

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales

MEMOIRE DE MASTER

Spécialité : Exploitation Aéronautique

Thème

**ELABORATION D'UN NOUVEAU SCHEMA
DE CIRCULATION AERIENNE POUR L'AERODROME
DE HASSI MESSAOUD**

Présenté par :

Melle. HAMZAOUI Yasmina

Encadrée par :

Mme. BOUACIDA Aicha

Mme. DRARNI Fatima

Septembre 2017

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire fut une occasion merveilleuse de rencontre et d'échange avec de nombreuses personnes. Toutes ont contribué à des degrés divers de la conception à la finalisation de ce travail. Nos dettes de reconnaissance, à ce point de vue, énorme à leur égard.

Je pense particulièrement à *Mme BOUACIDA Aicha* pour avoir accepté de diriger ce travail, dont les conseils, la sollicitude et les encouragements m'ont permis de mener ce mémoire à terme.

Je tiens à remercier *Mme DRARNI Fatima* pour son aide, ces suggestions ainsi que sa disponibilité.

J'exprime mes sincères remerciements à *Mr. DJATOUF* de m'avoir accueilli au sein de son institution pour la réalisation de ce travail.

Je suis très reconnaissante à l'ensemble des responsables et des employés de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne tant pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont réservées durant la période de stage passée au sein de l'établissement que pour les informations et conseils précieux qu'ils ont pu me prodiguer et plus particulièrement *Mme SELLOUM Manel*, *Mr. ALOUANI Mohamed*, *Mme LOUMI Karima*, *Mme BOUGUERRA Chahra* et *Mr. KHIYALI Nadjib*. Je remercie également *Mme Faiza* pour son soutien et sa gentillesse.

Une pensée particulière à *Mr. SESSI* et *Mr. MAZONI*, contrôleurs d'approche à Hassi Messaoud qui ont travaillé avec moi durement et vivement, et qui ont fait de leur maximum pour me faciliter l'accomplissement de ce travail. Ainsi, je tiens à remercier également *Mme SELMA* contrôleur CCR et *Mme MERIEM* contrôleur d'approche à Houari Boumediene.

Mes plus vifs remerciements sont adressés à l'égard de tous mes enseignants durant mon cursus universitaire.

Je tiens aussi à remercier vivement tous les membres de ma famille : mes sœurs et mon frère ainsi que leurs petits anges, mes tantes et cousines, particulièrement mes très chers parents qui m'ont toujours soutenues et encouragés et pour leurs aides précieuses durant toutes ces années.

Mes remerciements vont également à mes très chères amies *Dalila* et *Chaimaa* pour leurs soutiens, leurs gentilleses et leurs amitiés. Ainsi à mes amis *Abd-El-Hakim* et *Mustapha-Amine* pour leur présence et leur soutien, et dont l'aide fut inestimable.

J'exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à mes collègues de promotion *ABDELLAOUI Chahinez* et *SAIFI Adila*.

J'espère du fond du cœur que tout ce petit monde trouve ici un mot de reconnaissance en ce qui les concerne. J'espère aussi que l'effort déployé dans le présent travail réponde aux attentes des uns et des autres.

« La connaissance s'acquiert par l'expérience, tout le reste n'est que de l'information. »

Citation de Albert Einstein

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES ET APPENDICES

ABREVIATIONS

GLOSSAIRES

RESUME

INTRODUCTION..... 1

1. GENERALITES.....	3
1.1. Introduction.....	3
1.2. Les procédures aux instruments.....	3
1.2.1. Définition.....	3
1.2.2. Type de navigation	3
1.2.3. Types de procédures aux instruments	4
1.2.4. Acteurs impliqués dans la conception des procédures aux instruments.....	4
1.2.5. Le processus d'établissement des procédures de vol aux instruments.....	4
1.3. Procédure de départ aux instruments.....	6
1.3.1. Définition.....	6
1.3.2. Départ normalisé aux instruments (SID).....	6
1.3.2.1. Départ en ligne droite	6
1.3.2.1.1. Départ en ligne droite à l'estime (sans guidage sur trajectoire).....	6
1.3.2.1.2. Départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire.....	8
1.3.2.1.3. Traitement des obstacles.....	9
1.3.2.2. Départ avec virage.....	9
1.3.2.2.1. Construction des aires de protection.....	10
1.3.2.2.2. Traitement des obstacles.....	10
1.3.3. Départ omnidirectionnel.....	11
1.3.3.1. Aire de protection.....	12
1.3.3.2. Traitement des obstacles.....	12
1.3.4. Type de pente a publié	13

1.4. Procédure d'arrivée aux instruments.....	13
1.4.1. Définition.....	14
1.4.2. Route d'arrivée normalisée aux instruments (STAR).....	14
1.4.2.1. Définition.....	14
1.4.2.2. Type de trajectoire.....	14
1.4.2.3. Aire de protection.....	14
1.4.2.3.1. STAR longue.....	14
1.4.2.3.2. STAR courte.....	15
1.4.2.3.3. Largeur de l'aire de protection.....	16
1.4.2.3.4. Altitude minimale Obstacle.....	16
1.4.3. Arrivée omnidirectionnelle	17
1.5. Procédure d'attente.....	18
1.5.1. Définition.....	18
1.5.2. Forme et terminologie.....	18
1.5.3. Type d'attente.....	19
1.5.4. Types d'entrée	20
1.5.5. Aire de protection.....	21
1.5.6. Altitude minimale d'attente.....	22
1.6. Procédure d'approche directe de non précision.....	23
1.6.1. Segment d'approche initial.....	23
1.6.1.1. Aire de protection.....	23
1.6.1.2. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle	24
1.6.2. Segment d'approche intermédiaire.....	25
1.6.2.1. Aire de protection.....	25
1.6.2.2. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle	26
1.6.3. Segment d'approche final (classique).....	26
1.6.3.1. Aire de protection.....	27
1.6.3.2. Altitude/Hauteur minimale de franchissement	28
d'obstacle.....	28
1.6.4. Segment d'approche interrompu (classique).....	28
1.6.4.1. Les phases d'approche interrompues.....	28
1.7. Procédure d'approche indirecte (Manœuvre à vue).....	29
1.7.1. Manœuvre à vue libre (MVL).....	29
1.7.1.1. Définition.....	29
1.7.1.2. Aire de protection.....	29

1.7.2. Manœuvre à vue imposée (MVI).....	30
1.7.2.1. Définition.....	30
1.7.2.2. Aire de protection.....	31
1.7.3. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle.....	31
1.8. Conclusion.....	31
2. ETUDE DE L'EXISTANT.....	32
2.1. Introduction.....	32
2.2. Présentation de l'aérodrome de Hassi Messaoud.....	32
2.2.1. Description de l'aérodrome de Hassi Messaoud.....	32
2.2.1.1. Situation géographique.....	32
2.2.1.2. Infrastructure.....	33
2.2.1.3. Caractéristiques physiques de la piste.....	35
2.2.1.4. Distances déclarées.....	35
2.2.1.5. Balisage de piste et dispositif lumineux d'approche.....	35
2.2.1.6. Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie.....	36
2.2.1.7. Aides de radionavigation et d'atterrissage.....	36
2.2.1.8. Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne.....	37
2.2.1.9. Les obstacles D'aérodrome.....	37
2.3. Description du schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud.....	40
2.3.1. CTA Hassi Messaoud	40
2.3.1.1. Cheminements VFR.....	40
2.3.1.2. Trajectoires IFR.....	40
2.3.2. CTR.....	43
2.4. Les statistiques.....	43
2.4.1. Etude du flux trafic au cours de l'année 2016.....	43
2.4.1.1. Interprétation des tableaux.....	44
2.4.1.2. Discussions des résultats	48
2.4.2. Prévision du flux de trafic	48
2.4.2.1. Interprétation du tableau	49
2.5. Problématique.....	49
2.5.1. Les contraintes opérationnelles.....	49
2.5.2. Autres contraintes.....	50
2.6. Conclusion.....	50

3. CONCEPTION DES PROCEDURES D'ATTENTE, DE DEPART, D'ARRIVER ET D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS.....	51
3.1. Introduction.....	51
3.2. Les scénarios.....	51
3.2.1. Les scénarios développés.....	51
3.2.1.1. L'Attente.....	52
3.2.1.2. Les Arrivées.....	53
3.2.1.3. Les départs.....	54
3.2.2. Analyses des scénarios.....	56
3.2.3. Les Scénarios retenus.....	57
3.3. Conception des procédures et étude des obstacles.....	57
3.3.1. Les procédures d'attente.....	57
3.3.1.1. Circuit d'attente pour la catégorie C/D.....	57
3.3.1.2. Circuit d'attente pour la catégorie A/B.....	68
3.3.2. Les procédures de départs normalisés aux instruments.....	69
3.3.2.1. Départ vers TGU (SID 1)	71
3.3.2.2. Départ vers ELO (SID 2).....	79
3.3.2.3. Départ vers IMN (SID3)	81
3.3.2.4. Départ vers NSL (SID 4).....	85
3.3.2.5. Départ vers MNA (SID 5).....	89
3.3.2.6. Clairance de départ.....	93
3.3.3. Les procédures d'arrivées normalisées aux instruments.....	94
3.3.3.1. Arrivée de TGU (STAR 1).....	95
3.3.3.2. Arrivée de ELO (STAR 2).....	96
3.3.3.3. Arrivée de IMN (STAR 3)	97
3.3.3.4. Arrivée de NSL (STAR 4)	98
3.3.3.5. Arrivée de MNA (STAR 5).....	99
3.3.3.6. L'altitude minimale des STAR.....	100
3.3.3.7. Clairances d'arrivée.....	100
3.3.4. Redimensionnement de la CTA	101
3.3.5. Procédure d'approche directe de type classique.....	101
3.3.5.1. Les segments d'approche finale et interrompue.....	102
3.3.5.2. Segment d'approche intermédiaire et initiale.....	108
3.3.5.3. Création d'un deuxième IAF.....	110
3.3.5.4. Procédure d'approche indirecte (MVL).....	111

3.3.5.5. La détermination des minimums opérationnels d'aérodrome (MOA).....	114
3.4. Positions et identification des points significatifs.....	115
3.5. Etablissement des cartes.....	116
3.6. Conclusion.....	116
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	117
ANNEXES	
APPENDICES	
REFERENCES	

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	: Type de navigation.....	3
Figure 1.2	: Le processus d'établissement des procédures de vol aux instruments.....	5
Figure 1.3	: Départ en ligne droite.....	6
Figure 1.4	: Aire de protection associée à une trajectoire de départ en ligne droite à l'estime.....	7
Figure 1.5	: Aire de protection associée à une trajectoire de départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire.....	8
Figure 1.6	: Traitement d'obstacle pour une trajectoire de départ en ligne droite...	9
Figure 1.7	: Traitement d'obstacle dans l'aire de mise en virage.....	10
Figure 1.8	: Traitement d'obstacle dans l'aire de virage.....	11
Figure 1.9	: Aire de protection associée à un départ omnidirectionnel.....	12
Figure 1.10	: Pente minimale théorique.....	13
Figure 1.11	: Segment d'arrivée.....	13
Figure 1.12	: Aire de protection associée à un STAR longue en suivant une trajectoire rectiligne.....	14
Figure 1.13	: Aire de protection associée à un STAR longue en suivant une trajectoire curviligne.....	15
Figure 1.14	: Aire de protection associée à un STAR courte en suivant une trajectoire rectiligne.....	15
Figure 1.15	: Aire de protection associée à un STAR courte en suivant une trajectoire curviligne.....	16
Figure 1.16	: sectorisation.....	17
Figure 1.17	: Attente.....	18
Figure 1.18	: Forme d'attente et terminologie.....	19
Figure 1.19	: Type d'attente.....	20
Figure 1.20	: Types d'entrées dans une attente.....	21
Figure 1.21	: Aire de protection d'une attente.....	22
Figure 1.22	: Segment d'approche initial.....	23
Figure 1.23	: Aire de protection du segment d'approche initial.....	24
Figure 1.24	: Segment d'approche intermédiaire.....	25
Figure 1.25	: Aire de protection du segment d'approche intermédiaire.....	25

Figure 1.26	: Segment d'approche finale.....	26
Figure 1.27	: Aire de protection d'une approche finale avec FAF.....	27
Figure 1.28	: Aire de protection d'une approche finale sans FAF.....	27
Figure 1.29	: Segment d'approche interrompu.....	28
Figure 1.30	: Aire de protection d'une MVL.....	30
Figure 1.31	: Aire de protection d'une MVI.....	31
Figure 2.1	: Infrastructure de l'aérodrome de Hassi Messaoud.....	34
Figure 2.2	: La fréquence d'arrivée par axe à DAUH au cours de l'année .2016...	45
Figure 2.3	: La fréquence de départ par axe de DAUH au cours de l'année 2016.....	46
Figure 2.4	: La variation du flux de trafic d'arrivée au court de l'année 2016.....	47
Figure 2.5	: La variation du flux de trafic de départ au court de l'année 2016.....	47
Figure 2.6	: La prévision du flux de trafic.....	49
Figure 3.1	: Premier scénario des STAR et d'attente.....	53
Figure 3.2	: Deuxième scénario des STAR et d'attente.....	54
Figure 3.3	: Premier scénario SID.....	55
Figure 3.4	: Deuxième scénario SID.....	56
Figure 3.5	: Gabarit de circuit d'attente pour CAT C/D.....	60
Figure 3.6	: Aire de base et aire d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT C/D à 10 NM HME.....	62
Figure 3.7	: Aire de base et aire d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT C/D à 15 NM.....	64
Figure 3.8	: Les hypothèses du circuit d'attente.....	65
Figure 3.9	: Les radiales de gardes du circuit d'attente.....	66
Figure 3.10	: Aire de protection de l'attente et les obstacles déterminants.....	67
Figure 3.11	: Gabarit de circuit d'attente en hippodrome pour CAT A/B.....	68
Figure 3.12	: Aire de mise en virage.....	70
Figure 3.13	: Départ vers TGU.....	72
Figure 3.14	: Départ vers RDL 342° RWY 36.....	73
Figure 3.15	: Départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 1).....	75
Figure 3.16	: Départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 2).....	77

Figure 3.17	: Départ vers ELO.....	80
Figure 3.18	: Départ vers IMN RWY 36	81
Figure 3.19	: Départ vers IMN RWY 18.....	83
Figure 3.20	: Départ vers NSL RWY 36.....	85
Figure 3.21	: Départ NSL RWY 18.....	87
Figure 3.22	: Départ vers MNA RWY 36.....	89
Figure 3.23	: Départ vers MNA RWY 18.....	91
Figure 3.24	: Arrivée de TGU.....	95
Figure 3.25	: Arrivée de ELO.....	96
Figure 3.26	: Arrivée de IMN.....	97
Figure 3.27	: Arrivée de NSL.....	98
Figure 3.28	: Arrivée de RDL 240°.....	99
Figure 3.29	: Vue en profil de la procédure de la procédure d'approche classique RWY 18.....	101
Figure 3.30	: Aire de protection du segment d'approche finale.....	102
Figure 3.31	: Représentation de la vue en profil du segment d'approche interrompue.....	105
Figure 3.32	: Aire de protection du segment d'approche interrompue CAT A/B...	105
Figure 3.33	: Aire de protection du segment d'approche interrompue CAT C/D...	106
Figure 3.34	: Position possible du MAPt.....	107
Figure 3.35	: Segment VSS.....	108
Figure 3.36	: Aire de protection du segment d'approche intermédiaire et initiale....	109
Figure 3.37	: Aire de protection de segment d'approche intermédiaire et initiale....	110
Figure 3.28	: MVL pour CAT A, B, C et D.....	113

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	: Largeur de l'aire de protection.....	16
Tableau 1.2	: Marge de franchissement d'obstacle.....	17
Tableau 2.1	: Caractéristiques physique de la piste.....	35
Tableau 2.2	: Distances déclarées.....	35
Tableau 2.3	: Balisage lumineux de piste et dispositif lumineux d'approche.....	35
Tableau 2.4	: Aide de radionavigation et d'atterrissage.....	36
Tableau 2.5	: Installation de télécommunication.....	37
Tableau 2.6	: Obstacles d'aires d'approche et de décollage.....	37
Tableau 2.7	: Obstacles d'aires d'approche et de décollage.....	38
Tableau 2.8	: Données relative aux torches.....	39
Tableau 2.9	: Cheminements VFR au sein de la CTA Hassi Messaou.....	40
Tableau 2.10	: Les STAR de Hassi Messaoud existants.....	41
Tableau 2.11	: Les SID de Hassi Messaoud existants.....	42
Tableau 2.12	: Le flux d'arrivées par route à DAUH.....	43
Tableau 2.13	: Le flux de départ par route de DAUH.....	44
Tableau 2.14	: Prévision du flux de trafic.....	48
Tableau 3.1	: Calculs liés à la construction du gabarit de circuits d'attente.....	59
Tableau 3.2	: Calculs liés à la construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondantes au circuit d'attente CAT C/D à 10NM HME.....	61
Tableau 3.3	: Calculs liés à la Construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondant au circuit d'attente CAT C/D à 15 NM HME.....	63
Tableau 3.4	: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale d'attente.....	67
Tableau 3.5	: Calculs liés à la construction des virages et leurs protections.....	70
Tableau 3.6	: Les équations liées au traitement d'obstacles aux départs.....	71
Tableau 3.7	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 342° RWY 36.....	74

Tableau 3.8	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 1).....	76
Tableau 3.9	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 2).....	78
Tableau 3.10	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 36.	82
Tableau 3.11	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 18.	84
Tableau 3.12	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers NSL RWY 36.	86
Tableau 3.13	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 18.	88
Tableau 3.14	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers MNA RWY 36	90
Tableau 3.15	: Etude et traitement des obstacles pour le départ vers MNA RWY 18	92
Tableau 3.16	: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 1)	96
Tableau 3.17	: Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 2).....	97
Tableau 3.18	: Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 3).....	98
Tableau 3.19	: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 4).....	99
Tableau 3.20	: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 5).....	100
Tableau 3.21	: Les calculs liés à la conception du virage d'approche interrompu désigné à un point tournant (TP).....	102
Tableau 3.22	: Calculs liés à la détermination de l'altitude /hauteur minimale de sécurité (OCA/H).....	106
Tableau 3.23	: Calculs liés à la détermination de l'altitude /hauteur minimale de sécurité (MOCA/H).....	109
Tableau 3.24	: Calculs liés à la détermination de l'altitude / hauteur minimale sécurité (MOCA/H).....	111
Tableau 3.25	: Calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité pour la MVL.....	113
Tableau 3.26	: Résumé des MDH calculés.....	114
Tableau 3.27	: Les minimums opérationnels d'aérodrome.....	114
Tableau 3.28	: Identification des points significatifs.....	115

LISTE DES ANNEXES ET APPENDICES

ANNEXE 1 : Aéronefs fréquent sur l'aérodrome de Hassi Messaoud.

ANNEXE 2 : Sectorisation de l'espace aérien et champs pétroliers.

ANNEXE 3 : Description du secteur sud-est.

ANNEXE 4 : Schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud-existant.

ANNEXE 5 : Le nouveau schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud.

APPENDICE A : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL -ENNA.

APPENDICE B : PRESENTATION DU LOGICIEL DE DESSEIN –AutoCAD.

ABREVIATIONS

AD	: Aérodrome.
AIP	: Aeronautical Information Publication (Publication d'information aéronautique).
ALT	: Altitude.
API	: Approche Interrompue.
APP	: Centre de contrôle d'approche.
ARP	: Aerodrome Reference Point (Point de référence de l'aérodrome).
ASDA	: Accelerate-Stop Distance Available (Distance d'accélération-arrêt).
ATS	: Air Traffic Services (Services de la circulation aérienne).
CAP	: Circulation aérienne public.
CAT	: Catégorie.
CTA	: Région de contrôle.
CTR:	: Zone de contrôle.
DAUH	: Indicateur d'emplacement de l'aérodrome de Hassi Messaoud.
DER	: Departure End of Runway (Extrémité de la piste).
DME	: Distance Measuring Equipment (Dispositif de mesure de distance).
DME-P	: DME-Précision.
DOC	: Document.
DVOR	: Doppler VOR (VOR dopplaire).
E	: Est.
FAF	: Final Approach Fix (Repère d'approche finale).
FT	: Feet (pied).
FTT	: Flight Technical Tolerance (Tolérances techniques de vol).
GND	: Ground (sol).
GP	: Glide Path (Alignement de descente).
H	: Hauteur.
HAP	: Heure d'Approche Prévue.
HT	: Haute Tension.
IAC	: Instrument Approach Chart (Carte d'approche et d'atterrissage aux instruments).
IAF	: Initial Approach Fix (Repère d'approche initiale).
IF	: Intermediate Approach Fix (Repère d'approche intermédiaire).
IFR	: Instrument Flight Rule (Règles de vol aux instruments).
ILS	: Instrument Landing System (Système d'atterrissage aux instruments).

J/UJ	: Routes ATS domestiques inferieures / supérieures.
LDA	: Landing Distance Available (Distance d'atterrissage).
LLZ	: Radiophare d'alignement de piste Localizer.
MAPt	: Missed Approach Point (Point d'approche interrompue).
MDA/H	: Minimum Discant Altitude / Height (Altitude / Hauteur minimale de descente).
MFO	: Marge minimale de franchissement d'obstacle.
MLS	: Microwive Landing System (Système d'atterrissage hyperfréquence).
MOA	: Minimum Opérationnel d'Aérodrome
MOCA/H	: Altitude / Hauteur minimale de franchissement d'obstacles.
MSA	: Minimum Sector Altitude (Altitude Minimale de secteur).
MSL	: Niveau moyen de la mer.
MVI	: Manœuvres à Vue Imposées (Visual maneuvering with prescribed track).
MVL	: Manœuvres à Vue Libres (Visual maneuvering without prescribed track).
N	: Nord.
NDB	: Non-Directional radio Beacon (Radiophare non directionnel).
NPA	: Non Precision Approach (Approche de non précision).
OACI	: Organisation de l'Aviation Civile Internationale.
Obs	: Obstacle.
OCA/H	: Obstacle Clearance Altitude / Height (Altitude / Hauteur de franchissement d'obstacle).
PA	: Precision Approach (Approche de Précision).
PANS-OPS	: Procedures For Air Navigation Services – Aircraft Operations (Procédures pour les services de la navigation aérienne – Opérations aériennes).
PAPI	: Precision Approach Path Indicator (Indicateur de trajectoire d'approche de précision).
PBN	: Performance Base Navigation (Navigation fondée sur les performances).
PCN	: Pavement classification nember.
QDM	: Route magnétique.
QDR	: Relèvement magnétique.
QNH	: Calage altimétrique requis pour lire une fois au sol l'altitude de l'aérodrome.
RADAR	: RAdio Detection And Ranging.
RDL	: Radiale.
RM	: Route magnétique.
RNAV	: Navigation de surface.
RVR	: Porté visuel de la piste
RVSM	: Reduced Vertical Separation Minima.

RWY	: Run way (piste).
SID	: Standard Instrument Departure (Départ normalisé aux instruments).
SOC	: Start Of Climb (Début de la montée).
STAR	: Standard Instrument Arrival (Arrivée normalisée aux instruments).
SWY	: Stopway (prolongement d'arrêt).
THR	: Threshold (Seuil).
TMA	: Terminal Control Area (Région de contrôle terminale).
TNA/H	: Altitude/Hauteur de virage.
TODA	: Takeoff Distance Available (Distance de décollage).
TORA	: Take off Run Available (Distance de roulement au décollage).
TP	: Turning Point (Point tournant).
TWR	: Aerodrome Control Tower (Tour de contrôle d'aérodrome).
TWY	: Taxiway (voie de circulation).
VAR	: Variant.
VDF	: VHF Direction-Finding station (Station radiogoniométrique VHF).
VFR	: Visual Flight Rules (Règles de vol à vue).
VHF	: Very high frequency (Très haute fréquence).
VIS	: Visibilité.
VOR	: VHF Omnidirectionnel radio Range (Radiophare omnidirectionnel VHF).
VSS	: Visuel Segment Surface (Surface de segment à vue).
WGS	: World Geodetic System.
Zp max	: ALT Pression maximale.

GLOSSAIRES

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, à l'intérieur de laquelle une marge linéairement décroissante de franchissement d'obstacles est assuré.

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

Altitude minimale de franchissement d'obstacle = Altitude obstacle + MFO.

Altitude minimale de secteur (MSA) : Altitude la plus basse qui puisse être utilisée et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1000 ft) au-dessus de tous les objets situés dans un secteur circulaire de 46 km (25 NM) de rayon centré sur un point significatif, le point de référence d'aérodrome (ARP).

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

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/Hauteur minimale de descente (MDA/H) : 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.

Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacles (MOCA/H) : Altitude ou hauteur minimale d'un segment de vol défini, qui assure la marge de franchissement d'obstacles nécessaire.

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

Capacité : La capacité d'un espace aérien est le nombre maximum d'aéronefs qui peuvent être pris en charge dans les meilleures conditions de sécurité par les services de contrôle, en une période de temps déterminée.

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.

Concepteur de procédures de vol : Personne chargée de concevoir des procédures de vol, qui remplit les conditions de compétence fixées par l'État.

Espace aérien à service consultatif : Espace aérien de dimensions définies, ou route désignée, où le service consultatif de la circulation aérienne est assuré.

Exploitation tous temps : Toute manœuvre de circulation au sol, de décollage ou d'atterrissage exécutée dans des conditions telles que la référence visuelle est limitée par les conditions météorologiques.

Heure d'approche prévue (HAP) : Heure à laquelle les services ATC prévoient qu'un aéronef, à la suite d'un retard, quittera le repère d'attente pour exécuter son approche en vue d'un atterrissage.

MFO : Une marge de franchissement d'obstacle est associée à chaque segment, elle permet de compenser les variations d'altitude liées aux instruments, les incertitudes liées au pilotage selon la phase de vol. Elle garantit une marge entre les obstacles et l'altitude minimale de vol du segment.

MOA : Les minimums opérationnels d'aérodrome sont les limites d'utilisation d'un aérodrome pour chaque décollage ou atterrissage exprimées en termes de : RVR où VIS ; et DA/H où MDA/H.

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

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 significatif : Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route ATS ou la trajectoire d'un aéronef, ainsi que pour les besoins de la navigation et des services de la circulation aérienne.

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.

VSS : Les Surfaces de segment à Vue sont des surfaces établies pour protéger le segment à vue (en-dessous de l'OCH) des procédures d'approche directe et ne concerne pas les approches classiques sans FAF.

RESUME

Ce mémoire se porte sur l'élaboration d'un nouveau schéma de circulation aérienne pour l'aérodrome de Hassi Messaoud ; structuré principalement sur une nouvelle attente point fixe au nord du terrain, à cet issu il a été conçu des arrivées normalisées aux instruments STAR joignants cette dernière ; et des départs normalisés aux instruments SID ainsi qu'une procédure d'approche VOR/DME pour le seuil 18.

Cette étude a été établie afin de répondre aux besoins opérationnels des usagers de l'espace aérien dans le but de remédier aux contraintes causées par le schéma de circulation aérienne existant et en comblant ces lacunes.

Mots clés : schéma de circulation aérienne, attente point fixe, STAR, SID, procédure d'approche.

ABSTRACT

This thesis focuses on the elaboration of new air space design for Hassi Messaoud aerodrome; it mainly structured on a new hold in the north of the terrain, in this case it was designed a standard instrument arrivals STAR, and standard instrument departures SID, as well as a VOR/DME approach procedure for threshold 18.

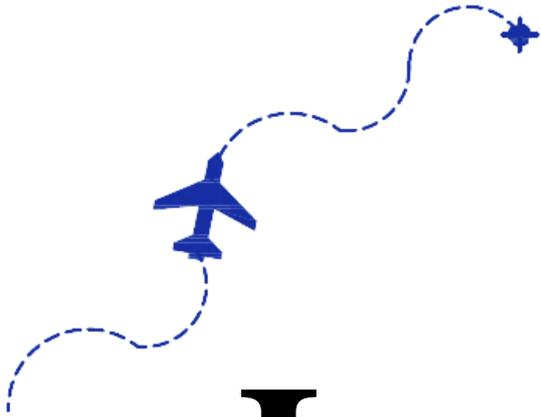
This has been established to respond to operational needs of airspace users, resolving the constraints caused by the actual air space design through filling it gaps.

Keywords: air space design, hold, STAR, SID, approach procedure.

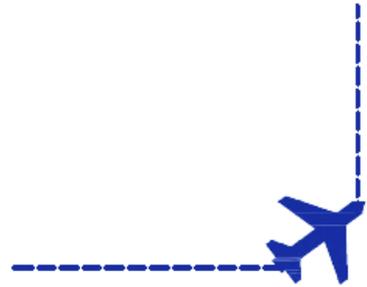
ملخص

هذه المذكرة تركز على وضع مخطط جديد لحركة السير الجوي لمطار حاسي مسعود، والقائم أساسا على دائرة انتظار - نقطة ثابتة - في شمال الموقع. ولهذا الغرض قمنا بتصميم طرق وصول آلية قياسية متصلة بهذه الأخيرة، وطرق مغادرة آلية قياسية، بالإضافة إلى إجراء الاقتراب الآلي للمسار 18. لقد أنجزنا هذا المشروع تلبية لحاجيات مستعملي الفضاء الجوي، وللتمكن من علاج وتغطية النقص الناتجة عن استعمال مخطط حركة السير الجوي الموجود حاليا.

الكلمات المفتاحية: مخطط حركة السير الجوي، دائرة انتظار - نقطة ثابتة، طرق وصول آلية قياسية، طرق مغادرة آلية قياسية، إجراء الاقتراب الآلي.



INTRODUCTION



INTRODUCTION

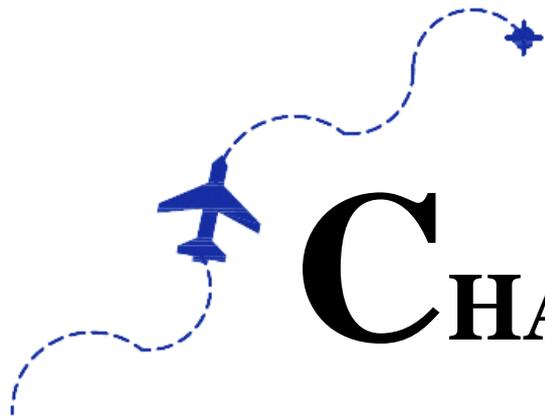
L'Algérie est un pays caractérisé par sa situation géographique stratégique, sa grande superficie et son littoral méditerranéen, rendent son espace aérien, carrefour de l'ensemble de la circulation aérienne Nord-Sud et Est-Ouest. Il est aussi caractérisé par son trafic local plus ou moins dense avec une constante évolution pour certains aéroports tel celui de Hassi Messaoud DAUH.

L'aéroport de Hassi Messaoud est le deuxième aéroport en Algérie en terme de densité de trafic, après celui de Houari Boumediene et le premier dans son secteur, où il est caractérisé à son tour par un flux de trafic hétérogène dû aux types d'aéronefs desservant l'aéroport. Ces derniers sont liés à l'utilisation des plateformes pétrolières périphériques, volant dans la majorité du temps en régime de vol aux instruments IFR.

Comme tout aéroport de densité de trafic importante, DAUH est doté de procédures de vols aux instruments (ATTENTE, STAR, SID, et APP) qui assurent sa desserte. Une étude des statistiques basée sur l'écoulement de trafic au cours de l'année 2016, nous a permis après traitement et coordination avec les usagers de cet espace aérien, de déduire les lacunes du schéma de circulation aérienne existant. Ce schéma qui arrive à sa limite de capacité, ne répond pas au besoin opérationnel actuel et futur, étant donné que le contrôle d'approche à Hassi Messaoud ne dispose pas d'image RADAR et se fait aux procédures.

Pour remédier aux contraintes persistantes, nous avons apporté des solutions d'ordre pratique résumées en l'élaboration d'un nouveau schéma de circulation aérienne (SID, STAR, Attente, Procédures d'approche), permettant ainsi de résoudre les difficultés rencontrées actuellement en introduisant un écoulement sûr, ordonné et rapide de flux de trafic aérien. Notre étude permet d'augmenter potentiellement la capacité de l'espace aérien de l'aéroport en étude, et par conséquent, alléger la charge de travail des contrôleurs d'approche, et offrir un avantage aux compagnies aériennes sur le plan économique et opérationnel.

Afin de réaliser ce travail un stage pratique de huit mois a été effectué au sein de l'ENNA au département DCA au service SED responsable de la conception des procédures de vols, d'où l'établissement de ce mémoire intitulé « élaboration d'un nouveau schéma de circulation aérienne pour l'aérodrome de Hassi Messaoud », qui est organisé en trois chapitres, dont le premier présente des généralités sur les procédures aux instruments et leurs conceptions, le deuxième représente un recueil de données en terme d'espace aérien, infrastructure, aides radios, reliefs, obstacles artificiels et autres ; et s'énonce étude de l'existant, et enfin le troisième chapitre qui s'est fondé sur l'établissement, la vérification et la validation des procédures ; intitulé conception des procédures de vol aux instruments.



CHAPITRE 1

**GENERALITES SUR
LA CONCEPTION DES
PROCEDURES DE VOLS
AUX INSTRUMENTS**



1. GENERALITES SUR LA CONCEPTION DES PROCEDURES DE VOLS AUX INSTRUMENTS

1.1. Introduction

Tout aéroport caractérisé par une densité de trafic importante, est doté de procédures aux instruments (SID, STAR, APP) qui assurent un acheminement sûr et fluide des mouvements des aéronefs. L'objectif ciblé dans ce chapitre est de présenter d'une façon générale les procédures aux instruments et leurs conceptions.

1.2. Les procédures aux instruments [1][2]

1.2.1. Définition

Ensemble de trajectoires protégées basées sur un ou plusieurs moyens radioélectriques ou sur des points de cheminement calculés, destinées aux aéronefs volant selon les règles de vol IFR.

1.2.2. Type de navigation

Il y'a des procédures aux instruments qui s'effectuent en navigation conventionnelle en se basant sur des moyens radionavigation, et d'autres qui s'effectuent en navigation de surface en se basant sur des points de cheminement calculés, tel illustrés dans la figure suivante :

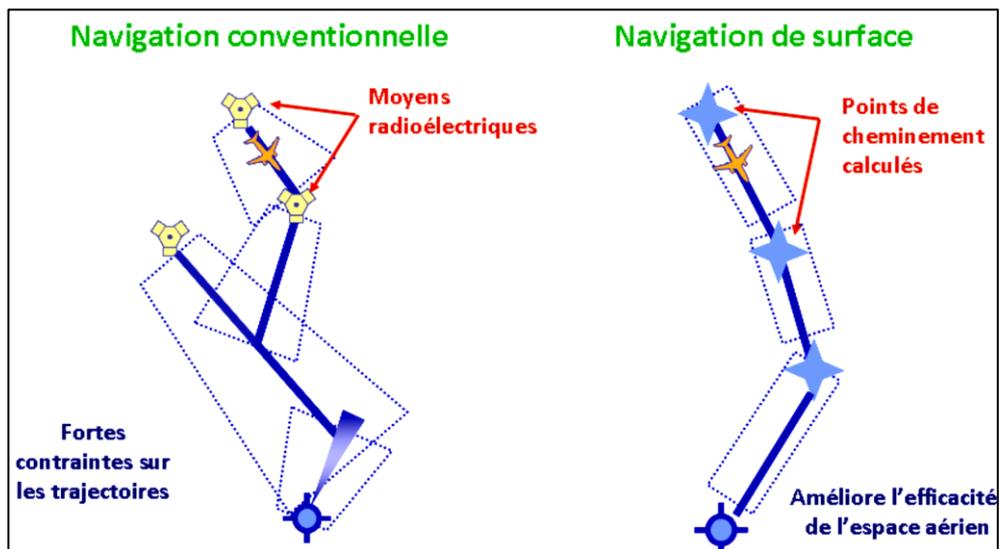


Figure 1.1 : Type de navigation. [2]

1.2.3. Types de procédures aux instruments

- En route ;
- Départ ;
- Arrivée ;
- Attente ;
- Approche.

1.2.4. Acteurs impliqués dans la conception des procédures aux instruments

- Structure de l'espace aérien ;
- Infrastructures ;
- Moyens de radionavigation ;
- Type et catégorie d'aéronef ;
- Usagés de l'espace aérien (contrôleurs et pilotes) ;
- Riverains ;
- Règlements OACI.

1.2.5. Le processus d'établissement des procédures de vol aux instruments

Le processus d'établissement des procédures de vol aux instruments est résumé dans la Figure 1.2 présentée ci-après :

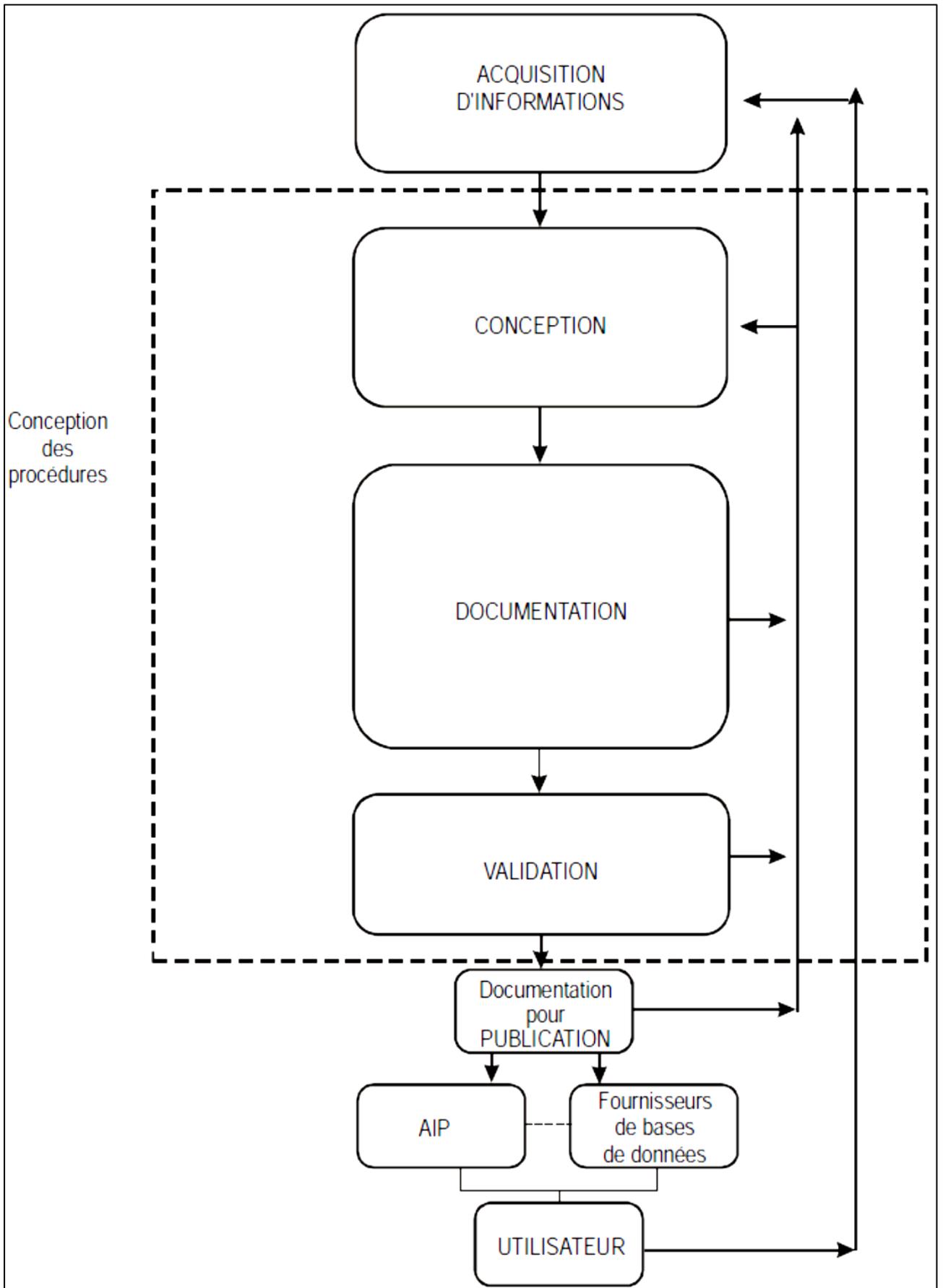


Figure 1.2. Le processus d'établissement des procédures de vol aux instruments. [1]

1.3. Procédure de départ aux instruments [1][3]

1.3.1. Définition

Ensemble de trajectoires que doit suivre l'aéronef depuis son décollage jusqu'au raccordement avec la phase suivante de vol.

- **Début** : DER ;
- **Corps** : enchaînement de trajectoires ;
- **Fin** : phase suivante de vol à l'altitude minimale (phase en route).

1.3.2. Départ normalisé aux instruments (SID)

1.3.2.1. Départ en ligne droite

Pour qu'un départ soit en ligne droite, il faut que la trajectoire initiale de départ forme un angle maximal de 15° avec le prolongement de l'axe de piste, comme le montre la figure 1.3 suivante :

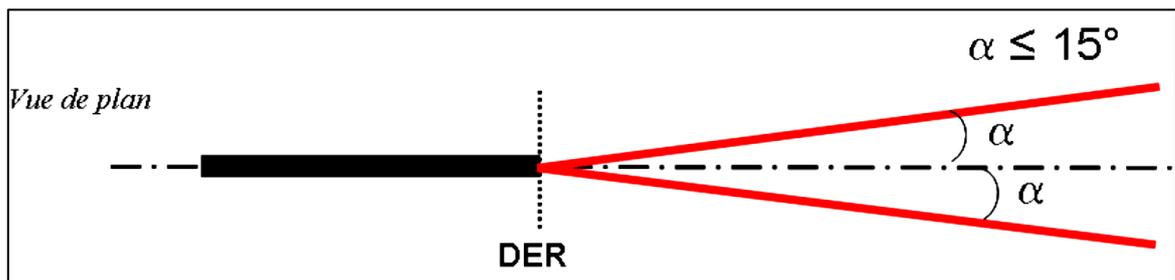
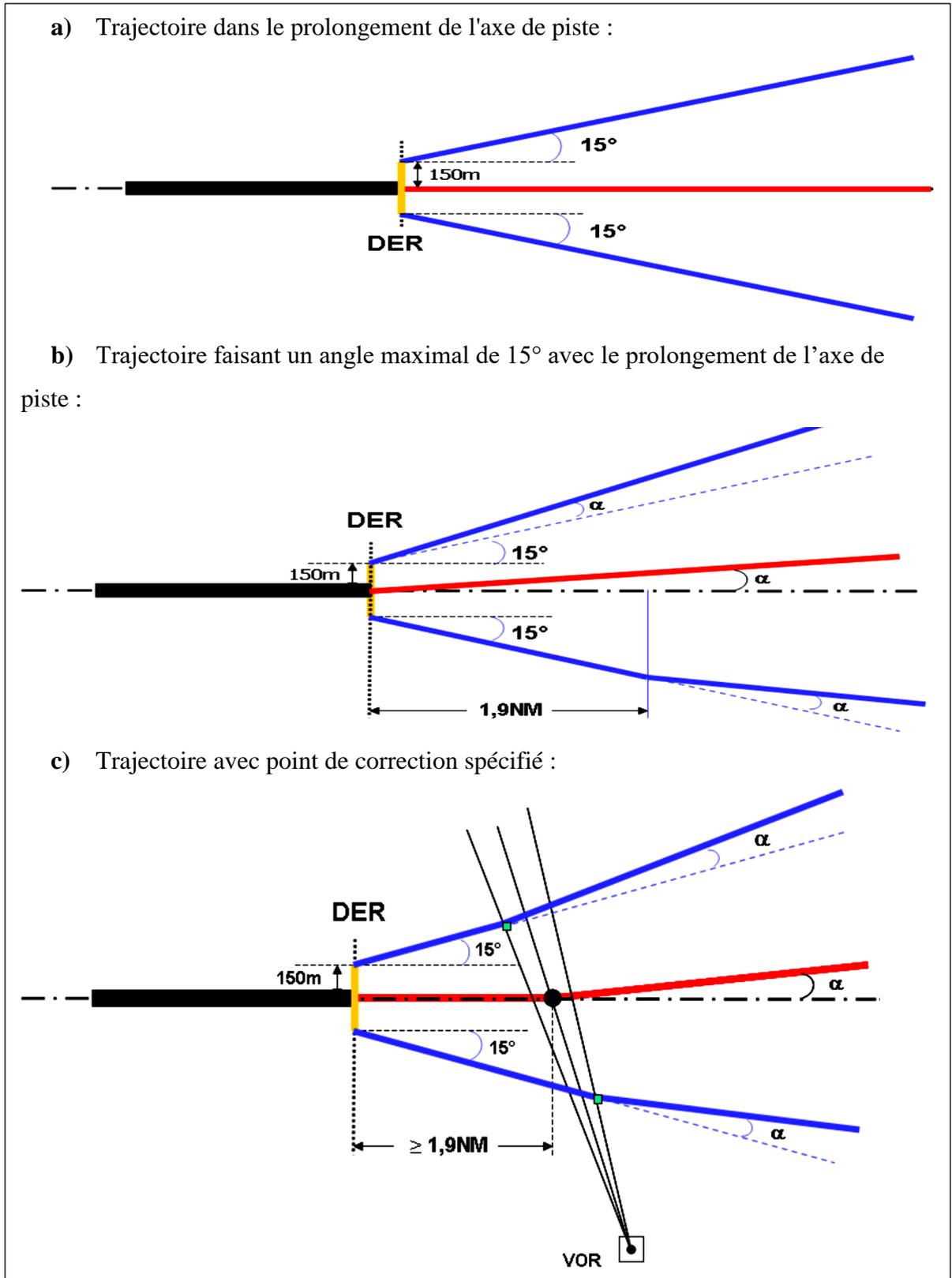


Figure1.3 : Départ en ligne droite. [3]

1.2.2.1.1. Départ en ligne droite à l'estime (sans guidage sur trajectoire)

Les aires de protection associées à ce segment sont résumées dans la figure 1.4 suivante :



1.3.2.1.2. Départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire

La largeur et l'évasement des aires liées au guidage sont exprimés comme suit :

- **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 :

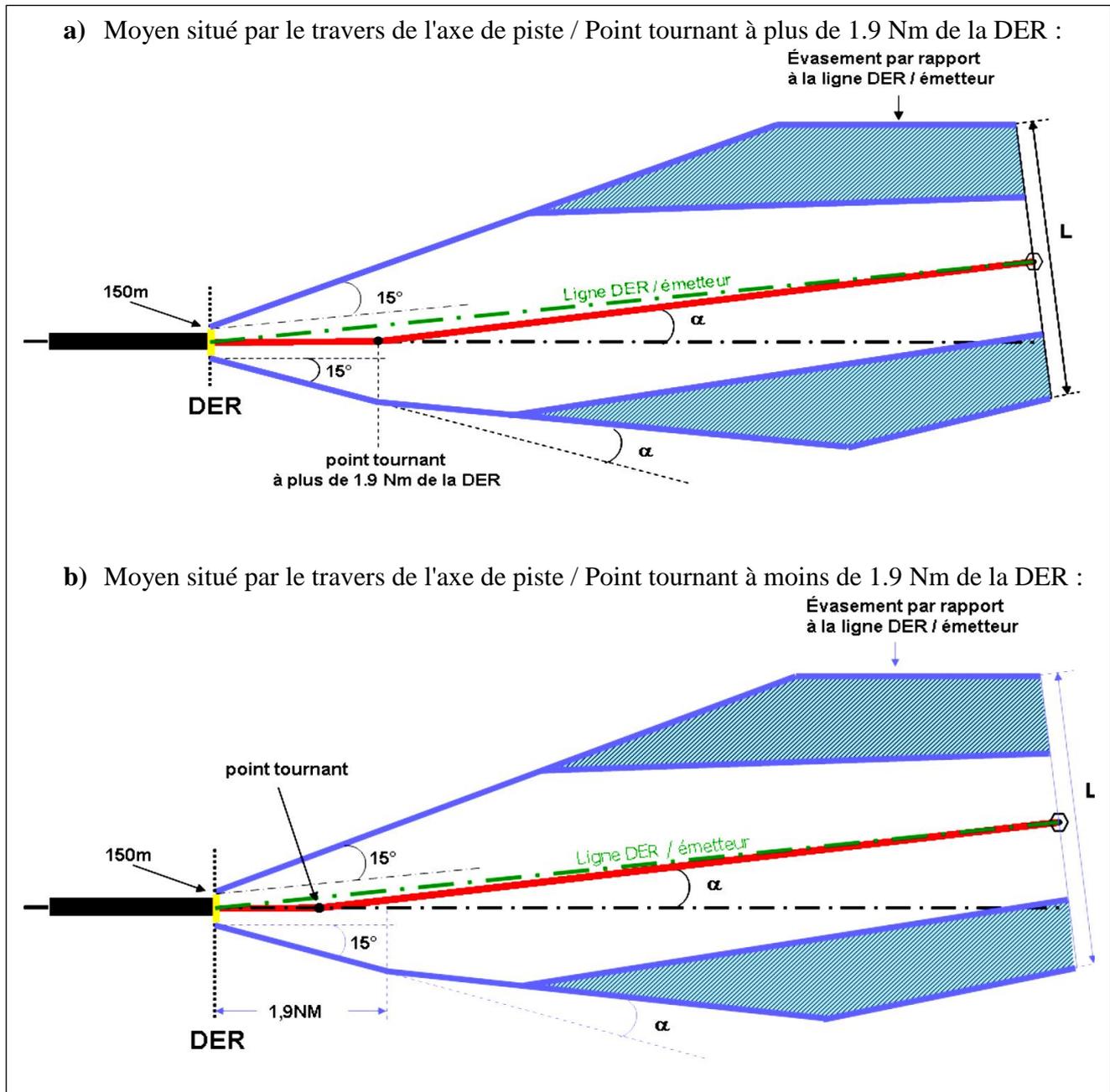


Figure 1.5 : Aire de protection associée à une trajectoire de départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire. [3]

1.3.2.1.3. Traitement des obstacles

Pour que l'aéronef survole un obstacle en toute sécurité, sa hauteur doit être supérieure à la hauteur de l'obstacle plus MFO, d'où l'équation suivante :

$$5m + (D \times p) \geq H_{Obs} + MFO \quad \text{où: } MFO = 0.008 \times D$$

p : pente de montée ;

D : distance DER / Obstacle.

La figure suivante illustre la manière par laquelle un traitement d'obstacle s'effectue :

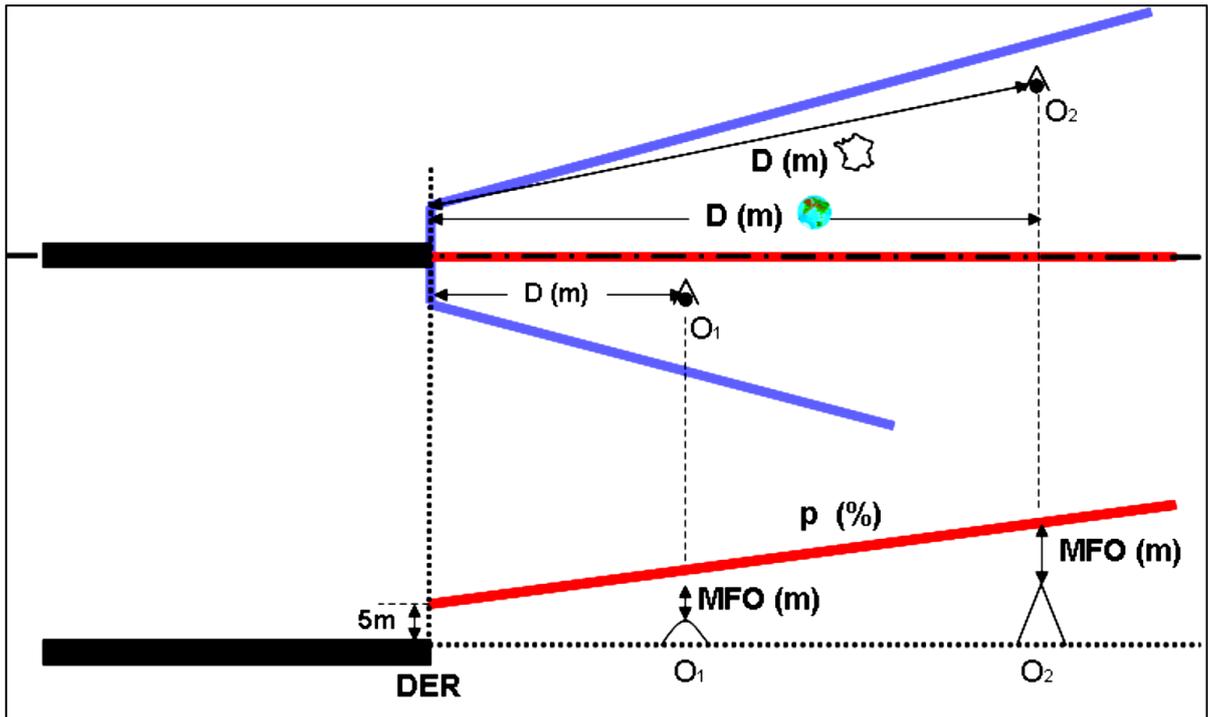


Figure 1.6 : Traitement d'obstacle pour une trajectoire de départ en ligne droite. [3]

1.3.2.2. Départ avec virage

Toutes trajectoires initiales de départ faisant un angle supérieur à 15° avec le prolongement de l'axe de piste, nécessite un virage d'où on distingue 2 types de virage :

- **Virage à TNA/H :**

Le virage commence à une altitude/hauteur désignée qui ne doit pas être inférieure à 120m (400 ft) depuis la DER.

- **Virage à TP :**

Le virage sera amorcé depuis un point de virage déterminé par le concepteur.

1.3.2.2.1. Construction des aires de protection

L'aire de protection des virages est composée de deux aires (aire (1) : aire de mise en virage, et aire (2) : aire de virage), la construction de ces dernières est résumée comme suit :

- **Construction aire 1 :**

- **Début** : 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).
- **Corps** : utilisation des critères de départ en ligne droite.
- **Fin** : Pour un virage a TNA/H c'est au point de virage, et pour un virage à TP c'est au TP amont.

- **Construction aire 2 :**

- **Début** : Pour un virage a TNA/H c'est le long des limites de l'aire 1, et pour un Virage à TP c'est au TP amont.
- **Corps** : similaire à une aire d'approche interrompue avec virage.
- **Fin** : TP aval du segment suivant.

1.3.2.2.2. Traitement des obstacles

- **Aire 1 (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 :

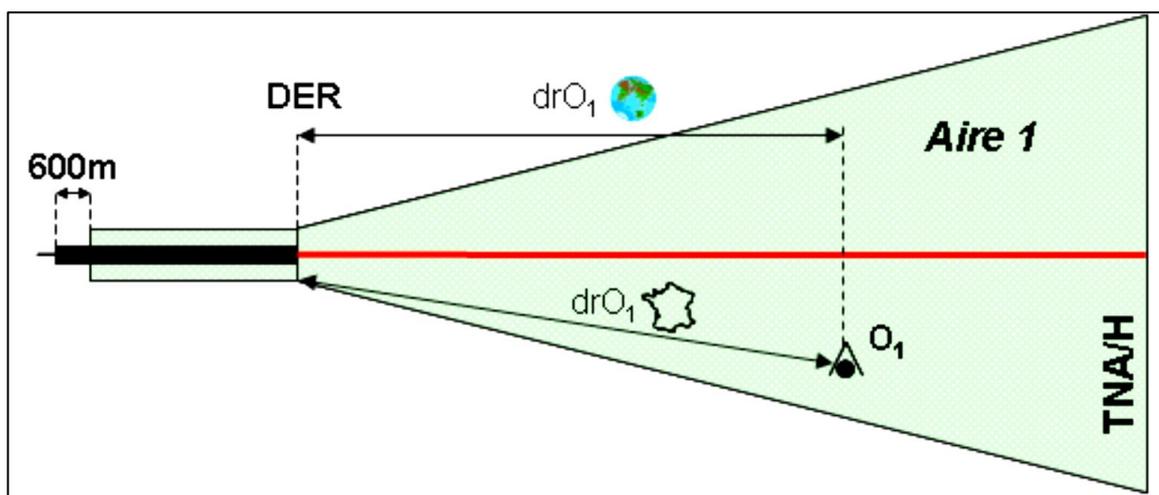


Figure 1.7 : Traitement d'obstacle dans l'aire de mise en virage. [3]

Afin que l'aéronef survole l'obstacle O_1 en toute sécurité il faut que la relation suivante soit satisfaite :

$$5m + (drO_1 \times p) \geq H_{Obs} + MFO \quad \text{où} \quad MFO = 0.008 \times drO_1$$

• **Aire 2 (aire de virage):**

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

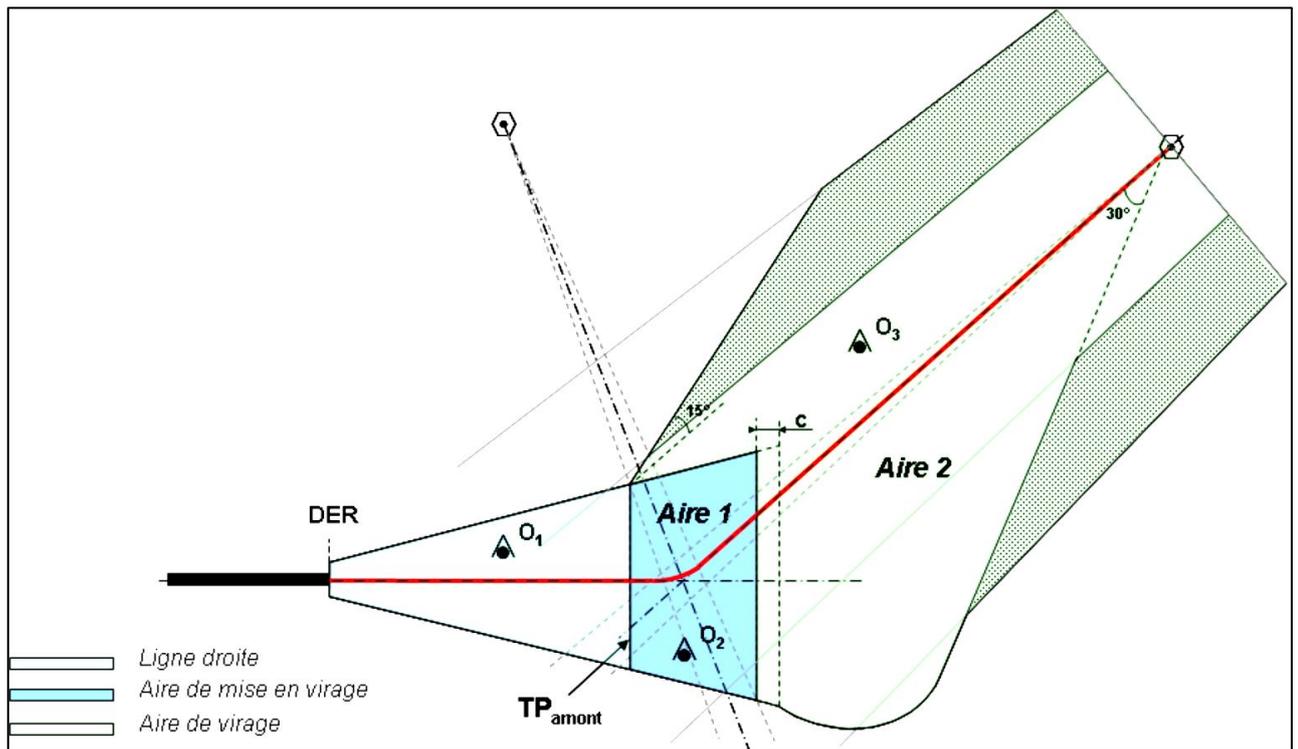


Figure 1.8: Traitement d'obstacle dans l'aire de virage. [3]

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

$$5m + [(dr + do) \times p] \geq H_{Obst} + MFO; \quad \text{où} \quad MFO : \max \{ (dr + do) \times 0.008 ; 90m \}$$

dr : distance horizontale DER / TP amont ;

do : distance obstacle / TP amont ;

p : pente théorique de calcul (3.3%).

1.3.3. Départ omnidirectionnel

Sur de nombreux aérodromes, il n'est pas nécessaire de réaliser des SID. Une procédure de départ omnidirectionnel basée sur un moyen commode permet d'assurer le franchissement des obstacles pouvant être suffisant.

1.3.3.1. Aire de protection

L'aire de protection d'un départ omnidirectionnel est constituée de (3) aires décrites au sein de la figure ci-dessous :

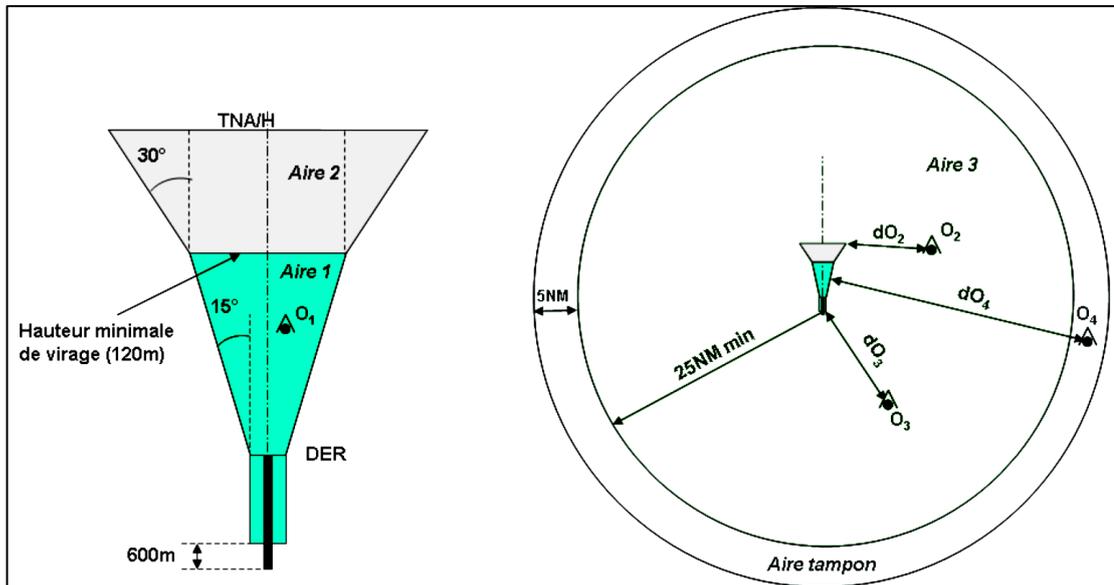


Figure 1.9: Aire de protection associée à un départ omnidirectionnel. [3]

L'aire 1 et l'aire 2 constituent l'aire de mise en virage, au sein de laquelle les critères en ligne droite sont applicables.

L'aire 3 constitue l'aire de virage, où c'est un cercle centre sur un point situe à 600m du début de décollage et de rayon correspondant à la distance requise pour atteindre la phase de vol suivante.

1.3.3.2. Traitement des obstacles

Dans l'aire 1, le traitement d'obstacle est identique à un départ sur trajectoire normalisée aux instruments vers TNA/H.

Les obstacles identifiés dans l'aire 2 et l'aire tampon, sont traités comme des obstacles en virage et doivent respecter et satisfaire la relation ci-après :

$$\frac{TNA}{H} + (do \times p') > \frac{ALT}{H} \text{ obs} + MFO, \text{ où } MFO: \max \{ (drO_i + do) \times 0.008 ; 90m \}$$

do : distance aire 1 / Obs la plus courte ;

p' : pente théorique après le virage (p : pente théorique de montée de la première phase de la procédure).

Si cette relation n'est pas vérifiée, la TNA/H, la pente p' et/ou la pente p doivent être modifiées.

1.3.4. Type de pente à publier

Une pente est toujours associée à une trajectoire de départ, 3 types de pentes de départ peuvent être publiés :

- Pente minimale théorique de montée de 3.3% utilisée lors de l'étude de franchissement des obstacles :

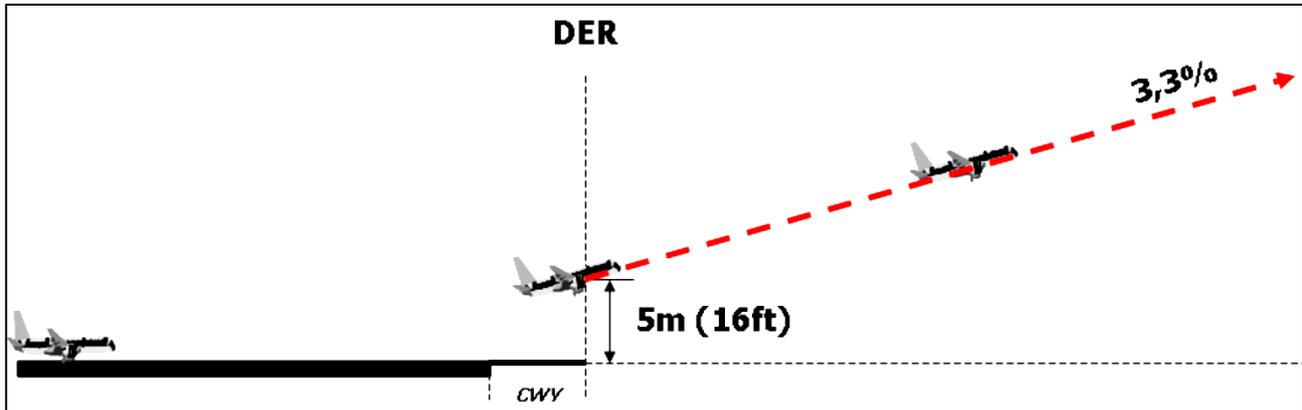


Figure 1.10 : Pente minimale théorique. [3]

- Pente publiée afin de permettre d'assurer des séparations stratégiques ;
- Pentes supplémentaires publiées pour des besoins particuliers (nuisances, franchissement d'obstacle...).

1.4. Procédures d'arrivées aux instruments [1][2]

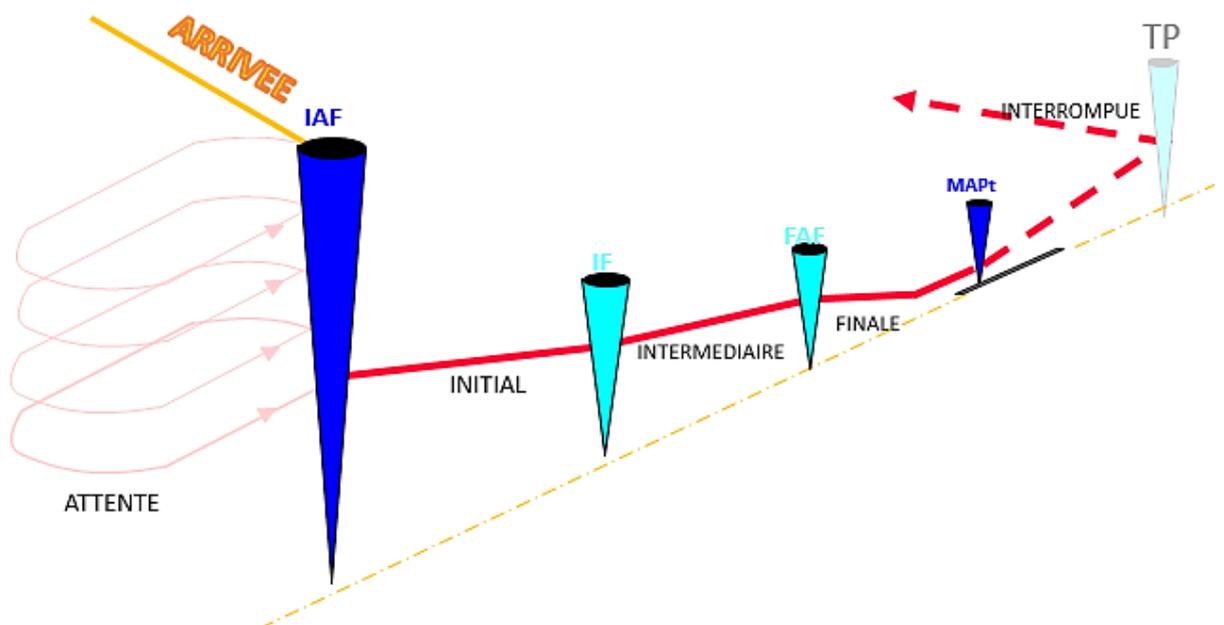


Figure 1.11 : Segment d'arrivée.

1.4.1. Définition

Le segment d'arrivé est un segment de transition entre la croisière et l'approche, qui permet de rallier l'IAF.

1.4.2. Route d'arrivée normalisée aux instruments (STAR)

1.4.2.1. Définition

Route désignée d'arrivée suivie conformément aux règles de vol aux instruments (IFR), reliant un point significatif, normalement situé sur une route ATS, à un point où peut commencer une procédure d'approche aux instruments.

1.4.2.2. Types de trajectoires

- Trajectoires rectilignes (VOR, NDB) ;
- Trajectoires curvilignes (arc DME ou le rayon d'arc minimum est de 10 NM).

1.4.2.3. Aire de protection

1.4.2.3.1. STAR longue

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

• Trajectoire rectiligne :

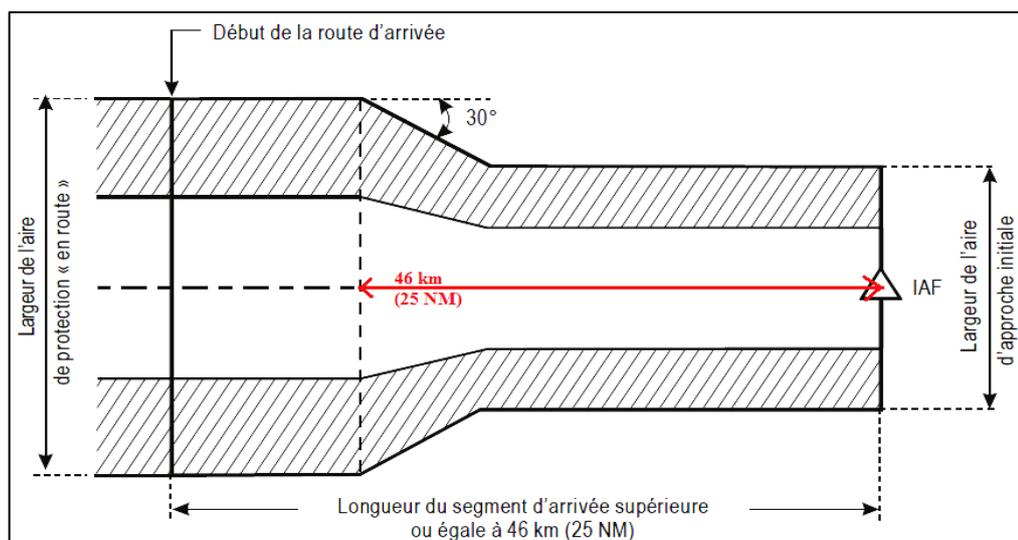


Figure 1.12 : Aire de protection associée à un STAR longue en suivant une trajectoire rectiligne.

• **Trajectoire curviligne :**

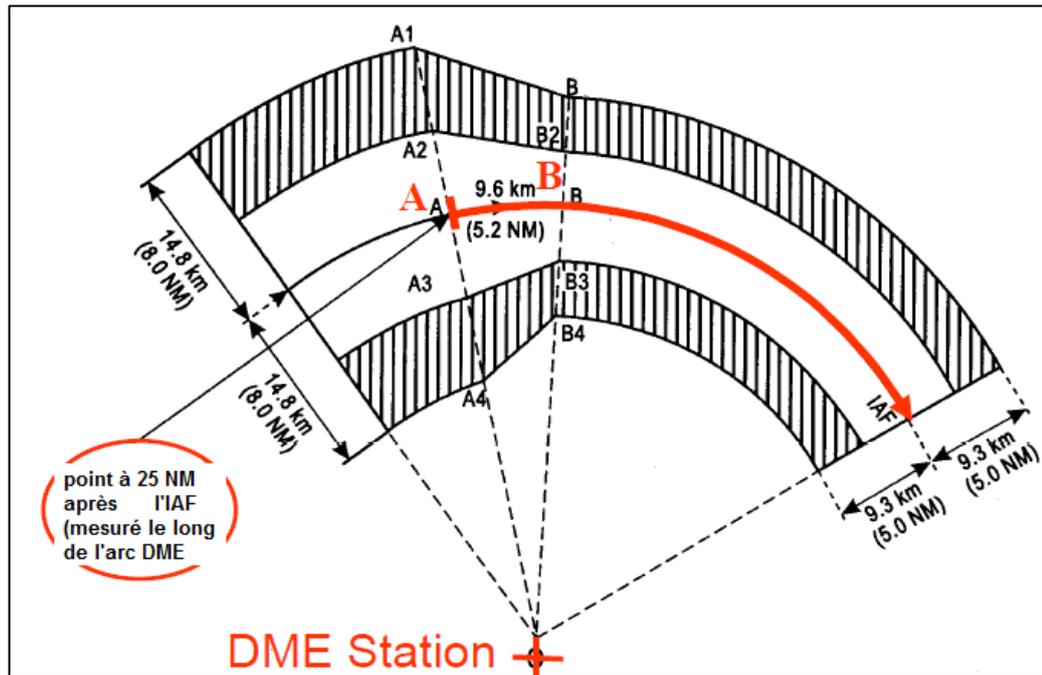


Figure 1.13 : Aire de protection associée à un STAR longue en suivant une trajectoire curviligne.

1.4.2.3.2. STAR courte

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

• **Trajectoire rectiligne :**

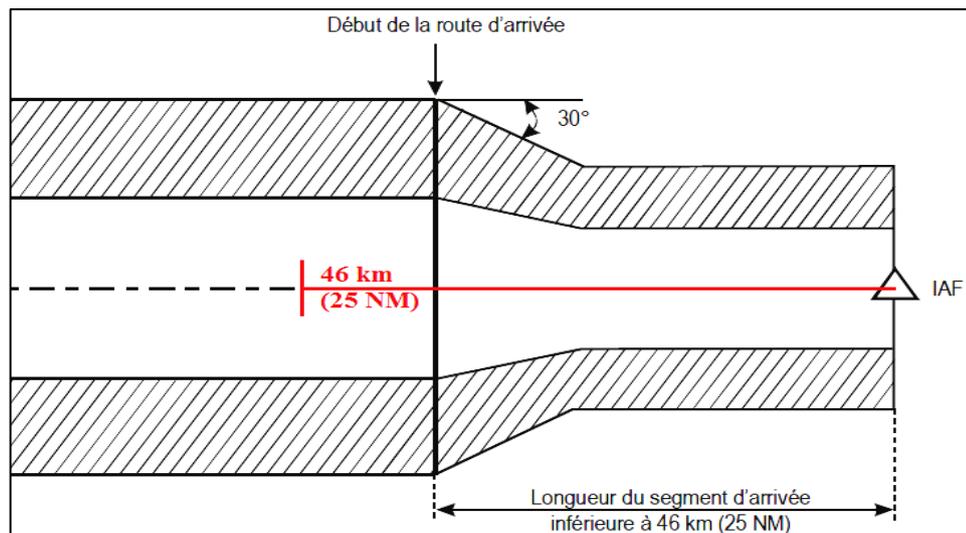


Figure 1.14 : Aire de protection associée à un STAR courte en suivant une trajectoire rectiligne.

- Trajectoire curviligne :

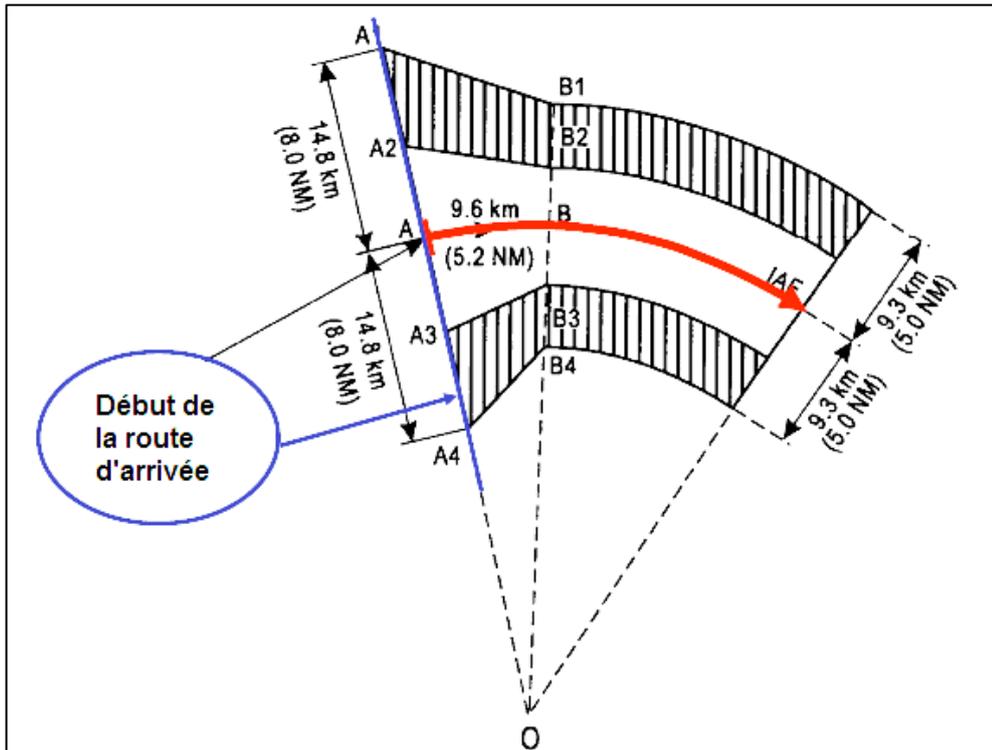


Figure 1.15 : Aire de protection associée à un STAR courte en suivant une trajectoire curviligne.

1.4.2.3.3. Largeur de l'aire de protection

Tableau 1.1 Largeur de l'aire de protection. [1]

	VOR	NDB	DME
En route	± 10 NM	± 10 NM	± 8 NM
Arrivée	± 5 NM	± 5 NM	± 5 NM

1.4.2.3.4. Altitude minimale Obstacle

Altitude minimale obstacle = Max (ALT Obs + MFO).

- MFO :

→ Aire primaire : Elle est de 300 m, mais varie selon le relief en région montagneuse.

Tableau 1.2 : Marge de franchissement d'obstacle. [4]

Relief	MFO
$ALT \leq 900$ m	300 m
$900 \text{ m} \leq ALT \leq 1500$ m	450 m
$ALT \geq 1500$ m	600 m

→ Aire secondaire : Linéairement décroissante.

Remarque : Après calcul, on arrondit au multiple de 50m (100 ft). [1]

1.4.3. Arrivée omnidirectionnelle

Englobe des arrivées de n'importe quelle direction, centrée sur un moyen de radionavigation de rayonnement omni directionnel et d'une portée de plus de 30 NM.

Ses aires sont conçues telles qu'elles sont illustrées sur la figure ci-après :

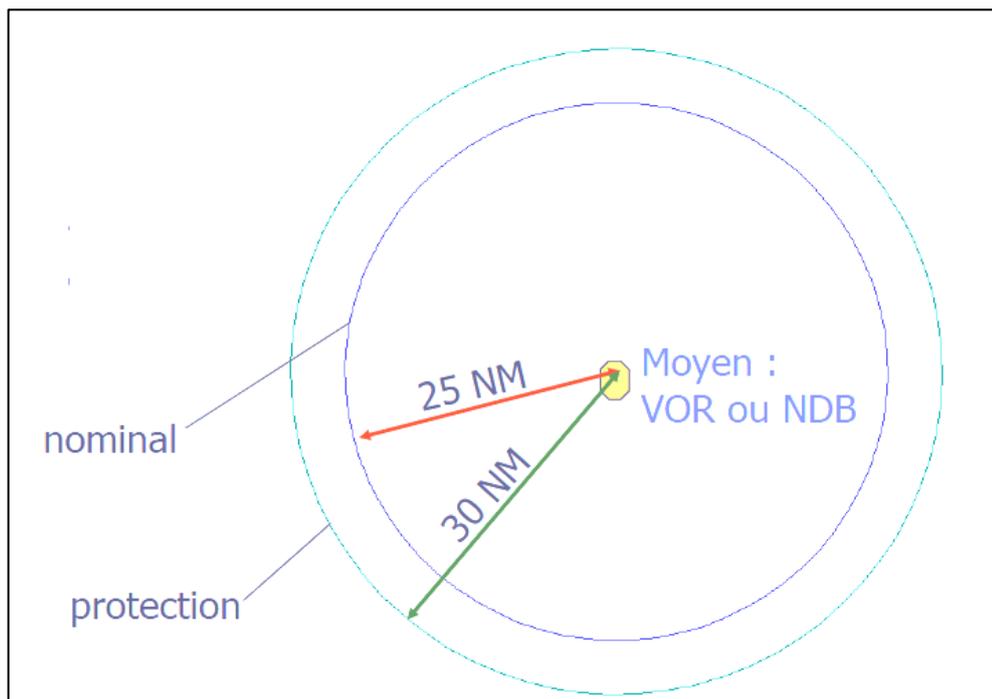


Figure 1.16 : sectorisation. [2]

L'altitude minimale de secteur (MSA) est calculée de la façon suivante :

MSA = max (ALT Obs + MFO), ou la MFO est de 300 m, et varie en région montagneuse selon le relief. (Voir tableau 1.2)

1.5. Procédure d'attente [1][2]

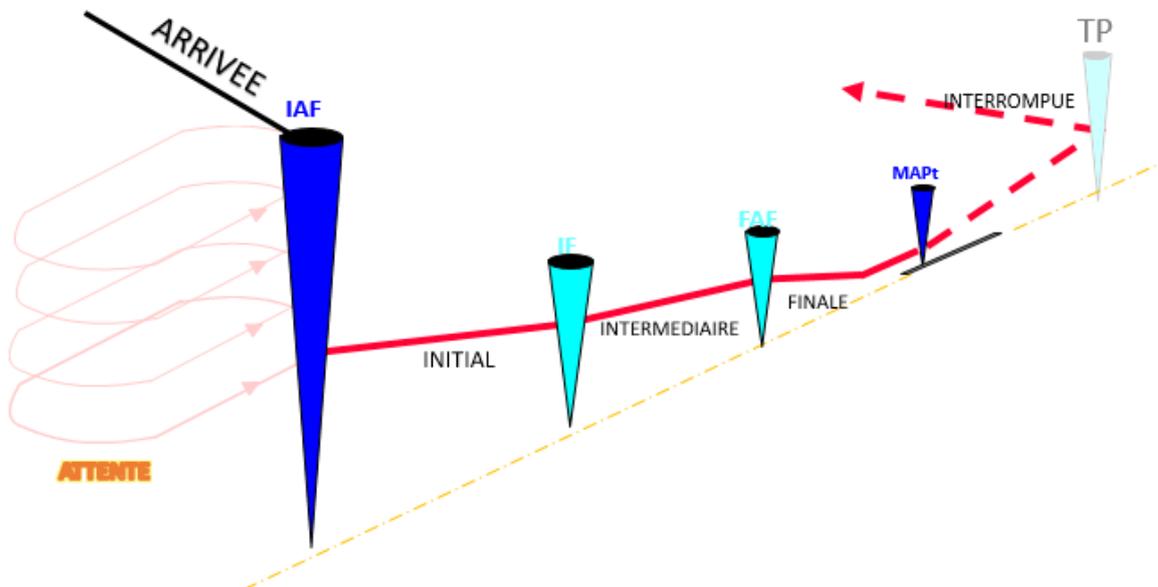


Figure 1.17 : Attente.

1.5.1. Définition

Manœuvre prédéterminée exécutée par un aéronef pour rester dans un volume d'espace aérien spécifié ; formée de différents niveaux de vol séparés de 1000 ft ; en attendant une autorisation d'atterrissage.

1.5.2. Forme et terminologie

L'hippodrome d'attente est formé d'une combinaison de trajectoires :

- Rectiligne radio guidé (Branche de rapprochement) ;
- Rectiligne à l'estime (Branche d'éloignement) ;
- Curviligne à l'estime (Virages de rapprochement et d'éloignement).

La terminologie correspondante à l'attente est résumée dans la figure suivante :

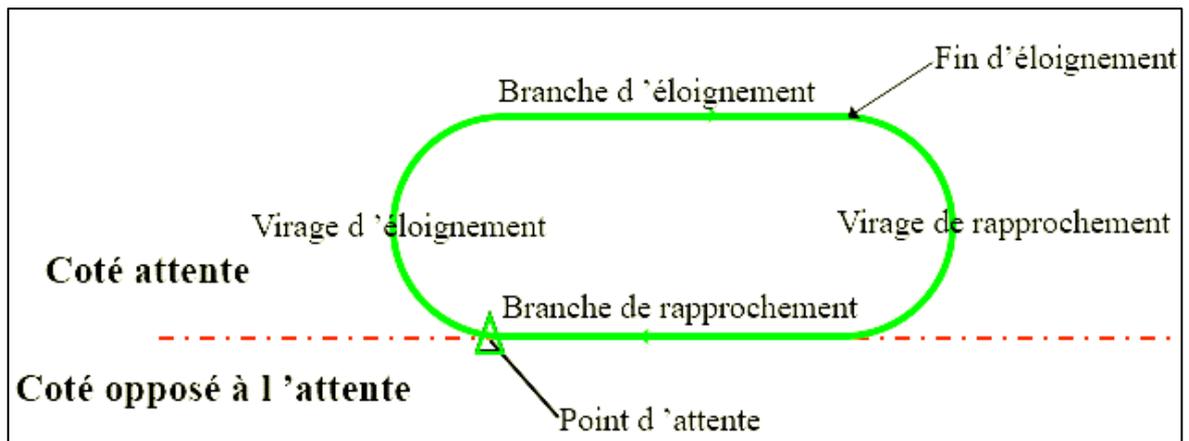


Figure 1.18 : Forme d'attente et terminologie. [5]

1.5.3. Type d'attente

Le type d'attente est déterminé en fonction de :

- **Type d'éloignement :**
 - Eloignement en distance ;
 - Eloignement en temps.
- **La nature du point d'attente (point de base) :**
 - Verticale installation ;
 - A une intersection :
 - 2 RDL ;
 - RDL / distance DME ;
 - RDL / distance de vol.

Les différents types d'attentes mentionnés précédemment sont résumés dans la figure suivante :

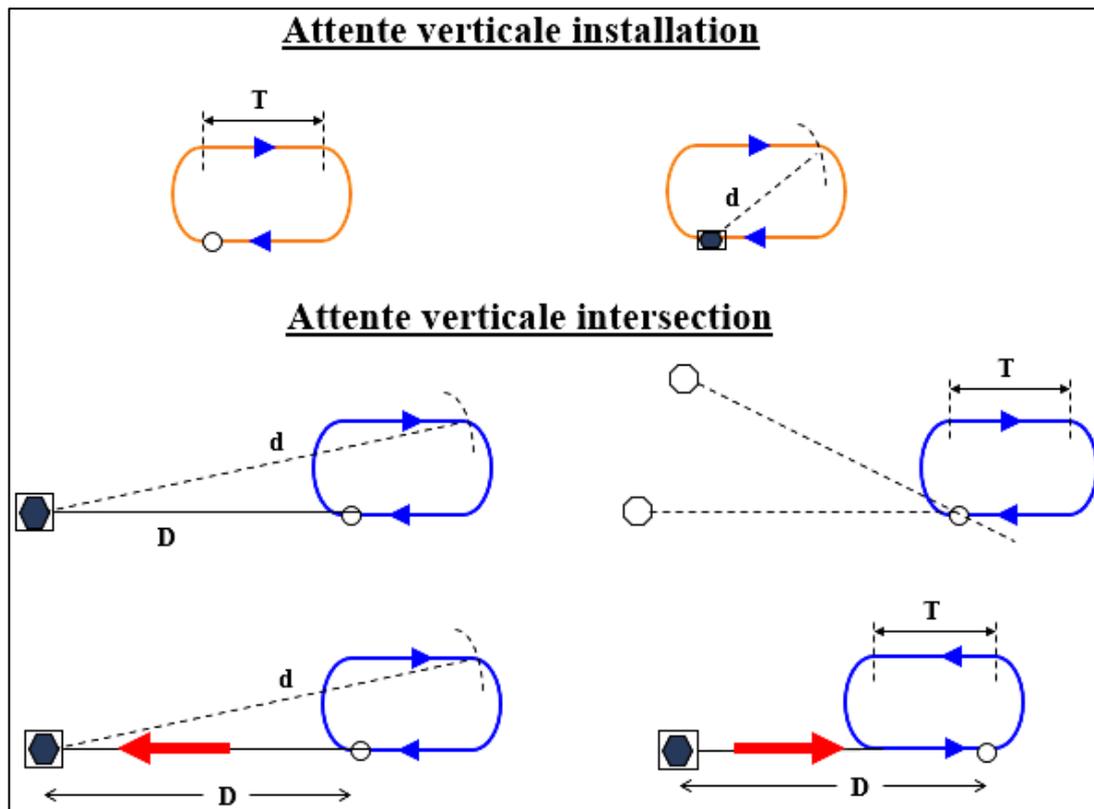


Figure 1.19 : Types d'attentes. [5]

1.5.4. Types d'entrée

On distingue 3 types d'entrées dans une attente :

- Entrée directe ;
- Entrée parallèle ;
- Entrée décalée.

Les différentes entrées sont résumées dans la figure suivante, en fonction du type d'attente :

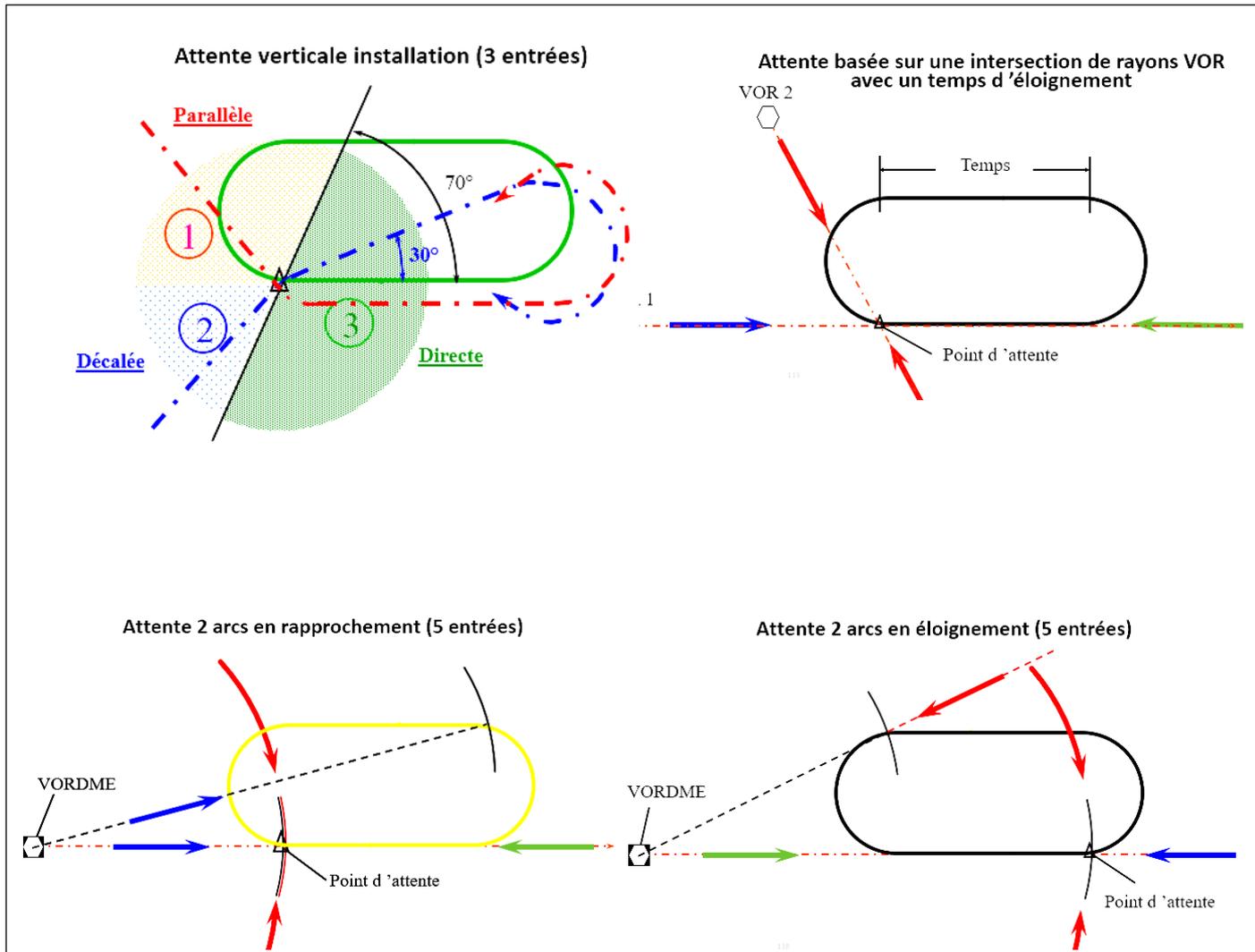


Figure 1.20. Types d'entrées dans une attente.

1.5.5. Aire de protection

Les paramètres suivants sont pris en considération lors de la conception des aires de protections d'une procédure d'attente : [1]

- Le repère d'attente ; Point de base ; (verticale installation ou à une intersection) ;
- Type d'éloignement (En temps ou en distance) ;
- Sens du virage (En rapprochement ou en éloignement) ;
- Altitude pression maximale Z_p_{MAX} ;
- Procédure d'entrée ;
- Vitesse indiquée (Selon la catégorie d'aéronef) ;
- Température.

La figure suivante illustre l'aire de protection d'une attente :

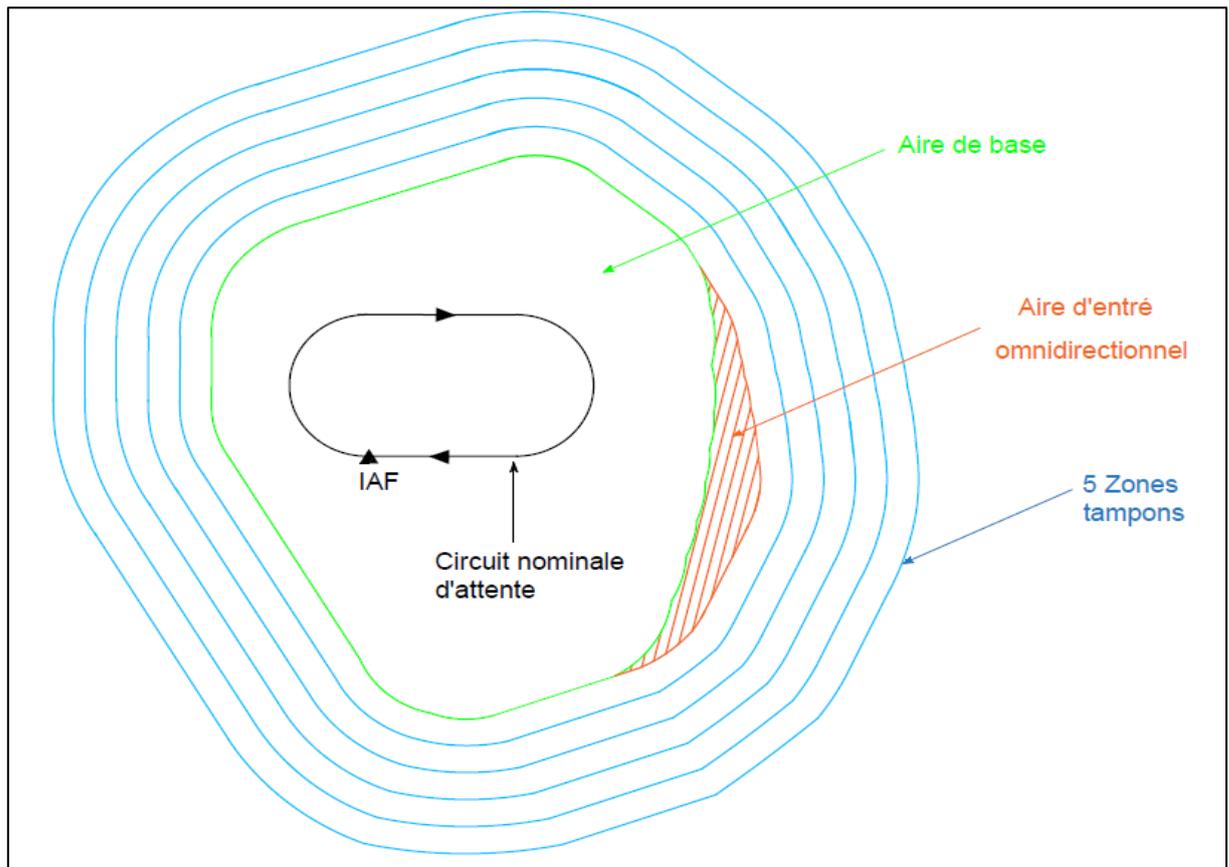


Figure 1.21 : Aire de protection d'une attente.

1.5.6. Altitude minimale d'attente

$$ALT_{\min \text{ Attente}} = \text{MAX} (ALT \text{ Obs} + \text{MFO}).$$

• MFO :

La MFO est variable en fonction de l'aire de protection d'attente :

- Aire de base : 300 m ;
- Aire d'entrée : 300 m ;
- Zone tampon 1 : 300 m ;
- Zone tampon 2 : 150 m ;
- Zone tampon 3 : 120 m ;
- Zone tampon 4 : 90 m ;
- Zone tampon 5 : 60 m.

Remarque : Après calcul, l'altitude minimale d'attente est arrondie au multiple de 50m (100 ft). [1]

1.6. Procédures d'approche directe de non précision [1][2]

1.6.1. Segment d'approche initial

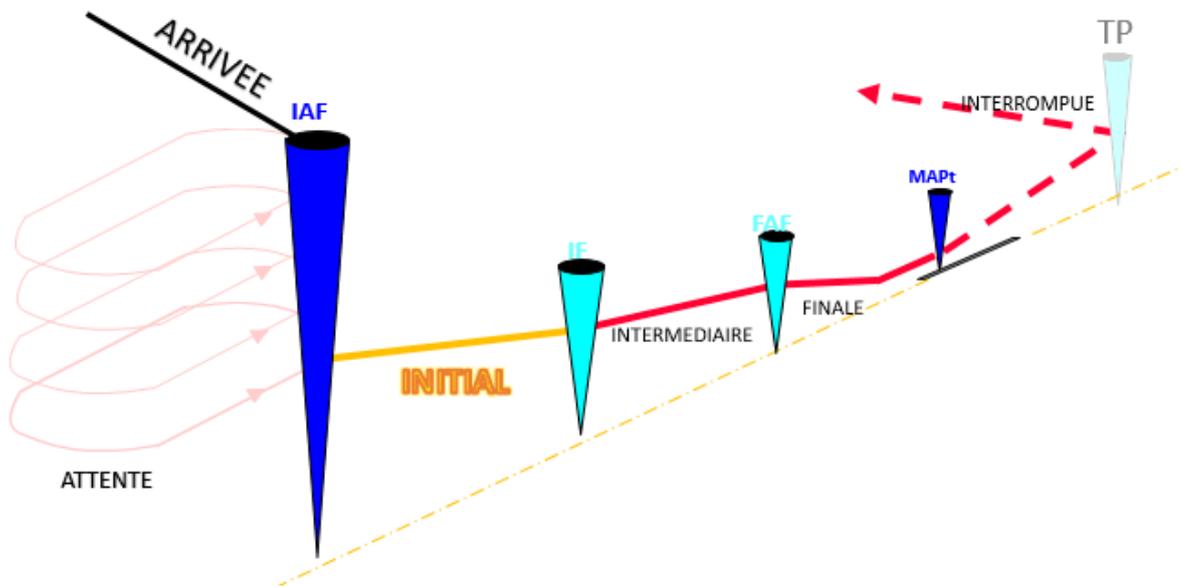


Figure 1.22 : Segment d'approche initial.

Le segment d'approche initial est un segment permanent, qui permet de perdre l'altitude et de présenter l'avion sur l'axe de percée, il commence à l'IAF et s'achève à l'IF, au FAF ou bien à la sortie de virage.

Ce segment admet des trajectoires radioguidées, à l'estime ou combinaison entre ces deux. Il est toujours pris en descente et sa pente varie entre 4% (Optimum) et 8% (Maximum), et lorsque on ne peut pas définir des pentes de descente on utilise des taux de descente (Pied/min).

1.6.1.1. Aire de protection

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

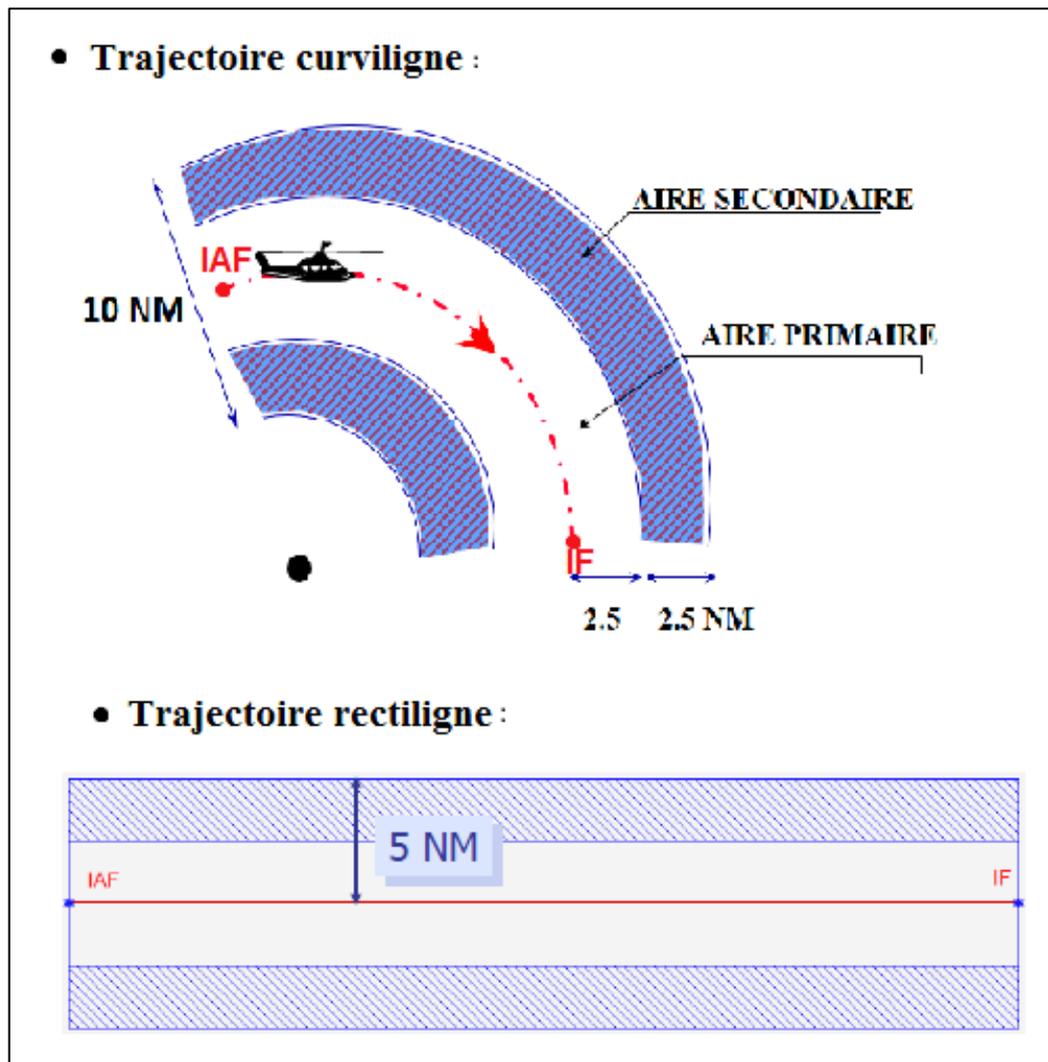


Figure 1.23 : Aire de protection du segment d'approche initial.

1.6.1.2. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

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

• **MFO :**

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

(Voir tableau 1.2)

→ Aire secondaire : Linéairement décroissante.

Remarque : Après calcul, on arrondie au multiple de 50m (100 ft). [1]

1.6.2. Segment d'approche intermédiaire

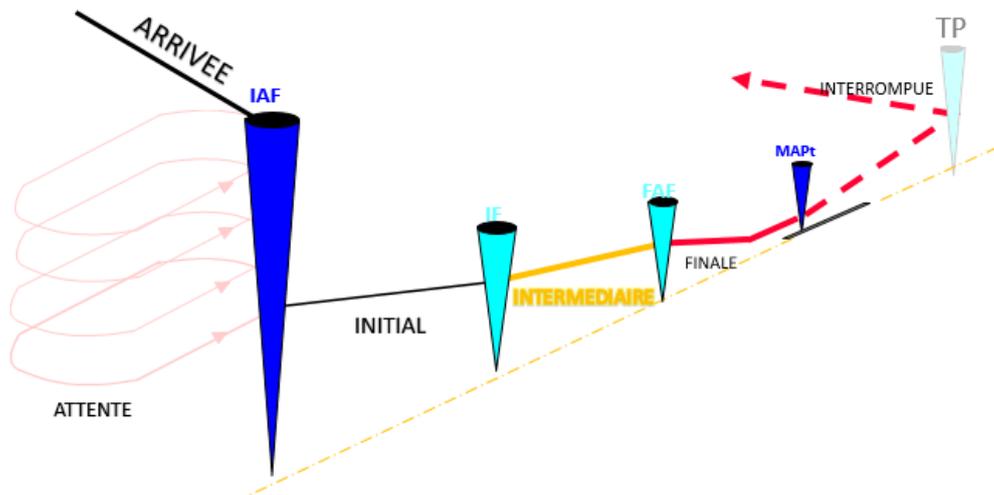


Figure 1.24 : Segment d'approche intermédiaire.

Le segment d'approche intermédiaire est un segment facultatif, qui permet de faire la liaison entre l'initiale et la finale et de préparé 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, mesure entre 15NM et 5NM (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.

1.6.2.1. Aire de protection

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

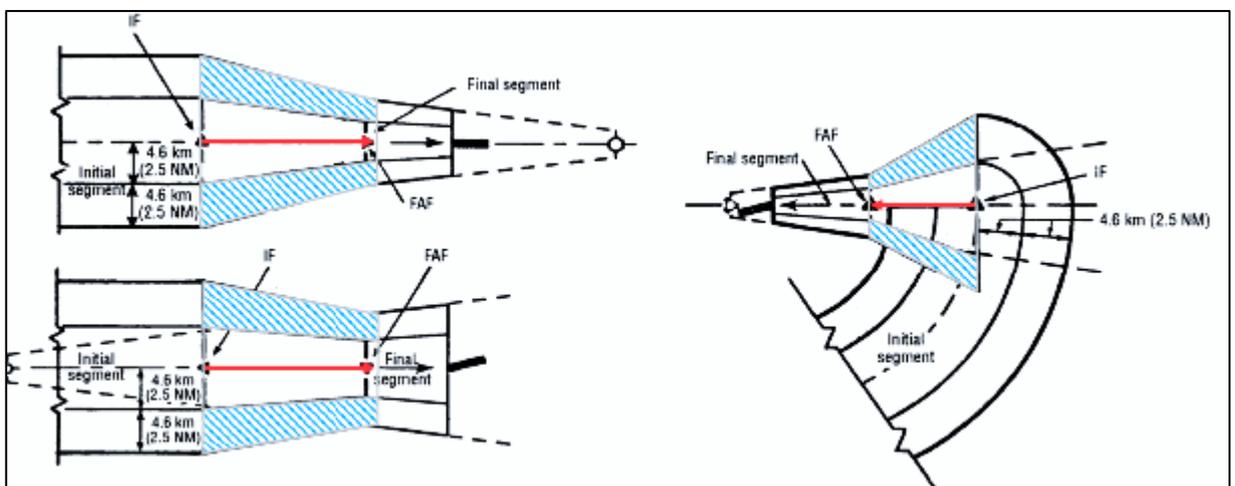


Figure 1.25 : Aire de protection du segment d'approche intermédiaire. [2]

1.6.2.2. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

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

- **MFO :**

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

Remarque : Après calcul, on arrondie au multiple de 50m (100 ft). [1]

1.6.3. Segment d'approche final (classique)

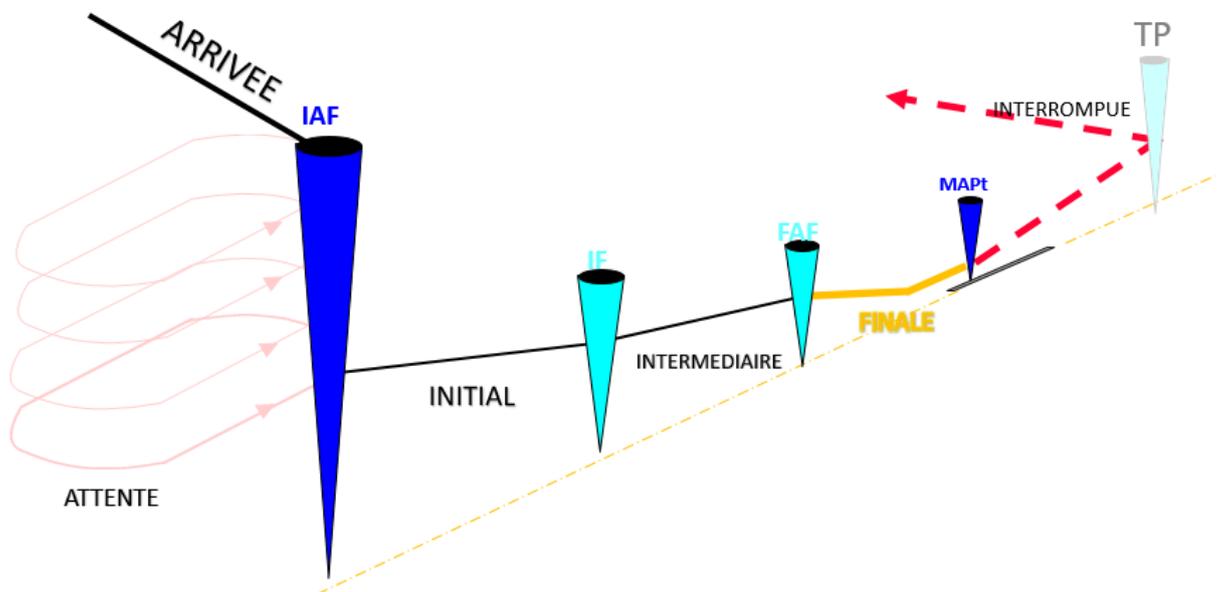


Figure 1.26. Segment d'approche finale.

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 radioguidées, mesure 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).

1.6.3.1. Aire de protection

• Procédure avec FAF :

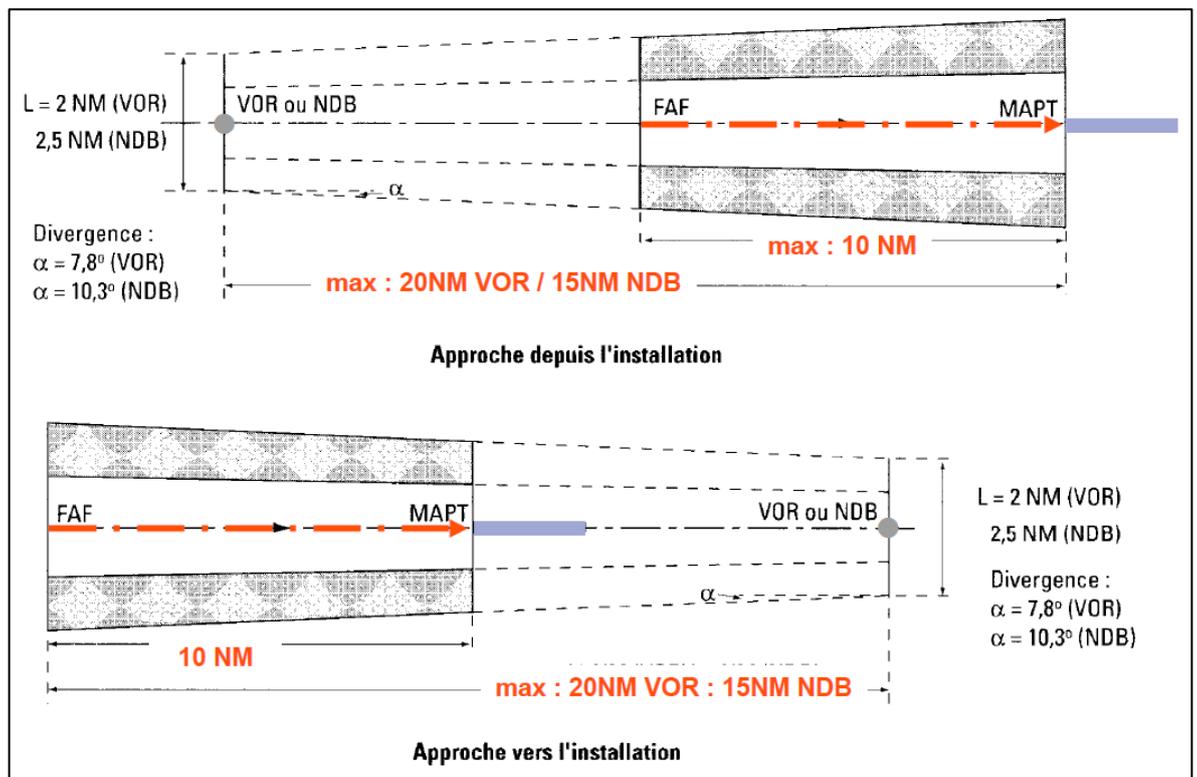


Figure 1.27 : Aire de protection d'une approche finale avec FAF.

• Procédure sans FAF :

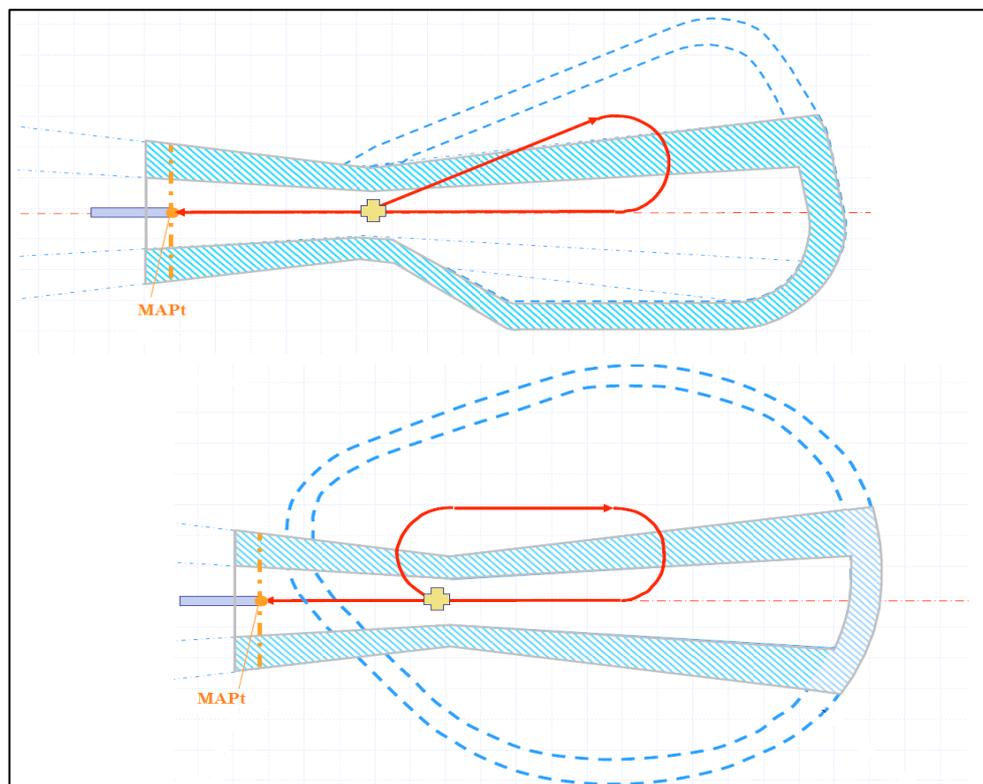


Figure 1.28 : Aire de protection d'une approche finale sans FAF.

1.6.3.2. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

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

- **MFO :**

- Aire primaire : pour une finale avec FAF la MFO est égale à 75 m, et pour une finale sans FAF la MFO est égale à 90 m ;
- Aire secondaire : Linéairement décroissante.

Remarque : Après calcul, en arrondie au multiple de 5m (10 ft). [1]

1.6.4. Segment d'approche interrompu (classique)

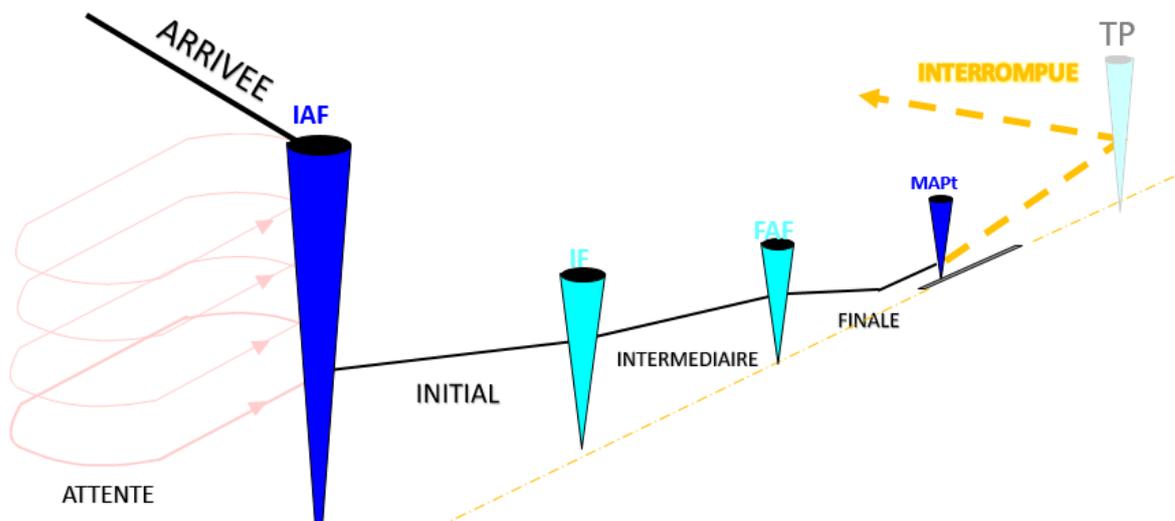


Figure 1.29. Segment d'approche interrompu.

Le segment d'approche interrompu est un segment permanent, qui débute au MAPt ; permettant aux aéronefs de remonter en toute sécurité, afin de rejoindre l'attente, d'exécuter une nouvelle approche ou de se raccorder à une phase en route.

1.6.4.1. Les phases d'approches interrompues

- **Phase initiale :**

- Commence au MAPt amont et va jusqu'au début de la montée (SOC) ;
- Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle :

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

- MFO : Variable.

- **Phase intermédiaire :**

- Va du SOC jusqu'au point où une marge de franchissement d'obstacles de 50m (164 ft) est initialement obtenue et peut être maintenue ;

- Altitude minimale de franchissement d'obstacle :

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

- MFO : égale à 30m.

- **Phase finale :**

- Va jusqu'au point où sont amorcés de nouvelles approches, une attente ou un retour au vol de croisière ; des virages peuvent être effectués au cours de cette phase (Virage à TP ou à TNA/H) ;

- Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle dans le cas d'une API directe: $\text{OCA(H)} = \text{MAX} (\text{ALT(H) Obs} + \text{MFO}) ;$

- MFO : égale à 50m.

Remarque : La pente maximale admissible dans une approche interrompue est de 5%, mais la pente minimale de 2.5% doit toujours être étudiée.

1.7. Procédures d'approches indirectes (Manœuvre à vue) [1][2]

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 : une libre et l'autre imposée.

1.7.1. Manœuvre à vue libre (MVL)

1.7.1.1. Définition

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.

1.7.1.2. 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.

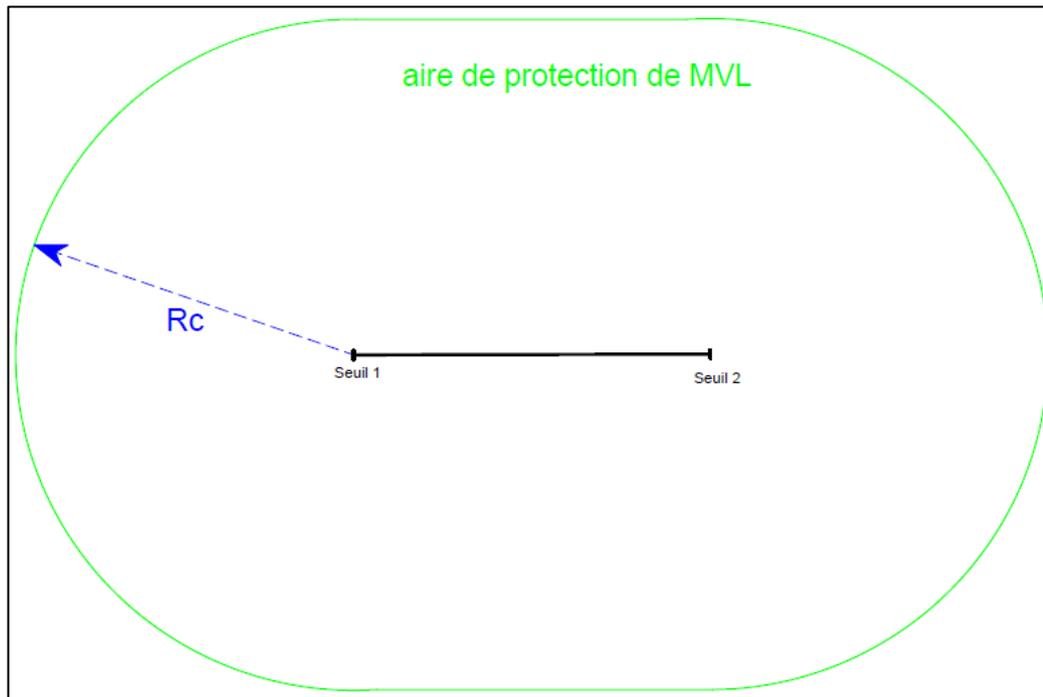


Figure 1.30: Aire de protection d'une MVL.

Cette aire peut être réduite lorsque l'aire de MVL contient un obstacle important, ou pour éviter le survol d'une agglomération, il est possible d'interdire la MVL dans le secteur de l'aire contenant cet obstacle ou cette agglomération.

1.7.2. Manœuvre à vue imposée (MVI)

1.7.2.1. Définition

Sur les aérodromes aux environs desquels existent des repères visuels parfaitement identifiables, et lorsqu'un avantage opérationnel peut en résulter, on peut définir, en plus de la manœuvre à vue libre ; une procédure de manœuvre à vue imposée, où la trajectoire à suivre en vue du sol entre la fin de la phase d'approche aux instruments et l'atterrissage peut être définie avec précision.

La trajectoire de manœuvre à vue imposée comprend obligatoirement une partie pour la remise des gaz.

1.7.2.2. Aire de protection

L'aire de protection MVI doit être inclus dans l'aire MVL qui doit être agrandie si nécessaire, elle est basée sur un couloir de largeur constante centré sur la trajectoire nominale, le couloir débute au droit du point de divergence et s'étend sur toute la trajectoire y compris la partie de remise de gaz.

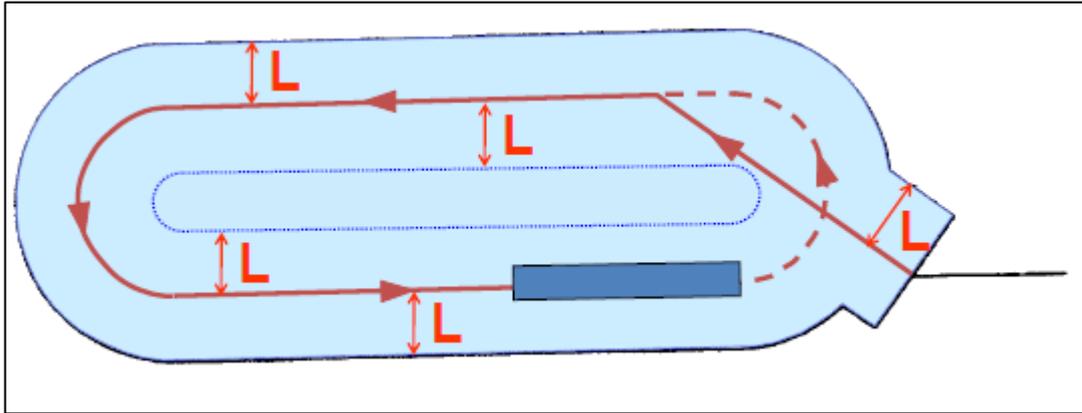


Figure 1.31 : Aire de protection d'une MVI. [2]

1.7.3. Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle

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

- **MFO :**

- Catégorie A/B : MFO = 90m ;
- Catégorie C/D : MFO = 120m.

Remarque : Après calcul, en arrondie au multiple de 5m (10 ft). [1]

1.8. Conclusion

La conception des procédures de vol aux instruments doit respecter les critères d'élaboration mentionnés dans le DOC-OACI 8168 (Procédures pour les services de la navigation-Exploitation technique des aéronefs) volume 1 et 2 (Procédures de vol - Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments).



CHAPITRE 2

ETUDE DE L'EXISTANT



2. ETUDE DE L'EXISTANT

2.1. Introduction

Ce chapitre présente une description de l'aérodrome de Hassi Messaoud, une collecte et une validation de données aéronautiques, des obstacles traités lors de l'étude, et aussi l'examen des procédures existantes, afin de permettre une analyse actuelle et future de flux de trafic aérien, et en déduire les contraintes qui en résulte.

2.2. Présentation de l'aérodrome de Hassi Messaoud

L'aérodrome de Hassi Messaoud est un aéroport international ouvert à la circulation aérienne général 24 heures sur 24 heures, il porte le nom d'Oued Irara-Krim Belkacem avec l'indicateur d'emplacement DAUH. [6]

Ce dernier représente le deuxième aéroport en Algérie en terme de densité de trafic (avec un pourcentage de 10% [6]) après l'aéroport de Houari Boumediene, où il reçoit un trafic composé de petits aéronefs tels que le Beetchcraft 1900, Falcon 2000, Cessena citation C25A, et Twin motter DHC6, ainsi que de grands aéronefs tels que Iliouchine 76, Boeing 737-600, Boeing 767-300, et l'aéronef critique le Boeing 737-800. Ces derniers volent en régime de vol IFR et VFR rendant le trafic hétérogène, complexe et difficile dans sa gestion (Voir ANNEXE 1). [7][8]

2.2.1. Description de l'aérodrome de Hassi Messaoud [6]

2.2.1.1. Situation géographique

Se situant au Sahara algérienne, cet aérodrome desserve la ville de Hassi Messaoud et se localise à 5NM au sud-est de la wilaya de Ouargla, avec une zone périphérique pétrolière plus au moins plate plaine de raffineries (Voir ANNEXE 2). Les paramètres géographiques sont les suivants :

- Coordonnées du point de référence de l'aérodrome : 31° 40' 26'' N 006° 08' 26'' E ;
- Altitude : 140 mètres ;
- Température de référence : 41,8°C ;
- Déclinaison magnétique : 0°E (2005) ;
- Altitude de transition : 1050 mètre.

2.2.1.2. Infrastructure

L'aérodrome est de catégorie 4D, aménagé et équipé de manière à satisfaire aux activités correspondantes, lié à son site géographique et à sa nature d'exploitation. Il comprend les infrastructures suivantes :

- Une seule piste d'atterrissage (RWY 18/36) de 3000 mètres de longueur et de 45 mètres de largeur, avec un revêtement en béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 66 F/A/X/T ;
- Six voies de circulation (TWY : AE, A, B, C, D, E), de 25 mètres de largeur, avec un revêtement en béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 66 F/A/X/T pour TWY : AE et PCN 78 F/A/X/T pour TWY : A, B, C, D, E ;
- Une aire de trafic de 980×105 mètres, avec un revêtement en béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 70 F/A/X/T, qui comprend deux parkings avions : (A) de 23 postes de stationnements avec l'avion critique BE1900, et (B) de 6 postes de stationnements avec l'avion critique B737-800 ;
- Aire d'atterrissage d'hélicoptères.

Le schéma ci-après illustre les différents composants infrastructurels de l'aérodrome de Hassi Messaoud :

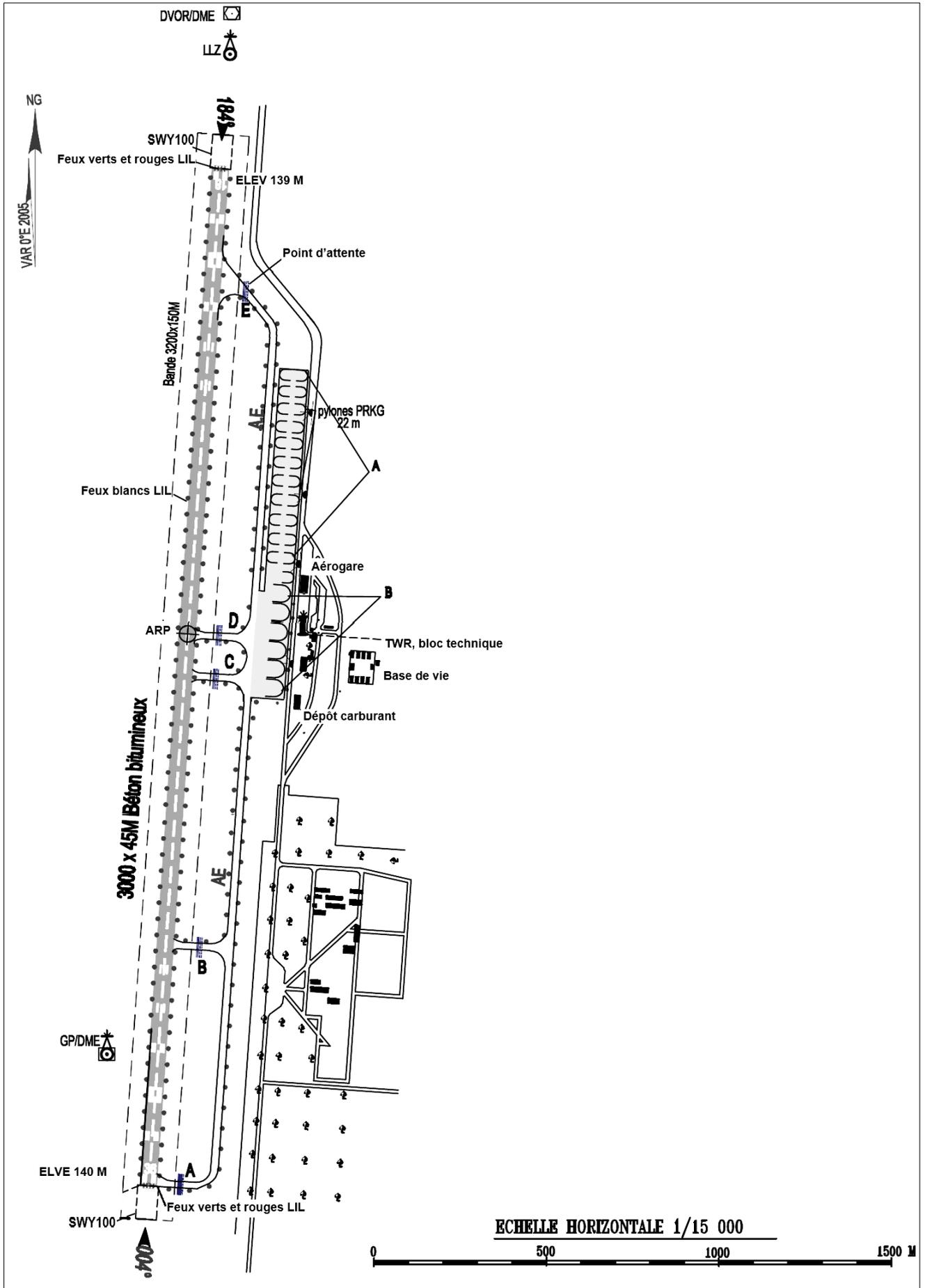


Figure 2.1 : Infrastructure de l'aérodrome de Hassi Messaoud. [6]

2.2.1.3. Caractéristiques physiques de la piste

Le tableau ci-après montre les différentes caractéristiques physiques de la piste (RWY 18/36) tel que l'orientation vrai, les pentes, l'altitude, coordonnées du seuil, les dimensions SWY, et les dimensions de la bande :

Tableau 2.1: Caractéristiques physique de la piste. [6]

Piste	Orientation vrai	Pentes	Altitude du seuil	Coordonnées du seuil	Dimensions SWY (m)	Dimensions De la bande (m)
RWY 18	184°	+0,034%	139 M	31°41'11.03''N 006°08'29.57''E	100 x 45	3320 × 150
RWY 36	004°	-0,034%	140 M	31°39'33.50''N 006°08'21.13''E	100 x 45	3320 × 150

2.2.1.4. Distances déclarées

Le tableau ci-dessous montre les différentes distances déclarées tel que la TORA, la TODA, la ASDA, et la LDA :

Tableau 2.2 : Distances déclarées. [6]

Piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
RWY 18	3000	3000	3100	3000
RWY 36	3000	3000	3100	3000

2.2.1.5. Balisage de piste et dispositifs lumineux d'approche

Le tableau suivant montre les différents balisages lumineux de la piste (RWY 18/36) ainsi que les dispositifs lumineux d'approche :

Tableau 2.3 : Balisage lumineux de piste et dispositifs lumineux d'approche. [6]

Piste	THR	PAPI	Feux de bord de piste	Feux d'extrémité de piste
RWY 18	Vert	PAPI 3°	Blanc	Rouge
RWY 36	Vert	-	Blanc	Rouge

Remarque : cet aérodrome ne dispose pas de rampe d'approche.

2.2.1.6. Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie

- Catégorie de l'aérodrome pour la lutte contre l'incendie : CAT 7 ;
- Catégorie d'équipement de sauvetage : CAT 7 ;
- Moyens d'enlèvement des aéronefs accidentellement immobilisés : Assistance locale.

2.2.1.7. Aides de radionavigation et d'atterrissage

Le tableau ci-après résume les différentes installations sur le site et leurs emplacements géographiques :

Tableau 2.4 : Aide de radionavigation et d'atterrissage. [6]

Type d'aide CAT d'ILS/MLS (pour VOR/ILS/MLS indiquer déclinaison)	Identification	Fréquences	Coordonnées de l'emplacement de l'antenne d'émission / Déclinaison (0°E 2005)[9]	Altitude de l'antenne d'émission DME	Observations
DVOR/DME	HME	114.7 Mhz CH 94 X	31°41'27.41''N 006°08'31.18''E	149 M	QDR 004°/518M du THR 18
NDB	HMD	390 Khz	31°38'56''N 006°08'18''E	-	QDR 184°/1175 M du THR 36
LLZ 36/ILS CAT I	HM	109.1 Mhz	31°41'20.81''N 006°08'30.41''E	-	QDR 004°/315 M du THR 18
GP 36 Pente 3°	-	331.4 Mhz	31°39'44.02''N 006°08'17.48''E	-	A 370M du THR 36 et 120M à gauche de l'axe de piste
DME-P	HM	CH 28X	31°39'44.02''N 006°08'17.48''E	-	Co-implanté avec GP 36

2.2.1.8. Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne

Le tableau ci-dessous montre les différentes installations de télécommunication ainsi que leurs indicatifs d'appels et leurs fréquences :

Tableau 2.5 : Installation de télécommunication. [6]

Désignation du service	Indicatif d'appel	Fréquences
TWR	Hassi Messaoud Tour	118.1 - 119.7 (s)
VDF	Hassi Messaoud Gonio	118.1 - 119.7 (s)
APP	Hassi Messaoud APP	120.0Mhz

2.2.1.9. Les obstacles d'aérodrome

Dans l'étude deux types d'obstacles sont pris en considération :

- **Obstacle naturel :**

Les altitudes des obstacles massifs (relief naturel) sont retirées directement des cartes topographiques :

- ➔ Cartes topographiques 1/200 000 : Hassi Messaoud, Hassi Matmat, El Hadjira, et Ouargla ;
- ➔ Cartes topographiques 1/50 000 : Hassi Messaoud 1 et Hassi Messaoud 2.

- **Obstacle artificiel :**

- ➔ **Antennes et pylônes :**

Les différents obstacles minces et filiformes sur les aires d'approche et de décollage, et l'aire de manœuvre à vue de l'aérodrome de Hassi Massoud sont résumés aux tableaux ci-après:

Tableau 2.6 : Obstacles d'aires d'approche et de décollage. [6]

Piste	Type d'obstacle	Hauteur	Coordonnées[9]
RWY 18	Antenne DVOR/DME	9 M -ALT: 149 M	31°41'27.41''N 006°08'31.18''E
	Antenne LLZ	3 M -ALT :143 M	31°41'20.81''N 006°08'30.41''E
	Pylône	10 M	314135N 006°08'35''E
	Pylône	10 M	31°41'36''N 006°08'35''E
RWY 36	Antenne TELEMETRIE	31 M	31°37'59'' N 006°08'25''E
	Antenne NDB	14 M- ALT: 154 M	31°38'56''N 006°08'18''E

Tableau 2.7 : Obstacles d'aires d'approche et de décollage. [6]

Type d'obstacle	Hauteur	Coordonnées
Antenne anémomètre	11 M	31°40'26''N 006°08'48''E
Château d'eau	16 M	31°40'24.63''N 006°08'48.54''E
Antenne	45 M	31°40'24.05''N 006°08'47.56''E
Antenne GP	6.40 M	31°39'41.83''N 006°08'17.39''E
Antenne	40 M	QDR 049° /1500 M du THR 36.
Antenne	25 M	31°40'35''N 006°08'52'' E
Pylônes de la ligne HT	12 M	31°41'18''N 006°08'35''E
		31°41'00''N 006°08'35''E
		31°41'42''N 006°08'35''E
		31°41'06''N 006°08'35''E
		31°41'03''N 006°08'35''E
04 pylônes de parking	22 M	31°40'24.3''N 006°08'36.79''E
		31°40'22.73''N 006°08'36.76''E
		31°40'20.60''N 006°08'36.23''E
		31°40'18.94''N 006°08'36.41''E

→ **Torches pétrolières :**

En collaboration avec les responsables d'activité d'exploration et de production de **sonatrach**, les données relatives aux torches existantes au voisinage de l'aérodrome de Hassi Messaoud nous ont été communiqués, et cela dans un périmètre d'un rayon de 10km au tour de la ARP et sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 2.8 : Données relative aux torches. [10]

Unité de production	Coordonnées géographiques	Hauteur de la torche (m)	Hauteur maximale de la torche (m) (1)
Centre Industriel sud (CIS)	31°40'27.88'' N 006°02'54.77'' E	40	60
	31°39'48.34'' N 006°03'02.89'' E	55	80
	31°39'48.11'' N 6°03' 07.15'' E	55	80
	31°39'46.37'' N 006°03'06.10'' E	30	50
	31°39'42.04'' N 006°03'05.56'' E	40	60
	31°39'42.91'' N 006°03'09.63'' E	15	30
	31°39'38.69'' N 006°03'11.17'' E	30	50
	31°39'36.85'' N 006°3'10.12'' E	65	80
	31°39'46.70'' N 006°03' 17.94''E	34	50
	31°39'37.71'' N 006°03'13.74'' E	40	60
	31°39'35.97'' N 006°03'12.70'' E	65	80
	31°39'38 .60'' N 006°03'17.05'' E	40	60
	31°39'46.82'' N 006°03'25.71'' E	35	50
	31°39'38.11'' N 006°03'26.59'' E	40	60
	31°39'36.37'' N 006°03'25.66'' E	55	80
	31°39'33.42'' N 006°03'28.75'' E	55	80
	31°39'36.02'' N 006°03'31.93'' E	55	80
	31°39'38.70'' N 06°03'36.97'' E	60	80
OMP 53	31°45'12.81'' N 006°08'35.89'' E	25	50
	31°45'07.10'' N 006°08'37.62'' E	25	50
EIC	31°40'58.70'' N 006°11'22.44'' E	14	30
	31°40'57.95'' N 006°11'20.72'' E	14	30

Note (1) : La hauteur maximale de la torche = la hauteur de la torche + la hauteur de la flamme.

2.3. Description du schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

2.3.1. CTA Hassi Messaoud [6]

Comme tout aérodrome de densité de trafic importante, l'aérodrome de Hassi Messaoud est doté d'une région de contrôle d'approche (CTA), cette dernière se décrit latéralement par un cercle de 30 NM de rayon, centré sur le DVOR/DME HME, et verticalement allons de 450M/GND jusqu'au niveau de vol 105, excluant la zone interdite de Ouargla DA- P60 qui est un cercle de 27 NM de rayon centré sur le point de coordonnées géographiques 31°55'47''N 005°24'00''E, illimité verticalement, 24 heures sur 24 heures ; au sein de laquelle il y'a l'aérodrome de Ouargla.

Cette CTA est classifiée en espace D, et ne bénéficie pas d'une couverture RADAR, dont le contrôle d'approche se fait au procédure. (Voir ANNEXE 3)

2.3.1.1. Cheminements VFR

La CTA de Hassi Messaoud regroupe 4 axes de cheminement VFR qui mènent à la verticale VOR/DME de Hassi Messaoud (la balise HME), sont résumés dans le tableau suivant : (Voir ANNEXE 4)

Tableau 2.9: Cheminements VFR au sein de la CTA Hassi Messaoud. [6]

Provenance	Points de report obligatoire	Coordonnées géographiques	La radiale	La distance
Nord	HASSI KOUM	31°58'46''N 006°00'30''E	339°	19 NM
Est	GARET EL BEIDA	31°47'02''N006°30'07''E	73°	19 NM
Sud	DRAA HASSI BRAHIM	31°36'44''N006°31'22''E	104°	20 NM
ouest	HAOUD TARFA	31°21'48''N005°40'03''E	231°	31 NM

2.3.1.2. Trajectoires IFR

Vue que la densité de trafic aérien sur l'aérodrome de Hassi Messaoud est assez importante et qui progresse d'une année à l'autre, donc les arrivées et les départs sur cet aérodrome sont des procédures d'arrivés normalisées aux instruments STAR et des procédures de départs normalisées aux instruments SID. La CTA comporte actuellement

cinq arrivées, et cinq départs normalisés aux instruments ainsi qu'une attente au sud du terrain, et des approches de précision et de non précision.

L'ensemble de ces procédures sont décrites comme suit : (Voir ANNEXE 4)

- **Les STAR :**

Les arrivées normalisées aux instruments actuelles au sein de l'aérodrome de Hassi Messaoud sont en provenance des cinq axes de la CTA, qui relie le seul point d'entrée HIMED à 10 NM HME, résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 2.10: Les STAR de Hassi Messaoud existants. [6]

STAR	Code	Point d'entrée	Cheminelements (Radial VOR et distance DME)
1	TGU-HME-HIMED	HIMED	Intercepté et suivre la radiale 358°HME jusqu'à la verticale du point HME ensuite suivre la radiale 184°HME pour rejoindre HIMAD.
2	ELO-HME-HIMED		Intercepté et suivre la radiale 016° HME jusqu'à la verticale HME ensuite suivre la radiale 184°HME pour rejoindre HIMAD.
3	IMN-HIMED		Intercepté et suivre la radiale 139°HME jusqu'à 19NM HME puis virer à gauche pour suivre l'arc à 17NM HME pour rejoindre HIMAD.
4	NSL-HIMED		Intercepté et suivre la radiale 216°HME jusqu'à 19NM HME puis virer à droite pour suivre l'arc 17NM HME pour rejoindre HIMAD.
5	MNA-HIMED		Intercepté et suivre la radiale 248°HME jusqu'à 19NM HME puis virer à droite pour suivre l'arc 17NM HME pour rejoindre HIMAD.

- **L'Attente :**

Il existe actuellement à l'aérodrome de Hassi Messaoud un seul circuit d'attente (Attente point fixe) au sud de la CTA, basé sur le point d'attente (IAF) HIMAD ; sur la radiale 184° VOR et à 10NM DME de HME, avec une altitude minimale de 1050 m (3500ft) et ZP_{MAX} 2438 m (8000 ft) ; ce qui donne 4 niveaux d'attente opérationnels.

- **L'Approche :**

Au sein de l'aérodrome de Hassi Messaoud il existe :

Une seule approche de type de précision (PA) :

→ HIMED-VOR/DME/ILS RWY 36.

Et trois approches de types de non précision (NPA) :

- HIMED-VOR/DME RWY 36 ;
- HIMED-VOR/DME RWY18 CAT C/D ;
- HIMED-VOR/DME RWY18 CAT A/B.

• **Les SID :**

Les départs normalisés aux instruments actuels au sein de l'aérodrome de Hassi Messaoud suivent les axes de la CTA, comme il est décrit dans le tableau suivant :

Tableau 2.11 : Les SID de Hassi Messaoud existants. [6]

SID		Point de sortie	Cheminements
1	RWY18	TGU	Après décollage virer à droite, maintenir 2000ft QNH jusqu'à la radiale 230°HME, puis intercepter et suivre la radiale 358°HME vers TGU.
	RWY36		Après décollage intercepter et suivre la radiale 358°HME direct vers TGU.
2	RWY18	ELO	Après décollage virer à gauche, maintenir 2000ft QNH jusqu'à la radiale 122°HME, puis intercepter la radiale 016°HME vers ELO.
	RWY36		Après décollage intercepter et suivre la radiale 016°HME vers ELO.
3	RWY18	IMN	Après décollage virer à gauche, maintenir 2000ftQNH, jusqu'à intercepter et suivre la radiale 122°HME vers FIRAN puis suivre la route magnétique 203°, pour rejoindre la radiale 139°HME vers IMN.
	RWY36		Après décollage virer à droite, puis intercepter et suivre la radiale 122°HME vers FIRAN, ensuite suivre la route magnetique203°pour rejoindre la radiale 139°HME vers IMN.
4	RWY18	NSL	Après décollage virer à droite, maintenir 2000ft QNH jusqu'à intercepter et suivre la radiale 230°HME vers MALAH, puis suivre la route magnétique 175° pour rejoindre et suivre la radiale 216°HME vers NSL.
	RWY36		Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ftQNH, puis virer à gauche pour intercepter et suivre la radiale 230°HME vers MALAH, ensuite suivre la Route magnétique 175°pour rejoindre la radiale 216°HMEvers NSL.
5	RWY18	MNA	Après décollage virer à droite, maintenir 2000ft QNH jusqu'à la radiale 230°HME, puis intercepter et suivre la radiale 248°HME vers MNA
	RWY36		Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ftQNH puis virer à gauche pour intercepter et suivre la radiale 248°HME vers MNA

2.3.2. CTR

La zone de contrôle de l'aérodrome est un cercle de 10 NM de rayon, centré sur le VOR /DME HME, allant verticalement du sol jusqu'à 450M. Cette zone est classifiée en espace D. (Voir ANNEXE 4)

2.4. Les statistiques

L'étude du comportement des courants de trafic actuel et la prévision des flux de trafic, constitue une étape importante dans les études des schémas de circulation aérienne, car ils influent sur les différents choix et les mesures prises lors de la conception des procédures de vols.

2.4.1. Etude du flux trafic au cours de l'année 2016

Les tableaux suivants englobent les statistiques par route des vols IFR en provenance et à destination de l'aérodrome de Hassi Messaoud ; de l'année 2016 :

Tableau 2.12 : Le flux d'arrivées par route à DAUH. [11]

Mois Route d'arrivées	MAHDI	TGU	NADJI	ELO	IMN	BOD	NSL	MNA
Janvier	203	195	47	59	38	4	22	71
Février	162	159	43	49	30	4	24	67
Mars	221	208	46	53	33	4	16	74
Avril	213	200	50	51	22	0	15	82
Mai	218	203	43	47	21	8	21	73
Juin	207	191	44	48	23	4	14	84
Juillet	206	223	43	50	25	8	16	81
Aout	213	193	52	52	28	9	18	82
Septembre	196	189	46	47	22	6	15	83
Octobre	204	174	46	49	29	7	16	88
Novembre	109	120	27	32	10	4	11	51
Décembre	218	186	48	49	12	10	17	66

Tableau 2.13 : Le flux de départ par route de DAUH. [11]

Mois Route d'arrivées	MAHDI	TGU	NADJI	ELO	IMN	BOD	NSL	MNA
janvier	201	196	43	45	35	3	13	77
Février	158	164	29	32	26	6	10	60
Mars	209	214	39	42	33	4	18	66
Avril	209	195	37	39	21	0	16	73
Mai	221	197	37	44	18	10	19	73
Juin	209	195	35	37	17	6	19	74
Juillet	203	231	42	53	23	8	19	65
Aout	203	186	43	46	30	6	19	85
Septembre	197	199	42	42	19	5	14	76
Octobre	213	195	35	40	21	6	16	84
Novembre	121	121	21	24	9	6	9	46
Décembre	216	251	44	50	18	8	15	86

2.4.1.1. Interprétation des tableaux

Après l'analyse des tableaux précédents (Tableau 2.12 et tableau 2.13) nous avons déduit en premier lieu les fréquences en pourcentage des arrivées et des départs par axe de route, et en deuxième lieu la variation graphique du flux de trafic au court de l'année 2016, les résultats sont illustrés dans les figures ci-après:

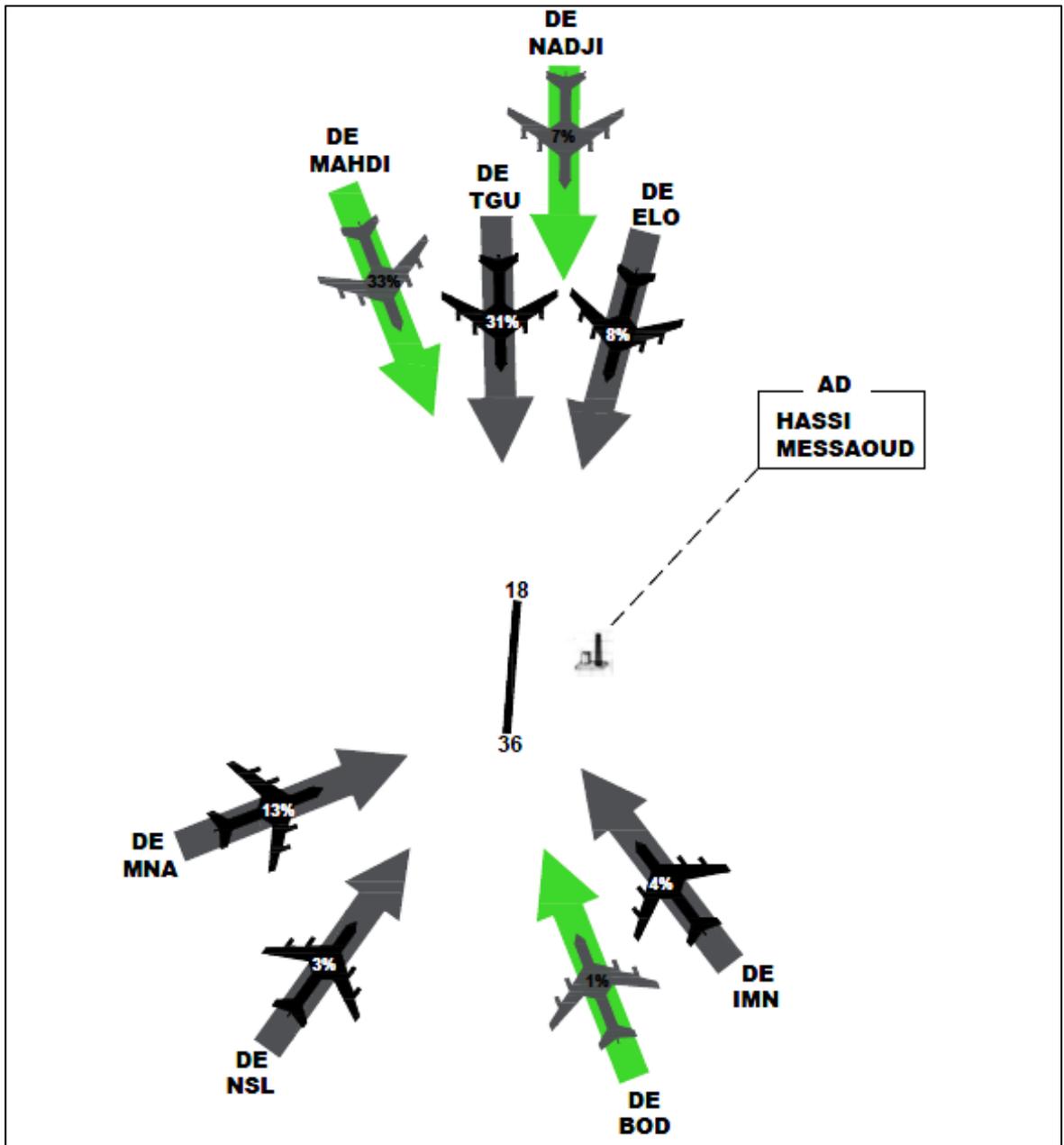


Figure 2.2 : La fréquence d'arrivée par axe à DAUH au cours de l'année 2016.

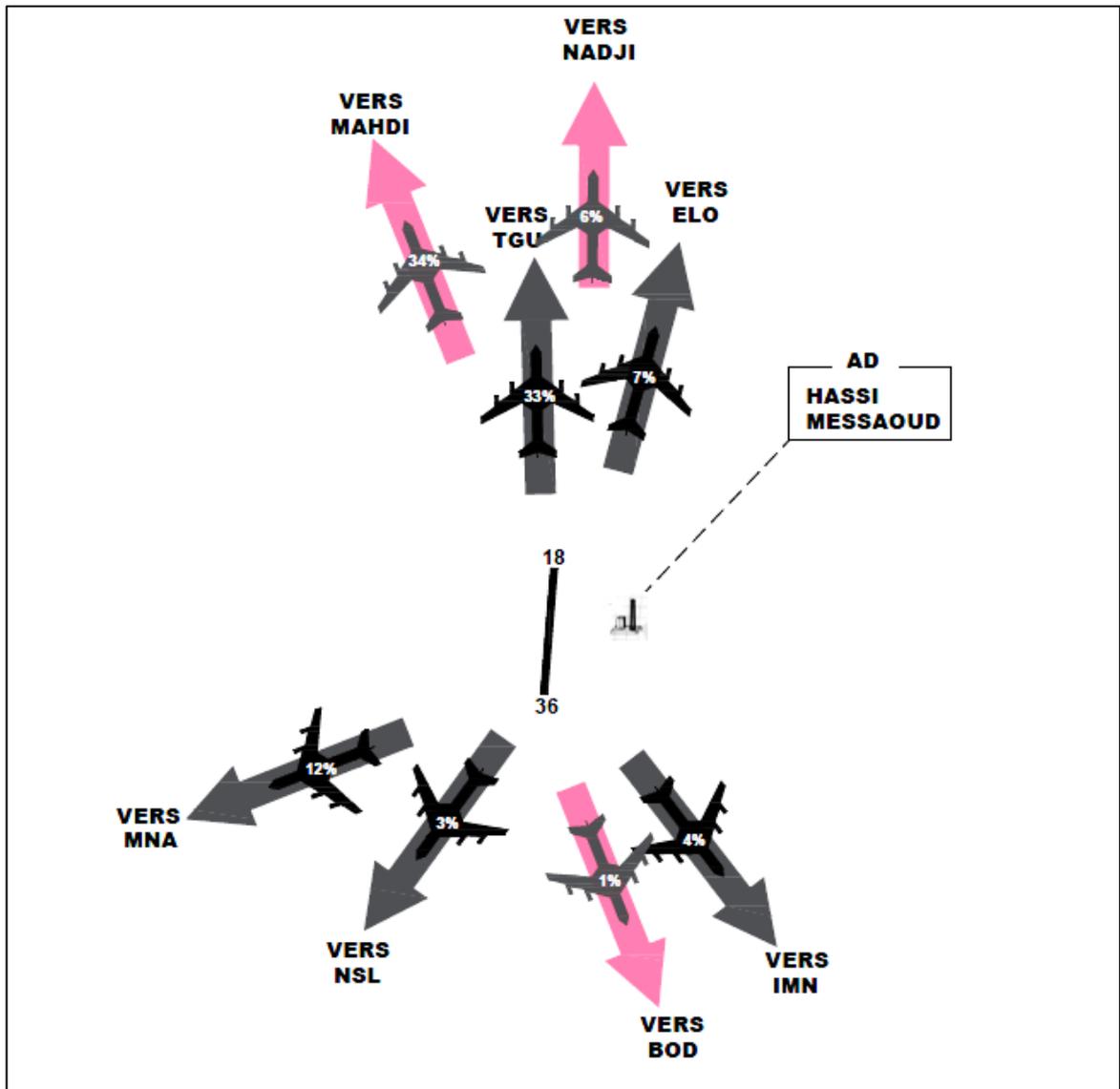


Figure 2.3 : La fréquence de départ par axe de DAUH au cours de l'année 2016.

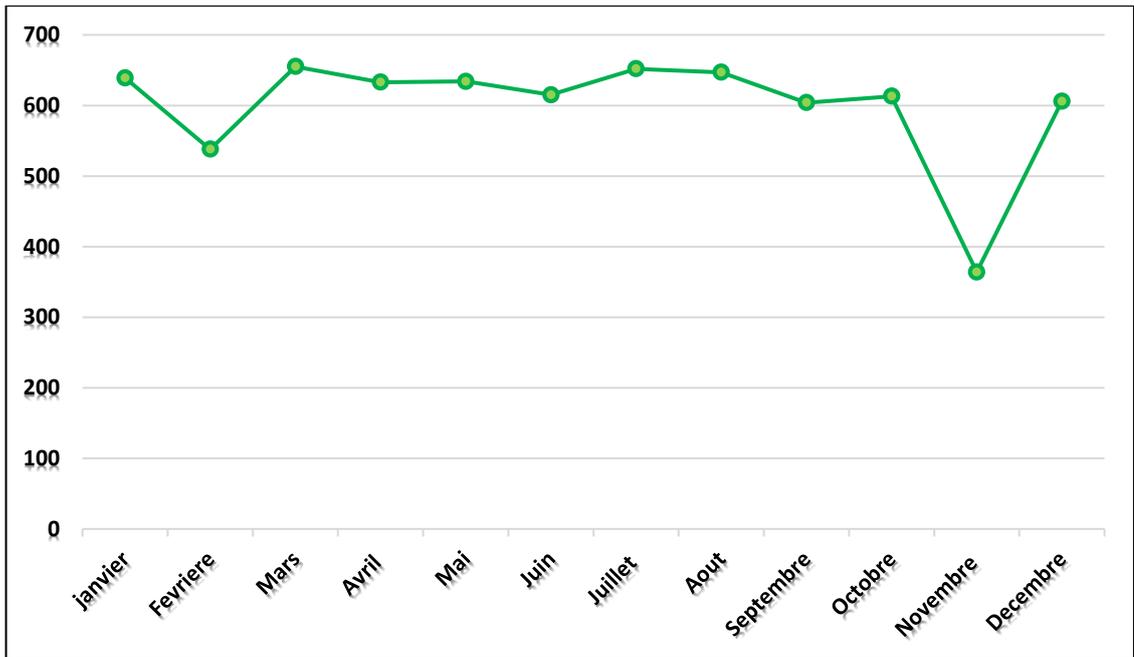


Figure 2.4 : La variation du flux de trafic d'arrivée au court de l'année 2016.

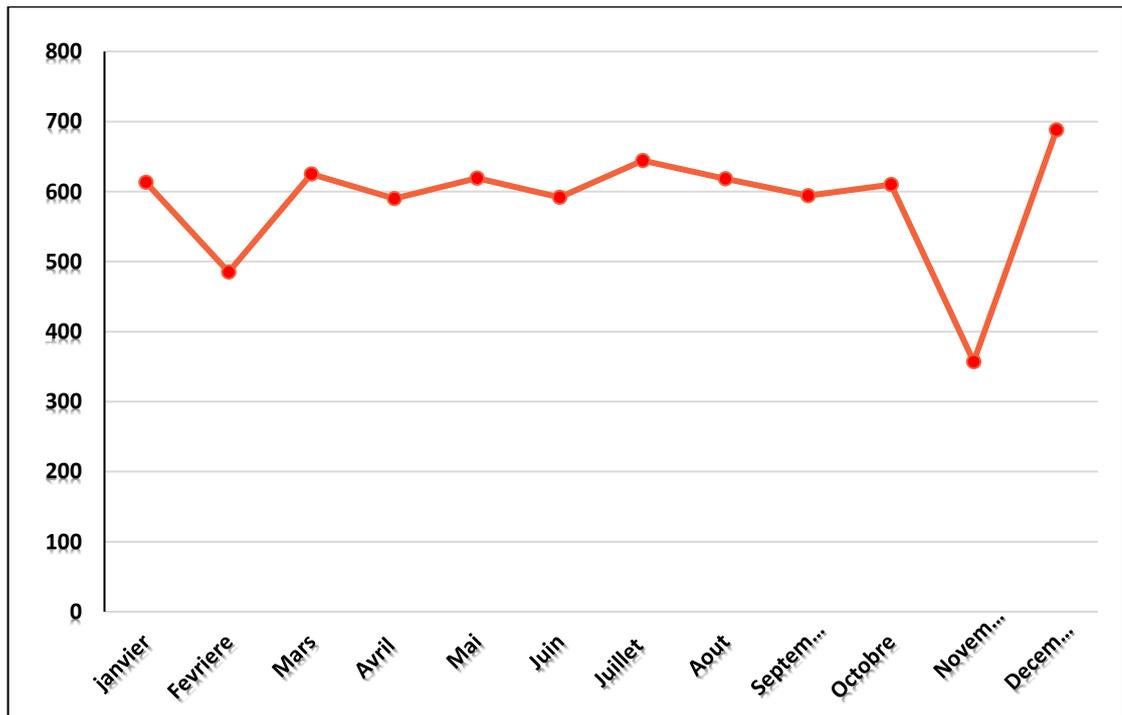


Figure 2.5 : La variation du flux de trafic de départ au court de l'année 2016.

2.4.1.2. Discussions des résultats

D'après les statistiques et l'interprétation effectuée précédemment, on remarque que le côté nord de la CTA Hassi Messaoud est plus dense que le côté sud, car 80% des arrivées et départs sont en provenances et à destination nord, alors qu'uniquement 20% des arrivées et des départs sont en provenances et à destination sud.

Dans l'étude du comportement du courant d'arrivée et de départ au cours de l'année 2016 on remarque que le flux de trafic est partiellement stable durant l'année, sauf les mois de février et novembre où le trafic a baissé. Cela est dû aux conditions météorologiques défavorables durant ces deux mois.

2.4.2. Prévision du flux de trafic

En analysant les statistiques de trafic total au sein de l'aérodrome de Hassi Messaoud dans les cinq années précédentes 2016 (2011-2015), nous avons prévu ainsi les changements du trafic pendant les cinq années prochaines (2017-2021), et cela en utilisant la méthode de lissage exponentiel.

Le trafic prévisionnel aura probablement tendance à évoluer avec un taux d'augmentation de 1.6%. Ce qui permet d'extrapoler l'évolution présentée dans le graphique qui suit, où l'on remarque que le trafic à l'horizon 2021 aura une augmentation probable passant de 23 639 à plus de 25 547 vols.

Tableau 2.14 : Prévision du flux de trafic. [12]

Année	Trafic total	Variation en % (n/n-1)
2011	24 744	1,92
2012	23 785	-3,88
2013	21 477	-9,7
2014	22 812	6,22
2015	24 101	5,65
2016	23 639	-1,92
2017	24 381	3,14
2018	24 219	-0,67
2019	24 646	1,76
2020	24 896	1,02
2021	25 547	2,62
Taux de Croissance		1,6

2.4.2.1. Interprétation du tableau

L'interprétation du tableau 2.12, est représentée dans la figure suivante :

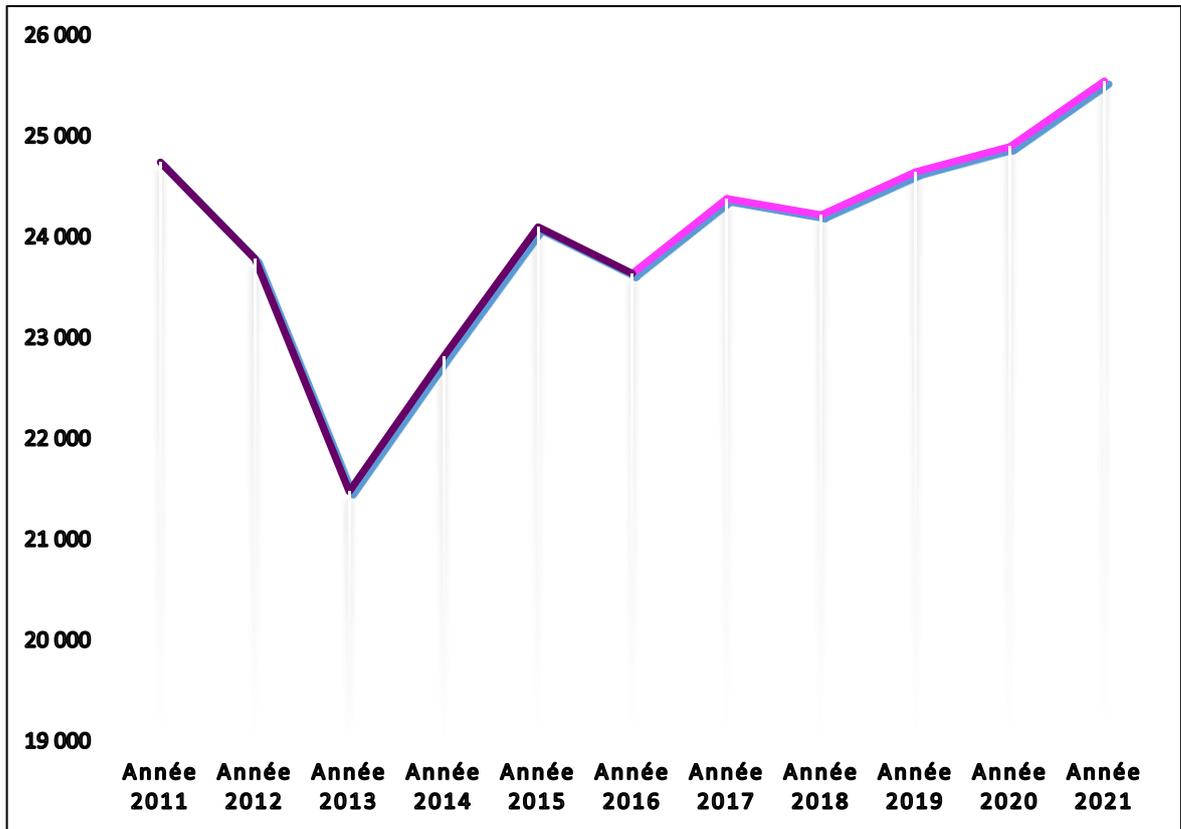


Figure 2.6: La prévision du flux de trafic.

2.5. Problématique

2.5.1. Les contraintes opérationnelles

Suite à l'analyse des statistiques des flux de trafic dans cette région, et suite à l'utilisation du schéma de circulation aérienne existant par les différents usagers de l'espace aérien, tel que les pilotes et les contrôleurs d'approches de l'aérodrome de Hassi Messaoud, il a été constaté que le schéma actuel seul tel qu'il est, présente les contraintes opérationnelles suivantes :

- La non existence de couverture RADAR dans la CTA, impose un contrôle aux procédures, qui constitue une tâche plus contraignante pour les contrôleurs en opération, en terme de gestion de conflits et de coordinations (Absence d'une image RADAR) ;
- Sachant que cet aérodrome est international et reçoit les catégories d'aéronefs A, B, C et D, qui volent à leurs tours en régime VFR et IFR, donc souvent les contrôleurs en poste se retrouvent face à un trafic hétérogène, difficile à gérer ;

- Saturation permanente des différents niveaux d'attentes du circuit actuel fixé à 8000 ft et qui regroupe les quatre catégories d'aéronefs au même circuit ;
- L'existence d'une seule attente CAT C/D au sud de la CTA, alors que le plus grand nombre de flux de trafic aérien arrive du côté nord (80%), impose un chemin plus long pour les aéronefs en vue d'atterrissage ; surtout quand le seuil 18 soit utilisé ; rajoutant à ça que la majorité des aéronefs sont de CAT A/B, à cette effet il en résulte les contraintes suivantes :
 - Un espace aérien plus dense et encombré à la verticale de l'aérodrome, difficile dans sa gestion de conflit ;
 - Une HAP de plus en plus considérable pour chaque atterrissage, consiste une charge de travail supplémentaire pour le pilote ainsi que pour le contrôleur ;
 - Des retards consécutifs et perte de temps pour les compagnies aériennes ;
 - Consommation supplémentaire de carburant par les aéronefs sur ces trajectoires assez longues, représente un impact brutal sur l'environnement ; ainsi qu'une perte économique à long terme pour les compagnies.

2.5.2. Autres contraintes

L'existent en terme de situation géographique, de phénomènes météorologique et d'infrastructure, impose les contraintes suivantes :

- L'aérodrome Krim Belkacem de Hassi Messaoud est le deuxième après celui de Houari Boumediene d'Alger en matière de densité de trafic, mais il n'est doté que d'une seule piste d'atterrissage où il est impossible de rajouter une seconde, à cause de l'existence des raffineries aux périmètres de l'aérodrome ; (Voir ANNEXE 2)
- La présence des phénomènes météorologique tel que la chaleur, le vent de sable, la pluie dance, et le brouillard causé par Oued Irara, induit un manque de visibilité et perturbe la circulation aérienne.

2.6. Conclusion

Après l'étude de l'existant de l'aérodrome de Hassi Messaoud DAUH et l'analyse des flux de trafic aérien, et suite aux contraintes opérationnelles causées par le schéma de circulation aérienne actuel, décrites au présent chapitre, il a été suggéré des solutions développées au chapitre suivant.



CHAPITRE 3

**CONCEPTION DES
PROCEDURES D'ATTENTE, DE
DEPART, D'ARRIVE ET
D'APPROCHE AUX
INSTRUMENTS**



3. CONCEPTION DES PROCEDURES D'ATTENTE, DE DEPART, D'ARRIVÉE ET D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

3.1. Introduction

Suite à ce qui a été évoqué au chapitre précédent (étude de l'existant), et en faisant une analyse de ces lacunes, nous avons apporté des solutions d'ordre pratique qui se résument en l'élaboration d'un nouveau schéma de circulation aérienne lié principalement au flux d'arriver et de départ du côté Nord de la CTA de Hassi Messaoud et qui apporte plus de fluidité au seuil 18.

Le nouveau schéma de circulation aérienne est destiné à répondre aux besoins des usagers de l'espace aérien de l'aérodrome en question tel que les Contrôleurs aériens et les pilotes. Il est conçu tout en assurant, et dans cet ordre, les principes de sécurité, de simplicité et d'économie. Cela est conforme aux critères et aux exigences réglementaires de l'autorité Algérienne et de l'OACI.

Les solutions développées ont été présentées sous forme de plusieurs scénarios pour chaque procédure d'attente, d'arrivée et de départ. Nous procédons ensuite par élimination jusqu'à arriver au schéma de circulation aérienne final le plus optimale, et le mieux adapté.

3.2. Les scénarios

3.2.1. Les scénarios développés

Les scénarios suivants ont été développés sur la base de séparations stratégiques, en essayant de garder le même principe du schéma de circulation aérienne existant (distance DME des points significatifs de départ et altitude minimale fixé d'attente), ainsi qu'on prenant en considération l'avis et les propositions des usagers de l'espace aérien de Hassi Messaoud. Cela dans le but de rapprocher les nouvelles procédures de contrôle aérien à celles utilisées actuellement afin que les usagés ne soient pas affrontés à un changement radical.

3.2.1.1. L'Attente

Les scénarios d'attente sont développés en prenant en considération leur séparation par rapport à la zone interdite d'Ouargla (DA-P60) et les départs, ces derniers sont décrits comme suite :

a) Scénario 1 :

Ajouter un nouveau circuit d'attente au nord du terrain, vu que 79% du trafic aérien arrive du côté Nord de la région de Hassi Messaoud, qui sera une attente point fixe (Radiale / distance) caractérisée par :

- **La position :** l'orientation de l'attente est fixée sur la radiale VOR la plus proche de l'axe de piste, afin d'avoir plus de fluidité au seuil 18, et à une distance DME égale ou supérieure à 10NM du point HME pour ne pas pénaliser l'espace aérien vertical aérodrome ;
- **L'altitude pression maximale :** elle est fixée à 10000 ft pour permettre d'avoir deux niveaux supplémentaires, tout en assurant la séparation stratégique de son aire de protection avec la zone interdite d'Ouargla (DA-P60) et avec les départs allants vers le nord de la CTA.

b) Scénario 2 :

Ajouter un nouveau circuit d'attente à l'Est du terrain, pour assurer une séparation stratégique totale avec la zone interdite d'Ouargla (DA-P60) et avec les départs allants vers le Nord de la CTA, qui sera une attente point fixe (Radiale / distance) caractérisée par :

- **La position :** l'orientation de l'attente est fixée sur la radiale VOR à l'Est du terrain et à une distance DME égale ou supérieure à 10NM du point HME ;
- **L'altitude pression maximale :** elle est fixée à 10000 ft.

Remarque : il a été aussi suggéré d'élaborer deux circuits d'attentes selon la catégorie d'aéronef, où il va y'avoir un circuit d'attente pour CAT A/B superposé sur celui de la CAT C/D, permettant ainsi une économie de temps et d'espace aérien, par la réduction du temps d'occupation d'un niveau d'attente au minimum possible vu que les aéronefs de CAT A/B sont plus longs, et par conséquent réduire la HAP et fluidifier les opérations de décollage et d'atterrissage sur l'aérodrome.

3.2.1.2. Les Arrivées

Les scénarios des STAR liés au nouveau point d'attente sont décrits comme suite :

a) Scénario 1 :

Les STAR de TGU et ELO du côté Nord seront intégrées directement ou avec un arc DME au circuit d'attente selon la position finale fixée pour ce dernier, et les STAR de IMN, NSL, et MNA devront passer par la verticale de la balise HME puis rejoindre le circuit d'attente en suivant la radiale qui relie entre le VOR et le point fixe de l'attente (IAF), comme il est illustré dans la figure ci-dessous:

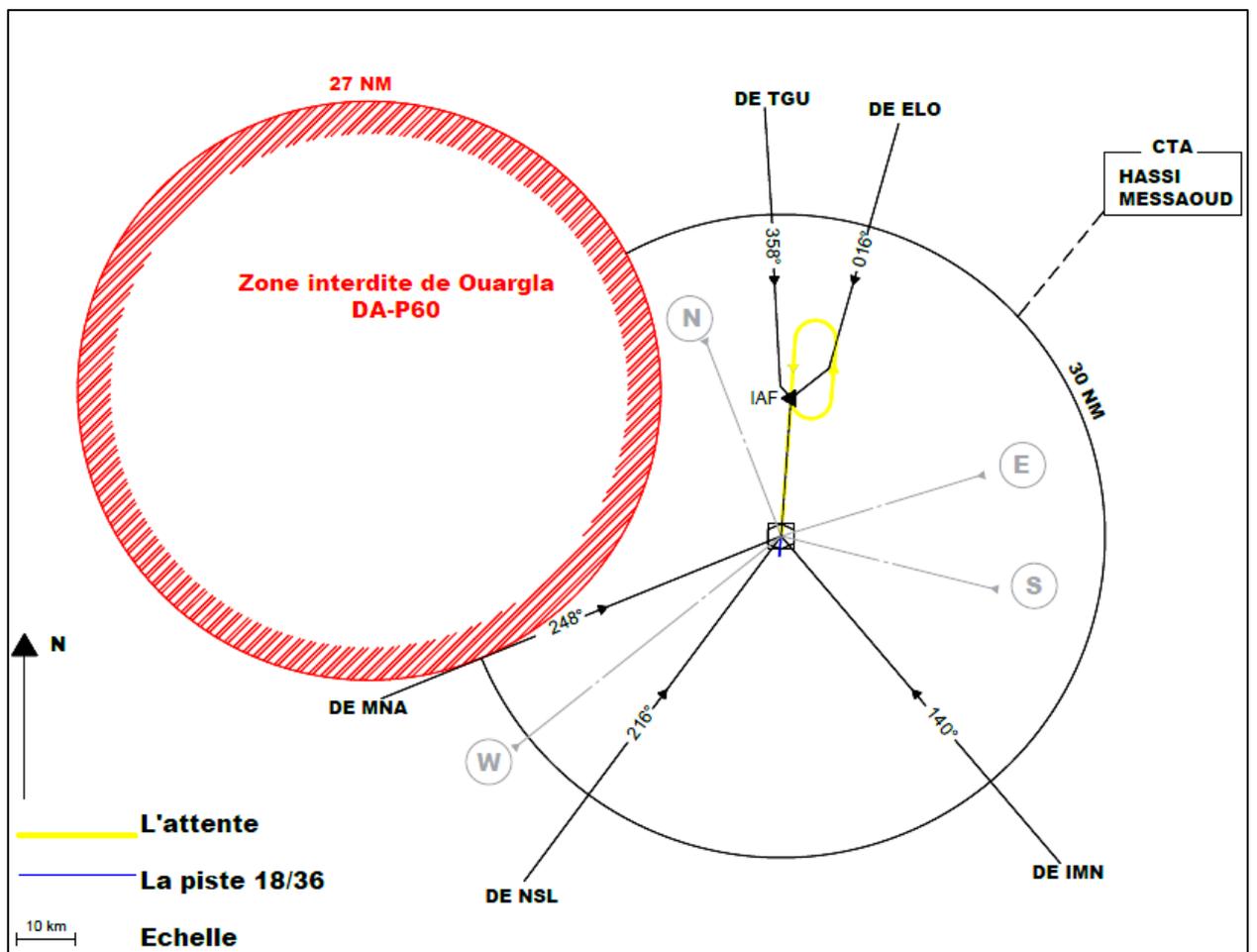


Figure 3.1 : Premier scénario des STAR et d'Attente.

b) Scénario 2 :

Les STAR de TGU, ELO, IMN, NSL, et MNA seront liées avec un arc DME au point fixe de l'attente (IAF) selon la position finale de ce dernier, comme le montre la figure suivante :

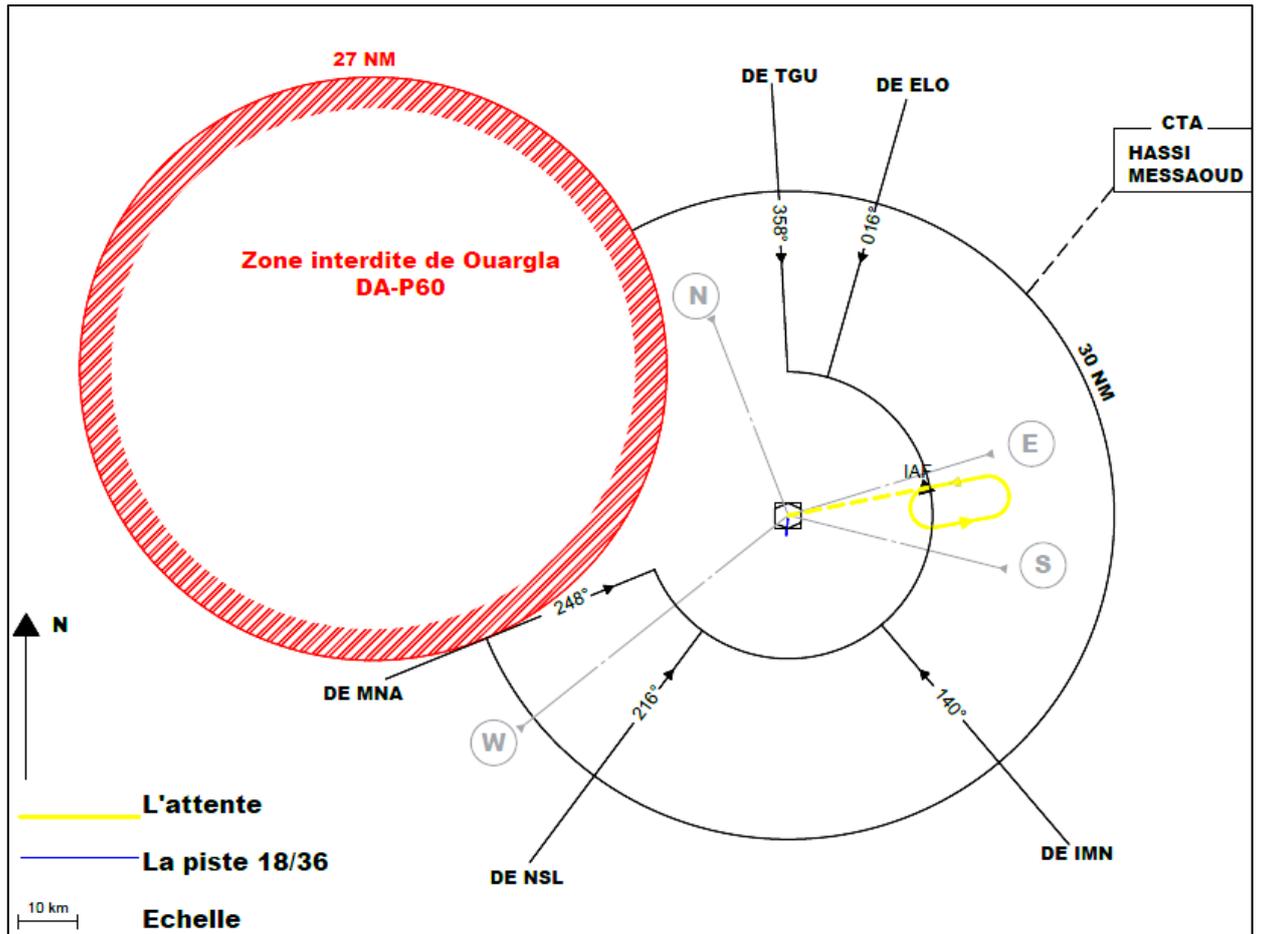


Figure 3.2 : Deuxièmes scénario STAR et attente.

3.2.1.3. Les départs

Les SID vers MNA, NSL et IMN du côté Sud seront des départs directs, tout en assurant une séparation verticale avec les STAR. Pour les SID vers TGU et ELO du côté Nord il a été développé deux scénarios décrits comme suite :

a) Scénario 1 :

Selon le scénario 1 de l'attente les SID du côté Nord seront des départs désaxés par rapport à leurs trajectoires de sortie où ils doivent suivre deux radiales différentes jusqu'à une distance spécifiée pour rejoindre les axes vers TGU et ELO, tel illustré dans la figure ci-après :

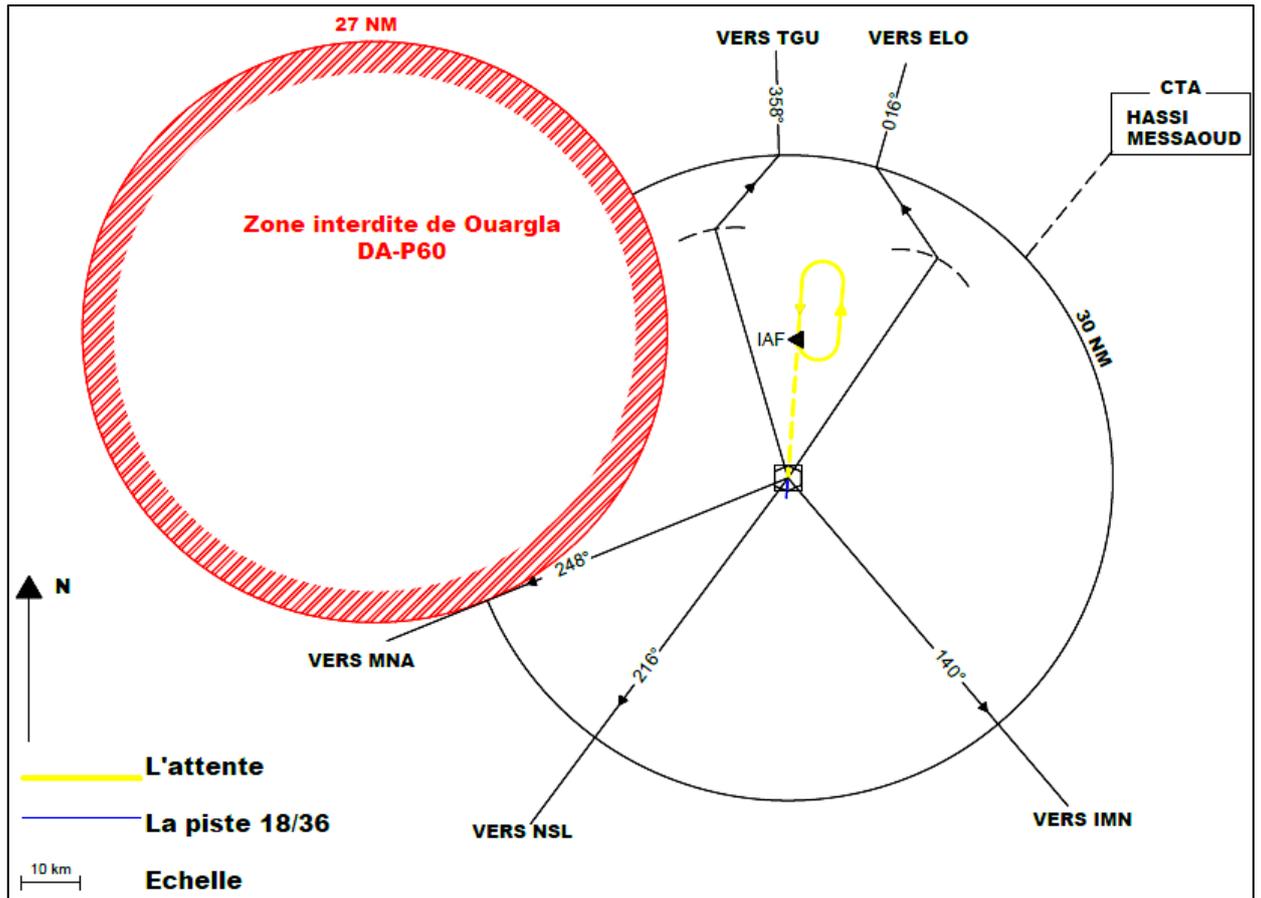


Figure 3.3 : premier scénario SID.

b) Scénario 2 :

Selon le scénario 2 de l'attente les SID du côté Nord seront des départs directs vers TGU et ELO. Comme la montre la figure ci-après :

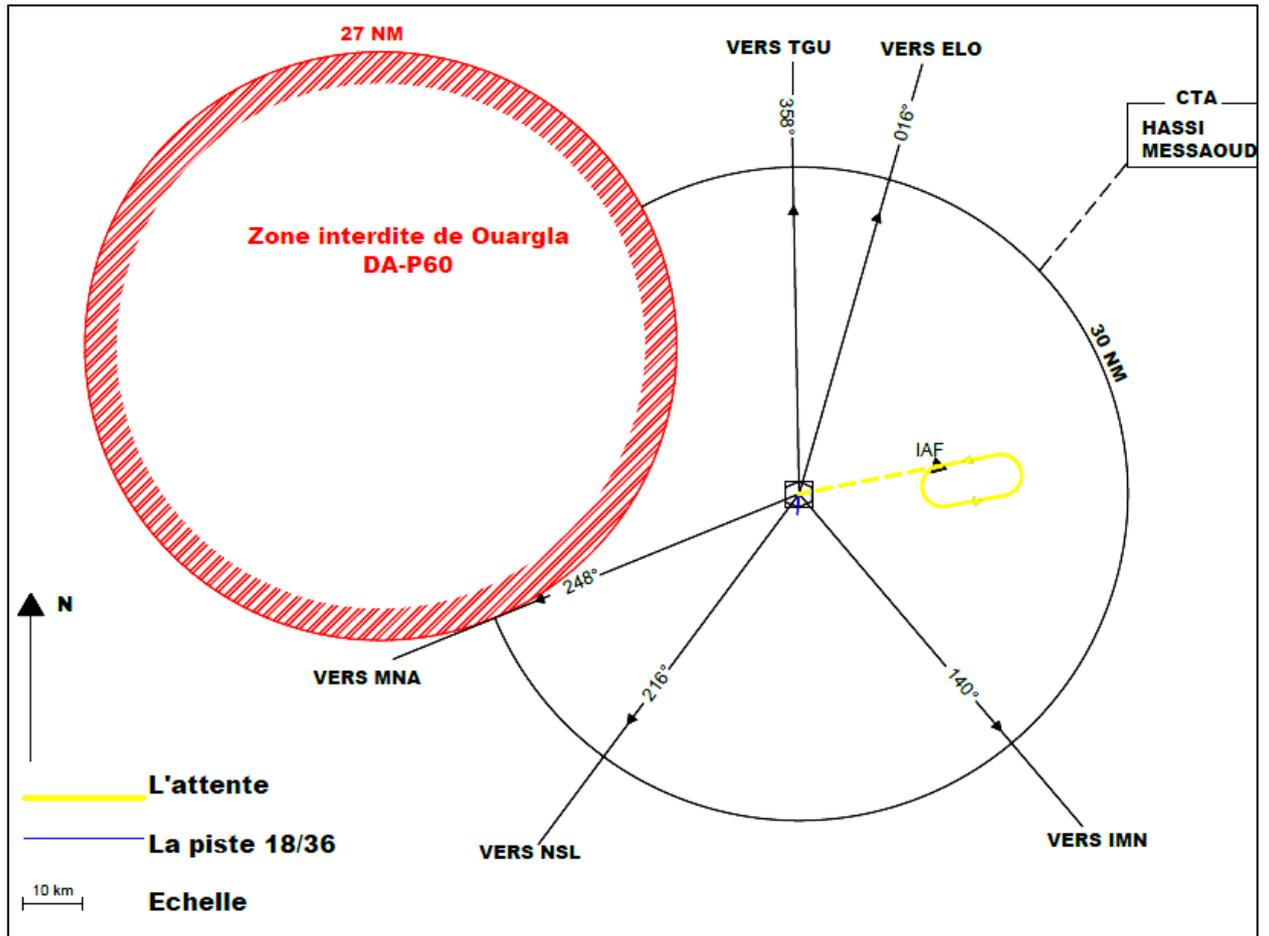


Figure 3.4 : Deuxième scénario SID.

3.2.2. Analyses des scénarios

a) Scénario 1 : les départs vers le nord de la CTA seront pénalisés car ils seront désaxés par rapport aux radiales de sortie, puisque leurs aires de protection ainsi que celles de l'attente devraient être disjointes. (Voir fig 3.1, fig 3.3 et ANNEXE 2)

b) Scénario 2 : la position de l'attente à l'Est du terrain est pénalisante d'une part car elle implique des trajectoires d'approches non alignées avec l'axe de piste, très longues, et plus complexe, ce qui impose une HAP considérable ; d'autre part car la situation d'une attente ou des trajectoires au-dessus des cheminements VFR, n'est pas favorable du point de vue contrôle. (Voir fig 3.2 et fig 3.4)

3.2.3. Les Scénarios retenus

Après analyse des propositions précédentes et discussion avec les concepteurs de procédure il a été retenu les scénarios suivant :

- ✓ Attente → scénario 1 ;
- ✓ Arrivée → scénario 1 ;
- ✓ Départ → scénario 1.

Au court de la conception, les différents scénarios peuvent être modifiés, complétés ou entièrement changés en fonction des contraintes de conception, des besoins opérationnels, et/ou de l'avis des contrôleurs d'approche et des pilotes.

3.3. Conception des procédures et étude des obstacles

L'élaboration des procédures d'attente, de départ, d'arrivée et d'approche ; a été établie en respectant les critères OACI relatifs à la conception des procédures de vol conformément au DOC 8168 volume I et II [1], DOC 9368 « Manuel de construction des procédures de vol aux instruments » [13], DOC 9365 « Manuel d'exploitation tous temps » [14] ainsi que d'autres cours des écoles et des compagnies agréées dans ce domaine, tels que les cours ENAC module 1 et 2 [2][3], et le document de la compagnie ADS « Airspace Design Solutions » [15].

La conception des procédures et leurs aires de protection associées ont été établies sur calque puis redessinée sur AutoCAD avec leurs échelles appropriées, pour une présentation meilleure, plus clair, simple et précise.

3.3.1. Les procédures d'attente

3.3.1.1. Circuit d'attente pour la catégorie C/D

Selon le scénario d'attente retenu et en prenant en considération la séparation par rapport aux départs qui vont vers le Nord de la CTA, et qui s'effectuent sur la radiale 342°HME ; la radiale de garde à la zone interdite de Ouargla (DA-P60) ; d'autant plus que cette radiale est fréquemment utilisée et fluide ; nous avons adopté deux hypothèses pour le circuit d'attente.

Ce dernier est déterminé à une intersection (ou encore appelé point fixe) :

Intersection de radiale VOR / distance DME, éloignement en distance, protégé pour une altitude maximale de 10000 ft et à une vitesse max 230 kt avec un virage à gauche vers la station.

Les deux hypothèses adoptées sont décrites comme suite :

- **Hypothèse 1** : Une attente point fixe à l'intersection de la radiale VOR la plus proche de l'axe de piste, à une distance DME égale à 10NM HME.
- **Hypothèse 2** : Une attente point fixe à l'intersection de la radiale VOR la plus proche de l'axe de piste, à une distance DME égale à 15NM HME.

(Voire fig. 3.8)

a) Gabarit d'attente :

Pour la réalisation de ces deux hypothèses le gabarit d'attente ci-dessous a été conçu avec les paramètres et les calculs suivants :

DONNEES		
	Unité SI	Unité non SI
VI	426 km/h	230 kt
Altitude	3048 m	10000 ft
T	1 min	
Température	ISA+15°C (VAR=26.8°C)	
CAT	D	

Tableau 3.1 : Calculs liés à la construction du gabarit de circuits d'attente.

Paramètres	Formules [1]	Valeurs (unité)	Echelle du dessin	Valeurs sur dessin (cm)	
K	K	1,2204	1 / 200 000		
V	$V = K \times Vi$	280,696 (Kt)			
V	$v = V/3600$	0,078 (NM/s)			
R	$R = 509,26/V$	1,814 (°/s)			
r	$r = V/(62,83 \times R)$	2,462 (NM)			
H	$h = \text{Altitude}/1000$	en milliers de pieds 10			
W	$w = 2 \times h + 47$	67 (kt)			
w'	$w' = w/3600$	0,019 (NM/s)			
E ₄₅	$E_{45} = 45w'/R$	0,462 (NM/°)			
T	$t = 60 \times T$	60s			
L	$L = v \times t$	4,678 (NM)			4,332
Ab	$ab = 5 \times v$	0,39 (NM)			0,361
Ac	$ac = 11 \times v$	0,858 (NM)			0,794
Gi1=Gi3	$Gi1 = Gi3 = (t - 5) \times v$	4,288 (NM)			3,971
Gi2=Gi4	$Gi2 = Gi4 = (t + 21) \times v$	6,316 (NM)			5,848
Wb	$Wb = 5 \times w'$	0,093 (NM)			0,086
Wc	$Wc = 11 w'$	0,205 (NM)			0,19
Wd	$Wd = Wc + E_{45}$	0,666 (NM)			0,617
We	$We = Wc + 2 E_{45}$	1,128 (NM)			1,044
Wf	$Wf = Wc + 3 E_{45}$	1,59 (NM)			1,472
Wg	$Wg = Wc + 4 E_{45}$	2,051 (NM)			1,899
Wh	$Wh = Wb + 4 E_{45}$	1,94 (NM)			1,796
Wo	$Wo = Wb + 5 E_{45}$	2,401 (NM)			2,223
Wp	$Wp = Wb + 6 E_{45}$	2,863 (NM)			2,651
Wi1=Wi3	$Wi1 = Wi3 = (t + 6)w + 4 E_{45}$	3,075 (NM)			2,847
Wi2=Wi4	$Wi2 = Wi4 = Wi1 + 14w'$	3,335 (NM)			3,089
Wj	$Wj = Wi2 + E_{45}$	3,797 (NM)			3,516
Wk=Wl	$Wk = Wl = Wi2 + 2 E_{45}$	4,259 (NM)			3,943
Wm	$Wm = Wi2 + 3 E_{45}$	4,72 (NM)			4,371
Wn3	$Wn3 = Wi1 + 4 E_{45}$	4,921 (NM)			4,557
Wn4	$Wn4 = Wi2 + 4 E_{45}$	5,182 (NM)	4,798		
Xe	$Xe = 2r + (t + 15) \times v + (t + 26 + 195/R) \times w'$	14,374 (NM)	13,31		
Ye	$Ye = 11 v \times \text{Cos}20 + r \times (1 + \text{Sin}20) + (t + 15) v \times \text{Tg}5 + (t + 26 + 125/R)w'$	7,505 (NM)	6,95		

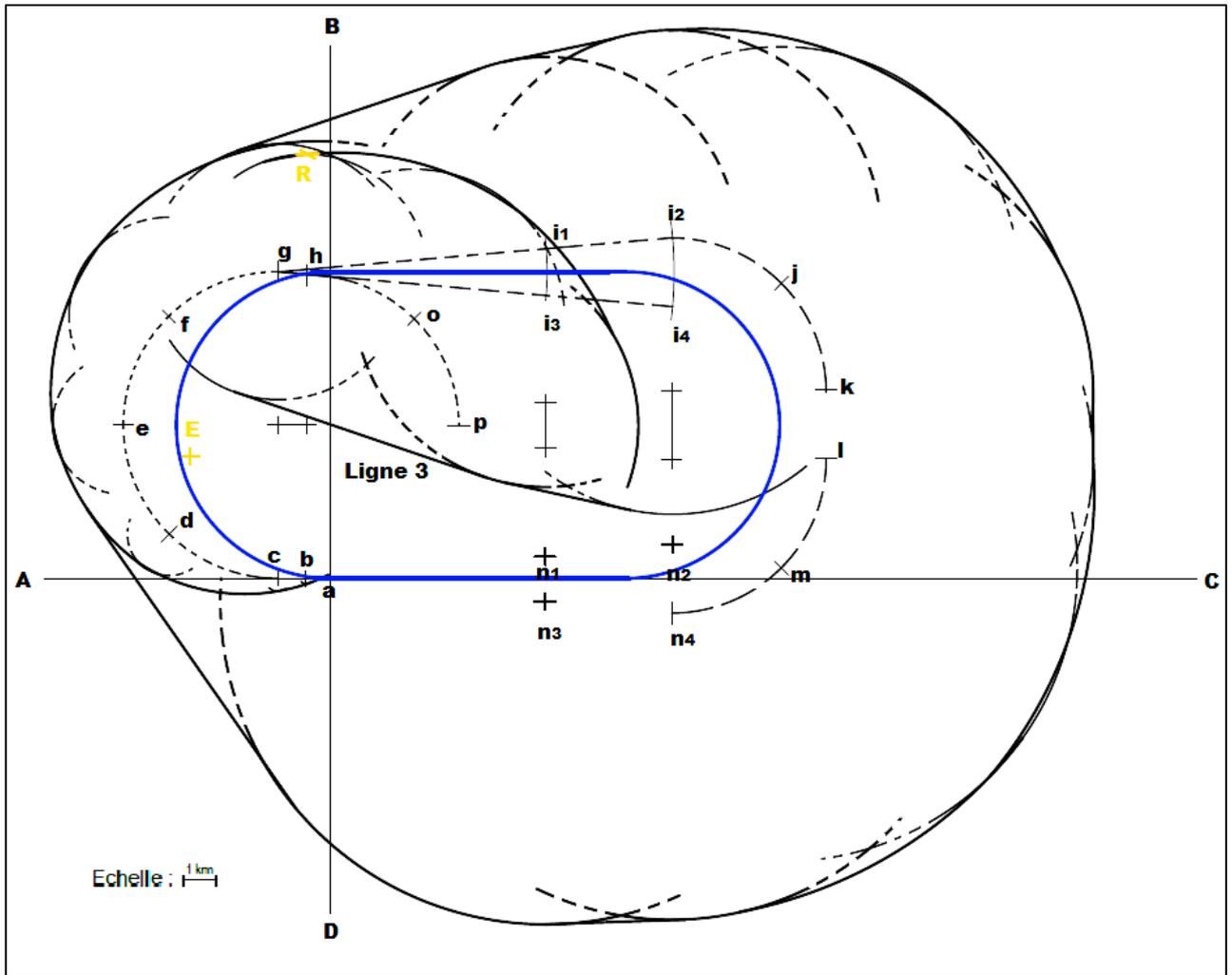


Figure 3.5 : Gabarit de circuit d'attente pour CAT C/D.

b) Construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondante :

L'aire de base et l'aire d'entrée correspondante à chaque hypothèse ont été conçues avec les paramètres et les calculs suivants, qui sont présentées ci-après :

- **Hypothèse 1 :**

Tableau 3.2 : Calculs liés à la construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondantes au circuit d'attente CAT C/D à 10 NM HME.

Paramètres et formules [1]	Signification	Valeurs (NM)	Echelle du dessin	Valeurs sur dessin (cm)
D	la distance nominale	10	1 / 200 000	9.26
ds	la distance en éloignement	5		4.63
$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$	la distance horizontale	9.864		9.13
$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}$	la distance limite d'éloignement	16		14.81
$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$	la distance limite horizontale d'éloignement	15.915		14.73
$d1 = 0,25 + 0,0125 D$	tolérances DME correspondant à D	0.375		0.694
$d2 = 0,25 + 0,0125 DL$	tolérances DME correspondant à DL	0.450		0.833
$D1 = Ds - d1$	--	9.489		8.78
$D2 = Ds + d1$	--	10.239		9.48
$DL1 = DLs - d2$	--	15.465		14.32
$DL2 = DLs + d2$	--	16.365		15.15
$C2 = (d1 + d2 - 1) \text{ de } C'3.$	--	-0.175		-0.162
α	tolérance pour un VOR de ralliement	$\pm 5.2^\circ$		

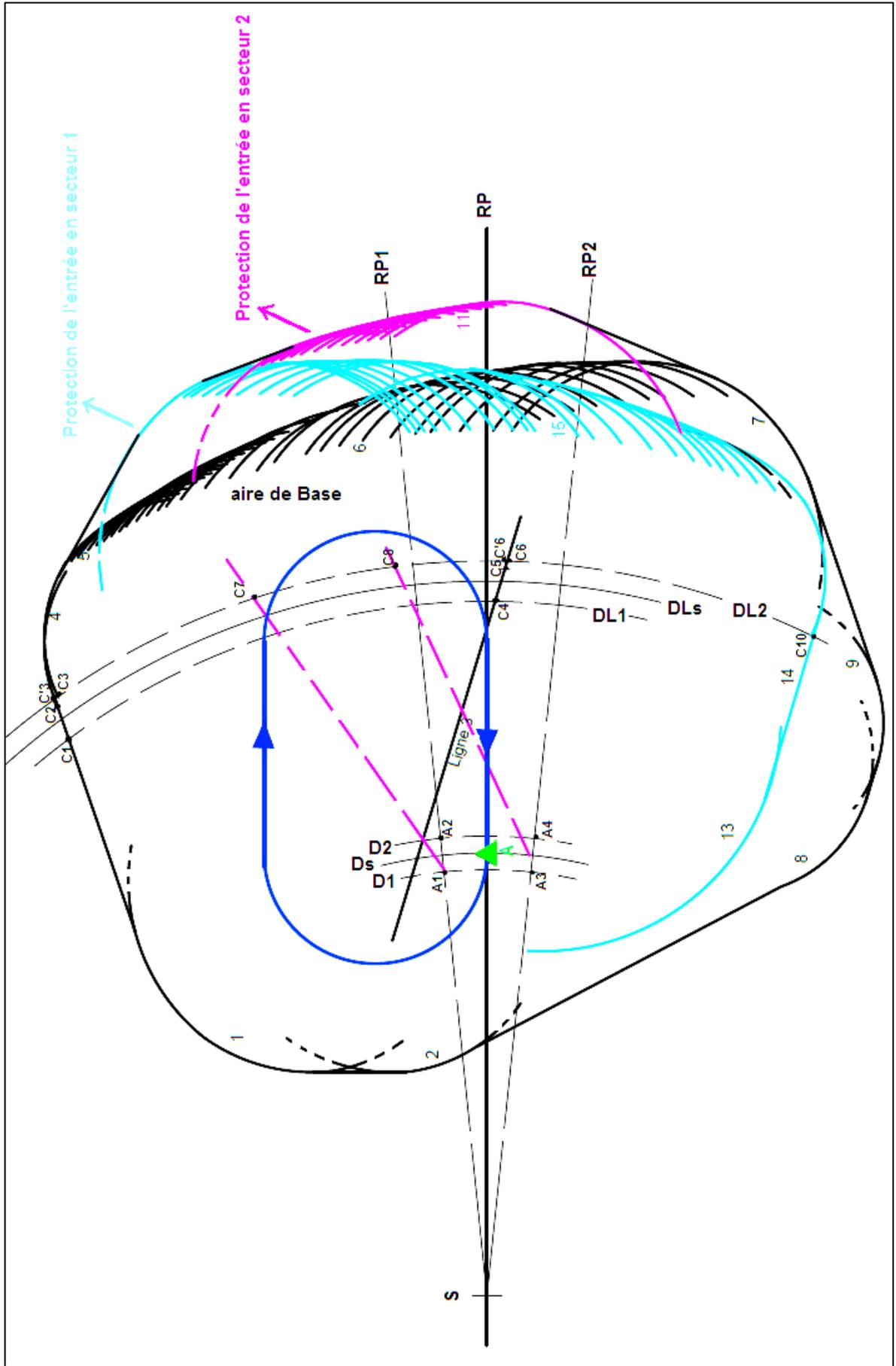


Figure 3.6 : Aire de base et aire d'entrée correspondante au circuit CAT C/D à 10 NM HME.

- **Hypothèse 2 :**

Tableau 3.3 : Calculs liés à la construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondant au circuit d'attente CAT C/D à 15 NM HME.

Paramètres et formules [1]	Signification	Valeurs (NM)	Echelle du dessin	Valeur sur dessin (cm)
D	La distance nominale	15	1 / 200 000	13.89
ds	la distance en éloignement	5		4.63
$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$	la distance horizontale	14.909		13.80
$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 - 4r^2 + 0,027 hl^2}$	la distance limite d'éloignement	21		19.44
$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$	la distance limite horizontale d'éloignement	20.93		19.38
$d1 = 0,25 + 0,0125 D$	tolérances DME correspondant à D	0.4375		0.40
$d2 = 0,25 + 0,0125 DL$	tolérances DME correspondant à DL	0.5125		0.47
$D1 = Ds - d1$	--	14.47		13.40
$D2 = Ds + d1$	--	15.34		14.21
$DL1 = DLs - d2$	--	20.41		18.90
$DL2 = DLs + d2$	--	21.44		19.85
$C2 = (d1 + d2 - 1)$ de C'3.	--	-0.05		-0.046
α	tolérance pour un VOR de ralliement	$\pm 5.2^\circ$		

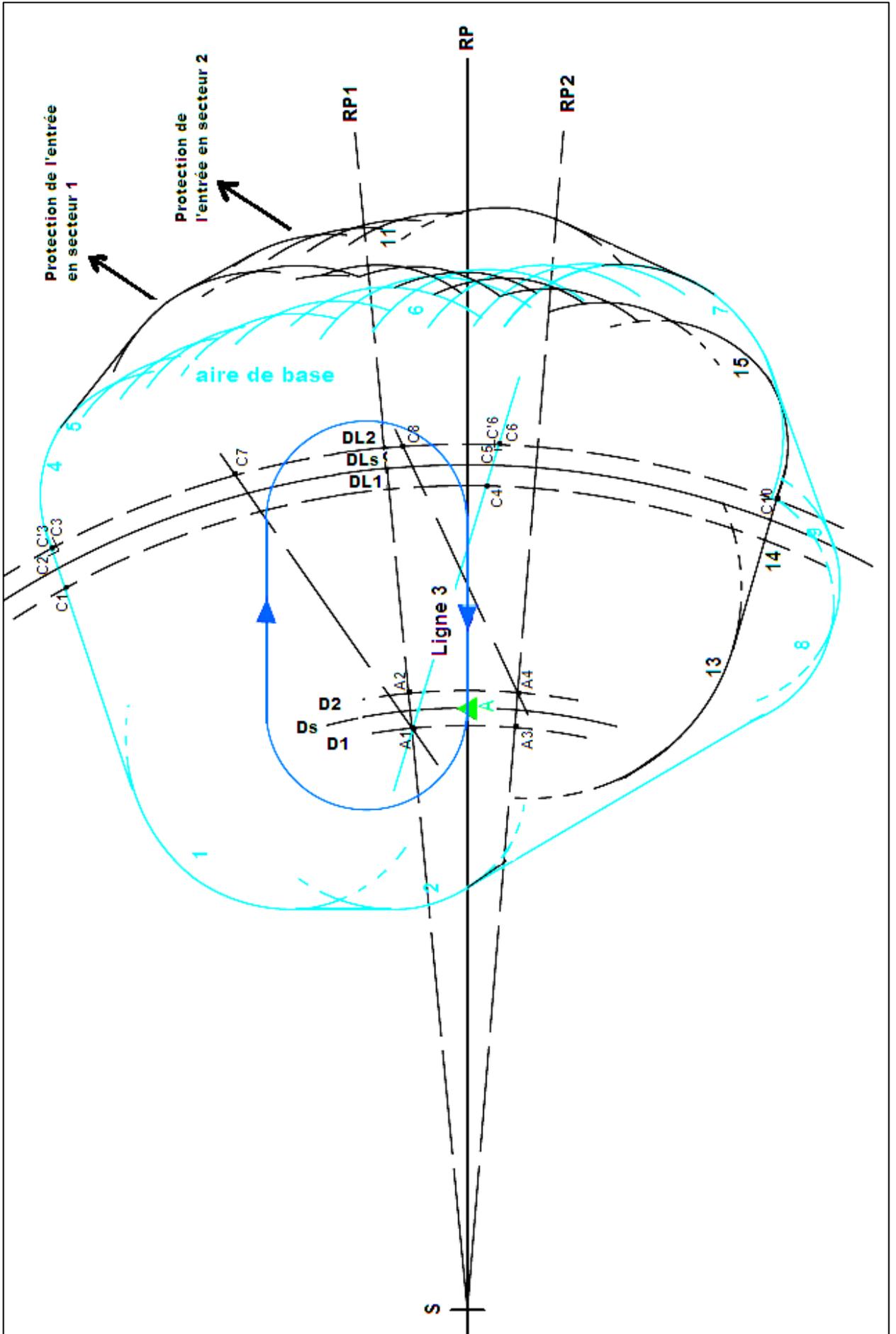


Figure 3.7 : Aire de base et aire d'entrée correspondantes au circuit d'attente CAT C/D à 15 NM HME.

c) Circuit d'attente retenu :

Tel illustré dans la figure ci-dessous, le circuit d'attente à 15 NM / RDL 020°HME représente un avantage opérationnel meilleur que le circuit d'attente à 10NM / RDL 032° HME. En effet la radiale 020° est plus proche de la radiale 004° de l'axe de piste. Donc l'hypothèse 2 est retenue.

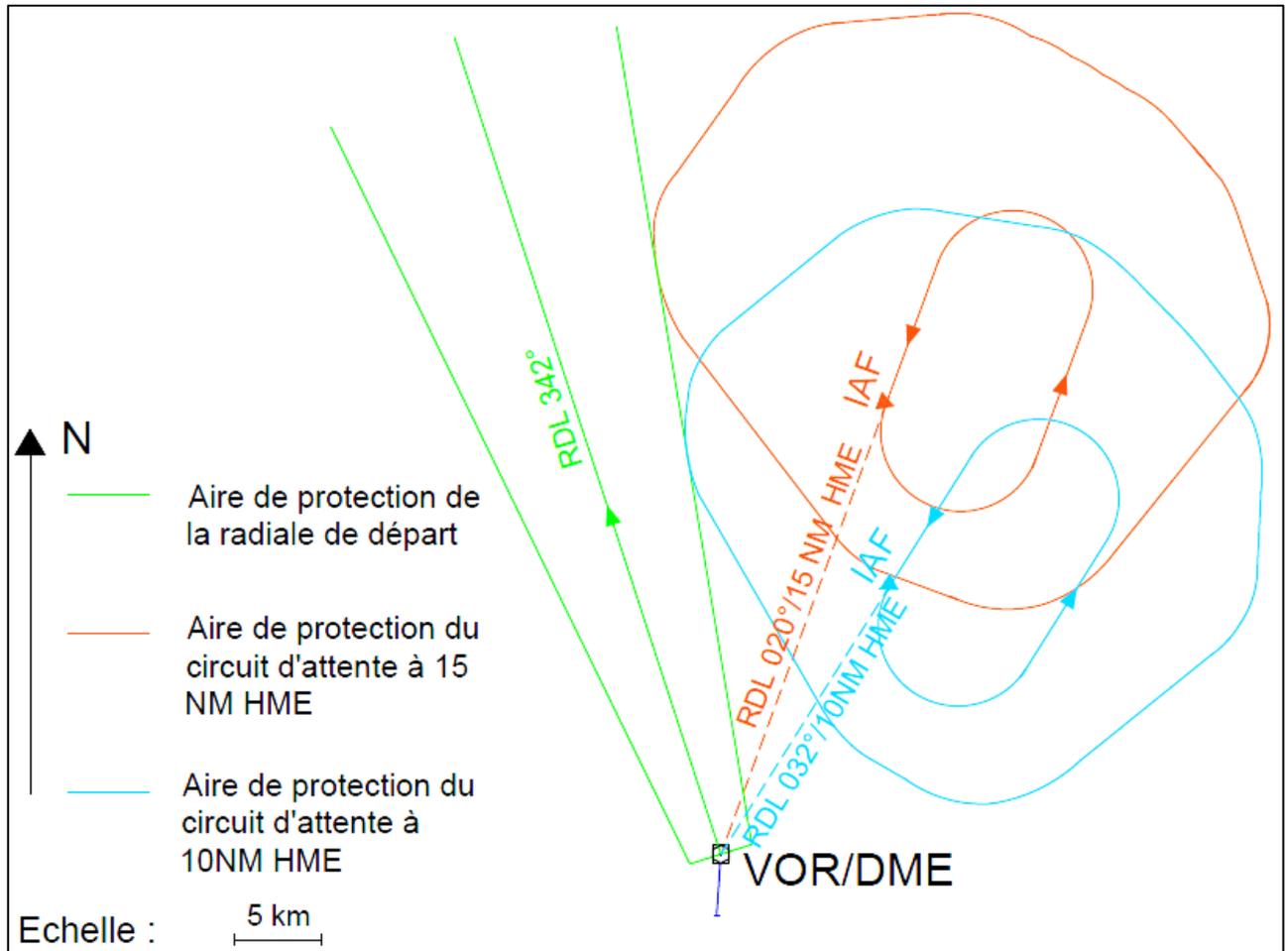


Figure 3.8 : Les hypothèses du circuit d'attente.

c).1. Les radiales de gardes du circuit d'attente :

Tel illustré dans la figure ci-après, les radiales de gardes au circuit d'attente retenu sont : La radiale 342°HME à l'Ouest, et La radiale 065°HME à l'Est de l'attente.

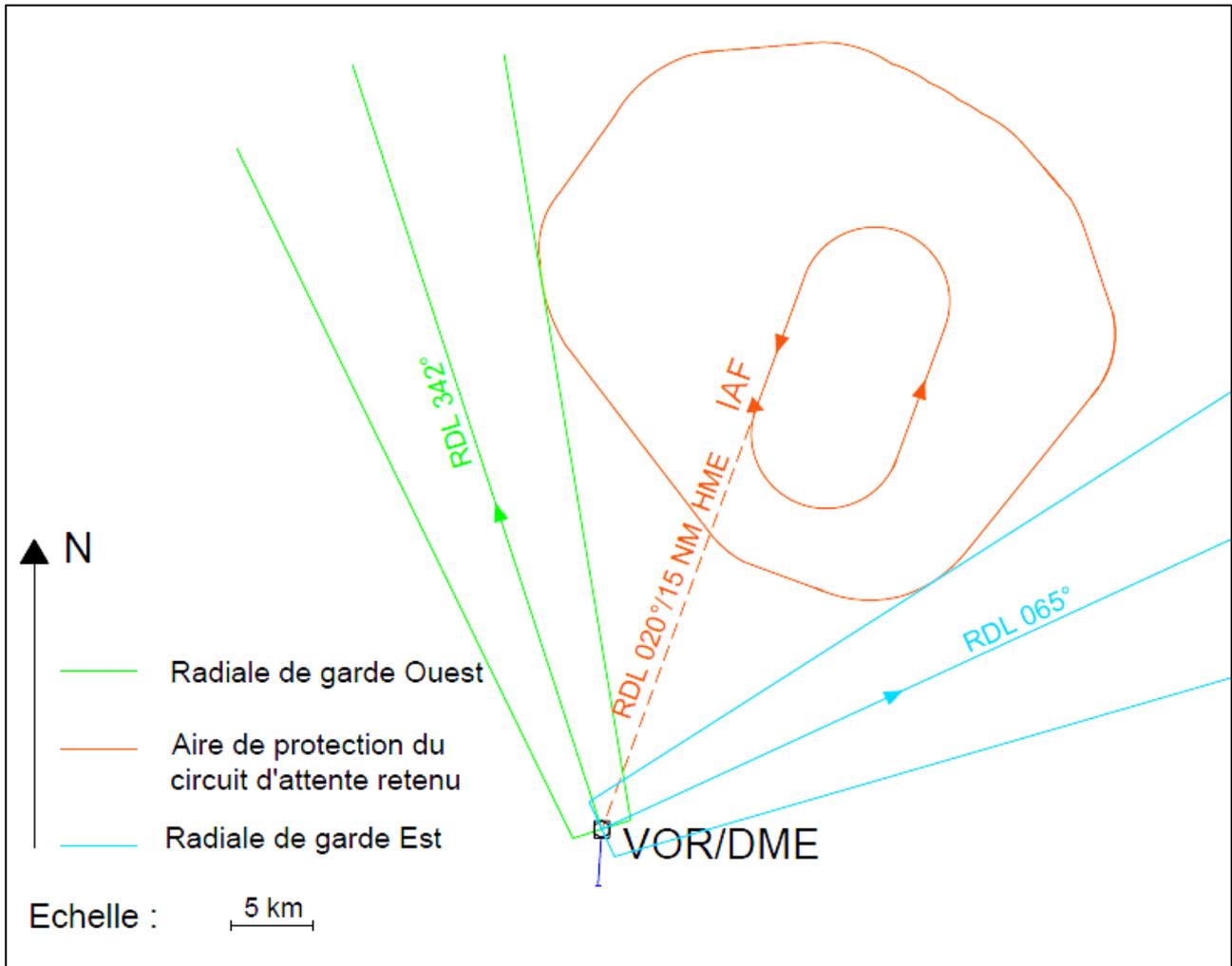


Figure 3.9 : Les radiales de gardes du circuit d'attente.

c).2. La détermination de l'altitude minimale d'attente :

Les obstacles relevés pour déterminer l'altitude minimale propre à l'attente sont présentés dans la figure ci-après :

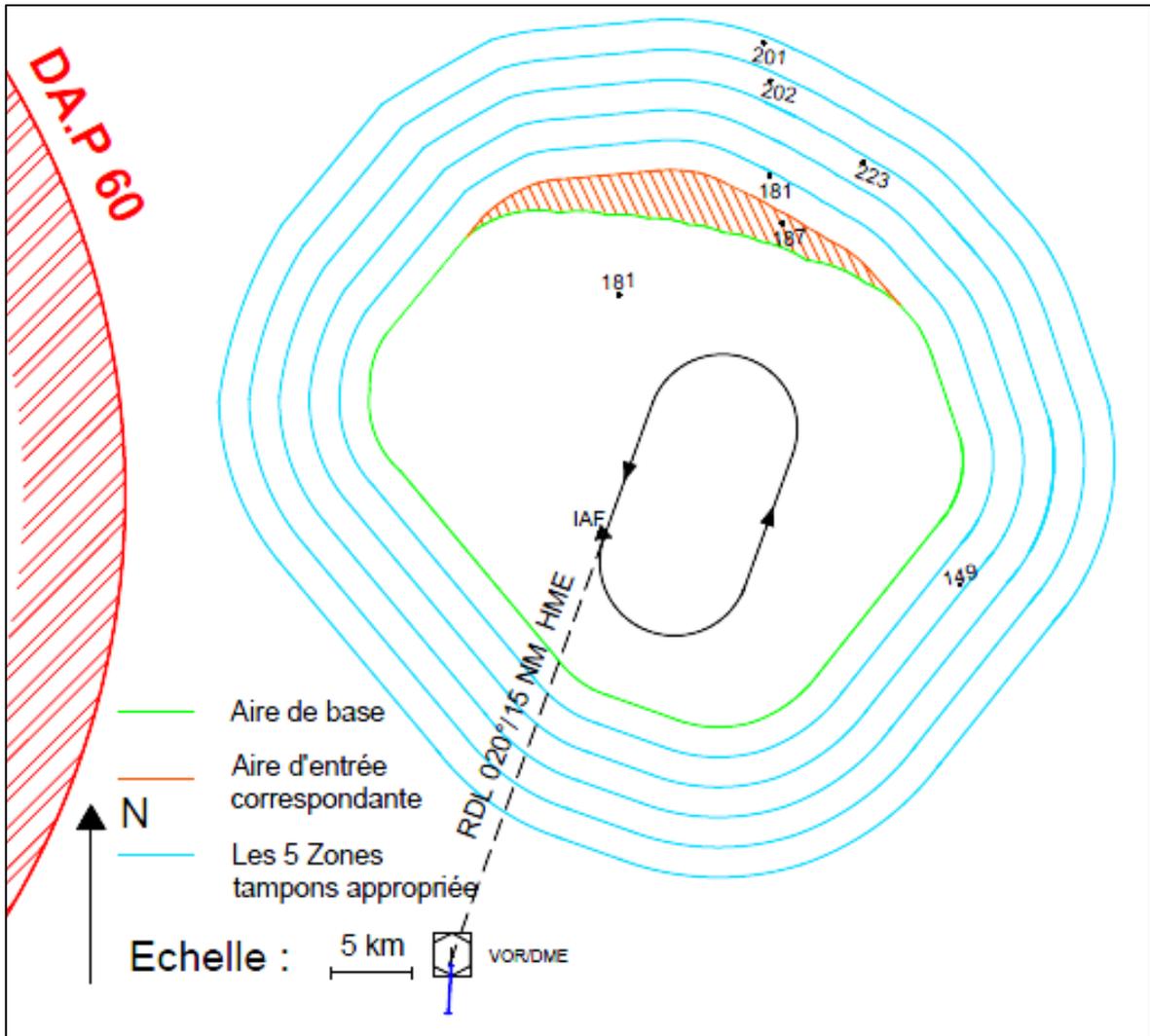


Figure 3.10 : Aire de protection de l'attente et les obstacles déterminants.

Les calculs effectués pour déterminer l'altitude minimale d'attente sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.4. Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale d'attente.

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m) [4]	MFO (m) [1]	Calcul (m)
Aire de base	181	15	300	496
Aire d'entée	187	15	300	502
Zone tampons 1	181	15	300	496
Zone tampons 2	149	15	150	314
Zone tampons 3	223	15	120	358
Zone tampons 4	202	15	90	307
Zone tampons 5	201	15	60	276

Note (1) : Dans ce chapitre la majoration de 15m apportée 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 [4]. Après calcul, la valeur trouvée est arrondie au multiple de 50 m (100 ft) par excès excepté les segments d'approches, final et l'interrompu avec une valeur de 5 m (10 ft) [1].

$$\text{Alt}_{\min(\text{calculé})} = \max[500 ; 550 ; 500 ; 350 ; 400 ; 350 ; 300] \text{ m}$$

Donc : Altitude minimale d'attente_(calculé) = 550 m (1900 ft).

Pour des raisons d'exploitations et en tenant en considération les pentes des différents segments d'approches, l'altitude minimale de sécurité sera fixée à 1050 m (3500ft). (Voir fig 3.29)

$$\text{Altitude minimale d'attente}_{(\text{fixé})} = 1050 \text{ m (3500 ft)}.$$

3.3.1.2. Circuit d'attente pour la catégorie A/B

Nous avons élaboré un circuit d'attente pour les catégories A et B, et cela en suivant les mêmes étapes de conception précédentes (§ 3.3.1.1). Ce circuit est, caractérisé par une distance en éloignement (ds) de 3.5 NM, protégé pour une altitude maximale de 10000 ft et à une vitesse maximale 170 kt, superposé sur le circuit d'attente pour CAT C/D (Le même point d'attente IAF), et qui ont la même altitude minimale de sécurité.

La conception du circuit d'attente pour les catégories A/B et ses aires de protection associées, est établie à partir du gabarit suivant :

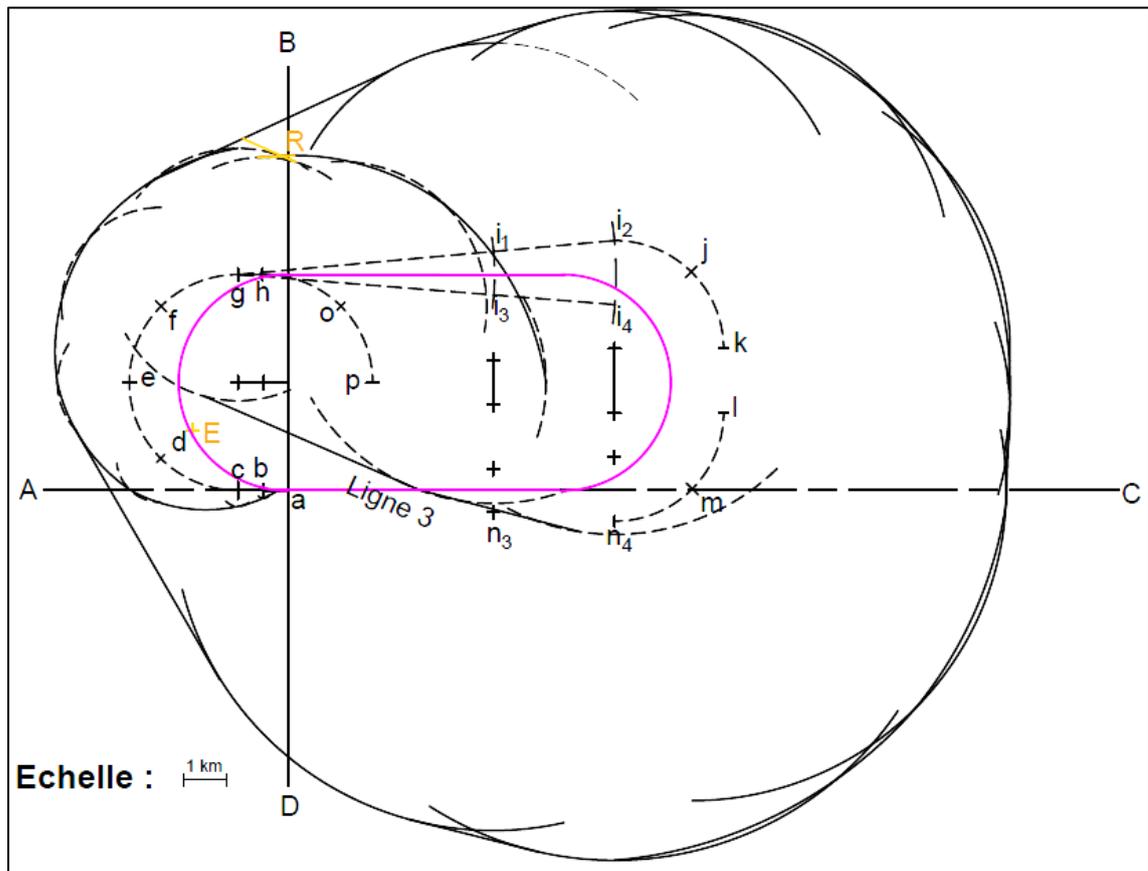


Figure 3.11 : Gabarit de circuit d'attente en hippodrome pour CAT A/B.

3.3.2. Les procédures de départs normalisés aux instruments

Les départs ont été fixés comme suit :

- Les départs vers le Sud IMN, NSL et MNA sur leurs trajectoires de sortie directe, radiale 140° HME, 216° HME et 248° HME respectivement ;
- Les départs vers le Nord TGU et ELO doivent suivre la radiale 342°HME. Ensuite les aéronefs seront orientés vers leurs trajectoires de sortie, radiale 358°HME et 016°HME respectivement, à travers un virage effectué à un point tournant (TP) à une distance de 24NM HME.

Selon ce dernier scénario retenu, tous les départs vont être conçus avec virage car les trajectoires initiales des SID font un angle supérieur à 15° avec le prolongement de l'axe de piste [1]. La protection de ces virages est élaborée par rapport à une hauteur minimale de 120 m (400ft) ; des virages à TNA/H ; pour assurer le dégagement de l'axe de piste le plus rapidement possible. La protection de ces derniers (aire de mise en virage + aire de virage) va être conçue avec les paramètres et les calculs suivants :

DONNEES		
	Unité SI	Unité non SI
Altitude / Hauteur	260 / 120 m	860 / 400 ft
Vent	55.5 km/h	30 kt
Angle d'inclinaison latéral	15°	
Pente de calcul	3.3 %	
Température	ISA+15°C (VAR=26.8°C)	
CAT	D	

Tableau 3.5 : Calculs liés à la construction des virages et leurs protections.

Paramètres et équations [1]	signification	Valeurs pour protection maximal (unité)	Valeurs pour protection proche de la réalité (unité)
VI	Vitesse indiqué	291.5 (kt)	190 (kt)
$VV = k \times VI$	Vitesse vrai	309 (NM)	200 (NM)
$c = (Vv + 30)6/3600$	---	0.565 (NM)	0.383 (NM)
$R = 3431 \times \tan\alpha/\pi \times Vv$	Vitesse angulaire	0.946 (°/s)	1.463 (°/s)
$r = Vv/20 \times \pi \times R$	Rayon du virage	5.2 (NM)	2.175 (NM)
$E = (\theta/R) \times (w/3600)$	Effet du vent	0.79 (NM)	0.512 (NM)
$\sqrt{r^2 + E^2}$		5.258 (NM)	2.234 (NM)
$r + E$		5.989 (NM)	2.687 (NM)
$r + 2E$		6.779 (NM)	3.2 (NM)

Remarque : l'aire de protection du virage sera basée sur la méthode de cercle limitatif, et certains départs vont être protégés pour une vitesse inférieure à la valeur maximale ; plus proche de la réalité ; afin de pouvoir respecter les contraintes de conception relatives à la trajectoire à l'estime, prescrite au DOC 8168.

L'aire de mise en virage est la même pour chaque départ et cette aire est illustrée en traits vert sur la figure suivante :

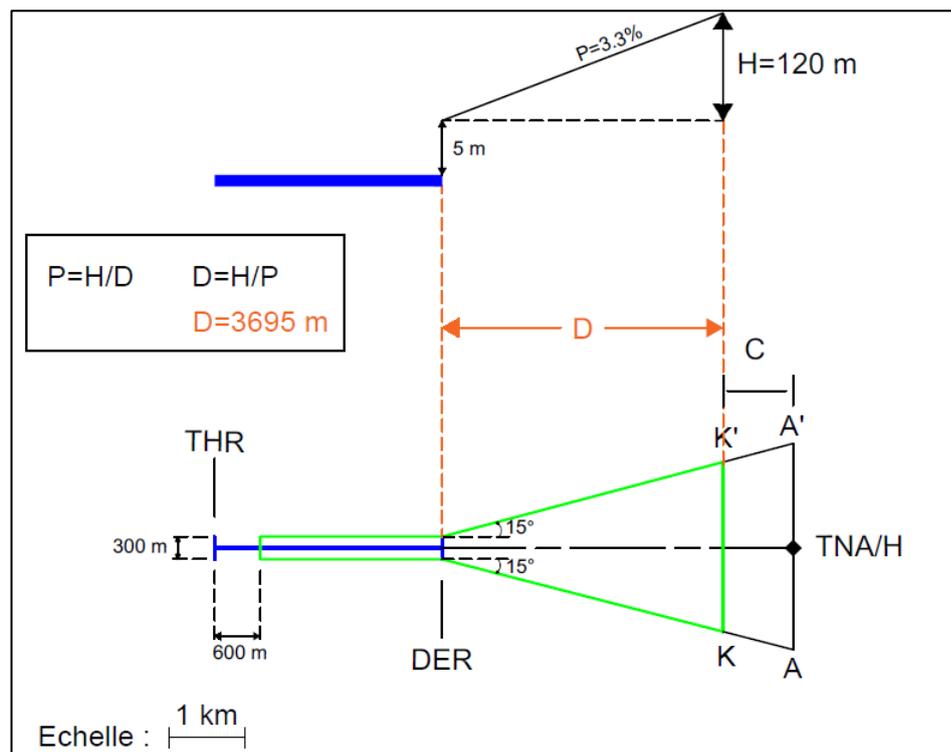


Figure 3.12 : Aire de mise en virage.

Et enfin, pour valider les trajectoires de départs indiqués, l'aéronef doit survoler tous les obstacles qui se trouvent à l'intérieur de l'aire de protection de ces derniers, et pour cela une étude et un traitement des obstacles sont établis. Uniquement les obstacles significatifs sur cette aire (aire de mise en virage + aire de virage) seront pris en considération. Les équations appropriées à chaque aire sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 3.6 : Les équations liées au traitement d'obstacles aux départs.

Étude et traitement d'obstacle		Équations [1]	MFO
Aire de mise en virage		$5m + (D_{Obs-DER} \times P) \geq H_{Obs} + MFO$	$MFO = 0.8\% \times D_{Obs-DER}$
Aire de virage	Obstacles situés avant la ligne KK'	$5m + [(dr + do) \times P] \geq H_{Obs} + MFO$	$MFO(\max\{(dr^* + do) \times 0.8\%; 90m\})$
	Obstacles situés après la ligne KK'		$MFO(\max\{(dr + do) \times 0.8\%; 90m\})$

$D_{Obs-DER}$: La distance horizontale depuis l'obstacle jusqu'à la DER,

H_{Obs} : La hauteur de l'obstacle,

P : La pente de calcul (3.3%),

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

dr : La distance horizontale depuis la ligne KK' jusqu'à la DER,

dr^* : La distance horizontale mesurée le long de la trajectoire de départ qui correspond au point où la distance do est mesurée.

3.3.2.1. Départ vers TGU (SID 1)

Après décollage l'aéronef doit intercepter et suivre RDL342°HME jusqu'à 24 NM HME, puis suivre RM 052° pour enfin rejoindre RDL 358° HME vers TGU.

Le SID 1 est conçu comme illustré ci-après :

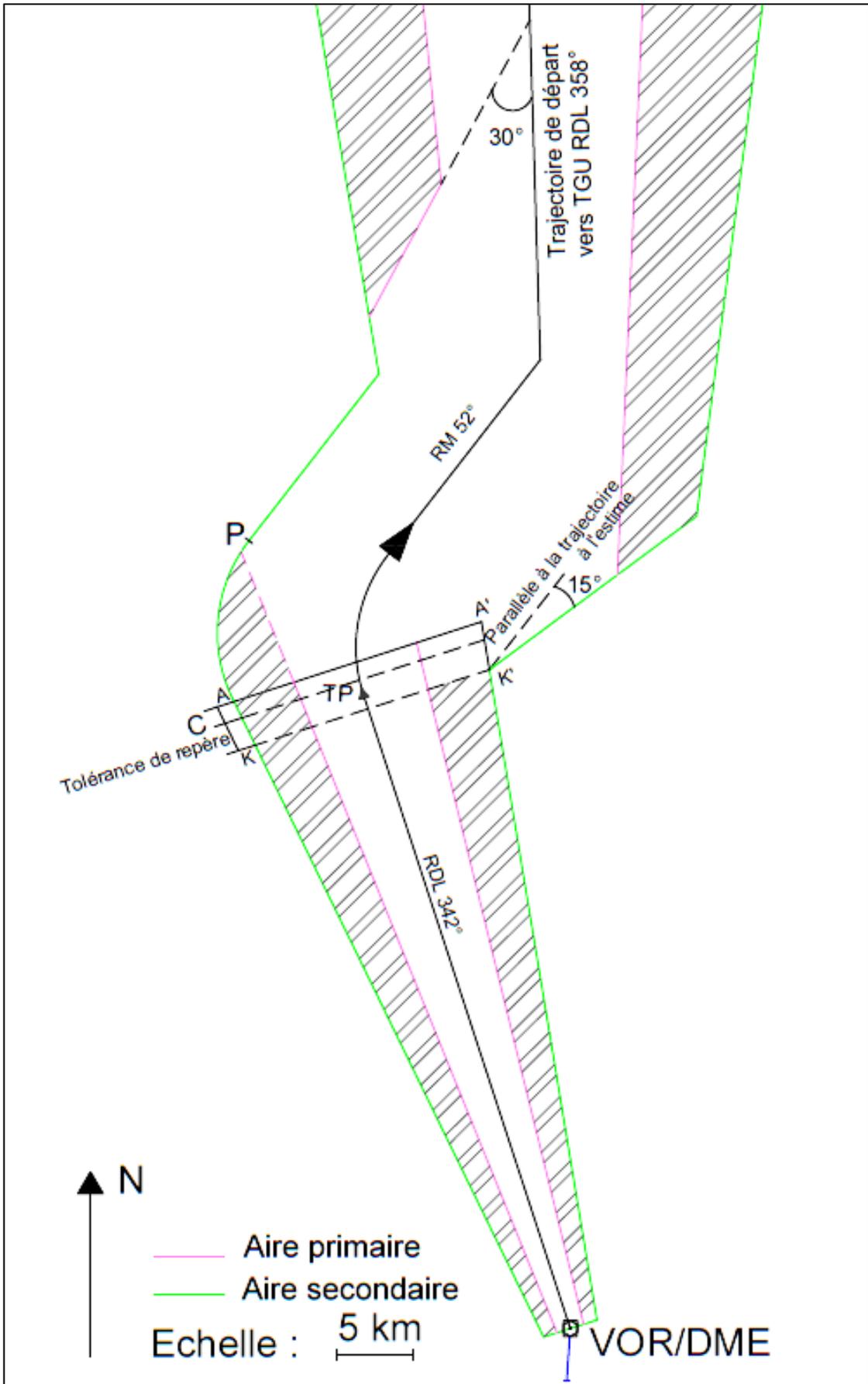


Figure 3.13 : Départ vers TGU.

a) RWY 36 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont représentées dans la figure et le tableau suivant :

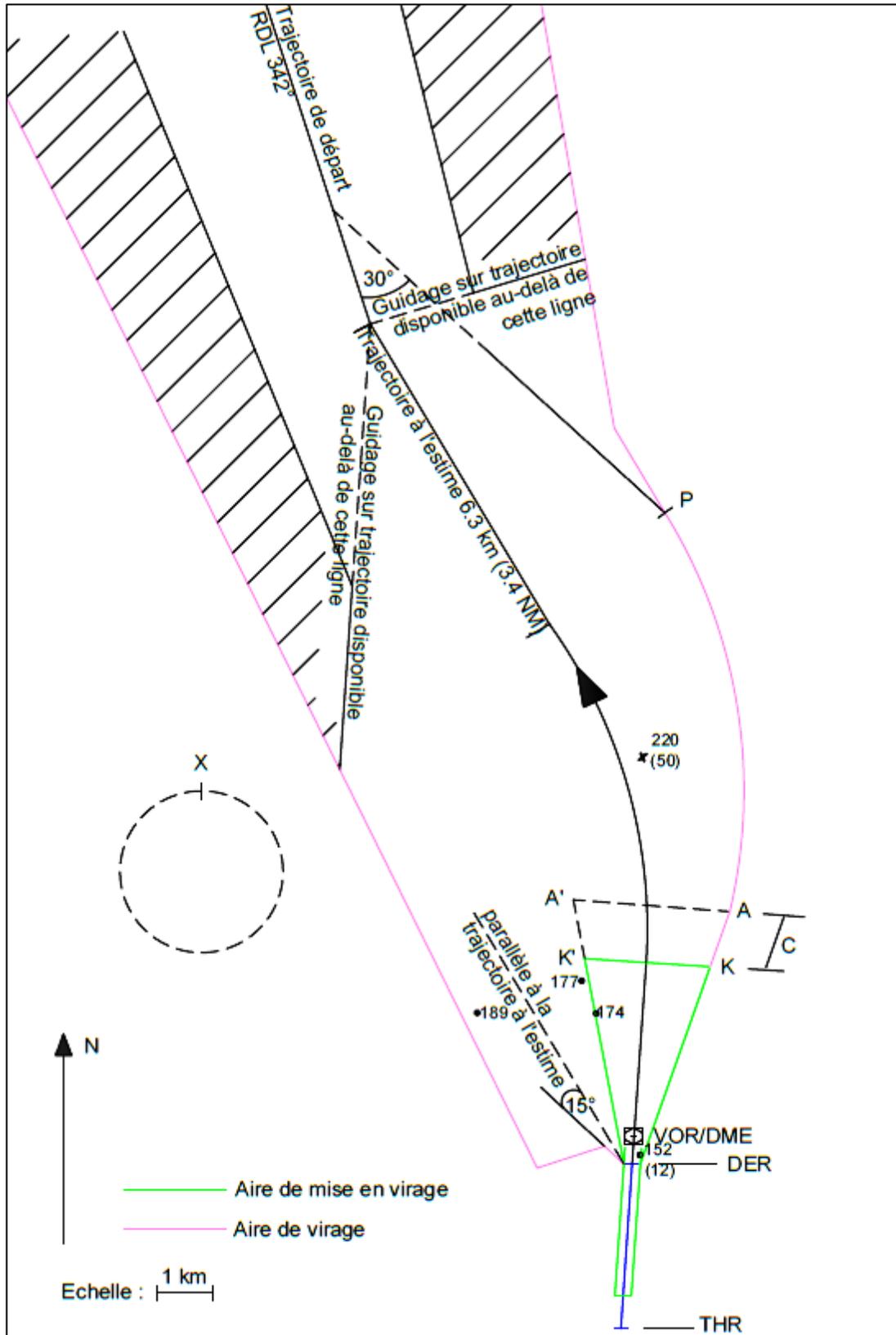


Figure 3.14 : Départ vers RDL 342° RWY 36.

Tableau 3.7 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 342° RWY 36.

Étude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résultat (m)	
Aire de mise en virage	152 (12)	$0.8\% \times 166.7$	$139 + 5 + (166.7 \times 3.3\%) \geq 152 + 1.33$	$149.5 \geq 153.33$	✗
	149 (9)	$0.8\% \times 505$	$139 + 5 + (505 \times 3.3\%) \geq 149 + 4.04$	$160.66 \geq 153.04$	✓
	174	$0.8\% \times 2815.04$	$139 + 5 + (2815.04 \times 3.3\%) \geq 174 + 22.52$	$236.89 \geq 196.52$	✓
Aire de virage Obstacles situés avant la ligne KK'	177	$\max\{(3326.19 + 130.8) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 130.8) \times 3.3\%] \geq 177 + 90$	$270.25 \geq 267$	✓
	189	$\max\{(3141.88 + 2101.44) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 2101.44) \times 3.3\%] \geq 189 + 90$	$335.28 \geq 279$	✓
Aire de virage Obstacles situés après la ligne KK'	220 (50)	$\max\{(3695 + 3704) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 3704) \times 3.3\%] \geq 220 + 90$	$389.16 \geq 310$	✓

b) RWY 18 :

Pour ce départ il a été proposé deux hypothèses :

• **Hypothèse 1 (virage à gauche):**

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont illustrées dans la figure et le tableau suivants :

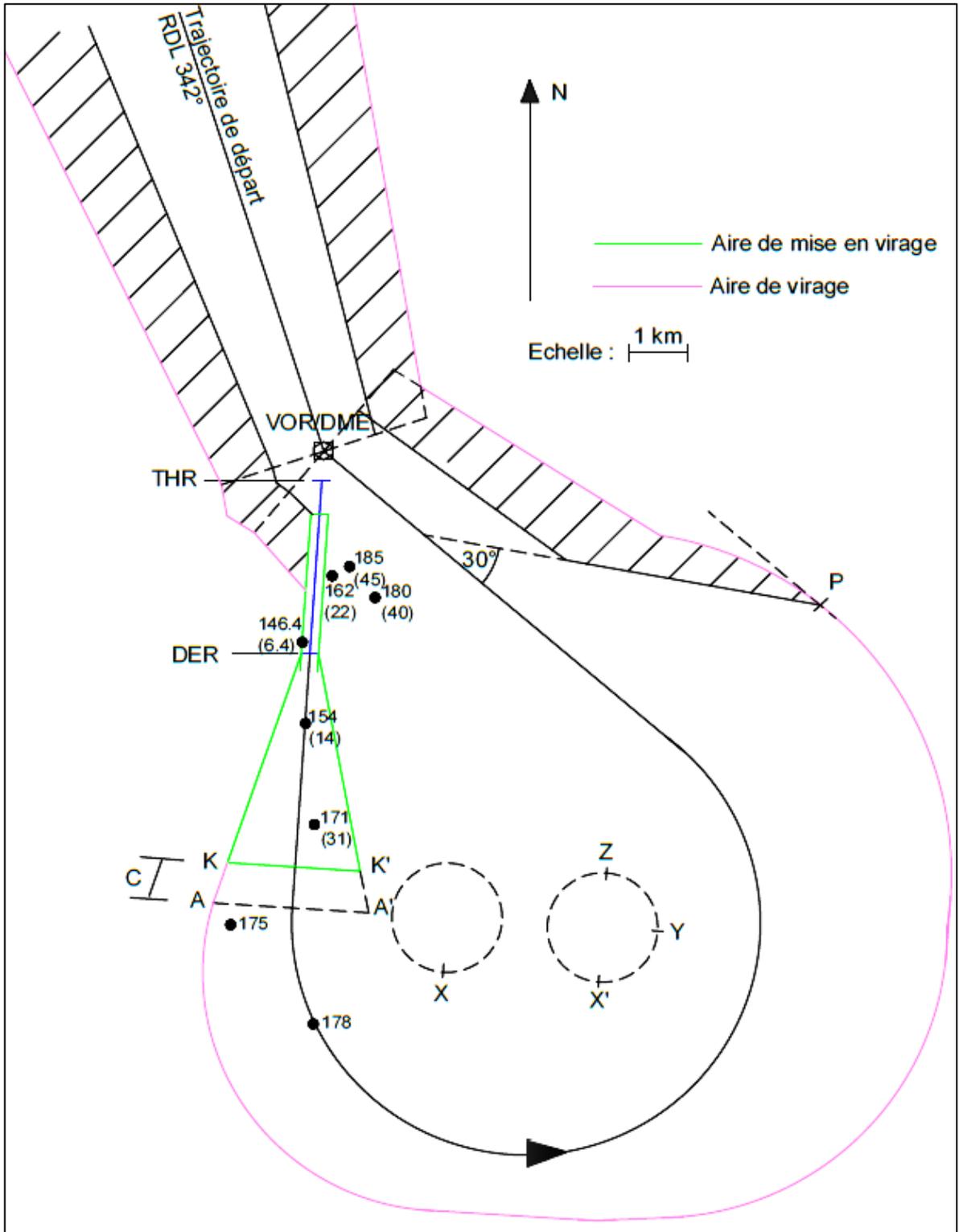


Figure 3.15 : Départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 1).

Tableau 3.8 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 1).

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résulta (m)		
Aire de mise en virage	146.4 (6.4)	$0.8\% \times 206.5$	$140 + 5 + (206.5 \times 3.3\%) \geq 146.4 + 1.65$	$151.81 \geq 148.05$	✓	
	154 (14)	$0.8\% \times 1205.7$	$140 + 5 + (1205.7 \times 3.3\%) \geq 154 + 9.64$	$184.78 \geq 163.64$	✓	
	171 (31)	$0.8\% \times 2956.64$	$140 + 5 + (2956.64 \times 3.3\%) \geq 171 + 23.65$	$242.57 \geq 194.65$	✓	
Aire de virage	Obstacles situés avant la ligne KK'	162 (22)	$\max\{(0 + 150) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 150) \times 3.3\%] \geq 162 + 90$	$271.88 \geq 252$	✓
		185 (45)	$\max\{(0 + 430) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 430) \times 3.3\%] \geq 185 + 90$	$281.12 \geq 275$	✓
		180 (40)	$\max\{(0 + 905.25) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 905.25) \times 3.3\%] \geq 180 + 90$	$296.80 \geq 270$	✓
Obstacles situés après la ligne KK'	175	$\max\{(3695 + 1057.12) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1057.12) \times 3.3\%] \geq 175 + 90$	$301.82 \geq 265$	✓	
	178	$\max\{(3695 + 1080) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1080) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$302.57 \geq 268$	✓	

• **Hypothèse 2 (virage à droite):**

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont illustrées dans la figure et le tableau suivants :

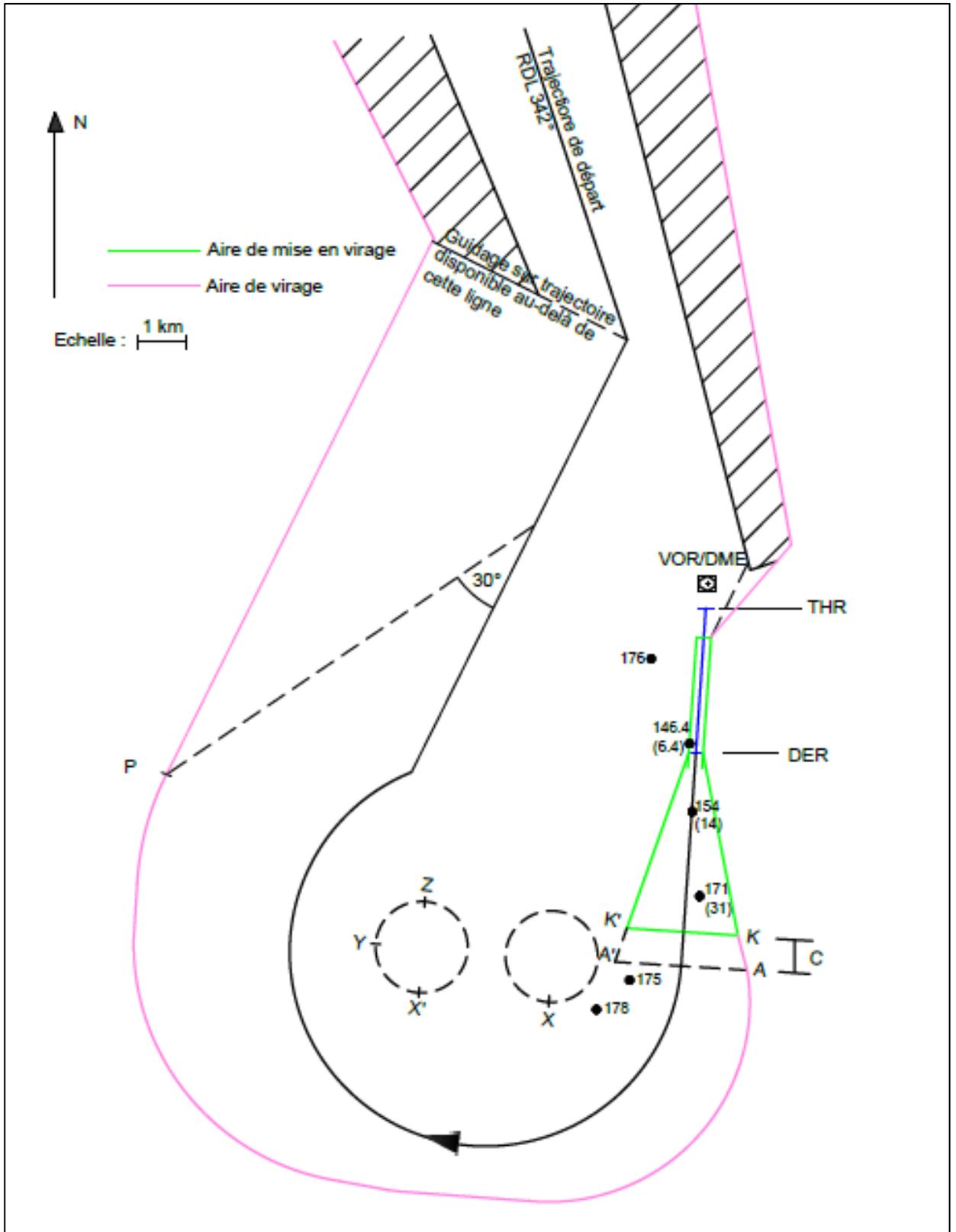


Figure 3.16 : Départ vers RDL 342° RWY 18 (hypothèse 2).

Tableau 3.9 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 342° RWY 18.

Étude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résultat (m)		
Aire de mise en virage	146.4 (6.4)	$0.8\% \times 206.5$	$140 + 5 + (206.5 \times 3.3\%) \geq 146.4 + 1.65$	$151.81 \geq 148.05$	✓	
	154 (14)	$0.8\% \times 1205.7$	$140 + 5 + (1205.7 \times 3.3\%) \geq 154 + 9.64$	$184.78 \geq 163.64$	✓	
	171 (31)	$0.8\% \times 2956.64$	$140 + 5 + (2956.64 \times 3.3\%) \geq 171 + 23.65$	$242.57 \geq 194.65$	✓	
Aire de virage	Obstacles situés avant la ligne KK'	176	$\max\{(0 + 900) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 900) \times 3.3\%] \geq 176 + 90$	$296.635 \geq 266$	✓
		175	$\max\{(3695 + 1057.12) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1057.12) \times 3.3\%] \geq 175 + 90$	$301.82 \geq 265$	✓
	178	$\max\{(3695 + 1800) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1800) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$326.33 \geq 268$	✓	

- **Hypothèse retenue :**

Le départ avec virage à droite été retenu malgré son survole de la ville de Hassi Messaoud. Alors que le départ avec virage à gauche en direction de l'attente, été strictement interdit pour des raisons de contrôle et de séparation, car cela représente une situation où la sécurité est compromise. En effet l'hypothèse 2 représente un avantage opérationnel meilleur.

3.3.2.2. Départ vers ELO (SID 2)

Après décollage l'aéronef doit intercepter et suivre RDL 342°HME jusqu'à 24NM, puis suivre RDL 066°OUR pour rejoindre RDL 016°HME vers ELO.

Remarque : La radial 066° VOR/DME OUR (Ouargla) est utilisée pour assurer le guidage à la sortie de la radiale 342° HME pour joindre la radiale 016°HME.

Le SID 2 est conçu tel illustré ci-après :

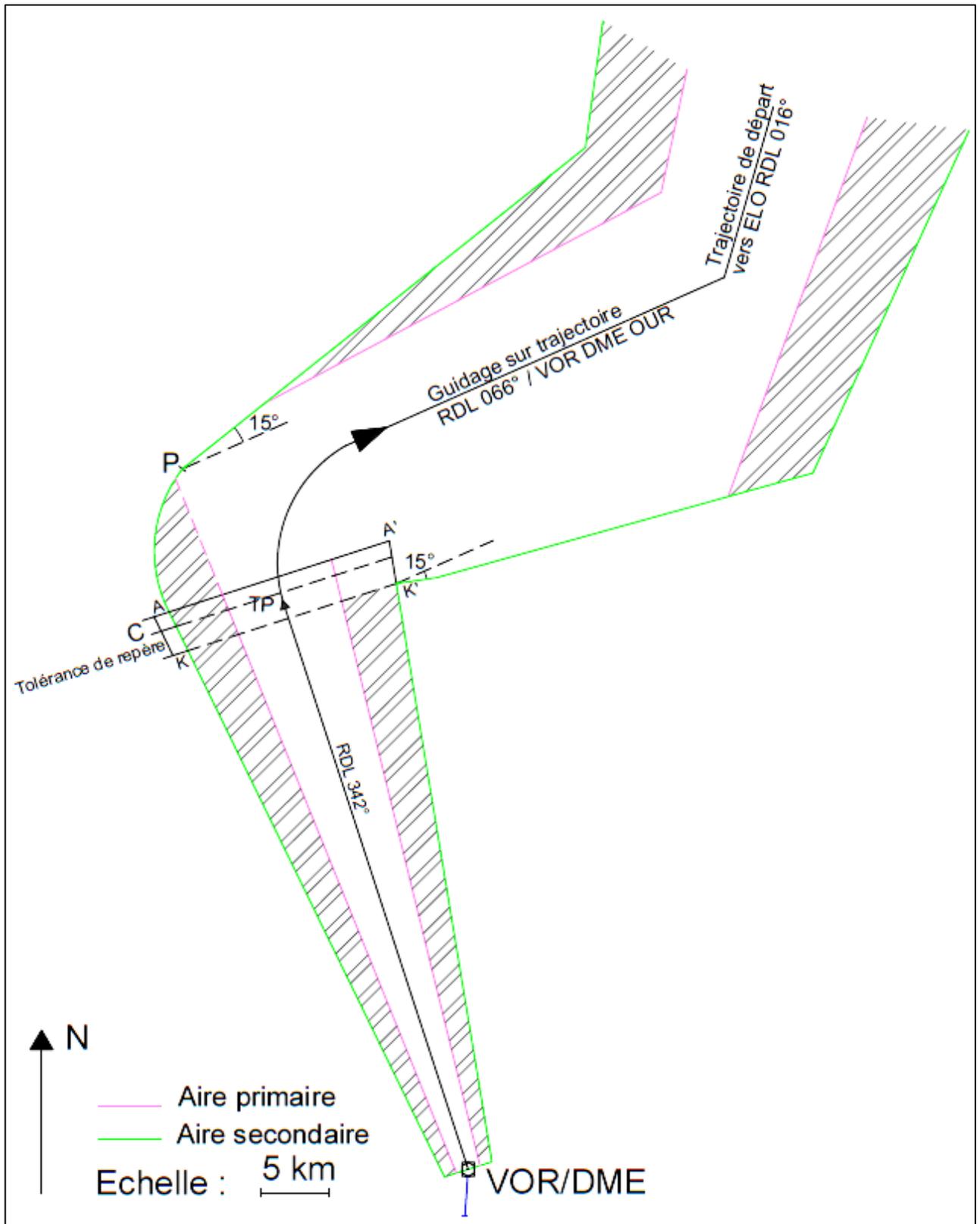


Figure3.17 : Départ vers ELO.

La protection des virages et l'étude d'obstacle, à partir du RWY 36 et RWY18 pour rejoindre la trajectoire de départ est identique à celle du SID 1 élaborée précédemment.

3.3.2.3. Départ vers IMN (SID 3)

a) RWY 36 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont illustrées dans la figure et le tableau suivants :

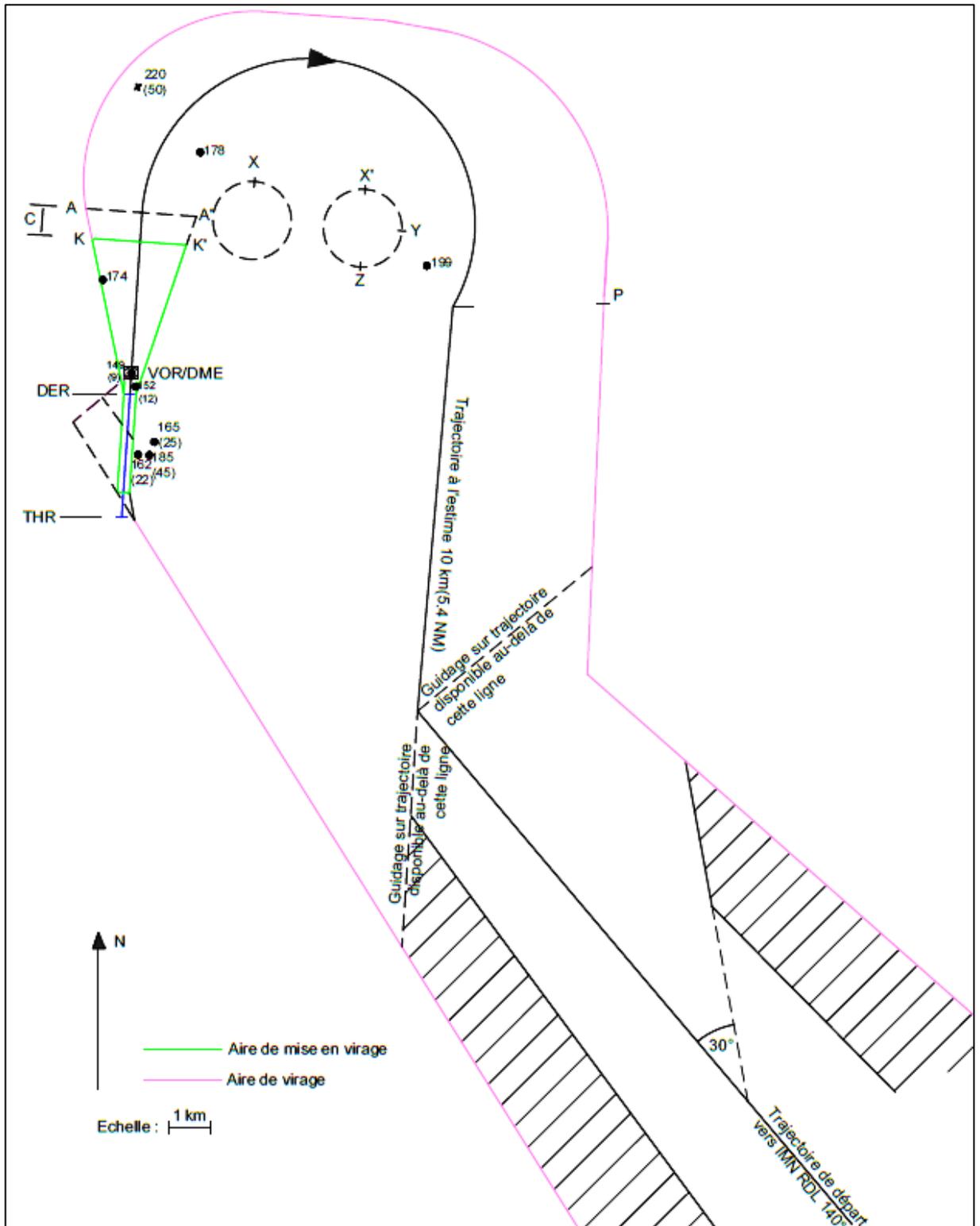


Figure3.18 : Départ vers IMN RWY 36.

Tableau 3.10 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 36.

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résultat (m)	
Aire de mise en virage	152 (12)	$0.8\% \times 166.7$	$139 + 5 + (166.7 \times 3.3\%) \geq 152 + 1.33$	$149.5 \geq 153.33$	✗
	149 (9)	$0.8\% \times 505$	$139 + 5 + (505 \times 3.3\%) \geq 149 + 4.04$	$160.66 \geq 153.04$	✓
	174	$0.8\% \times 2815.04$	$139 + 5 + (2815.04 \times 3.3\%) \geq 174 + 22.52$	$236.89 \geq 196.52$	✓
Aire de virage	162 (22)	$\max\{(0 + 152.45) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 152.45) \times 3.3\%] \geq 162 + 90$	$271 \geq 252$	✓
	165 (25)	$\max\{0(+503.26) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 503.26) \times 3.3\%] \geq 165 + 90$	$282.54 \geq 255$	✓
	185 (45)	$\max\{(0 + 430) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 430) \times 3.3\%] \geq 185 + 90$	$281.12 \geq 275$	✓
	178	$\max\{(3695 + 2280) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 2280) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$342.17 \geq 268$	✓
	199	$\max\{(3695 + 5838) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 5838) \times 3.3\%] \geq 199 + 90$	$459.59 \geq 289$	✓
	220 (50)	$\max\{(3695 + 3704) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 3704) \times 3.3\%] \geq 220 + 90$	$389.16 \geq 310$	✓

b) RWY 18 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont illustrées dans la figure et le tableau suivant :

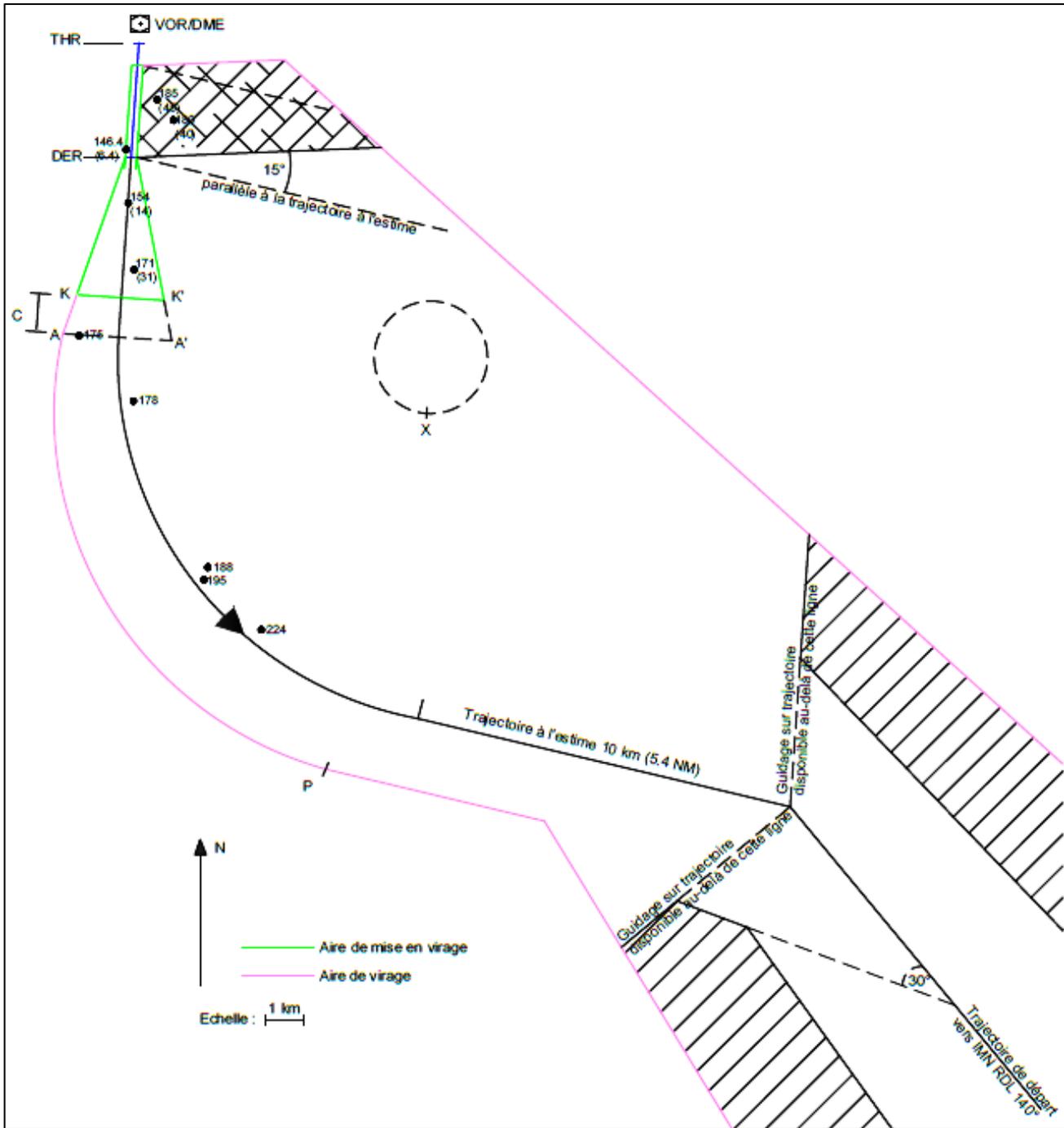


Figure3.19 : Départ vers IMN RWY 18.

Tableau 3.11 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 18.

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résultat (m)	
Aire de mise en virage	146.4 (6.4)	$0.8\% \times 206.5$	$140 + 5 + (206.5 \times 3.3\%) \geq 146.4 + 1.65$	$151.81 \geq 148.05$	✓
	154 (14)	$0.8\% \times 1205.7$	$140 + 5 + (1205.7 \times 3.3\%) \geq 154 + 9.64$	$184.78 \geq 163.64$	✓
	171 (31)	$0.8\% \times 2956.64$	$140 + 5 + (2956.64 \times 3.3\%) \geq 171 + 23.65$	$242.57 \geq 194.65$	✓
Obstacles situés avant la ligne KK'	185 (45)	$\max\{(0 + 430) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 430) \times 3.3\%] \geq 185 + 90$	$281.12 \geq 275$	✓
	180 (40)	$\max\{(0 + 905.25) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 905.25) \times 3.3\%] \geq 180 + 90$	$296.80 \geq 270$	✓
Aire de virage	175	$\max\{(3695 + 1057.12) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1057.12) \times 3.3\%] \geq 175 + 90$	$301.82 \geq 265$	✓
	178	$\max\{(3695 + 1080) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1080) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$302.57 \geq 268$	✓
	188	$\max\{(3695 + 7131.62) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 7131.62) \times 3.3\%] \geq 188 + 90$	$502.27 \geq 278$	✓
	195	$\max\{(3695 + 7436.98) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 7436.98) \times 3.3\%] \geq 195 + 90$	$512.35 \geq 285$	✓
	224	$\max\{(3695 + 9048.15) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 9048.15) \times 3.3\%] \geq 224 + 102$	$565.52 \geq 326$	✓

3.3.2.4. Départ vers NSL (SID 4)

a) RWY 36 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont représentées dans la figure et le tableau suivants :

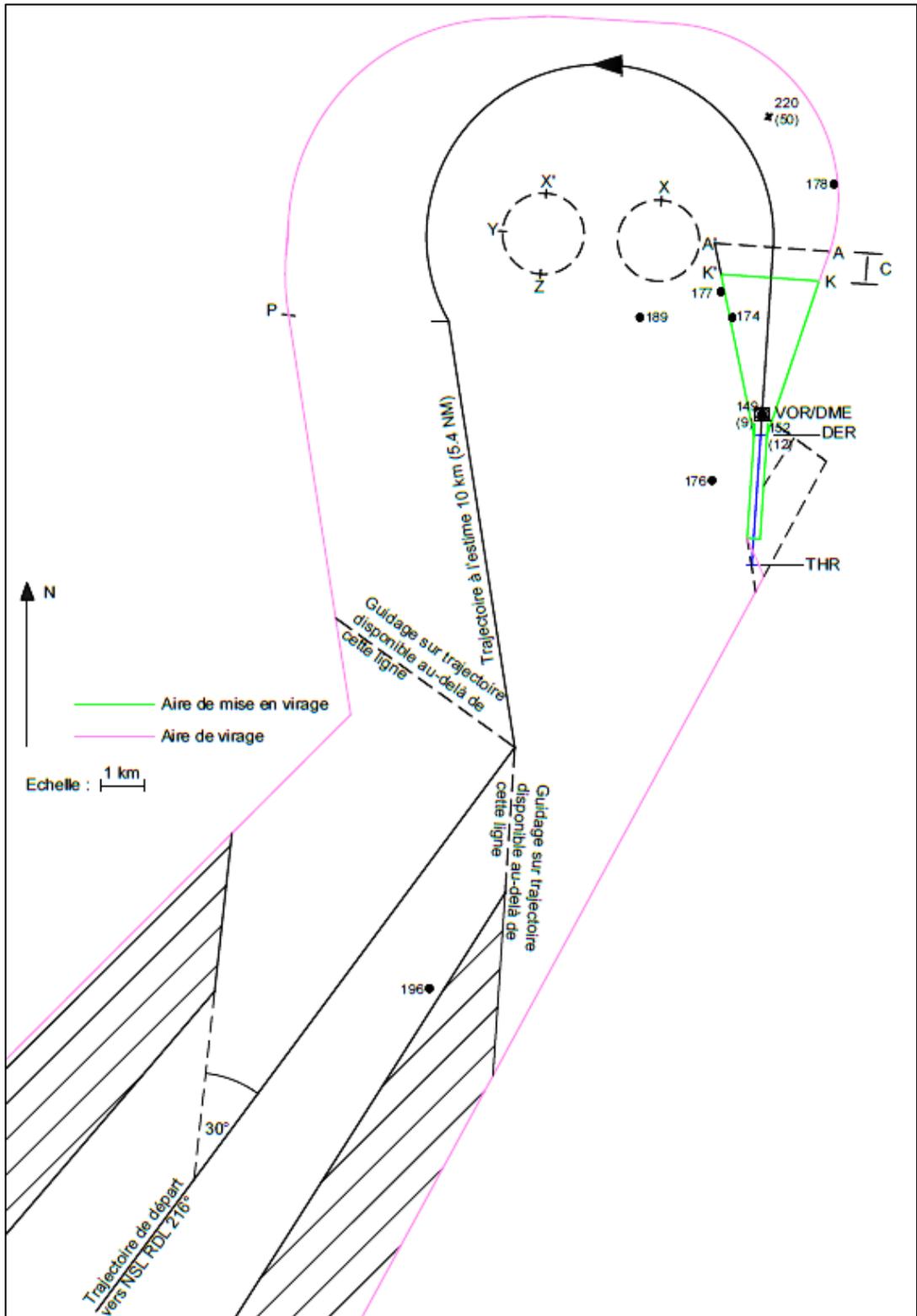


Figure3.20 : Départ vers NSL RWY 36.

Tableau 3.12 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers NSL RWY 36.

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résultats (m)	
Aire de mise en virage	152 (12)	$0.8\% \times 166.7$	$139 + 5 + (166.7 \times 3.3\%) \geq 152 + 1.33$	$149.5 \geq 153.33$	✗
	149 (9)	$0.8\% \times 505$	$139 + 5 + (505 \times 3.3\%) \geq 149 + 4.04$	$160.66 \geq 153.04$	✓
	174	$0.8\% \times 2815.04$	$139 + 5 + (2815.04 \times 3.3\%) \geq 174 + 22.52$	$236.89 \geq 196.52$	✓
Aire de virage	176	$\max\{(0 + 900) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 900) \times 3.3\%] \geq 176 + 90$	$296.635 \geq 266$	✓
	177	$\max\{(3326.19 + 130.8) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 130.8) \times 3.3\%] \geq 177 + 90$	$270.25 \geq 267$	✓
	189	$\max\{(3141.88 + 2101.44) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 2101.44) \times 3.3\%] \geq 189 + 90$	$335.28 \geq 279$	✓
Aire de virage	178	$\max\{(3695 + 2280) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 2280) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$342.17 \geq 268$	✓
	220 (50)	$\max\{(3695 + 3704) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 3704) \times 3.3\%] \geq 220 + 90$	$389.16 \geq 310$	✓

b) RWY 18 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont présentées dans la figure et le tableau suivant :

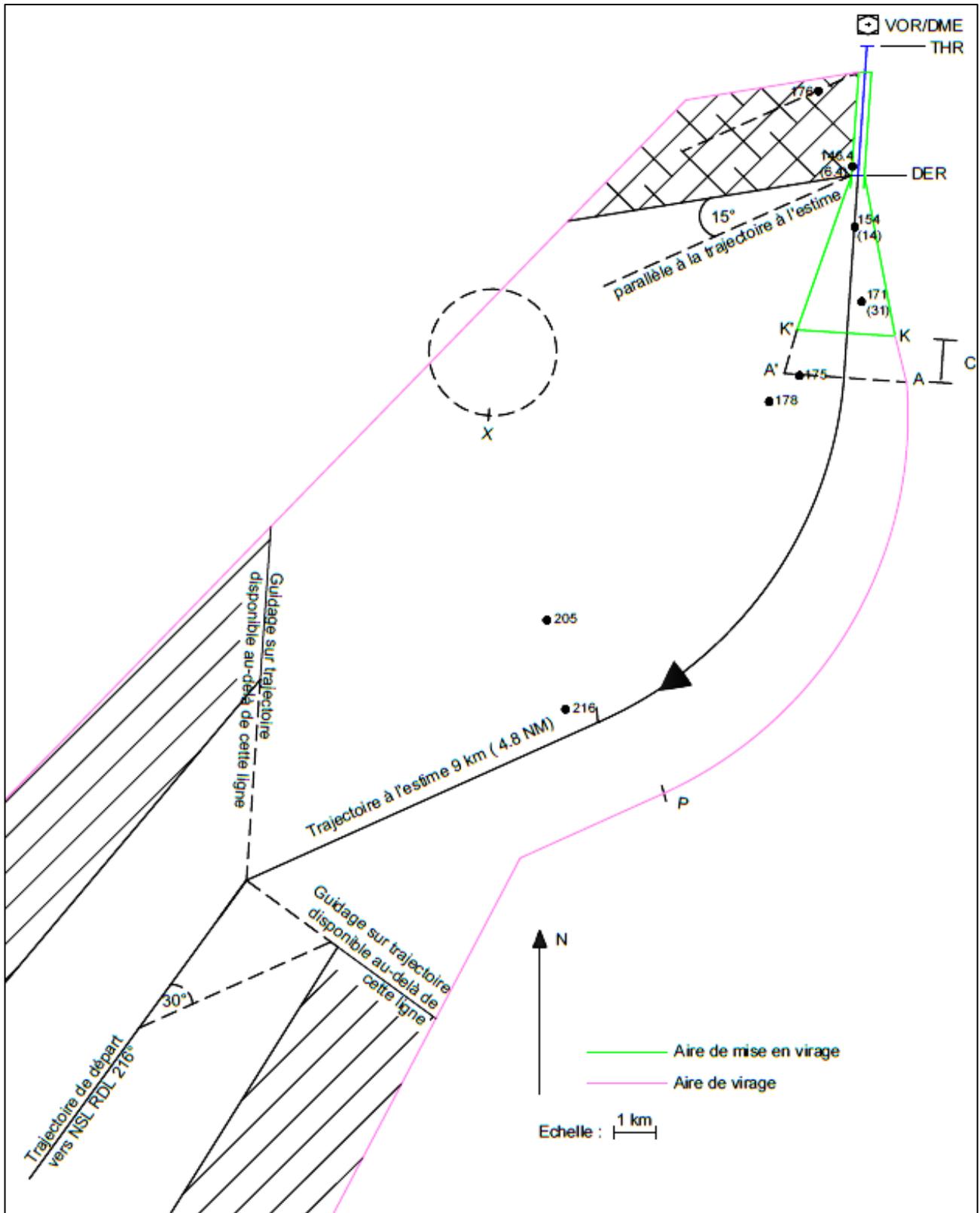


Figure3.21 : Départ vers NSL RWY 18.

Tableau 3.13 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 18.

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résulta (m)		
Aire de mise en virage	146.4 (6.4)	$0.8\% \times 206.5$	$140 + 5 + (206.5 \times 3.3\%) \geq 146.4 + 1.65$	$151.81 \geq 148.05$	✓	
	154 (14)	$0.8\% \times 1205.7$	$140 + 5 + (1205.7 \times 3.3\%) \geq 154 + 9.64$	$184.78 \geq 163.64$	✓	
	171 (31)	$0.8\% \times 2956.64$	$140 + 5 + (2956.64 \times 3.3\%) \geq 171 + 23.65$	$242.57 \geq 194.65$	✓	
Aire de virage	Obstacles situés avant la ligne KK'	176	$\max\{(0 + 900) \times 0.8\% ; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 900) \times 3.3\%] \geq 176 + 90$	$296.635 \geq 266$	✓
		175	$\max\{(3695 + 1057.12) \times 0.8\% ; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1057.12) \times 3.3\%] \geq 175 + 90$	$301.82 \geq 265$	✓
	Obstacles situés après la ligne KK'	178	$\max\{(3695 + 1800) \times 0.8\% ; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1800) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$326.33 \geq 268$	✓
		205	$\max\{(3695 + 8944) \times 0.8\% ; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 8944) \times 3.3\%] \geq 205 + 101.11$	$562.08 \geq 306.11$	✓
		216	$\max\{(3695 + 10384.16) \times 0.8\% ; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 10384.16) \times 3.3\%] \geq 216 + 112.63$	$609.61 \geq 328.63$	✓

3.3.2.5. Départ vers MNA (SID 5)

Un départ direct vers MNA pénètre la zone interdite de Ouargla, et pour cela le SID 5 doit s'établir d'abord sur la radiale 240° HME (radiale de garde à la zone DA-P60) jusqu'à une distance DME spécifiée à 40 NM, où on peut assurer une séparation totale avec cette dernière, puis rejoindre la radiale 248° HME vers le point significatif GARBA.

a) RWY 36 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont illustrées dans la figure et le tableau suivant :

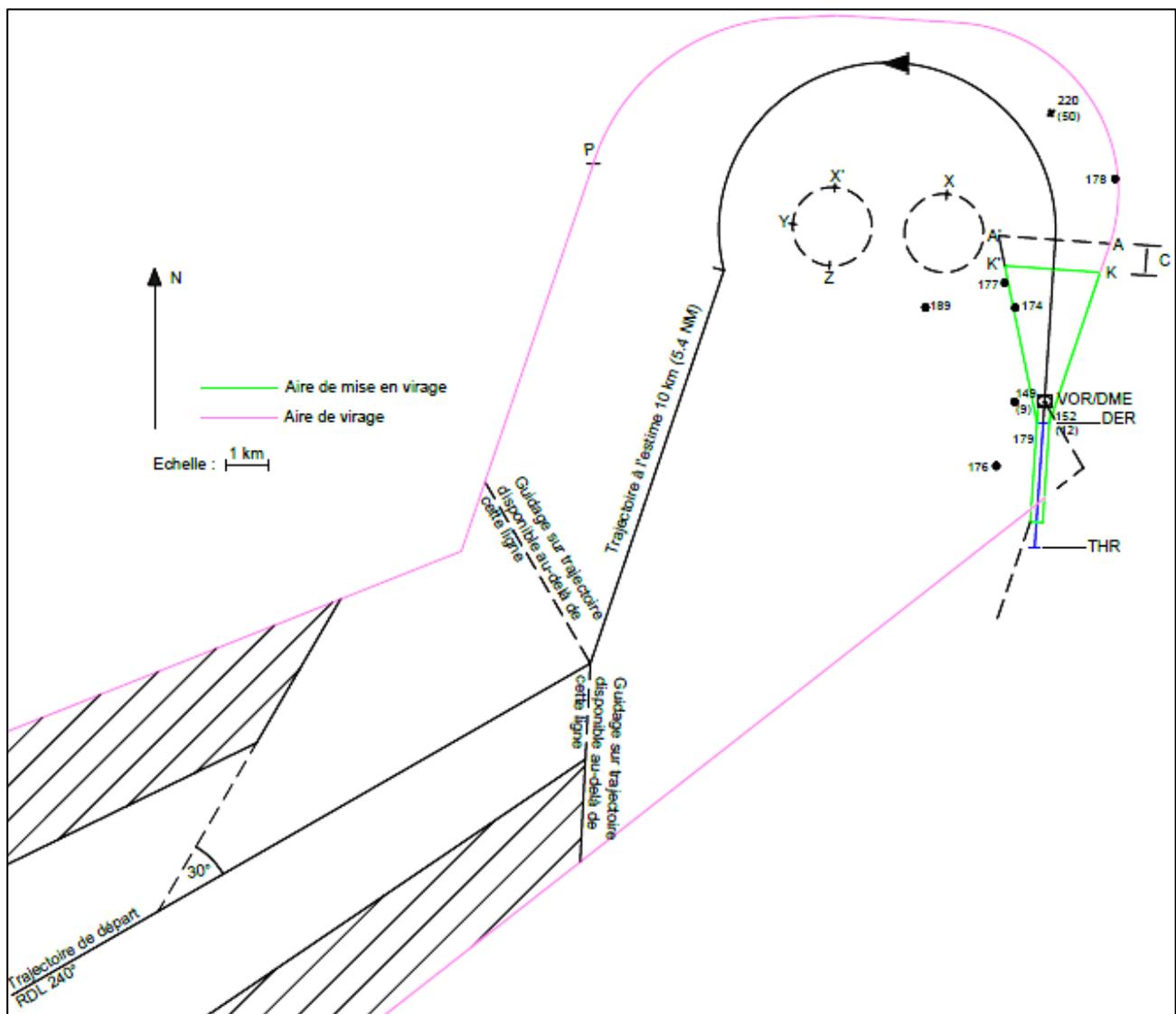


Figure 3.22 : Départ vers RDL 240° RWY36.

Tableau 3.14 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 240° RWY 36.

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résulta (m)	
Aire de mise en virage	152 (12)	$0.8\% \times 166.7$	$139 + 5 + (166.7 \times 3.3\%) \geq 152 + 1.33$	$149.5 \geq 153.33$	✗
	149 (9)	$0.8\% \times 505$	$139 + 5 + (505 \times 3.3\%) \geq 149 + 4.04$	$160.66 \geq 153.04$	✓
	174	$0.8\% \times 2815.04$	$139 + 5 + (2815.04 \times 3.3\%) \geq 174 + 22.52$	$236.89 \geq 196.52$	✓
Aire de virage	176	$\max\{(0 + 900) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 900) \times 3.3\%] \geq 176 + 90$	$296.635 \geq 266$	✓
	177	$\max\{(3326.19 + 130.8) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 130.8) \times 3.3\%] \geq 177 + 90$	$270.25 \geq 267$	✓
	179	$\max\{(0 + 654) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 654) \times 3.3\%] \geq 179 + 90$	$287.51 \geq 269$	✓
	189	$\max\{(3141.88 + 2101.44) \times 0.8\%; 90m\}$	$139 + 5 + [(3695 + 2101.44) \times 3.3\%] \geq 189 + 90$	$335.28 \geq 279$	✓
	178	$\max\{(3695 + 2280) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 2280) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$342.17 \geq 268$	✓
Obstacles situés avant la ligne KK'	220 (50)	$\max\{(3695 + 3704) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 3704) \times 3.3\%] \geq 220 + 90$	$389.16 \geq 310$	✓
Obstacles situés après la ligne KK'					

b) RWY 18 :

Les aires de protection du départ et l'étude d'obstacle approprié sont illustrées dans la figure et le tableau suivants :

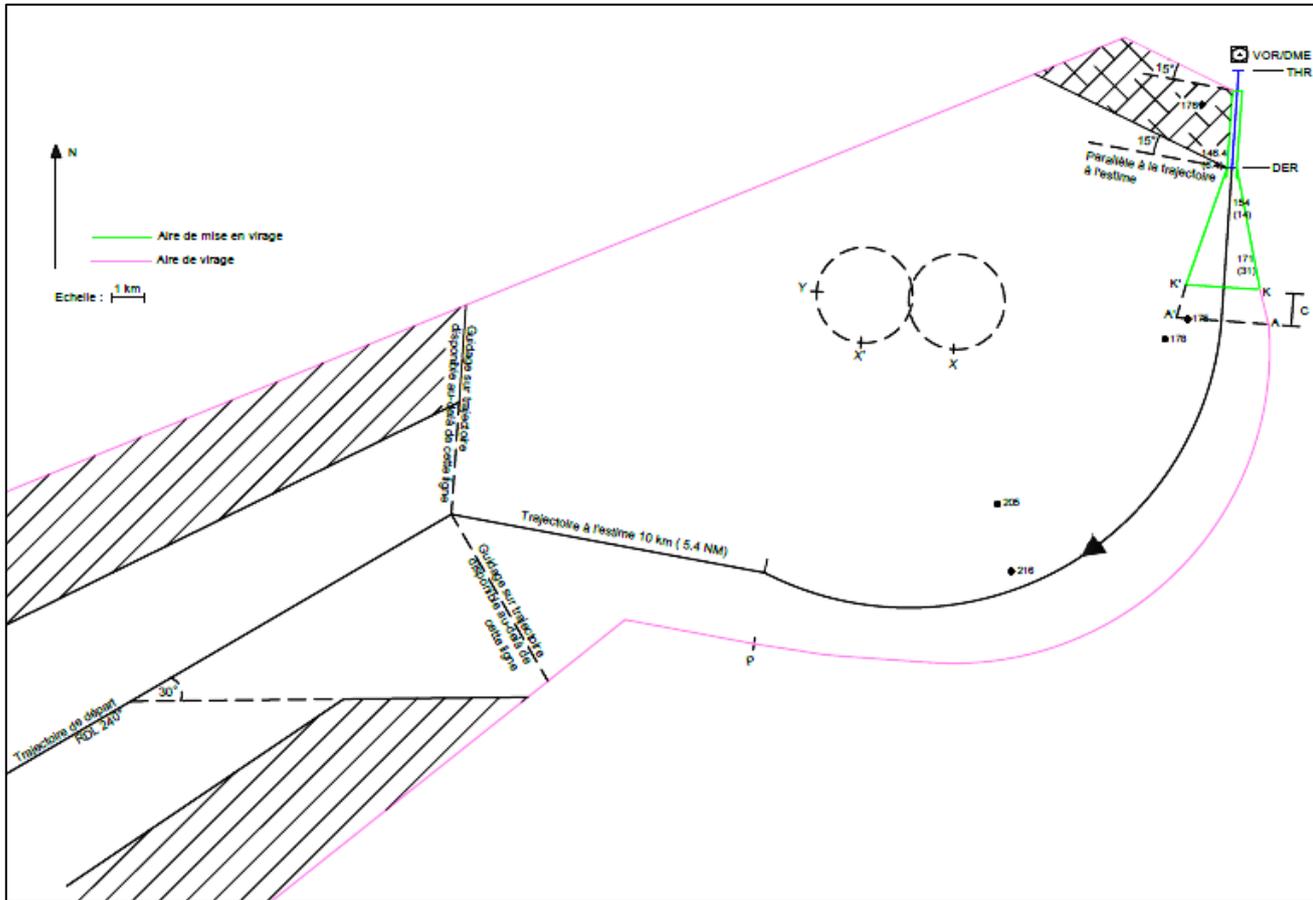


Figure 3.23 : Départ vers RDL 240° RWY 18.

Tableau 3.15 : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers RDL 240° RWY 18.

Etude et traitement d'obstacles	Altitude (Hauteur) (m)	MFO (m)	Calcul (m)	Résulta (m)		
Aire de mise en virage	146.4 (6.4)	$0.8\% \times 206.5$	$140 + 5 + (206.5 \times 3.3\%) \geq 146.4 + 1.65$	$151.81 \geq 148.05$	✓	
	154 (14)	$0.8\% \times 1205.7$	$140 + 5 + (1205.7 \times 3.3\%) \geq 154 + 9.64$	$184.78 \geq 163.64$	✓	
	171 (31)	$0.8\% \times 2956.64$	$140 + 5 + (2956.64 \times 3.3\%) \geq 171 + 23.65$	$242.57 \geq 194.65$	✓	
Aire de virage	Obstacles situés avant la ligne KK'	176	$\max\{(0 + 900) \times 0.8\%; 90\}$	$140 + 5 + [(3695 + 900) \times 3.3\%] \geq 176 + 90$	$296.635 \geq 266$	✓
		175	$\max\{(3695 + 1057.12) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1057.12) \times 3.3\%] \geq 175 + 90$	$301.82 \geq 265$	✓
	Obstacles situés après la ligne KK'	178	$\max\{(3695 + 1800) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 1800) \times 3.3\%] \geq 178 + 90$	$326.33 \geq 268$	✓
		205	$\max\{(3695 + 8944) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 8944) \times 3.3\%] \geq 205 + 101.11$	$562.08 \geq 306.11$	✓
	216	$\max\{(3695 + 10384.16) \times 0.8\%; 90m\}$	$140 + 5 + [(3695 + 10384.16) \times 3.3\%] \geq 216 + 112.63$	$609.61 \geq 328.63$	✓	

Remarque : Selon les restrictions du DOC 8168 Volume II, partie 1, section 3 chapitre 2, relatives à l'abstraction d'obstacle, les pentes imposées ne seront pas publiées pour des obstacles proches de la DER. Cela est applicable à chaque fois que la hauteur de l'obstacle plus la marge de franchissement d'obstacle ne dépasse pas 60m. Et c'est notre cas, car la hauteur de l'obstacle qui perce est de 12 m plus la MFO qui est de 1.33 m donne une valeur de 13.33m ; et cette dernière est inférieure à 60m. Pour cela une note sera publiée pour indiquer qu'il existe un obstacle proche de la DER non pris en compte dans la pente théorique de calcul publié, en effet cet obstacle sera porté sur les cartes [1].

3.3.2.6. Clairance de départ

Les clairances suivantes ont été fixées :

- **SID 1 :**

- **RWY 18 :** Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ft, virage à droite, intercepter et suivre RDL342° HME jusqu'à 24NM (à croiser 3500ft avant RDL318°) puis suivre route magnétique 052° pour rejoindre RDL358° HME vers TGU.
- **RWY 36 :** Après décollage intercepter et suivre RDL 342° HME jusqu'à 24NM, puis suivre route magnétique RM 052° pour rejoindre RDL 358° HME vers TGU.

- **SID 2 :**

- **RWY 18 :** Après décollage monté dans l'axe jusqu'à 2000ft, virage à droite, intercepter et suivre RDL 342° HME jusqu'à 24 NM (à croiser 3500ft avant RDL 318°) puis suivre RDL 066° OUR pour rejoindre RDL 016° HME vers ELO.
- **RWY 36 :** Après décollage intercepter et suivre RDL342° HME jusqu'à 24NM, puis suivre route RDL 066° OUR pour rejoindre RDL 016° HME vers ELO.

- **SID 3 :**

- **RWY 18 :** Après décollage virage à gauche, intercepter et suivre RDL 140° HME vers IMN.
- **RWY 36 :** Après décollage virage à droite, maintenir 2000ft jusqu'à croisement RDL 065° HME puis intercepter et suivre RDL 140° HME vers IMN.

- **SID 4 :**

- **RWY 18 :** Après décollage virage à droite, intercepter et suivre RDL216°HME vers NSL.
- **RWY 36 :** Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ft QNH puis virage à gauche, intercepter et suivre RDL 216° HME vers NSL.

- **SID 5 :**

- **RWY 18 :** Après décollage virage à droite, intercepter et suivre RDL240°HME, puis rejoindre RDL 248° via GARBA.
- **RWY 36 :** Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ft QNH puis virage à gauche, intercepter et suivre RDL240°HME, puis rejoindre RDL 248° via GARBA.

Remarque : L'altitude 2000ft QNH est utilisée pour survoler la ville de Hassi Messaoud qui se trouve à 3.5NM de l'aérodrome.

3.3.3. Les procédures d'arrivées normalisées aux instruments

Les Arrivées ont été fixées comme suit :

- Les STAR (côté Sud) venant de IMN, NSL et MNA sur les radiales 140°HME, 216°HME et 248° HME respectivement, doivent passer par la verticale VOR/DME HME puis rejoindre le point fixe d'attente (IAF).
- La STAR (côté Sud) venant de MNA sur la radiale 248° HME, doit au point GARBA intercepter et suivre la radiale 240° jusqu'à la verticale VOR/DME HME puis rejoindre le point fixe d'attente (IAF).
- La STAR (côté Nord) venant de TGU sur la radiale 358° doit, à 30NM DME HME (point de virage STAR1), effectuer un virage à gauche pour suivre l'arc DME 27NM, pour enfin rejoindre le point fixe d'attente (IAF).
- La STAR (côté Nord) venant de ELO sur la radiale 016° doit, à 30NM DME HME intercepter la route magnétique 174° puis suivre radiale d'attente 020°HME, pour enfin rejoindre le point fixe d'attente (IAF).

Selon ces derniers scénarios retenus, toutes les arrivées seront conçues comme des STAR longues. Le début de la STAR est identifié aux points d'intersections de la trajectoire d'entrée avec la CTA.

3.3.3.1. Arrivée de TGU (STAR 1)

L'arrivée est protégée conformément aux normes et exigences réglementaires. Ses aires de protection sont élaborées comme schématisée dans la figure suivante :

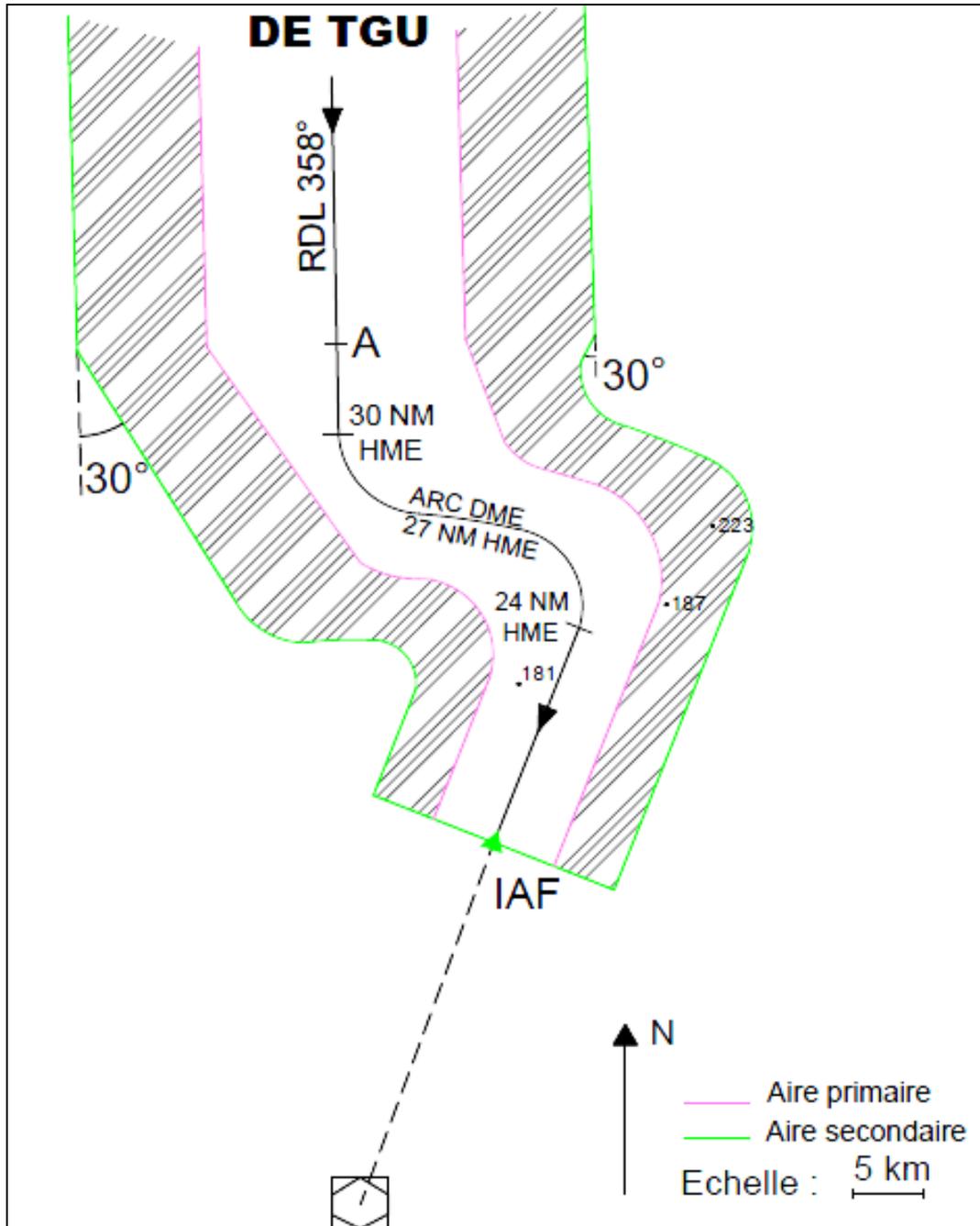


Figure 3.24 : Arrivée de TGU.

- **La détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

Les calculs relatifs à la détermination de l'altitude minimale de sécurité sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.16. Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 1).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire primaire	181	15	300	496
Aire secondaire	187	15	298	500
	223	15	143	381

$$Alt_{\min(\text{calculé})} = \max[500 ; 500 ; 400] \text{ m}$$

Donc : Altitude minimale de sécurité_(calculé) = 500 m (1700 ft) (1).

3.3.3.2. Arrivée de ELO (STAR 2)

L'arrivée est protégée conformément aux normes et exigences réglementaires. Ses aires de protection sont élaborées comme illustrée dans la figure suivante :

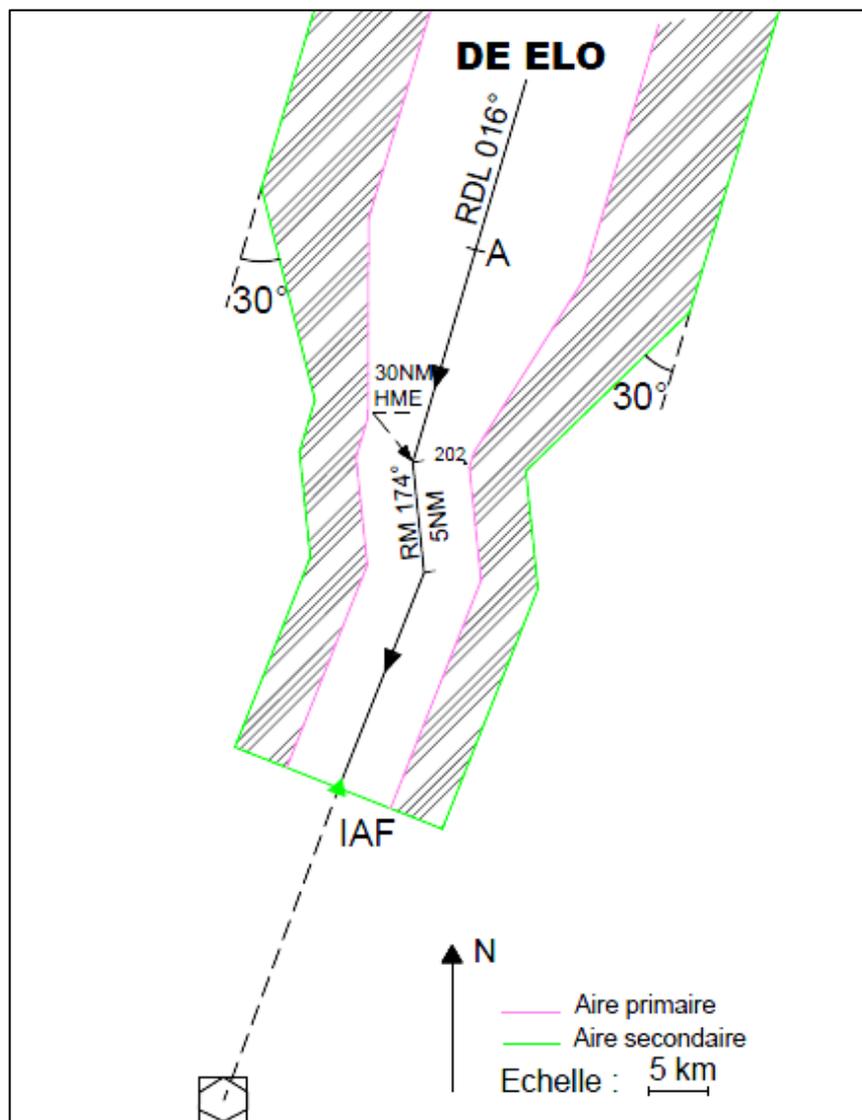


Figure 3.25 : Arrivée de ELO.

- **La détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

Les calculs relatifs à la détermination de l'altitude minimale de sécurité sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.17. Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 2).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire primaire	202	15	300	517

Donc : Altitude minimale de sécurité_(calculé) = 550 m (1900 ft) (1).

3.3.3.3. Arrivée de IMN (STAR 3)

L'arrivée est protégée conformément aux normes et exigences réglementaires. Ses aires de protection sont élaborées comme illustrée dans la figure suivante :

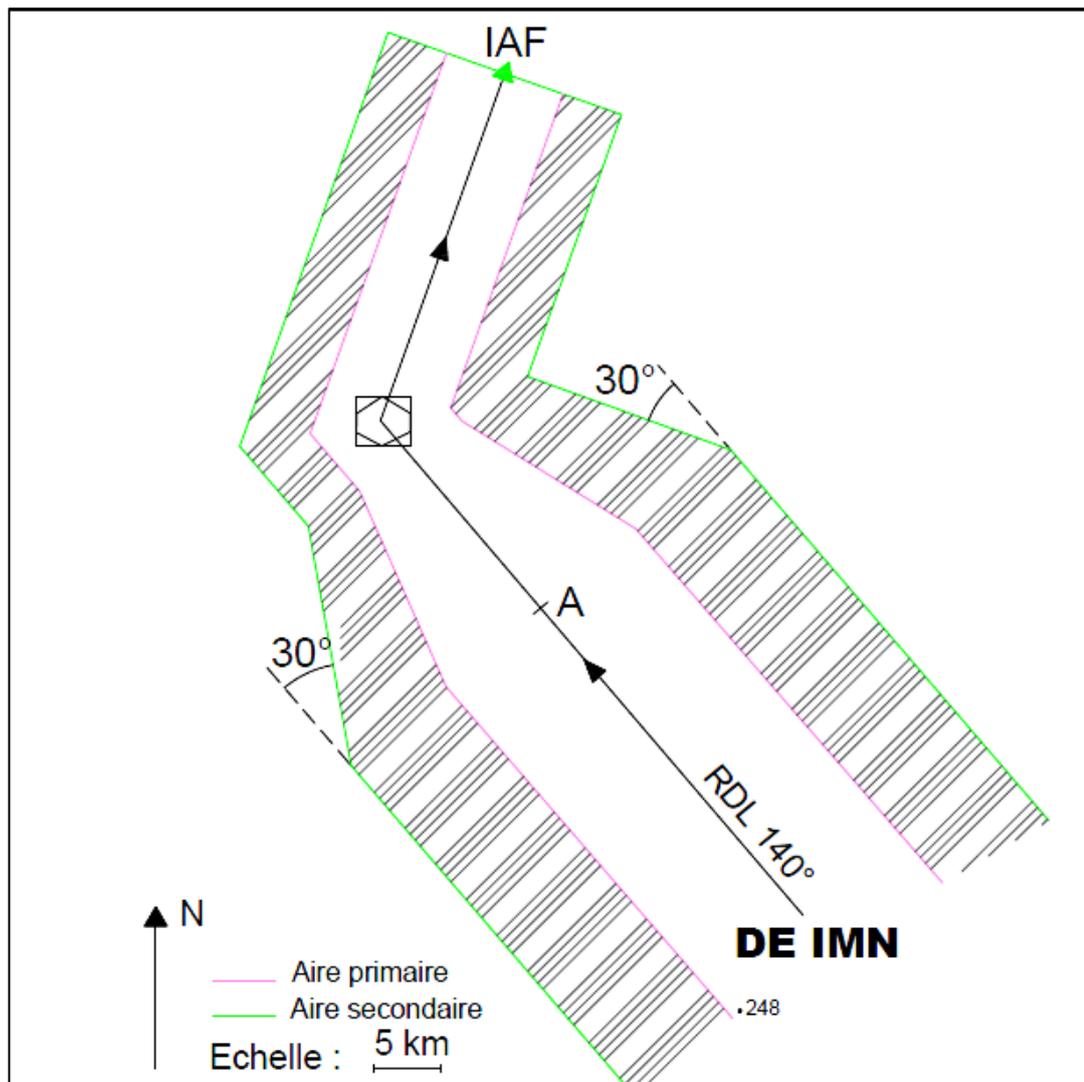


Figure 3.26 : Arrivée de IMN.

• **La détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

Les calculs relatifs à la détermination de l'altitude minimale de sont résumés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 3.18. Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 3).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire primaire	248	15	300	563

Donc : Altitude minimale de sécurité_(calculé) = 600 m (2000 ft) (1).

3.3.3.4. Arrivée de NSL (STAR 4)

L'arrivée est protégée conformément aux normes et exigences réglementaires. Ses aires de protection sont élaborées comme illustrée dans la figure suivante :

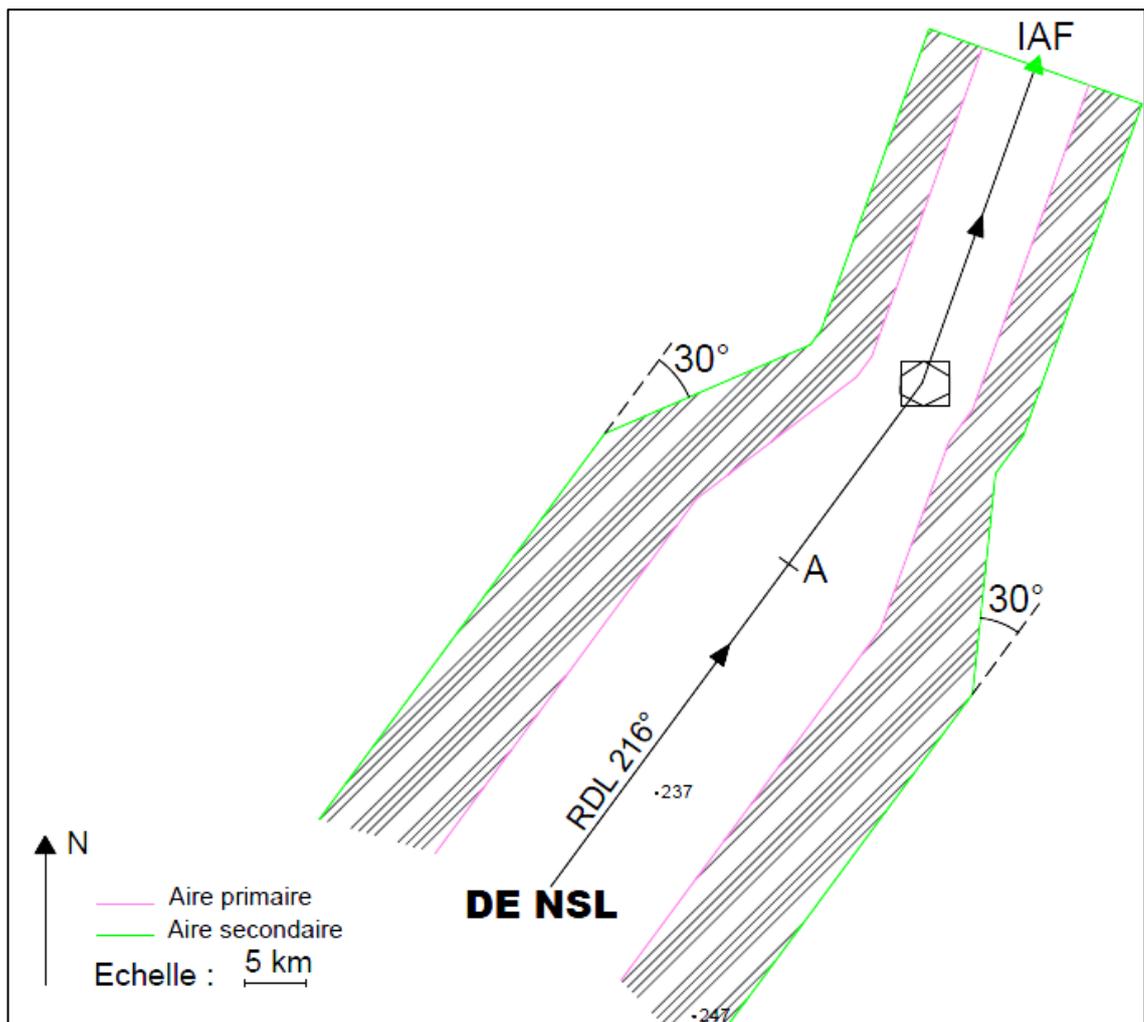


Figure 3.27 : Arrivée de NSL.

- **La détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

Les calculs relatifs à la détermination de l'altitude minimale sont résumés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 3.19. Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 4).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire primaire	237	15	300	552
Aire secondaire	247	15	208	470

$$Alt_{\min(\text{calculé})} = \max[600 ; 500] \text{ m}$$

Donc : Altitude minimale de sécurité_(calculé) = 600 m (2000 ft) (1).

3.3.3.5. Arrivée de MNA (STAR 5)

L'arrivée est protégée conformément aux normes et exigences réglementaires. Ses aires de protection sont élaborées comme illustrée dans la figure suivante :

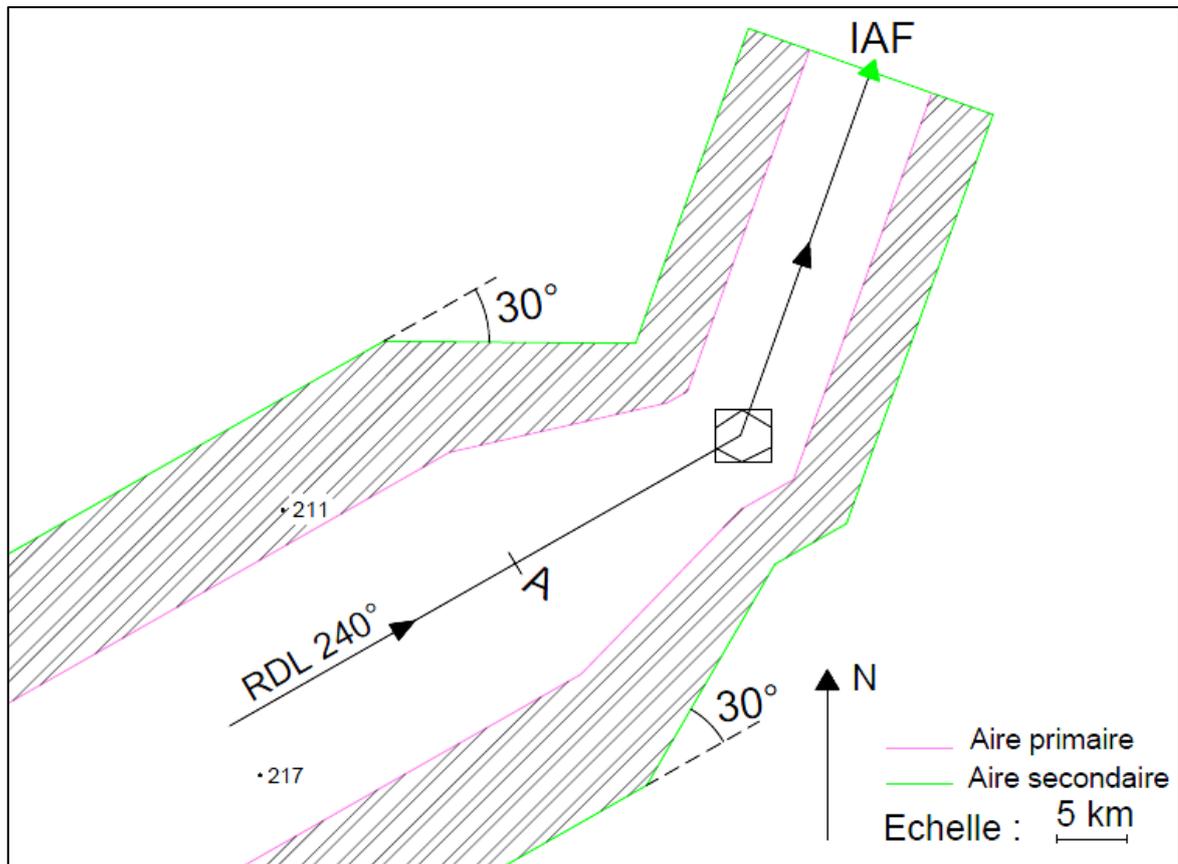


Figure3.28 : Arrivée de RDL 240°.

- **La détermination de l'altitude minimale de sécurité :**

Les calculs relatifs à la détermination de l'altitude minimale sont résumés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 3.20. Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 5).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire primaire	217	15	300	532

Donc : Altitude minimale de sécurité_(calculé) = 550 m (1900 ft) (1).

3.3.3.6. L'altitude minimale des STAR

L'altitude minimale de sécurité d'une arrivée normalisée aux instruments ; ne doit en aucun cas être inférieure à l'altitude minimale d'attente, et pour cela l'altitude minimale de sécurité pour toutes les STAR est fixée à 1050M (3500ft) (1).

3.3.3.7. Clairances d'arrivée

Les clairances suivantes ont été fixées :

- **STAR 1 (DE TGU):**

Intercepter et suivre radiale 358° HME jusqu'à 30 NM DME HME, virer à gauche pour suivre l'arc 27 NM DME HME pour rejoindre IAF.

- **STAR 2 (DE ELO):**

Intercepter et suivre radiale 016° HME jusqu'à 30 NM DME HME, puis suivre route magnétique 174°, pour intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre IAF.

- **STAR 3 (DE IMN):**

Intercepter et suivre radiale 140° HME jusqu'à verticale DVOR HME, ensuite intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre IAF.

- **STAR 4 (DE NSL):**

Intercepter et suivre radiale 216° HME jusqu'à verticale DVOR HME, ensuite intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre IAF.

- **STAR 5 (DE MNA):**

Intercepter et suivre radiale 240° HME jusqu'à verticale DVOR HME, ensuite intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre IAF.

3.3.4. Redimensionnement de la CTA

Afin d'englober les procédures de départ et d'arrivée, il a été décidé que :

- La limite latérale de la CTA sera redimensionnée à un cercle d'un rayon de 40NM HME à l'exception de la zone interdite de Ouargla (DA-P 60) ;
- La limite verticale sera étendue jusqu'au niveau 125.

Cela permet de faciliter encore plus les tâches aux contrôleurs aériens et de fluidifier d'une manière considérable le flux de trafic.

3.3.5. Procédure d'approche directe de type classique

Le nouveau schéma de circulation aérienne est principalement lié au seuil 18, et la procédure d'approche qui va être établie sera une approche de non précision (NPA) basée sur le DVOR/DME HME de Hassi Messaoud.

Tout d'abord on commence par la schématisation de la vue en profil de la procédure d'approche (comme il est schématisé dans figure 3.29), afin de déterminer l'altitude et la pente de descente pour chaque segment (final, intermédiaire et initial), et donc la position de l'IF et du FAF (repères déterminés à l'intersection de radiale VOR et distance DME).

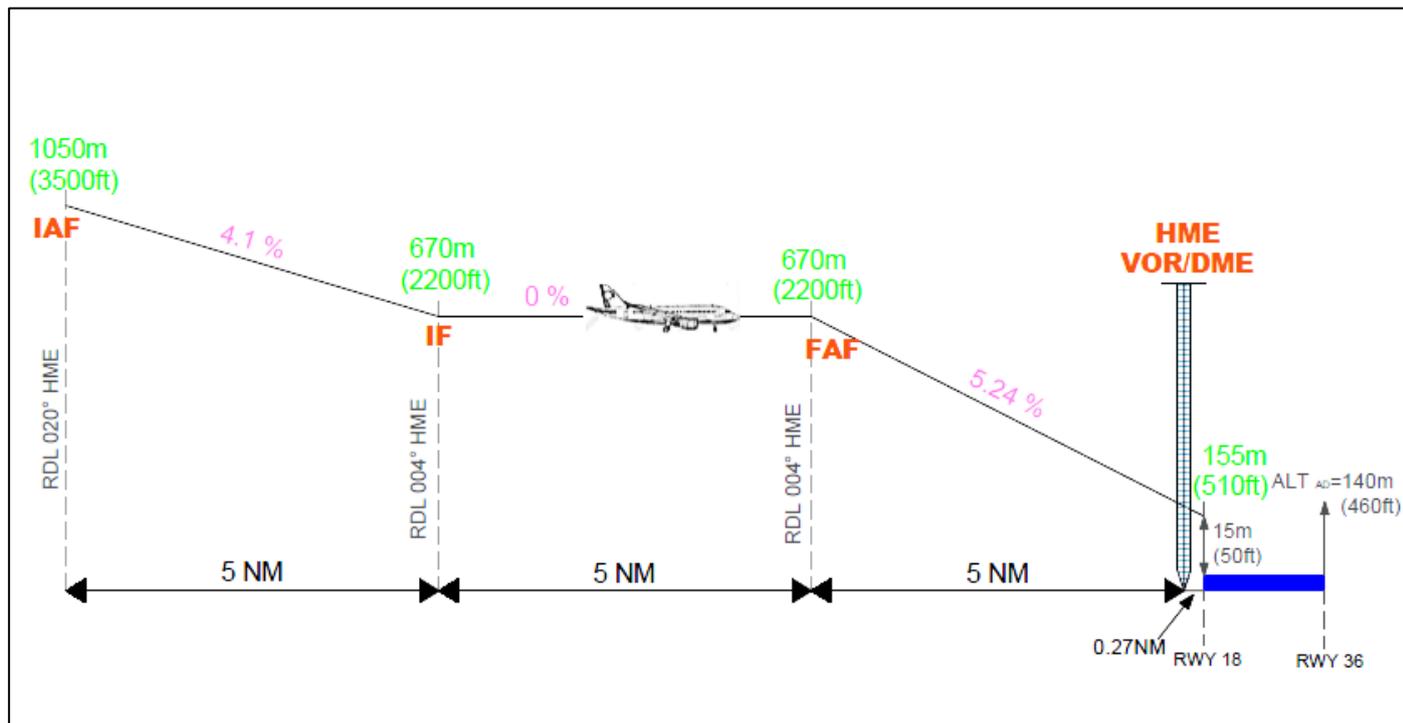


Figure 3.29 : Vue en profil de la procédure d'approche classique RWY 18.

Ensuite on entame l'étape de conception, ou on débutera par l'élaboration des segments, final et interrompu avec le traitement du segment VSS, puis après la conception des segments intermédiaire et initial comme procédé ci-après.

3.3.5.1. Les segments d'approche finale et interrompue

a) Segment d'approche finale :

Le moyen sur le quel est basé la procédure (VOR/DME HME) est à l'intérieure de l'aérodrome, dans le prolongement de l'axe de piste à 0.27 NM du THR 18.

Nous obtenons donc une finale avec FAF, directe, et dans l'axe. La longueur du segment est fixé 5 NM (l'optimum). Le point d'approche interrompue (MAPt) est désigné à la verticale VOR/DME HME, et la pente du segment est de 5.24% (l'optimum).

L'aire de protection associée à ce segment, est conçue comme l'illustre la figure ci-après:

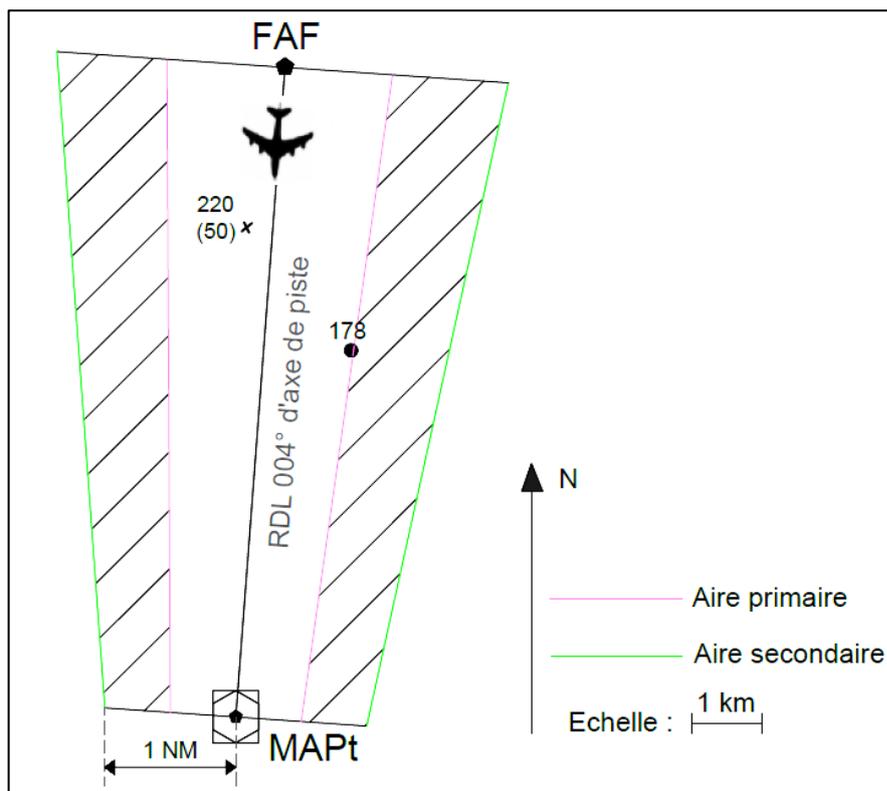


Figure 3.30 : Aire de protection du segment d'approche finale.

b) Segment d'approche interrompue :

L'approche interrompue pour les catégories A/B et C/D, est désignée avec virage à gauche à un TP à 2 NM HME, tenant une pente de montée minimale de 2.5%.

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 à un circuit d'attente désigné, ou de reprendre le vol de croisière.

b).1. Phase initiale :

Cette phase est effectuée toujours en palliée (pente de 0%), allant du MAPt jusqu'au début de la montée (SOC). La MFO dans cette phase est fixée à 75m.

→ Détermination du SOC pour CAT A/B :

Le SOC = La tolérance MAPT + La distance de transition (X)

- *La tolérance MAPT = Tolérance du moyen + une distance (d)*

- *Tolérance du moyen = 0 m (car le MAPT est verticale installation)*

- $d_{A/B} = 3_S \times (Vv_{MAX} \text{ de l'approche finale} + V_{vent \text{ arri\`ere}}) \times \text{un facteur de conversion}$

$$= 3 \times (141.277 + 10) \times \frac{1852}{3600}$$

$$d_{A/B} = 233.269 \text{ m}$$

La tolérance MAPt = 233.269 m

- $X_{A/B} = 15_S \times (Vv_{MAX} \text{ de l'approche finale} + V_{vent \text{ arri\`ere}}) \times \text{un facteur de conversion}$

$$= 15 \times (141.277 + 10) \times \frac{1852}{3600}$$

$$X_{A/B} = 1166.34 \text{ m}$$

Donc : $SOC_{A/B} = 233.629 + 1166.34 \longrightarrow SOC_{A/B} = 1399.609 \text{ m}$

→ Détermination du SOC pour CAT C/D :

Le SOC = La tolérance MAPT + La distance de transition (X)

- *La tolérance MAPT = Tolérance du moyen + une distance (d)*

- *Tolérance du moyen = 0 m (car le MAPT est verticale installation)*

- $d_{C/D} = 3_S \times (Vv_{MAX} \text{ de l'approche finale} + V_{vent \text{ arri\`ere}}) \times \text{un facteur de conversion}$

$$= 3 \times (201.048 + 10) \times \frac{1852}{3600}$$

$$d_{C/D} = 325.436 \text{ m}$$

La tolérance MAPt = 325.436 m

$$\begin{aligned} \blacksquare X_{C/D} &= 15_S \times (Vv_{MAX \text{ de l'approche finale} + V_{vent \text{ arri\`ere}}) \times \text{un facteur de conversion} \\ &= 15 \times (201.048 + 10) \times \frac{1852}{3600} \end{aligned}$$

$$X_{C/D} = 1627.18m$$

$$\text{Donc : } SOC_{C/D} = 325.436 + 1627.18 \longrightarrow SOC_{C/D} = 1952.616 m$$

b).2. Phase intermédiaire :

Cette phase se fait toujours en montée avec une pente minimale de 2.5%, allant du SOC jusqu'au TP. La MFO dans cette phase est de 30m.

b).3. Phase finale :

Cette phase est toujours prise en montée tenant une pente minimale de 2.5%, allant du TP (à 2 NM HME) avec virage à gauche jusqu'à atteindre l'altitude minimale de sécurité.

Donc cette phase est variable pour chaque catégorie d'aéronef (CAT A/B et CAT C/D). La MFO est de 50m.

Les calculs effectués pour la conception du virage et ces aires de protection, sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 3.21 : Les calculs liés à la conception du virage d'approche interrompue désigné à un point tournant (TP).

Catégorie A/B		Catégorie C/D	
Paramètre [1]	Valeurs	Paramètre [1]	Valeurs
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

La représentation de la vue en profile des différentes phases du segment d'approche interrompue, est comme suit :

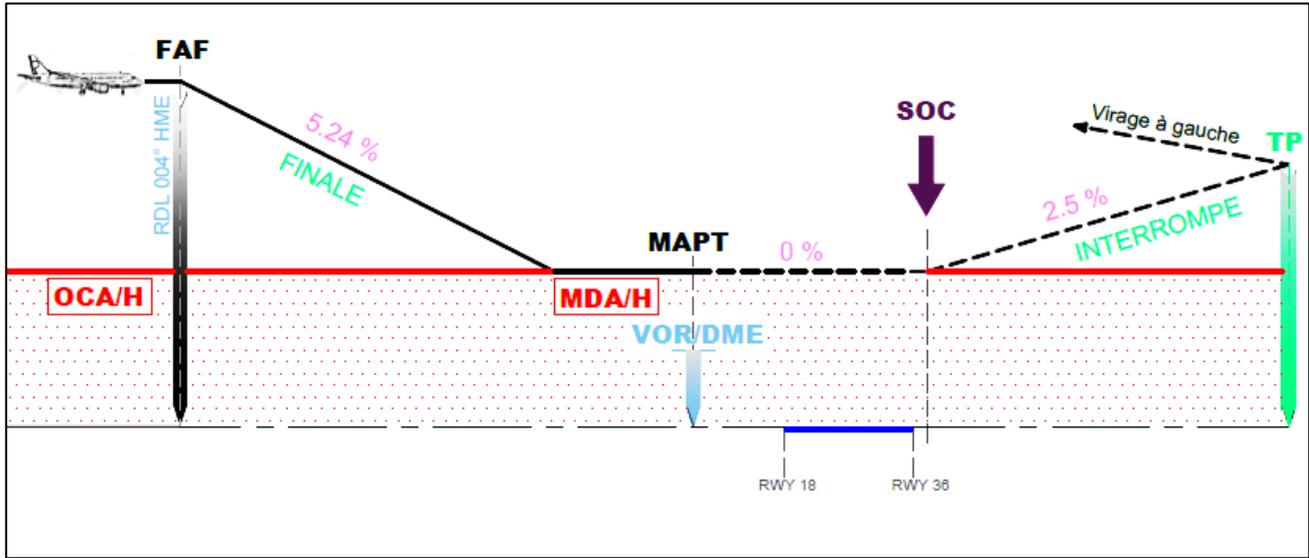


Figure 3.31 : Représentation de la vue en profil du segment d'approche interrompue.

Les aires de protection associées à ce segment, sont conçues en fonction de chaque catégorie d'aéronef (CAT A/B et CAT C/D).

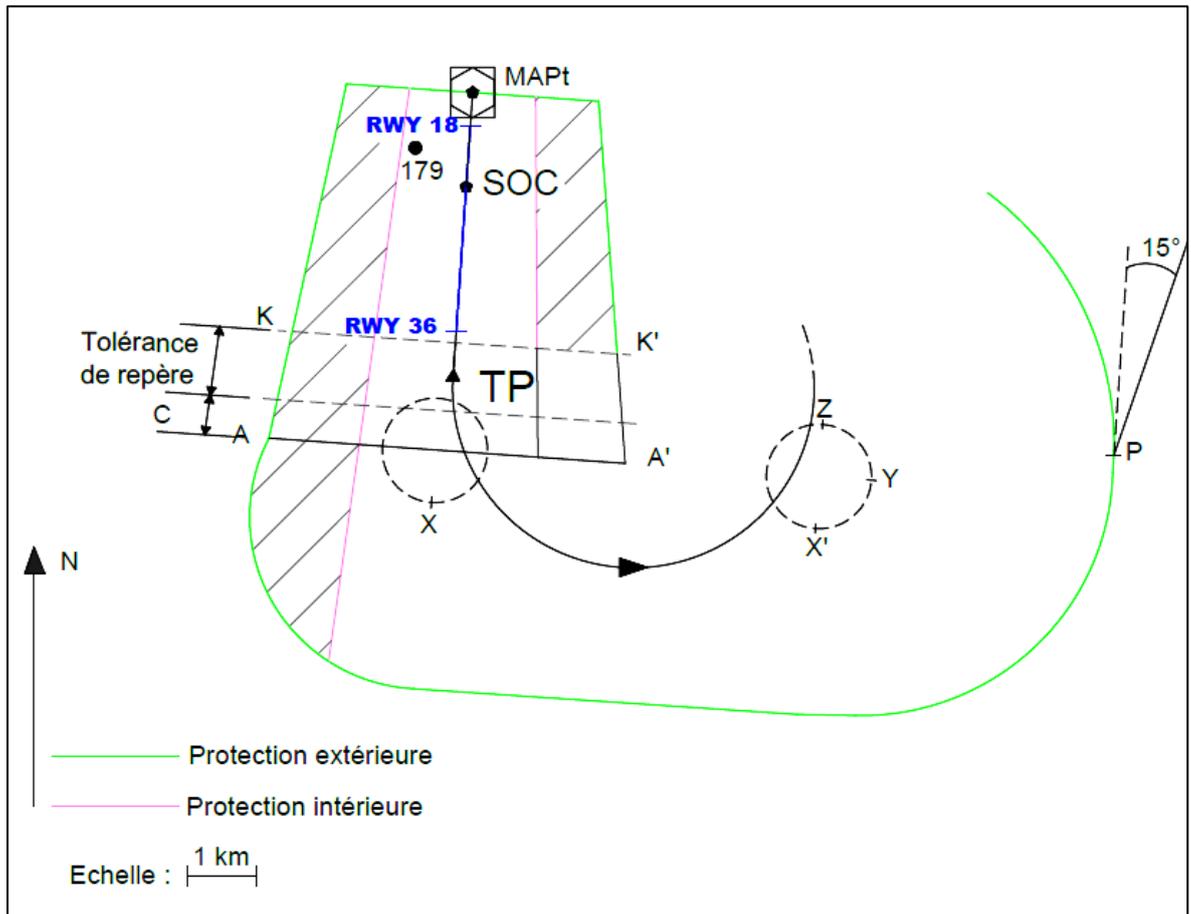


Figure 3.32 : Aire de protection du segment d'approche interrompue CAT A/B.

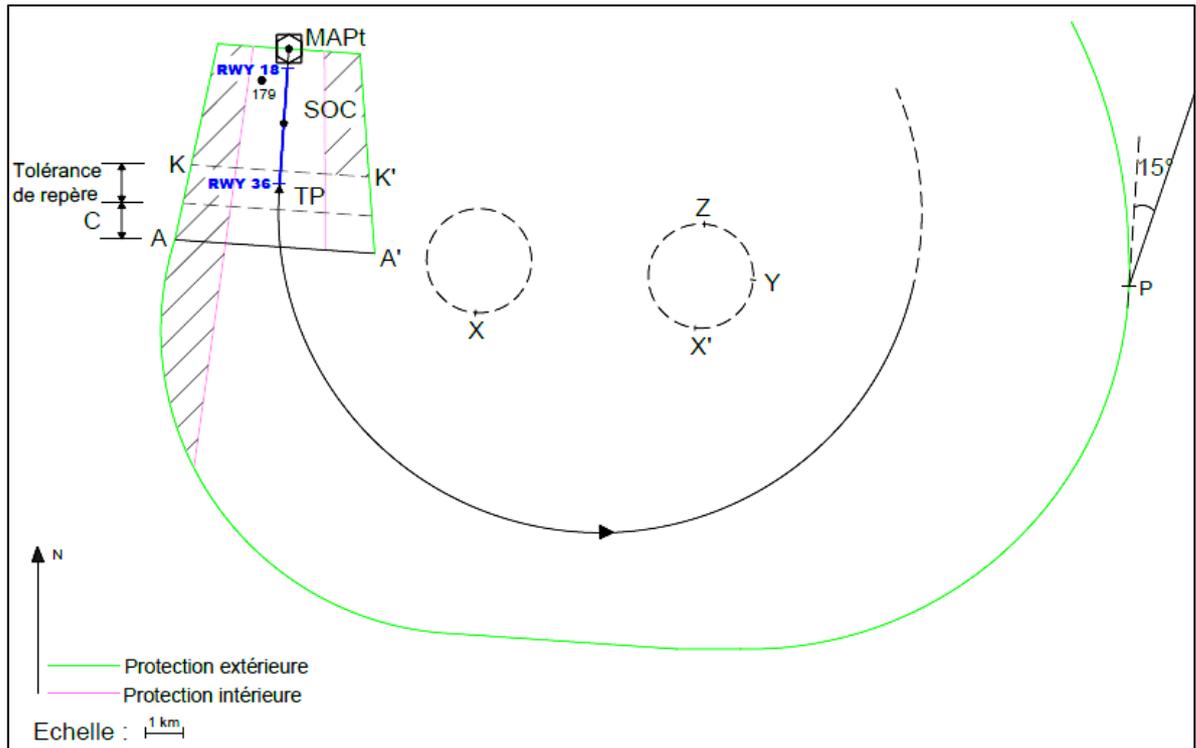


Figure 3.33 : Aire de protection du segment d’approche interrompue CAT C/D.

c) La détermination de l’altitude/hauteur minimale de sécurité :

Les calculs liés à la détermination de l'OCA/H de la procédure d’approche sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.22. Calculs liés à la détermination de l’altitude/hauteur minimale de sécurité (OCA/H).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire du segment d’approche finale	170+25	25	75	295
Aire du segment d’API (CAT A/B)	179	15	75	269
Aire du segment d’API (CAT C/D)	179	15	75	269

Donc : $OCA_{finale} = 295 \text{ m (970 ft)}$ (1) (2) ;

$OCA_{interrompue \text{ CAT A,B et C,D}} = 270 \text{ m (890 ft)}$ (1) ;

Et : $OCH_{finale} = 155 \text{ m}$ (1) (2) (3) ;

$OCH_{interrompue \text{ CAT A,B et C,D}} = 130 \text{ m}$ (1) (3) ;

Alors : **$OCA(H)_{procédure} = 970(510)ft \rightarrow MDA(H) = 970(510)ft$** (1) (3).

Note (2) : La majoration apportée est liée à la hauteur de la flamme lorsque la torche pétrolière est allumée [10].

Note (3) : Dans les calculs on prend la valeur de l’altitude de l’aérodrome, car : $ALT_{AD} - ALT_{seuil \ 18} < 2 \text{ m}$ [1].

d) La clairance d'approche interrompue :

La clairance d'API pour CAT A/B et CAT C/D s'énonce comme suit :
A 2 NM DME HME, virage à gauche pour suivre RDL 020° DVOR/DME HME en montée vers l'altitude de sécurité, et suivre instruction du contrôle.

e) Vérification du MAPt :

Les positions possibles du MAPt se trouvent entre le MAPt le plus amont et le plus aval, le MAPt le plus amont est déterminé à la verticale intersection entre L'OCH et la trajectoire nominale de la finale, et sa position la plus avale est déterminée par la verticale du seuil de piste utilisé (seuil 18). Voir la figure suivante :

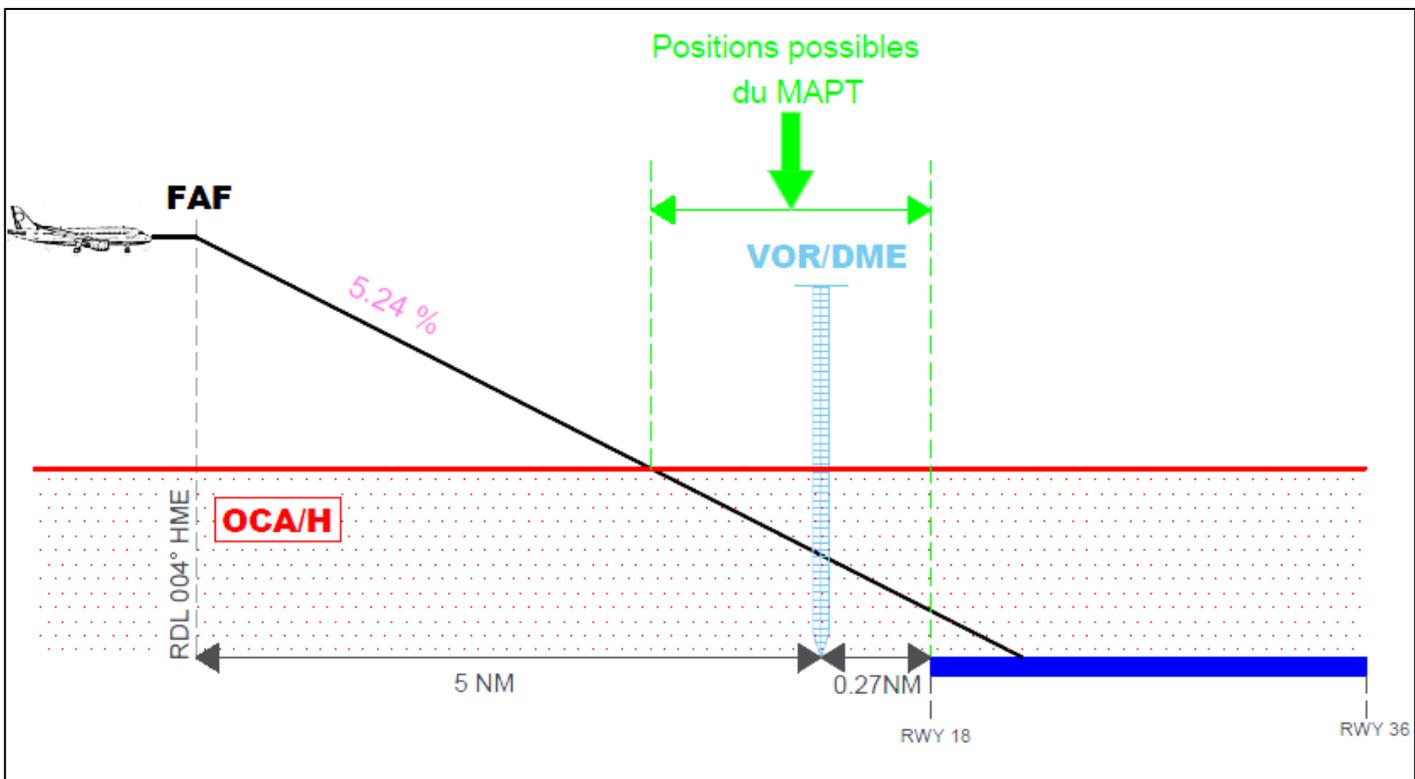


Figure 3.34 : Position possible du MAPt.

Analyse : D'après l'étude effectuée, la position du MAPt (verticale VOR/DME HME) déjà établie est validée et maintenue.

f) Traitement de surface de segment à vue (VSS) :

La conception et l'étude d'obstacle propre au segment VSS sont résumées dans la figure ci-après :

Remarque : on ne tient pas compte des obstacles d'une hauteur inférieure à 15m [1].

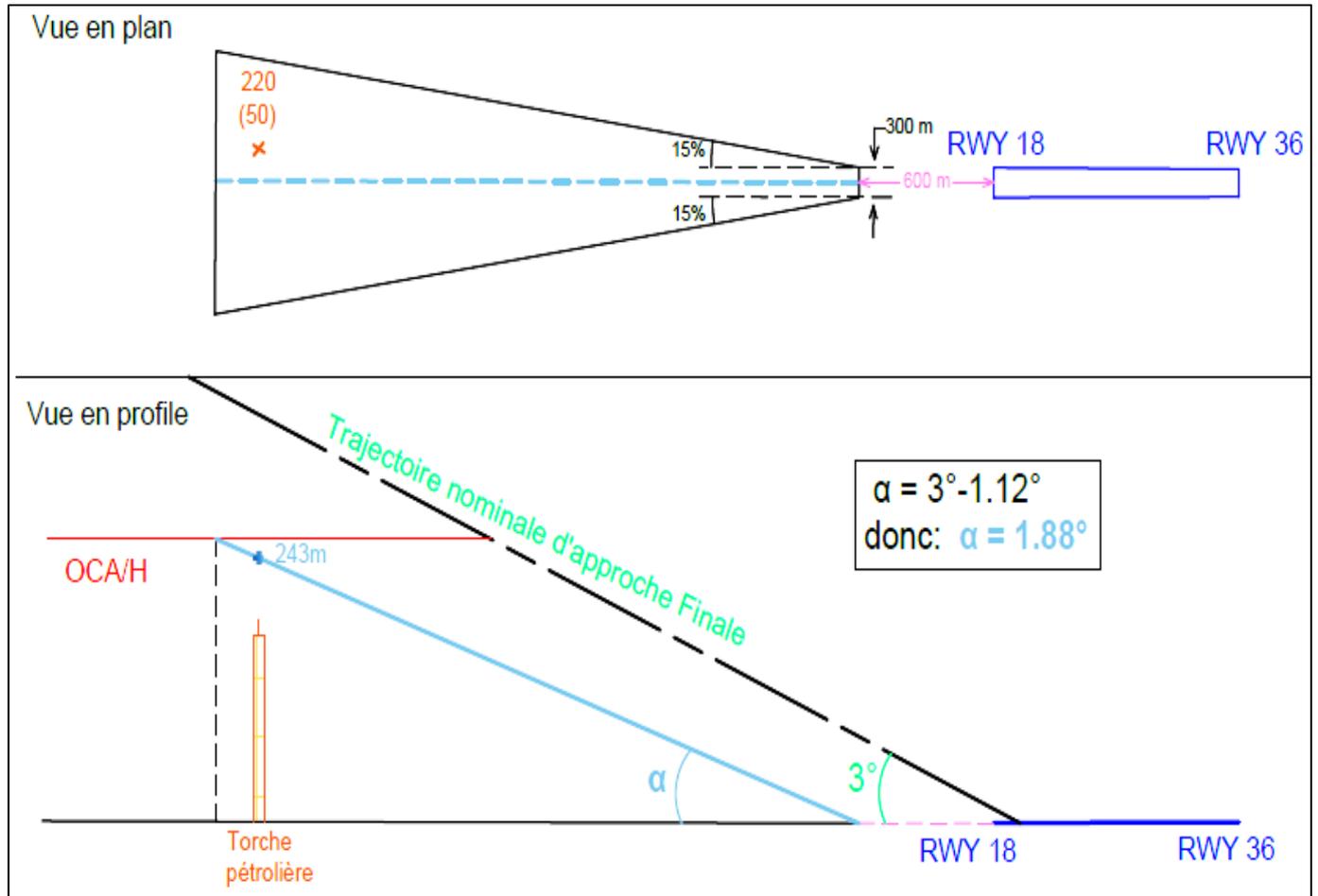


Figure 3.35 : segment VSS.

3.3.5.2. Segment d'approche intermédiaire et initiale

a) Segment d'approche intermédiaire :

Ce segment sera établi en pallier (pente de 0%), dans l'axe de la procédure (aligné avec l'axe de piste), allant de l'IF jusqu'au FAF, d'une distance de 5NM (valeur minimale). La MFO approprié est de 150m [1].

b) Segment d'approche initiale :

Ce segment admis une trajectoire rectiligne à l'estime d'une longueur de 6NM, reliant l'IAF à l'IF sur la route magnétique 49° , et qui sera établi en descente et requis une pente de 4.1%. La MFO approprié est de 300m [1].

Les aires de protection associées à ces segments, sont conçues comme figuré ci-après :

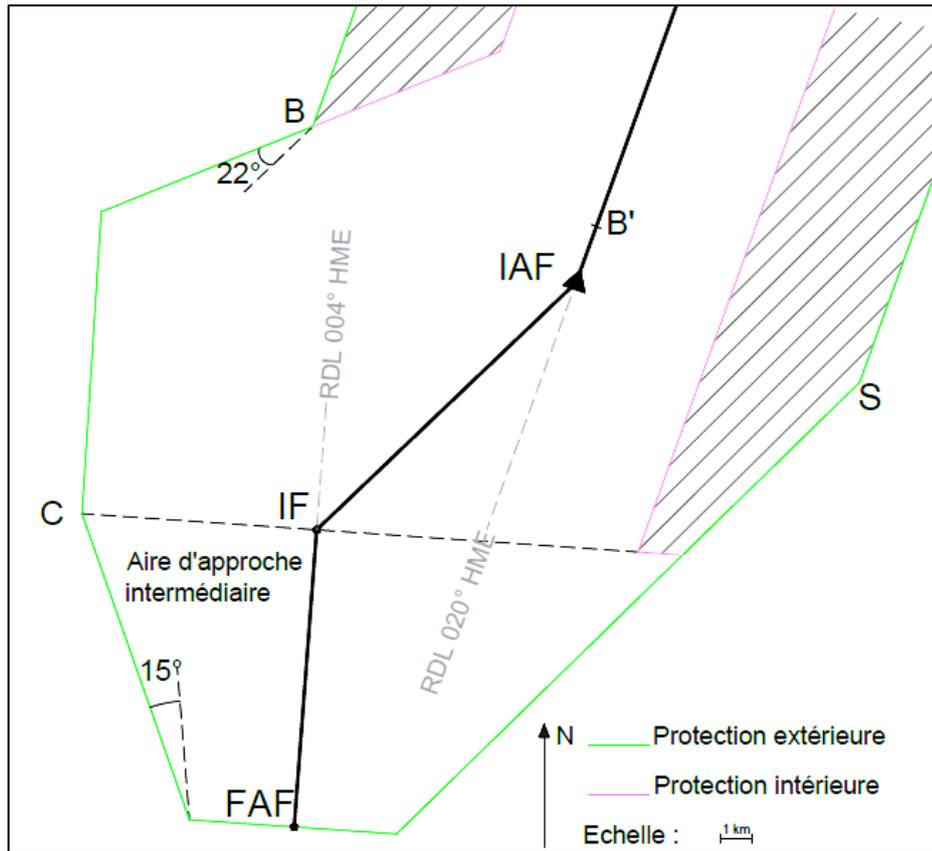


Figure 3.36 : Aire de protection du segment d’approche intermédiaire et initiale.

c) Détermination de l’altitude/hauteur minimale de sécurité :

Les calculs effectués pour déterminer la MOCA/H du segment d’approche intermédiaire et initiale sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.23. Calculs liés à la détermination de l’altitude/hauteur minimale de sécurité (MOCA/H).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire du segment d’approche intermédiaire	186	15	150	351
Aire du segment d’approche initiale	192	15	300	507

Donc : **MOCA**_{d’approche intermédiaire} = **400m (1200 ft)** (1);

Alors : **MOCH**_{d’approche intermédiaire} = **740 ft** (1) (3) ;

Et : **MOCA**_{d’approche initiale} = **550m (1700ft)** (1);

Alors : **MOCH**_{d’approche initiale} = **1240 ft** (1) (3).

3.3.5.3. Création d'un deuxième IAF

En observant le flux d'arrivée sur l'aérodrome de Hassi Messaoud au cours de l'année 2016, on remarque que le taux de trafic évolue tout au long de l'année sauf durant les deux mois février et novembre où il diminue sensiblement surtout pour les arrivées venant de MEHDI, TGU et ELO (voire chapitre 2 §2.4.1 fig 2.4 et fig 2.5). Pour cela il a été suggéré de créer un deuxième repère d'approche initiale ; supposé dans le cas où la densité est faible ; il est identifié à 15 NM HME dans le prolongement de l'axe de piste (RDL 004° HME), permettant aux aéronefs de procéder une approche alignée, et ça apportera à l'aérodrome un avantage opérationnel.

L'élaboration d'une procédure d'approche liée à l'IAF 2 a été envisagée, les segments d'approche initiale et intermédiaire sont ceux concernés du changement car les segments d'approche finale et interrompu restent les mêmes élaborés précédemment.

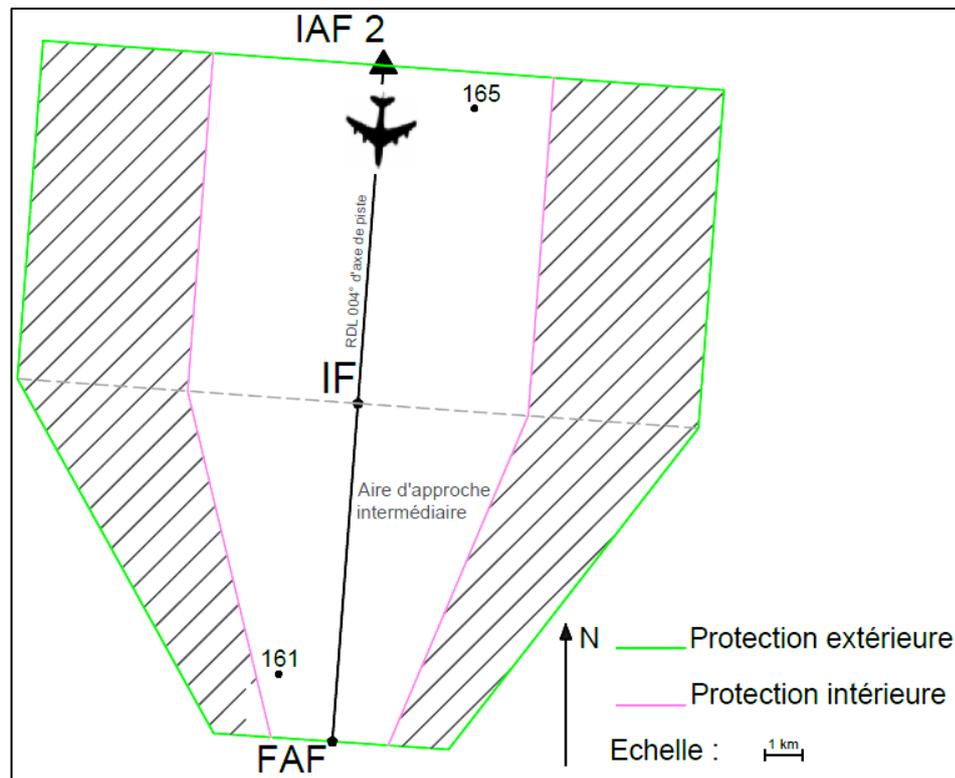


Figure 3.37: Aire de protection du segment d'approche intermédiaire et initiale.

- **Détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité :**

Les calculs effectués pour déterminer la MOCA/H du segment d'approche intermédiaire et initiale sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau 3.24 : Calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité (MOCA/H).

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire du segment d'approche intermédiaire	161	15	150	326
Aire du segment d'approche initiale	165	15	300	480

Donc : $MOCA_{d'approche\ intermédiaire} = 350m (1100\ ft) (1)$;

Alors : $MOCH_{d'approche\ intermédiaire} = 640\ ft (1) (3)$;

Et : $MOCA_{d'approche\ initiale} = 500m (1600ft) (1)$;

Alors : $MOCH_{d'approche\ initiale} = 1140\ ft (1) (3)$.

Remarque : L'IAF 2 sera utilisé sur clairance particulière et son altitude minimale est la même que l'altitude minimale de l'IAF 1.

3.3.5.4. Procédure d'approche indirecte (MVL)

La manœuvre à vue libre est établie afin de prévoir l'atterrissage au seuil 36, où le pilote n'est pas sensé suivre une trajectoire imposée mais supposé rester à l'intérieur de l'aire de protection associée à sa catégorie d'aéronef (CAT A/B et CAT C/D).

a) Calcul du rayon R_c :

Les aires de protections de la MVL sont en fonction du rayon R_c qui varie selon la catégorie d'aéronef. Ceci est calculé comme suite :

DONNEES			
Vent	25 kt	$ALT_{AD}+1000\ ft$	1140 ft
Inclinaison latérale	$\alpha = 20^\circ$	Température ISA+15°C (VAR=26.8°C)	

→ Catégorie D :

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

▪ Le rayon du virage (r) = $\frac{V_v}{20 \pi R}$

○ Vitesse angulaire (R) = $3431 \tan 20^\circ / \pi V_v$, (VI=205 kt ; $V_v=245.806\ kt$)

$R = 1.617^\circ/s$

Le rayon du virage (r) = 2.4 NM

▪ Le segment rectiligne d'alignement(S) = 0.6NM

S = 0.6 NM

Donc : $R_C = 2 \times 2.4 + 0.6 \longrightarrow R_C = 5.4 \text{ NM}$

➔ **Catégorie C :**

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

▪ Le rayon du virage (r) = $\frac{V_v}{20 \pi R}$

○ Vitesse angulaire (R) = $3431 \tan 20^\circ / \pi V_v$, (VI=180 kt ; Vv=192.4 kt)

$$R = 2.066^\circ/s$$

Le rayon du virage (r) = 1.482 NM

▪ Le segment rectiligne d'alignement(S) = 0.5NM

S = 0.5 NM

Donc : $R_C = 2 \times 1.482 + 0.5 \longrightarrow R_C = 3.464 \text{ NM}$

➔ **Catégorie B :**

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

▪ Le rayon du virage (r) = $\frac{V_v}{20 \pi R}$

○ Vitesse angulaire (R) = $3431 \tan 20^\circ / \pi V_v$, (VI=135 kt ; Vv=144.261 kt)

$$R = 2.755^\circ/s$$

Le rayon du virage (r) = 0.833 NM

▪ Le segment rectiligne d'alignement(S) = 0.4NM

S = 0.4 NM

Donc : $R_C = 2 \times 0.833 + 0.4 \longrightarrow R_C = 2.066 \text{ NM}$

➔ **Catégorie A :**

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

▪ Le rayon du virage (r) = $\frac{V_v}{20 \pi R}$

○ Vitesse angulaire (R) = $3431 \tan 20^\circ / \pi V_v$, (VI=110 kt ; Vv=117.546 kt)

$$R = 3.38^\circ/s \longrightarrow R = 3^\circ/s$$

Le rayon du virage (r) = 0.623 NM

▪ Le segment rectiligne d'alignement(S) = 0.3NM

S = 0.43NM

Donc : $R_C = 2 \times 0.623 + 0.3 \longrightarrow R_C = 1.547 \text{ NM}$

Au finale on obtient les aires suivantes :

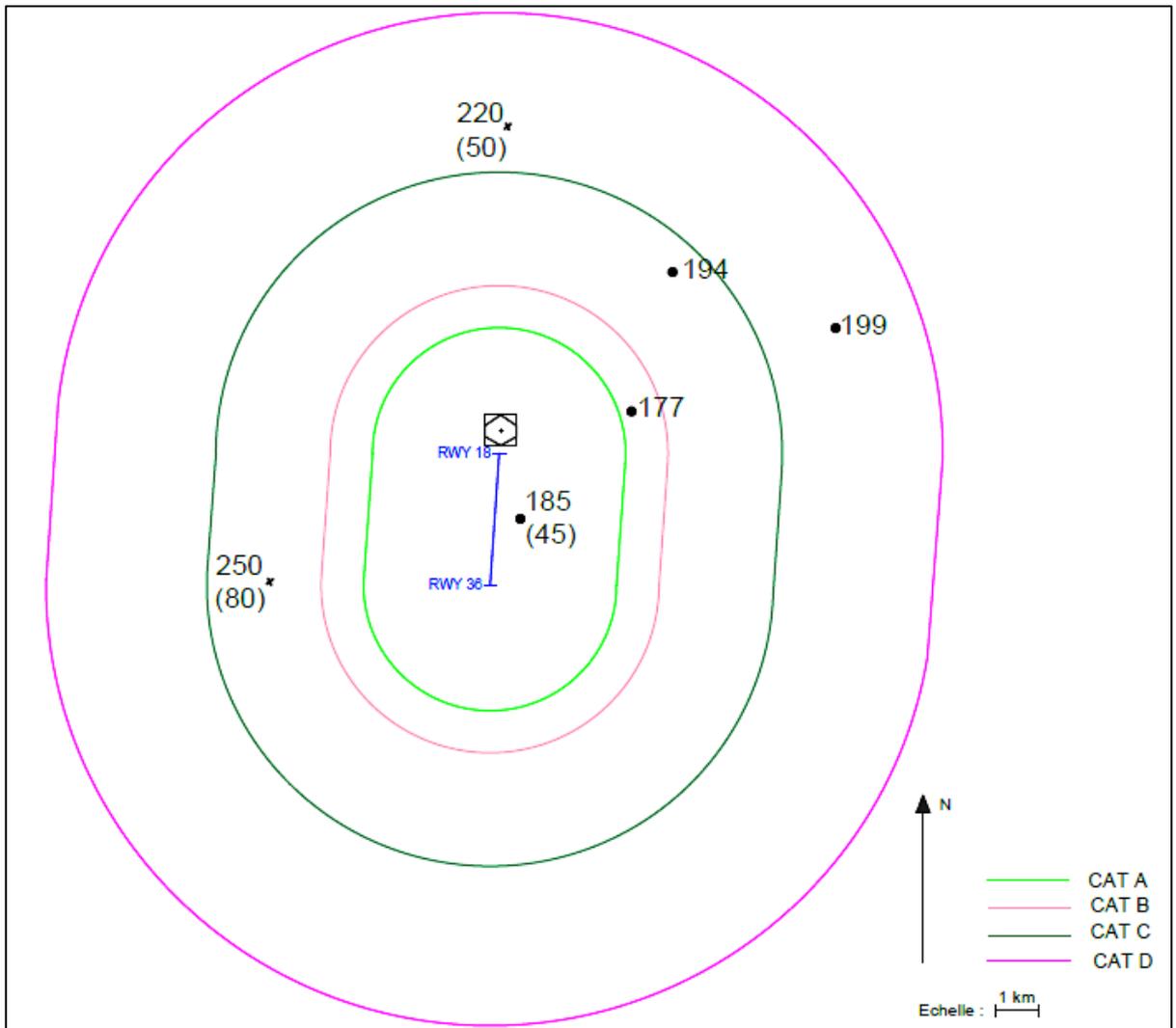


Figure 3.38 : MVL pour CAT A, B, C et D.

b) La détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité :

Les calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité (OCA/H) de la MVL sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.25 : Calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité pour la MVL.

	ALT Obstacle (m)	Majoration (m)	MFO (m)	Calcul (m)
Aire pour CAT A	185	15	90	290
Aire pour CAT B	185	15	90	290
Aire pour CAT C	65+170	15 (2)	120	370
Aire pour CAT D	65+170	15 (2)	120	370

Donc : $OCA_{MVL^C/D} = 370\text{m (1220 ft)}$;

$OCA_{MVL^A/B} = 290\text{m (960 ft)}$;

Et : $OCH_{MVL^C/D} = 230\text{m (760t)}$;

$OCH_{MVL^A/B} = 150\text{m (500 ft)}$;

Alors : $MDA(H)_{MVL^C/D} = 1220 (760)\text{ft}$ et $MDA(H)_{MVL^A/B} = 960 (500)\text{ft}$.

3.3.5.5. La détermination des minimums opérationnels d'aérodrome (MOA)

Les limites d'utilisation de l'aérodrome de Hassi Messaoud pour chaque décollage et atterrissage sont exprimées en terme de VIS, RVR et MDA(H), ces derniers sont déterminés en tenant compte des paramètres suivant : catégorie d'aéronef, balisage (rampe d'approche), OCA/H (d'approche directe et d'approche indirecte), et les moyens météo (RVR, VIS et QNH).

Le tableau suivant résume les MDH trouvés à partir de l'étude d'obstacle, pour la procédure d'approche et pour la MVL :

Tableau 3.26 : Résumé des MDH calculés.

Catégorie d'aéronef	MDH Procédure (ft)	MDH MVL (ft)
A	510	500
B	510	500
C	510	760
D	510	760

La RVR et la VIS sont déterminées en fonction de la MDH pour chaque procédure selon la catégorie d'aéronef, à partir des tableaux tirés du DOC 9365.

Les MOA à publier après étude sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3.27 : Les minimums opérationnels d'aérodrome.

Catégorie d'aéronef	MDH Procédure (ft)	RVR Procédure (m)	MDH MVL (ft)	VIS MVL (m)
A	510	2400	510	2400
B	510	2400	510	2400
C	510	2400	760	3500
D	510	2400	760	3600

3.4. Positions et Identification des points significatifs

Après établissement de l'étude nous avons calculés les positions géographiques de tous les points significatifs établies dans le nouveau schéma, les coordonnées sont exprimées en degré minute et second (WGS 84).

L'identification de ces points a été faite en coordination avec les contrôleurs de Hassi Messaoud et conformément à l'annexe 11. Il a été décidé que les points suivant prennent l'identification suivante :

Tableau 3. 28 : Identification des points significatifs.

Le point	Position/VOR DME HME	Identification	coordonnées
IAF 1(Point d'attente)	R020° 15NM	AMIAN	31°55'34.7960"N 006° 14'32.8779" E
IAF 2 (Point aligné avec l'axe de piste)	R004° 15NM	TARFA	31°56'27.1269"N 006° 9'44.9666" E
Point de virage SID1 et SID2	R342° 24 NM	BOFAS	32° 4'19.5396"N 005°59'47.4968" E
Point de virage (STAR1)	R358° 30NM	---	32°11'30.1082"N 006°7'17.1604" E
Point interception route magnétique RM 174° (STAR2)	R016° 30NM	---	32°10'20.9676"N 006°18'15.7254" E
Début d'arrivée de TGU	R358°40NM	TABAT	32°21'30.9729"N 006°06'52.3051" E
Début d'arrivée de ELO	R016°40NM	MEGAR	32°19'58.6231"N 006°21'31.9367" E
Début d'arrivée de IMN	R140°40NM	LIMAN	31°10'41.3510"N 006°38'29.4536" E
Début d'arrivée de NSL	R216°40NM	GAMRA	31°8'58.5654" N 005°41'7.2909" E
Début d'arrivée de MNA	R240°40NM	DEKIR	31°26'19.0335"N 005°25'10.1078" E

Remarque : les points d'entrées des STAR sont identifiés à l'intersection des routes d'arrivées avec la limite de la nouvelle CTA.

3.5. Etablissement des cartes

Arrivant à cette étape, nous avons établie des cartes aéronautique SID, STAR, et IAC ; afin de préparé le projet de publication à titre expérimental. Ces cartes ont été élaborées conformément aux normes et exigences réglementaires OACI en matière de publication et en suivant l'annexe 4 et l'annexe 11, appendice 3 [16][17].

Les unités de mesure prises en considération dans ces cartes sont le ft (pour les ALT) et le NM (pour les distances) et le mètre est utilisé uniquement pour la publication des RVR et VIS.

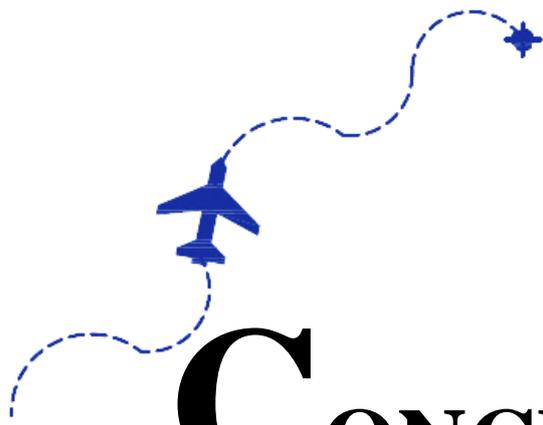
Nous avons attribué pour chaque route de départ et d'arrivée, des indicatifs (indicatif de base « Point de cheminement de 5 lettres ou de 3 lettres », indicateur de validité « Un chiffre de 0 à 9 », indicatif d'itinéraire « Une des lettres alphabétiques sauf 'I' et 'O' ») [17].

Les cartes réalisées sont les suivantes (voir annexe 3) :

1. Carte des arrivées normalisées aux instruments SATR RWY 18.
2. Carte des départs normalisés aux instruments SID RWY 18.
3. Carte des départs normalisés aux instruments SID RWY 36.
4. Carte d'approche aux instruments IAC RWY 18 CAT A/B.
5. Carte d'approche aux instruments IAC RWY 18 CAT C/D.

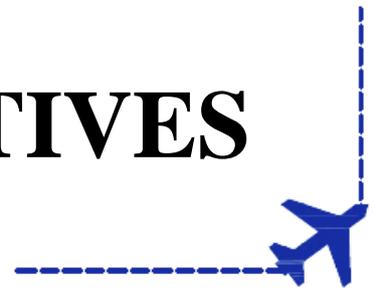
3.6. Conclusion

Vu la complexité de l'étude de ce nouveau schéma de circulation aérienne, liée aux séparations stratégique entre plusieurs trajectoires en même temps, nous avons proposé plusieurs scénarios et différentes hypothèses dont les calculs furent refaits à chaque fois pour arriver à la fin à adopter le scénario le plus optimale qui permettra d'éliminer les contraintes existantes et de répondre aux besoins des usagers de l'espace aérien de Hassi Messaoud à court et à long terme.



CONCLUSION ET

PERSPECTIVES



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'établissement de ce mémoire nous a permis de réaliser un nouveau schéma de circulation aérienne constitué de différentes procédures aux instruments, et basé principalement sur le flux de trafic en provenance et à destination Nord de l'aérodrome de Hassi Messaoud. Ce nouveau schéma représente à notre sens une solution qui pourrait être efficace aux contraintes opérationnelles évoquées par le schéma existant. En effet, le nouveau schéma et le schéma existant vont être utilisés séparément et indépendamment par le contrôle d'approche en liaison avec la piste en service. Ils ne peuvent être activés simultanément car cela représente un danger à la gestion du trafic vu que cet aérodrome ne dispose pas d'image RADAR.

Les différentes procédures de vol aux instruments ont été conçues en travaillant en coordination permanente avec les usagers de l'espace aérien et les concepteurs de procédures de l'ENNA, tout en prenant en considération les paramètres les plus contraignants pour un aéronef. Notre étude a commencé tout d'abord par l'élaboration de l'attente point fixe qui s'est arrêté après plusieurs scénarios, sur la radial 020° à 15 NM HME ; puis la conception des SID séparés stratégiquement avec cette dernière, après les STAR reliant la nouvelle attente, et enfin une procédure d'approche directe de type classique pour le seuil 18 suivi d'une MVL.

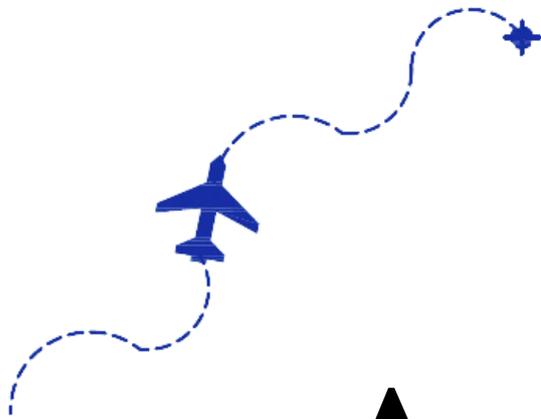
Vu l'importance des trajectoires établies qui ont pris un volume d'espace aérien plus grand que la CTA actuelle, nous étions dans l'obligation de redimensionner la CTA verticalement et latéralement afin d'englober les nouvelles procédures conçues.

Notre projet s'est achevé par l'établissement de nouvelles cartes SID, STAR et IAC dédiées à la publication aux usagers de l'espace aérien à titre expérimental après validation. Ces dernières ont été élaborées conformément aux exigences réglementaires de l'OACI, mais d'une manière différente que celles publiées actuellement dans l'AIP Algérie. Toutes ces procédures et cartes aéronautiques ont été établis à la main puis refaites à l'aide d'un logiciel de dessin assisté par ordinateur AutoCAD.

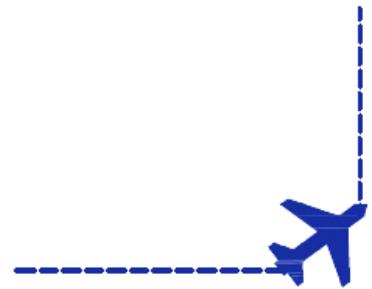
Ce projet va être exposé dans le future proche par les concepteurs de procédures de vol au niveau de l'aérodrome de Hassi Messaoud, ensuite il va être envoyé au service SGS pour effectuer l'étude de sécurité appropriée, et au contrôle en vol pour vérifier la pilotabilité des procédures en réalisant un vol d'essais avec l'avion laboratoire. Si aucune

réserve n'est signalée, les différentes procédures de vol établis seront validées par la DACM ensuite publiées par le service information aéronautique. Après six mois s'il n'y aura aucun problème signalé par les compagnies aériennes ou les contrôleurs, cette dernière va passer automatiquement à la publication permanente.

Enfin cette étude sera un point de départ pour la réalisation d'un projet qui abordera par exemple, la conception des procédures d'approches classiques et de précision pour le seuil 36, ainsi qu'un départ vers le nord joignant TGU et ELO à travers la radiale 065° VOR HME et suivent l'arc 35 NM DME HME. Comme elle peut servir à l'établissement d'une étude d'un schéma de circulation aérienne basé sur le concept PBN.



ANNEXES



ANNEXE 1
AERONEFS FREQUENT SUR L'AERODROME
DE HASSI MESSAOUD

Tableau 1 : Type d'aéronef fréquentant sur l'aérodrome de Hassi Messaoud
et leur régime de vol [10].

Type d'aéronef	Régime de vol	Vitesse de Croisière (kt)
Boeing 767-300	IFR	480
Boeing	IFR	460
Boeing	IFR	460
Lliouchine 76	IFR	410
Lokheed C-130	IFR	290
Antonov 12	IFR	360
Falcon 2000	IFR	490
Cessna citation C25A	IFR	450
Cessna citation C56X	IFR	460
Learjet 35	IFR	420
Bombardier Q400	IFR	360
Bombardier Q200	IFR	280
ATR72	IFR	280
Beechcraft 1900	IFR	250
Let 410 turbolet	IFR	180
Twin otter DHC6	IFR	150
Cessna caravane C-208	VFR	160
Diamond DA40	VFR	125
Pilatus PC6	VFR	120
Hélicopter 206	VFR	115

ANNEXE 2

SECTORISATION DE L'ESPACE AERIEN ET CHAMPS PETROLIERS

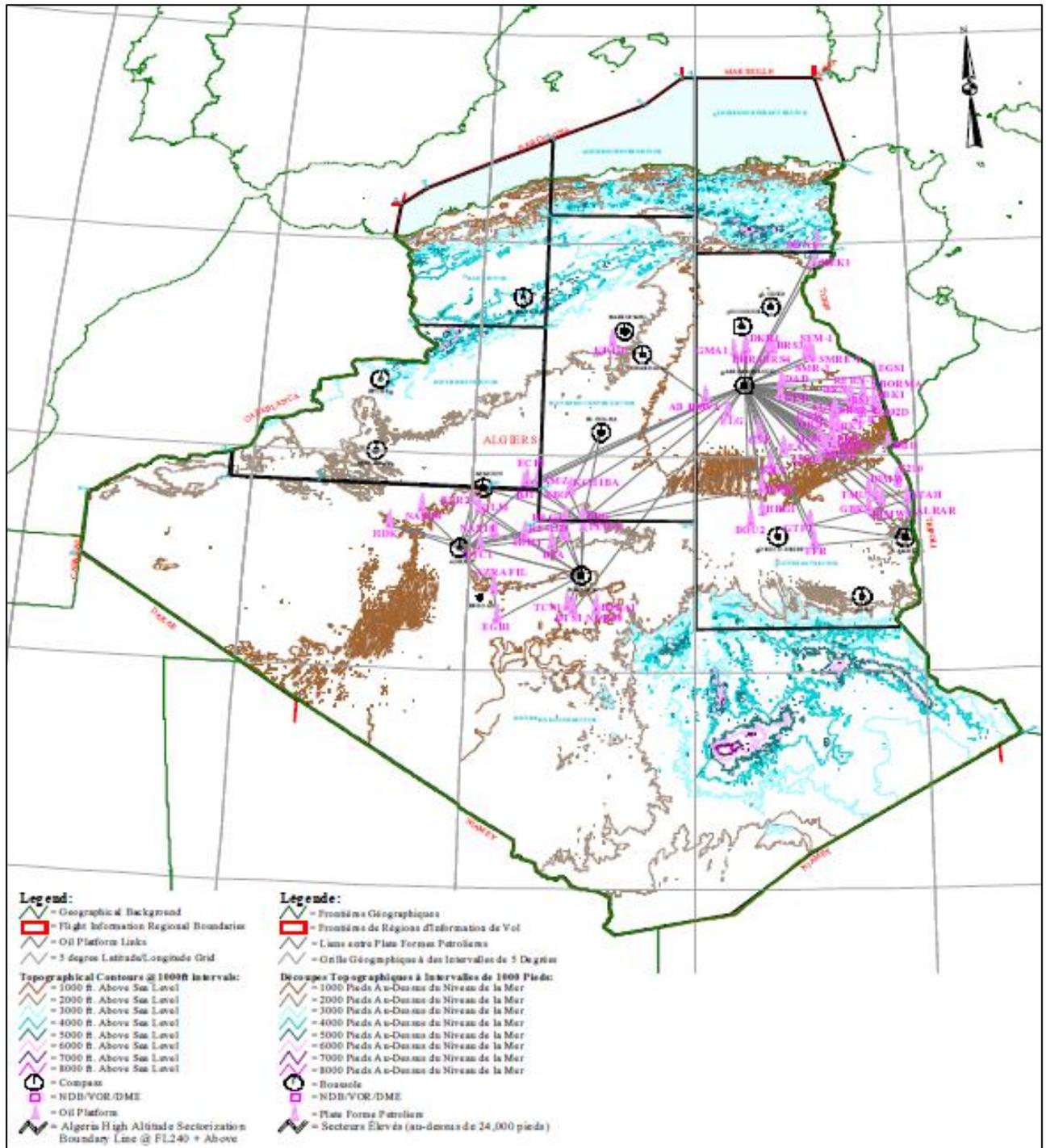


Figure 1 : Sectorisation de l'espace aérien et champs pétroliers [18].

ANNEXE 3

DESCRIPTION DU SECTEUR SUD-EST

1. Introduction

L'Algérie est un pays Africain qui se situe au nord, au centre du littoral méditerranéen, avec une superficie de 2 381 741 km²; C'est le plus grand des pays d'Afrique; du monde arabe et du bassin méditerranéen.

Il partage ces frontières terrestres, avec la Tunisie au nord-est, la Libye à l'est, le Niger et le Mali au sud, la Mauritanie et le Sahara occidental au sud-ouest, et enfin le Maroc à l'ouest. Sa situation géographique stratégique, fait que l'espace aérien algérien soit le carrefour de l'ensemble de la circulation du trafic aérien, reliant entre l'est/ouest et le nord/sud du globe terrestre.

2. Structure actuelle de l'espace aérien algérien [6]

L'espace aérien algérien comporte une seule région d'information de vol (FIR) ; limitrophe à la FIR Barcelone et Marseille au nord, FIR Casablanca à l'ouest, FIR Dakar au sud-ouest, FIR Tunis à l'est, FIR Tripoli au sud-est, et enfin FIR Niamey au sud de l'Algérie. Ces derniers sont illustrés dans la figure suivante :

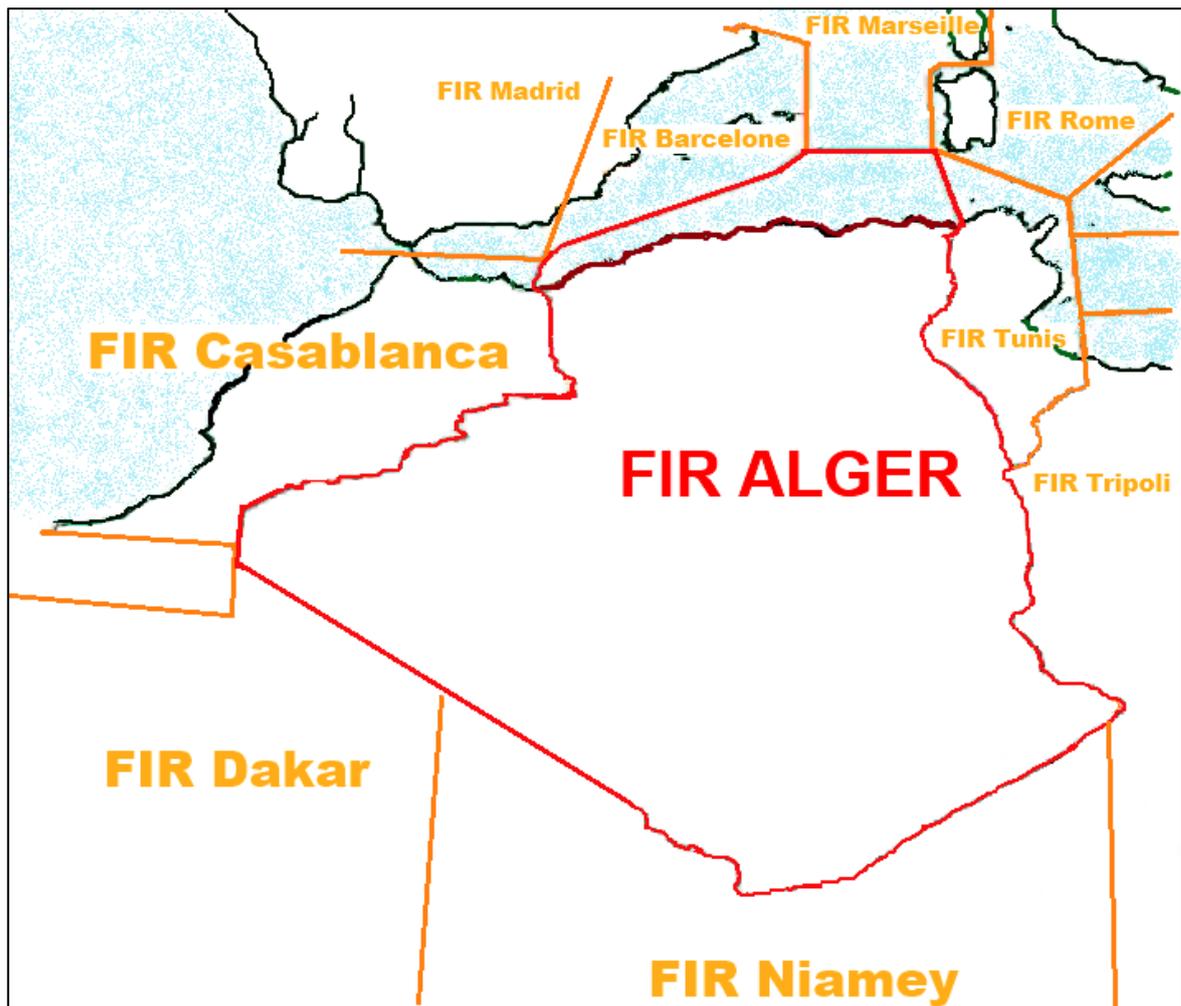


Figure 1 : FIR Alger et FIR voisines.

3. Division et classification de la FIR Alger [6]

L'espace aérien Algérien est divisé en sept secteurs, composée de trois TMA au nord ; et cinq CTA déléguées à l'approche pour mieux gérer les manœuvres des aéronefs autour des aéroports ayant une densité de trafic importante :

- Secteur centre Alger (TMA centre), secteur nord-est (TMA Alger nord-est), secteur nord-ouest (TMA Oran), secteur sud-centre, secteur sud-est, secteur sud-ouest, et enfin secteur sud-sud ;
- Le secteur centre Alger comporte la CTA ALGER;
- Le secteur nord-est comporte la CTA ANNABA, et la CTA CONSTANTINE;
- Le secteur sud-est comporte la CTA HASSI MESSAOUD;
- Le secteur nord-ouest comporte la CTA ORAN.

Trois classe d'espace aérien sont mises en œuvres actuellement par l'Algérie A, D, et E. La division et la classification de la FIR Alger sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Division et classification de l'espace aérien algérien.

	Nom		Limite verticale		Classe
FIR	Alger		UNL GND/MSL		-
Secteurs Secteurs	TMA Centre TMA Nord Alger	Supérieur	FL 450	FL 245	A
		Inférieur	FL 245	450M GND/MSL	D
	TMA Nord-est		FL 450	450 M GND/MSL	D
	TMA Nord-ouest		FL 450		D
	Secteurs Sud-centre		FL 450	900M/GND	E
	Secteurs Sud-est		FL 450	900M/GND	E
	Secteurs Sud-ouest		FL 450	900M/GND	E
	Secteurs Sud-sud		FL 450	900M/GND	E
CTA	ALGER–Houari Boumediene		FL 145	450 M GND/MSL	D
	ANNABA–El Mellah		FL 105	450 M GND/MSL	D
	CONSTANTINE–Mohamed Boudiaf		FL 105	450 M/GND	D
	HASSI MESSAOUD–Krim Belkacem		FL 105	450 M/GND	D
	ORAN–Ahmed Benbella		FL 105	450 M GND/MSL	D

4. Structure de l'espace aérien du secteur sud-est [6]

L'espace aérien algérien est un espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus, le secteur sud-est s'étant latéralement du point 34°48'N 005°00'E jusqu'au point intersection de la frontière Algéro/Tunisienne avec le parallèle 34°48'N, ensuite la frontière Algéro/Tunisienne, puis la frontière Algéro/Libyenne jusqu'à l'intersection de parallèle 26°00'N avec la frontière Libyenne, puis le point 26°00'N 005°00'E jusqu'à 34°48'N 005°00'E. Et verticalement s'étant de 900 M/GND jusqu'à FL 450M.

Dans la FIR Alger existes des routes ATS (supérieur ou inférieur) et des routes de navigation de surface (RNAV), passant par différents points de cheminements qui s'appuient sur des aides de radionavigations. Au sein du secteur sud-est il y'a 8 station VOR/DME à : Biskra, El Oued, Touggourt, Zarzaitine, Illizi, Bordj Omar Drisse, Ouargla, et enfin à Hassi Messaoud ou le VOR/DME est installé à l'intérieure de l'aérodrome Krim Belkacem au prolongement de la piste ; à l'extrémité du seuil 18, ce VOR/DME regroupe cinq axes de route ATS domestiques résumés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : route aérien reliant le DVOR/DME de Hassi Messaoud.

Indicatif de route on provenance	Points significatifs et Coordonnées géographiques	La radiale	La distance
J/UJ 27 TGGOURT	TOUGGOURT VOR/DME 33°03'25.90''N006°05'19.68''E H-MESSAOUD DVOR/DME 31°41'27.41''N006°08'31.18''E	358°	82 NM
J/UJ 30 EL OUED	TEBESSA DVOR/DME 35°27'23.64''N 008°04'07.05''E ZENAD 34°48'00''N007°37'50''E EL OUED VOR/DME 33°30'37.64''N 006°46'50.21''E H-MESSAOUD DVOR/DME 31°41'27.41''N006°08'31.18''E	028° 016°	45 NM 88 NM 114 NM
J/UJ 25 IN AMEAS	H - MESSAOUD DVOR/DME 31°41'27.41''N006°08'31.18''E GABEL 29°49'25.86''N007°58'16.49''E ZARZAITINE VOR/DME 28°03'59.6''N 009°39'39.3''E	140°	146 NM 138 NM
J/UJ 8 IN SALAH	H - MESSAOUD DVOR/DME 31°41'27.41''N006°08'31.18''E RIKIF 30°19'06''N005°00'00''E SIHAR 28°30'00''N003°30'44''E IN SALAH VOR/DME 27°14'48.26''N 002°30'09.24''E	216°	101 NM 134 NM 92 NM
J/UJ 26 MNIAA	H-MESSAOUD DVOR/DME 31°41'27.41''N006°08'31.18''E GARBA 31°22'0.44'' N005°11'52.87'' E KEBRI 31°17'55''N 005°00'00''E EL GOLEA VOR/DME 30°33'30.77''N 002°51'41.97''E	248°	52 NM 11 NM 119 NM

Ce secteur a une classe d'espace aérien E, et bénéficie d'une couverture RDAR dans sa partie nord ; au-dessus du niveau de vol 100, la figure suivante illustre la couverture RADAR actuel.

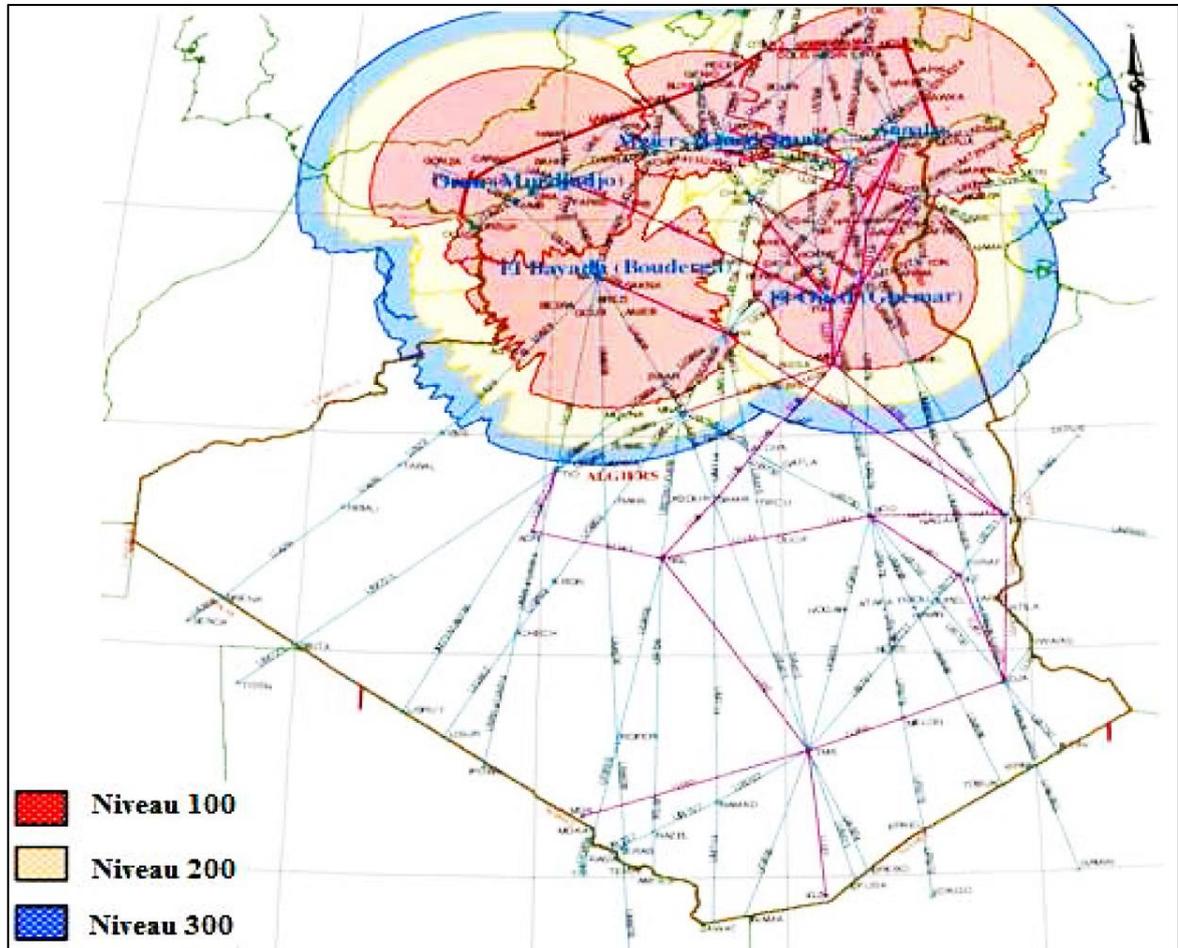
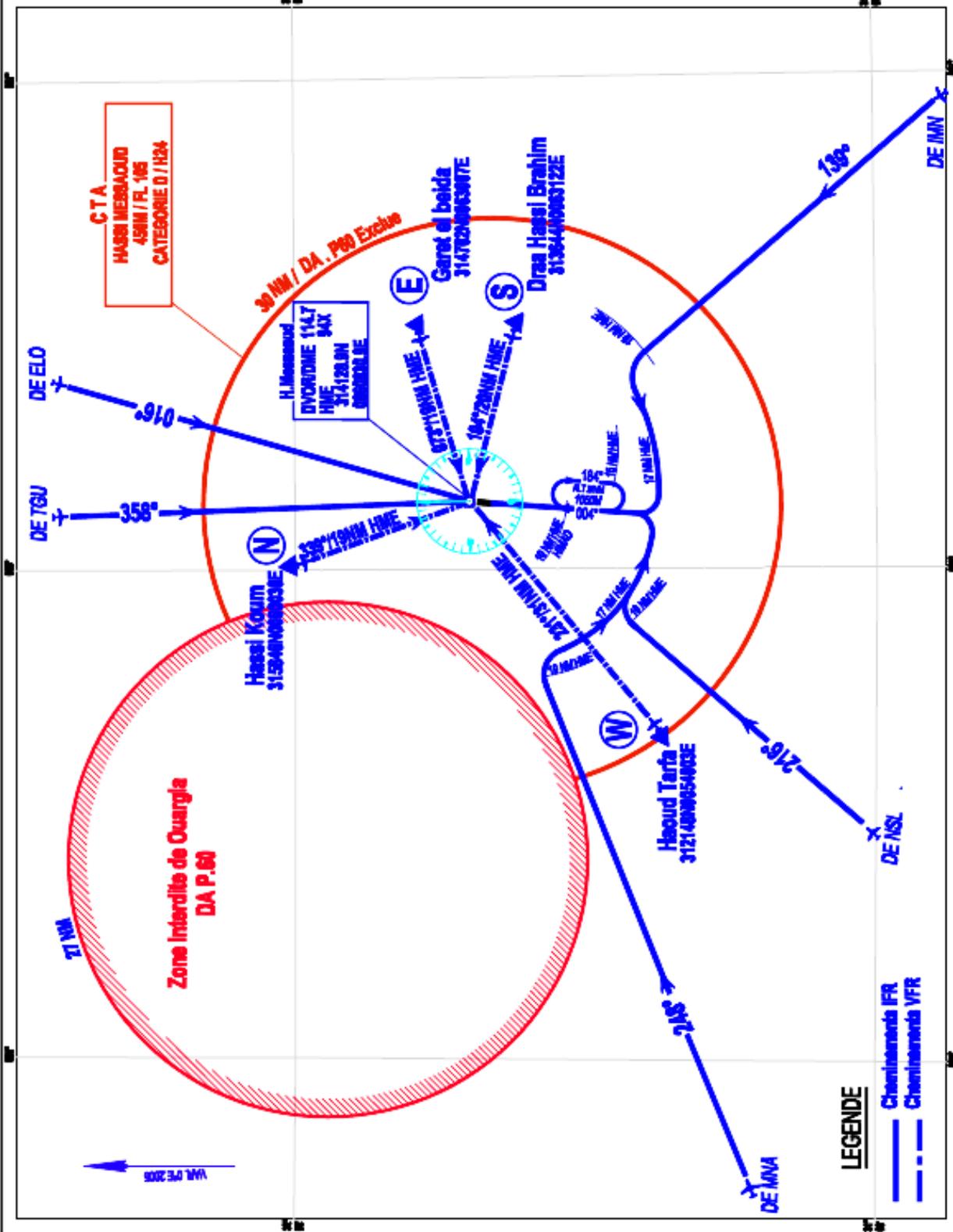


Figure 2.3: Couverture RADAR actuel [18].

Le secteur sud-est est caractérisé par sa densité de trafic, le jour comme la nuit. Au totale il existe 7 Aérodomes dans ce secteur : DAUB – BISKRA / Mohamed Khider, DAUO - EL OUED / Guemar, DAUU – OUARGLA / Ain Beida, DAUZ - IN-AMENAS / Zarzaitine, DAAP – ILLIZI / Takhamalt, DAUK – TOUGGOURT / Sidi Mahdi, et enfin l'aérodrome d'intérêt DAUH-Krim Belkacem ou il est le premier entre eux en terme de densité de trafic, la figure suivante illustre les différents aérodromes ouverts à la CAP du pays et les aérodromes existants dans ce secteur plus précisément [6][4].

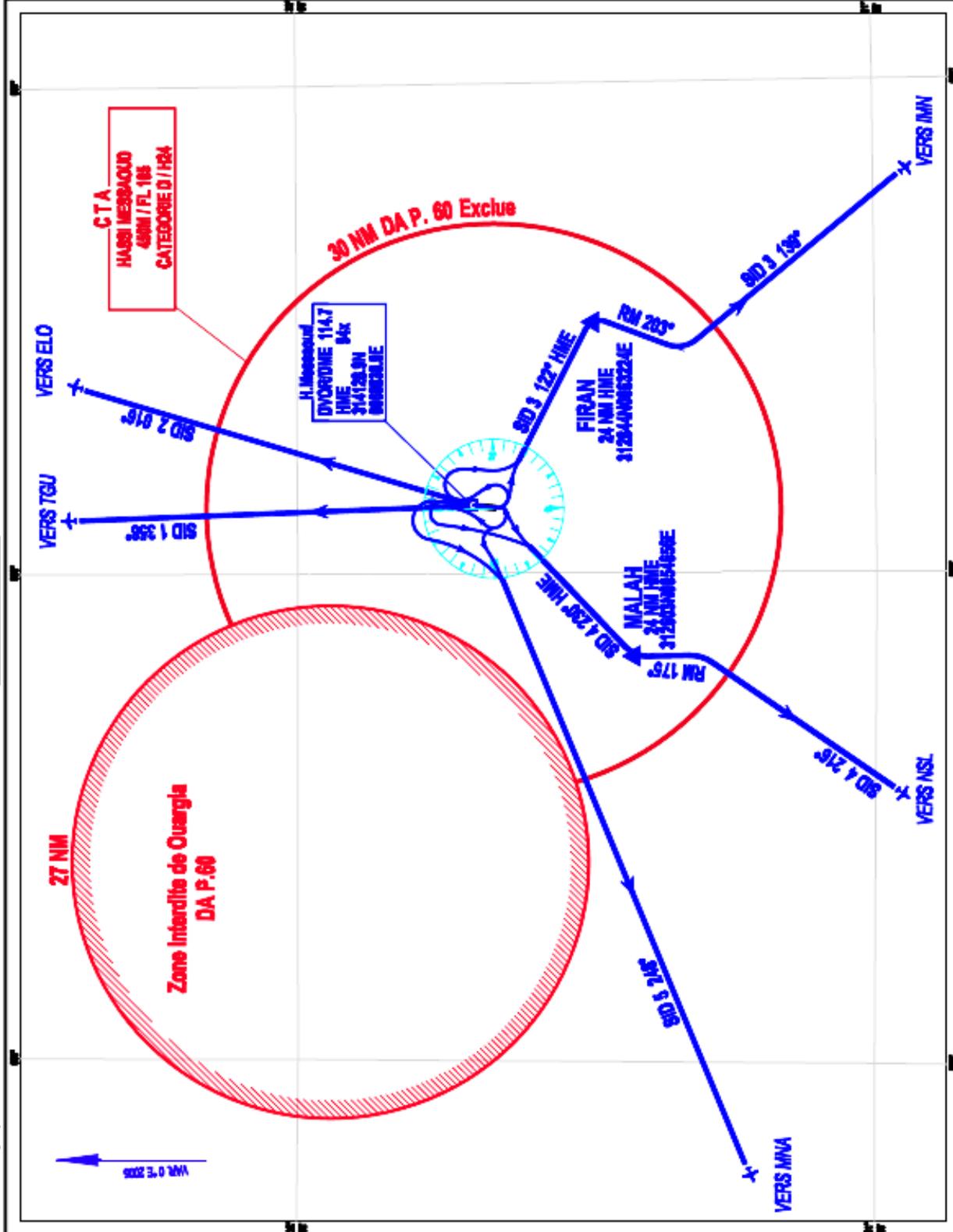
ANNEXE 4
SCHEMA DE CIRCULATION
AERIENNE DE L'AERODROME DE
HASSI MESSAOUD -EXISTANT-

HASSI MESSAOUD / Qued Irara - Krim Belkacem



CODE	RYM / IDENTIF	CHIFFREMENTS
T09 - HME HMAO	HMAO	Intercepteur et service radio 200° HME jusqu'à verticale D/00° HME, ensuite intercepteur et service radio 104° HME pour rejoindre HMAO
ELO - HME HMAO	HMAO	Intercepteur et service radio 016° HME jusqu'à verticale D/00° HME, ensuite intercepteur et service radio 104° HME pour rejoindre HMAO
IMN - HMAO	HMAO	Intercepteur et service radio 130° HME jusqu'à 10 NM DME HME, VFR à gauche pour suivre l'axe 17 NM DME HME pour rejoindre HMAO
NSL - HMAO	HMAO	Intercepteur et service radio 216° HME jusqu'à 10 NM DME HME, VFR à droite pour suivre l'axe 17 NM DME HME pour rejoindre HMAO
IMN - HMAO	HMAO	Intercepteur et service radio 130° HME jusqu'à 10 NM DME HME, VFR à droite pour suivre l'axe 17 NM DME HME pour rejoindre HMAO

HASSI MESSAOUD / Oued Irara - Krim Belkacem

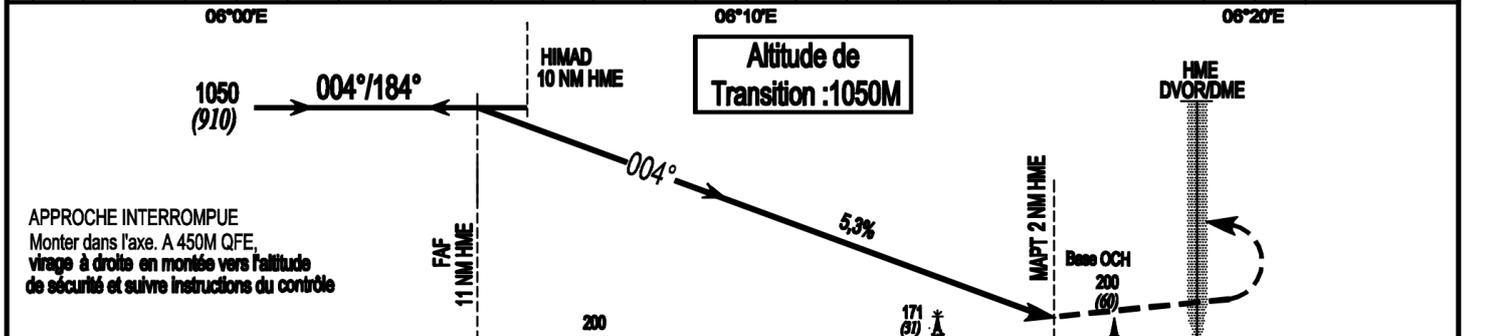
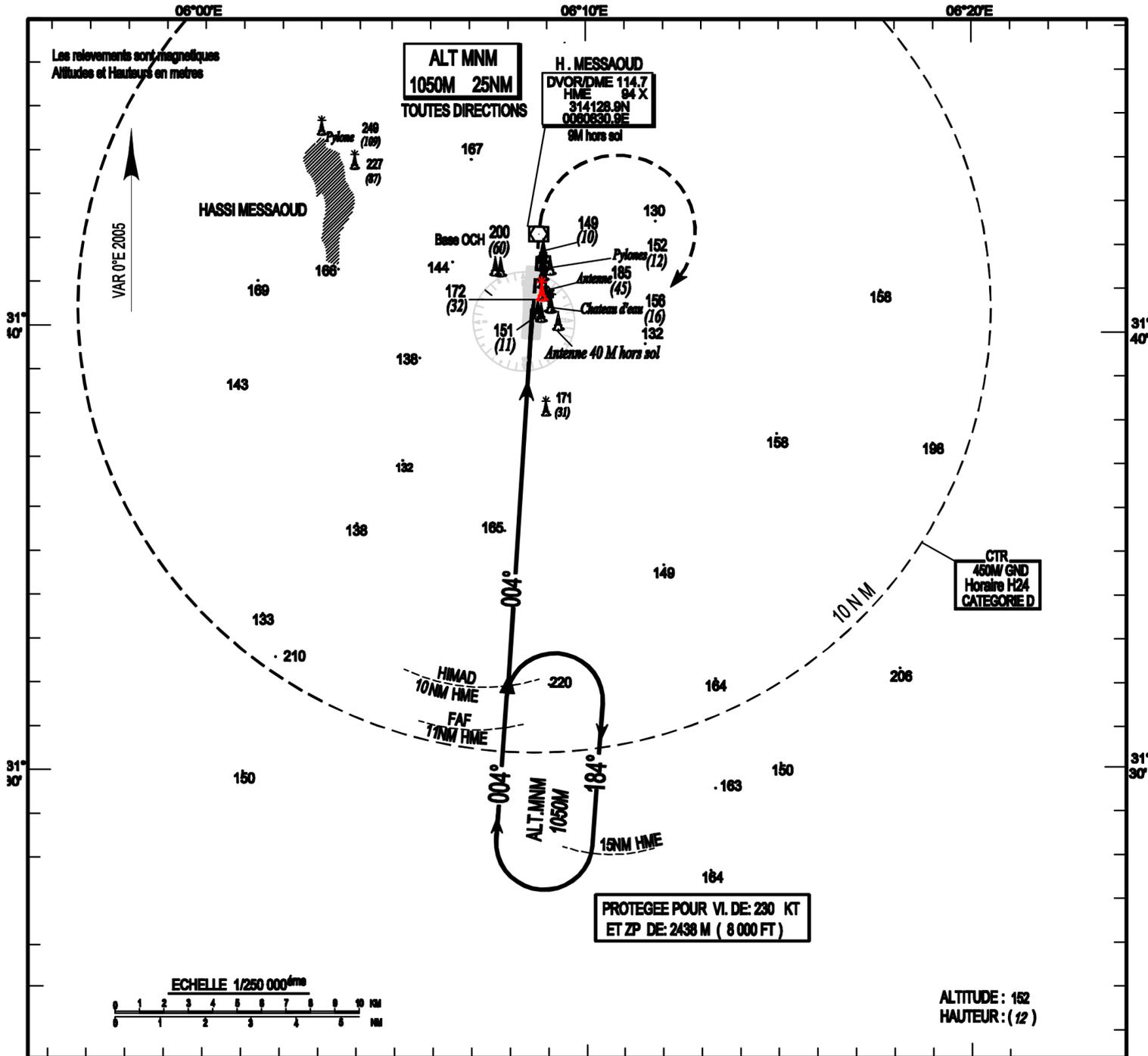


CODE	POINT BORTE	COMMENTAIRE
SD1 RNY 20 RNY 10	TGU	Après décollage, intercepter et suivre radars SDP HME vers TGU. Après décollage, virage à droite et rejoindre 2000FT QNH jusqu'à cote de 1000. SDP HME, puis intercepter et suivre REL. SDP HME vers TGU.
SD2 RNY 20 RNY 10	ELO	Après décollage, intercepter et suivre radars (MIP HME) vers ELO. Après décollage, virage à gauche et rejoindre 2000FT QNH jusqu'à cote de 1000. SDP HME, puis intercepter et suivre REL. SDP HME vers ELO.
SD3 RNY 20 RNY 10	IMN	Après décollage, virage à droite pour intercepter et suivre REL. SDP HME jusqu'à FIRAN, puis suivre radars jusqu'à 2000' pour rejoindre et suivre REL. SDP HME vers IMN.
SD4 RNY 20 RNY 10	NSL	Après décollage, virage à gauche et rejoindre 2000' QNH jusqu'à intercepter et suivre REL. SDP HME, jusqu'à FIRAN, puis suivre radars jusqu'à 2000' pour rejoindre et suivre radars SDP HME vers NSL.
SD4 RNY 20 RNY 10	NSL	Après décollage, virage à droite pour intercepter et suivre REL. SDP HME jusqu'à MALAH, puis intercepter et suivre REL. SDP HME jusqu'à cote de 1000. SDP HME, puis intercepter et suivre REL. SDP HME vers NSL.
SD4 RNY 20 RNY 10	NSL	Après décollage, virage à droite et rejoindre 2000' QNH, jusqu'à intercepter et suivre REL. SDP HME, jusqu'à MALAH, puis suivre radars jusqu'à 2000' pour rejoindre et suivre REL. SDP HME vers NSL.
SD6 RNY 20 RNY 10	MNA	Après décollage, virage à droite pour intercepter et suivre REL. SDP HME jusqu'à cote de 1000 pour intercepter et suivre REL. SDP HME vers MNA. Après décollage, virage à droite, et rejoindre 2000' QNH jusqu'à cote de 1000. SDP HME, puis intercepter et suivre REL. SDP HME vers MNA.

ALT. AD : 140 M
LES HAUTEURS SONT DETERMINEES
PAR RAPPORT A L'ALTITUDE DE L'AD

APP : 120.0
TWR : 118.1- 119.7(s)

CARTE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS - OACI -
HIMAD - DVOR/DME RWY 36

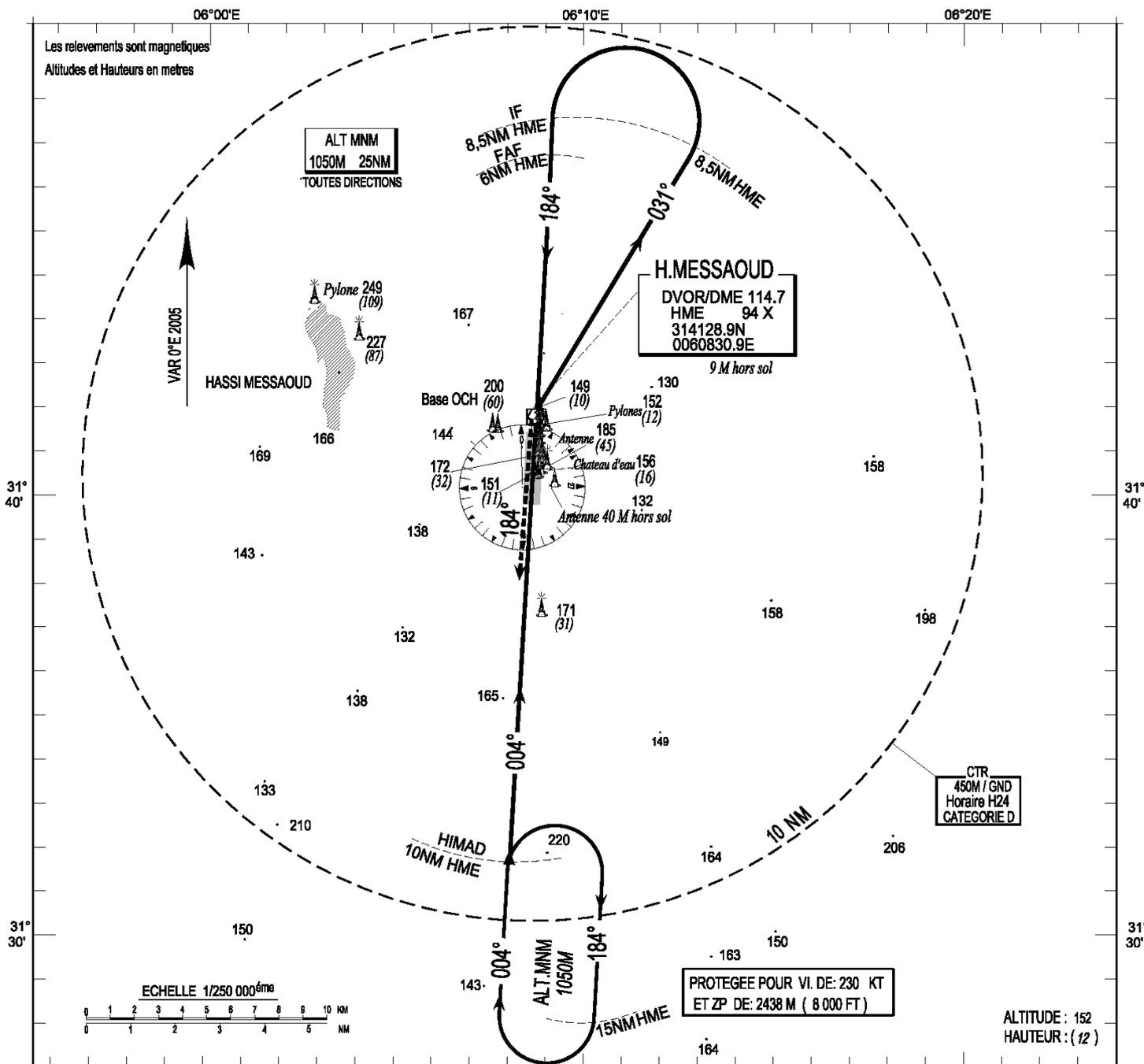


Cat/ART	MINIMUMS OPERATIONNELS LES PLUS BAS ADMISSIBLES					
	HIMAD - DVOR/DME RWY36			APPROCHE INDIRECTE à l'Est du terrain		
	OCH	MIDH	VH	OCH	MIDH	VH
A	135M	450FT	2400M	180M	600FT	2400M
B	135M	450FT	2400M	180M	600FT	2400M
C	135M	450FT	2800M	210M	700FT	3600M
D	135M	450FT	3200M	210M	700FT	3600M

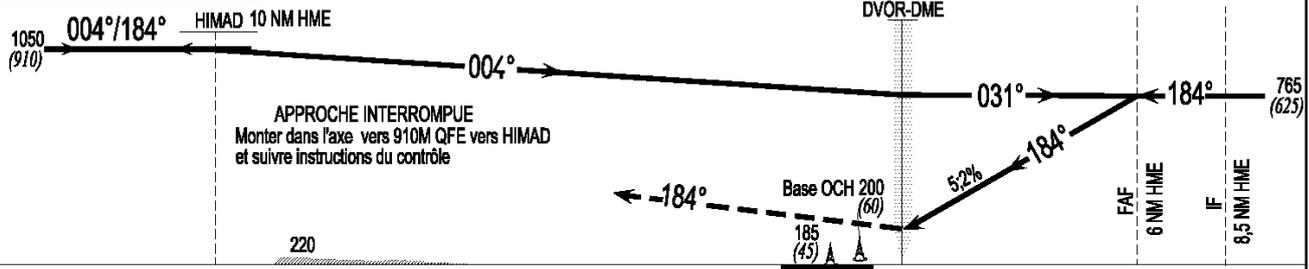
ALT. AD : 140 M
LES HAUTEURS SONT DETERMINEES
PAR RAPPORT A L'ALTITUDE DE L'AD

APP : 120.0
TWR : 118.1- 119.7(s)

CARTE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS OACI -
HIMAD - DVOR/DME RWY 18
CAT C/D



Altitude de Transition : 1050M

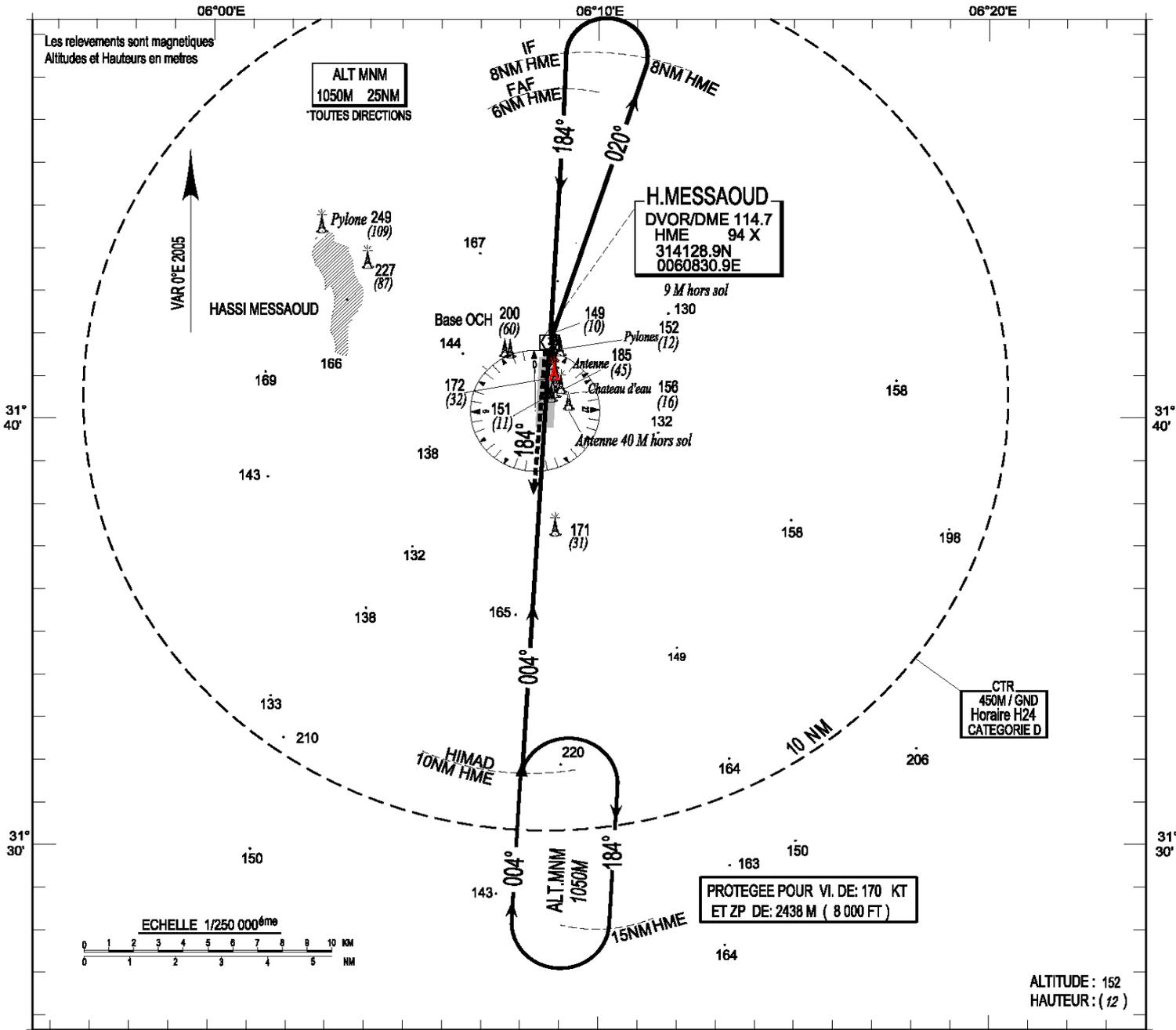


Cat-ACT	MINIMUMS OPERATIONNELS LES PLUS BAS ADMISSIBLES					
	HIMAD - DVOR/DME RWY18			APPROCHE INDIRECTE à l'Est du terrain		
	OCH	MDH	VIS	OCH	MDH	VH
C	135M	450FT	2800M	210M	700FT	3600M
D	135M	450FT	3200M	210M	700FT	3600M

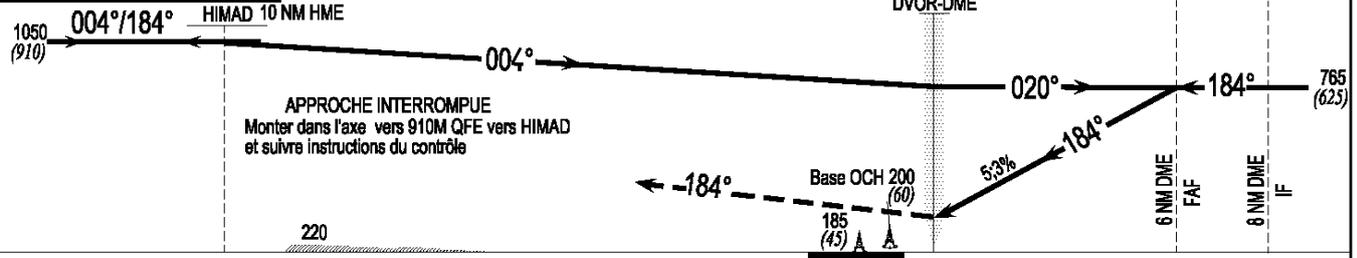
ALT. AD : 140 M
LES HAUTEURS SONT DETERMINEES
PAR RAPPORT A L'ALTITUDE DE L'AD

APP : 120.0
TWR : 118.1- 119.7(s)

CARTE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS OACI -
HIMAD - DVOR/DME RWY 18
CAT A/B



Altitude de Transition : 1050M



Cat-A/B	MINIMUMS OPERATIONNELS LES PLUS BAS ADMISSIBLES					
	HIMAD - DVOR/DME RWY18			APPROCHE INDIRECTE à l'Est du terrain		
	OCH	MDH	VIS	OCH	MDH	VH
A	135M	450FT	2400M	180M	600FT	2400M
B	135M	450FT	2400M	180M	600FT	2400M

ANNEXE 5

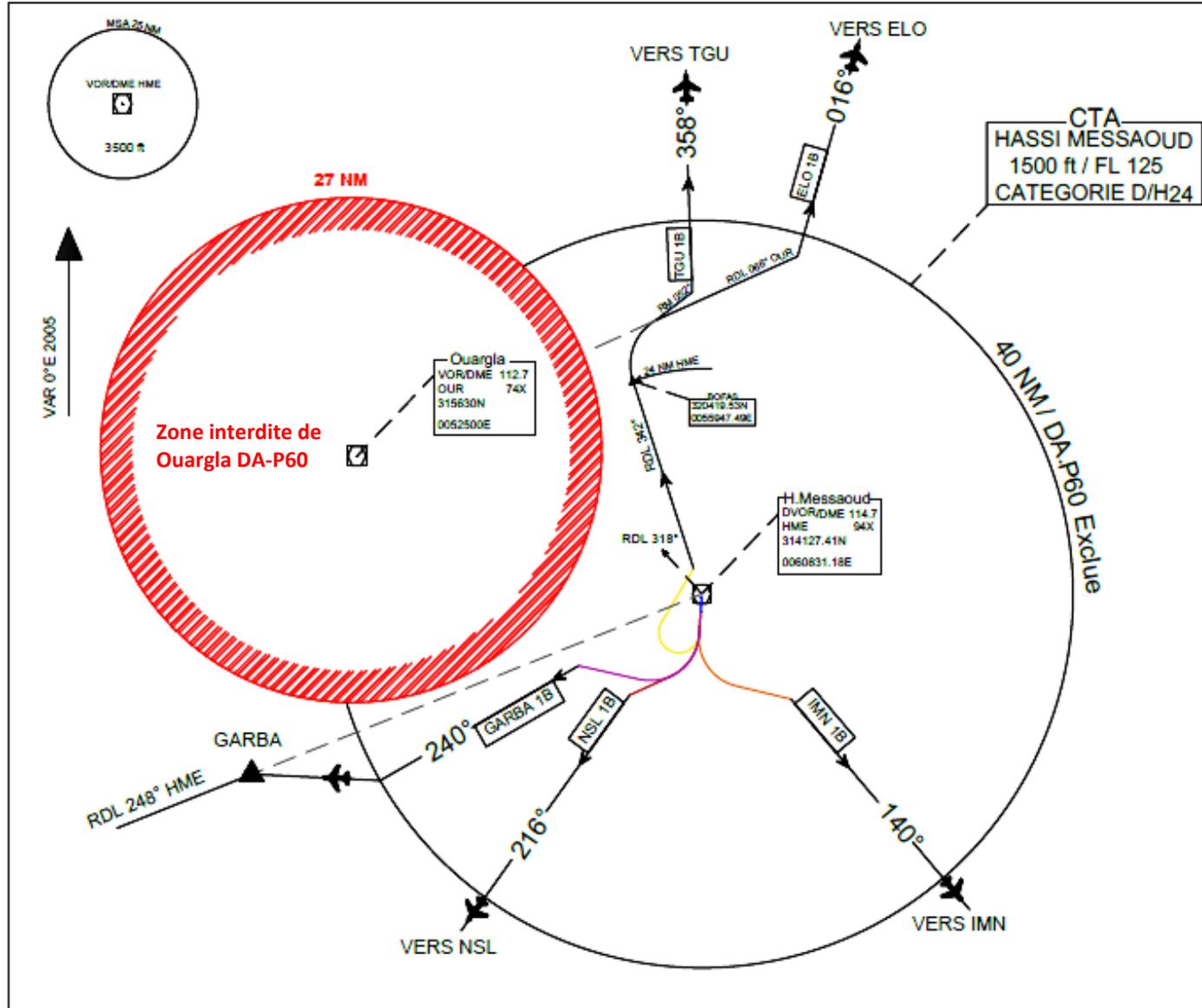
**LE NOUVEAU SCHEMA DE CIRCULATION
AERIENNE DE L'AERODROME
DE HASSI MESSAOUD**

CARTE DES DEPARTS
NORMALISEES AUX
INSTRUMENTS (SID)

ALTITUDE DE TRANSITION 3500 ft

APP.120.0
TWR.118.1-119.7(s)

HASSI MESSAOUD / Oued Irara-Krim Belkacem
RWY 18



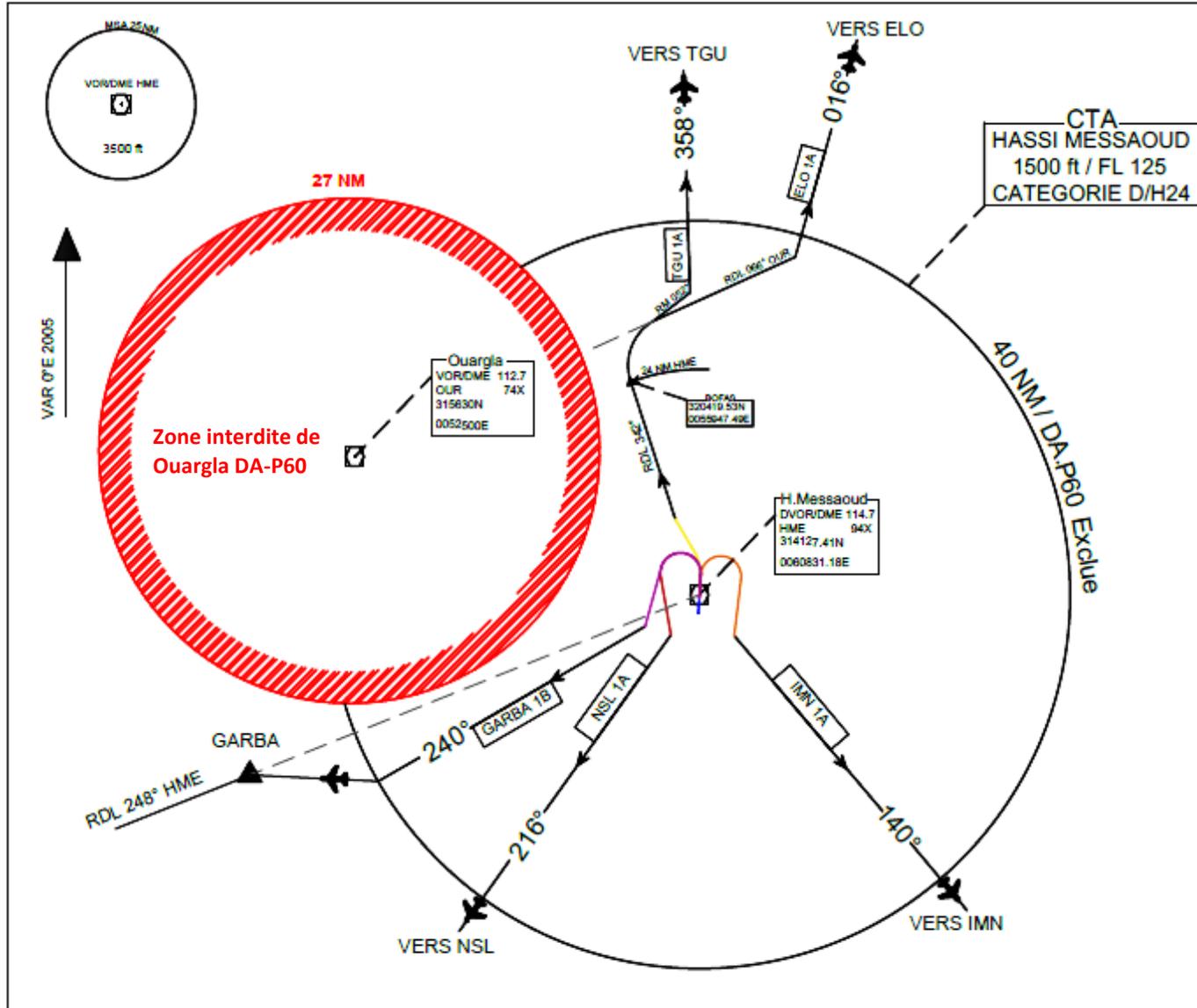
SID RWY 18	CHEMINEMENTS
TGU 1B	Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ft, virage à droite, intercepter et suivre RDL342° HME jusqu'à BOFAS (croiser RDL318° à 3500FT ou plus) , suivre route magnétique RM 052° pour rejoindre RDL358° HME vers TGU.
ELO 1B	Après décollage Monter dans l'axe jusqu'à 2000ft, virage à droite, intercepter et suivre RDL 342° HME jusqu'à BOFAS (croiser RDL 318° à 3500ft ou plus) , suivre RDL 066° OUR pour rejoindre RDL 016° HME vers ELO.
IMN 1B	Après décollage virage à gauche, intercepter et suivre RDL 140° HME vers IMN.
NSL 1B	Après décollage virage à droite, intercepter et suivre RDL216°HME vers NSL.
GARBA 1B	Après décollage virage à droite, intercepter et suivre RDL240° HME, puis joindre RDL 248°HME via GARBA.

CARTE DES DEPARTS
NORMALISEES AUX
INSTRUMENTS (SID)

ALTITUDE DE TRANSITION 3500ft

APP.120.0
TWR.118.1-119.7(s)

HASSI MESSAOUD / Oued Irara-Krim Belkacem
RWY 36



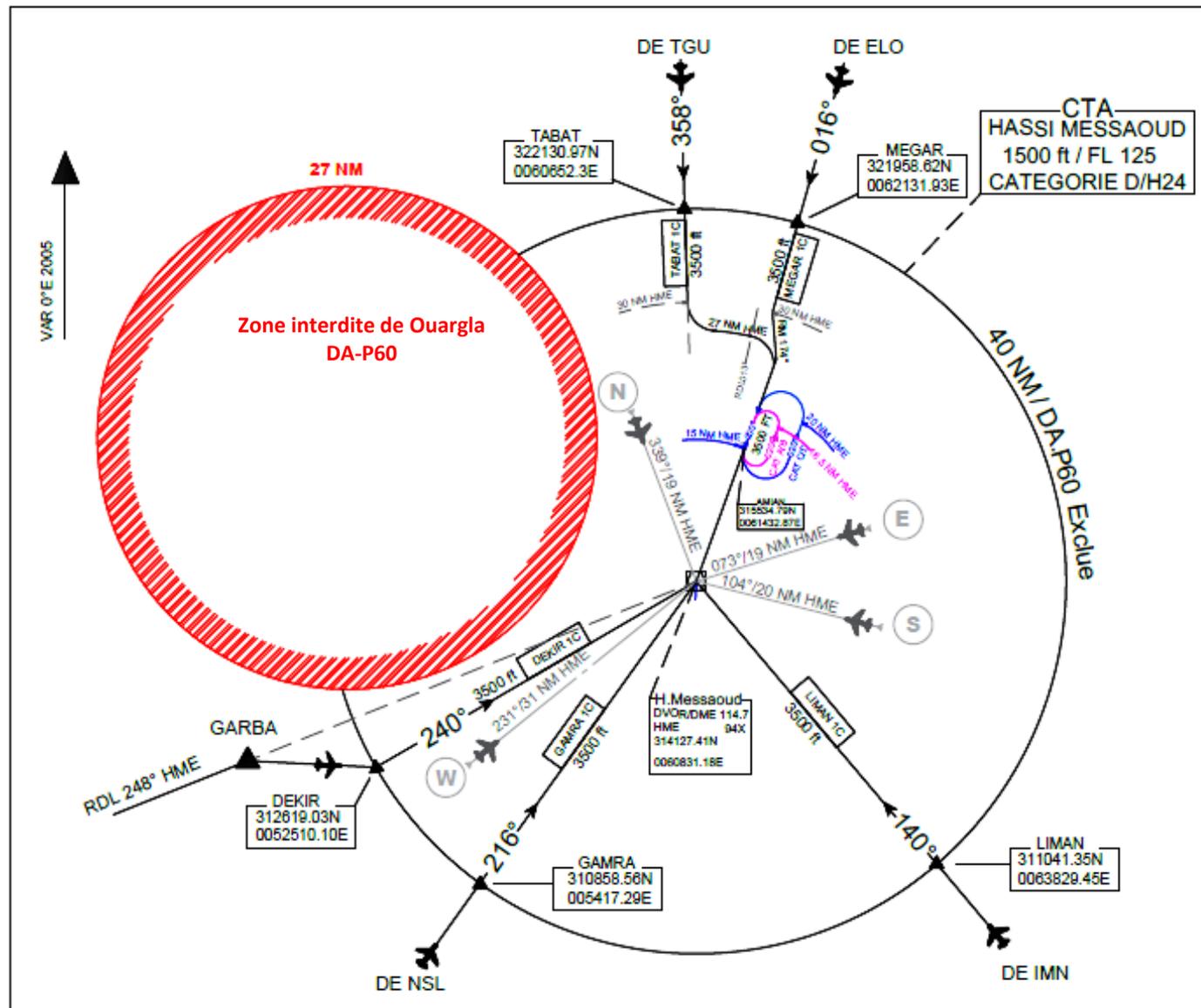
SID RWY 36	CHEMINEMENTS
TGU 1A	Après décollage intercepter et suivre RDL342° HME jusqu'à BOFAS, puis suivre route magnétique RM 052° pour rejoindre RDL 358° HME vers TGU.
ELO 1A	Après décollage intercepter et suivre RDL342° HME jusqu'à BOFAS, puis suivre RDL 066° OUR pour rejoindre RDL 016° HME vers ELO.
IMN 1A	Après décollage virage à droite, maintenir 2000ft jusqu'à croisement RDL 065° HME puis intercepter et suivre RDL 140° HME vers IMN.
NSL 1A	Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ft QNH puis virage à gauche, intercepter et suivre RDL 216° HME vers NSL.
GARBA 1A	Après décollage monter dans l'axe jusqu'à 2000ft QNH puis virage à gauche, intercepter et suivre RDL240° HME, puis rejoindre RDL248° HME via GARBA.

CARTE DES ARRIVEES
NORMALISEES AUX
INSTRUMENTS (STAR)

ALTITUDE DE TRANSITION 3500 ft

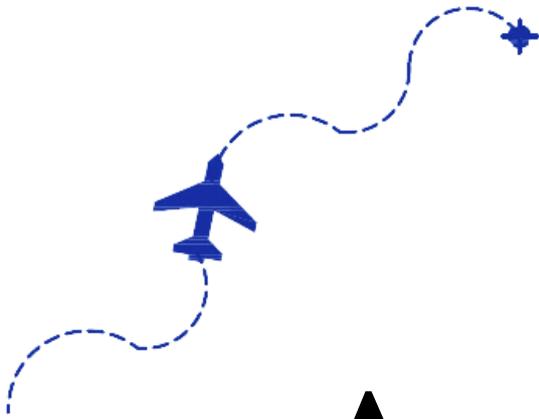
APP.120.0
TWR.118.1-119.7(s)

HASSI MESSAOUD - Oued Irara-Krim Belkacem
RWY 18

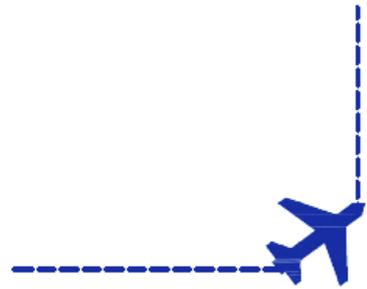


STAR	CHEMINEMENTS
TABAT 1C	Intercepter et suivre radiale 358° HME jusqu'à 30 NM DME HME, virer à gauche suivre l'arc 27 NM DME HME pour rejoindre AMIAN.
MEGAR 1C	Intercepter et suivre radiale 016° HME jusqu'à 30NM DME HME, suivre route magnétique RM174°, intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre AMIAN.
LIMAN 1C	Intercepter et suivre radiale 140° HME jusqu'à verticale DVOR HME, intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre AMIAN.
GAMRA 1C	Intercepter et suivre radiale 216° HME jusqu'à verticale DVOR HME, intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre AMIAN.
DEKIR 1C	Intercepter et suivre radiale 240° HME jusqu'à verticale DVOR HME, intercepter et suivre radiale 020° pour rejoindre AMIAN.

ANNEXE 6
SCHEMAS DESSINES A LA MAIN



APPENDICES



APPENDICE A

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL -ENNA-

1. Introduction

Dans le cadre de la préparation de mémoire de fin d'études intitulé « Elaboration d'un nouveau schéma de circulation aérienne pour l'aérodrome de Hassi Messaoud », un stage de huit mois a été effectué au sein de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A), dans la Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA) et plus précisément au niveau du Départements de la Circulation Aérienne (D.C.A) au Service d'Etude et de Développement (S.E.D), le responsable sur la conception des procédures.

2. Présentation de l'ENNA

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

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

- Ministère des Transports ;
- Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) ;
- ASECNA: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;
- EUROCONTROL: Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne.
- Ecole Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse (ENAC) ;
- Université Saad Dahlab /Département de l'Aéronautique de Blida (DAB).

3. Les missions de l'ENNA

Les principales missions de l'établissement sont les suivants:

- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs, l'implantation des aéroports et les installations relevant de sa mission ;
- Dans le cadre de sa mission, participer à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aéroports et établir les plans des servitudes aéronautiques et radioélectriques en coordination avec les autorités concernées. Veiller à leur application ;
- Assurer l'installation et la maintenance des moyens de télécommunications, de radionavigation ;
- Le contrôle de trafic aérien national et international partant, arrivant ou transitant l'espace aérien algérien ;
- Assurer la sécurité de la navigation dans l'espace aérien national (relevant de la compétence de l'Algérie) ainsi qu'au-dessus et aux abords des aéroports ouverts à la Circulation Aérienne Publique (C.A.P) ;
- Diffuser l'information aéronautique et météorologique (en vol et au sol) nécessaires à la navigation aérienne ;
- La gestion des services de sauvetage et de lutte contre les incendies au niveau des plates-formes aéroportuaires.
- Il participe au lancement des opérations de recherche et de sauvetage et les actions de prévention en matière de sécurité avec les autorités concernées conformément à la réglementation en vigueur ;
- Contribuer à l'effort du développement de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne ;
- Diffuser ou retransmettre au plan international les messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.
- Calibrer les moyens de communication, de radionavigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire.

4. L'Organisation de l'ENNA

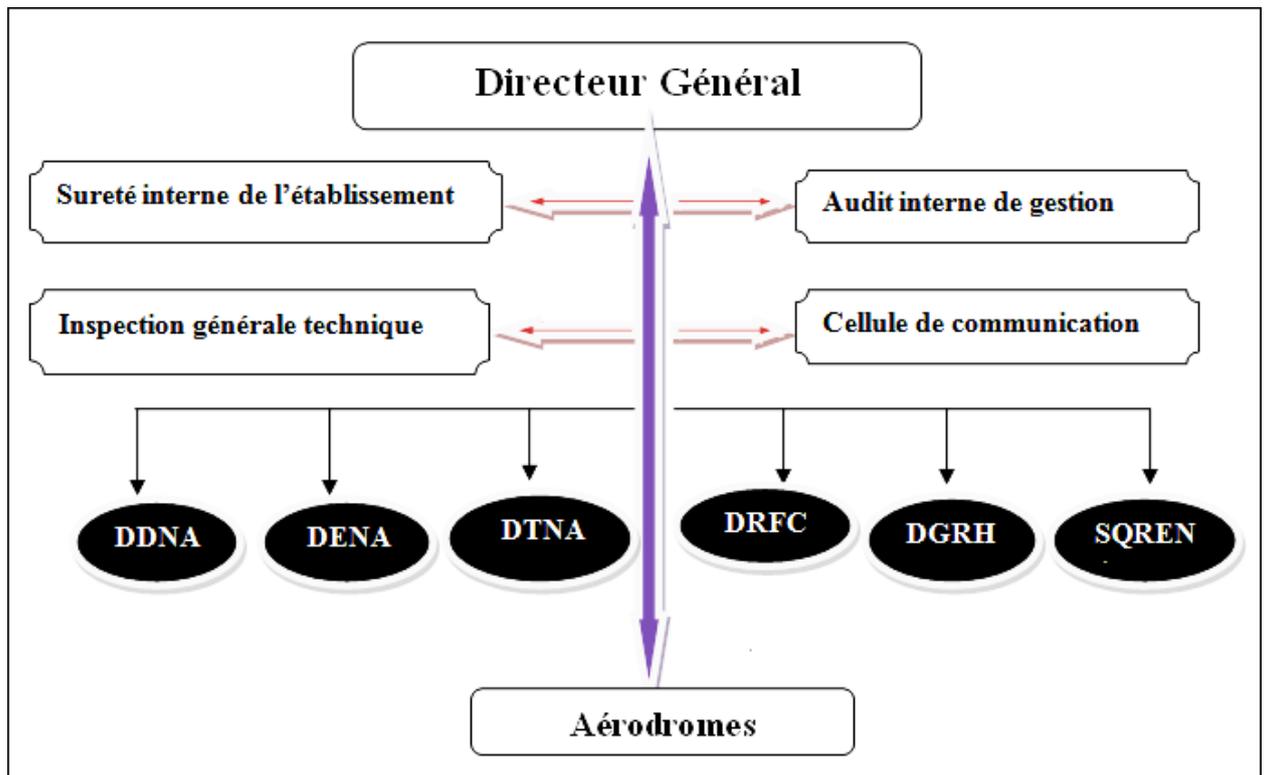


Figure 1 : Organisation De l'ENNA.

- **DDNA** : Direction de Développement de la Navigation Aérienne ;
- **DENA** : Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne ;
- **DTNA** : Direction Technique de la Navigation Aérienne ;
- **DRFC** : Direction des Ressources, Finances et de la Comptabilité ;
- **DJRH** : Direction Juridique et Ressources Humaines ;
- **CQRENA** : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.

5. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne DENA

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA) est chargée de:

- Assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne ;
- Gérer et contrôler l'espace aérien (en route et au sol) confié par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne ;
- Veiller à la bonne gestion technique au niveau des aérodromes ;

- Mettre à la disposition de tous les exploitants le service de l'information aéronautique ainsi que les informations météorologiques ;
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique ;
- La facturation des redevances de la navigation aérienne de l'entreprise ;
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aéroports.

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne se compose de six départements et d'un Centre de Contrôle Régional.

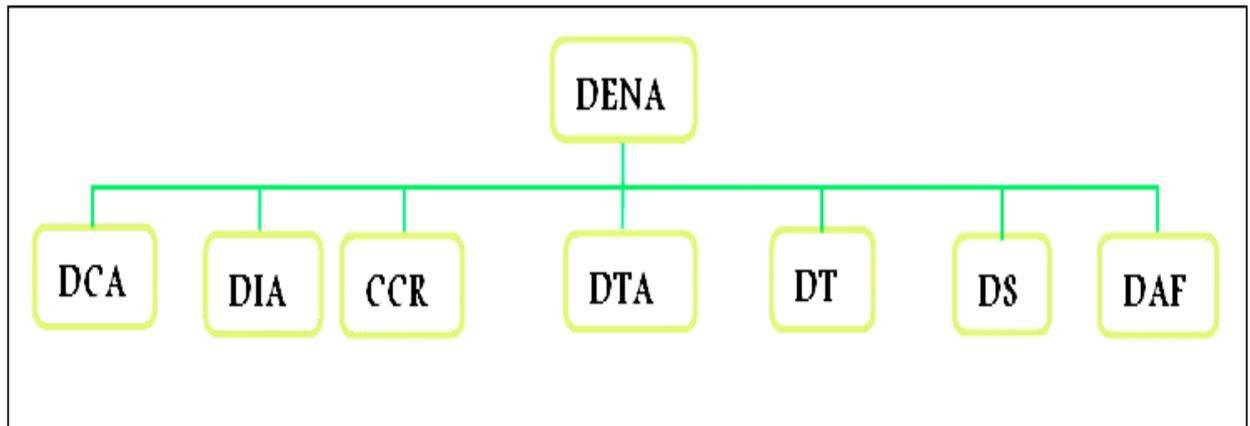


Figure 2 : Organisation de la DENA.

- **DCA** : Département Circulation Aérienne ;
- **DIA** : Département Informations Aéronautiques ;
- **CCR** : Centre de Contrôle Régional ;
- **DTA** : Département Télécommunications Aéronautiques ;
- **DT** : Département Technique ;
- **DS** : Département Système ;
- **DAF** : Département Administration et Finances.

5.1. Le Département de la Circulation Aérienne DCA

Le département de la circulation aérienne est chargé du contrôle et de suivi de l'espace aérien géré par les aéroports et le CCR ainsi que les études liées au développement de la navigation aérienne. Il gère deux services :

- Service Etudes et Développement (SED) ;
- Service Contrôle et Coordination (SCC).

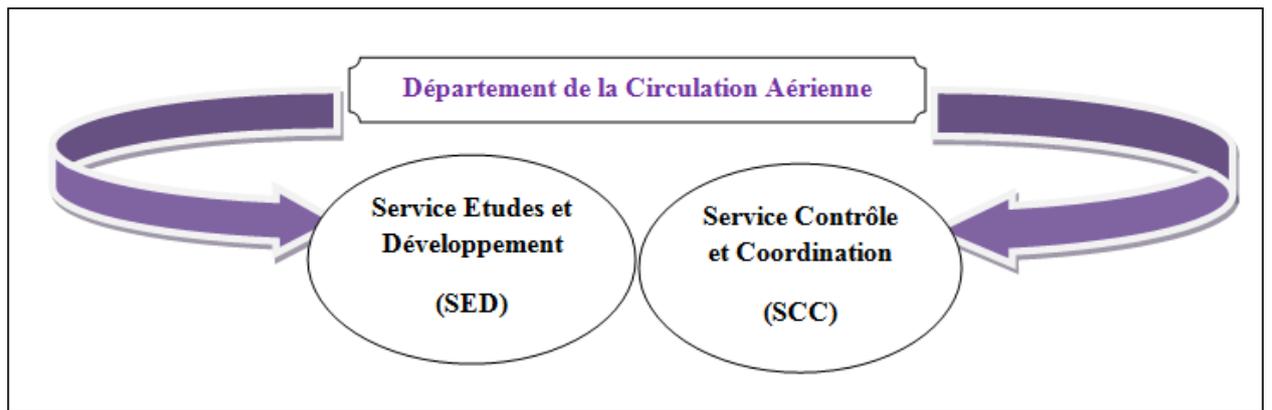


Figure 3 : Organisation de DCA.

5.1.1. Service Etudes et Développement SED

Parmi les taches du service, on peut citer les taches suivantes :

- Etude des plans de servitudes aéronautiques de dégagement des aérodromes ;
- Etudes des schémas de la circulation aérienne ;
- La conception des procédures de départs et d'arrivée (SID et STAR) et d'approche et d'atterrissage ;
- Exploitation des données relatives aux statistiques de trafic aérien et d'informations aéronautiques pour les besoins d'études ;
- Etude relative à la création des routes ATS et de navigation de surface ;
- Développement de la navigation aérienne (RNP, RVSM, CNS/ATM, ATS) ;
- Examen des dossiers relatifs à l'entretien des infrastructures aéroportuaires en coordination avec DACM/MPT/EGSA/Bureaux d'Etudes et ONM.

5.1.2. Service Contrôle et Coordination SCC

Le service est chargé des fonctions suivantes :

- La tenue à jour de fichier informatisé « l'Etat des Aérodrômes » relatif à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national ;
- Il est chargé d'analyser des anomalies d'exploitation dans l'espace aérien relatives aux avis d'incidents, accidents, comptes rendu d'irrégularité d'exploitation (AIR PROX, réclamation, déroutement, alertes, procédures et infractions) concernant les aéronefs et leurs équipages ;
- La mise à jour et la tenue de la réglementation en vigueur sur le plan international (OACI) ;

- Il veille à l'application de la réglementation internationale concernant le service de sauvetage et de la lutte contre l'incendie au niveau des aérodromes et notamment le maintien en vigueur de la catégorie requise (OACI) appliqué au service SSLI ;
- Il représente la DENA auprès des services de recherche et de sauvetage des aéronefs en détresse (SAR).
- L'inspection technique de tous les aérodromes sur le territoire national conformément à la réglementation internationale de l'aviation civile et l'instruction de la DACM.
- Il est chargé d'autres missions relatives à l'exploitation des aérodromes confiés par la DENA.

5.2. Le Département de l'Information Aéronautique DIA

Le département d'information aéronautique est organisé de la façon suivante :

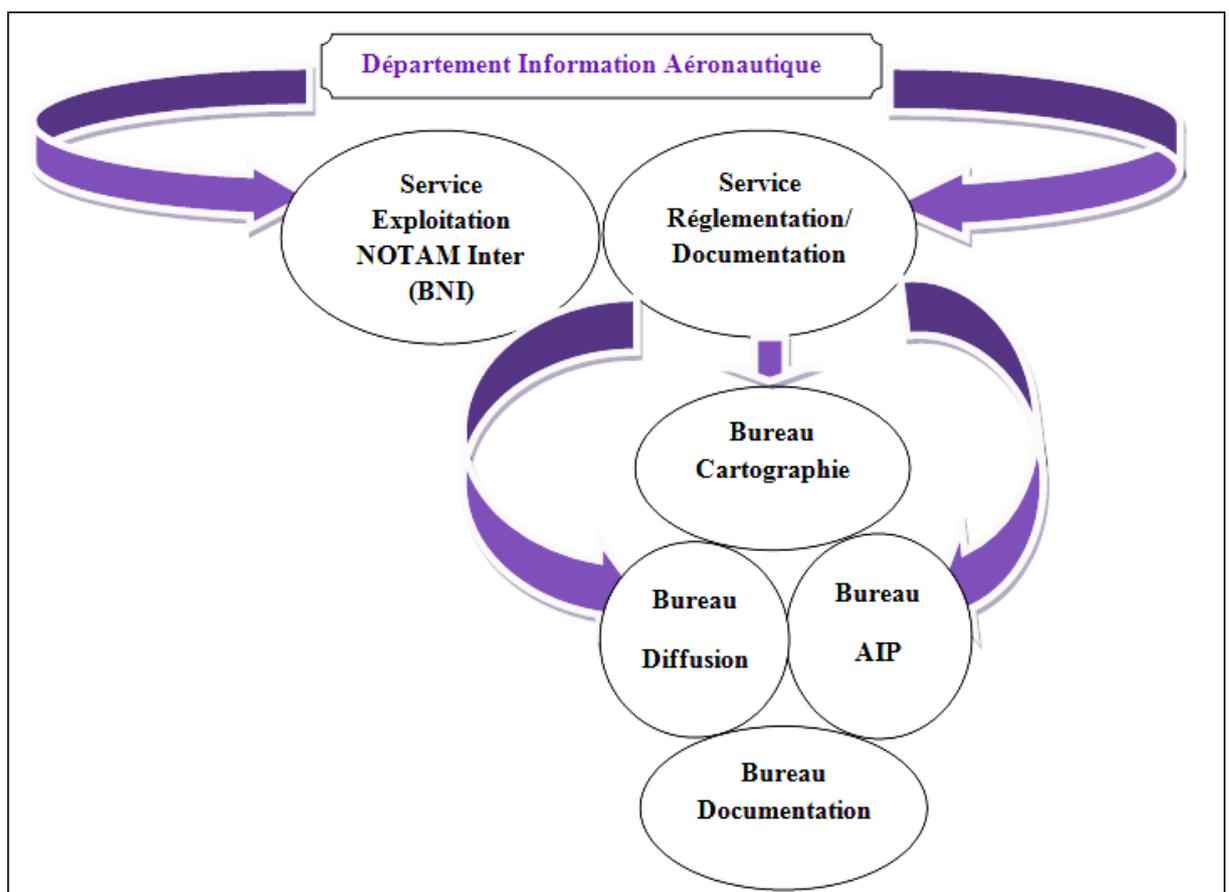


Figure 4 : Organisation de DIA.

5.2.1. Le Service Exploitation NOTAM

Représenté par le Bureau NOTAM International (BNI), il est chargé des travaux de centralisation, rédaction, diffusion, et exploitation des NOTAM.

Le BNI est un bureau désigné par le SIA pour échanger des NOTAM sur le plan national et international, ce bureau fonctionne 24 heures sur 24 heures, car c'est dans cet organisme où sont centralisés tous les NOTAM (NOTAM diffusés et reçus).

5.2.2. Le Service Documentation et Réglementation

Il est chargé de la collecte, la rédaction, la diffusion centralisation, la mise en forme de l'information aéronautique (AIP, AMDT, SUP AIP, AIC, AMDT AIRAC, LR SUP).

5.2.2.1. Bureau AIP

Il est chargé des tâches suivantes :

- L'élaboration et la publication des informations aéronautiques (AIP Algérie), concernant l'ensemble des aérodromes algériens et l'espace aérien y compris ses mises à jour ;
- L'élaboration et publication des amendements AIP, amendements AIRAC, suppléments AIP, Suppléments AIRAC et des circulaires d'information aéronautique ;
- La collecte des informations aéronautiques auprès des DSA aérodromes, CCR Alger et les différents départements de la DENA.
- Il est chargé de la gestion et la mise à jour de site internet de service information aéronautique (www.sia-enna.dz) ;
- Veille au respect des normes internationales de l'aviation civile de l'organisation OACI concernant les informations contenues dans l'AIP Algérie ;
- Mettre à la disposition des usagers les textes législatifs de l'aviation civile Algérienne publiés dans le journal officiel de l'Algérie.

5.2.2.2. Bureau diffusion

- Il est chargé de diffuser les informations aéronautiques contenues dans l'AIP Algérie pour les besoins des aérodromes et des usagers de l'espace aérien ;
- De mettre à la disposition des usagers de l'espace aérien, les informations aéronautiques et notamment l'AIP Algérie d'une manière permanente ;
- La vérification et mise à jour des adresses des abonnés nationaux et internationaux ;

- Le suivi des réabonnements aux publications d'information aéronautiques ;
- Le timbrage des publications (AMDT AIP, AMDT AIRAC, AIC, AIP) par la voie postale ;
- La dotation des amendements des AIP étrangers pour le BNI, CCR Alger, et DSA Alger.

5.2.2.3. Le bureau cartographie

- Il est chargé de la conception des cartes aéronautiques contenues dans l'AIP Algérie tels que : Carte de croisière, cartes d'aérodrome, cartes de procédures d'approche aux instruments, cartes de procédures de départs et l'arrivées, carte d'approche à vue et cartes d'obstacles.
- Elaboration des cartes aéronautiques pour les besoins des usagers locaux (CCR Alger, CQRENA, et DCA) tel que : cartes croisière et cartes IAC.
- La saisie des données des aérodromes dans le nouveau logiciel Sky Data.
- La conception des cartes aéronautiques de l'AIP Algérie dans le nouvel ARC GIS-Charting.

5.2.2.4. Le bureau documentation

- Il est chargé de mettre à la disposition des usagers locaux de la documentation dans le domaine de l'aviation civile et notamment celle de l'OACI (manuels, docs et annexes) ;
- Mettre à la disposition des DSA des aérodromes de la documentation OACI sur support CD ROM ;
- La centralisation et le contrôle des renseignements aéronautiques communiqués par les informateurs locaux et régionaux ;
- La compilation des renseignements reçus et leur officialisation sous forme d'information aéronautique ;
- Mise à jour de la documentation OACI disponible ;
- La diffusion des informations aéronautiques ;
- L'échange de la documentation de base et de ses amendements avec les autres Etats.

5.3. Centre de Contrôle Régional CCR

Le Centre de Contrôle Régional d'Alger, il centralise sur cinq divisions principales pour assurer l'exploitation journalière de trafic aérien :

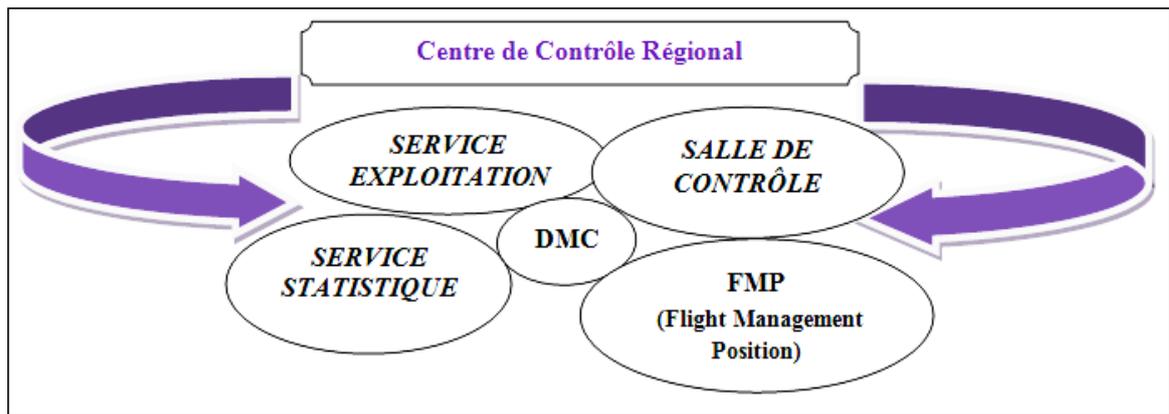


Figure 5 : Organisation du CCR.

5.3.1. Service Exploitation

Le service exploitation par l'intermédiaire de son responsable ou des agents désignés, sera chargé de :

- La prise en charge des mises à jour des documents en salle (cartes aéronautiques, lettres d'agrément, Manuel d'exploitation...);
- L'exploitation journalière des informations inscrites dans le registre de quart ;
- L'approvisionnement de la salle opérationnelle en consommable (papier, formulaires, ports trips, registres, stylos...);
- La transmission et l'affichage des notes et instructions administratives au niveau de la salle opérationnelle ;

5.3.2. Salle de Contrôle

Salle de contrôle est chargée de l'organisation et de la gestion opérationnelle du contrôle aérien, afin d'assurer le niveau de sécurité exigé en matière de circulation aérienne, et chaque personne au niveau de la salle doit se tenir responsable pendant son travail. Elle contient les fonctions suivantes :

- Responsable de Vacation ;
- Contrôleur Instructeur ;
- Contrôleur ;
- Contrôleur Stagiaire ;
- FDO.

5.3.3. Flight Management Position FMP

Installé au niveau de CCR d'Alger, pour assurer l'interface ATC, et les Exploitants et le CFMU.

Pour assurer la gestion des courants de trafic (FMP), il y a des postes locaux de la FMP reliant avec le CFMU pour gérer la situation ATFM.

5.4. Département Télécommunication Aéronautique DTA

Le département télécommunication aéronautique appelé communément Bureau Central de Télécommunication (BCT) à vocation national et international, est défini comme un service de télécommunication entre deux points fixes pour la sécurité de la navigation aérienne.

Le réseau du service fixe des télécommunication aéronautique RSFTA est défini au chapitre 1 du volume 2 de l'annexe 10 comme un réseau de circuit fixes aéronautique coordonné sur le plan mondial destiné dans le cadre du service fixe aéronautique à l'échange de communication entre les stations aéronautiques de ce réseau.

- **BCT d'Alger :**

Le bureau central des télécommunications d'Alger est désigné depuis 1964 comme point d'entrée / sortie entre les régions d'Europe et d'Afrique ce qui implique que la plupart des messages échangés entre les régions EUR/AFI doivent transiter par le centre d'Alger.

Le bureau central des télécommunications aéronautiques d'Alger de par sa vocation nationale est destiné à assurer les télécommunications nécessaires à la sécurité, et à l'efficacité de la navigation aérienne en Algérie.

Le bureau central des télécommunications est relié à des bureaux régionaux des télécommunications sur le plan national et tient des centres internationaux à savoir Casablanca (Maroc), Tunis (Tunisie), Niamey (Niger) et Bordeaux (France). Sur le plan national, il tient des bureaux régionaux (BRT), Constantine, Ghardaïa, Tamanrasset, Oran, Bechar, Hassi-Messaoud, In-Amenas et Alger Houari/Boumediene.

Le bureau central de télécommunications est relié également à des terminaux. Exemple : DG/ENNA, DAC/MINISTRE, DTNA.

5.5. Département Technique DT

Le département technique travaille en système brigadier et joue un rôle très important pour organiser, coordonner entre les différentes structures afin d'assurer :

- La continuité de l'information messagerie entre les différents organes qui exploite la navigation aérienne ;
- La continuité de communication vocale entre les avions, les aérodromes, les centres de contrôles nationaux et internationaux ;
- La continuité des informations RADAR, pour bien gérer et organiser l'espace aérienne et la circulation aérienne ;
- L'approvisionnement en énergie électrique pour les différentes structures de la DENA.

5.6. Département Système DS

Le département système (DS) de la direction de l'exploitation de la navigation aérienne est structuré en deux services :

- Service maintenance système(SMS) ;
- Service intégration et développement (SID).

6. Conclusion

L'Établissement National de la Navigation Aérienne exploite non seulement des aéroports mais fournit aussi des installations et des services de navigation aérienne aux aéroports Algérien. La prestation de ces services est fondée sur le volume de trafic à l'aéroport et non sur celui qui en est propriétaire. Le gouvernement fédéral examine actuellement ces services pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins des milieux de l'aviation locaux et Internationaux tout en assurant la sécurité. Il consulte également les milieux en question et les parties visées sur les possibilités de commercialisation du réseau de navigation aérienne.

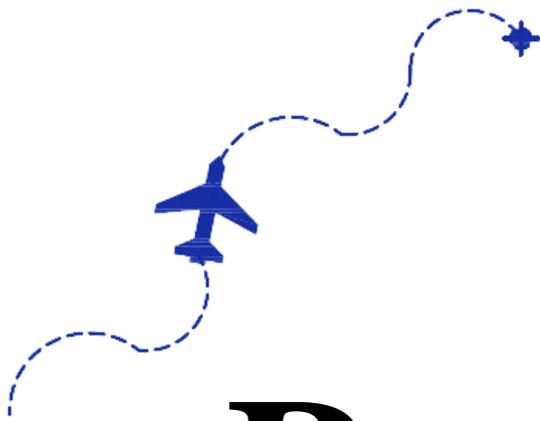
APPENDICE B

PRESENTATION DU LOGICIEL DE DESSEIN -AutoCAD-

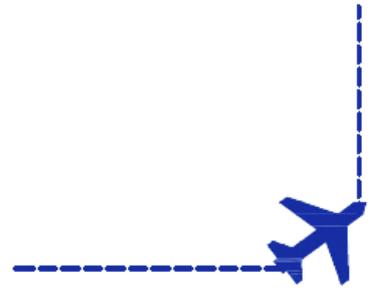
AutoCAD, est un logiciel de dessin assisté par ordinateur, créé en 1982 par Autodesk et fonctionnant exclusivement sous Microsoft Windows avec la suite Microsoft Office, il peut également fonctionner sous GNU Linux.

A l'origine, il a été développé pour les ingénieurs en mécanique et il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers (Industrie, cartographie, topographie, électronique, architecture et mécanique) et actuellement est très puissant d'où est devenu le logiciel le plus répandu dans le monde. Ce logiciel très polyvalent permet d'effectuer la conception de divers éléments et objets en 2D et en 3D où il est possible de créer tout type de dessin, mais Il est préférable d'avoir de bonnes notions de dessin technique pour mieux apprécier les fonctions du logiciel.

Enfin, il est caractérisé par la vitesse et la facilité avec les quelles un dessin peut être préparé et modifié sur un ordinateur présente un immense avantage par rapport au dessin à la main.



REFERENCES

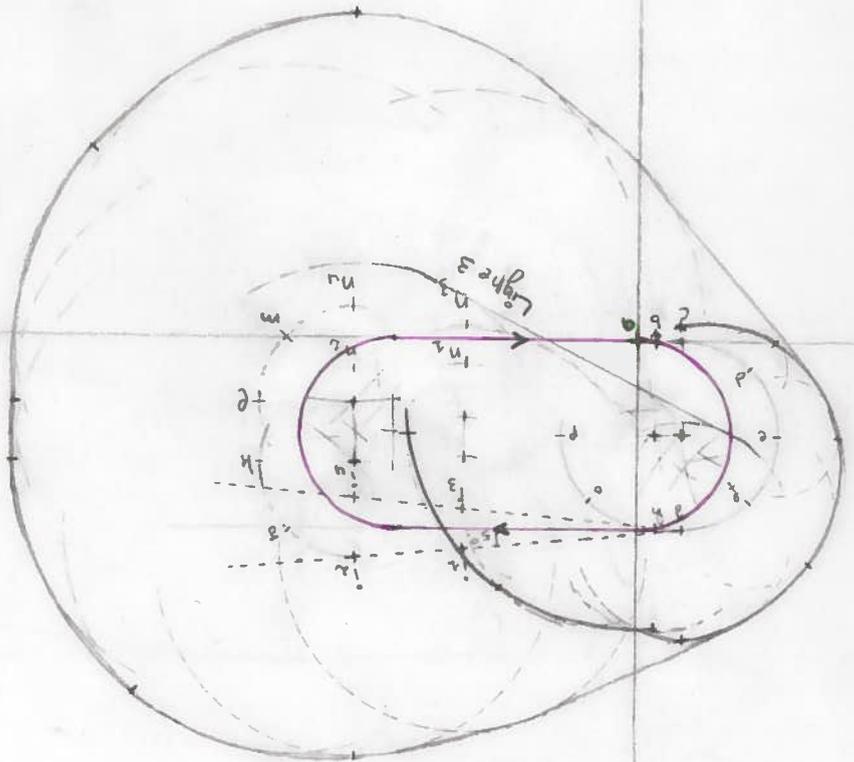


REFERENCES

1. OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Doc 8168 OPS/ 611, Procédures pour les services de navigation aérienne, Exploitation technique des aéronefs, Volume II, construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments, 6^{ème} édition, (2014).
2. ENAC/PANS-OPS, Cours de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, Conception de procédures aux instruments, Module 1, concepts généraux et approches classiques, (2013).
3. ENAC/PANS-OPS, Cours de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, Module 2, minimum opérationnel d'aérodrome et procédures de départs, (2011).
4. ENNA, Etablissement Nationale de Navigation Aérienne, DENA, Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne, DCA, Département de la Circulation Aérienne, SED, Service d'Etude et Développement, (2017).
5. USDB, Université Saad Dahleb de Blida, IAES, Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales, cours PAN-OPS, (2015).
6. SIA, Service d'Informations Aéronautique, AIP, Publication d'Information Aéronautique- Algérie (AIP- Algérie), (2017).
7. Aérodrome de Hassi Messaoud, DSA, Direction de la sécurité Aéronautique, service statistique, (2017).
8. Jane's ALL THE WORLD'S AIRCRAFT, Paul Jackson, (2002).
9. DGPS, Coordonnées relevées par le système de trajectographie, (2014).
10. Activité exploitation- production, Sonatrach, (2017).

- 11.** ENNA, Etablissement Nationale de la Navigation Aérienne, DENA, Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne, CCR, Centre de contrôle Régionale, service statistique (2017).
- 12.** ENNA, Etablissement Nationale de la Navigation Aérienne, DENA, Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne, DDNA, Direction de Développement de la Navigation Aérienne, (2017).
- 13.** OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Doc 9368 AN/ 911, Manuel de construction des procédures de vol aux instruments, 2^{ème} édition, (2002).
- 14.** OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Doc 9365 AN/ 910, Manuel d'exploitation tous temps, 3^{ème} édition, (2013).
- 15.** ADS, Air Space Design Solution, Designing SIDS/STARS and Holding, (2016).
- 16.** OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Normes et pratiques recommandées internationales, Annexe 4, Cartes aéronautiques, 11^{ème} édition, (2009).
- 17.** OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Normes et pratiques recommandées internationales, Annexe 11, Service de circulation aérienne, 13^{ème} édition, (2001).
- 18.** Mémoire de magistère, BOUACIDA Aicha et LAHRACH Bahia, Amélioration du contrôle aérien Algérien par l'implémentation des nouveaux moyens de surveillance, (2009).

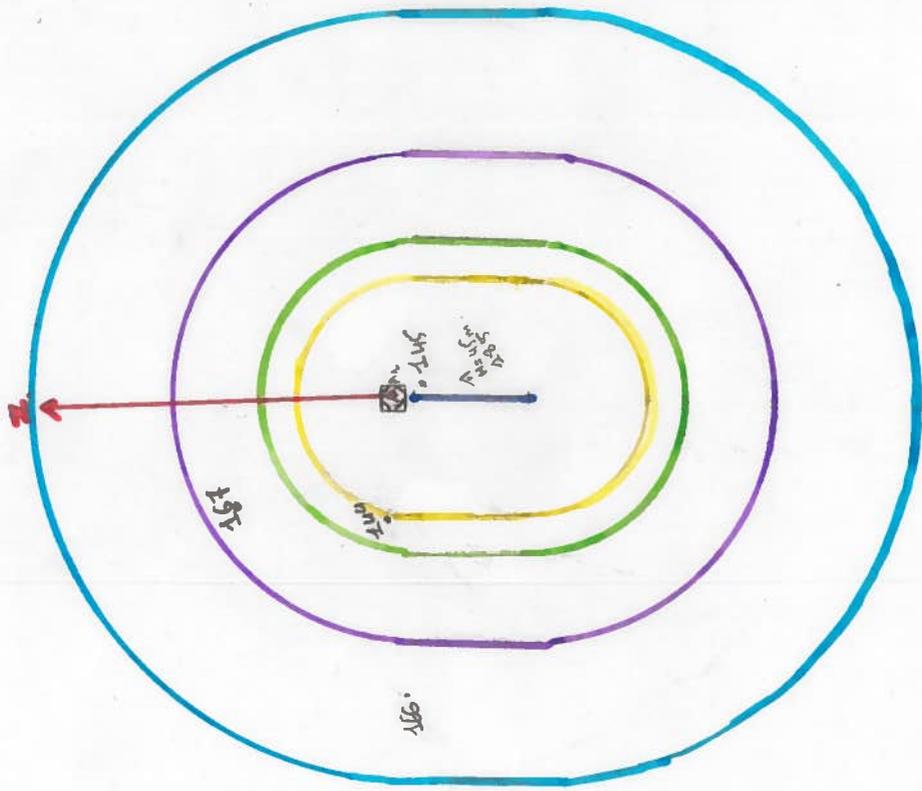
$V_i = 170 \text{ kt}$ $Alt = 10000 \text{ ft}$ $T = 1 \text{ min}$ $VAR = 26.8^\circ$ $CAT = B$	$\lambda \rightarrow 200000$ Yasmira Hamza
--	--



D

B

C



MVL A, B, C et D.
 1 → 200000
 g/f

