

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



UNIVERSITE DE BLIDA 1
INSTITUT D'AERONAUTIQUE ET DES ETUDES SPATIALES
DEPARTEMENT DE NAVIGATION AERIENNE



**Mémoire de fin
d'études**

Pour l'obtention du
diplôme de **MASTER**

Spécialité: Exploitation Aéronautique

Thème :

**Elaboration d'un nouveau
schéma de circulation
aérienne (PBN) de la TMA
de Hassi Messaoud**

Réalise par :

OUAFI Mohamed Amine

ZINE Amina

Encadreur: Mr Elalouani Mohamed

Promotrice : Mme. F.DRARENI

Année universitaire :
2020/2021

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné la force, le courage et la volonté pour pouvoir accomplir ce travail.

Nos plus grands remerciements vont à notre promotrice Mme DRARENI FATIMA pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion

Nous remercions particulièrement nos parents pour leur soutien financier et moral illimité tout au long des années d'étude. De plus, nous désirons remercier vivement les membres du jury, qui ont accepté d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier également notre encadreur Monsieur ELALOUANI Mohamed pour le temps qu'il a consacré et pour les précieuses informations qu'il nous a prodigué avec intérêt et compréhension

Nous sommes très reconnaissant à l'ensemble des responsables et des employés de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne tant que pour l'accueil chaleureux qu'ils nous ont réservés, que pour les informations et conseils précieux qu'ils nous ont prodigués, et plus particulièrement Mme BOUACIDA Aicha, Mr. MOKHBAT Akram, Mr. Hamza Amine BOUCHARREB, Mr. Benaïssa Noureddine.

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration du présent travail.

DÉDICACES

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, Le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que Je dédie ce mémoire de fin d'étude

***A MA CHERE GRAND-MERE PATERNELLE** Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Qu'Allah vous préserve santé et longue vie inchallah*

A mes parents, Maman, celle que le paradis est sous ses pieds, une épaule qui réchauffe, des mots qui consolent, des pas qui accompagnent, ma mère qui m'a comblé de tendresse et d'affection tout en long de mon parcours, elle n'a pas cessé de me soutenir, de croire en moi et surtout d'être toujours présente à mes côtés.. Papa, celui qui m'a encouragé, soutenu, doté d'une éducation digne et surtout sculpté la femme que je suis maintenant, en ce jour mémorable pour moi ainsi que pour vous, ce travail est pour vous.

A vous mes frères Lyes et Ramy, qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années, et à mes sœurs Malak et Fella, qui m'ont poussé à donner le meilleur de moi, et à être toujours l'exemple digne d'une sœur, je vous aime.

A MES TANTES ET ONCLES Qui n'ont cessé de s'inquiéter pour moi, de m'apporter tout le soutien, les encouragements qui m'ont aidé à persévérer et patienter jusqu'à l'aboutissement de mon travail. Que Dieu leur préserve santé et longue vie ainsi qu'à leurs enfants

À tous mes cousins et mes cousines, en précisant ma petite cousine NIHED et mon petit cousin ANIS, source de joie, je vous aime

A mon binôme OUAFI MOHAMED AMINE ,avec qui j'ai partagé, la patience pour réaliser un travail parfait qui signifie nos efforts

A tous mes amis de promotion de 2ème année Master en exploitation aéronautique. Je cite tout particulièrement simohamed mohamed amine, Meftouh yahia abderrahmane, Souaci Abderezak.

Et finalement, à SIDIYAKHLEF NACERA, ma meilleure amie avec qui j'ai partagé mon parcours scolaire plein de bons moments, d'amitié et de fidélité.

ZINE AMINA.

DÉDICACES

Je dédie entièrement ce travail à mon père et à ma mère Malika, mes piliers, mes exemples, mes premiers supporteurs et ma plus grande force. Merci pour votre présence, votre soutien, vos prières tout au long de mes études, votre aide financière et surtout votre amour, merci de n'avoir jamais douté de moi. Tout ce que j'espère, c'est que vous soyez fiers de moi aujourd'hui.

À l'âme de mon grand-père AMAR qui nous a quitté récemment, c'est vrai qu'il n'est plus avec nous, mais il restera toujours présent dans nos cœurs.

À mon frère KHALED et aux meilleures sœurs au monde surtout ma sœur AMINA, qui font de mon univers une merveille, je leurs souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.

À SARAH becherchali une amie extraordinaire qui m'a toujours aidé et conseillé, nous sommes restés amis dans les hauts et les bas de nos vies. Je veux que tu saches combien je chéris notre amitié. Je suis vraiment chanceux de t'avoir à mes côtés.

À mes plus proches amis et ma deuxième famille : SI MOHAMED amine, SOUACI Abderezak, et MEFTOUH Yahia. On a passé les meilleurs moments ensemble et surtout durant notre période de stage.

À mon binôme AMINA Zine qui est chanceuse de m'avoir comme collègue de travail Merci pour ton effort et ton formidable travail d'équipe, Nous avons atteint le sommet.

J'ai passé des moments formidable et inoubliable tout au long de mes études, que dieu les protège tous.

À ma chérie Moufida Larbes Merci de m'encourager et de m'inspirer à toujours faire avancer les choses, je crois qu'on a tous besoin une personne comme toi.

À mes amis d'enfance pour leur soutien Mehdi Mazouz, Mehdi kimri, Amir moudir, Karim Amari, Ghiles touabi et Ramzi mansour.

À Rafik avec qui j'ai partagé les trajets vers l'université presque tous les jours, un grand merci à toi et ton frère ainsi que ton père.

À Sofiane cherfia, Adlene Zibazi, Imad, Nadine, Randa, Farah.

À tous ceux qui m'aiment... Merci.

À la Fin je dédie ce travail à moi-même, après toutes ces nuits sans beaucoup dormir pour que je puisse finir ce travail, je l'ai fait, merci à Moi.

OUAFI Mohamed Amine.

OUAFI MOHAMED AMINE.

Résumé

L'objectif de notre travail est d'élaborer un schéma de circulation aérienne PBN (navigation fondée sur les performances) Pour la piste 18/36 de l'aérodrome de Hassi Messaoud pour améliorer la sécurité et permettre aux aéronefs d'emprunter des routes plus directes et plus précises.

Notre travail porte donc sur la conception d'une approche RNP APCH de type LNAV (avec une configuration en T). Aussi l'élaboration des STAR RNAV-1 reliant les points de repère avec le repère d'attente et également la réalisation des SID RNAV- 1 pour le seuil 36.

Grace à l'étude détaillée sur la situation du site en question, notre travail s'efforcera d'atteindre l'objectif souhaité.

Les mots clés : PBN, RNP APCH, LNAV, STAR RNAV-1, SID RNAV-1, MVL.

Abstract

The objective of our work is to develop a PBN (performance-based navigation) air traffic diagram for runway 18/36 at Hassi Messaoud aerodrome to improve safety and allow aircraft to use more routes. direct and more precise.

Our work therefore focuses on the design of an LNAV type RNP APCH approach (with a T configuration). Also the development of RNAV-1 STARs linking the benchmarks with the holding benchmark and also the realization of RNAV-1 SIDs for threshold 36.

Thanks to the detailed study of the situation of the site in question, our work will endeavor to achieve the desired objective.

Keywords: PBN, RNP APCH, LNAV, STAR RNAV-1, SID RNAV-1, MVL.

ملخص

الهدف من عملنا هو تطوير مخطط الحركة الجوية PBN (الملاحة القائمة على الأداء) لمدرج 36/18 في مطار حاسي مسعود لتحسين السلامة والسماح للطائرات باستخدام المزيد من المسارات مباشرة وأكثر دقة.

لذلك يركز عملنا على تصميم نهج LNAV من النوع RNP APCH (مع تكوين T). أيضاً تطوير RNAV-1 STARs الذي يربط المعايير بمعيير التثبيت وأيضاً تحقيق RNAV-1 SIDs للعتبة 36.

بفضل الدراسة التفصيلية لحالة الموقع المعني، سيسعى عملنا إلى تحقيق الهدف المنشود.

الكلمات الرئيسية: PBN، RNP APCH، LNAV، STAR RNAV-1، SID RNAV-1، MVL.

TABLE DE MATIERE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| REMERCIEMENTS | 2 |
| DEDICACES | 3 |
| DEDICACES | 4 |
| RESUME | 5 |
| I. GENERALITES SUR LES PROCEDURES PBN | 2 |
| I.1 PRESENTATION ENNA | 2 |
| I.1.1 INTRODUCTION | 2 |
| I.1.2 HISTORIQUE | 2 |
| I.1.3 L'ENNA | 3 |
| I.1.4 LES MISSIONS DE L'ENNA | 3 |
| I.1.5 L'ORGANISATION DE L'ENNA | 4 |
| I.1.6 DIRECTION GENERALE | 5 |
| I.1.7 CONCLUSION..... | 9 |
| I.2 CONCEPT PBN | 10 |
| I.2.1 INTRODUCTION | 10 |
| I.3 NAVIGATION BASEE SUR LES PERFORMANCES (PBN) | 11 |
| I.3.1 HISTORIQUE DE LA NAVIGATION FONDEE SUR LES PERFORMANCES | 11 |
| I.3.2 ORIGINE DE LA PBN | 11 |
| I.3.3 LES AVANTAGES DU PBN | 12 |
| I.3.4 TERMINOLOGIE DU CONTEXTE DE LA PBN | 13 |
| I.3.5 LES APPLICATIONS DE LA NAVIGATION PBN POUR LES DIFFERENTES PHASES DE VOL | 15 |
| I.3.6 RNAV GNSS | 16 |
| I.3.7 OPERATION PBN ET SENSEURS | 17 |
| I.3.8 PLAN ALGERIEN DE MISE EN ŒUVRE DE LA PBN | 18 |
| I.4 GENERALITES SUR LES PROCEDURES DE NAVIGATION FONDEE SUR LES PERFORMANCES ... | 20 |
| I.4.1 CRITERES DE CONCEPTION | 20 |
| I.4.2 PROCEDURE D'ATTENTE | 22 |
| I.4.3 GENERALITES SUR LES PROCEDURES RNP APCH | 23 |
| I.4.4 LES ARRIVEES RNAV | 23 |
| I.5 CONCEPTION DES PROCEDURES PBN | 24 |
| I.5.1 ATTENTE | 24 |
| I.5.1.1 Gabarit d'attente | 24 |
| I.5.1.2 Aire de base d'une attente | 24 |
| I.5.1.3 Aires d'entrées | 25 |
| I.5.2 STAR | 25 |
| I.5.2.1 Concepts généraux pour les arrivées | 25 |
| I.5.2.2 Marge de franchissement d'obstacle | 26 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| I.5.3 | APPROCHE | 26 |
| I.5.3.1 | Segment d'approche finale | 26 |
| I.5.3.2 | Segment d'approche intermédiaire | 26 |
| I.5.3.3 | Segment d'approche initial | 26 |
| I.5.3.4 | Segment d'approche interrompue | 26 |
| I.5.4 | SID | 28 |
| I.5.4.1 | Les règles à suivre pour concevoir une procédure de départ | 28 |
| I.5.4.2 | Le traitement d'obstacles | 29 |
| I.5.4.3 | La conception du départ de ligne droite et avec virage RWY 36 | 30 |
| I.6 | CONCLUSION | 31 |
| II. | ETUDE DE L'EXISTENC | 33 |
| II.1 | INTRODUCTION | 33 |
| II.2 | PRESENTATION DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD | 33 |
| II.2.1 | DESCRIPTION DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD | 33 |
| II.2.1.1 | Situation géographique | 33 |
| II.2.1.2 | Infrastructure | 34 |
| II.2.1.3 | Caractéristiques physiques de la piste | 36 |
| II.2.1.4 | Distances déclarées | 36 |
| II.2.1.5 | Balilage de piste et dispositifs lumineux d'approche | 36 |
| II.2.1.6 | Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie | 36 |
| II.2.1.7 | Aides de radionavigation et d'atterrissage | 37 |
| II.2.1.8 | Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne | 37 |
| II.2.1.9 | Les obstacles d'aérodrome | 38 |
| II.3 | DESCRIPTION DU SCHEMA DE CA DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD | 41 |
| II.3.1 | CTA HASSI MESSAOUD | 41 |
| II.3.1.1 | Chemins VFR | 41 |
| II.3.1.2 | Trajectoires IFR | 41 |
| II.3.2 | CTR | 44 |
| II.4 | LES STATISTIQUES | 44 |
| II.4.1 | ETUDE DU FLUX TRAFIC AU COURS DE L'ANNEE 2019 | 44 |
| II.4.1.1 | Interprétation des tableaux | 45 |
| II.4.2 | DISCUSSIONS DES RESULTATS | 47 |
| II.5 | PROBLEMATIQUE | 47 |
| II.5.1 | LES CONTRAINTES OPERATIONNELLES | 47 |
| II.5.2 | AUTRES CONTRAINTES | 48 |
| II.6 | CONCLUSION | 49 |
| III. | ETUDE DES SCENARIOS D'UN SCHEMA PBN DE HASSI MESSAOUD | 51 |
| III.1 | LES CRITERES GENERAUX DE LA CONCEPTION D'UNE PROCEDURE EN PBN | 51 |
| III.1.1 | INTRODUCTION | 51 |
| III.1.2 | DETERMINATION DE LA LONGUEUR MINIMALE DE SEGMENT | 52 |
| III.1.3 | DISTANCES MINIMALES DE STABILISATION (MSD) | 52 |
| III.1.4 | AIRE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES | 53 |
| III.1.5 | FUSION DE SEGMENTS DE LARGEURS DIFFERENTES | 53 |
| III.1.6 | FUSION DES AIRES DE PROTECTION ENTRE LES PHASES DE VOL | 54 |
| III.1.7 | CONSTRUCTION ET PROTECTION DES VIRAGES | 55 |
| III.1.7.1 | Méthode de spirale de vent | 55 |

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| III.1.7.2 | Détermination des points de virage amont et aval | 57 |
| III.1.7.3 | Les paramètres de virage | 58 |
| III.1.8 | CONCLUSION | 58 |
| III.2 | ÉLABORATION DE LA PROCEDURE D'ATTENTE POINT FIXE | 59 |
| III.2.1 | INTRODUCTION | 59 |
| III.2.2 | CONSTRUCTION DE GABARIT D'ATTENTE | 59 |
| III.2.2.1 | Construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondante | 61 |
| III.2.2.2 | La détermination de l'altitude minimale d'attente | 62 |
| III.2.3 | CONCLUSION | 63 |
| III.3 | ÉLABORATION DES PROCEDURES D'ARRIVEE EN PBN (STAR) | 64 |
| III.3.1 | INTRODUCTION | 64 |
| III.3.2 | CONSTRUCTION LES STARS | 64 |
| III.3.2.1 | La détermination de l'altitude minimale de sécurité | 65 |
| III.3.3 | CONCLUSION | 69 |
| III.4 | ÉLABORATION DE LA PROCEDURE D'APPROCHE LNAV RNP APCH RWY 36 | 70 |
| III.4.1 | INTRODUCTION | 70 |
| III.4.2 | CONSTRUCTIONS L'APPROCHE | 70 |
| III.4.2.1 | Les segments de procédure | 70 |
| III.4.3 | CONCLUSION | 76 |
| III.5 | ELABORATION DE LA PROCEDURE DE DEPART EN PBN (SID) RWY 36 | 77 |
| III.5.1.1 | Introduction | 77 |
| III.5.2 | CONSTRUCTIONS LES SIDS | 77 |
| III.5.2.1 | SID 1 vers TGU et SID 2 vers ELO | 77 |
| III.5.2.2 | SID 3 vers IMN | 78 |
| III.5.2.3 | SID 4 départs vers NSL | 80 |
| III.5.3 | CONCLUSION | 83 |
| REFERENCES | | 85 |
| ANNEXE | | 87 |

LISTE DES FIGURES :

| | |
|--|----|
| Figure I. 1: mise en place de pistes PBN dans le monde..... | 10 |
| Figure I. 2: Statut mondial du plan de mise en œuvre de la PBN. | 10 |
| Figure I. 3: le concept RNP | 12 |
| Figure I. 4: le concept PBN | 12 |
| Figure I. 5: illustration des bénéfices de la PBN..... | 13 |
| Figure I. 6: concept de PBN..... | 13 |
| Figure I. 7: Désignations de spécification de navigation | 15 |
| Figure I. 8: Configuration TAA en Y | 24 |
| Figure I. 9 : Configuration TAA en T | 24 |
| Figure I. 10:fusion des aires de protection à 30 NM de l'ARP..... | 25 |
| Figure I. 11:Positionnement du MAPT pour une approche alignée sur la piste | 27 |
| Figure I. 12:Aires RNP APCH..... | 27 |
| Figure I. 13:Virage à une altitude/hauteur, suivi d'un parcours DF..... | 28 |
| Figure I. 14:Départ en ligne droite | 30 |
| Figure I. 15:Virage avec survol, suivi d'un parcours DF grand angle de virage (150°)..... | 31 |
| | |
| Figure II. 1: Carte OACI de l'aérodrome de Hassi Messaoud | 35 |
| Figure II. 2: La fréquence d'arrivée par axe à DAUH au cours de l'année 2019. | 46 |
| Figure II. 3: La fréquence de départ par axe de DAUH au cours de l'année 2019..... | 46 |
| Figure II. 4: La variation du flux de trafic de départ au cours de l'année 2019. | 47 |
| | |
| Figure III. 1: Figure 1: Détermination des distances minimales de stabilisation pour les deux types de waypoint..... | 44 |
| Figure III. 2: fusion des aires différentes des segments en cas de convergence de 30°..... | 54 |
| Figure III. 3: fusion des aires différentes des segments en cas de divergence de 15°..... | 54 |
| Figure III. 4: Fusion des aires entre phases de vol. | 55 |
| Figure III. 5: Virage par le travers avec angle de virage $\leq 90^\circ$ | 56 |
| Figure III. 6: Virage par le travers avec angle de virage $> 90^\circ$ | 56 |
| Figure III. 7: Gabarit de circuit d'attente pour CAT C/D. | 61 |
| Figure III. 8: Le dessin final du circuit d'attente | 63 |
| Figure III. 9: Schéma de la TMA de Hassi Messaoud | 65 |
| Figure III. 10: Le dessin des STAR NORD avec les protections de chaque segment ELO/TGu | 67 |
| Figure III. 11: Le dessin des STAR SUD avec les protections de chaque segment NSL/IMN..... | 68 |
| Figure III. 12: Schéma final des STAR | 69 |
| Figure III. 13: Le dessin de la procédure d'approche | 75 |
| Figure III. 14: Trajectoire faisant angle maximal 15° avec le prolongement de l'axe de piste..... | 77 |
| Figure III. 15: Le dessin des SID NORD avec les protections de chaque segment ELO/TGU..... | 82 |
| Figure III. 16: Le dessin des SID SUD avec les protections de chaque segment IMN/NSL .. | 83 |

LISTE DES TABLEAUX :

| | |
|--|----|
| Tableau I. 1: Spécifications de navigation par phase de vol | 16 |
| Tableau I. 2: Opérations PBN et Senseurs. | 18 |
| Tableau I. 3: L'utilisation en fonction du type de WP | 21 |
| Tableau I. 4: erreur technique de vol | 21 |
| Tableau I. 5: valeurs tampons | 22 |
| Tableau I. 6: XTT, ATT et demi-largeur d'aire pour la RNAV 1 et la RNAV 2 (CAT A à E) — phases de croisière, d'arrivée, d'approche initiale/intermédiaire et de départ (NM) | 26 |
| Tableau I. 7: Les équations liées au traitement d'obstacles aux depart. | 29 |
| | |
| Tableau II. 1: Caractéristiques physique de la piste. | 36 |
| Tableau II. 2: Distances déclarées. | 36 |
| Tableau II. 3: Balisage lumineux de piste et dispositifs lumineux d'approche. | 36 |
| Tableau II. 4: Aide de radionavigation et d'atterrissage. | 37 |
| Tableau II. 5: Installation de telecommunication. | 38 |
| Tableau II. 6: Obstacles d'aires d'approche et de décollage. | 38 |
| Tableau II. 7: Obstacles d'aires d'approche et de décollage. | 39 |
| Tableau II. 8: Données relative aux torches. | 40 |
| Tableau II. 9: Cheminements VFR au sein de la CTA Hassi Messaoud. | 41 |
| Tableau II. 10: Les STAR de Hassi Messaoud existants. | 42 |
| Tableau II. 11: Les SID de Hassi Messaoud existants. | 44 |
| Tableau II. 13: Le flux trafic de DAUH. | 37 |
| | |
| Tableau III. 1: Angle d'inclinaison latérale selon la distance le long de la trajectoire depuis l'ARP. | 53 |
| Tableau III. 2: XTT, ATT et demi-largeur d'aire pour la RNAV 1 et la RNAV 2 (CAT A à E) | 53 |
| Tableau III. 3: XTT, ATT et demi-largeur d'aire pour la RNP APCH (avion) | 53 |
| Tableau III. 4: Définitions de point de virage amont et point de virage aval..... | 57 |
| Tableau III. 5: les calculs liés à la construction de gabarit d'attente..... | 60 |
| Tableau III. 6: 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. | 62 |
| Tableau III. 7: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale d'attente. | 63 |
| Tableau III. 8: Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 2). | 65 |
| Tableau III. 9: Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR IMN). | 66 |
| Tableau III. 10: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR NSL). | 66 |
| Tableau III. 11: les données nécessaires de segment d'app finale | 70 |
| Tableau III. 12: l'étude des obstacles de segment d'app finale..... | 70 |
| Tableau III. 13: les données nécessaires de segment d'app intermédiaire..... | 71 |
| Tableau III. 14: les données nécessaires de segment d'app initiale | 71 |
| Tableau III. 15: les données nécessaires de segment API intermédiaire..... | 74 |
| Tableau III. 16: les paramètres de virage de l'API finale | 74 |

| | |
|--|----|
| Tableau III. 17: Calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité (OCA/H)..... | 75 |
| Tableau III. 18: Les WP leurs XTT ATT et la ½ A/W | 78 |
| Tableau III. 19: paramètres de virage 150 pour RWY 36..... | 79 |
| Tableau III. 20: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 36..... | 79 |
| Tableau III. 21: paramètres de virage 150 pour RWY 36..... | 81 |
| Tableau III. 22: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers NSL RWY 36..... | 81 |

Introduction générale

Pour soulever les contraintes qu'engendre la navigation conventionnelle (rallongement des trajectoires, les erreurs de positionnement, les coûts d'implémentation, les volumes d'aires de protection important ...etc.) basées essentiellement sur les moyens de radionavigation au sol d'une part, et dû à la densité de trafic de l'aérodrome de Hassi Messaoud, où il est caractérisé par un flux de trafic hétérogène dû aux types d'aéronefs desservant l'aérodrome qui sont liés à l'utilisation des plateformes pétrolières périphériques, le passage à une navigation plus performante et plus précise est une exigence. L'OACI a initié et depuis des années le concept PBN ou navigation fondée sur les performances et a demandé à chaque état contractant de l'adopter. Dans le cadre de la mise en œuvre l'ENNA a été chargé de la conception des procédures de départ, arrivée et RNP APCH pour les cinq aérodromes (Constantine, Alger, Annaba, Hassi Messaoud, et Oran). Le projet consiste en l'élaboration d'un schéma de circulation comportant: une procédure d'attente point fixe, une approche RNP APCH, des SIDs et des STARs .

Les questions que doivent être posées lors de notre étude sont :

- Quelles sont les exigences essentielles pour introduire la RNAV/RNP en Algérie ?
- Est-ce que la mise en œuvre de RNAV /RNP est nécessaire pour l'Aéroport de Hassi Messaoud

Le mémoire sera organisé de la façon suivante :

Nous allons commencer par une introduction générale, suivie dans le premier chapitre par une présentation du concept PBN et des généralités sur les procédures de navigation fondées sur les performances.

Dans le deuxième chapitre, nous allons étudier l'environnement de l'aérodrome de Hassi Messaoud.

Dans le troisième chapitre, nous allons présenter les étapes de conception des procédures fondée sur les performances : RNP APCH de type LNAV avec con, des SID RNAV-1 et des STAR RNAV-1.

Nous allons terminer enfin par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I :
Généralités
sur les
procédures
PBN

I. Généralités sur les procédures PBN:

I.1 PRESENTATION ENNA :

I.1.1 Introduction :

Dans le cadre de la préparation de mémoire de fin d'études intitulé « Elaboration d'un nouveau schéma PBN de circulation aérienne pour l'aérodrome de Hassi Messaoud », un stage de six 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.

I.1.2 Historique :

Depuis l'indépendance, cinq organismes ont été chargés de la gestion, de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie : OGSA, ONAM, ENEMA, ENESA, ENNA.

De 1962 à 1968 c'est l'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA), organisme Algéro-Français, qui a géré l'ensemble des services d'Exploitation de l'Aviation Civile en Algérie.

Le 1 Janvier 1968, l'OGSA a été remplacé par l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM). Ce dernier a été remplacé, en 1969, par l'Établissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (ENEMA) qui a géré la navigation aérienne jusqu'à 1983.

En 1975, les activités de météorologie ont été transférées à l'Office National de Météorologie créé le 29 Avril 1975, sous forme d'Établissement Public à caractère administratif.

Le décret N°83.311 du 07/05/1983 a réaménagé les structures de L'ENEMA et modifiéesa dénomination pour devenir ENESA « Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique » avec statut d'entreprise nationale à caractère économique.

Afin de clarifier les attributions de l'ENESA, il a été procédé aux réaménagements de ses statuts ainsi qu'au changement de dénomination en « ENNA » par décret exécutif N° 91-149 du 18 mai 1991.

L'ENNA, Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous tutelle du Ministère des Transports, est dirigé par un directeur général et administré par un Conseil d'Administration.

I.1.3 L'ENNA :

L'Établissement 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 est 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 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 travaux publics et du transport.
- Université Saad Dahlab /institut d'aéronautique et des études spatiales (IAES).
- Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).
- AEFMP : organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal, tunisi
- ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar.
- EUROCONTROL : Organisation européenne pour la sécurité de la Navigation Aérienne.
- École Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse (ENAC).

I.1.4 LES MISSIONS DE L'ENNA :

Les principales missions de l'établissement :

- 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, participé à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aéroports ; établir les plans des servitudes aéronautiques et radioélectriques en coordination avec les autorités concernées. Veiller à leur application.

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

- Assurer l'installation et la maintenance des moyens de télécommunication, de radionavigation, de l'aide à l'atterrissage, des aides visuelles et des équipements annexes.
- Contrôler la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérienne qu'ils soient en survol, à l'arrivée sur les aérodromes ou au départ de ces derniers.
- 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 aérodromes ouverts à la Circulation Aérienne publique(CAP).
- Diffuser l'information aéronautique (en vol et au sol) et météorologique nécessaire à la navigation aérienne.
- Assurer le service de sauvetage et de lutter contre les incendies sur les plates-formes aéroportuaire
- Contribuer à l'effort du développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne.
- Concentrer, 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.

I.1.5 L'ORGANISATION DE L'ENNA :

Dans le cadre de sa mission et afin de répondre aux besoins du secteur du transport aérien contemporain, l'ENNA est structuré comme suit :

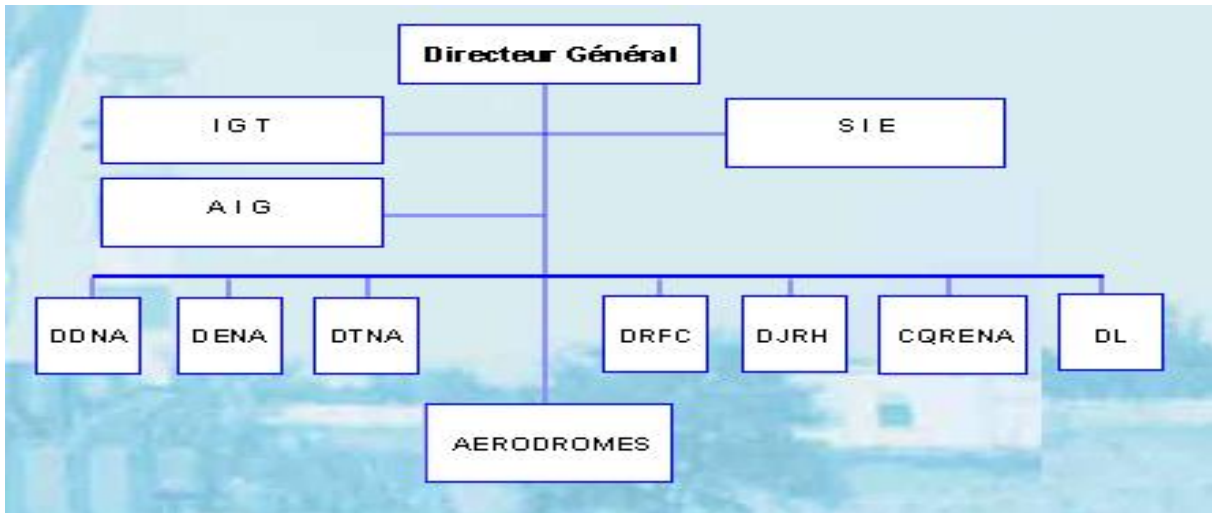


Figure.1 : Organigramme de l'ENNA

SIE : Sûreté Interne de l'Établissement.

IGT : Inspection Générale Technique.

AIG : Audit Interne de Gestion.

DDNA : Direction de Développement de la Navigation Aérienne.

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

DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne.

DRFC : Direction des Ressources, des Finances et de la Comptabilité.

DJRH : Direction Juridique et des Ressources Humaines.

CQRENA : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.

DL : Direction de la Logistique.

AERODROMES : Direction de la Sécurité Aéronautique

I.1.6 Direction Générale :

Elle est équipée des organes suivants :

- Audit interne de gestion.
- Inspection technique générale.
- Sécurité interne de l'établissement.

Les directions de sécurité aéronautique :

a) Département de circulation aérienne : il comprend 3 services :

- Service de circulation aérienne (contrôleur)
- Service des opérations qui se compose de 2 bureaux **BRT** : bureau régional de télécommunication **BIA** : bureau d'information aéronautique
- Service de sécurité contre lutes et incendie

b) Département administratif et moyen : se compose de 2 services :

- Service finance
- Services personnels et moyens

c) Département technique : a pour rôle :

- Maintenance préventive
- Maintenance connective
- Contrôle des équipements

Ces différents services :

- **Service énergie** : ce service assure l'approvisionnement de l'aéroport en énergie électrique.
- **Service radar** : ce service comporte un radar secondaire qui indique l'emplacement, le code, l'altitude, la vitesse et la destination de l'avion cible.
- **Service télécoms** : assure le bon fonctionnement des équipements de télécoms.
- **Service radionavigation** : ce service assure la maintenance des équipements radionavigation suivants.
 - **VOR** : (very high frequency omnidirectionnel radio range) cet équipement indique l'angle de déphasage par rapport au nord magnétique.
 - **DME** : (distance measuring équipement) c'est un équipement qui indique l'angle de déphasage par rapport au nord magnétique.
 - **ILS** : (instrument landing system) c'est un système d'aide qui aide à l'atterrissage dans les mauvais temps.

Direction de l'Exploitation de la Navigation générale :

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

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

- Gérer et contrôler l'espace aérienne(en route et en sol) confié par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne.
- 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
- 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 (06) départements et de centre de contrôle régional :

DCA : département Circulation Aérienne.

DS : département Système.

DAF : département Administration et Finances

DT : département Technique.

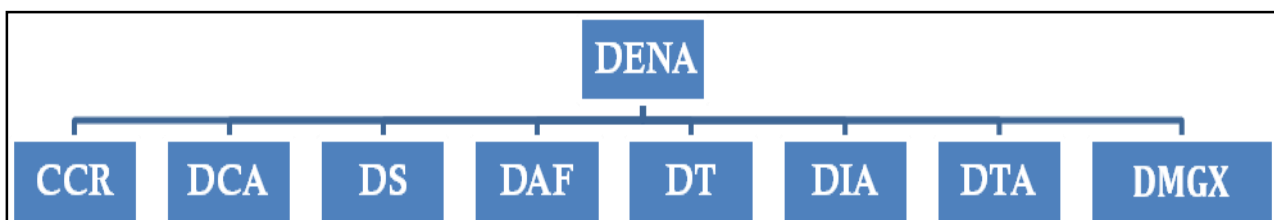
DIA : département Information Aéronautiques

DTA : département Télécommunications Aéronautiques

CCR : Centre de Contrôle Régional.

DMGX : département des moyens généraux.

Figure : les départements et de centre de contrôle régional



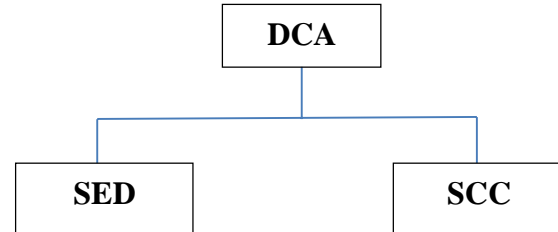
Département de la circulation aérienne :

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

Le département de la circulation aérienne (DCA) est chargé du contrôle et de la coordination des aérodromes et des centres de contrôle (régional, approche, TWR) ainsi que des études liées au développement de la navigation aérienne, conformément aux normes de l'Organisation civile Internationale (OACI). Au sein de ce département on trouve deux services :

SED : Service Etudes et Développement.

SCC : Service contrôle et Coordination.



a. Le Service Études et développement :

Ce service est chargé des tâches suivantes :

- Élaboration des cartes d'obstacles d'aérodrome.
- Études des schémas de la circulation aérienne.
- Conception des procédures de départs et d'arrivés aux instruments (SID et STAR) pour les services de contrôle d'approche.
- Conception des procédures d'approche aux instruments (classique, précision et à vue) pour l'ensemble des aérodromes.
- Mise à jour de l'AIP Algérie selon les informations aéronautiques émanant de la Direction de Sécurité D'Aérodromes (DSA)
- Examen des dossiers de l'homologation des pistes des aérodromes.
- Études de la circulation aérienne au niveau des aérodromes.
- Choix de sites pour l'installation et le déplacement des moyens de radionavigation.
- Participation aux projets concernant le développement de la navigation aérienne (RVSM, l'exploitation de la catégorie III à l'aéroport d'Alger, le contrôle radar, etc.....).
- Traitement des données statistiques du trafic aérien pour les besoins des études.

b. Le Service Contrôle et coordination :

Il assure les fonctions suivantes :

- Élaboration des plans des servitudes aéronautiques et des dégagements des aérodromes.
- Études des obstacles à la navigation aérienne.
- Prise en charge de la tenue à jour du fichier informatisé « l'état des Aérodromes » relatif

à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national.

- Analyse des anomalies d'exploitation dans l'espace aérien relatives aux avis d'incidents, accidents comptes rendus d'irrégularité d'exploitation (AIR PROX, réclamations, déroutements, alertes, procédures et infractions) concernant les aéronefs set leurs équipages.
- Mise à jours et tenue la réglementation en vigueur sur le plan national.
- Veiller à l'application de la réglementation internationale de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI) concernant l'exploitation des aérodromes.
- Représentation de la Direction de l'Exploitation de la navigation Aérienne (DNA) auprès des Services de recherche et de sauvetage des aéronefs en détresse (SAR).
- Inspection Technique de tous les aérodromes sur le territoire national conformément à l'Instruction de la Direction de l'aviation Civile et de la Météorologie (DACM).

I.1.7 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.

I.2 Concept PBN :

I.2.1 Introduction :

La fluidité et la régularité du trafic aérien dépendent des procédures de navigation aérienne fiables et précises, quelle que soit la météo et quelle que soit la difficulté des voyages aériens sur le terrain.

Le trafic aérien devrait doubler au cours des 15 prochaines années. Il faut permettre au système de l'aviation de réaliser cette croissance de manière sûre et efficace, plus le nombre d'avions et de vols augmente, plus le besoin de trajectoires de vol prévisibles et d'un niveau de précision de navigation augmente.

L'OACI était idéalement placée pour construire un cadre pour une meilleure gestion du trafic aérien en utilisant la PBN. Aujourd'hui, il existe des plans d'implantation PBN dans 109 États et 62% des pistes ont une approche PBN [2].

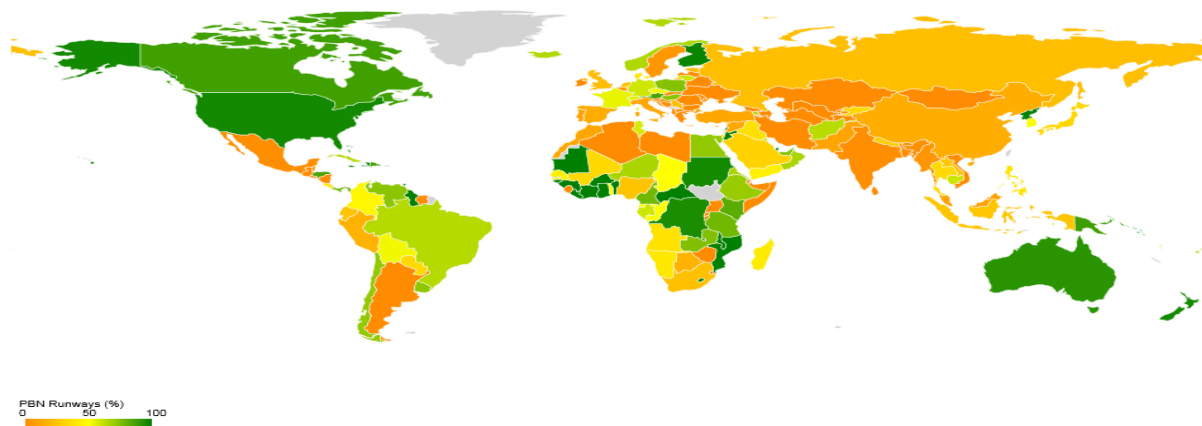


Figure I. 1: mise en place de pistes PBN dans le monde.

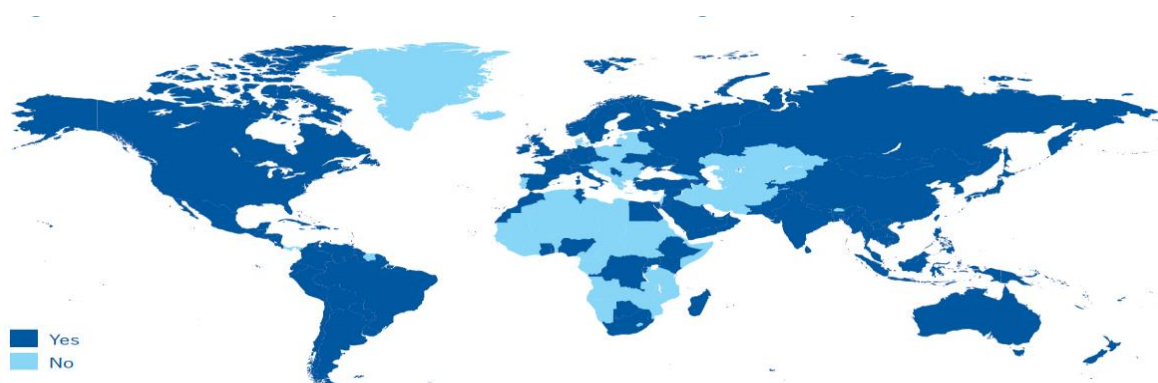


Figure I. 2: Statut mondial du plan de mise en œuvre de la PBN.

I.3 Navigation basée sur les performances (PBN):

Avant la PBN, les avions devaient zigzaguer d'une station de navigation au sol à une autre, les contrôleurs aériens devaient bloquer de grandes zones d'espace aérien autour de l'avion pour compenser les variations de vol. Ce concept est créé en 2004 (11^{ème} conférence de l'ANC Air Navigation Conférence), c'est un excellent outil pour résoudre les complications, par exemple des problèmes de capacité, des problèmes d'espace aérien ou si vous souhaitez augmenter l'accès des avions à un aéroport dans différentes conditions météorologiques. La PBN est un élément clé pour améliorer et réduire deux domaines de sécurité, à savoir les sorties de piste et le vol contrôlé en terrain, On passe d'une navigation fondée sur les signaux de capteurs à une navigation fondée sur les performances.

I.3.1 Historique de la navigation fondée sur les performances :

A la 36^{ème} session de l'assemblée de l'OACI en 2007, les représentants des états ont adopté la résolution A36-23, qui priait instamment tous les états membres de l'OACI de mettre en œuvre des routes ATS et des procédures d'approches RNAV et RNP conformes aux éléments d'orientation et aux spécifications de navigation fondée sur les performances (PBN) de l'OACI [3].

I.3.2 Origine de la PBN [2] :

La RNAV basée sur le concept RNP OACI tel que défini dans le « Manuel RNP » pouvait être interprétée d'un grand nombre de façons différentes. En effet un état ou industriel peut choisir pour une même opération :

- RNP x, x variable
- RNP avec ou sans intégrité
- Spécifications de fonctions RNAV très diverses

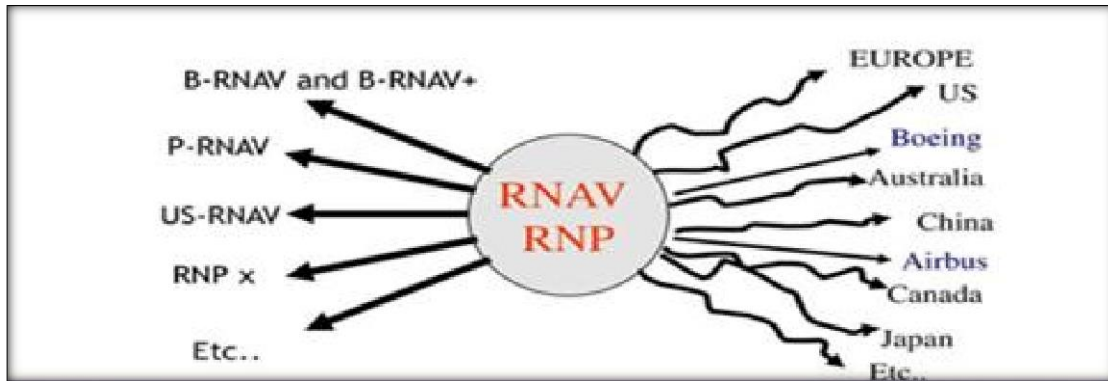


Figure I. 3: le concept RNP [2].

Cette situation était très pénalisante pour l'aviation, l'OACI a donc décidé, suite à la 11ème Conférence de la Navigation Aérienne (2004), de remplacer le concept RNP du

« Manuel RNP » par le concept PBN.

- **Objectif :** Définir un concept intégré de navigation de surface : PBN.

Nouveau document de référence : « Performance Based Navigation manual » publié début 2007 [2].

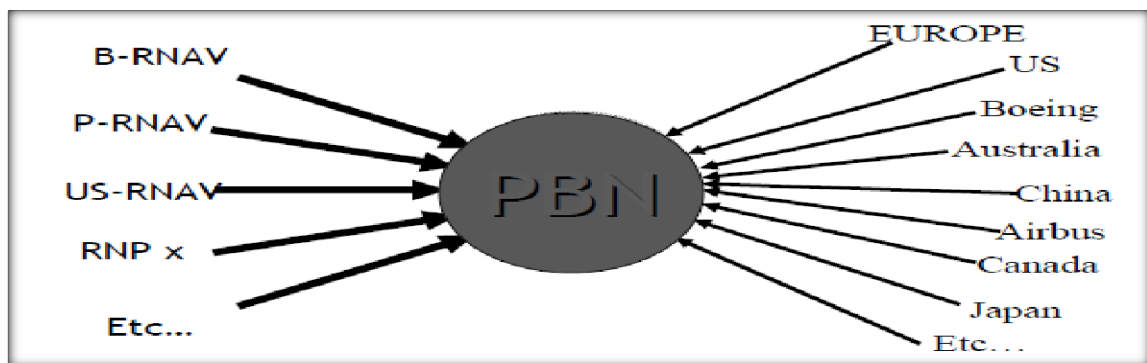


Figure I. 4: le concept PBN [2]

I.3.3 Les Avantages du PBN [2] :

La PBN a déjà démontré des avantages concrets en termes de sécurité grâce à des procédures directes avec guidage vertical, une plus grande accessibilité à l'aéroport, une réduction des coûts d'exploitation de l'infrastructure, une capacité d'espace aérien améliorée et une utilisation plus flexible de l'espace aérien du terminal à l'arrivée et au départ réduction de la consommation de carburant et des émissions de CO2 Jusqu'à ce que la PBN soit introduite, les procédures R-NAV et RNP étaient appliquées de manière incohérente d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre, il n'y avait pas de concentration ni de contrôle central sur la nécessité d'une normalisation et d'une disposition de dépassement comme évidente.

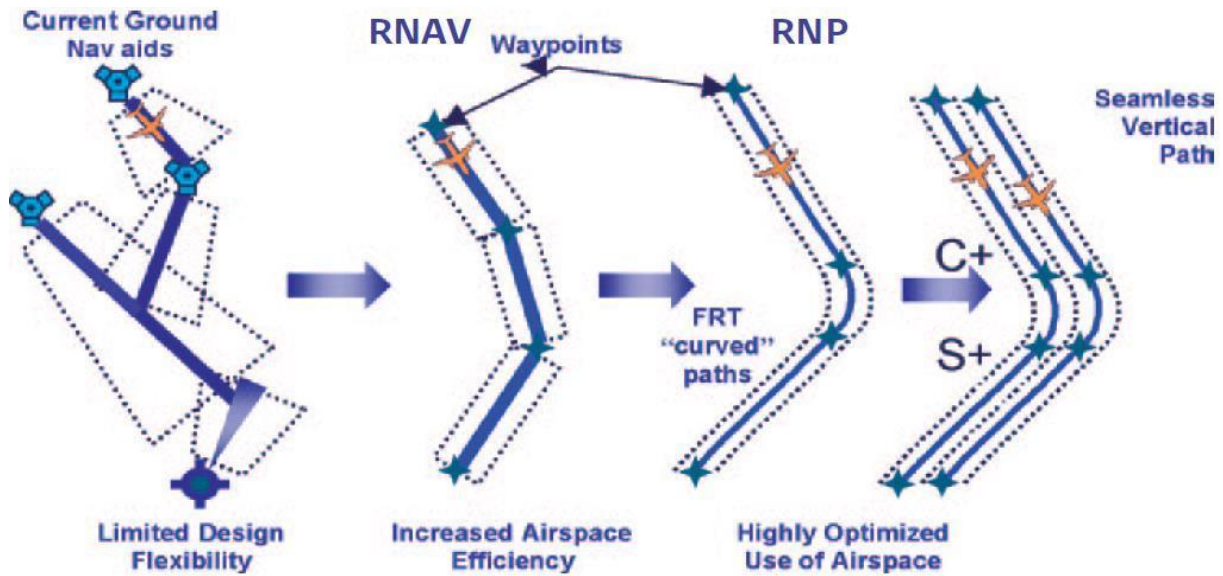


Figure I. 5: illustration des bénéfices de la PBN[2].

I.3.4 Terminologie du Contexte de la PBN :

La PBN est un des éléments habilitants d'un concept d'espace aérien, dont les communications, la surveillance ATS et l'ATM sont aussi des éléments essentiels, comme le montre la Figure I.6 La PBN s'appuie sur l'utilisation d'un système de navigation de surface et comprend trois composantes :

- I. L'infrastructure NAVAID ;
- II. L'application de navigation ;
- III. La spécification de navigation [2].

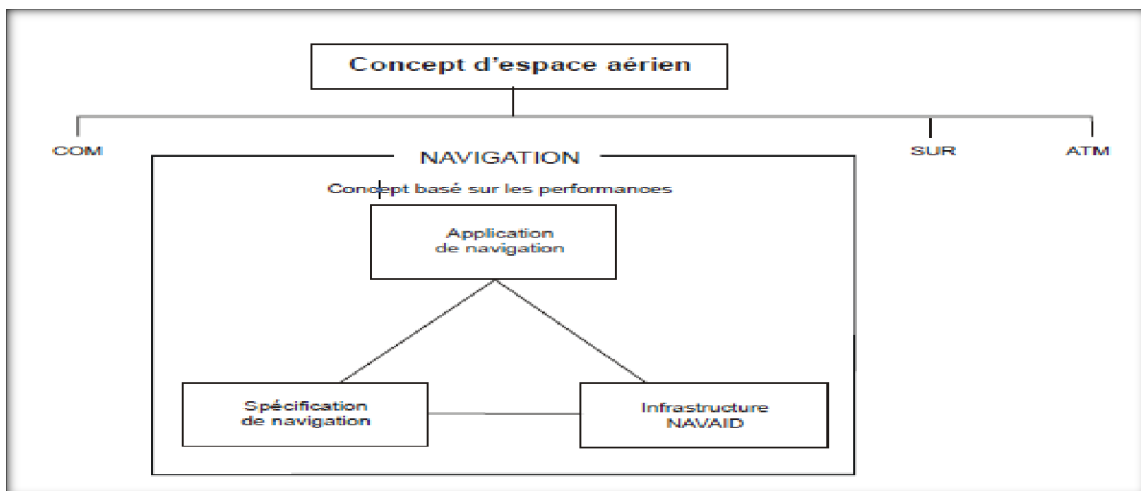


Figure I. 6: concept de PBN [2].

i. Infrastructure NAVAID :

À noter que le terme « infrastructure NAVAID » couvre à la fois les aides radio basées au sol et les aides spatiales. Les NAVAID au sol comprennent le DME et le VOR. Les NAVAID spatiales comprennent les éléments du GNSS définis dans l'Annexe 10 (Télécommunications aéronautiques) [2].

ii. Applications de navigation :

Une application de navigation représente la mise en pratique d'une spécification de navigation dans le contexte de l'infrastructure NAVAID à des routes ATS, à des procédures d'approche aux instruments ou à un volume d'espace aérien défini, en conformité avec le concept d'espace aérien. Une application RNP correspond donc à une spécification RNP. De même, une application RNAV correspond à une spécification RNAV [2].

iii. La spécification de navigation :

C'est un ensemble de conditions à remplir par un aéronef et un équipage de conduite pour l'exécution de vols en navigation fondée sur les performances dans un espace aérien défini.

Selon la PBN, une spécification de navigation s'entend soit d'une spécification de qualité de navigation requise (RNP) ou d'une spécification de navigation de surface (RNAV) :

- **Spécification RNAV** : une spécification de navigation fondée sur la navigation de surface qui ne prévoit pas une obligation de surveillance et d'alerte à bord en ce qui concerne les performances et qui est désignée par le préfixe RNAV.
- **Spécification RNP** : une spécification de navigation fondée sur la navigation de surface qui prévoit une obligation de surveillance et d'alerte à bord en ce qui concerne les performances et qui est désignée par le préfixe RNP.

iii.1 Désignation des spécifications RNP et RNAV [2]:

Pour les opérations en région océanique, en zone continentale éloignée, en route et en région terminale, une spécification RNP porte la désignation RNP X, par exemple RNP 4. Une spécification RNAV porte la désignation RNAV X, par exemple RNAV 1. Pour deux spécifications de navigation partageant une même valeur de X, la distinction peut se faire au

moyen d'un préfixe. Pour une spécification de navigation qui couvre plusieurs phases de vol avec différentes exigences de précision de navigation latérale — en milles marins — selon la phase, on utilisera un préfixe, mais pas de suffixe, par exemple A-RNP (voir Figure I.7).

Pour les désignations tant RNP que RNAV, le suffixe « X » (s'il est présent) se rapporte à la précision de navigation latérale (TSE) en milles marins, qui est présumée maintenue pendant au moins 95 % du temps de vol par toute la population d'aéronefs évoluant dans l'espace aérien, sur la route ou selon la procédure (voir Figure I.7).

Approche : Les spécifications de navigation relatives à l'approche portent sur tous les segments de l'approche aux instruments. Les spécifications RNP sont désignées en utilisant RNP comme préfixe et un suffixe textuel abrégé, par exemple RNP APCH ou RNP AR APCH. Il n'existe pas de spécifications d'approche RNAV.

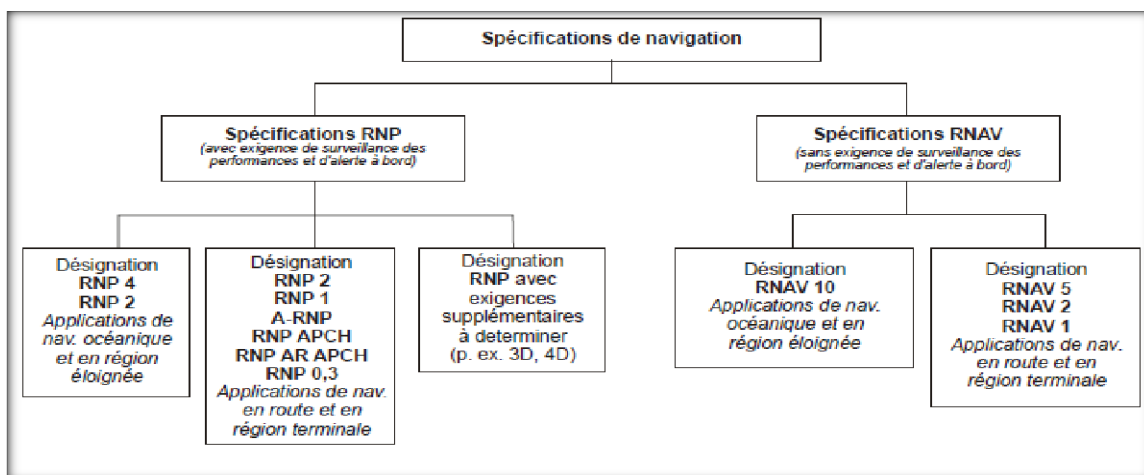


Figure I. 7: Désignations de spécification de navigation.

I.3.5 Les applications de la navigation PBN pour les différentes phases de vol :

Les spécifications de navigation possibles en fonction des phases de vol, sont présentées dans le tableau suivant :

| Phase de vol | Spécification de navigation PBN |
|-----------------------|--|
| départ | RNAV2, RNAV1, RNP1(SID), A-RNP 1(SID), RNP 0.3 (hélicoptère) |
| En route, continental | RNAV5, RNAV2, RNAV1, RNP2, A-RNP2/1, RNP 0.3 (hélicoptère) |
| arrivée | RNAV5, RNAV2, RNAV1, RNP1(STAR), A-RNP1(STAR), RNP 0.3 (hélicoptère) |

| | | |
|-----------------|----------------------|---|
| approche | initiale | RNAV1, RNP1, A-RNP1, RNP APCH, RNP APCH AR, RNP 0.3 (hélicoptère) |
| | intermédiaire | RNAV1, RNP1, A-RNP1, RNP APCH, RNP APCH AR, RNP 0.3 (hélicoptère) |
| | finale | A-RNP 0,3, RNP APCH, RNP APCH AR 0,3/0,1 |
| | interrompue | RNAV1, RNP1, A-RNP1, RNP APCH, RNP APCH AR, RNP 0.3 (hélicoptère) |

Tableau I. 1: Spécifications de navigation par phase de vol [1].

Note :

- **RNP1** : utilisée pour appuyer des opérations RNP dans le cadre de SID, de STAR et d'approche jusqu'au FAF /FAP sans surveillances ATS limitée et en présence d'une circulation de densité moyenne a faible.
- **RNP2** : utilisé pour appuyer des opérations RNP dans la phase de croisière en espace aérien océanique, éloigné ou continental.
- **RNP4** : est conçu pour l'espace aérien océanique ou éloigné, où l'infrastructure de NAVAID terrestre n'est pas disponible
- **RNP10** : est utilisé pour appuyer les opérations RNAV dans le cadre de la phase de croisières pour permettre des miniums de séparations latérales et longitudinales dans un espace aérien océanique ou éloigné.
- **RNP5** : utilisée pour appuyer des opérations RNAV dans le cadre de certains segments d'arrivée et de départ.
- **RNAV1** : utilisé pour appuyer des opérations RNAV dans le cadre de SID, de STAR et d'approche jusqu'au FAF /FAP
- **RNP APCH** : utilisée pour appuyer des approches aux minimums LNAV, LNAV/VNAV, LP et LPV.
- **RNP(AR) APCH** : utilisée pour appuyer des approches RNP dont l'ensemble des segments y compris le segment d'approche finale, constitués de segments rectilignes et /ou de segment a rayon fixe et avec des valeurs de RNP pouvant être égales à 0,3 NM ou moins en finale et 1NM ou moins sur les autres segments de l'approche [1].

I.3.6 RNAV GNSS :

GNSS (Global Navigation Satellite System) :

Le système de positionnement par satellites est système de géo positionnement composé d'un ensemble se reposant sur une constellation de satellites artificiels permettant de fournir à un utilisateur par l'intermédiaire d'un récepteur portable de petite taille sa position 3D, sa vitesse et une information de temps.

Systèmes d'augmentation au niveau des satellites (SBAS) :

Les systèmes SBAS implémentés dans plusieurs régions améliorent la précision, la fiabilité et l'intégrité du signal GPS. Les navigateurs GNSS-SBAS qui respectent les réglementations des organisations internationales (comme l'OACI, la FAA, Eurocontrol peuvent être utilisés uniquement pour naviguer pour toutes les phases du vol, y compris une approche de précision dans les aéroports.

Les systèmes SBAS offrent aux aéroports la possibilité d'acquérir une capacité d'approche du système d'atterrissage aux instruments (ILS) sans l'achat ou l'installation d'un équipement de navigation au sol à l'aéroport.

Les procédures d'approche orientées verticalement SBAS sont considérées comme LPV (performance localizer avec guidage vertical et fournissent des minimums d'approche équivalente ILS (Instrument landing system) à moins de 200 pieds dans les aéroports admissibles. Les minimums réels sont basés sur l'infrastructure actuelle d'un aéroport, ainsi qu'une évaluation de toute obstruction existante.

La mise en place récente des systèmes SBAS est une première étape dans le sens d'établir un système GNSS mondial. Il s'agit d'un ensemble de satellites géostationnaires destinés à renseigner en temps réel les utilisateurs de GPS sur la qualité de signaux qu'ils reçoivent. Trois ensembles ont actuellement en activité ; EGNOS pour les Etats-Unis, CWAAS pour le Canada, et le MSAS appelé aussi QZSS ; pour le Japon.

I.3.7 Opération PBN et senseurs :

Le tableau suivant indique les capacités de navigation en fonction de la disponibilité des capteurs de bord :

| | RNAV 5 | SID RNAV1 STAR RNAV1 INA RNAV 1 | RNP APCH | | |
|---------------|--------|---------------------------------------|----------|------------------|----------|
| | | | NPA | APV Baro VNAV | APV SBAS |
| VOR/DME | ✓ | | | | |
| DME/DME (INS) | ✓ | ✓ | | | |
| ABAS | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| SBAS | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Tableau I. 2: Opérations PBN et Senseurs.

Remarque :

Les approches RNP APCH ne reposent que sur l'utilisation de capteurs satellitaires

I.3.8 Plan algérien de mise en œuvre de la PBN :

Le plan suivant est proposé pour la mise en œuvre des opérations PBN en FIR Alger. Il est établi sur trois périodes : court terme (2015/2022), moyen terme (2023/2027) et long terme 2027 et après. Les objectifs et les moyens envisagés pour les atteindre sont précisés pour les différentes phases de vol [6].

Court terme (2015/2022) :

Cette première phase constitue une transition partant de l'existant en termes de moyens terrestre et de moyens à bords. Ses objectifs sont :

1. Mettre en place les instances de travail définies pour valider avec l'ensemble des acteurs les hypothèses de travail,
2. Poursuivre le déploiement déjà amorcé de certaines opérations PBN dans les différents types d'espaces aériens en FIR Alger, en fonction des priorités identifiées.

Les différentes spécifications de navigation retenues pour accompagner cette transition sont, par domaine :

- En route : RNAV-5 ;
- Espace terminal : RNAV-1 ;
- Approche : RNP APCH, RNP APCH/ILS.

En- Route : Le réseau fondé sur la spécification de navigation RNAV-5 sera déployé durant ce terme (court terme) en FIR Alger.

Espace terminal : Actuellement toutes les routes RNAV implémentées en espace terminal en FIR Alger sont de type conventionnel. Le réseau fondé sur la spécification de navigation RNAV-1 ou RNP-1 de base sera déployé durant ce terme (court terme).

L'Algérie s'engage dans la mise en œuvre progressive des trajectoires RNAV-1 dans les régions de contrôle terminales avec surveillance radar.

La mise en œuvre de trajectoires RNAV-1 doit s'étendre progressivement à tous les espaces terminaux pour accroître les bénéfices opérationnels des usagers ayant la capacité RNAV-1.

Durant cette phase un retrait progressif de certains moyens de radionavigation en remplaçant certaines trajectoires conventionnelles par les nouvelles trajectoires RNAV1 ou RNP 1. Toutefois, ce processus de rationalisation doit être pondéré et l'étude sera menée en coordination avec les opérateurs aériens concernés.

La robustesse du système de remplacement déterminera également le calendrier d'allègement du réseau de moyens de radionavigation, autour d'un réseau minimal à définir et à faire évoluer en fonction des nouveaux moyens satellitaires de navigation disponibles et des procédures publiées

Approche : Les objectifs visés sont la publication, d'ici fin 2022 (GNSS est obligatoire) d'approches RNAV(GNSS) sur l'ensemble des extrémités de pistes des aéroports IFR contrôlés dotés de services d'approche (Alger, Oran, Annaba, Constantine, H.Messaoud) dont un certain nombre avec guidage vertical (APV Baro-VNAV) et ILS.

L'intégration des nouveaux critères de conception adoptés par l'OACI concernant le guidage Vertical des approches qui combine entre le conventionnel et la PBN (des approches qui commencent par des segments PBN et se terminent par des finales de précision ILS) Permettra à l'Algérie de rentabiliser l'investissement de l'ENNA dans le projet des 20 ILS en utilisant les procédures LNAV/ILS.

Les éléments suivants seront pris en compte pour établir le plan de publication au cours des années à venir :

- Besoin d'amélioration de la sécurité (publication d'une APV sur des aéroports où aucune procédure avec guidage vertical n'est disponible) ;
- Possibilité de retrait d'aides à la navigation aérienne ;

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

- Données disponibles (par exemple relevés d'obstacles récents) ;
- Niveau d'approbation et d'équipement de la piste.

Durant cette phase des études peuvent être initiées également pour la mise en œuvre de procédures RNP-AR APCH sur les aérodromes dont l'environnement opérationnel est complexe.

Déployées sur les pistes disposant déjà d'un ILS, ces approches s'avèreront utiles en secours lors des périodes de panne ou de maintenance programmée des ILS. En l'absence d'ILS, elles permettront d'accroître la sécurité lors des phases d'approche finale.

De même certaines procédures ILS Cat I pourraient être remplacées par une procédure APV. Ces analyses seront menées au cas par cas. Les éléments suivants devront être pris en compte :

- ✓ Environnement (obstacles) ;
- ✓ Équipement des usagers fréquentant l'aérodrome ;
- ✓ Rentabilité économique (trafic justifiant le maintien de l'installation) ;

I.4 Généralités sur les procédures de navigation fondée sur les performances :

I.4.1 Critères de conception :

A. Les types des points de cheminement : Deux types de point de cheminement sont examinés:



- Point de cheminement par le travers ;



- Point de cheminement à survoler.

Le tableau suivant résume l'utilisation en fonction du type de WP :

| Repère | FB | FO |
|--------|----|----|
| IAF | ✓ | ✓ |
| IF | ✓ | ✓ |
| FAF | ✓ | ✓ |
| MAPT | | ✓ |
| MAHWP | | ✓ |
| HWP | | ✓ |

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

| | | |
|------------|---|---|
| AWP | ✓ | ✓ |
| DWP | ✓ | ✓ |

Tableau I. 3: L'utilisation en fonction du type de WP [2].

c. Longueur de segment :

Quatre séquences sont possibles dans le cas d'un segment limité par deux points de cheminement :

- a) Deux points de cheminement par le travers
- b) Point de cheminement par le travers, puis point de cheminement à survoler
- c) Deux points de cheminement à survoler
- d) Point de cheminement à survoler, puis point de cheminement par le travers

d. Erreur technique de vol :

Les valeurs de FTE 95 % à partir desquelles les critères de conception d'applications PBN ont été établis sont détaillées dans le Tableau I.4 :

| Phase de vol | FTE (95%) |
|---|---|
| Croisière [distance supérieure ou égale à 56 km (30 NM) du point de référence (ARP) de l'aérodrome de départ ou de destination] | RNAV 5 – 4 630 m (2,5 NM) RNP 4 – 3 704 m (2 NM) RNAV 2 – 1 852 m (1 NM) RNAV 1 – 926 m (0,5 NM) RNP 1 – 926 m (0,5 NM) |
| Terminale [SID, STAR, approches initiale et intermédiaire à moins de 56 km (30 NM) de l'ARP] | RNAV 2 – 1 852 m (1 NM) RNAV 1 – 926 m (0,5 NM) RNP 1 – 926 m (0,5 NM) RNP APCH – 926 m (0,5 NM) |
| Approche finale | RNP APCH – 463 m (0,25 NM) |
| Approche interrompue | RNP APCH – 926 m (0,5 NM) |

Tableau I. 4: erreur technique de vol [1].

e. Valeurs tampons :

Les valeurs des tolérances d'écart latéral RNAV et RNP sont calculées à partir de la NSE et de la FTE. Les valeurs tampons (BV) sont indiquées dans le tableau I.5 :

| Phase de vol | BV CAT A-E |
|--|------------------|
| Croisière, SID et STAR [distance supérieure ou égale à 56 km (30 NM) par rapport au point de référence (ARP) de l'aérodrome de départ ou de destination] | 3 704 m (2,0 NM) |
| Terminale [STAR, approches initiale et intermédiaire à moins de 56 km (30 NM) de l'ARP, SID et approches interrompues à moins de 56 km (30 NM) de l'ARP mais à plus de 28 km (15 NM) de l'ARP] | 1 852 m (1,0 NM) |
| Approche finale | 926 m (0,5 NM) |
| Approches interrompues et SID jusqu'à 28 km (15 NM) de l'ARP | 926 m (0,5 NM) |

Tableau I. 5: valeurs tampons [1].

I.4.2 Procédure d'attente :

Pour éviter l'encombrement, un seul circuit d'attente devrait être établi pour chaque procédure. L'emplacement normal serait à un des IAF. Le point de cheminement d'attente est traité comme un point de cheminement à survoler.

Types de procédures d'attente en RNAV :

On distingue deux types de procédures d'attente en RNAV :

1. Attente en RNAV avec un seul point de cheminement
2. Attente dans une aire RNAV

Procédures d'entrée :

- **Attente en RNAV avec un point de cheminement** : Les procédures d'entrée dans une attente en RNAV avec un point de cheminement seront les mêmes que celles qui sont utilisées pour l'attente conventionnelle.
- **Attente dans une aire** : Toute procédure d'entrée qui est contenue à l'intérieur de l'aire donnée est admissible.

I.4.3 Généralités sur les procédures RNP APCH :

Les types de procédures RNP APCH :

Il y a quatre types :

- **LNAV** : Le guidage vertical est assuré par les signaux électromagnétiques du système mondial de la navigation par satellite (GNSS) ;
- **LNAV/VNAV** : Le guidage latéral est assuré par les signaux électromagnétiques du GNSS et le guidage vertical par la navigation barométrique verticale (Baro-VNAV) ou par les signaux électromagnétiques du GNSS ;
- **LP (Performance d'alignement de piste)** : Le guidage latéral équivalent à une approche selon l'alignement de piste est assuré par les signaux électromagnétiques du GNSS renforcé ;
- **LPV (Performance d'alignement de piste avec guidage vertical)** : le guidage latéral et vertical est assuré par les signaux électromagnétiques du GNSS renforcé.

I.4.4 Les arrivées RNAV :

Altitude d'arrivée en région terminale TAAs :

Des altitudes minimales d'arrivée en région terminale (TAA) sont normalement fixées pour chaque aéroport où des procédures d'approche aux instruments RNAV fondées sur la configuration en «T» ou en «Y»; cependant une altitude minimale de secteur (MSA) peut être établie au lieu d'une TAA si elle s'avère plus appropriée.

Les points de référence d'une aire de TAA sont le repère d'approche initiale et/ou le repère d'approche intermédiaire ;

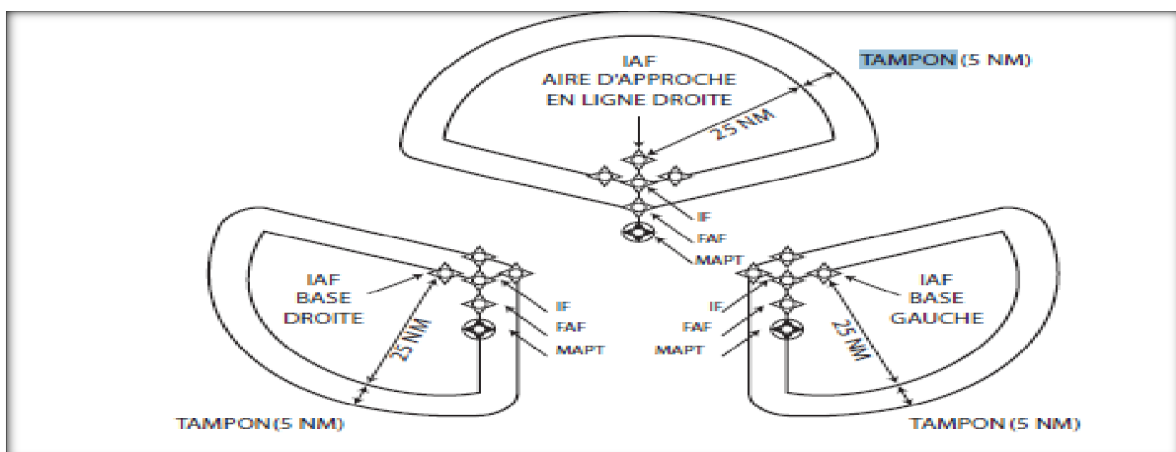


Figure I. 8: Configuration TAA en Y [1].

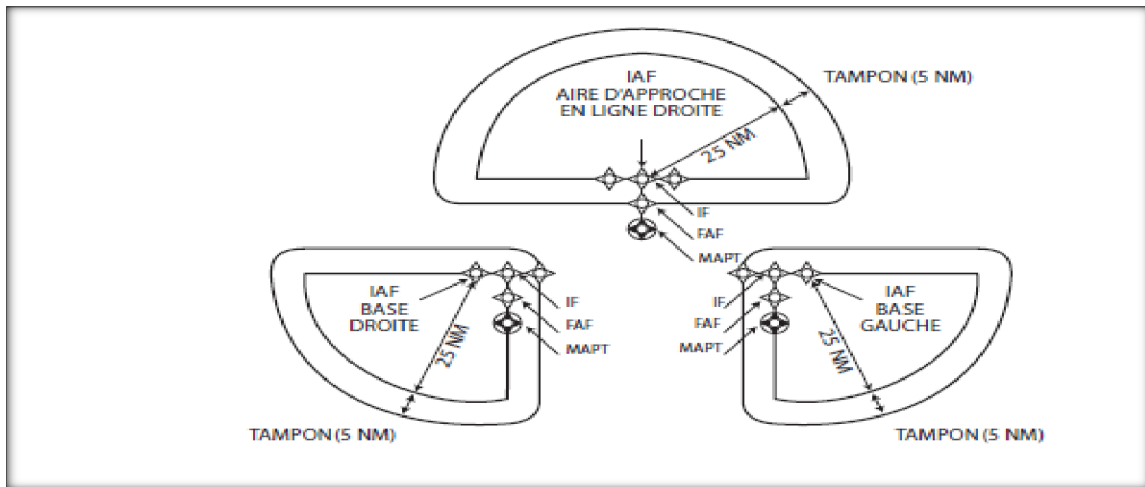


Figure I. 9 : Configuration TAA en T [1].

Procédures d’arrivées normalisées aux instruments « RNAV » :

Les routes d’arrivée normalisée aux instruments (STAR) devraient être simples et faciles à comprendre, et seuls les moyens de navigation, repères ou points de cheminement essentiels pour la définition de la trajectoire de vol d’un aéronef et pour les besoins des services de la circulation aérienne (ATS) seront inclus dans la procédure.

I.5 Conception des procédures PBN :

I.5.1 Attente :

I.5.1.1 Gabarit d’attente :

Pour construire le gabarit d’attente il faut :

- Pour Les calculs liés à la construction du gabarit d’attente [voir le tableau des calculs liés à la construction de gabarit d’attente].
- Pour le tracé de gabarit d’attente (doc 8168).

I.5.1.2 Aire de base d’une attente :

Pour construire l’aire de base d’une attente il faut :

- Savoir l’aire de tolérance de point d’attente

- Tracer autour du point d'attente A la tolérance de repère RNAV associée au point de Cheminement et situer les points « A1 », « A2 », « A3 » et « A4 » aux quatre coins de cette aire.

Pour le tracé de l'aire de base (doc 8168).

I.5.1.3 Aires d'entrées :

Pour le tracé des aires d'entrées (doc 8168).

Et par la suite on trace les 5 zones tampon de 1NM autour du gabarit d'attente

I.5.2 STAR :

I.5.2.1 Concepts généraux pour les arrivées :

- Seules les routes qui présentent un avantage opérationnel seront établies et publiées. Elles devraient prendre en compte les courants locaux de trafic aérien.
- Les routes d'arrivée doivent être simples et faciles à comprendre.
- Une procédure d'arrivée devrait être valable pour le plus grand nombre possible de catégories d'aéronefs.
- Fusion à 30 NM de l'ARP : La largeur de l'aire diminue selon un angle de 30° de part et d'autre de l'axe perpendiculaire au point où l'arc de 30 NM à partir du point de référence d'aérodrome (ARP) coupe la trajectoire nominale.

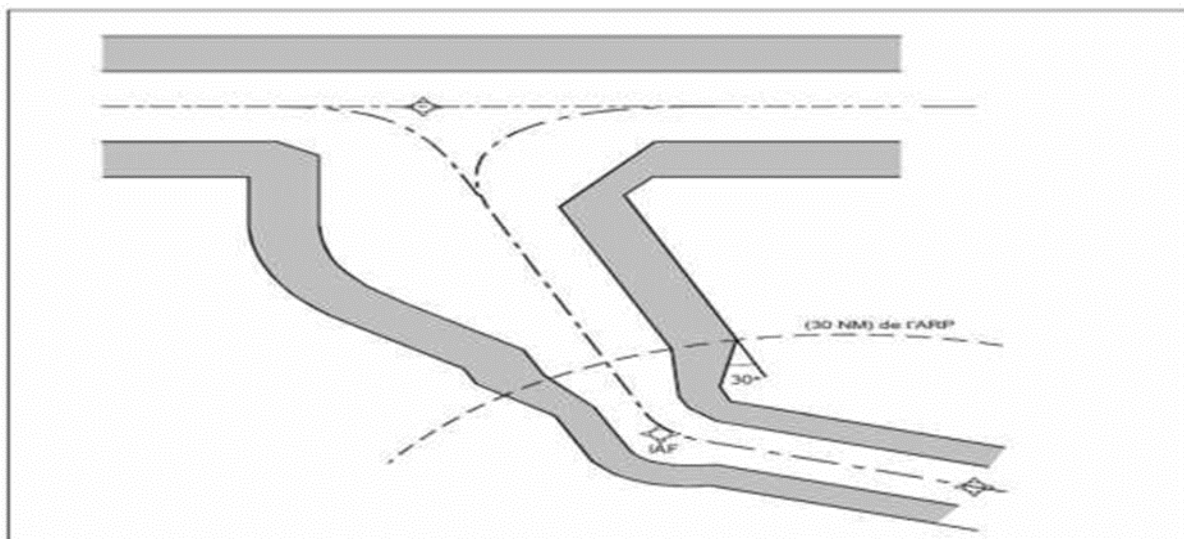


Figure I. 10:fusion des aires de protection à 30 NM de l'ARP.[1]

I.5.2.2 Marge de franchissement d'obstacle :

- Aire primaire : La marge de franchissement d'obstacles sera de 300m
- Aire secondaire : Il sera prévu une marge de 300 m au bord intérieur, diminuant linéairement jusqu'à zéro au bord extérieur.

| <i>Croisière/STAR/SID (>30 NM de l'ARP)</i> | | | <i>STAR/IF/IAF/SID (<30 NM de l'ARP)</i> | | | <i>SID (<15 NM de l'ARP)</i> | | |
|--|------------|----------------|---|------------|----------------|-------------------------------------|------------|----------------|
| XTT | ATT | 1/2 A/W | XTT | ATT | 1/2 A/W | XTT | ATT | 1/2 A/W |
| 2.00 | 1.60 | 5.00 | 1.00 | 0.80 | 2.50 | 1.00 | 0.80 | 2.00 |

Tableau I. 6:XTT, ATT et demi-largeur d'aire pour la RNAV 1 et la RNAV 2 (CAT A à E) — phases de croisière, d'arrivée, d'approche initiale/intermédiaire et de départ (NM)

I.5.3 APPROCHE :

I.5.3.1 Segment d'approche finale :

La longueur optimal du segment d'approche final est de 5NM mais ne devrait pas dépasser 10 NM. La longueur minimal du segment final et la distance entre le seuil et la piste ne seront pas inférieure a 3NM sauf pour la CAT H .La marge minimal de franchissement d'obstacle dans l'aire primaire est de 75 m. La pente de descente optimal est 5.24%

I.5.3.2 Segment d'approche intermédiaire :

Le segment d'approche intermédiaire devrait être aligné sur le segment d'approche final. La longueur optimale du segment d'approche intermédiaire est 5NM. La marge minimale de franchissement d'obstacle dans l'air primaire est de 150 m.

I.5.3.3 Segment d'approche initial :

Le segment d'approche initial n'a pas de longueur maximal, la longueur optimal est de 5NM et la longueur minimal ne sera pas inférieure a la vitesse la plus élevée requise pour l'approche initial. La pente de descente optimale est de 4%. La marge minimale de franchissement d'obstacle dans l'air primaire est de 300m.

I.5.3.4 Segment d'approche interrompue :

Le point d'approche interrompu sera définit par un point de cheminement à survoler. Pour une approche alignée sur la piste, le point d'approche interrompu sera situé au seuil ou

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

avant le seuil .lorsque le segment final n'est pas aligné sur l'axe de piste l'emplacement optimal est L'intersection de la trajectoire d'approche final avec le prolongement de l'axe de piste. Pour à assurer le franchissement des obstacles dans l'aire d'approche interrompue, le MAPt peut être placé plus près du FAF mais pas au-delà du point où l'OCA coupe la trajectoire d'une pente de descente nominale de 5.2% vers la piste.

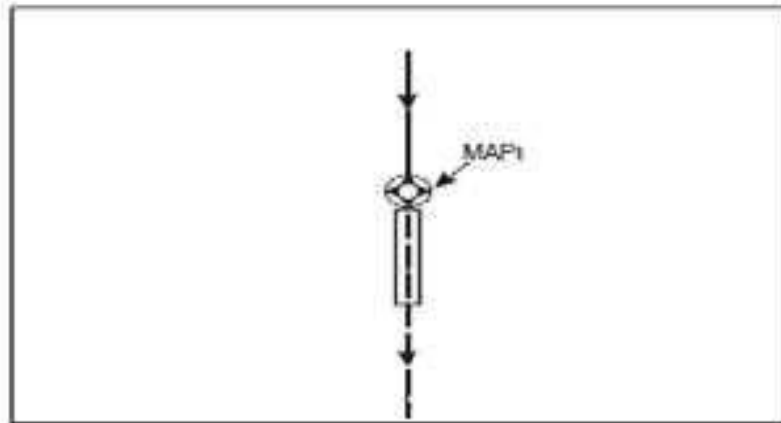


Figure I. 11:Positionnement du MAPt pour une approche alignée sur la piste.[1]

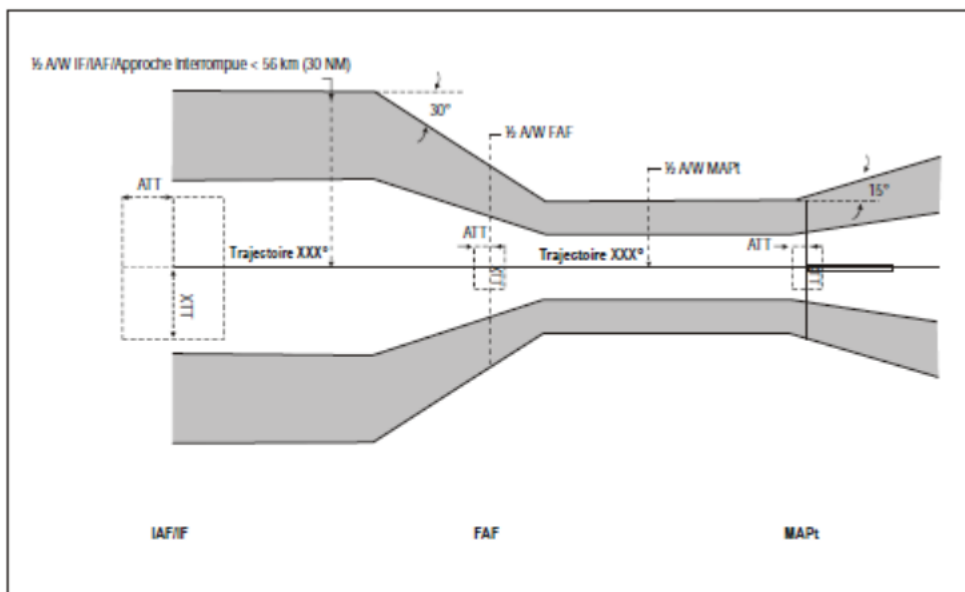


Figure I. 12:Aires RNP APCH

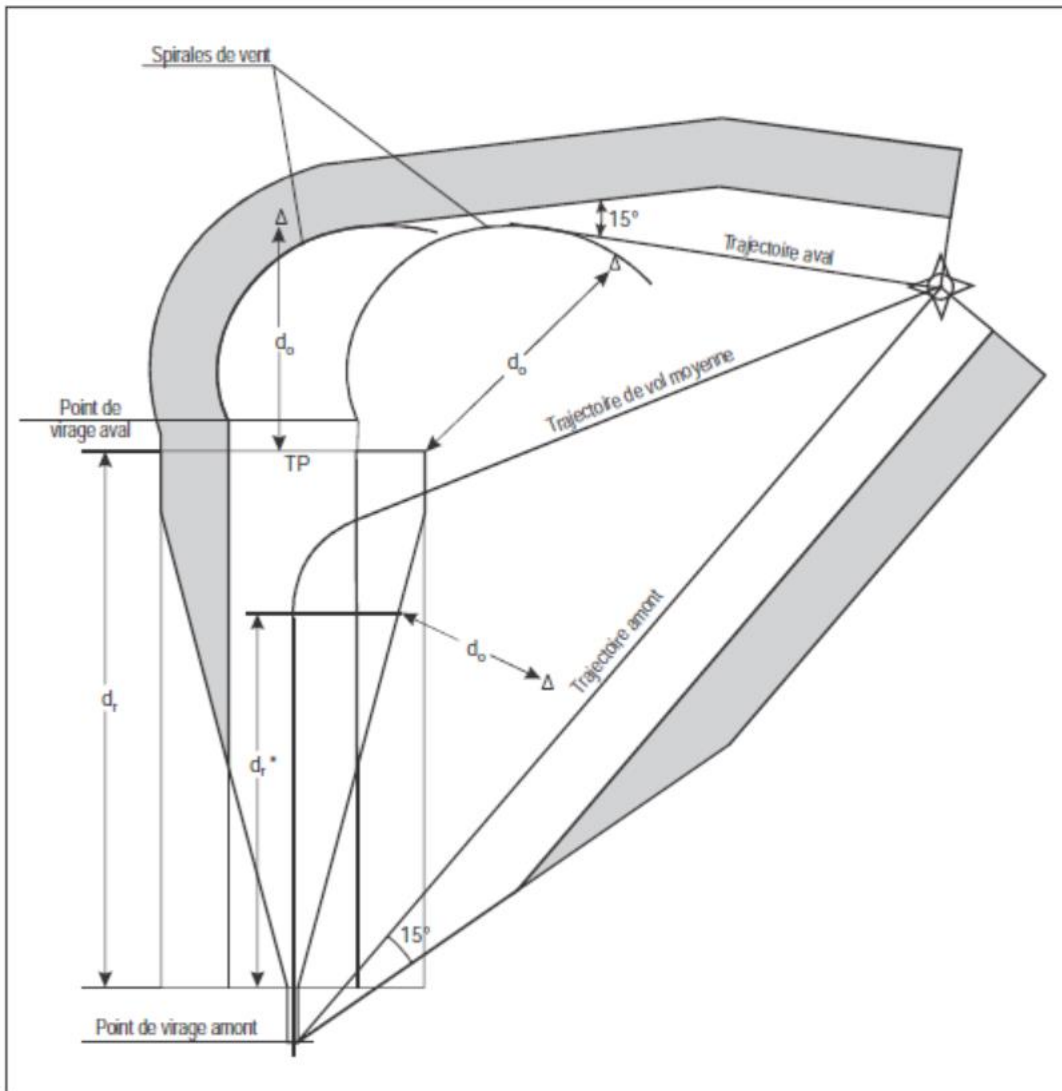


Figure I. 13: Virage à une altitude/hauteur, suivi d'un parcours DF

I.5.4 SID :

I.5.4.1 Les règles à suivre pour concevoir une procédure de départ :

- La procédure de départ commence à l'extrémité départ de la piste (DER) et Prend fin au point où la route rejoint le segment suivant et où à l'altitude/hauteur minimale autorisée pour la phase de vol suivante.
- Les départs peuvent être conçus comme départs en ligne droite ou départs avec virage. Avant de commencer un virage, l'aéronef maintiendra la direction de la piste jusqu'à une hauteur minimale de 120 m au-dessus de la piste
- La pente de calcul de procédure (PDG) normale est de 3,3 %. La PDG commence en un point situé à 5 m (16 ft) au-dessus de l'extrémité départ de la piste (DER). La PDG égale à une pente de 2,5 % (pente de L'OIS) plus 0,8 % de la distance parcourue depuis la DER

CHAPITRE I: Généralités sur les procédures PBN

(au-dessus de l'OIS). Une PDG plus inclinée peut être appliquée si un obstacle traverse l'OIS

- RNAV 1 et 2 sont utilisées pour appuyer des opérations RNAV dans le cadre des SID
- **ocaSegment DER_ premier point de cheminement**

La position du premier point de cheminement doit ménager une distance minimale de 3,5 km (1,9 NM) entre la DER et le premier point de cheminement.

- **Largeur d'aire au début du départ**

Pour la construction de la largeur d'aire au début du départ, les critères généraux s'appliquent (évasement après 150 m de part et d'autre de la DER) jusqu'à ce que les limites en évasement atteignent la limite extérieure de l'aire fictive après elle suit la largeur de l'aire fictive jusqu'au premier point de cheminement de la procédure de départ. L'aire fictive commence à la DER et s'étend jusqu'au premier point de cheminement. Après l'évasement initial à la DER, la largeur de l'aire change à 15 NM de l'ARP, puis à 30 NM de l'ARP

I.5.4.2 Le traitement d'obstacles :

| Etude et traitement d'obstacle | | Équations [1] | MFO |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Aire de mise en virage | | $5m + (D_{Obs-DER} \times P) \geq H_{Obs} + MFO$ | $MFO = 08\% \times D_{Obs-DER}$ |
| Aire de virage | Obstacles situés avant la ligne KK' | $5m + [(dr + do) \times P] \geq H_{Obs} + MFO$ | $MFO(\max\{(dr^* + do) \times 08\% ; 90m\})$ |
| | Obstacles situés après la ligne KK' | | $MFO(\max\{(dr^* + do) \times 08\% ; 90m\})$ |

Tableau I. 7: Les équations liées au traitement d'obstacles aux départs.

$D_{Obs-DER}$: 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 /est mesurée.

I.5.4.3 La conception du départ de ligne droite et avec virage RWY 36 :

L'alignement de la trajectoire initiale de départ ($\alpha \leq 15^\circ$) est déterminé par la position du premier point de cheminement situé après l'extrémité départ de la piste (DER).

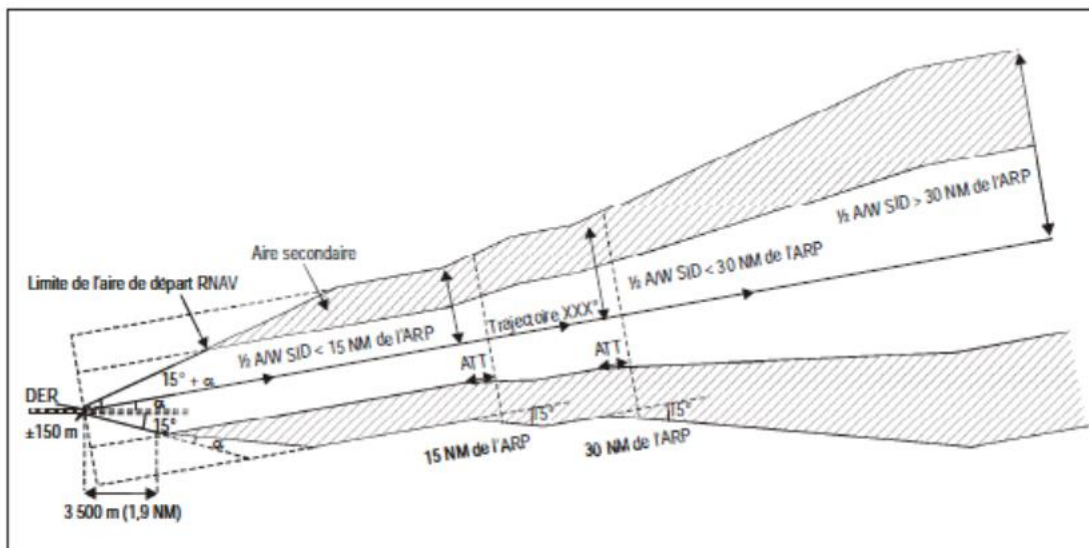


Figure I. 14: Départ en ligne droite

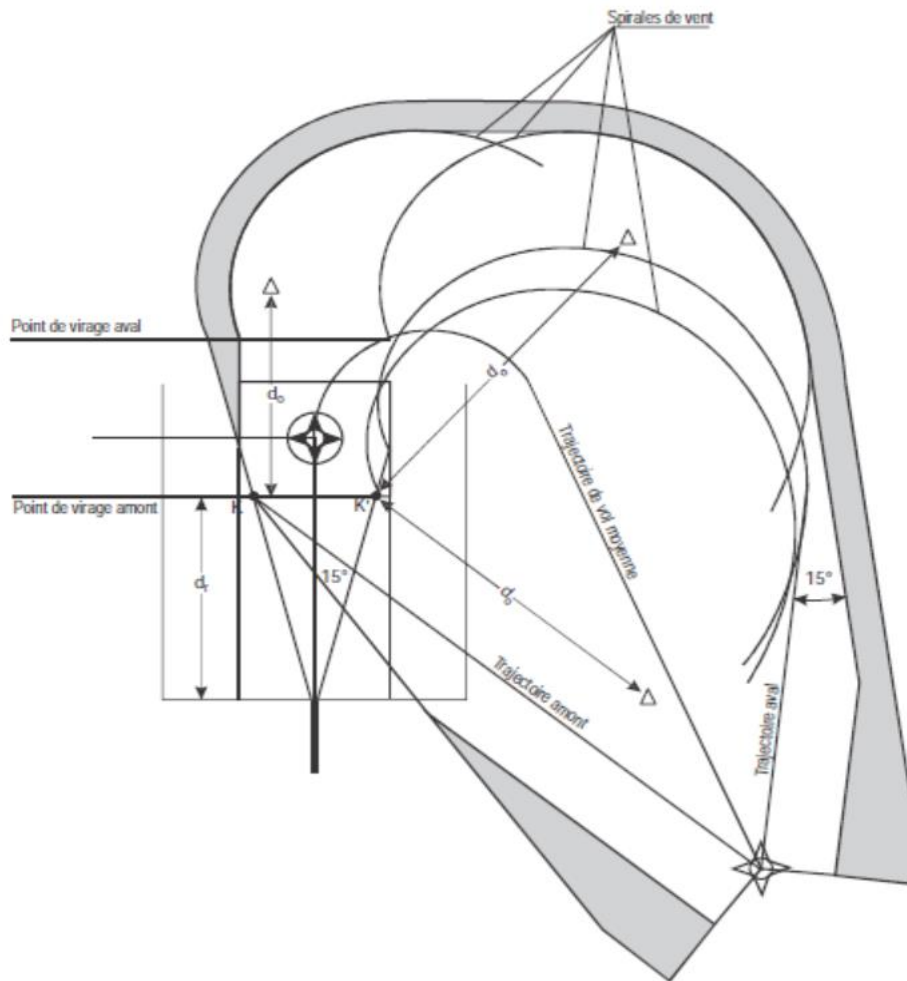


Figure I. 15: Virage avec survol, suivi d'un parcours DF — grand angle de virage (150°).[1]

I.6 Conclusion :

La navigation fondée sur les performances (PBN) devra être appliquée à l'emplacement de la navigation conventionnelle puisque étant meilleur en matière de sécurité et permettra aux aéronefs d'emprunter des routes plus directes et plus précises. Il en résultera une amélioration marquée de la consommation de carburant.

Chapitre II :
Etude de l'existant de
Hassi Messaoud

II. Etude de l'existence

II.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 résultent.

II.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. [5]

Ce dernier représente le deuxième aéroport en Algérie en termes de densité de trafic (avec un pourcentage de 10% [5]) après l'aéroport de Houari Boumediene, où il reçoit un trafic composé de petits avions tels que le Beechcraft 1900, Falcon 2000, Cessna citation C25A, et Twin motor DHC6, ainsi que de grands avions tels que Iliouchine 76, Boeing 737-600, Boeing 767-300, et l'avion 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.

II.2.1 Description de l'aérodrome de Hassi Messaoud [5] :

II.2.1.1 Situation géographique :

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

- **Nom de l'aéroport** : HASSI MESSAOUD/ Oued Irara-Krim Belkacem
- **Identification de l'aéroport** : DAUH
- **Coordonnées du point de référence** de l'aéroport : 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 mètres.

• **Horaire d'ouverture (ATS) : H24**

II.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.

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

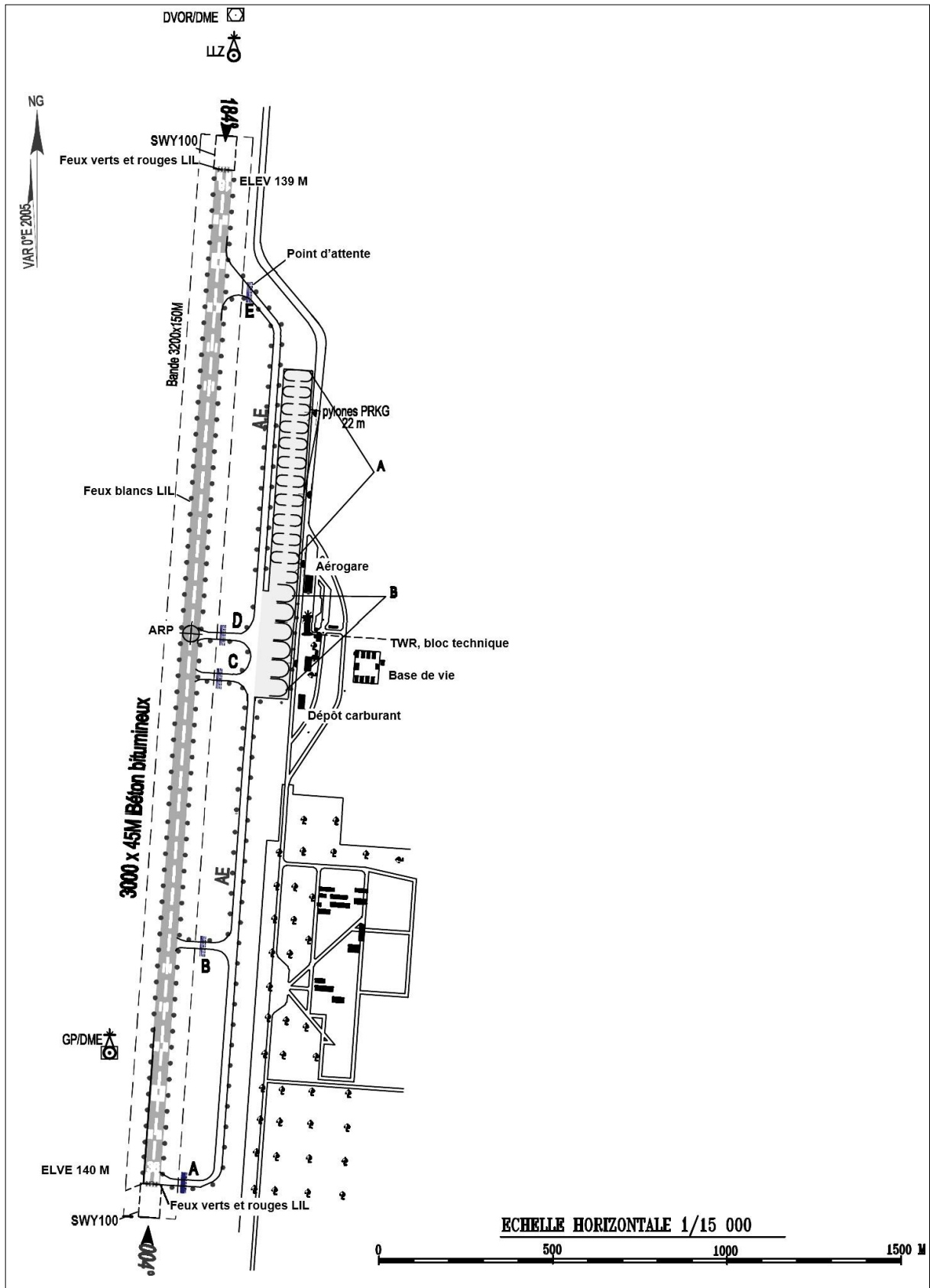


Figure II. 1: Carte OACI de l'aérodrome de Hassi Messaoud [5]

II.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 :

| 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 x 150 |
| RWY 36 | 004° | -0,034% | 140 M | 31°39'33.50''N 006°08'21.13''E | 100 x 45 | 3320 x 150 |

Tableau II. 1: Caractéristiques physique de la piste. [5]

II.2.1.4 Distances déclarées :

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

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

Tableau II. 2:Distances déclarées. [5]

II.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 :

| 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 |

Tableau II. 3: Balisage lumineux de piste et dispositifs lumineux d'approche. [5]

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

II.2.1.6 Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie :

- Catégorie de l'aéroport pour la lutte contre l'incendie : CAT 7 ;

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

- Catégorie d'équipement de sauvetage : CAT 7 ;
- Moyens d'enlèvement des aéronefs accidentellement immobilisés : Assistance locale.

II.2.1.7 Aides de radionavigation et d'atterrissage :

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

| 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) | 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°/518 M 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 |

Tableau II. 4:Aide de radionavigation et d'atterrissage. [5]

II.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 :

| Désignation du service | Indicatif d'appel | Fréquences |
|------------------------|-------------------|------------|
|------------------------|-------------------|------------|

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

| | | |
|------------|-----------------------------|--------------------------|
| TWR | Hassi Messaoud Tour | 118.1 - 119.7 (s) |
| VDF | Hassi Messaoud Gonio | 118.1 - 119.7 (s) |
| APP | Hassi Messaoud APP | 120.0Mhz |

Tableau II. 5: Installation de telecommunication. [5]

II.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 :

| Piste | Type d'obstacle | Hauteur | Coordonnées |
|---------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 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 II. 6: Obstacles d'aires d'approche et de décollage. [5]

| 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 |

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

| | | |
|-------------------------------|-------------|---------------------------------------|
| 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''4N 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 |

Tableau II. 7 : Obstacles d'aires d'approche et de décollage. [5]

❖ 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 :

| Unité de production | Coordonnées géographiques | Hauteur de la torche (m) | Hauteur maximale de la torche (m) (1) |
|----------------------------|---|---------------------------------|--|
| | 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 | | |

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

| | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----|
| Centre Industriel sud (CIS) | 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 |
| 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 |

Tableau II. 8: Données relative aux torches. [10]

II.3 Description du schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud :

II.3.1 CTA Hassi Messaoud [5] :

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 aux procédures. (Voir ANNEXE 3)

II.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 :

| 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 |

Tableau II. 9: Cheminements VFR au sein de la CTA Hassi Messaoud. [5]

II.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'arrivées normalisées aux instruments STAR et des procédures de départs normalisées aux instruments SID. La CTA comporte actuellement cinq arrivées, et cinq départs

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

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 :

- **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 :

| STAR | Code | Point d'entrée | Cheminements (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. |

Tableau II. 10: Les STAR de Hassi Messaoud existants. [5]

- **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 ZPMAX 2438 m (8000 ft) ; ce qui donne 4 niveaux d'attente opérationnels.

- **L'Approche :**

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

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 :

| 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 | | 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 |

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

| | | | |
|--|--------------|------------|--|
| | | NSL | 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°HME vers NSL. |

Tableau II. 11: Les SID de Hassi Messaoud existants. [5]

II.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)

II.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.

II.4.1 Etude du flux trafic au cours de l'année 2019 :

Le tableau suivants englobent les statistiques par route des vols IFR en provenance et à destination de l'aérodrome de Hassi Messaoud ; de l'année 2019 :

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

| Colonne1 | MOUVEMENTS COMMERCIAUX | Colonne2 | Colonne3 | Colonne4 | TOTAL GENERAL |
|----------|------------------------|----------------|------------------|----------------------|---------------|
| Mois | Nationaux | Internationaux | Total Commercial | Total Non Commercial | |
| Jan-19 | 633 | 22 | 655 | 1,229 | 1,884 |
| Feb-19 | 547 | 32 | 579 | 1,100 | 1,679 |
| Mar-19 | 589 | 35 | 624 | 1,296 | 1,920 |
| Apr-19 | 584 | 36 | 620 | 1,174 | 1,794 |
| May-19 | 539 | 42 | 581 | 1,030 | 1,611 |
| Jun-19 | 515 | 32 | 547 | 1,053 | 1,600 |
| Jul-19 | 614 | 19 | 633 | 1,187 | 1,820 |
| Aug-19 | 560 | 33 | 593 | 1,098 | 1,691 |
| Sep-19 | 603 | 46 | 649 | 1,174 | 1,823 |
| Oct-19 | 561 | 53 | 614 | 1,190 | 1,804 |
| Nov-19 | 583 | 50 | 633 | 1,377 | 2,010 |
| Jan-20 | 585 | 46 | 631 | 1,208 | 1,839 |
| Feb-20 | 528 | 34 | 562 | 1,219 | 1,781 |
| Mar-20 | 421 | 30 | 451 | 868 | 1,319 |
| Apr-20 | 2 | 10 | 12 | 690 | 702 |
| May-20 | 178 | 14 | 192 | 714 | 906 |
| Jun-20 | 178 | 14 | 192 | 714 | 906 |
| Jul-20 | 178 | 14 | 192 | 714 | 906 |
| Aug-20 | 178 | 14 | 192 | 714 | 906 |
| Sep-20 | 142 | 32 | 174 | 784 | 958 |
| Oct-20 | 117 | 28 | 145 | 801 | 946 |
| Nov-20 | 152 | 20 | 172 | 774 | 946 |
| Dec-20 | 226 | 31 | 257 | 969 | 1,226 |

Tableau II. 12 : Le flux de trafic de DAUH. [11]

II.4.1.1 Interprétation des tableaux :

Après l'analyse de tableau précédent (Tableau II.12) 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 cours de l'année 2019, les résultats sont illustrés dans les figures ci-après :

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

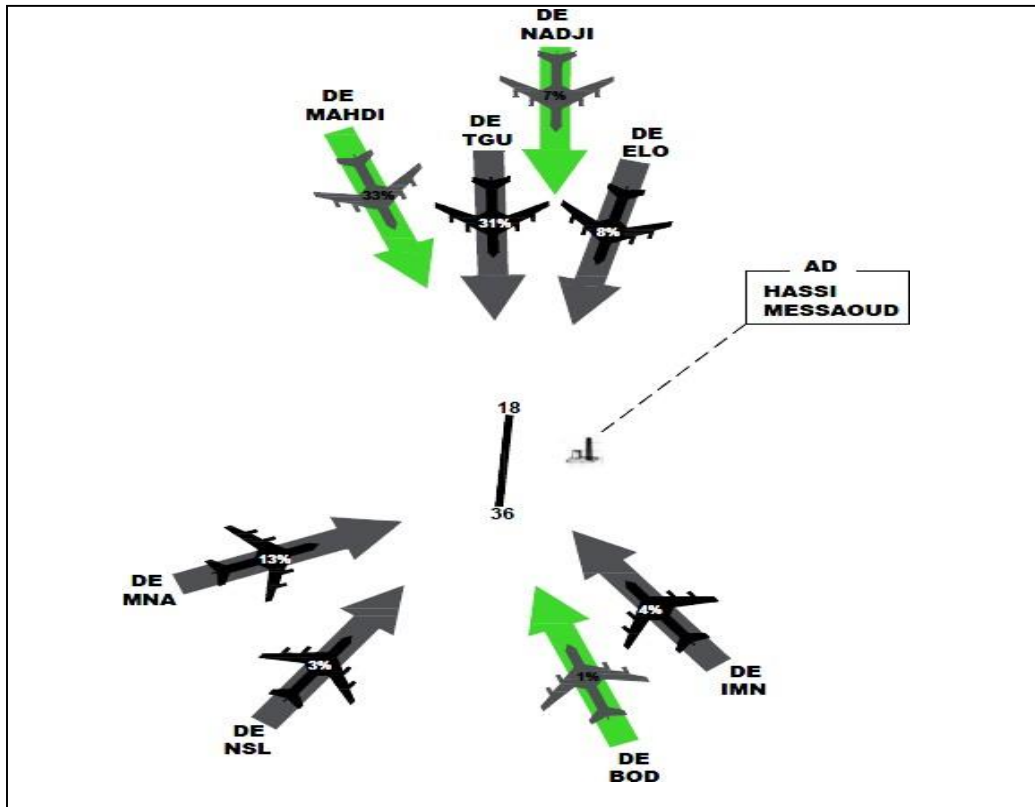


Figure II. 2: La fréquence d'arrivée par axe à DAUH au cours de l'année 2019.

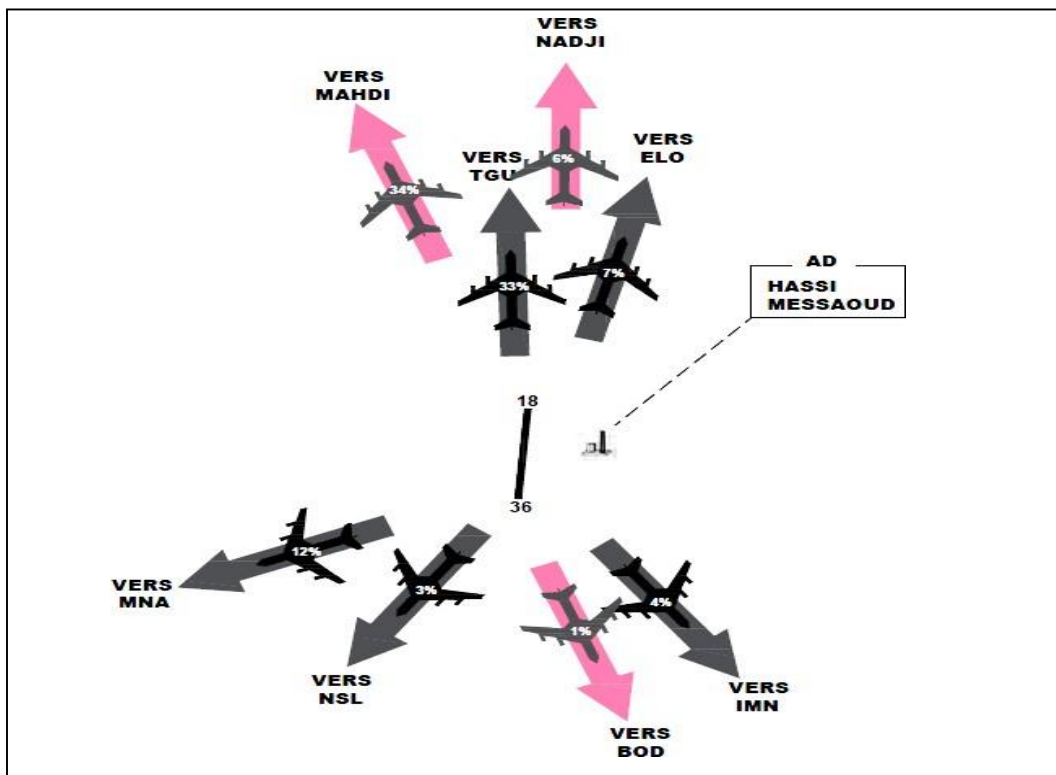


Figure II. 3: La fréquence de départ par axe de DAUH au cours de l'année 2019.

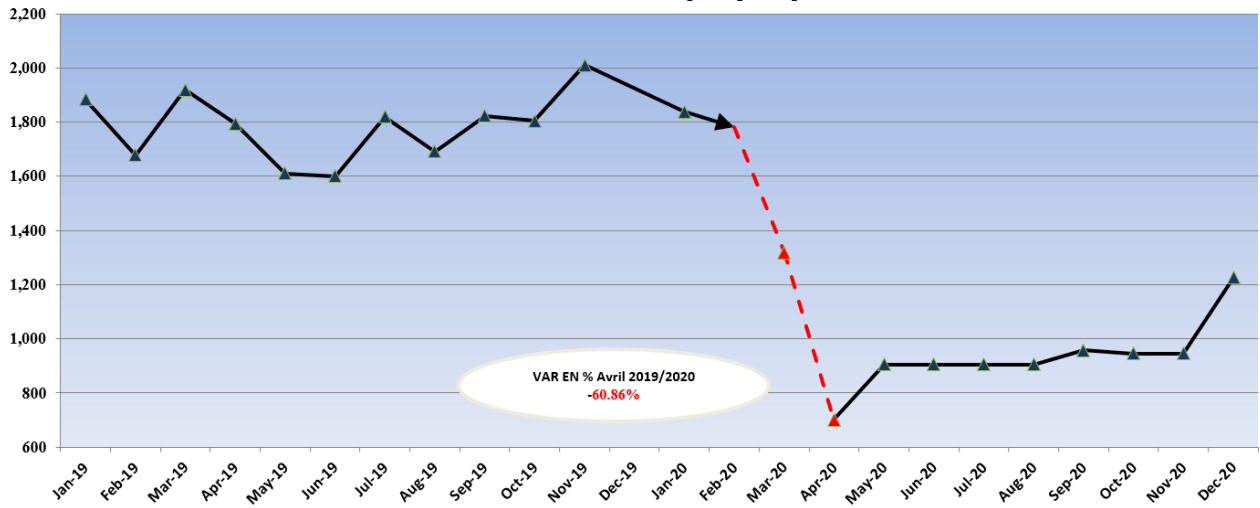


Figure II. 4: La variation du flux de trafic au cours de l'année 2019.

II.4.2 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 2019 On remarque que le flux de trafic commercial et non commercial est partiellement stable durant le début d'année, mais au cours des mois de janvier-février-mars on constate que le flux de trafic est en parfaite chute libre dû au virus du corona, on constate juste après au début du mois d'avril une petite augmentation de trafic mais qui reste extrêmement basse par rapport au début de l'année et qui va rester ainsi stable tout au long de l'année courante.

II.5 Problématique :

II.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 :

CHAPITRE II : ETUDE DE L'EXISTANT DE HASSI MESSAOUD

- 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 termes de gestion de conflits et de coordinations (Absence d'une image RADAR) ;
- Sachant que cet aéroport 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 cet effet il en résulte les contraintes suivantes :
 - ❖ Un espace aérien plus dense et encombré à la verticale de l'aéroport, 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.

II.5.2 Autres contraintes :

L'existence en termes de situation géographique, de phénomènes météorologiques et d'infrastructure, impose les contraintes suivantes :

- L'aéroport 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'aéroport ;
- La présence des phénomènes météorologiques 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.

II.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 III : Etude des scénarios d'un schéma PBN de Hassi Messaoud

III. Etude des scénarios d'un schéma PBN de Hassi Messaoud

III.1 Les critères généraux de la conception d'une procédure en PBN :

III.1.1 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 PBN lié principalement au flux d'arrivée et de départ du côté Nord de la TMA de Hassi Messaoud.

Le nouveau schéma de circulation PBN 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 scénarios du schéma initial ont été proposés pour, RWY 36, sous forme de plusieurs scénarios pour chaque procédure d'attente, d'arrivée et de départ. Nous avons procédé par la suite par l'élimination jusqu'à l'arrivée au schéma de circulation PBN le plus optimale, et le mieux adapté 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, comme suit :

*Le circuit d'attente a été positionné au sud du terrain dans la même position du circuit conventionnel tout en gardant également le circuit du nord-est positionné pour acheminer les arrivées venant du nord.

*Ce circuit est lié à une procédure d'approche aux instruments RNP APCH RWY 36 dont le minima est LNAV.

*Les STAR venant du sud sont branchées au circuit d'attente du sud tandis que les arrivées venant du nord sont transitées par le circuit d'attente du nord est puis liée au circuit du sud a fin d'avoir une meilleure fluidité du trafic.

*Les SID vers le nord sont jumelés dans un seul point de sortie séparé du point d'entrée des STAR. Les départs vers le sud sont jumelés vers des points de cheminements dans le but de les séparés par rapport aux arrivées.

L'élaboration d'une procédure PBN nécessite la connaissance d'un ensemble de critères et paramètres de construction qui déterminent la méthode de conception en fonction du senseur utilisé (GNSS, VOR/DME, DME/DME) et de la phase de vol (Départ, Arrivée, Approche)

III.1.2 Détermination de la longueur minimale de segment :

Pour chaque point de cheminement, une distance minimale de stabilisation est déterminée. C'est la distance entre le point de cheminement A et point de cheminement B ce qui définit la trajectoire nominale. Cinq séquences sont possibles dans le cas d'un segment limité par deux points de cheminement : deux points de cheminement par le travers, point de cheminement par le travers, puis point de cheminement à survoler, deux points de cheminement à survoler, point de cheminement à survoler, puis point de cheminement par le travers, DER — premier point de cheminement.[12]

III.1.3 Distances minimales de stabilisation (MSD) :

Les MSD sont données suivant les paramètres ci-après :

- Type de point de cheminement (par le travers ou à survoler)
- Valeur de l'angle d'inclinaison latérale
- Vitesse vraie

1) type de point de cheminement (par le travers ou à survoler)

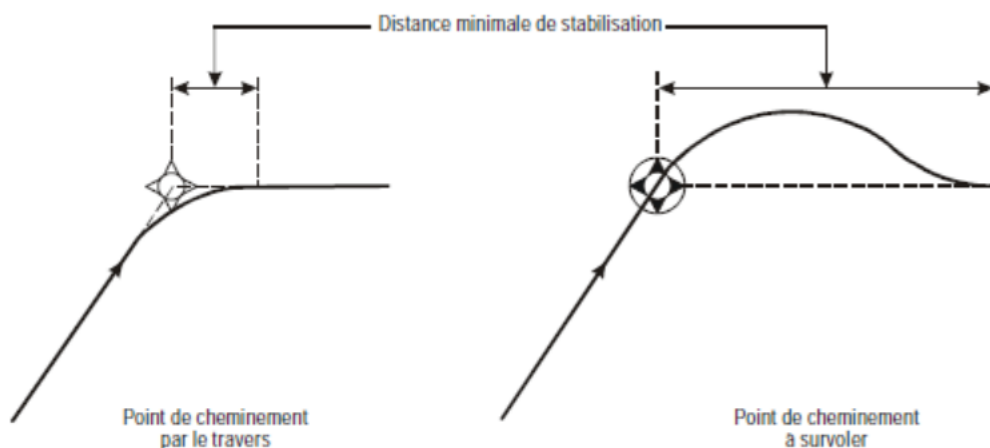


Figure 1: Détermination des distances minimales de stabilisation pour les deux types de waypoint.

2) valeur de l'angle d'inclinaison latérale (15°, 20°, 25°)

| La distance le long de la trajectoire depuis l'ARP | Angle d'inclinaison latérale |
|--|------------------------------|
| <15 NM | 15° |
| <30NM | 20° |
| > 30 NM | 25° |

Tableau III. 1: Angle d'inclinaison latérale selon la distance le long de la trajectoire depuis l'ARP.

III.1.4 Aire de franchissement d'obstacles :

| Croisière/STAR/SID (>30 NM de l'ARP) | | | STAR/IF/IAF/SID (<30 NM de l'ARP) | | | SID (<15 NM de l'ARP) | | |
|---|------|-------|--------------------------------------|------|-------|--------------------------|------|-------|
| XTT | ATT | ½ A/W | XTT | ATT | ½ A/W | XTT | ATT | ½ A/W |
| 2,00 | 1,60 | 5,00 | 1,00 | 0,80 | 2,50 | 1,00 | 0,80 | 2,00 |

Tableau III. 2: XTT, ATT et demi-largeur d'aire pour la RNAV 1 et la RNAV 2 (CAT A à E)

Doc8168 III-1-2-8 (Tableau III-1-2-18).

| IF/IAF/Approche interrompue (<30 NM de l'ARP) | | | FAF | | | MAPt/approche interrompue en ligne droite initiale (LP/LPV seulement) | | | Approche interrompue (<15 NM de l'ARP) | | |
|--|------|-------|------|------|-------|--|------|-------|---|------|-------|
| XTT | ATT | ½ A/W | XTT | ATT | ½ A/W | XTT | ATT | ½ A/W | XTT | ATT | ½ A/W |
| 1,00 | 0,80 | 2,50 | 0,30 | 0,24 | 1,45 | 0,30 | 0,24 | 0,95 | 1,00 | 0,80 | 2,00 |

Tableau III. 3: XTT, ATT et demi-largeur d'aire pour la RNP APCH (avion) —

Tableau III-1-2-14 Doc8168 III-1-2-8

Remarque : XTT = TSE, ATT = 0,8*TSE, ½ A/W = 1,5*XTT + BV.

III.1.5 Fusion de segments de largeurs différentes :

- 1) La demi-largeur de l'aire plus grande se rétrécit, en suivant un angle de 30° par rapport à la trajectoire nominale, jusqu'à atteindre la demi-largeur de l'aire plus petite à une ATT après le point de cheminement désigné « converger avec 30° »

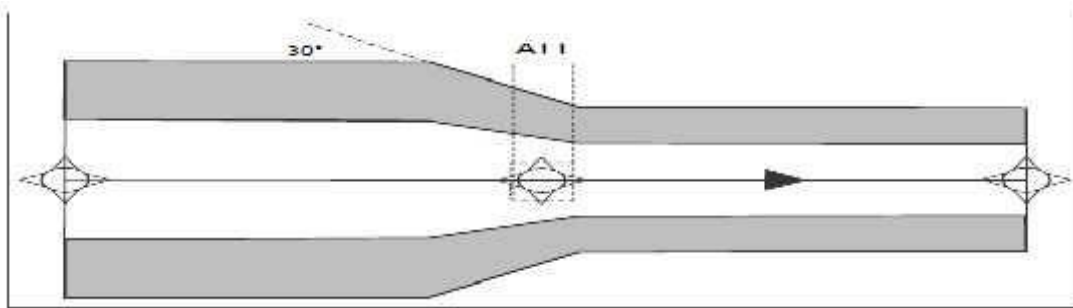


Figure III. 2: fusion des aires différentes des segments en cas de convergence de 30°. [1]

2) La demi-largeur de l'aire plus petite s'évase à partir d'une ATT avant le point de cheminement désigné, en suivant un angle de 15° par rapport à la trajectoire nominale, jusqu'à atteindre la demi-largeur de l'aire plus grande « s'évaser de 15° ».

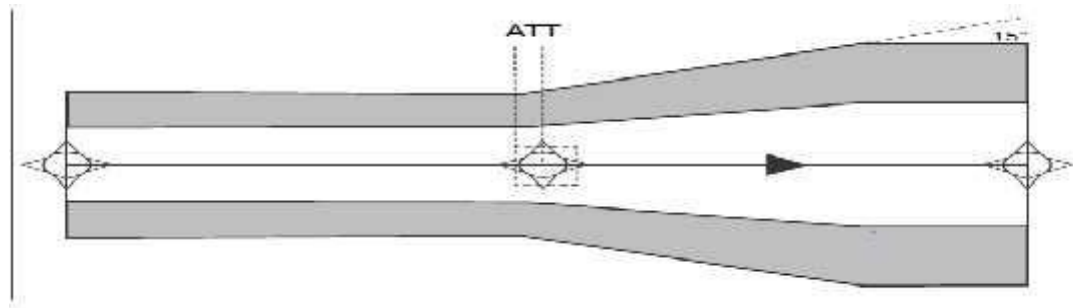


Figure III. 3: fusion des aires différentes des segments en cas de divergence de 15°. [1]

III.1.6 Fusion des aires de protection entre les phases de vol :

Dans le cas des arrivées et des approches, au point où la phase de vol ou la tolérance XTT change, on définit la largeur de l'aire en utilisant la valeur tampon de la phase précédente et la valeur XTT de la phase suivante. Lorsque la largeur de l'aire du segment suivant est inférieure à la largeur de l'aire du segment précédent, on réalise la fusion en traçant une droite faisant un angle de 30° par rapport à la trajectoire nominale et ancrée sur la largeur de l'aire au point de changement. Lorsque la largeur de l'aire du segment suivant est supérieure à la largeur de l'aire du segment précédent, on réalise la fusion en évasant de 15° l'aire du segment précédent à la limite amont du point où la phase de vol ou la tolérance XTT change. Le bord extérieur de l'aire primaire définit la moitié de l'aire totale.

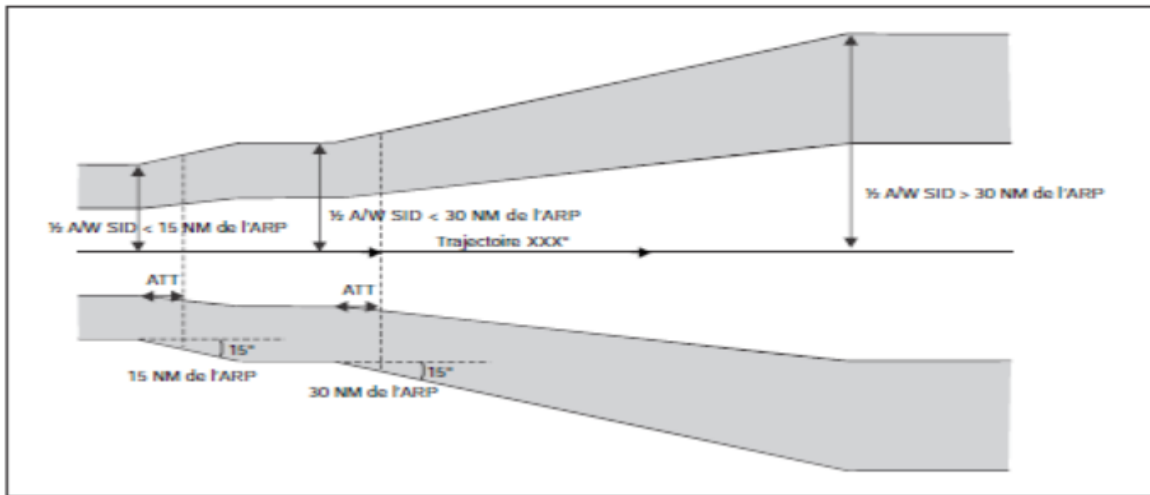


Figure III. 4: Fusion des aires entre phases de vol. [1]

III.1.7 Construction et protection des virages :

Il y a trois méthodes de construction de virages : méthode d'arcs circulaires, méthode de spirales de vent/cercles limitatifs, méthode de virage RF. Ces méthodes sont employées selon : le type de virage, **Virage à un point de virage (TP)**, **Virage à une altitude/hauteur** (virage TA/H), Virage suivant un rayon jusqu'à un repère (virage RF) et selon l'angle de virage et le segment de vol .voir **doc 8168 (Partie I — Section 2, Chapitre 3)**

III.1.7.1 Méthode de spirale de vent :

- **Protection de la limite extérieure de virage**

Aire primaire : On utilise la limite de spirale de vent la plus défavorable, cela peut amener à utiliser jusqu'à trois spirales de vent. Il y a deux cas pour relier l'aire primaire résultant de la spirale de vent avec l'aire primaire du parcours suivant :

A/ si l'aire primaire résultant de la spirale de vent se situe à l'intérieur de l'aire primaire du parcours suivant, ces aires seront jointes par une ligne à 15° de la trajectoire nominale du parcours suivant tracée tangentiellement à la spirale de vent. Dans le cas d'un parcours DF, la trajectoire à prendre en compte est la trajectoire aval définie par une ligne tracée à partir du point de cheminement suivant tangentiellement à la spirale de vent la plus défavorable partant de l'aire primaire.

B/ si l'aire primaire résultante se trouve à l'extérieur de l'aire primaire du parcours suivant, ces aires seront jointes par une ligne à 30° de la trajectoire nominale du parcours suivant tracée tangentiellement à la spirale de vent.

C /pour les virages par le travers de 90° et moins, l'aire primaire est prolongée par une parallèle à la trajectoire de rapprochement et une parallèle au segment suivant tracée tangentiellement à la spirale de vent

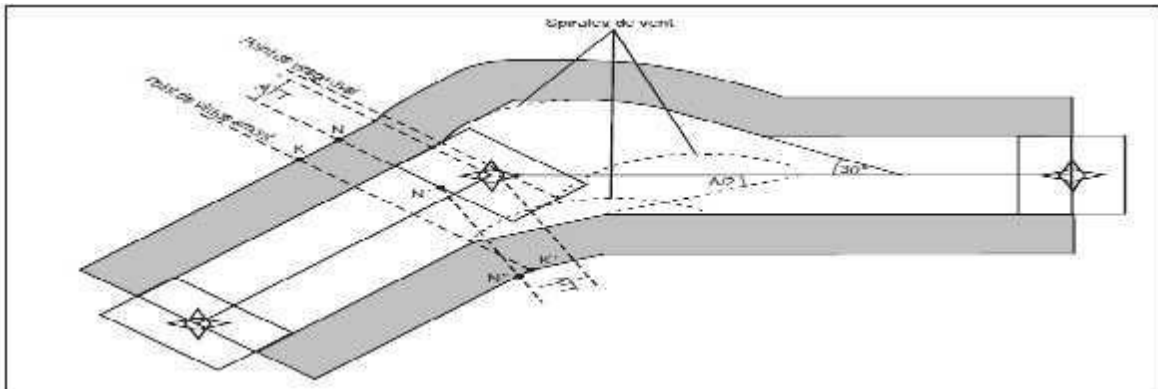


Figure III. 5: Virage par le travers avec angle de virage $\leq 90^\circ$. [1]

D/pour les virages par le travers de plus de 90°, l'aire primaire est prolongée par une parallèle et une perpendiculaire à la trajectoire de rapprochement tracée tangentiellement à la spirale de vent

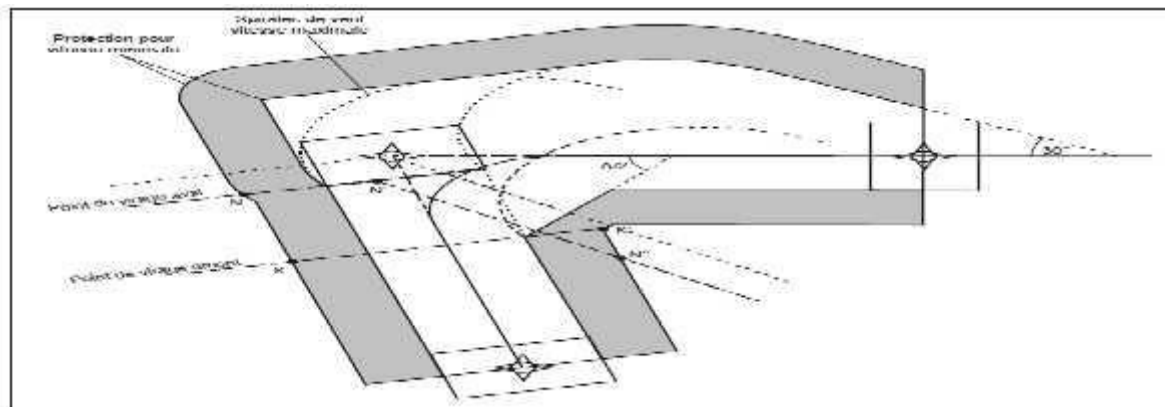


Figure III. 6: Virage par le travers avec angle de virage $> 90^\circ$. [1]

Aire secondaire : L'aire secondaire a une largeur constante durant le virage, qui est égale à la largeur d'aire de l'aire secondaire au point de virage aval. Si la limite de l'aire secondaire

associée au virage reste à l'intérieur de l'aire de protection correspondante associée au segment suivant, la limite s'évase alors sous un angle de 15° par rapport à la trajectoire nominale après le virage.

Protection de la limite intérieure de virage :

Si le bord de l'aire primaire/secondaire du parcours précédent (au point de virage amont) se situe à l'intérieur de l'aire primaire/secondaire du parcours suivant, le bord primaire/secondaire s'évasera de 15° par rapport à la trajectoire nominale du parcours suivant à partir du point de virage amont le plus contraignant.

Dans le cas d'un parcours DF, la trajectoire à prendre en compte est la trajectoire amont définie par une ligne tracée depuis le point de cheminement suivant jusqu'au point de virage amont le plus contraignant à l'extérieur de l'aire primaire.

Si le bord de l'aire primaire/secondaire du parcours précédent (au point de virage amont) se situe à l'extérieur de l'aire primaire/secondaire du parcours suivant, le bord primaire/secondaire sera joint en A/2 à la trajectoire nominale du parcours suivant à partir du point de virage amont le plus contraignant.

III.1.7.2 Détermination des points de virage amont et aval :

L'emplacement des points de virage amont et aval sera défini selon : les paramètres de virage/type de point de cheminement.

Remarque : distance de mise en virage = $r \operatorname{tg} A/2$

Où : A : le changement d'angle de trajectoire, r : le rayon de virage.

| Type de point de cheminement | Critères relatifs aux points de virage amont et aval |
|------------------------------|---|
| À survoler | Amont : ATT avant le point de cheminement Aval : ATT + temps de réaction du pilote (3s) + délai d'angle d'inclinaison latérale(3s) |
| Par le travers | Amont : ATT + distance de mise en virage avant le point de cheminement Aval : Distance de mise en virage – ATT – temps de réaction du pilote (si la valeur est négative, le point est au-delà du point de cheminement) |

Tableau III. 4: Définitions de point de virage amont et point de virage aval

III.1.7.3 Les paramètres de virage :

Les paramètres sur lesquels sont basées les aires de virage sont les suivants :

- Altitude : Cas de virage à un point de virage désigné : altitude topographique de l'aérodrome plus 10 % de la distance entre la DER et le TP (ce qui correspond à une pente de montée de 10 %)
- Température : ISA + 20°C
- Vitesse vraie : $VV = k VI$ le facteur k est définie selon la température et l'altitude [C]
- Vent : s'il n'y a pas de données sur le vent, un vent omnidirectionnel de 56 km/h (30 kt) devrait être utilisé
- Angle d'inclinaison latérale : 15°
- Tolérance de repère : appropriée pour le type de repère
- Tolérance technique de vol : une distance équivalant à 6 secondes de vol (3 secondes de réaction du pilote et 3 secondes d'établissement de l'inclinaison latérale) à la vitesse spécifiée.

III.1.8 Conclusion

L'élaboration du schéma de circulation aérienne sera faite en respectant les normes recommandées par l'OACI prescrites dans le document exploitation technique des aéronefs (8168 volume 2).

III.2 Élaboration de la procédure d'attente point fixe :

III.2.1 Introduction :

La procédure d'attente est une manœuvre prédéterminée, elle utilise un circuit en hippodrome, basé sur un repère appelé 'point d'attente'. Elle est exécutée par un aéronef pour attendre lors des phases de départ, croisière et en approche lorsque plusieurs aéronefs entament la phase d'approche en même temps ou lorsque la piste n'est pas dégagée.

III.2.2 Construction de gabarit d'attente :

Le tableau suivant indique les calculs liés à la construction de gabarit d'attente :

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Vi (Kt) | 230 |
| Altitude (Ft) | 8000 |
| Temp (min) | 1 |
| Temperature VAR (°C) | 41.8 |
| Catégorie aéronefs | C/D |

| Paramètres | Valeurs (unité) | Valeurs sur dessin (cm) | Echelle du dessin |
|-------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | NM | | |
| K | 1.2115 | | 1/100000 |
| $V=K * Vi (Kt)$ | 271.870 | | |
| $v=V/3600$ | 0.076 | | |
| $R=509,26/V$ | 1.873 | | |
| $r=V/(62,83 * R)$ | 2.310 | 2.139 | |
| $h=Altitude/1000$ | 8 | | |
| $w=2*h+47$ | 63 | | |
| $w'=w/3600$ | 0.018 | | |
| $E_{45} = 45w/R$ | 0.420 | 0.389 | |
| $t=60 * T$ | 60 | | |
| $L= v * t$ | 4.531 | 4.196 | |
| $ab=5 v$ | 0.378 | 0.350 | |

CHAPITRE III : Etude des scénarios d'un schéma PBN de Hassi Messaoud

| | | |
|--|--------|--------|
| $ac=11 v$ | 0.831 | 0.769 |
| $Gi1=Gi3=(t-5) * v$ | 4.154 | 3.846 |
| $Gi2=Gi4=(t+21) * v$ | 6.117 | 5.664 |
| $Wb=5 w'$ | 0.088 | 0.081 |
| $Wc=11 w'$ | 0.193 | 0.178 |
| $Wd=Wc+E45$ | 0.613 | 0.568 |
| $We=Wc+2 E45$ | 1.033 | 0.957 |
| $Wf=Wc+3 E45$ | 1.454 | 1.346 |
| $Wg=Wc+4E45$ | 1.874 | 1.735 |
| $Wh=Wb+4E45$ | 1.769 | 1.638 |
| $Wo=Wb+5E45$ | 2.190 | 2.028 |
| $Wp=Wb+6E45$ | 2.610 | 2.417 |
| $Wi1=Wi3=(t+6)*w'+4E45$ | 2.837 | 2.627 |
| $Wi2=Wi4=Wi1+14w'$ | 3.082 | 2.854 |
| $Wj=Wi2+E45$ | 3.502 | 3.243 |
| $Wk=Wl=Wi2+2E45$ | 3.922 | 3.632 |
| $Wm=Wi2+3E45$ | 4.343 | 4.021 |
| $Wn3=Wi1+4E45$ | 4.518 | 4.184 |
| $Wn4=Wi2+4E45$ | 4.763 | 4.411 |
| $Xe=2r+(t+15) * v + (t+26+195/R) * w'$ | 13.611 | 12.604 |
| $Ye=11 v * \cos 20+r * (1+\sin 20)+(t+15) v * \operatorname{Tg} 5+(t+26+125/R) * w'$ | 7.049 | 6.527 |

Tableau III. 5: les calculs liés à la construction de gabarit d'attente

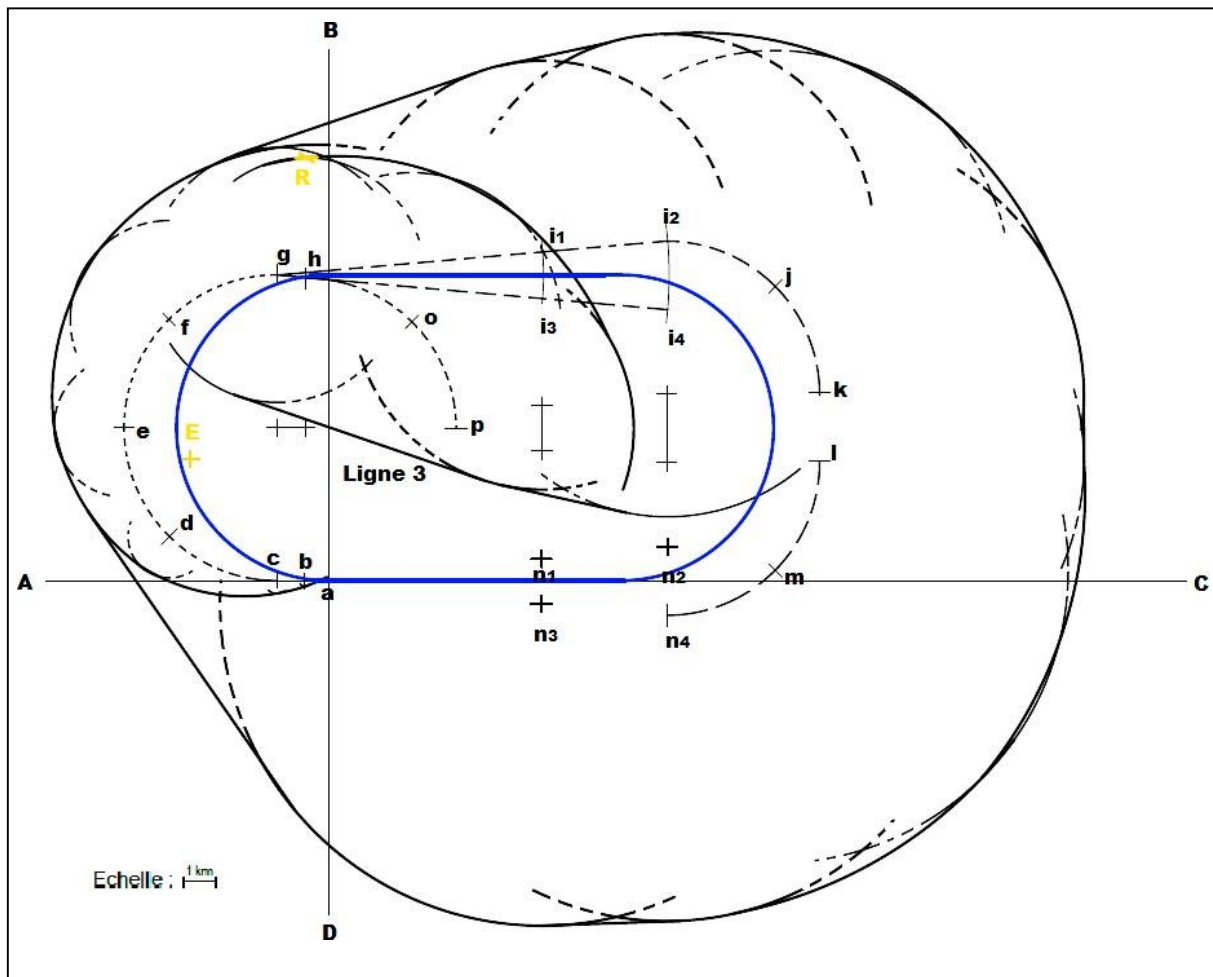


Figure III. 7: Gabarit de circuit d'attente pour CAT C/D.

III.2.2.1 Construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondante :

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

| Paramètres et formules [1] | Signification | Valeurs (NM) | Echelle du dessin | Valeurs sur dessin (cm) |
|-------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------|-------------------------|
| D | la distance nominale | 10 | | 9.26 |
| Ds | la distance en éloignement | 5 | | 4.63 |
| $DS = \sqrt{Ds - 0,027 hI^2}$ | la distance horizontale | 9.91 | | 9.13 |

| | | | | |
|---|--|-----------------|-----------|--------|
| $DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + 0027 h ^2}$ | la distance limite d'éloignement | 15,66 | 1/100 000 | 14,49 |
| $DLs = \sqrt{DL^2 - 0027 h ^2}$ | La distance limite horizontale d'éloignement | 15.6 | | 14.44 |
| $d1 = 0,25 + 0,0125 D$ | tolérances DME Correspondant à D | 0.375 | | 0.34 |
| $d2 = 0,25 + 0,0125 DL$ | tolérances DME correspondant à DL | 0.44 | | 0.40 |
| $D1 = Ds - d1$ | -- | 9.489 | | 8.83 |
| $D2 = Ds + d1$ | -- | 10.239 | | 9.51 |
| $DL1 = DLs - d2$ | -- | 15.465 | | 14.04 |
| $DL2 = DLs + d2$ | -- | 16.365 | | 14,8 |
| $C2 = (d1 + d2 - 1) \text{ de } C'3.$ | -- | -0.175 | | -0.162 |
| A | tolérance pour un VOR de ralliement | $\pm 5.2^\circ$ | | |

Tableau III. 6: 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.

III.2.2.2 La détermination de l'altitude minimale d'attente :

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

| | ALT Obstacle (m) | Majoration (m) [4] | MFO (m) [1] | Calcul (m) |
|----------------|------------------|--------------------|-------------|------------|
| Aire de base | 181 | 15 | 300 | 496 |
| Aire d'entrée | 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 |

Tableau III. 7: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale d'attente.

Dessin final de l'attente avec logiciel GeoTITAN :

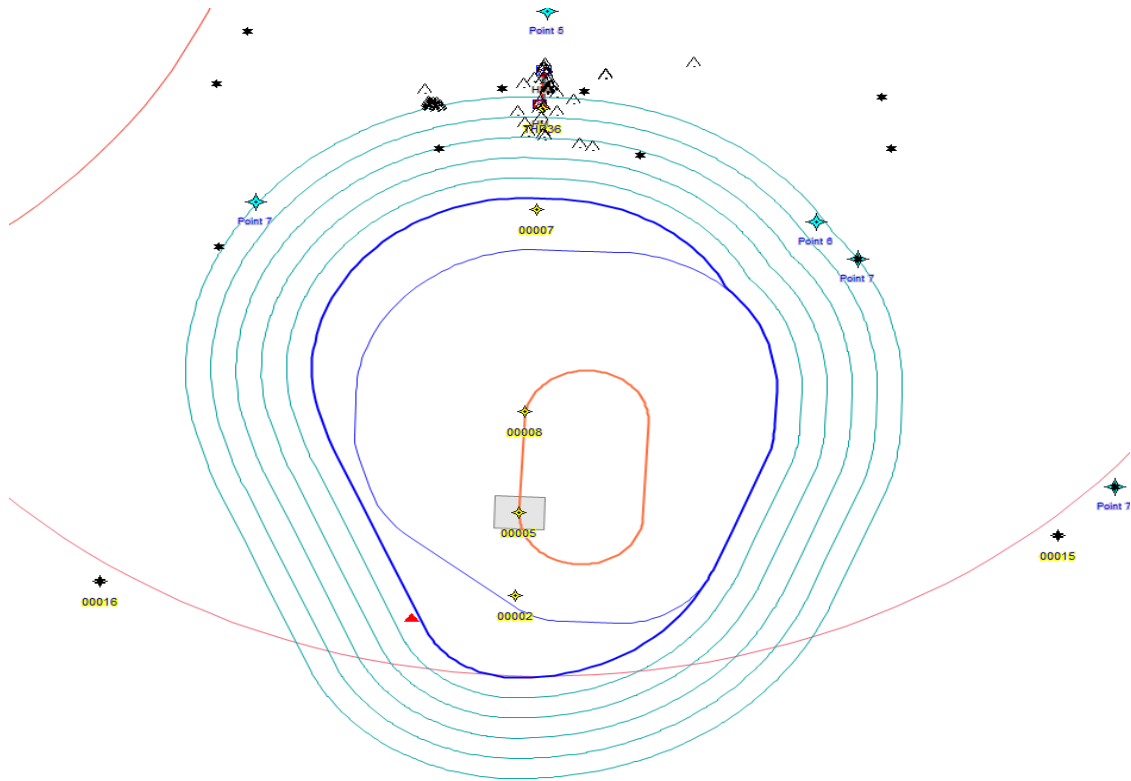


Figure III. 8: Le dessin final du circuit d'attente

III.2.3 Conclusion :

Nous avons installé le circuit d'attente sur le segment d'approche initial et va être exécuté sur un point fixe (IAF) d'une distance de 12 NM par rapport au VOR/DME avec un temps d'éloignement d'une minute et une altitude de protection de 8000ft. Toute en gardant également le circuit au Nord-Est .

NB : L'altitude de la procédure est de 3400 ft.

III.3 Élaboration des procédures d'arrivée en PBN (STAR) :

III.3.1 Introduction :

Une arrivée (STAR) permet la transition entre la phase en route et la phase d'approche en joignant un point significatif sur une route ATS avec un point à partir duquel commence la procédure d'approche aux instruments ; suivant les besoins de l'espace aérien et les statistiques de trafic.

III.3.2 Construction les STARs :

- Les STAR venant du sud (**IMN** et **NSL** suivent les routes 140° et 216° respectivement) doivent passées par un repère qui est l'intersection de chaque route avec la TMA de 30NM, puis rejoignent le point fixe d'attente (IAF).
- Les STAR venant du nord sont jumelés vers un point de cheminement qui se trouve sur le cercle de 30 NM (00045 '), puis liées au IAF de circuit du nord-sud qui est à 21,97 NM et de 62° par rapport au seuil 36, finalement liées au IAF de circuit du sud, a fin d'assuré la séparation stratégique des SID avec les STAR du RWY 36

NB : La TMA doit être configuré de sorte qu'elle inclut et englobe les deux circuits d'attente

Donc on doit augmenter sa rayon de 30NM jusqu'à 42NM.

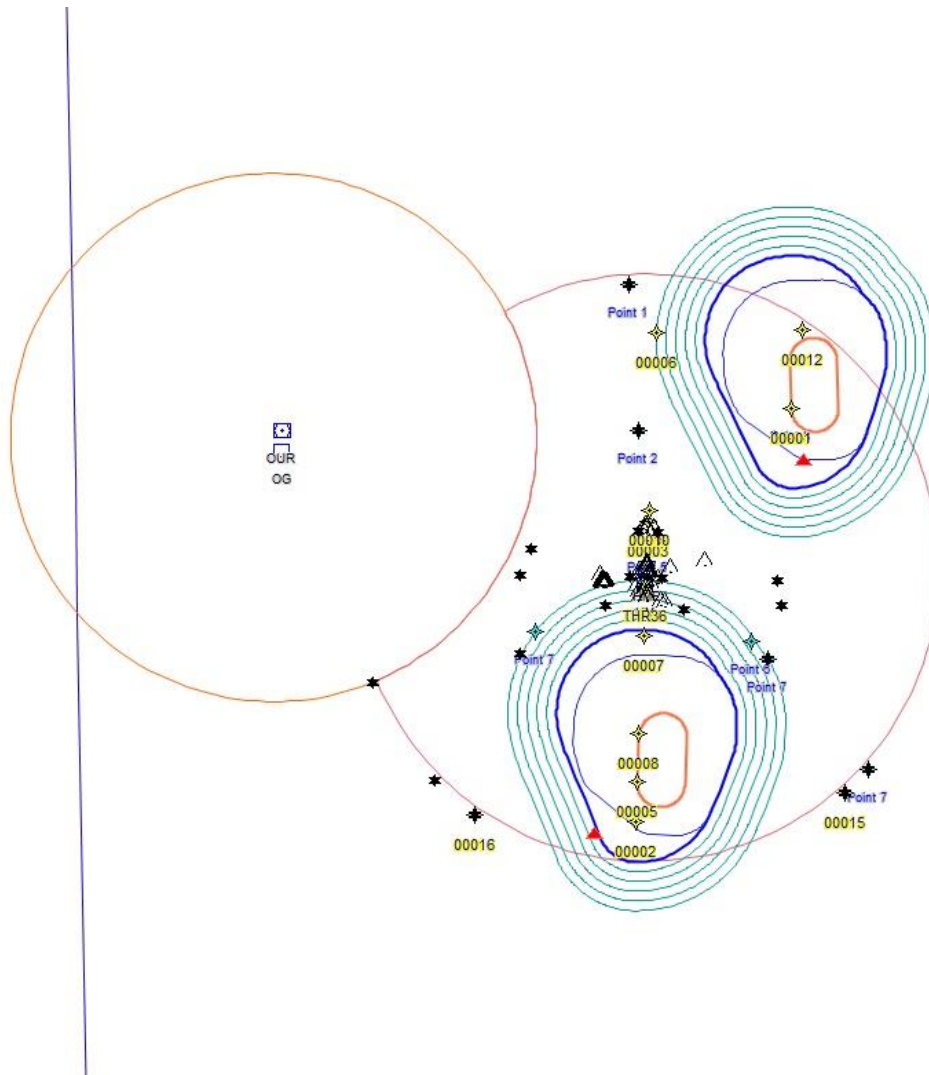


Figure III.9: Schéma de la TMA de Hassi Messaoud

III.3.2.1 La détermination de l'altitude minimale de sécurité :

A. Les STAR venant du nord TGU + 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 :

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

Tableau III. 8: Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR 2).

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

B. Les STAR venant du sud :

La détermination de l'altitude minimale de sécurité d'IMN :

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

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

Tableau III. 9: Calcul lié à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR IMN).

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

La détermination de l'altitude minimale de sécurité de NSL :

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

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

Tableau III. 10: Calculs liés à la détermination de l'altitude minimale de sécurité (STAR NSL).

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

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

C. 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).

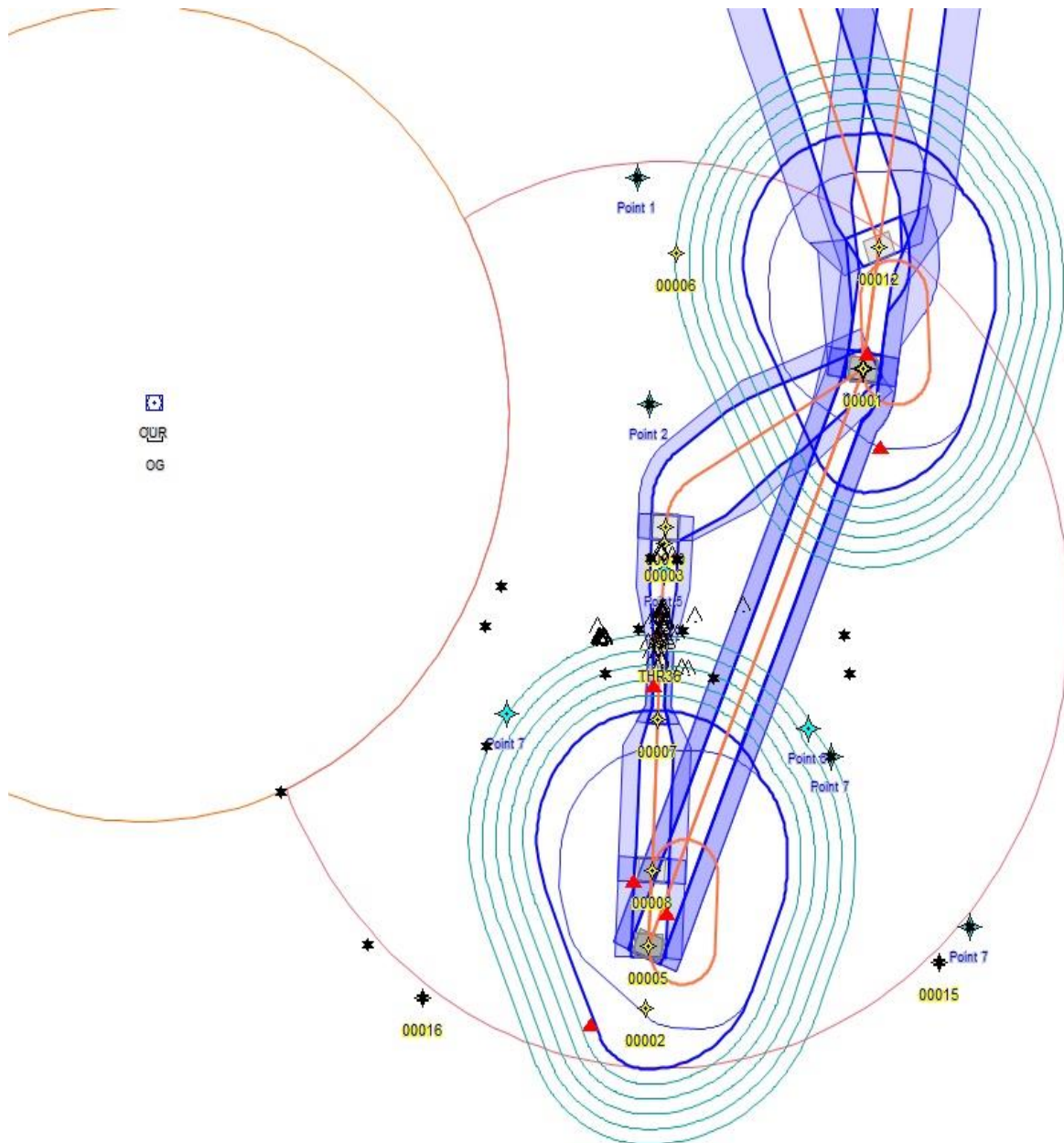


Figure III. 10: Le dessin des STAR NORD avec les protections de chaque segment ELO/TGU [7]

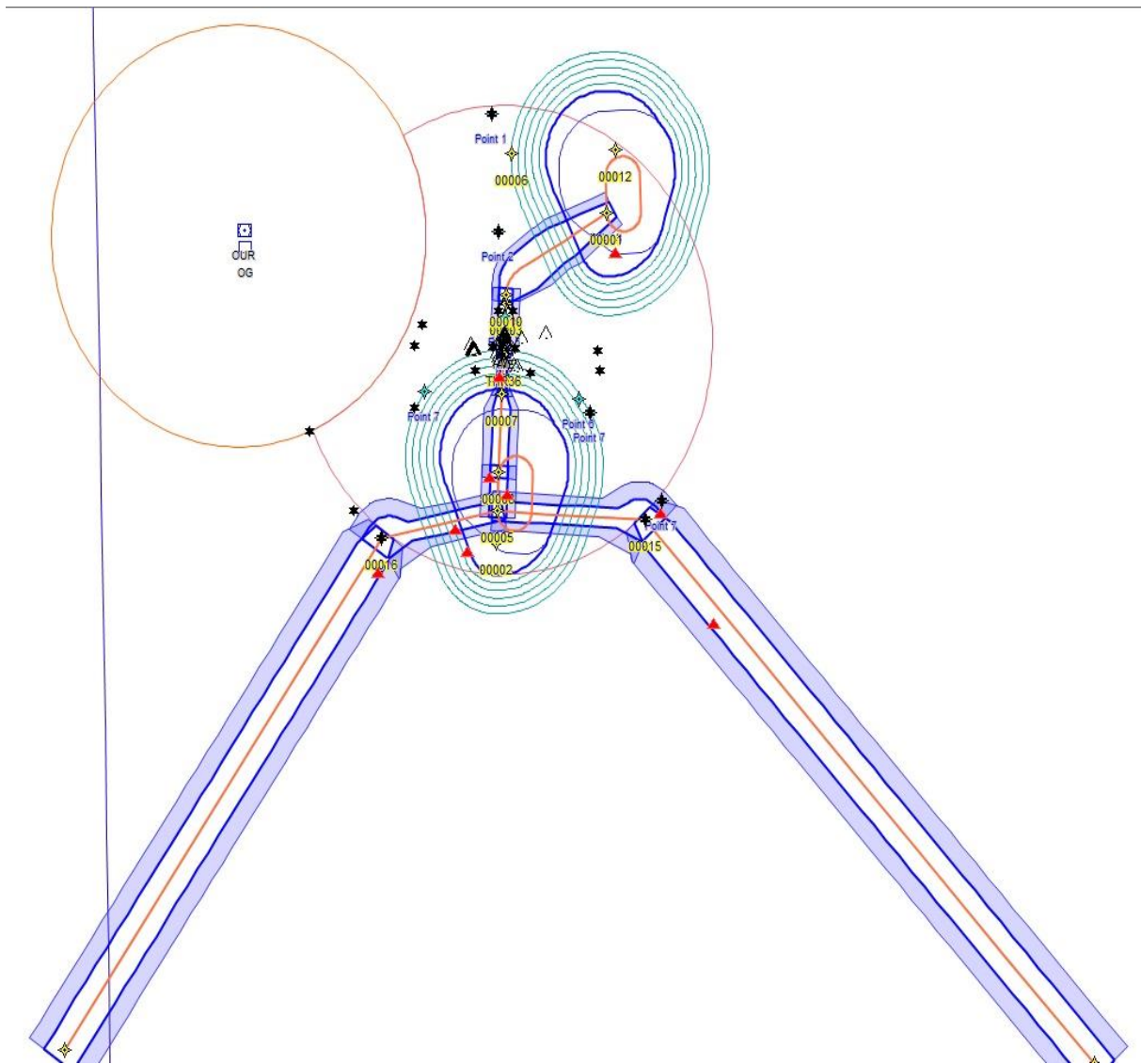


Figure III. 11: Le dessin des STAR SUD avec les protections de chaque segment NSL/IMN [7]

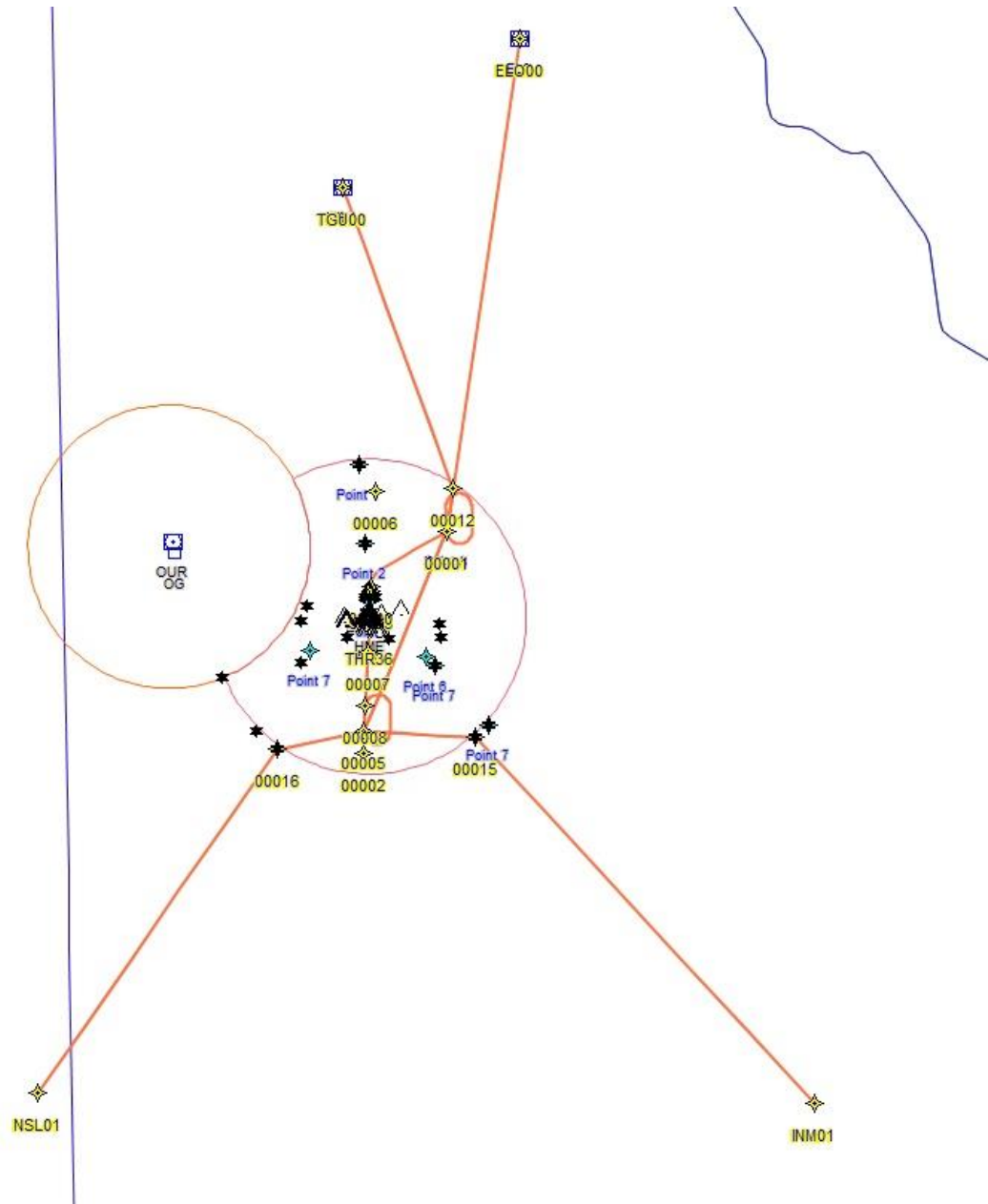


Figure III. 12: Schéma final des STAR [7]

III.3.3 Conclusion :

Grace aux caractéristiques de la PBN, ON a pu jumeler des arrivées ce qui permet de libérer l'espace aérien et de la augmenter la capacité du système de gestion du TRAFIC.

III.4 Élaboration de la procédure d'approche LNAV RNP APCH RWY 36 :

III.4.1 Introduction :

LNAV est une approche de Non précision qui fournit seulement le guidage latérale mais pas le guidage vertical. Le guidage latéral est effectué en utilisant le senseur GNSS.

Tous les points sont déterminés par des points de cheminement de travers appart le MAPT qui est déterminé par un point de cheminement à survoler.

III.4.2 Constructions l'Approche :

Dans ce cas précis les virages sont inexistant dans les segments initial, intermédiaire et finale, cela veut dire qu'on y trouve que des lignes droites, à cet effet les calculs suivants seront basés sur la longueur optimum pour chaque segment.

III.4.2.1 Les segments de procédure :

A. Segment d'approche finale :

Les données nécessaires sont présentées dans le tableau suivant :

| Début | Fin | Longueur (NM) | La pente | XTT(NM) | ATT(NM) | 1/2 A/W (NM) |
|---------------|------|---------------|----------|---------|---------|--------------|
| FAF (640,22m) | MAPT | Optitum=5NM | 5,2 % | 0.3 | 0.24 | 1.45 |

Tableau III. 11: les données nécessaires de segment d'app finale

NB : Alt de FAF = (l'optimum =5NM*1852) + ((pente=0,0524) + (RDH=15m) + (Alt seuil=140))

Traitement d'obstacle :

Les données nécessaires sont présentées dans le tableau suivant :

| obstacle | Alt (M)obs | MFO _P (M) | MFO _S (M) | OCA /H(M) |
|----------|---------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| Relief | 177 | 75 | 56,25 | 252 |

Tableau III. 12: l'étude des obstacles de segment d'app finale

B. Segment d'approche intermédiaire : (en palier)

Les données nécessaires sont présentées dans le tableau suivant :

| Début | Fin | Longueur (NM) | La pente | XTT(NM) | ATT(NM) | ½ A/W (NM) |
|--------------|-----|---------------|----------|---------|---------|------------|
| IF (640,22m) | FAF | Optimum=10NM | Nul | 1 | 0.8 | 2.5 |

Tableau III. 13: les données nécessaires de segment d'app intermédiaire

Alt IF = IAF

Traitement d'obstacle :

| | Alt obs (m) | Majoration (m) | MFOs (m) | Calcul (m) |
|--|-------------|----------------|----------|------------|
| Aire du segment d'approche intermédiaire | 186 | 15 | 150 | 351 |

C. Segment d'approche initiale :

Les données nécessaires sont présentées dans le tableau suivant :

| Début | Fin | Longueur (NM) | La pente | XTT(NM) | ATT(NM) | ½ A/W (NM) |
|----------------|-----|---------------|----------|---------|---------|------------|
| IAF (1010,62m) | IF | Optimum=5NM | 4 % | 1 | 0.8 | 2.5 |

Tableau III. 14: les données nécessaires de segment d'app initiale

Alt de IAF = (l'optimum=5NM*1852) * (pente=0,04)

Traitement d'obstacle :

| | Alt obs (m) | Majoration (m) | MFOs (m) | Calcul (m) |
|-------------------------------------|-------------|----------------|----------|------------|
| Aire du segment d'approche initiale | 192 | 15 | 300 | 507 |

D. Segment d'approche interrompue avec virage :

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

1- Approche interrompue initiale :

- Début : MAPT
- Fin : SOC

2- Approche interrompue intermédiaire :

- Début : SOC
- Fin : TN/A

3- Approche interrompue finale :

- Début : TN/A
- Fin : va jusqu'à ce que l'aéronef soit prêt à recommencer la procédure, de retour dans l'attente ou raccordé à la phase en route

| Approche interrompue <15 NM | | | Approche interrompue <30 NM | | |
|-----------------------------|------|-------|-----------------------------|------|-------|
| XTT | ATT | ½ A/W | XTT | ATT | ½ A/W |
| 1,00 | 0,80 | 2,00 | 1,00 | 0,80 | 2,50 |

i. Approche interrompue initiale :

- **Point d'approche interrompue (MAPT) :**

Le MAPT est défini comme suite : procédure avec FAF – par une installation de navigation ou un repère au MAPT ; placé au seuil 36 de la piste.

- **Position SOC :**

Le début de montée SOC est l'élément de référence utilisé dans le calcul des distances et des pentes pour déterminer les marges de franchissement d'obstacles.

Calcul de SOC :

Le SOC est déterminé par la somme de :

- La tolérance de MAPT
- La distance de transition (X)

- **Calcul de la tolérance de MAPT :**

La tolérance longitudinale de MAPT est définie par la somme de : la tolérance du repère égale à 0.24 NM et une distance (d) prévue pour le temps de réaction du pilote

- $TAS = IAS * K = 185 * 1.0667 = 196.1 \text{ Kt}$
- $t = 3 \text{ s}$
- $d = (TAS + \text{vitesse du vent}) * t$

$$= (196.1 + 10) * 3 = 0.17 \text{ NM}$$

D'où la tolérance du MAPT $= 0.24 + 0.17 = 0.411 \text{ NM}$

- **La distance de transition (X) :**

La distance de transition (X) est basée sur : $t = 15 \text{ s}$ de vol à une IAS basée sur la vitesse d'approche finale la plus élevée, à l'altitude de l'aérodrome qui est égale à 706 M (2316.24 Ft) avec température ISA $+15^\circ\text{C}$ et un vent arrière de 10 KT (19 km /h)

On a :

$$X = (TAS + \text{vitesse vent arrière}) * t$$

$$X = (196.1 + 10) * 15 = 0.85 \text{ NM}$$

D'où : la distance de transition $X = 0.85 \text{ N}$

Alors : Le SOC se trouve à 1.26 NM en aval du seuil

Remarque :

Pour OCA /H de l'approche interrompue initiale on prend l'OCA/H de final

ii. Approche interrompue intermédiaire :

$$D_{SOC-TN/A} = 4 - 1.27 = 7.72 \text{ NM}$$

Les données nécessaires sont présentées dans le tableau suivant :

| Début | Fin | Longueur(NM) | La pente | Altitude (M) |
|-------|------|--------------|----------|--------------|
| SOC | TN/A | 7,72 | 2.5 % | 955.39 |

Tableau III. 15: les données nécessaires de segment API intermédiaire

iii. Approche interrompue finale :

Remarque :

- Pour le segment d'approche finale il faudrait utiliser un parcours DF dans le dessin
- Le DF assure que la trajectoire la plus courte sera parcourue à partir du point de virage (point de cheminement à survoler)

Les paramètres de virage :

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Début de virage | TP (fly/over) |
| IAS | 265 KT |
| Altitude | 14304M |
| TAS | 295,87 KT |
| Angle de virage | >90° |
| Rayon | 4.7NM |
| Inclinaison | 15° |
| Réaction pilote (à TAS+30 Kt) | 0.50 NM |
| Effet du vent (EΘ) | 0,75 NM |
| KK'=-ATT | -0.8 NM |
| SS' =ATT+C | 1.33 NM |

Tableau III. 16: les paramètres de virage de l'API finale

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

CHAPITRE III : Etude des scénarios d'un schéma PBN de Hassi Messaoud

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

| | ALT Obstacle (m) | Majoration (m) | MFO (m) | Calcul (m) |
|------------------------------|------------------|----------------|-----------|------------|
| Aire du segment d'API | 179 | 15 | 75 | 269 |

Tableau III. 17: Calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité (OCA/H).

Donc :

$OCH_{\text{interrompue CAT CD}} = 130 \text{ m};$

Alors : $OCA(H)_{\text{procédure}} = (970) \text{ ft}$

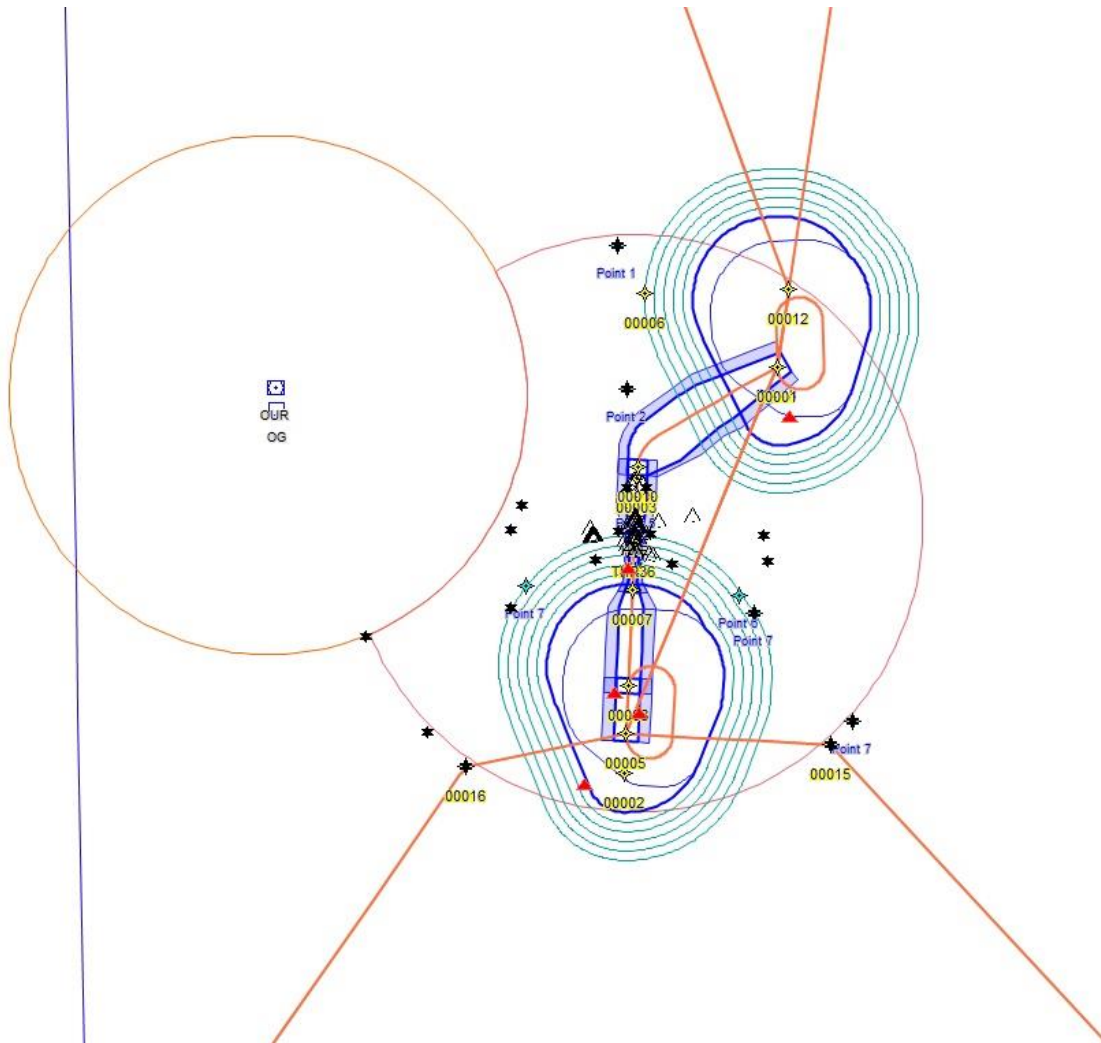


Figure III. 13: Le dessin de la procédure d'approche [7]

III.4.3 Conclusion:

La réalisation de la procédure PBN RNP APCH pour la piste 36 a permis de mieux optimiser le trafic et de résoudre plusieurs problèmes en appliquant une procédure flexible grâce aux caractéristiques de la PBN.

III.5 Elaboration de la procédure de départ en PBN (SID) RWY 36 :

III.5.1.1 Introduction :

Cette partie sera axée sur l'élaboration des SID pour l'aérodrome de Hassi Messaoud RNW 36, la conception des départs PBN est réalisée.

III.5.2 Constructions les SIDs :

III.5.2.1 SID 1 vers TGU et SID 2 vers ELO :

Après le décollage les avions doivent suivre leurs radiales, 358° vers TGU et 016° vers ELO, ce sont des départs en ligne droite.

Dans ce cas-là le 2^{ème} repère de 1^{er} segment de chaque départ est l'intersection de chaque radiale avec le cercle de 15NM.

NB : le départ avec la radiale de 016° on va le considéré comme un départ en ligne droite

A. Construction des départs en ligne droite :

Un départ dans lequel la trajectoire initiale de départ se trouve à 15° maximum de l'alignement de l'axe de piste. Si possible, la trajectoire de départ devrait être le prolongement de l'axe de piste

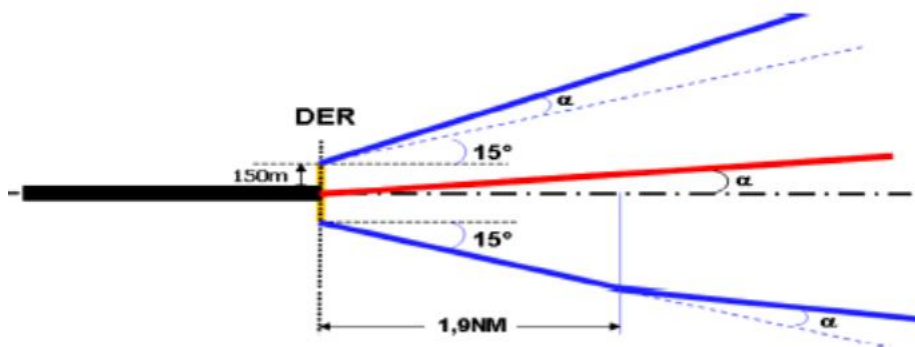


Figure III. 14: Trajectoire faisant angle maximal 15° avec le prolongement de l'axe de piste

NB : Pour la construction de ces départs on doit utiliser les paramètres de l'aire de franchissements d'OBS Doc8168 III-1-2-8 (Tableau III-1-2-18).

B. Traitement d'obstacles :

NB : L'étude des obstacles de départ est identique pour les deux SID 1 et 2.

| | ALT Obstacle (m) | Majoration (m) | MFO (m) | Calcul (m) |
|------------------------------|------------------|----------------|-----------|------------|
| Aire du segment d'API | 179 | 15 | 75 | 269 |

Alors : **OCA(H)procedure = 970(510)ft =>MDA(H) = 970(510)ft**

III.5.2.2 SID 3 vers IMN :

C'est un départ qui va être conçu avec virage car la trajectoire initiale de SID fait un angle supérieur à 15° avec le prolongement de l'axe de piste.

Après décollage l'aéronef doit rejoindre le point TN/A à 120 m (400ft), puis il doit effectuer un virage à droite de 150° pour rejoindre le 2ème repère avec les coordonnées géographiques suivantes (31°33'35,778''N) (006°20'54,879''E), puis il rejoint la route de IMN (139,76°).

| Types de waypoint | XTT | ATT | 1/2 A/W |
|-------------------|------|--------|---------|
| WP Fly over | 1 NM | 0,8 NM | 1 NM |

Tableau III. 18: Les WP leurs XTT ATT et la 1/2 A/W

A. Construction de virage SID 3 vers IMN :

Vérification de la longueur du segment (TN/A/DER)

Fly-Over WP

$$D_{min} = D_{min} (Nm) = 1.9 + r \times \text{tg } A/2 + ATT$$

$$= 1,9 + 4,2 \times \text{tg } (45) + 0,8$$

$$= 4,5Nm$$

Donc, On a réalisé un virage à un TN/A désigné d'un angle $\Theta = 150^\circ$

B. Les paramètres du virage 150° :

Pour qu'il ne sera pas un chevauchement avec la zone interdite de Ouargla, le pilote il doit limiter sa vitesse indiquée jusqu'à 260 kt

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Vent | 56km/h (30kt) |
| Temperature : ISA+VAR | VAR =28,6°c |
| Vitesse indiqué (IAS) | IAS = 265 + (10% × 265) |
| Vitesse vraie (TAS) | 276,65kt |
| Angle d'inclinaison | 15° |
| Tolérance technique de vol | 6s (d =0.6 NM) |
| Le rayon de virage r | 4,16 Nm |
| l'effet de vent | 0.46 NM |
| SS' | 1,4 NM |
| KK' | -0,8 NM |

Tableau III. 19: paramètres de virage 150 pour RWY 36

C. Traitement d'obstacles :

| Etude et traitement d'obs | | Altitude | MFO(m) | Calcul(m) | Résultat(m) | |
|---------------------------|---------------------|----------|-----------------------------|--|----------------------|---|
| Aire de mise en virage | | 149 | 0.8% x 505 | $139+5+(505 \times 3.3\%) \geq 149+4.04$ | $160.66 \geq 153.04$ | ✓ |
| | | 174 | 0.8% x 2815.04 | $139+5+(2815.04 \times 3.3\%) \geq 174+4.04$ | $236.89 \geq 196.52$ | ✓ |
| Aire de virage | Obs avant ligne KK' | 162 | Max((0+152.45)x0.8% : 90m) | $139+5+(3695+152.45) \times 3.3\% \geq 162+90$ | $271 \geq 252$ | ✓ |
| | Obs après ligne KK' | 178 | Max((3695+2280)x0.8% : 90m) | $139+5+(3695+2280) \times 3.3\% \geq 178+90$ | $342.17 \geq 268$ | ✓ |

Tableau III. 20: Étude et traitement des obstacles pour le départ vers IMN RWY 36.

III.5.2.3 SID 4 départs vers NSL :

C'est un départ qui va être conçu avec virage car la trajectoire initiale de SID fait un angle supérieur à 15° avec le prolongement de l'axe de piste.

Après décollage l'aéronef doit rejoindre le point TN/A à 120 m (400ft), puis il doit effectuer un virage à gauche de 150° pour rejoindre le 2ème repère avec les coordonnées géographiques suivantes (31°35'14,138''N) (005°54'54,196''E), puis il rejoint la route de NSL (215,57°).

A. Construction de virage SID 4 vers NSL :

Vérification de la longueur du segment (TN/A/DER)

Fly-Over WP

$$D_{min} = D_{min} (Nm) = 1.9 + r \times \tan A/2 + ATT$$

$$= 1,9 + 4,2 \times \tan (45/2) + 0,8$$

$$= 4,5 Nm$$

Donc, On a réalisé un virage à un TN/A désigné d'un angle $\Theta = 150^\circ$

B. Les paramètres du virage 150° :

| | |
|----------------------------|------------------------------------|
| Vent | 56km/h (30kt) |
| Température : ISA+VAR | VAR = 28,6°C |
| Vitesse indiquée (IAS) | IAS = 265 + (10% × 265) = 291,5 kt |
| Vitesse vraie (TAS) | 310,94 kt |
| Angle d'inclinaison | 15° |
| Tolérance technique de vol | 6s (d = 0.6 NM) |
| Le rayon de virage r | 5,25 Nm |
| l'effet de vent | 0.79 NM |
| SS' | 1,4 NM |

| | |
|-----|---------|
| KK' | -0,8 NM |
|-----|---------|

Tableau III. 21: paramètres de virage 150 pour RWY 36

C. Traitement d'obstacles :

| Etude et traitement d'obs | | Altitude | MFO(m) | Calcul(m) | Résultat(m) | |
|---------------------------|---------------------|----------|----------------------------|--|----------------------|---|
| Aire de mise en virage | | 149 | 0.8% x 505 | $139+5+(505 \times 3.3\%) \geq 149+4.04$ | $160.66 \geq 153.04$ | ✓ |
| | | 174 | 0.8% x 2815.04 | $139+5+(2815.04 \times 3.3\%) \geq 174+4.04$ | $236.89 \geq 196.52$ | ✓ |
| Aire de virage | Obs avant ligne KK' | 176 | Max((0+900)x0.8% :90 m) | $139+5+(3695+900) \times 3.3\% \geq 176+90$ | $296.635 \geq 266$ | ✓ |
| | Obs après ligne KK' | 178 | Max((3695+2280)x0.8% :90m) | $139+5+(3695+2280) \times 3.3\% \geq 178+90$ | $342.17 \geq 268$ | ✓ |

Tableau III. 22: : Étude et traitement des obstacles pour le départ vers NSL RWY 36.

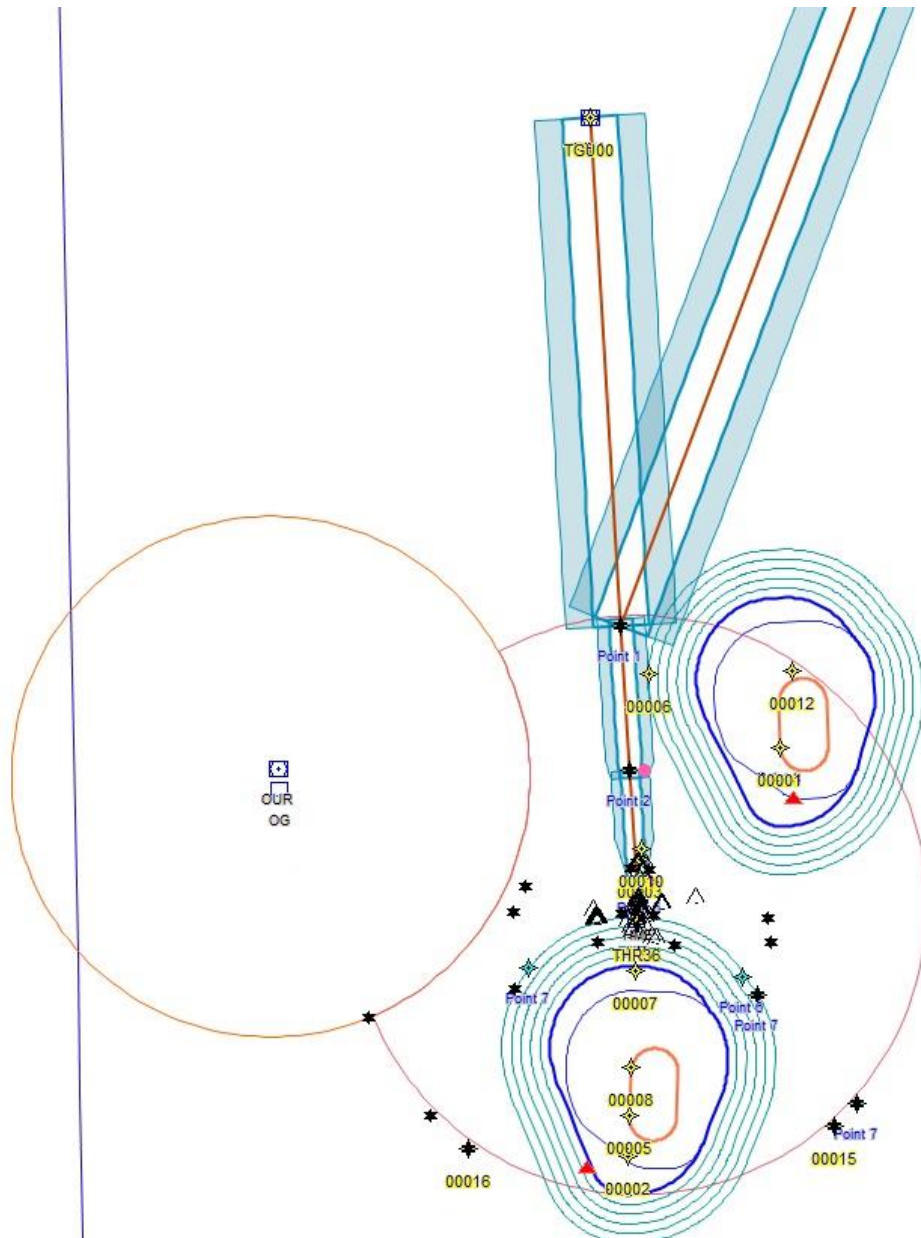


Figure III. 15: Le dessin des SID NORD avec les protections de chaque segment ELO/TGU [7]

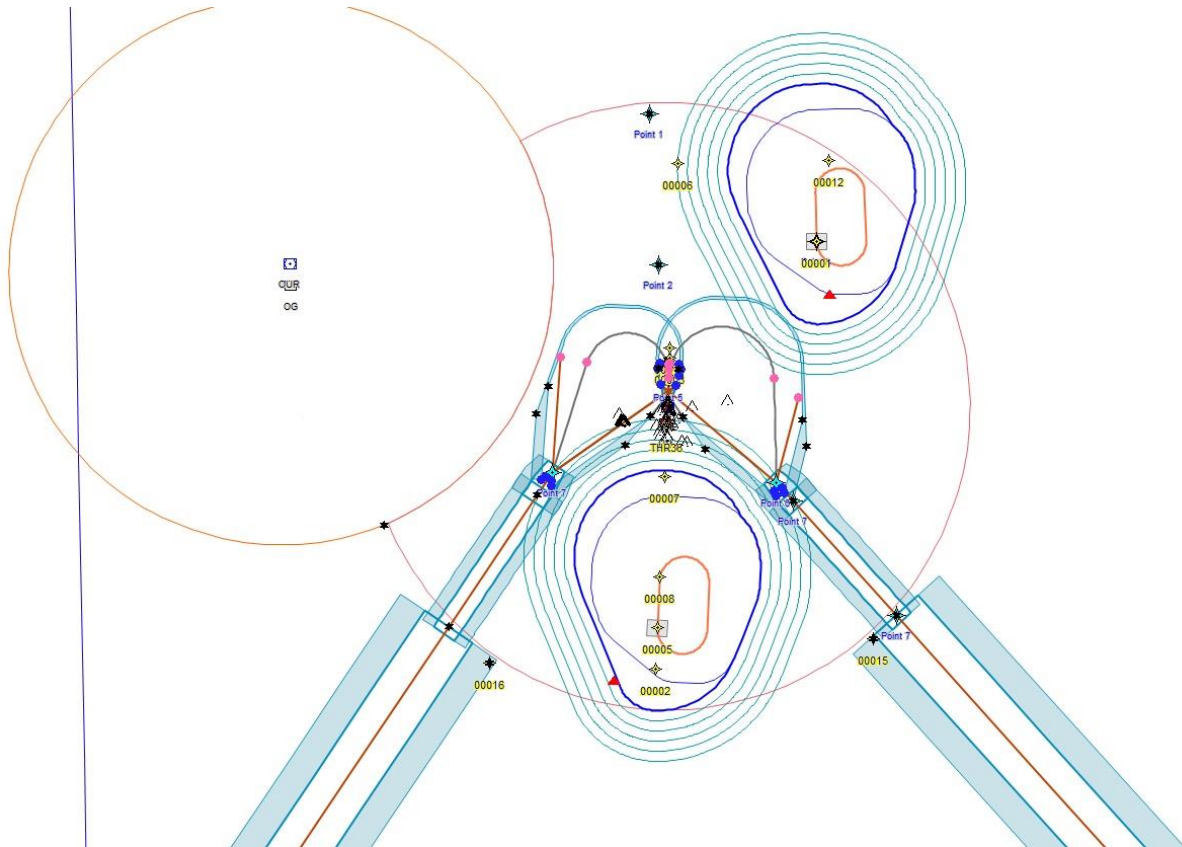


Figure III. 16: Le dessin des SID SUD avec les protections de chaque segment IMN/NSL [7]

III.5.3 Conclusion :

Des départs avec virages ont été réalisés tout en assurant des séparations stratégiques avec les arrivées ainsi qu'une marge de franchissement d'obstacles depuis la DER jusqu'au raccordement avec la phase suivante de vol avec une séparation par rapport aux zones a statut particuliers.

Conclusion générale

A cause de l'importance de la densité du trafic à l'aéroport de Hassi Messaoud, nous avons élaboré des procédures basées sur les performances s'appuyant sur le système mondial de navigation par satellite (GNSS ;) afin de permettre d'abaisser les minimums d'exploitation

Dans le but de valoriser l'importance de la mise en œuvre de la RNAV/RNP pour l'aérodrome de Hassi Messaoud, on s'est basé sur les deux axes principaux :

Etudier tout d'abord et en détail le concept RNP qui spécifie les exigences en matière de performance du système RNAV de bord qui sont définies sous forme de conditions de précision, d'intégrité, de disponibilité, de continuité et de fonctionnalité nécessaire pour les vols envisagés dans le contexte d'un espace aérien particulier, elle assurera aux équipages de conduite une grande souplesse tout en augmentant la sécurité et l'efficacité.

On s'intéresse ensuite à la réalisation des procédures basées sur les performances :

Des procédures RNP APCH (LNAV seulement), des SID et des STAR RNAV pour le QFU 36.

Les exigences essentielles pour introduire la RNAV/RNP en Algérie sont :

- Signal GNSS
- des aéronefs équipés RNAV
- formation des personnels
- Adaptation de réseau des routes aériennes
- acquisition des systèmes de contrôle

Les spécifications RANV/RNP offrent à l'aérodrome de Hassi Messaoud une réduction de la distance parcourue et permettent des profils de vol optimisés au décollage et à l'atterrissage ; une diminution des minimums opérationnels , et l'amélioration de l'efficacité de la conduite des opérations de descente et de montée continue qui permettent de conduire le vol à l'arrivée ou au départ d'un aérodrome en évitant les paliers et en réduisant la sollicitation des moteurs.

On conclue que la mise en œuvre de la RNAV /RNP est très nécessaire pour l'Aéroport de Hassi Messaoud.

Référence

Référence :

1. DOC OACI 8168 OPS/611 Procédures pour les services de navigation aérienne Exploitation technique des aéronefs Sixième édition — 2014.
2. DOC OACI 9613 manuel de navigation fondée sur les performances (PBN), édition — 2013.
3. Cours PANS- OPS module 1 Concept générique et approche classique –2013 ‘Sandrine Fournié, Hervé Pradines’.
4. Cours PANS- OPS module 3 –RNAV 2013 ‘Sandrine Fournié, Hervé Pradines’.
5. AIP d’Algérie : Service d’information aéronautique. (Www .sia-enna.dz) 2021.
6. Plan national de mise en œuvre de la navigation fondée sur les performances - **PBN**, Ver 1.0 / Août 2019.
7. Outils de conception de procédure « GéoTITAN ».
8. mémoire de fin d’étude (Elaboration d’un schéma de circulation en navigation basée sur la performance PBN) pour l’aéroport AHMED BEN BELLA. Réalisé Par Hadami HAMADI et Katia BENHAMMOUCHE.
9. mémoire de fin d’étude Elaboration d’un nouveau schéma de circulation PBN pour l’aérodrome de CONSTANTINE réalisé par ZERGUINE IKRAM et ABID CHAHIRA
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 (2019).
12. DOC OACI 9849 Manuel mondial de navigation par satellite GNSS deuxième édition — 2013.
13. mémoire de fin d’étude (Elaboration d’un nouveau schéma de circulation aérienne pour l’aérodrome de HASSI MESSAOUD) réalisé par Melle. HAMZAoui Yasmina.

Annexes

ANNEXE A : L'ENNA

1. Introduction :

Dans le cadre de la préparation de mémoire de fin d'études intitulé « Elaboration d'un nouveau schéma PBN de circulation aérienne pour l'aérodrome de Hassi Messaoud », un stage de six 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 Département 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. Historique :

Depuis l'indépendance, cinq organismes ont été chargés de la gestion, de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie : OGSA, ONAM, ENEMA, ENESA, ENNA.

De 1962 à 1968 c'est l'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA), organisme Algéro-Français, qui a géré l'ensemble des services d'Exploitation de l'Aviation Civile en Algérie.

Le 1 Janvier 1968, l'OGSA a été remplacé par l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM). Ce dernier a été remplacé, en 1969, par l'Établissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (ENEMA) qui a géré la navigation aérienne jusqu'à 1983.

En 1975, les activités de météorologie ont été transférées à l'Office National de Météorologie créé le 29 Avril 1975, sous forme d'Établissement Public à caractère administratif.

Le décret N°83.311 du 07/05/1983 a réaménagé les structures de L'ENEMA et modifié sa dénomination pour devenir ENESA « Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique » avec statut d'entreprise nationale à caractère économique.

Afin de clarifier les attributions de l'ENESA, il a été procédé aux réaménagements de ses statuts ainsi qu'au changement de dénomination en « ENNA » par décret exécutif N° 91-149 du 18 mai 1991.

L'ENNA, Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous tutelle du Ministère des Transports, est dirigé par un directeur général et administré par un Conseil d'Administration.

ANNEXE A : L'ENNA

3. L'ENNA :

L'Établissement 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 est 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 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 travaux publics et du transport.
- Université Saad Dahlab /institut d'aéronautique et des études spatiales (IAES).
- Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).
- AEFMP : organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal, tunisi
- ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar.
- EUROCONTROL : Organisation européenne pour la sécurité de la Navigation Aérienne.
- École Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse (ENAC).

4. LES MISSIONS DE L'ENNA :

Les principales missions de l'établissement :

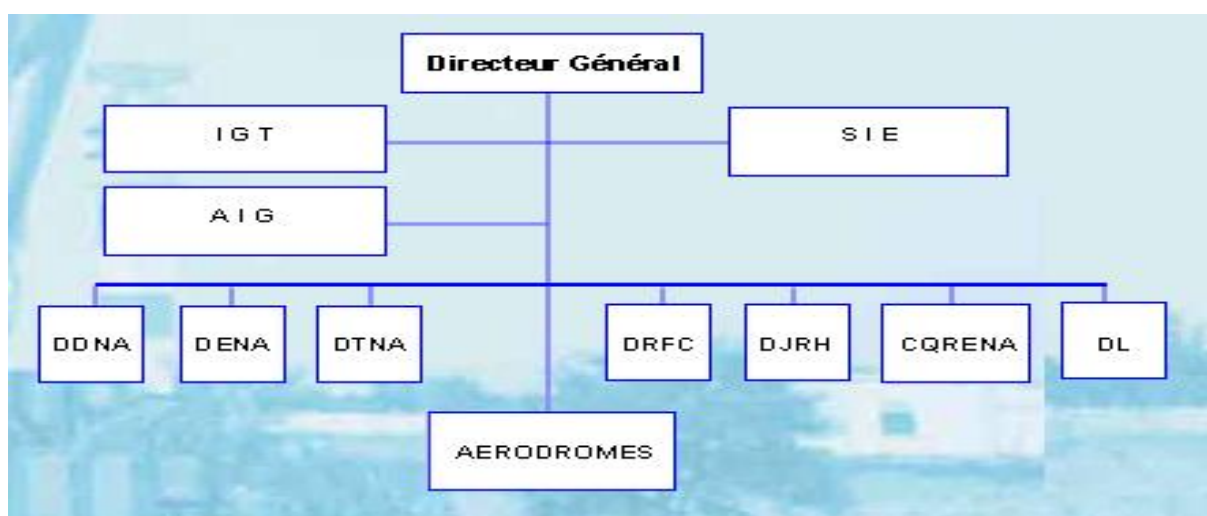
- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs, l'implantation des aéroports et les installations relevant de sa mission.
- Dans le cadre de sa mission, participé à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aéroports ; 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 télécommunication, de radionavigation, de l'aide à l'atterrissage, des aides visuelles et des équipements annexes.

ANNEXE A : L'ENNA

- Contrôler la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérienne qu'ils soient en survol, à l'arrivée sur les aéroports ou au départ de ces derniers.
- 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(CAP).
- Diffuser l'information aéronautique (en vol et au sol) et météorologique nécessaire à la navigation aérienne.
- Assurer le service de sauvetage et de lutter contre les incendies sur les plates-formes aéroportuaire
- Contribuer à l'effort du développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne.
- Concentrer, 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.

5. L'ORGANISATION DE L'ENNA :

Dans le cadre de sa mission et afin de répondre aux besoins du secteur du transport aérien contemporain, l'ENNA est structuré comme suit :



ANNEXE A : L'ENNA

Figure.1 : Organigramme de l'ENNA

SIE : Sûreté Interne de l'Établissement.

IGT : Inspection Générale Technique.

AIG : Audit Interne de Gestion.

DDNA : Direction de Développement de la Navigation Aérienne.

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

DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne.

DRFC : Direction des Ressources, des Finances et de la Comptabilité.

DJRH : Direction Juridique et des Ressources Humaines.

CQRENA : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.

DL : Direction de la Logistique.

AERODROMES : Direction de la Sécurité Aéronautique

6. Direction Générale :

Elle est équipée des organes suivants :

- Audit interne de gestion.
- Inspection technique générale.
- Sécurité interne de l'établissement.

Les directions de sécurité aéronautique :

i. **Département de circulation aérienne** : il comprend 3 services :

- Service de circulation aérienne (contrôleur)
- Service des opérations qui se compose de 2 bureaux **BRT** : bureau régional de télécommunication **BIA** : bureau d'information aéronautique
- Service de sécurité contre lutes et incendie

ii. **Département administratif et moyen** : se compose de 2 services :

- Service finance

ANNEXE A : L'ENNA

➤ Services personnels et moyens

iii. **Département technique** : a pour rôle :

- Maintenance préventive
- Maintenance connective
- Contrôle des équipements

Ces différents services :

- **Service énergie** : ce service assure l'approvisionnement de l'aéroport en énergie électrique.
- **Service radar** : ce service comporte un radar secondaire qui indique l'emplacement, le code, l'altitude, la vitesse et la destination de l'avion cible.
- **Service télécoms** : assure le bon fonctionnement des équipements de télécoms.
- **Service radionavigation** : ce service assure la maintenance des équipements radionavigation suivants.
 - **VOR** : (very high frequency omnidirectionnel radio range) cet équipement indique l'angle de déphasage par rapport au nord magnétique.
 - **DME** : (distance measuring équipement) c'est un équipement qui indique l'angle de déphasage par rapport au nord magnétique.
 - **ILS** : (instrument landing system) c'est un système d'aide à l'atterrissage dans les mauvais temps.

Direction de l'Exploitation de la Navigation générale :

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

- Gérer et contrôler l'espace aérien (en route et en sol) confié par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne.
- 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

ANNEXE A : L'ENNA

- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aérodromes

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne se compose de SIX (06) départements et de centre de contrôle régional :

DCA : département Circulation Aérienne.

DS : département Système.

DAF : département Administration et Finances

DT : département Technique.

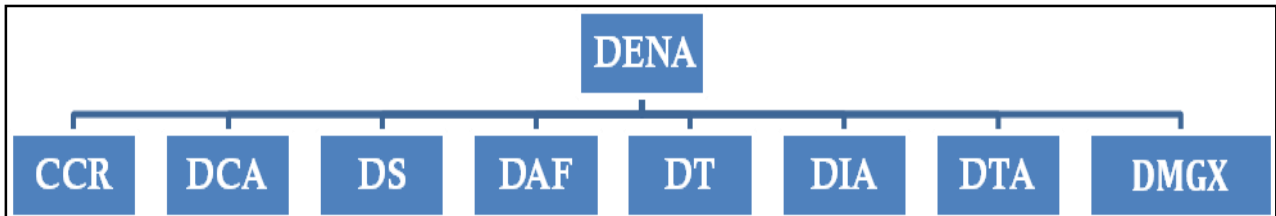
DIA : département Information Aéronautiques

DTA : département Télécommunications Aéronautiques

CCR : Centre de Contrôle Régional.

DMGX : département des moyens généraux.

Figure : les départements et de centre de contrôle régional

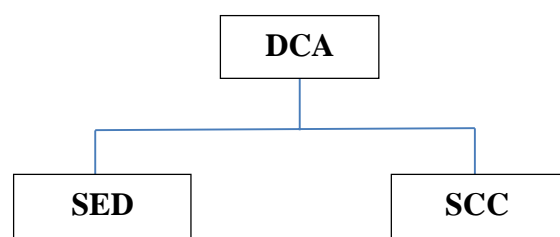


Département de la circulation aérienne :

Le département de la circulation aérienne (DCA) est chargé du contrôle et de la coordination des aérodromes et des centres de contrôle (régional, approche, TWR) ainsi que des études liées au développement de la navigation aérienne, conformément aux normes de l'Organisation civile Internationale (OACI). Au sein de ce département on trouve deux services :

SED : Service Etudes et Développement.

SCC : Service contrôle et Coordination.



ANNEXE A : L'ENNA

i. Le Service Études et développement :

Ce service est chargé des tâches suivantes :

- Élaboration des cartes d'obstacles d'aérodrome.
- Études des schémas de la circulation aérienne.
- Conception des procédures de départs et d'arrivées aux instruments (SID et STAR) pour les services de contrôle d'approche.
- Conception des procédures d'approche aux instruments (classique, précision et à vue) pour l'ensemble des aérodromes.
- Mise à jour de l'AIP Algérie selon les informations aéronautiques émanant de la Direction de Sécurité D'Aérodromes (DSA)
- Examen des dossiers de l'homologation des pistes des aérodromes.
- Études de la circulation aérienne au niveau des aérodromes.
- Choix de sites pour l'installation et le déplacement des moyens de radionavigation.
- Participation aux projets concernant le développement de la navigation aérienne (RVSM, l'exploitation de la catégorie III à l'aéroport d'Alger, le contrôle radar, etc....).
- Traitement des données statistiques du trafic aérien pour les besoins des études.

ii. Le Service Contrôle et coordination :

Il assure les fonctions suivantes :

- Élaboration des plans des servitudes aéronautiques et des dégagements des aérodromes.
- Études des obstacles à la navigation aérienne.
- Prise en charge de la tenue à jour du fichier informatisé « l'état des Aérodrômes » relatif à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national.
- Analyse des anomalies d'exploitation dans l'espace aérien relatives aux avis d'incidents, accidents comptes rendus d'irrégularité d'exploitation (AIR PROX, réclamations, déroutements, alertes, procédures et infractions) concernant les aéronefs et leurs équipages.
- Mise à jour et tenue la réglementation en vigueur sur le plan national.
- Veiller à l'application de la réglementation internationale de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI) concernant l'exploitation des aérodromes.

ANNEXE A : L'ENNA

- Représentation de la Direction de l'Exploitation de la navigation Aérienne (DENA) auprès des Services de recherche et de sauvetage des aéronefs en détresse (SAR).
- Inspection Technique de tous les aérodromes sur le territoire national conformément à l'Instruction de la Direction de l'aviation Civile et de la Météorologie (DACM).

7. 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.

ANNEXE B : Les abréviations

| Abréviations | Anglais | français |
|---------------------|---|---|
| APCH | Approach | Approche |
| API | Missed Approach | Approche Interrompue |
| APV | Approach Procedure with Vertical guidance | Procédure d'approche avec guidage vertical |
| ARP | Aérodrome Reference Point | Point de référence de l'aérodrome |
| ATT | Along Track Tolerance | Tolérance d'écart latérale |
| AWP | Arrival WayPoint | Point de passage d'arrivée |
| ATC | Air traffic control | Contrôle de la circulation aérienne |
| ATS | Air traffic control services | Services de contrôle de la circulation aérienne |
| ATM | Air traffic management | Gestion de la circulation aérienne |
| Baro-VNAV | Barometric Vertical Navigation | Système de navigation verticale barométrique |
| BV | Buffer value | Valeur tampon |
| DER | Departure End of the Runway | Extrémité départ de la piste |
| DWP | Departure WayPoint | Point de cheminement de Départ |
| DME | Distance measuring equipment | Équipement de mesure de la distance |
| ENR | Enroute | En Route |
| FAF/P | Final Approach Fix /Point | Repère/point d'approche finale |
| FB | Fly- by | Point de cheminement par le travers |
| FO | Fly-Over | Point de cheminement à survoler |
| FTE | Flight Technical Error | Erreur technique de vol |
| FTT | Flight Technical Tolerance | Tolérance technique de vol |
| GNSS | Global Navigation Satellite System | Système mondiale de navigation par satellite |
| HL | Height Loss | La marge de perte de hauteur |
| HP | Holding point | Point de cheminement d'attente |
| IAF | Initial Approach Fix | Repère d'approche initiale |
| IAS | Indicated Air Speed | Vitesse indiquée |

ANNEXE B : Les abréviations

| | | |
|----------------|--|--|
| IF | Intermédiaire Fix | Repère d'approche intermédiaire |
| ISA | International Standard Atmosphere | Atmosphère type internationale |
| LNAV | Lateral Navigation | Navigation latérale |
| LPV | Localizer Performance With Vertical Guidance | Performance d'alignement de piste avec guidage verticale |
| MAHWP | Missed Approach Holding Way Point | Point d'attente en approche interrompue |
| MAPT | Missed Approach Point | Point d'approche Interrompue |
| MFO/MOC | Minimum Obstacle Clearance | Marge minimale de Franchissement d'Obstacles |
| MSD | Minimum Stabilization Distance | Distance minimale de stabilisation |
| NAVAID | Navigation Aid | Aide de Navigation |
| NM | Nautical Miles | Mille marin |
| NSE | Navigation System Error | Erreur du système de navigation |
| OACI | International Civil Aviation Organisation | Organisation de l'aviation civile internationale |
| OAS | Obstacle Assesement Surface | Surface d'évaluation d'obstacles |
| OCA/H | Obstacle Clearance Altitude /Hauteur | Altitude/Hauteur de franchissement d'obstacles |
| PBN | Performance Based Navigation | Navigation Fondée sur la performance |
| PDG | Procedure design gradient | Pente de calcul de Procédure |
| QFU | Magnetic orientation of runway | Direction magnétique de la piste |
| RNAV | Area Navigation | Navigation de surface |
| RNP | Required Navigation Performance | Qualité de navigation requise |
| RWY | Runway | 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 |
| TAA | Terminal Arrival Area | Altitude d'arrivée en région terminale |
| TAS | True Air Speed | Vitesse vraie |

ANNEXE B : Les abréviations

| | | |
|------|------------------------------|---------------------------------|
| THR | Threshold | Seuil |
| TP | Turning Point | Point de virage |
| TN/A | Turn at an altitude / height | Virage à une altitude/hauteur |
| TSE | Total System Error | Erreur Totale du système |
| VNAV | Vertical Navigation | Navigation vertical |
| VOR | VHF Omni-directional Range | Radiophare omnidirectionnel VHF |
| VPA | Vertical path angle | Angle de trajectoire Vertical |
| WP | WayPoint | Point de cheminement |
| XTT | Cross-Track tolerance | Tolérance d'écart latéral |

ANNEXE C : Vitesse indiquée

Vitesses (VI) pour les calculs de procédures, en nœuds (kt)

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

Vitesses (VI) pour les calculs de procédures, en kilomètres à l'heure (km/h)

| Catégorie d'aéronefs | V_{at} | Fourchette de vitesses pour l'approche initiale | Fourchette de vitesses d'approche finale | Vitesses maximales pour manœuvres à vue (approche indirecte) | Vitesses maximales pour approche interrompue | |
|----------------------|----------|---|--|--|--|------------|
| | | | | | intermédiaire | finale |
| A | <169 | 165/280(205*) | 130/185 | 185 | 185 | 205 |
| B | 169/223 | 220/335(260*) | 155/240 | 250 | 240 | 280 |
| C | 224/260 | 295/445 | 215/295 | 335 | 295 | 445 |
| D | 261/306 | 345/465 | 240/345 | 380 | 345 | 490 |
| E | 307/390 | 345/467 | 285/425 | 445 | 425 | 510 |
| H | S/O | 130/220** | 110/165*** | S/O | 165 | 165 |
| CAT H (PinS)*** | S/O | 130/220 | 110/165 | S/O | 130 ou 165 | 130 ou 165 |

ANNEXE D : Définitions

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 décroissante de franchissement d'obstacles est assurée.

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

Altitude d'arrivée en région terminale (TAA) : Altitude la plus basse qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1 000 ft) au-dessus de tous les objets situés à l'intérieur d'un arc de cercle défini par un rayon de 46 km (25 NM) centré sur le repère d'approche initiale (IAF) ou, à défaut d'IAF, sur le repère intermédiaire (IF), et délimité par des lignes droites joignant les extrémités de l'arc à l'IF. Combinées, les TAA associées à une procédure d'approche forment un cercle autour de l'IF.

Altitude de franchissement d'obstacles (OCA) ou hauteur de franchissement d'obstacles (OCH) : Altitude la plus basse ou hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude du seuil de piste en cause ou au-dessus de l'altitude de l'aérodrome, selon le cas, utilisée pour respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles.

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

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

Altitude minimale de secteur (MSA) : Altitude la plus basse qui puisse être utilisée et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1 000 ft) au-dessus de tous les objets situés dans un secteur circulaire de 46 km (25 NM) de rayon centré sur un point significatif, le point de référence d'aérodrome (ARP) ou le point de référence d'hélistation (HRP).

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

Déclinaison de la station. Angle entre le R 360° du VOR et le nord vrai.

Départ normalisé aux instruments (SID) : Route désignée de départ suivie conformément aux règles de vol aux instruments (IFR), reliant l'aérodrome ou une piste spécifiée de l'aérodrome à un point significatif spécifié, normalement situé sur une route ATS désignée, auquel commence la phase en route d'un vol.

Distance de trajectoire (TRD) : La TRD entre deux points de cheminement par le travers est définie comme la longueur de segment diminuée de la distance de stabilisation aux deux virages.

ANNEXE D : Définitions

Distance minimale de stabilisation (MSD) : Distance minimale à l'intérieur de laquelle une manœuvre de virage doit être achevée et après laquelle une nouvelle manœuvre peut être amorcée. La distance minimale de stabilisation est utilisée pour calculer la distance minimale entre points de cheminement.

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

Hauteur du point de repère (RDH) : Hauteur de l'alignement de descente prolongé ou d'une trajectoire verticale nominale au seuil de la piste.

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

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

Niveau de vol : Surface isobare liée à une pression de référence spécifiée, soit 1 013,2 hectopascals (hPa), et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

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

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

Point 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.

Procédure d'approche aux instruments (IAP) : Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant uniquement les instruments de vol, avec une marge de protection spécifiée au-dessus des obstacles, depuis le repère d'approche initiale ou, s'il y a lieu, depuis le début d'une route d'arrivée définie, jusqu'en un point à partir duquel l'atterrissage pourra

ANNEXE D : Définitions

être effectué, puis, si l'atterrissage n'est pas effectué, jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacles en attente ou en route deviennent applicables.

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

Procédure d'attente : Manœuvre prédéterminée exécutée par un aéronef pour rester dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation.

Qualité de navigation requise (RNP) : Expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini.

Repère d'approche initiale (IAF) Repère qui marque le début du segment initial et la fin du segment d'arrivée, s'il y a lieu.

Repère d'attente : Emplacement géographique qui sert de référence dans le cadre d'une procédure d'attente.

Repère d'attente en approche interrompue (MAHF) : Repère utilisé en applications RNAV pour marquer la fin du segment d'approche interrompue et le point central d'attente en approche interrompue.

Repère intermédiaire (IF) : Repère qui marque la fin d'un segment initial et le début du segment intermédiaire.

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

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

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

Seuil de piste : Début de la partie de la piste utilisable pour l'atterrissage. C'est l'origine de la longueur de piste utilisable pour l'atterrissage (LDA) publiée.

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

Système mondial de navigation par satellite (GNSS) : Système de détermination de la position et du temps, qui se compose d'une ou de plusieurs constellations de satellites, de récepteurs placés à bord des aéronefs et d'un contrôle de l'intégrité, renforcé selon les besoins pour obtenir la qualité de navigation requise dans la phase d'exploitation considérée.

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

ANNEXE D : Définitions

Tolérance d'écart longitudinal (ATT) : Tolérance de repère le long de la trajectoire nominale, résultant des tolérances de l'équipement embarqué et de l'équipement au sol.

Trajectoire d'approche finale : Trajectoire de vol sur le segment d'approche finale qui est normalement alignée sur l'axe de la piste. Dans le cas des segments d'approche finale décalés, la trajectoire d'approche finale est alignée selon l'orientation du FTP et du FPAP.

ANNEXE E : Facteur K

Valeurs du facteur K

DOC 8168

| <i>Altitude (pieds)</i> | <i>Facteur de conversion</i> | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | <i>ISA-30</i> | <i>ISA-20</i> | <i>ISA-10</i> | <i>ISA</i> | <i>ISA+10</i> | <i>ISA+15</i> | <i>ISA+20</i> | <i>ISA+30</i> |
| 0 | 0,9465 | 0,9647 | 0,9825 | 1,0000 | 1,0172 | 1,0257 | 1,0341 | 1,0508 |
| 1 000,0 | 0,9601 | 0,9787 | 0,9969 | 1,0148 | 1,0324 | 1,0411 | 1,0497 | 1,0667 |
| 2 000,0 | 0,9740 | 0,9930 | 1,0116 | 1,0299 | 1,0479 | 1,0567 | 1,0655 | 1,0829 |
| 3 000,0 | 0,9882 | 1,0076 | 1,0266 | 1,0453 | 1,0637 | 1,0728 | 1,0818 | 1,0995 |
| 4 000,0 | 1,0027 | 1,0225 | 1,0420 | 1,0611 | 1,0799 | 1,0892 | 1,0984 | 1,1165 |
| 5 000,0 | 1,0175 | 1,0378 | 1,0577 | 1,0773 | 1,0965 | 1,1059 | 1,1153 | 1,1339 |
| 6 000,0 | 1,0327 | 1,0534 | 1,0738 | 1,0938 | 1,1134 | 1,1231 | 1,1327 | 1,1517 |
| 7 000,0 | 1,0481 | 1,0694 | 1,0902 | 1,1107 | 1,1307 | 1,1406 | 1,1505 | 1,1699 |
| 8 000,0 | 1,0639 | 1,0857 | 1,1070 | 1,1279 | 1,1485 | 1,1586 | 1,1686 | 1,1885 |
| 9 000,0 | 1,0801 | 1,1024 | 1,1242 | 1,1456 | 1,1666 | 1,1770 | 1,1872 | 1,2075 |
| 10 000,0 | 1,0967 | 1,1194 | 1,1418 | 1,1637 | 1,1852 | 1,1958 | 1,2063 | 1,2270 |
| 11 000,0 | 1,1136 | 1,1369 | 1,1597 | 1,1822 | 1,2042 | 1,2150 | 1,2258 | 1,2470 |
| 12 000,0 | 1,1309 | 1,1547 | 1,1781 | 1,2011 | 1,2236 | 1,2347 | 1,2457 | 1,2674 |
| 13 000,0 | 1,1485 | 1,1730 | 1,1970 | 1,2205 | 1,2435 | 1,2549 | 1,2661 | 1,2884 |
| 14 000,0 | 1,1666 | 1,1917 | 1,2162 | 1,2403 | 1,2639 | 1,2755 | 1,2871 | 1,3098 |
| 15 000,0 | 1,1852 | 1,2108 | 1,2360 | 1,2606 | 1,2848 | 1,2967 | 1,3085 | 1,3318 |
| 16 000,0 | 1,2041 | 1,2304 | 1,2562 | 1,2814 | 1,3062 | 1,3184 | 1,3305 | 1,3544 |
| 17 000,0 | 1,2235 | 1,2505 | 1,2769 | 1,3028 | 1,3281 | 1,3406 | 1,3530 | 1,3775 |
| 18 000,0 | 1,2434 | 1,2710 | 1,2981 | 1,3246 | 1,3506 | 1,3634 | 1,3761 | 1,4011 |
| 19 000,0 | 1,2637 | 1,2921 | 1,3198 | 1,3470 | 1,3736 | 1,3868 | 1,3998 | 1,4254 |
| 20 000,0 | 1,2846 | 1,3136 | 1,3421 | 1,3700 | 1,3973 | 1,4107 | 1,4240 | 1,4503 |
| 21 000,0 | 1,3059 | 1,3357 | 1,3649 | 1,3935 | 1,4215 | 1,4353 | 1,4489 | 1,4759 |
| 22 000,0 | 1,3278 | 1,3584 | 1,3883 | 1,4176 | 1,4463 | 1,4605 | 1,4745 | 1,5021 |
| 23 000,0 | 1,3502 | 1,3816 | 1,4123 | 1,4424 | 1,4718 | 1,4863 | 1,5007 | 1,5290 |
| 24 000,0 | 1,3731 | 1,4054 | 1,4369 | 1,4677 | 1,4980 | 1,5128 | 1,5276 | 1,5566 |

ANNEXE F : Logiciel servaero

Logiciel servaero calcule :

- La distance et la route entre deux positions : En faisant entrer les coordonnées des deux points

Distance entre deux points Calcul des Coordonnées Géographiques Conversion

Point A
Latitude: [] [] [] [] []
Longitude: 03 [] 13 [] [] [] []

Point B
Latitude: 00 [] 00 [] 00 [] [] []
Longitude: 00 [] 00 [] 00 [] [] []

Calculer

Route vrai en ° :
Distance en Nm :
Distance en M :

Figure (D.1) Calcule de la distance et la route entre deux positions sur le logiciel SERVAEO.

- Les coordonnées géographiques d'un point

En faisant entrer les coordonnées géographiques du premier point et la route à suivre

Point A
Latitude: 0 [] 0 [] 0 [] [] N N/S Longitude: 0 [] 0 [] 0 [] [] E E/W

Route
D (Nm) [] Rm (°) 0 [] Dm (°) 0 [] E/W E

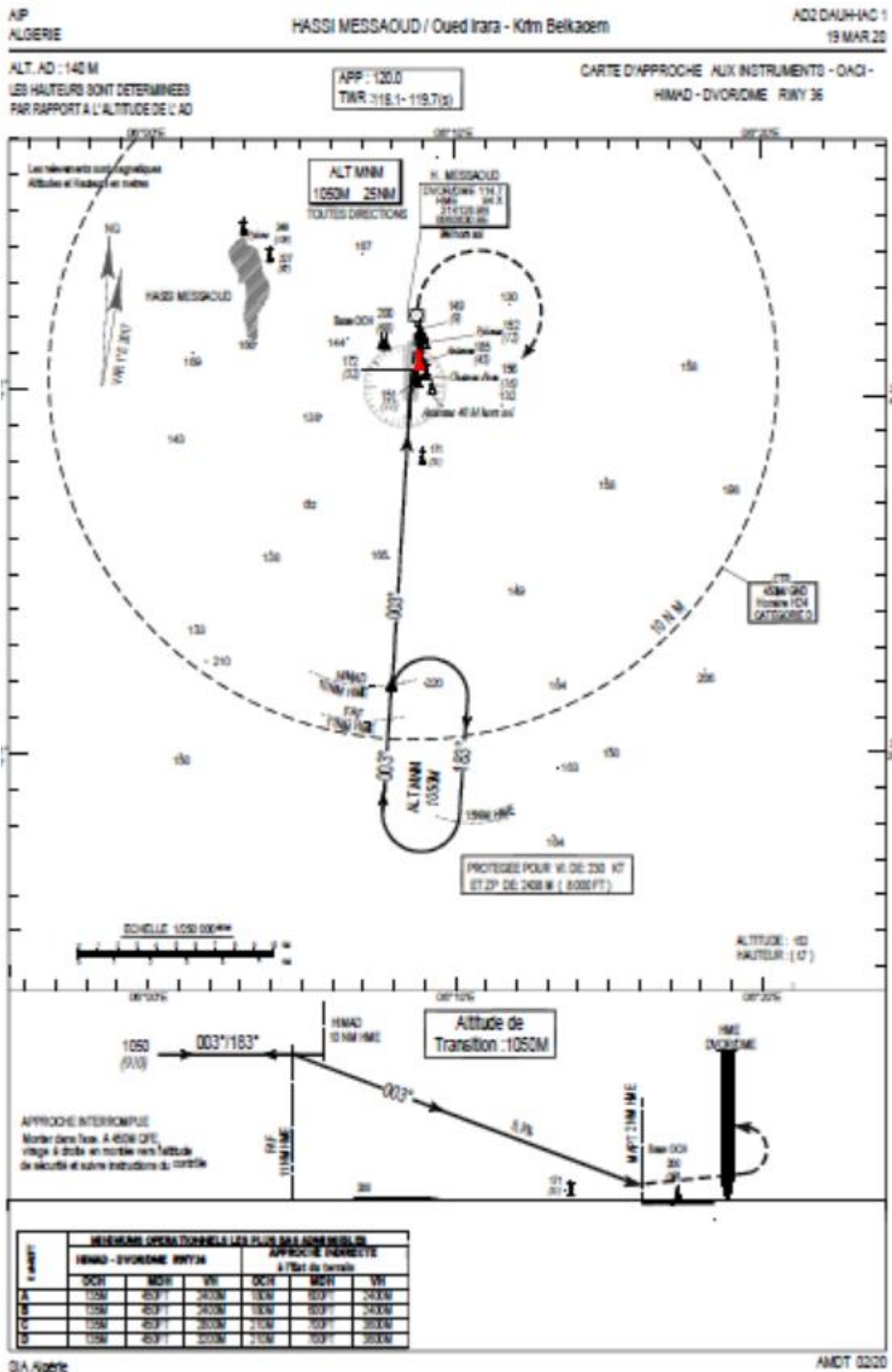
Calculer

Point B
Latitude: 0 [] 0 [] 0 [] [] N N/S Longitude: 0 [] 0 [] 0 [] [] E E/W

Figure (D.2) Calcul des coordonnées géographiques d'un point sur le logiciel SERVAEO.

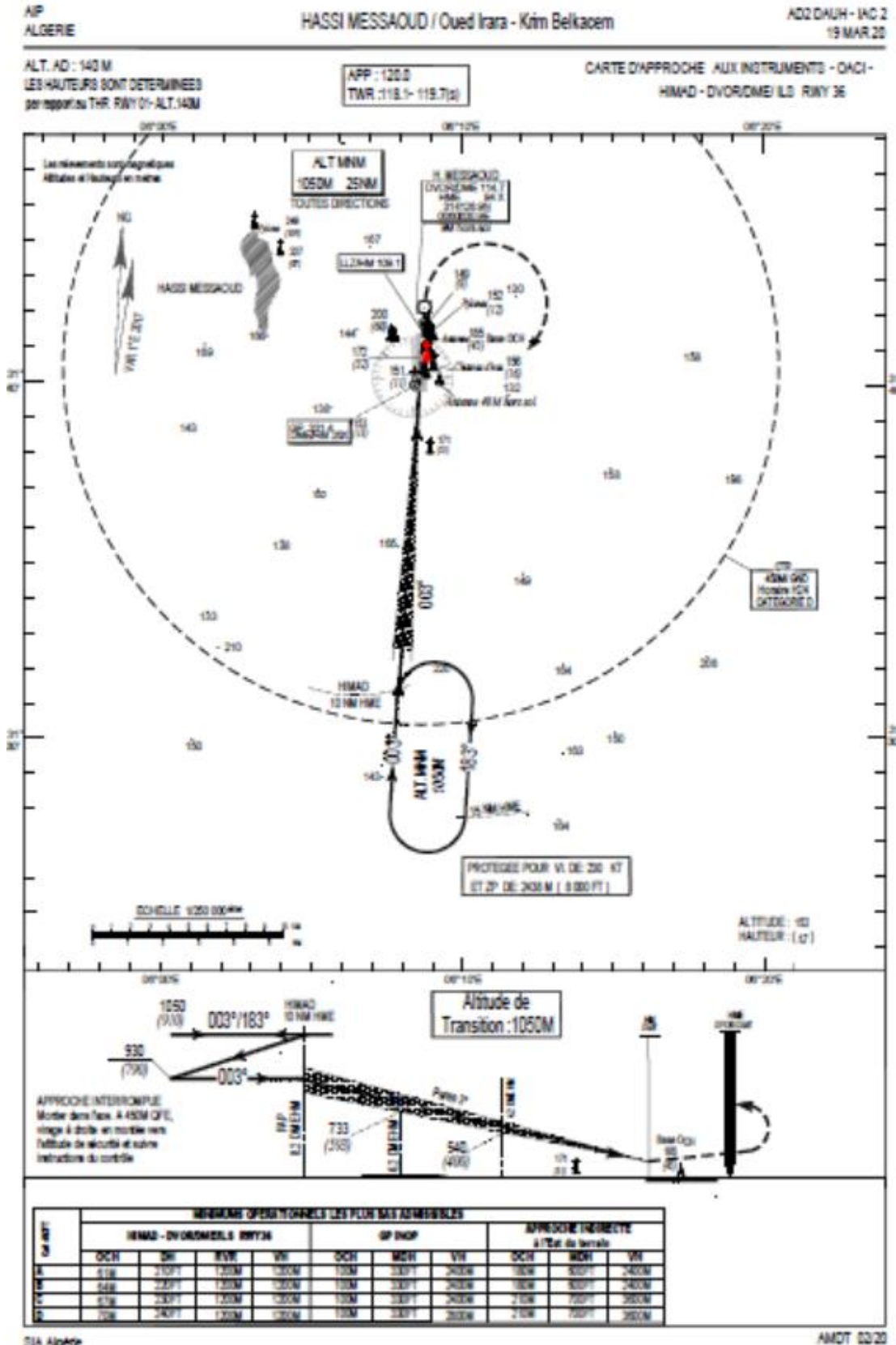
ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

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



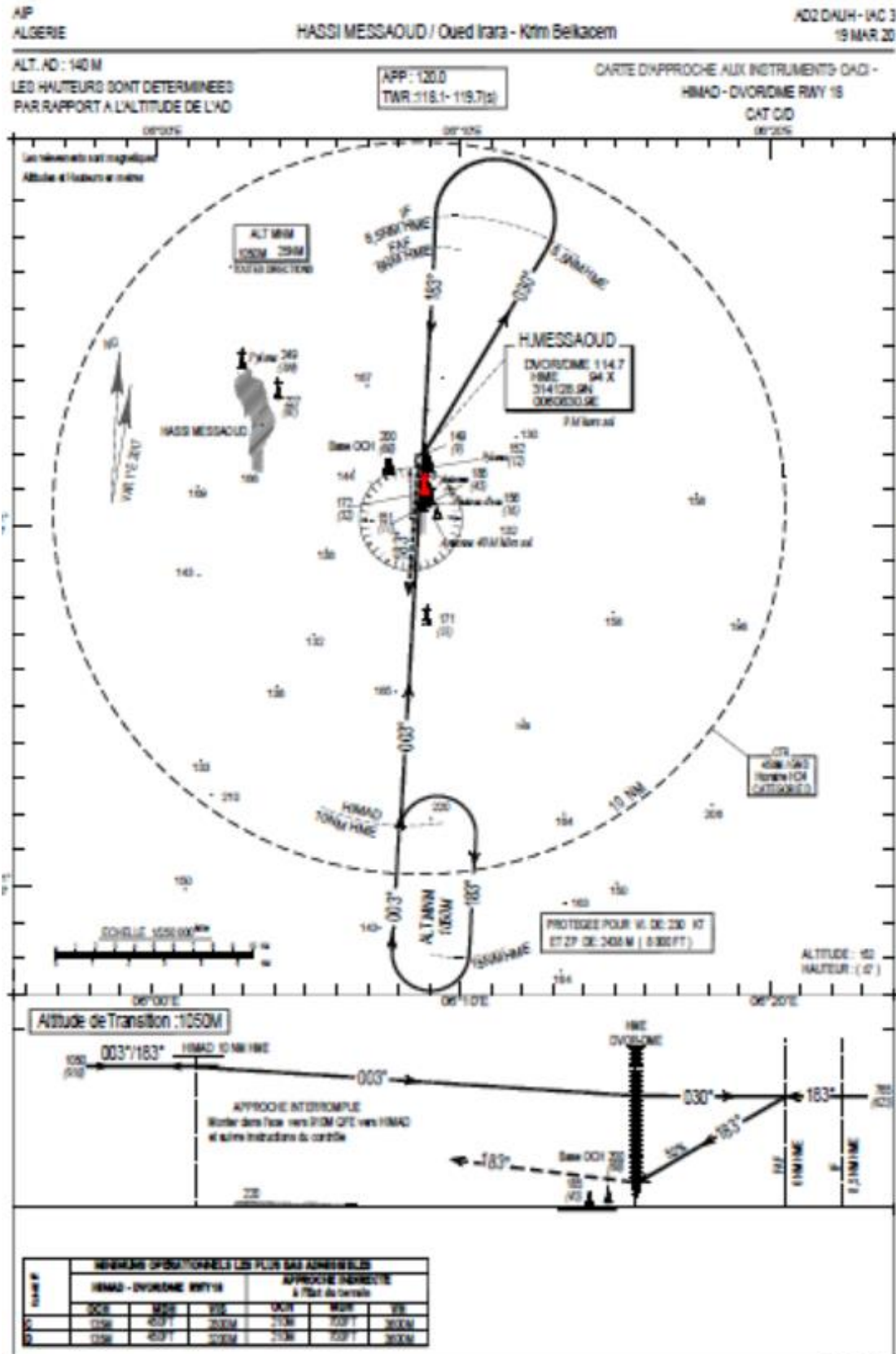
ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

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



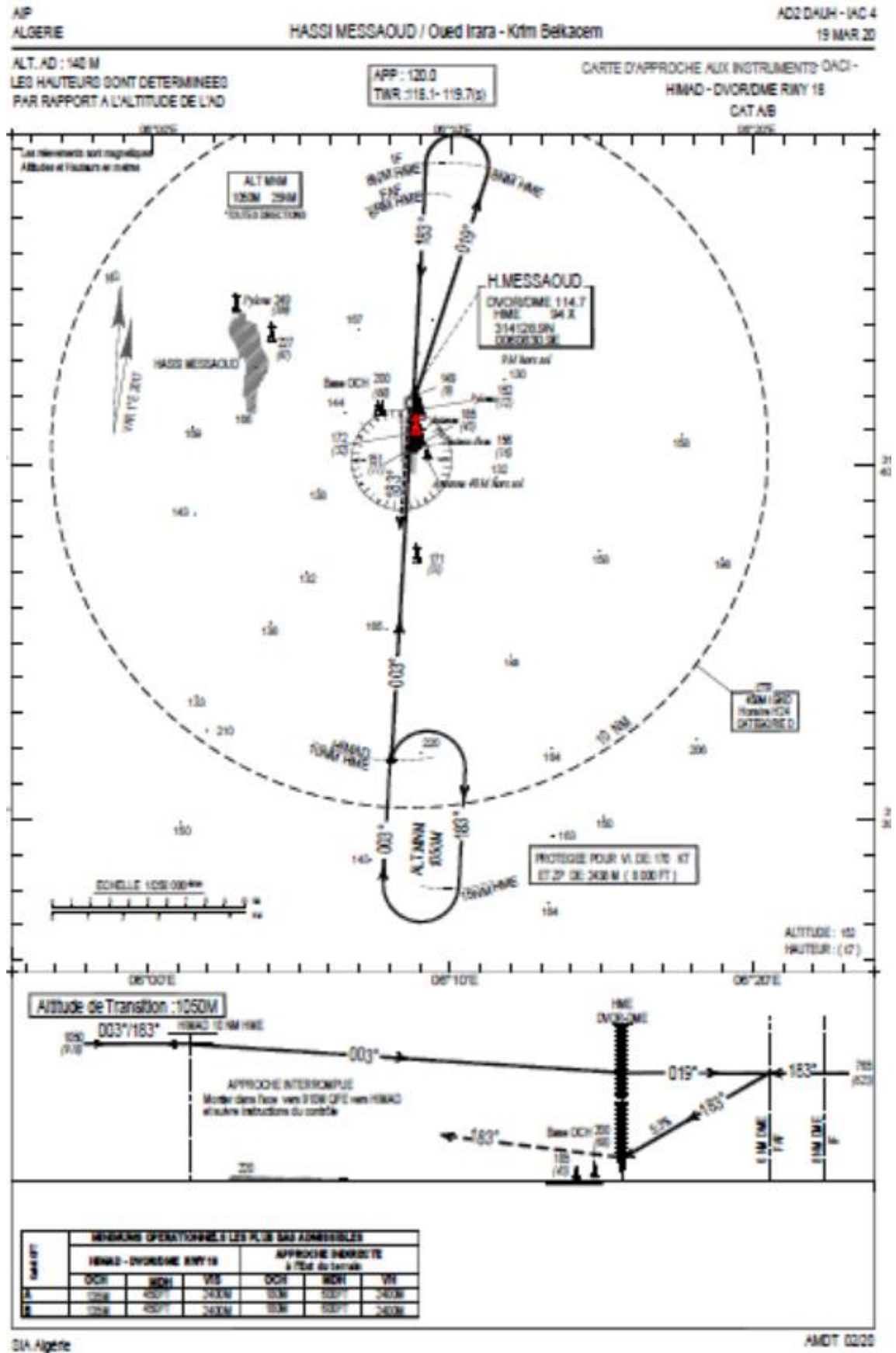
ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

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



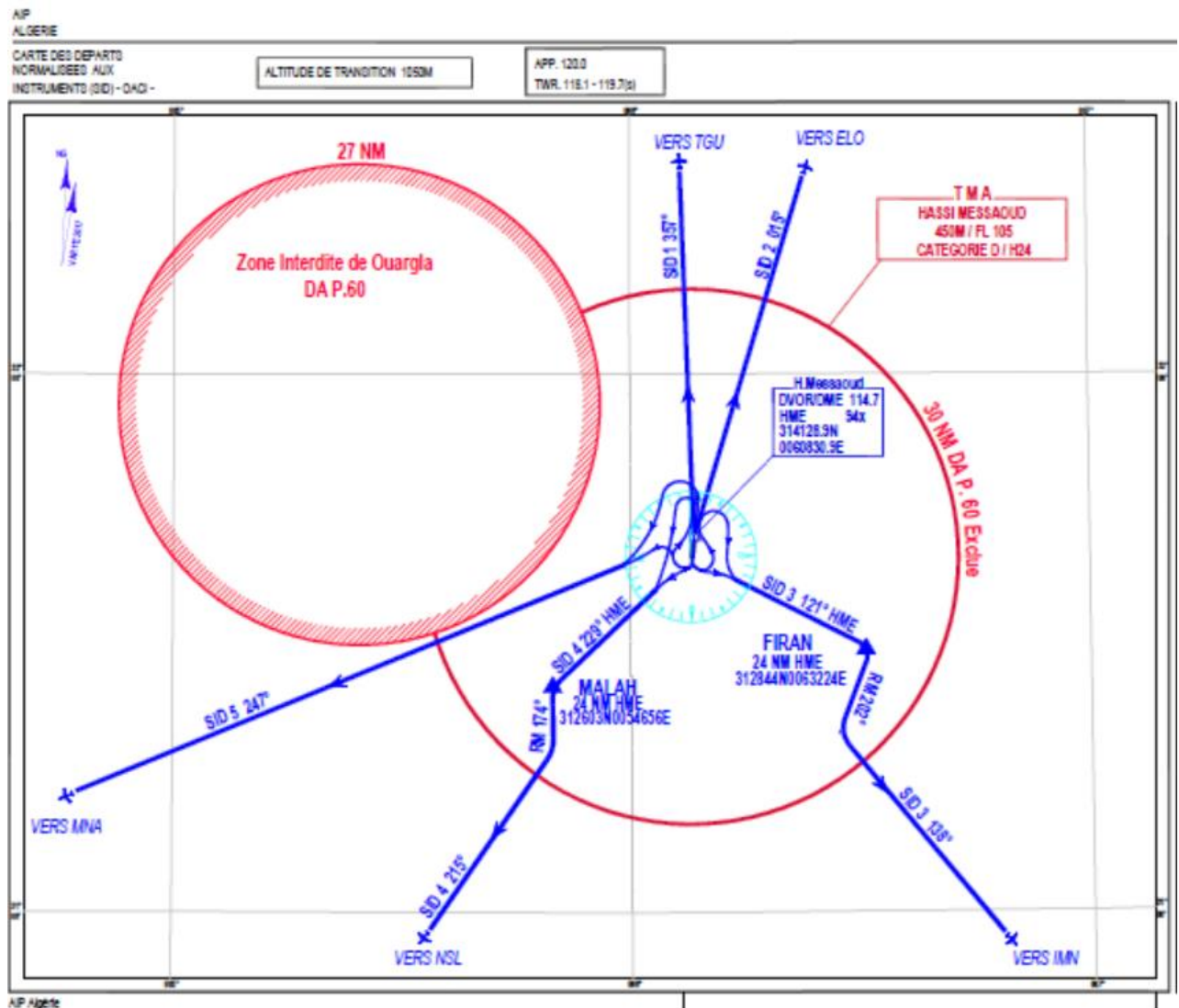
ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

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



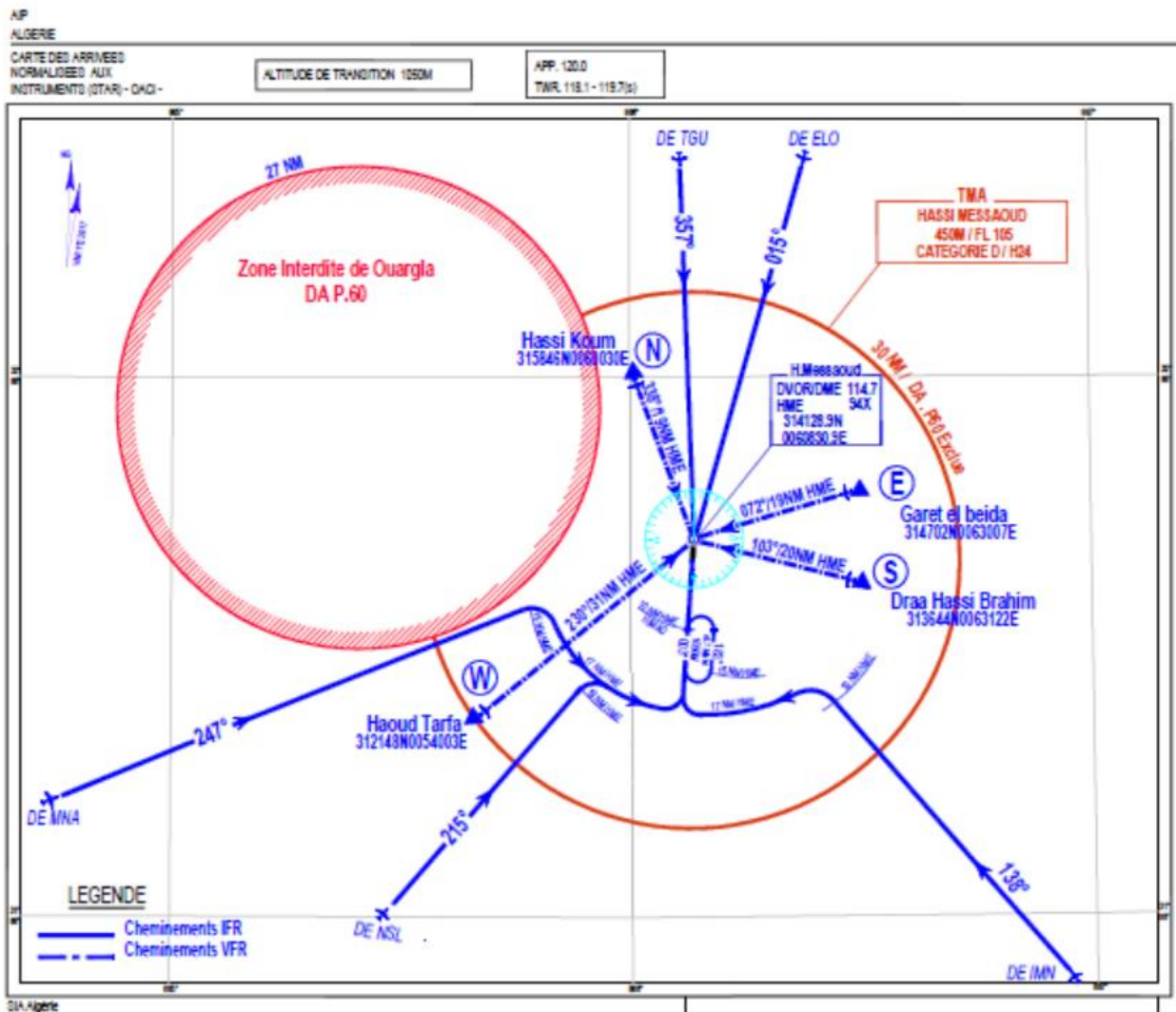
ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

CARTE DES DEPARTS NORMALISEES AUX INSTRUMENTS (SID) - OACI –



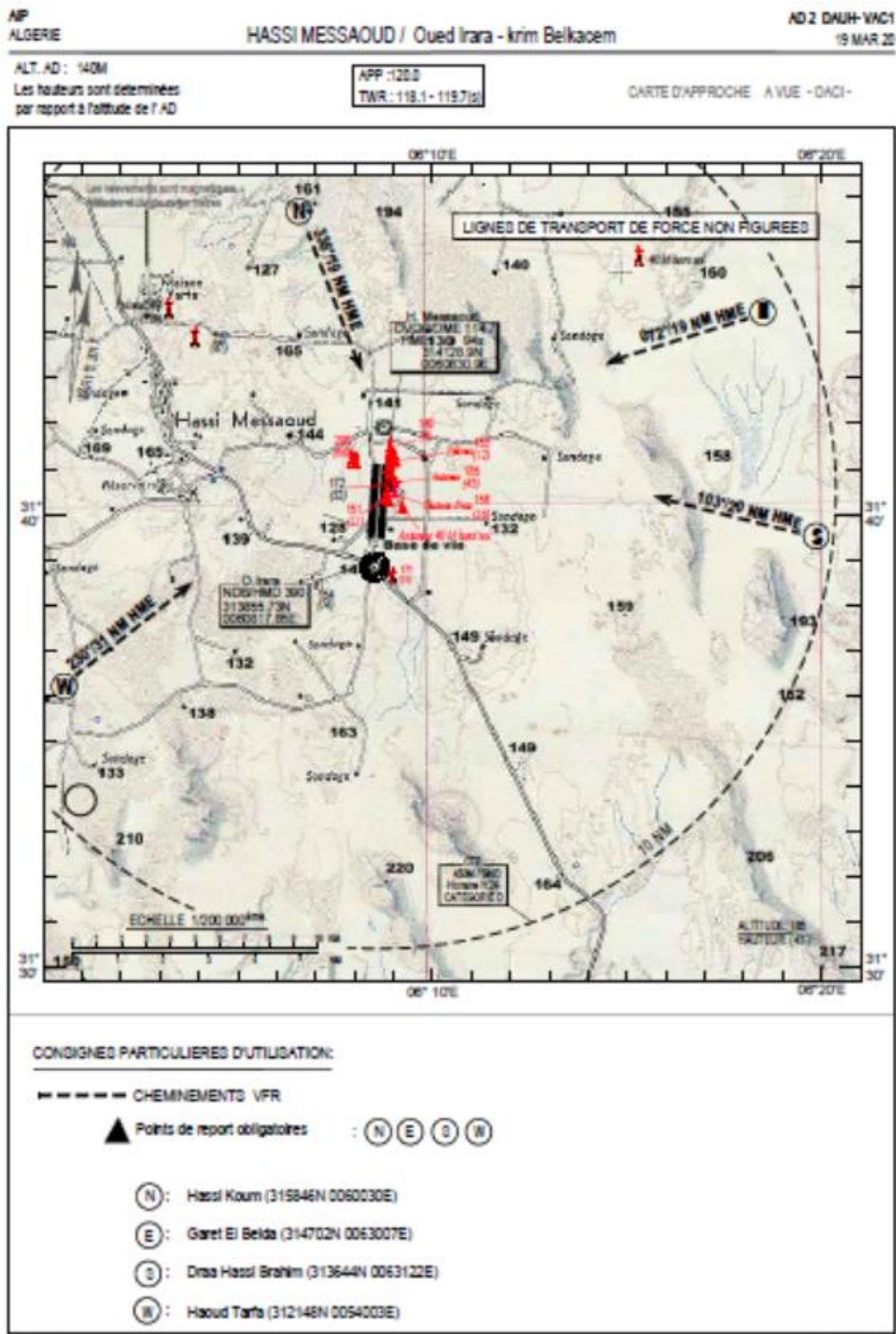
ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

CARTE DES ARRIVEES NORMALISEES AUX INSTRUMENTS (STAR) - OACI -



ANNEXE G : schéma de circulation aérienne de l'aérodrome de Hassi Messaoud

CARTE D'APPROCHE A VUE - OACI-



GéoTITAN :

Un logiciel conçu par des experts, pour des experts.

GéoTITAN gère, affiche et enregistre toutes les informations nécessaires à la conception des trajectoires IFR et des zones de protection associées, rapidement, avec précision et conformément à la norme DOC 8168-OPS /611. Il opère dans un environnement aéronautique géo référencé.

GéoTITAN propose une automatisation efficace de la conception au travers de fonctions puissantes et éprouvées, telles que :

- Calcul de toutes les trajectoires aéronautiques selon des lignes géodésiques (et non sur des lignes droites)
- Calcul automatique de l'altitude minimale de vol (OCA : Obstacle Clearance Altitude) lorsqu'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) est disponible.
- Calcul automatique des aires de protection des trajectoires.

Les buts de ce logiciel :

- Gestion des bases de données : (Géographique / Topographique / Aéronautique)
- 2- Aide au dessin des trajectoires
- 3- Aide à la protection des trajectoires
- 4- Aide à la création de cartes aéronautiques et de rapports
- 5- 5- Aide à la mise à jour des études

Système information géographique :

GéoTITAN, le logiciel de conception de procédure, s'appuie sur le Système d'Information Géographique GéoConcept.

GeoConcept : est un progiciel qui apporte une base de données et des fonctionnalités d'affichage de différents types d'informations dans un environnement géographique.

Ainsi, GeoConcept travaille normalement en coordonnées (X,Y) et en mètres, mais dans GéoTITAN le concepteur utilise directement WGS84 et des miles nautiques.

ANNEXE H : GeoTITAN

Afin de permettre aux utilisateurs de bénéficier des fonctionnalités les plus adaptées à chaque tâche, lors de l'installation de GéoTITAN les deux outils sont installés en parallèle:

GéoTITAN : est utilisé pour la gestion des données aéronautiques et la conception de procédure.

GeoConcept : est utilisé pour la préparation et l'intégration de données géographiques.