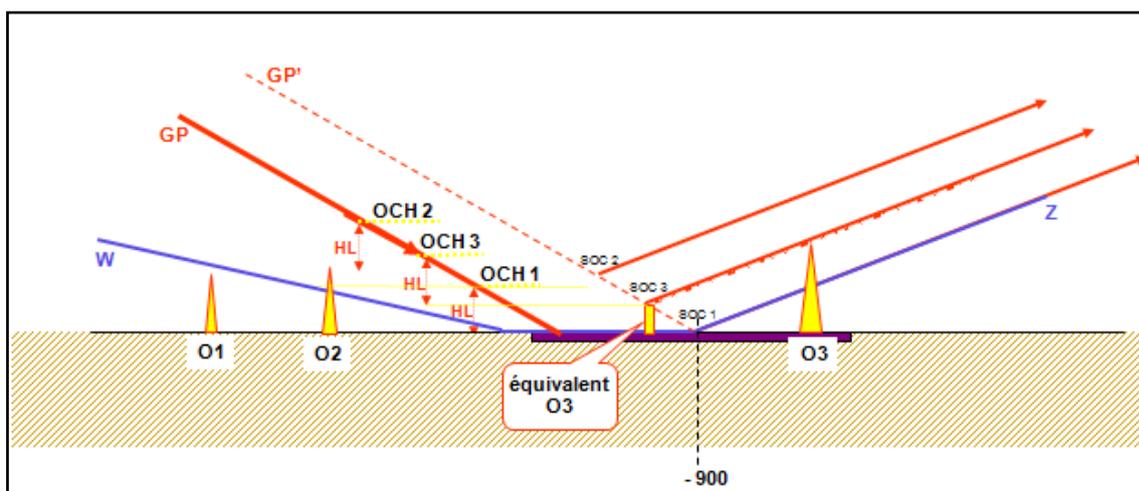


Figure IV.28 : Franchissement d'obstacles de segment de précision.

Dans notre cas nous n'avons pas des obstacles qui percent les OAS et qui se trouvent dans l'approche interrompue, donc nous n'avons pas calculé « ha » d'obstacle, le seul obstacle existant se trouve dans le segment final.

Ces étapes sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau IV.48.calculs d'obstacles naturels et artificiels procédures ILS RWY19

N°	Obstacles	Altitude (m)	Hauteur/THR19	X	Y	Z	segment	Surface OAS	Analyse
1	TWR	42	40m	-2450m	-500	143	API	Z	Ne perce pas
2	Mat radar	30	28	-2494	1751	289	API	Z	Ne perce pas
3	Pylône parking	23	21	-2775	-236	47	API	Z	Ne perce pas
4	Antenne	23	21	-2706	-357	46	API	Z	Ne perce pas
5	Château d'eau	27	25m	-2750m	-300	47	API	Z	Ne perce pas
6	Naturel	28	11m	-9900	600	314	API	Z	Ne perce pas
7	Pylône	21	19	-1956	-1109	165	API	Z	Ne perce pas

8	GP	19	17	-308	107	0	final	Y	Perce
9	Artificiel	32	30	-550	-1050	187	final	Y	Ne perce pas
10	Naturel	14	12	100	-900	171	final	Y	Ne perce pas

IV.6.2.5. Calcul de l'OCH la procédure :

Le seul obstacle qui perce les surfaces OAS est le **GP**(l'antenne Glide Path de l'ILS)qui se trouve dans le segment d'approche final.

$$OCH = Hobs + HL = 17m + HL$$

Tableau IV.49 : Calcul de l'OCH

Cat A/C	OCH	DH
A	57m	190ft
B	60m	200ft
C	63m	210ft
D	66m	220ft

Position de SOC :

$$X_{soc} = ((OCH - HL) / \tan \alpha) - 900$$

$$X_{soc} = -576m$$

IV.6.2.6. Approche interrompue :

L'approche interrompue sera une approche avec virage, le TP est à 2,8NM.

Ci-dessous les calculs effectués pour la conception du virage

Tableau IV.50 : les paramètres de virage de la phase finale d'approche interrompue

Catégorie A/B		Catégorie C/D	
Paramètre	Valeurs	Paramètre	Valeur
Vitesse indiqué (V _i)	150 kt	Vitesse indiqué (V _i)	265 kt
Vitesse vrai (V _v)	162.105 kt	Vitesse vrai (V _v)	286.38 kt
C	0.32 NM	C	0.52 NM
Tolérance du repère	±0.275 NM	Tolérance du repère	± 0.275 NM
Vitesse angulaire (R)	1.8 °/s	Vitesse angulaire (R)	1.02 °/s
Rayon du virage (r)	1.43 NM	Rayon du virage (r)	4.47 NM
Effet du vent (E)	0.416 NM	Effet du vent (E)	0.735 NM

$\sqrt{r^2 + E^2}$	1.489 NM	$\sqrt{r^2 + E^2}$	4.53 NM
$r + E$	1.846 NM	$r + E$	5.205 NM
$r + 2E$	2.263 NM	$r + 2E$	5.94 NM

IV.6.2.7. Les minimums opérationnels d'aérodrome :

Tableau IV.51 : Les Valeurs OCH , DH

	OCH (m)	DH (ft)	DH arrondie (ft)
CAT A	57	187	187
CAT B	60	196.8	197
CAT C	63	206.7	207
CAT D	66	216.5	217

Tableau IV.52 : Les minimums opérationnels d'aérodrome ILS RWY19

CAT	VOR/DME RWY 19		
	OCH (m)	DH (ft)	RVR(m)
CAT A	57	187	1200
CAT B	60	197	1200
CAT C	63	207	1200
CAT D	66	217	1200

IV.7. Conclusion :

A la fin de cette étude qui nous a pris beaucoup d'effort et de concentration, nous avons réalisé les cinq procédures d'approche aux instruments (quatre procédures de non précision et une procédure de précision), elles sont schématisées dans les cartes en annexe A.

Conclusion générale

Au cours de notre stage pratique au sein de l'ENNA, qui a duré de 8 mois, nous nous sommes rendu compte des difficultés rencontrés lors de l'établissement des procédures de vol et de les surmonter avec l'aide des concepteurs de procédures.

L'amélioration de l'exploitation de l'aérodrome d'Annaba s'avère nécessaire. Pour ce faire, on a conçu de nouvelles procédures concernant l'attente, les départs et les arrivées normalisées aux instruments ainsi que les procédures d'approches, tout en renforçant la sécurité ainsi que la capacité de l'espace aérien, l'application de ces paramètres évitera la saturation de cet espace.

Durant notre stage nous avons appris la mise en main des différents applications qui nous aidé à l'élaboration de notre procédures en citant **SERVAERO** (pour l'élaboration des plans de servitudes aéronautiques), **l'application OACI des OAS** (pour l'extraction des données de la procédure de prévision) **AutoCAD** (pour dessiner) .

Perspectives

- Projet de publication de ce nouveau schéma de circulation « Les cartes IAC des procédures SID,STAR et approche »

- La mise en œuvre **PBN** (la navigation fondée sur les performances) de l'approche Annaba

Les annexes

ANNEXE A

Le nouveau schéma de circulation
aérienne de l'aérodrome d'Annaba

ANNEXE B

Présentation de l'entreprise

I.2. Présentation de l'entreprise

I.2.2. Présentation de l'ENNA :

L'ENNA est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle du ministre des transports, chargé de l'exploitation et de la sécurité du transport aérien en Algérie. L'établissement opère pour le compte et au nom de l'état, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées, il a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne.



Figure I-1 : Service de secours (gauche) et l'approche d'aérodrome (droite)

L'an 2008 l'entreprise étatique a présenté un chiffre d'affaire d'environ 5841.2 Millions de dinars et englobe un effectif de plus de 3000 au total. D'autre part l'établissement est doté d'un ensemble d'équipements de télécommunication et de radio navigation de point regroupant des stations émetteur/récepteur, VHF haute fréquence ainsi que des stations VOR,DME,ILS,NDB et Radiogoniométrie. En outre elle assure une surveillance du territoire algérien par l'intermédiaire de 5 radars de route et un radar d'approche.

Dans le cadre du développement des projets liés à la navigation aérienne et de participation à des réunions internationales l'ENNA collabore avec des institutions nationales et internationales, à l'échelle :

Nationale :

- Ministère des transports (direction de l'aviation civile et de la météo) ;

- Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales ;
- **ESDAT** (Ecole Supérieure de la Défense Aérienne du Territoire).

Internationale :

- **OACI** (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) ;
- **AEFMP** (organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et 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) ;
- **ENAC** (Ecole Nationale de l'Aviation Civile à Toulouse).

1.2.2.1. Les missions principales de l'ENNA

Les missions principales de l'ENNA sont :

- ✓ Assurer le contrôle et 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 (Circulation Aérienne Public) ;
- ✓ Contrôler la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant sous son espace aérien, qu'ils soient en survol, au départ et à l'arrivée sur les aérodromes ;
- ✓ Assurer l'installation et la maintenance des moyens de télécommunication, de radionavigation, les aides à l'atterrissage, les aides visuelles et des équipements d'annexes ;
- ✓ Veillez au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs, à l'implantation des aérodromes et aux installations relevant de sa mission ;
- ✓ Participer à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aérodromes ainsi que les plans de servitudes aéronautique et radioélectriques et veillez à leur application en coordination avec les autorités concernées ;
- ✓ Donner l'information aéronautique en vol et au sol et diffuser les informations météorologiques nécessaires à la navigation aérienne ;
- ✓ Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies sur les plates-formes aéronautiques
- ✓ Concentrer, diffuser ou retransmettre au plan international les messages d'intérêt aéronautique ou météorologique
- ✓ Contribuer à l'effort de développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne ;
- ✓ Calibrer les équipements de communication de radionavigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire

1.2.2.2. L'organisation de l'ENNA

L'organisation de l'entreprise National de la Navigation Aérienne est structurée selon l'organigramme suivant :

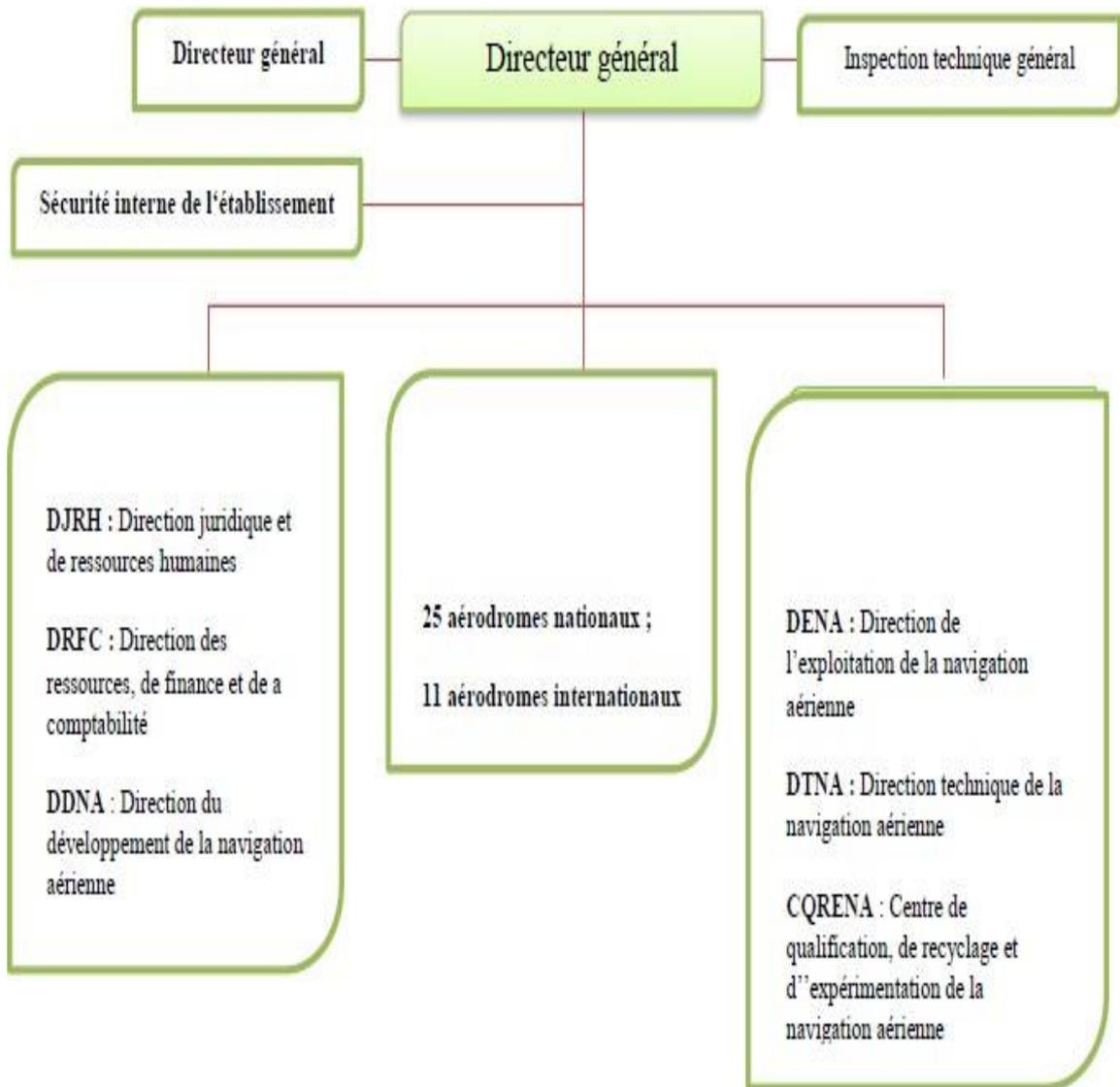


Figure I-2 : l'organigramme de l'organisation de l'ENNA

1.2.2.3. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne(DENA)

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne contient six départements et un Centre de Contrôle Régional

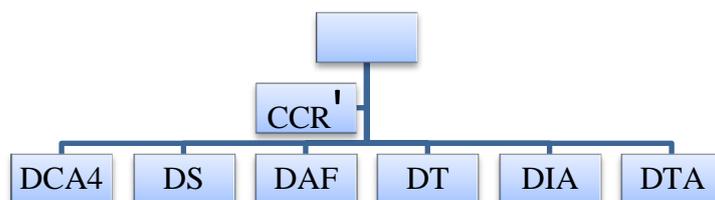


Figure I-4 : Organigramme de la DENA

- **CCR** : Centre de Contrôle Régional
- **DCA** : Département de la Circulation Aérienne
- **DS** : Département Système
- **DAF** : Département Administration et Finances
- **DT** : Département Technique
- **DIA** : Département Informations Aéronautiques
- **DTA** : Département Télécommunications Aéronautiques.

ANNEXE C

Des définitions

Définitions

Altitude minimale de franchissement d'obstacles (MOCA) : Altitude minimale d'un segment de vol défini, qui assure la marge de franchissement d'obstacles nécessaire.

Altitude minimale de secteur (MSA): Altitude la plus basse qui puisse être utilisée et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1 000 ft) au-dessus de tous les objets situés dans un secteur circulaire de 46 km (25 NM) de rayon centré sur un point significatif, le point de référence d'aérodrome (ARP) ou le point de référence d'hélistation (HRP).

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

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

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

Altitude de décision (DA) ou hauteur de décision (DH) : Altitude ou hauteur spécifiée à laquelle, au cours d'une opération d'approche aux instruments 3D, une approche interrompue doit être amorcée si la référence visuelle nécessaire à la poursuite de l'approche n'a pas été établie.

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

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

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

Altitude minimale de croisière (MEA) : Altitude d'un segment en route qui permet une réception suffisante des installations de navigation appropriées et des communications ATS, qui

est compatible avec la structure de l'espace aérien et qui assure la marge de franchissement d'obstacles nécessaire.

Altitude minimale de descente (MDA) ou hauteur minimale de descente (MDH) : Altitude ou hauteur spécifiée, dans une opération d'approche aux instruments 2D ou une opération d'approche indirecte, au-dessous de laquelle une descente ne doit pas être exécutée sans la référence visuelle nécessaire.

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

Catégories d'avions. Cinq catégories d'avions ont été établies en fonction d'une vitesse égale à 1,3 fois la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage à la masse maximale à l'atterrissage certifiée ; ces catégories sont les

Suivantes :

Catégorie A — moins de 169 km/h (91 kt) VI

Catégorie B — 169 km/h (91 kt) ou plus, mais moins de 224 km/h (121 kt) VI

Catégorie C — 224 km/h (121 kt) ou plus, mais moins de 261 km/h (141 kt) VI

Catégorie D — 261 km/h (141 kt) ou plus, mais moins de 307 km/h (166 kt) VI

Catégorie E — 307 km/h (166 kt) ou plus, mais moins de 391 km/h (211 kt) VI

Classe D : Les vols IFR et VFR sont autorisés et tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne; les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et ils reçoivent des informations de trafic au sujet des autres en vol VFR ; les aéronefs en vol VFR reçoivent des informations de trafic au sujet de tous les autres vols. reçoivent des informations de trafic au sujet de tous les autres vols.

CRM : est un programme d'ordinateur qui calcule la probabilité de collision avec un obstacle pour un aéronef en approche II.

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

Escale : aérodrome desservi depuis un aérodrome source (provenance pour une arrivée, destination pour un départ)

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

Point de référence d'hélistation (HRP) : Point déterminant l'emplacement d'un aérodrome ou d'un emplacement d'atterrissage.

La surface d'identification d'obstacles (OIS) : C'est une surface inclinée qui sert à identifier les obstacles dans l'aire de départ. Dans le cas des départs en ligne droite, l'origine de l'OIS est à 5 m

(16 ft) au-dessus de la DER. Dans le cas des départs omnidirectionnels, plusieurs OIS sont envisagées.

Marge minimale de franchissement d'obstacles (MFO) : Distance verticale spécifiée, destinée à compenser, pour le survol des obstacles en vol aux instruments, les tolérances et les imprécisions admises dans l'évaluation de la position verticale et dans la conduite d'un aéronef.

Marge de perte de hauteur (HL) : La HL représente la perte maximale de hauteur par un aéronef remettant les gaz, dans la phase de transition entre le segment d'approche finale et le segment d'approche interrompue.

La valeur de la HL dépend de la catégorie de l'aéronef.

Mouvement d'Aérodromes : atterrissage ou décollage

Mouvements Commerciaux : Mouvements d'aéronefs appartenant à des compagnies aériennes effectuant le transport des passagers et de fret (régulier et non régulier).

Mouvements Non Commerciaux : Comprenant les mouvements d'avions appartenant à des aéro-clubs, des particuliers ou des sociétés, non autorisés à effectuer du transport public. Il s'y ajoute, des avions effectuant du travail aérien, des avions de compagnies aériennes faisant des vols d'entraînement, ainsi que des avions appartenant à une administration de l'Etat, notamment le ministère de la Défense.

Minimums opérationnels d'aérodrome. Limites d'utilisation d'un aérodrome, pour :

- a) le décollage, exprimées en fonction de la portée visuelle de piste et/ou de la visibilité et, si nécessaire, de la nébulosité ;
- b) l'atterrissage dans les approches et atterrissages de précision, exprimées en fonction de la visibilité et/ou de la portée visuelle de piste et de l'altitude/hauteur de décision (DA/H), selon ce qui convient pour la catégorie d'exploitation ;
- c) l'atterrissage dans les opérations d'approche et d'atterrissage avec guidage vertical, exprimées en fonction de la visibilité et/ou de la portée visuelle de piste et de l'altitude/hauteur de décision (DA/H) ;
- d) l'atterrissage dans les opérations d'approche et d'atterrissage classiques, exprimées en fonction de la visibilité et/ou de la portée visuelle de piste, de l'altitude/hauteur minimale de descente (MDA/H) et, si nécessaire, de la nébulosité.

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

Niveau de vol (FL) : Surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013.2 hPa, et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés. Un altimètre barométrique étalonné d'après l'atmosphère type :

- a) calé sur le QNH, indique l'altitude,

b) calé sur le QFE, indique la hauteur par rapport au niveau de référence QFE,

Opérations d'approche aux instruments. Approche et atterrissage utilisant des instruments de guidage de navigation et fondés sur une procédure d'approche aux instruments. Les opérations d'approche aux instruments peuvent être exécutées selon deux méthodes :

a) approche aux instruments bidimensionnelle (2D), n'utilisant que le guidage de navigation latérale ;

b) approche aux instruments tridimensionnelle (3D), utilisant à la fois le guidage de navigation latérale et verticale.

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

Point de cheminement : Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route à navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface

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

Procédure d'attente : Manœuvre prédéterminée exécutée par un aéronef pour rester dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation.

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

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

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

Point de cheminement : Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route à navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface

Portée visuelle de piste (RVR). Distance jusqu'à laquelle le pilote d'un aéronef placé sur l'axe de la piste peut voir les marques ou les feux qui délimitent la piste ou qui balisent son axe.

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

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

Procédure d'approche finale considérée comme «directe» : L'approche finale peut être exécutée vers une piste, en approche directe ou vers un aérodrome en approche indirecte, suivie d'une manœuvre à vue. Dans le cas d'une approche directe, le segment d'approche finale doit, dans toute la mesure du possible, être aligné avec l'axe de piste. Conditions pour qu'une approche finale soit considérée comme directe :

a) **Approches classiques** : Dans le cas des approches classiques, pour qu'une procédure d'approche finale soit considérée comme directe, elle doit répondre aux conditions suivantes :

Cas d'une approche finale formant avec l'axe de piste un angle supérieur à 5° :

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

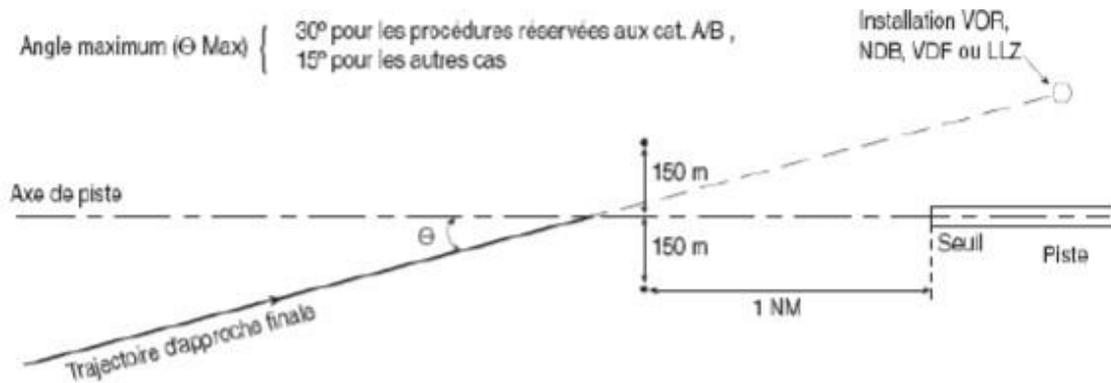
30° pour les procédures protégées pour les catégories A et B seulement,

15° pour les procédures protégées pour les catégories C, D ou E.

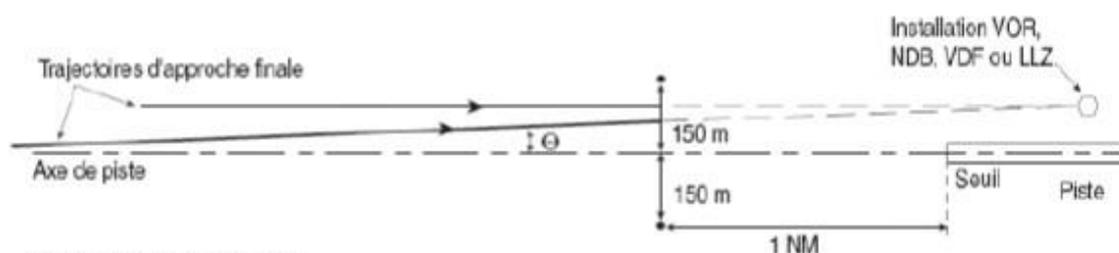
Position de l'axe d'approche : L'axe d'approche finale (ou son prolongement) doit passer à moins de 150 m de l'axe de piste à 1 NM en amont du seuil.

Cas d'une approche finale formant avec l'axe de piste un angle inférieur ou égal à 5° : Une approche finale formant avec l'axe de piste un angle inférieur à 5° peut aussi être considéré comme -directell à condition que l'axe d'approche finale passe à moins de 150 m de l'axe de piste à 1 NM en amont du seuil de piste.

Dans le cas des approches classiques, une procédure d'approche finale qui ne répond pas aux critères d'une approche finale -directell est qualifiée -d'indirectell et doit être suivie obligatoirement de manœuvres à vue (MVI ou MVL).



a1) (Θ supérieur à 5°)



a2) (Θ inférieur ou égal à 5°)

b) **Approches de précision** : Une procédure d'approche de précision est, par définition, une procédure d'approche directe. Ainsi, le segment d'approche finale est aligné sur l'axe de piste. Cependant, dans le cas d'une approche ILS (ou MLS) de Catégorie I seulement, si il est matériellement impossible de faire correspondre le radioalignement de piste d'un ILS (ou l'azimut d'approche d'un MLS) avec l'axe de piste en raison de problèmes d'implantation ou parce que des travaux de construction sur le terrain exigent un décalage temporaire de l'alignement de piste ILS (ou azimut d'approche MLS), un décalage est possible sous certaines conditions. Ainsi, le

prolongement de l'alignement de piste ILS (ou azimut d'approche MLS) décalé interceptera le prolongement de l'axe de piste :

- sous un angle inférieur à 5° ;
- en un point où le plan nominal de descente atteint une hauteur appelée hauteur d'interception d'au moins 55 m (180 ft) au-dessus du seuil.

La procédure comportera l'annotation suivante : -alignement de piste ILS (ou azimut d'approche MLS) décalé de ... degré(s) (dixièmes de degrés).

PDG de calcul : La pente de calcul de procédure (PDG) est la pente de montée publiée, mesurée à partir de l'OIS

[5 m (16 ft) au-dessus de la DER]. S'il n'y a pas d'obstacles qui pénètrent dans l'OIS, la PDG est la pente de l'OIS plus 0,8 % (3,3 % ; Cat H : 4,2 %).

Repère d'approche initiale (IAF). Repère qui marque le début du segment initial et la fin du segment d'arrivée, s'il y a lieu.

Repère de descente. Repère placé au FAP dans une approche de précision afin de surmonter

certaines obstacles qui se trouvent avant le FAP, faute de quoi ils devraient être pris en compte aux fins du franchissement d'obstacles.

Repère intermédiaire (IF). Repère qui marque la fin d'un segment initial et le début du segment intermédiaire.

Région montagneuse : Région à profil de terrain variable, où les changements d'altitude topographique dépassent 900 m (3 000 ft) à l'intérieur d'une distance de 18,5 km (10,0 NM).

Région de contrôle terminale (TMA) : Région de contrôle établie, en principe, au carrefour de routes SCA aux environs d'un ou de plusieurs aérodromes importants.

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

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

Hauteur : Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point,

Survols sans escale : Vols sans atterrissage dans l'un des aérodromes algériens et un niveau de référence spécifié.

Surface d'identification des obstacles (OIS) : La surface d'identification d'obstacles (OIS) est une surface inclinée qui sert à identifier les obstacles dans l'aire de départ. Dans le cas des départs en ligne droite, l'origine de l'OIS est à 5 m (16 ft) au-dessus de la DER. Dans le cas des départs omnidirectionnels, plusieurs OIS sont envisagées (voir Chapitre 4 — Départs omnidirectionnels). La pente de l'OIS est de 2,5 % (Cat H : 4,2 %).

Un départ est dit en ligne droite : lorsque la trajectoire initiale fait un angle maximal de 15° avec le prolongement de l'axe de piste.

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

Visibilité en vol. Visibilité vers l'avant, à partir du poste de pilotage d'un aéronef en vol.

Visibilité météorologique convertie (CMV). Valeur (équivalente à une RVR) dérivée de la visibilité météorologique rapportée.

Appendice A : Classification de l'aérodrome d'Annaba

Les statistiques du trafic aérien (2015_2016) :

» Récapitulatif du trafic par type, par nature et par aéroport : (Année 2016)

Aéroports	Mouvements commerciaux			Mouvements non commerciaux			Total mouvements		total Général	part en %
	Nationaux	Internationaux	Total	Nationaux	Internationaux	Total	Nationaux	Internationaux		
ALGER	26601	46730	73 331	16862	2964	19 826	43 463	49 694	93 157	39,3
H-MESSAOUD	7470	104	7 574	15306	759	16 065	22 776	863	23 639	10
ORAN	9059	11998	21 057	1257	210	1 467	10 316	12 208	22 524	9,5
CONSTANTINE	7801	5592	13 393	1930	174	2 104	9 731	5 766	15 497	6,5
ANNABA	5085	2314	7 399	4411	62	4 473	9 496	2 376	11 872	5
BATNA	676	489	1 165	10695	5	10 700	11 371	494	11 865	5
IN-AMENAS	706	28	734	4019	72	4 091	4 725	100	4 825	2
BEJAIA	1371	2131	3 502	582	157	739	1 953	2 288	4 241	1,8
OUARGLA	1771	60	1 831	2338	7	2 345	4 109	67	4 176	1,8
ADRAR	2615	1	2 616	980	200	1 180	3 595	201	3 796	1,6
GHARDAIA	1690	26	1 716	979	713	1 692	2 669	739	3 408	1,4
H-R'MEL	1697	0	1 697	1541	0	1 541	3 238	0	3 238	1,4
TLEMEN	1006	1522	2 528	606	84	690	1 612	1 606	3 218	1,4
TAMANRASSET	1624	182	1 806	960	394	1 354	2 584	576	3 160	1,3
ILLIZI	784	0	784	2354	0	2 354	3 138	0	3 138	1,3
BISKRA	1750	260	2 010	855	11	866	2 605	271	2 876	1,2
DJANET	620	0	620	2070	118	2 188	2 690	118	2 808	1,2
BECHAR	1471	110	1 581	1061	0	1 061	2 532	110	2 642	1,1
EL-OUED	1694	22	1 716	839	4	843	2 533	26	2 559	1,1
TINDOUF	1130	49	1 179	920	152	1 072	2 050	201	2 251	0,9
JIJEL	1294	26	1 320	303	423	726	1 597	449	2 046	0,9
IN SALAH	638	0	638	928	0	928	1 566	0	1 566	0,7

Bibliographie :

- [1] : DOC 8168 de l'OACI « Exploitation technique des aéronefs » 5eme édition 2014,
Volume I, Partie 1, Section 3 : Procédure de départ.
- [2] : DOC 8168 de l'OACI « Exploitation technique des aéronefs » 5eme édition 2014,
Volume II, Partie 2 : Procédure conventionnelle
- [4] :: Document ENAC « Cours PANS-OPS », Module 1 concepts généraux et approche
classique –RNAV, Février 2013
- [5] : Document ENAC « IPD2_F », Module 2 –MOA, 20 aout 2008
- [6] : Document 9368 « Manuel de conception des procédures de vol aux instruments »
- [7] : Document d'étude d'extension du parking « E » et création des bretelles N°01,02 et 03
, octobre 2015
- [8] : Document Travaux de renforcement du parking « E » et de la bretelle N°04 ,septembre
2009
- [9] : Plan d'exploitation pendant une construction dans l'aérodrome
- [10] : AIP de l'Algérie, Version 2016
- [11] : La carte de croisière
- [12] : d'après le manuel d'exploitation des services de la circulation aérienne
- [13] : Site internet de l'ENNA, www.enna-dz.com