



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE BLIDA1



Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales

**Mémoire de fin d'études**  
**En vue de l'obtention du Diplôme de Master**  
**Option : Navigation Aérienne**  
**Spécialité : Exploitation Aéronautique**

## **THEME**

**Elaboration d'un schéma de circulation en  
Navigation Basée sur la Performance (PBN)  
Pour l'aéroport Ahmed Ben Bella -ORAN.**

**Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> Hadami **HAMADI**

M<sup>elle</sup> Katia **BENHAMMOUCHE**

**Encadreur: Mr Hamza A. BOUCHARB**

**Promoteur : Mr Amar ZABOT**

BLIDA, Septembre 2019

## Remerciements

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.*

*Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre reconnaissance à l'encadreur de ce mémoire, Monsieur Hamza Amine BOUCHARB, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions et qui a eu la gentillesse de faire de ce stage un moment très profitable et agréable.*

*Nous tenons à remercier spécialement Monsieur ELALOUANI Mohamed qui fut le premier à nous faire découvrir le sujet et celui qui nous a beaucoup appris au cours de ce stage, formé et accompagné.*

*Nous tenons également à exprimer notre grand respect et remerciement à Monsieur Amer Zobot, notre promoteur de l'institut d'aéronautique et des études spatiales pour ses conseils précieux, son aide et sa disponibilité .*

*Nous désirons aussi remercier les professeurs de l'institut d'aéronautique et des études spatiales qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires ainsi qu'aux membres du jury qui nous honorent de leur présence.*

*Une reconnaissance infinie à nos parents respectifs sans lesquels on n'aurait pas pu aboutir à l'accomplissement de ce travail.*

## Dédicaces

*Je dédie ce travail à mes parents qui m'ont comblé de tendresse et d'affection tout au long de mon parcours. Ils n'ont pas cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, toujours été présents à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour vous mes chers parents, recevez ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse dieu vous donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.*

*A mes deux frères, aux familles BENHAMMOUCHE et AFROUNE et toute personne venue me soutenir en ce jour si important.*

*A mes ami(e)s, collègues, mes amies de la résidence universitaire Soumaa 5 avec qui j'ai partagé de précieux moments et à toute personne qui m'estime.*

*KATIA BENHAMMOUCHE*

*Je dédie ce travail*

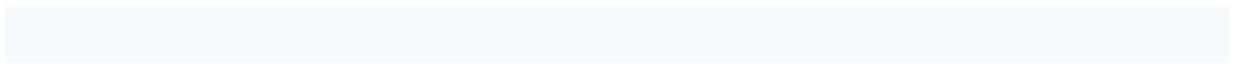
*A mes parents qui m'ont soutenus et encouragés durant ces années d'étude . Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A mes frères ADEL et TOUFIK qui me donnent de l'amour et de la vivacité et qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail ,ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours .*

*A ma sœur SAMAH aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur*

*A tous ceux que j'aime merci*

*HAMADI HADAMI*



## Résumé

L'objectif principale de ce mémoire c'est la résolution des contraintes qui se trouve au niveau de l'aéroport Ahmed Ben Bella –ORAN causées par la navigation conventionnelle notamment le temps d'exécution de vol ( STACK à 42 NM de la piste) aussi le chevauchement des aires de protection avec les zones à statut particulier (BOUSFER au nord , TAFRAOUI au sud ) ...et pour l'atteindre nous avons réalisé un schéma de circulation en Navigation Basée sur les Performances en s'appuyant sur les documents de référence de l'OACI tel que le manuel PBN (doc 9613) et le manuel exploitation technique des aéronefs (doc 8168 volume 2). Ce schéma est constitué des procédures départ RNAV GNSS, arrivée RNAV GNSS, approche PBN branchée ILS pour le QFU 25R et une approche LNAV /VNAV pour le QFU 07 L.

Les mots clés : RNAV, GNSS, LNAV / VNAV, PBN branchée ILS.

## ABSTRACT

The main objective of this memoir is the resolution of the constraints that is at the airport Ahmed Ben Bella ORAN caused by conventional navigation including flight execution time ( STACK at 42 NM from runway ) also the overlap of the protection areas with special status (BOUSFER in the north ,TAFRAOUI in the south ) and to reach it we realized a flow schema in Navigation Based on the Performances relying on the documents Reference Manual such as the PBN Manual (9613) and the Aircraft Technical Operations Doc (8168).This scheme consists of the following procedures: RNAV GNSS departure, RNAV GNSS arrivals, ILS PBN approach for QFU 25R and LNAV/VNAV approach for QFU 07L.

Key words: RNAV, GNSS, LNAV / VNAV, PBN branchée ILS.

## ملخص

القيود الموجودة في المطار أحمد بن بلة وهران الناجم عن الملاحة التقليدية حل الهدف الرئيسي من هذه المذكرة هو في 42 ميل بحري من المدرج) أيضاً تداخل مناطق الحماية مع المناطق ذات STACK (بما في ذلك وقت تنفيذ الرحلة في الجنوب) وللوصول إليها، أدركنا رسم تخطيطي للتدفق TAFRAOUI في الشمال، BOUSFER الوضع الخاص ( ووثيقة العمليات التقنية 9613 PBN) بالاعتماد على وثائق الدليل المرجعي مثل دليل (PBN) في التنقل على أساس الأداء ( RNAV GNSS والقادمين RNAV GNSS للطائرات (8168). يتكون هذا المخطط من الإجراءات التالية: المغادرين

المفتاحية الكلمات

RNAV, GNSS, LNAV / VNAV, PBN branchée ILS

## Liste des acronymes

### A

A/C	Aircraft (Aéronef).
ABAS	Aircraft-Based Augmentation System (Système de renforcement embarqué).
AIP	Aeronautical Information Publication (Publication d'information aéronautique).
AITA	International Air Transport Association (Association internationale du transport aérien).
ALT	Altitude (Altitude).
ARP	Aérodrome Référence Point (Point de référence de l'aérodrome).
ATS	Air Traffic Service (Service de la Circulation Aérienne).
ATT	Along Track Tolérance (Tolérance d'écart latéral).

### B

BV	Buffer Value (Valeur tampon).
----	-------------------------------

### D

DER	Departure End of the Runway (Extrémité départ de la piste).
-----	---

### E

EGNOS	Européen Géostationnaire Navigation Overlay Service (Service complémentaire européen de navigation par satellites géostationnaires).
-------	--

### F

FAF/P	Final Approach Fix /Point (Repère /Point d'approche finale).
FAS	Final Approach Segment (Segment d'approche finale).
FMS	Flight Management System (Système de gestion de vol).

### G

GBAS	Ground-based Augmentation System (Système de renforcement au sol).
GNSS satellite).	Global Navigation Satellite System (Système mondial de navigation par satellite).
GP	Glide Path (Alignement de descente).
GPS	Global Positioning System (Système de géolocalisation mondial).

## **H**

HL Height Loss (La marge de perte de hauteur).

## **I**

IAC Instrument Approach Chart (Carte d'approche aux instrument).

IAF Initial Approach Fix (Repère d'approche initiale).

ICAO International Civil Aviation Organisation (Organisation Aviation Civile Internationale).

IF Intermédiaire Fix (Repère d'approche intermédiaire).

IFR Instrument Flight Rules (Règle de vol aux instruments).

ILS Instrument Landing System (Système d'atterrissage aux instruments).

## **L**

LNAV Lateral Navigation (Navigation latérale).

## **M**

MAPT Missed Approach Point (Point d'approche interrompue).

MFO (MOC) Minimum obstacle clearance (Marge minimale de franchissement d'obstacles).

## **N**

NAVAID Navigational aid (Aide à la Navigation).

## **O**

OAS Obstacle Assessment Surface (Surface d'évaluation d'obstacles).

OBS Obstacle (Obstacle).

OCA/H Obstacle Clearance Altitude/ Height (Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles).

OIS Obstacle Identification Surface (Surfaces d'identification d'obstacles).

## **P**

PBN Performance Based Navigation (Navigation fondée sur les performances).

PDG Procedure Design Gradient (Pente de calcul de procédure).

## **Q**

QFU Magnetic orientation of runway (Direction magnétique de la piste).

## **R**

RDH Reference Datum Height (Hauteur de référence (ILS)).

RNAV Area Navigation (Navigation de surface).

RNP Required Navigation Performance (Qualité de Navigation Requise).

RWY Runway (Piste).

## **S**

SBAS Satellite -Based Augmentation System (Système de renforcement satellitaire).

SID Standard Instrument Departure (Départ Normalisé Aux Instruments).

SOC Start Of Climb (Début de la montée).

STAR Standard Arrival (Arrivée Normalisée Aux Instruments).

## **T**

TA/H Turn at an altitude height (Virage à une altitude/hauteur).

THR Threshold (Seuil).

TP Turning point (Point de virage).

TSE Total System Error (Erreur totale du système).

## **V**

VNAV Vertical Navigation (Navigation verticale).

VOR VHF Omni-directional Range (Radiophare omnidirectionnel VHF).

VPA Vertical path angle (Angle de trajectoire verticale).

## **X**

XTT Cross-Track tolerance (Tolérance d'écart latéral).



# Liste des figures

## Chapitre I Introduction à la PBN

Figure (I.1)	Organisation de l'ENNA.....	02
Figure (I.2)	Organisation de la DENA.....	03
Figure (I.3)	Navigation conventionnelle comparée à la navigation de surface.....	05
Figure (I.4)	Répartition des systèmes d'augmentation par satellites dans le monde.....	07

## Chapitre II initiation au projet PBN Oran

Figure(II.1)	carte d'approche normalisées aux instruments .....	09
Figure (II.2)	carte d'approche normalisées aux instruments.....	09
Figure (II. 3)	carte d'approche normalisées aux instruments.....	10
Figure (II.4)	carte d'approche normalisée aux instruments.....	10
Figure (II.5)	carte des départs normalisés aux instruments.....	11
Figure (II.6)	carte des arrivées normalisées aux instruments.....	11

## Chapitre III Réalisation des procédures en PBN pour l'aéroport d'Oran

Figure(III.1)	Détermination des distances minimales de stabilisation pour les deux types de waypoint. ....	17
Figure (III.2)	Fusion des aires différentes des segments en cas de convergence de 30°.....	18
Figure (III.3)	Fusion des aires différentes des segments en cas de divergence de 15°.....	18
Figure (III.4)	Fusion des aires entre phases de vol.....	19
Figure (III.5)	Virage par le travers avec angle de virage $\leq 90^\circ$ .....	20
Figure(III.6)	Virage par le travers avec angle de virage $> 90^\circ$ .....	20
Figure (III.7)	Virage par le travers avec angle de virage $\leq 90^\circ$ .....	25
Figure (III.8)	Virage avec survol, suivi d'un parcours DF — grand angle de virage .....	25
Figure(III.9)	Le dessin SID RNAV GNSS RWY 07L avec les protections des segments.....	26
Figure(III.10)	Schématisation d'un segment de précision .....	27
Figure(III.11)	Données à introduire au logiciel PANS_OPS.....	28
Figure(III.12)	coordonnée des points d'intersection des surfaces données par le logiciel PANS OPS .....	28

Figure (III.13)	Dessin du gabarit de surfaces OAS.....	28
Figure(III.14)	constantes OAS données par le logiciel PANS_OPS .....	29
Figure(III.15)	Calcul de la hauteur de surface OAS au-dessus de l'obstacle (z) par le logiciel PANS_OPS .....	30
Figure(III.16)	Emplacement du plan GP'.....	30
Figure (III.17)	Calcul OCH pour le segment d'approche final .....	30
Figure (III.18)	Calcul OCH pour le segment d'approche interrompu .....	31
Figure (III.19)	Choix de l'OCH de segment en cas de plusieurs obstacles perçant .....	31
Figure (III.20)	schématisation de la marge de la perte de hauteur de l'avion (HL) .....	32
Figure (III.21)	Segment final d'approche interrompue en ligne droite.....	33
Figure(III.22)	Données à introduire au logiciel PANS_OPS .....	34
Figure (III.23)	Constantes OAS données par le logiciel PANS_OPS .....	34
Figure (III.24)	Le dessin de la procédure d'approche PBN branchée-ILS.....	36
Figure (III.25)	Aires de protection pour une procédure LOC seulement .....	37
Figure (III.26)	Fusion des aires de protection à 30 NM de l'ARP .....	40
Figure (III.27)	Coupe transversale de l'aire d'un segment en ligne droite montrant une aire primaire et des aires secondaires.....	41
Figure (III.28)	Le dessin (avec outil GEOTITAN) des STAR RNAV GNSS RWY 25 R avec les protections de chaque segment.....	43
Figure (III.29)	Positionnement du MAPT pour une approche alignée sur la piste .....	44
Figure(III.30)	Evasement de 15° de part et d'autre de la trajectoire d'approche interrompue. ....	45
Figure(III. 31)	Aire APV Baro-RNAV — Surfaces OAS APV vue en plan (OCS d'aérodrome et de segment intermédiaire à 5 000 ft ou au-dessous) .....	46
Figure (III. 32)	Calcul de l'origine de la FAS, XFAS .....	47
Figure (III. 33)	Calcul de l'angle de la FAS ( $\alpha$ FAS).....	47
Figure (III.34)	Obstacles à l'approche interrompue.....	49
Figure (III. 35)	dessin de la procédure d'approche APV BARO VNAV avec les protections associées.....	51

# Liste des tableaux

## Chapitre I Introduction à la PBN

Tableau (I.1)	Désignations de spécification de navigation.....	06
Tableau(I.2)	Opérations PBN et senseurs. ....	06

## Chapitre II Initiation au projet PBN Oran

Tableau (II.1)	Emplacement de l'aérodrome.....	13
Tableau (II.2)	Obstacle de l'aire d'approche et de décollage.....	14
Tableau (II.3)	Obstacles artificiels des aires de manœuvres à vue et d'aérodrome.....	14
Tableau (II.4)	Obstacles artificiels.....	15

## Chapitre III : réalisation des procédures en PBN pour l'aéroport d'Oran

Tableau (III.1)	Angle d'inclinaison latérale selon la distance le long de la trajectoire depuis l'ARP.....	17
Tableau (III.2)	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) .....	18
Tableau (III.3)	Définitions de point de virage amont et point de virage aval .....	21
Tableau (III.4)	Les WP leurs XTT ATT et la ½ A/W .....	23
Tableau (III.5)	Positionnement des segments.....	24
Tableau (III.6)	Les paramètres du virage <math>< 90^\circ</math> où angle de virage est <math&gt;30^\circ&lt; math&gt;.....<="" td=""><td>24</td></math&gt;30^\circ&lt;>	24
Tableau(III.7)	Formules de calcul des coordonnées du gabarit d'extension de la surface OAS ...	29
Tableau (III.8)	Des valeurs de marge de perte de hauteur (HL) selon la catégorie de l'avion .....	32
Tableau (III.9)	Coordonnées des points d'intersection des surfaces OAS.....	34
Tableau (III.10)	Coordonnées des points d'intersection de l'extension des surfaces OAS .....	35
Tableau (III.11)	L'OCH au segment d'approche finale.....	35
Tableau (III.12)	XTT ATT et la ½ A/W pour les STAR en RNP1.....	42
Tableau (III.13).	XTT ATT et la ½ A/W pour les STAR en RNAV 1.....	42
Tableau (III.14)	Les OCA des segments d'arrivée.....	42
Tableau (III.15)	Paramètres caractérisant les segments .....	45
Tableau (III.16)	valeurs des paramètres caractérisant le MAPT .....	45
Tableau (III.17)	Équations de la surface Zi selon la catégorie d'aéronef.....	50

# Table des matières

---

Résumé

Remerciement

Dédicace

Liste des acronymes

Liste des figures

Liste des tableaux

**Introduction générale .....1**

## **Chapitre I : Introduction à la PBN**

I.1 Présentation du lieu de stage .....02

1.1 Introduction .....02

1.2 Présentation de l'établissement d'accueil « l'ENNA » .....02

1.3 Organisation de l'ENNA .....02

1.4 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA) .....03

1.5 Le Département de la Circulation Aérienne (DCA) .....03

1.6 Conclusion .....04

I.2 la navigation basée sur les performances (PBN) .....05

2.1 Introduction .....05

2.2 La navigation basée sur les performances .....05

2.3 La navigation de surface RNAV .....05

2.4 La performance de navigation requise .....05

2.5 Spécification PBN .....05

2.6 Les Senseurs PBN .....06

2.7 GNSS (Global Navigation Satellite System) .....06

2.8 Plan national de la mise en œuvre de la navigation basée sur les performances .....07

2.9 Plan d'action ENNA pour la mise en œuvre PBN mise à jour à compte du 05/05/2019 court

# Table des matières

---

terme.....	07
2.10 conclusion .....	08

## **Chapitre II Initiation au projet PBN Oran**

II.1 Etude de l'existant .....	09
1.1 Introduction .....	09
1.2 Procédures existantes .....	09
1.3 Conclusion.....	12
II.2 Analyse des paramètres de réalisation d'une procédure .....	13
2.1 Introduction .....	13
2.2 Analyse et définition des besoins opérationnels .....	13
2.3 Analyse et étude de l'environnement .....	13
2.3. 1Présentation de l'aéroport Ahmed ben Bella Oran.....	13
2.3. 2Information sur les deux pistes.....	14
2.3. 3Obstacles de l'aérodrome .....	14
2.3. 4Les obstacles naturels .....	15
2.4 Analyse des scénarios .....	15
2.5 Conclusion .....	15

## **Chapitre III : Réalisation des procédures en PBN pou l'aéroport d'Oran**

III.1 Les critères généraux de la conception d'une procédure en PBN.....	17
1.1 Introduction .....	17
1.2Détermination de la longueur minimale de segment .....	17
1.3 Distances minimales de stabilisation (MSD).....	17
1.4 Aire de franchissement d'obstacles.....	18
1.5 Fusion de segments de largeurs différentes.....	18
1.6 Fusion des aires de protection entre les phases de vol.....	19

# Table des matières

---

1.7 Construction et protection des virages .....	19
1.7 .1Méthode de spirale de vent .....	19
1.7 .2.Détermination des points de virage amont et aval.....	21
1.7 .3Les paramètres de virage .....	21
1.8Conclusion .....	21
III.2 Elaboration de la procédure de départ en PBN (SID).....	22
2.1Introduction .....	22
2.2 Partie théorique.....	22
2.2.1 Les règles à suivre pour concevoir une procédure de départ.....	22
2.2. 2 Le traitement d'obstacles .....	22
2.3Partie pratique .....	23
2.3.1Les scénarios adoptés pour les départs .....	23
2.3.2 Aire de franchissement d'obstacles .....	23
2.3.3 Construction des virages .....	24
2.3.4 Traitement des obstacles .....	26
2.3.5Le dessin final.....	26
2.4 Conclusion.....	26
III.3Élaboration de la procédure BRN branchée-ILS.....	27
3.1Introduction.....	27
3.2PARTIE THEORIQUE .....	27
3.2 .1 Le segment de précision.....	27
3.2.2 Marge de franchissement d'obstacles du segment de précision selon des critères de surfaces d'évaluation d'obstacles (OAS).....	28
3.2. 3 Segment d'approche intermédiaire .....	32
3.2.4 Segment d'approche initiale .....	32
3.2.5 Approche interrompue finale en ligne droite.....	33

# Table des matières

---

3.3 Partie pratique .....	33
3.3.1 Scénarios adoptés.....	33
3.3.2 Segment de précision.....	34
3.3.3 Segment d'approche intermédiaire.....	35
3.3.4 Segment d'approche initiale .....	35
3.3.5 Approche interrompue finale en ligne droite.....	35
3.3.6 Le dessin final .....	36
3.4 Conclusion.....	36
III.4 Procédure en LOC seulement (GP INOP).....	37
4.1 INTRODUCTION.....	37
4.2 La partie théorique .....	37
4.2.1 Les critères généraux .....	37
4.2.2 Aires de protection .....	37
4.2.3 Franchissement d'obstacles.....	38
4.3 la partie pratique.....	38
4.3.1 Positionnement des points.....	38
4.3.2 Traitement des obstacles .....	39
4.4 Conclusion.....	39
III.5 Élaboration des procédures d'arrivée en PBN (STAR).....	40
5.1 Introduction .....	40
5.2 La partie théorique.....	40
5.2.1 Concepts généraux pour les arrivées.....	40
5.2.2 Franchissement d'obstacles .....	41
5.3 La partie pratique .....	41
5.3.1 Les scénarios adoptés pour les arrivées .....	41

# Table des matières

---

5 .3.2 Aire de franchissement d'obstacles .....	41
5 .3.2 Aire de franchissement d'obstacles .....	42
5 .3.3 Traitement des obstacles.....	42
5 .3.4 Le dessin final.....	43
5.4 Conclusion .....	43
III.6 Élaboration de la procédure APV BARO VNAV (LNAV/VNAV).....	44
6.1 Introduction.....	44
6 .2 Partie théorique .....	44
6.2 .1 Segment d'approche finale.....	44
6 .2.2 Segment d'approche interrompue .....	44
6.3 Partie pratique .....	45
6.3 .1 Paramètres caractérisant le segment final, intermédiaire et initial.....	45
6. 3.2 Segment d'approche interrompue .....	45
6.4 Partie théorique .....	46
6.4.1 Angle de trajectoire verticale (VPA).....	46
6.4.2 Segment APV.....	46
6.4.3 Définition de l'OAS.....	46
6.4.4 Détermination de l'OCH pour le segment APV.....	48
6.5 Partie pratique .....	50
6.5.1 Vérification de la VPA minimale.....	50
6.5.2 Surface d'approche finale (FAS).....	50
6.5.3 Surface d'approche interrompue (Z).....	50
6.5.4 Détermination de l'OCH pour le segment APV.....	50
6.5.5 Le dessin final .....	51
6.6 Conclusion .....	51
III. 7 Élaboration de la procédure d'attente point fixe.....	53
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>54</b>

# Table des matières

---

Annexes  
Bibliographie

## Introduction générale

Dans le cadre du plan PBN national pour la phase court terme qui consiste à élaborer des schémas de circulation aérienne des SID et STAR (RNAV 1) et des procédures d'approches (RNP APCH) pour les cinq aérodromes dotés d'un service d'approche (Alger, Hassi Messaoud, Oran, Constantine et Annaba)

Notre projet porte sur la réalisation d'un schéma de circulation aérienne en PBN pour l'aérodrome d'Oran. Ce schéma prend en considération les contraintes suivantes :

- 1) Les zones à statuts particuliers : les plus contraignantes sont les zones militaires TAFRAOUI (DA D74 A, B ,C) et BOUSFERT (DA D74 A, B ,C ,D) .Les deux zones forment un couloir étroit autour des deux pistes .Ce qui engendre un chevauchement avec les départs et ces zones dangereuses pénalisant ainsi les procédures de départs actuelles vers le nord et vers le sud ,et vue que les trajectoires conventionnelles dépendent des moyens sols , les surfaces de protections grandissent proportionnellement à l'éloignement de l'avion par rapport à ces moyens sols ce qui fait qu'on que nous sommes restés liés à ces moyens sols d'une part et d'une autre part coincés entre les deux zones. .
- 2) Nous avons une contrainte majeure par rapport aux procédures existantes qui est la position de l'attente actuelle qui se trouve à 42NM par rapport à la piste, ce qui a créé un problème en temps d'exécution des procédures d'approche actuelle c.-à-d. avec une distance de (42 NM) on se trouve à 11 min de temps d'exécution de la procédure d'approche pour le premier avion et de 22 min pour le deuxième avion ainsi de suite. Ajoutant à cela la consommation de carburant et les nuisances environnementales à cause des émissions des gaz co2.
- 3) L'absence d'une procédure d'approche pour les arrivées venant de l'ouest.
- 4) Les contraintes liées à la gestion de trafic en matière de capacité de l'espace aérien : l'encombrement sur les routes principales et aux points d'intersection qui crée des retards et une charge de travail pour les contrôleurs.

Pour résoudre les problèmes déjà cités nous devons répondre aux questions suivantes :

- 1) Comment libérer les départs avec virages vers le nord et vers le sud ?
- 2) Quel est la position idéale de l'attente pour éviter le chevauchement avec les zones et l'attente ?
- 3) Comment résoudre les problèmes liés à la gestion de trafic

Notre travail est construit comme suit :

Le premier chapitre englobe les définitions et les généralités sur la PBN, le second chapitre décrit le projet PBN pour l'aéroport d'Oran, le troisième chapitre explique les méthodes de réalisation de l'ensemble des procédures constituant le schéma de circulation PBN Oran.

# Chapitre I

## Introduction à LA PBN

---

## I.1 Présentation du lieu de stage

### 1.1 Introduction

Le stage pratique de notre mémoire de fin d'étude fut réalisé au sein de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne au niveau du Département de la Circulation Aérienne pendant 8 mois.

### 1.2 Présentation de l'établissement d'accueil « l'ENNA »

L'Etablissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A.) est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'état ; Placé sous la tutelle du Ministère des Transports, il a pour mission principale d'assurer le service de la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien algérien pour le compte et au nom de l'Etat algérien ainsi que 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. De plus, Il est chargé du contrôle et du suivi des appareils en vol ainsi que de la sécurité aérienne.[1]

### 1.3 Organisation de l'ENNA

L'Etablissement National de la Navigation Aérienne est structuré comme suit :

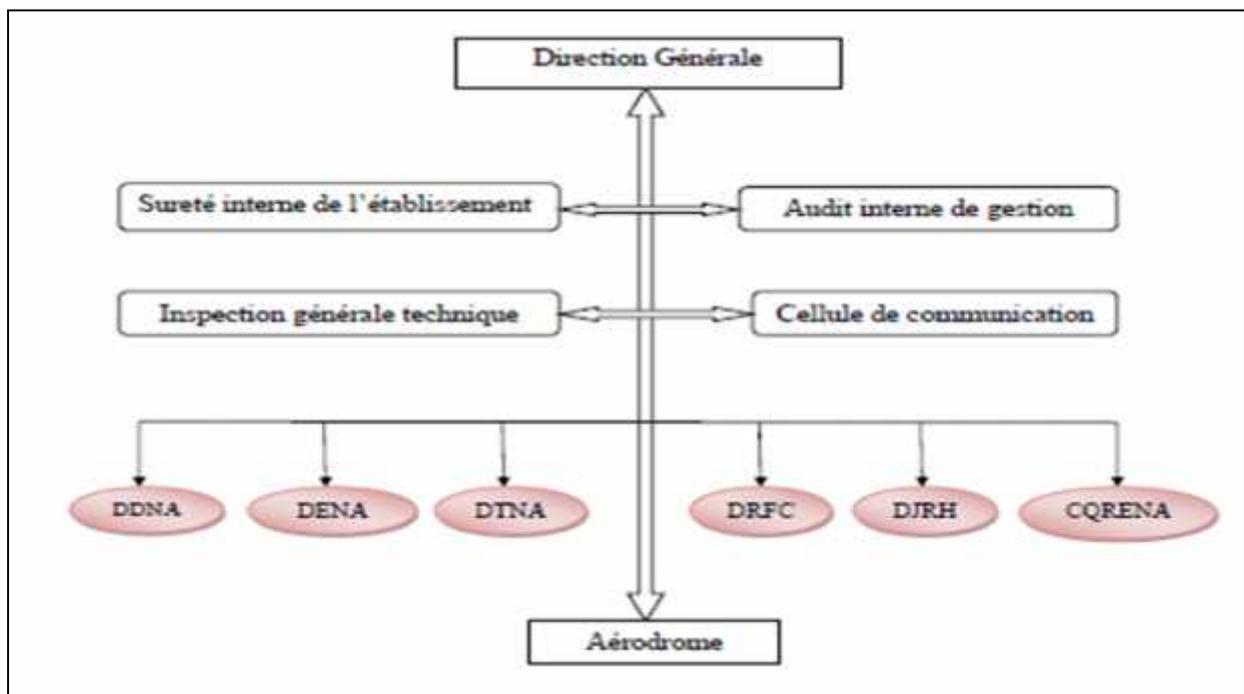


Figure (I.1) Organisation de l'ENNA.[1]

- **DDNA** : Direction de Développement de la Navigation Aérienne.
- **DENA** : Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne.
- **DTNA** : Direction Technique de la Navigation Aérienne.
- **DRFC** : Direction des Ressources, des Finances et de la Comptabilité.
- **DJRH** : Direction Juridique et Ressources Humaines.
- **CQRENA** : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.
- **AERODROMES** : Directions de la Sécurité Aéronautique.
- **25 Aérodrômes nationaux.**
- **11 Aérodrômes internationaux.**

#### 1.4 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA)

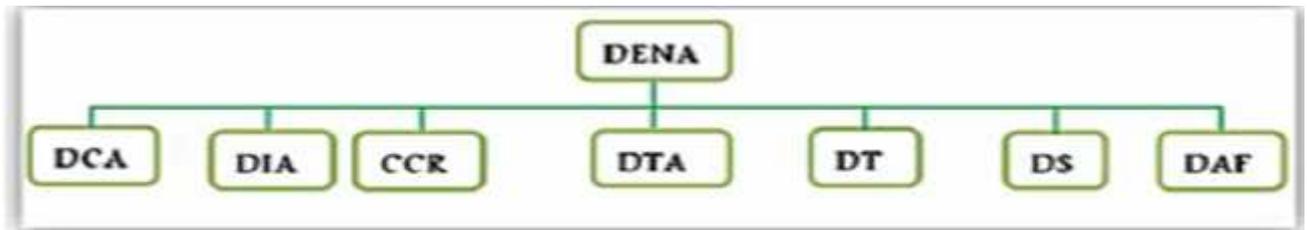


Figure (I.2) Organisation de la DENA.[1]

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

#### 1.5 Le Département de la Circulation Aérienne (DCA)

Le département de la circulation aérienne est chargé du contrôle et du suivi de l'espace Aérien géré par les aérodrômes et le CCR ainsi que les études liées au développement de la Navigation aérienne. Il chapeaute deux services :

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

## **Le Service Etudes et Développement (SED)**

Il est chargé des tâches suivantes :

- Elaboration des plans des servitudes aéronautique de dégagement des aérodromes.
- Etude des obstacles à la navigation aérienne.
- Elaboration des cartes d'obstacles d'aérodromes.
- Etude des schémas de la circulation aérienne.
- La conception de procédures de départs et d'arrivées aux instruments (SID, STAR) pour les services de contrôle d'approche.
- La conception des procédures d'approches aux instruments (classiques, précision et à vue) pour l'ensemble des aérodromes.
- Mise à jour de l'AIP Algérie selon les informations aéronautique émanant de DSA des aérodromes
- Analyses des anomalies d'exploitation émanant des compagnies aériennes et les centre de contrôles et aérodromes.
- Examens des dossiers de l'homologation des pistes des aérodromes.
- Missions de choix de site pour l'installation et déplacement des moyens de radionavigation.
- Elaboration des manuels d'exploitation des services de la circulation aérienne.
- Participation à la mise en œuvre du SGS au niveau des aérodromes et du CCR.

## **1.6 Conclusion**

Le stage pratiqué à l'ENNA nous a permis de comprendre le rôle et la fonction de chaque département notamment le département de la circulation aérienne au sein duquel nous avons pu acquérir une certaine expérience en matière de conception de procédure.

## I.2 la navigation basée sur les performances (PBN)

### 2.1 Introduction

Les contraintes liées à la navigation conventionnelle (manque de flexibilité, trajectoire longue, coûts d'implémentation d'aide au sol...) ont amené la navigation aérienne à chercher des solutions pour remédier à ces problèmes.

### 2.2 La navigation basée sur les performances

Navigation de surface fondée sur des exigences en matière de performances (intégrité, continuité et précision) que doivent respecter les aéronefs volant sur une route ATS, selon une procédure d'approche aux instruments ou dans un espace aérien désigné. [2]

### 2.3 La navigation de surface RNAV

La RNAV est une méthode de navigation permettant les opérations aériennes sur n'importe quelle trajectoire voulue, à l'intérieur de la couverture des aides à la navigation (NAVAID) à référence sur station ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou grâce à une combinaison de ces deux moyens. Ceci élimine la restriction imposée sur les routes et les procédures conventionnelles là où les aéronefs doivent survoler des NAVAID référencées, permettant ainsi souplesse opérationnelle et efficacité.

### 2.4 La performance de navigation requise

Les spécifications RNP sont conçues pour appuyer les opérations qui requièrent une plus grande assurance d'intégrité, en permettant au pilote de se rendre compte quand le système de navigation ne fournit pas les performances requises pour l'opération en cours, ou n'y parvient pas avec la garantie d'intégrité voulue. Les systèmes RNP apportent une meilleure assurance d'intégrité et par le fait même des avantages en sécurité, efficacité et capacité. La RNAV et la RNP sont essentiellement semblables car toutes les deux permettent une tolérance pour 95 % du temps de vol. La principale différence tient à ce qu'on exige de la RNP des dispositifs embarqués de surveillance de la performance et d'alerte ce qui n'est pas le cas pour la RNAV.

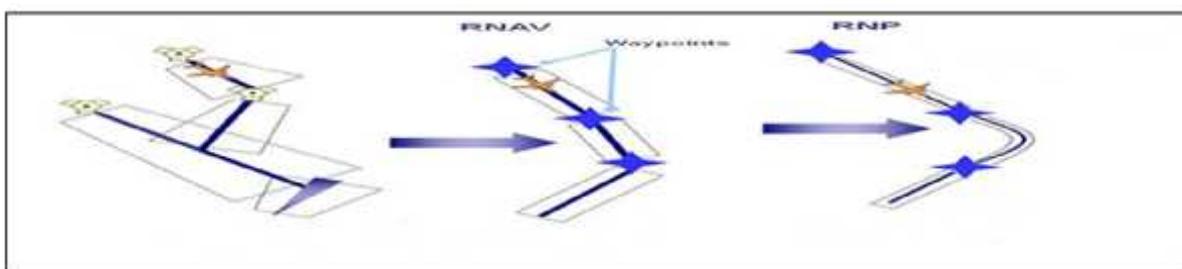
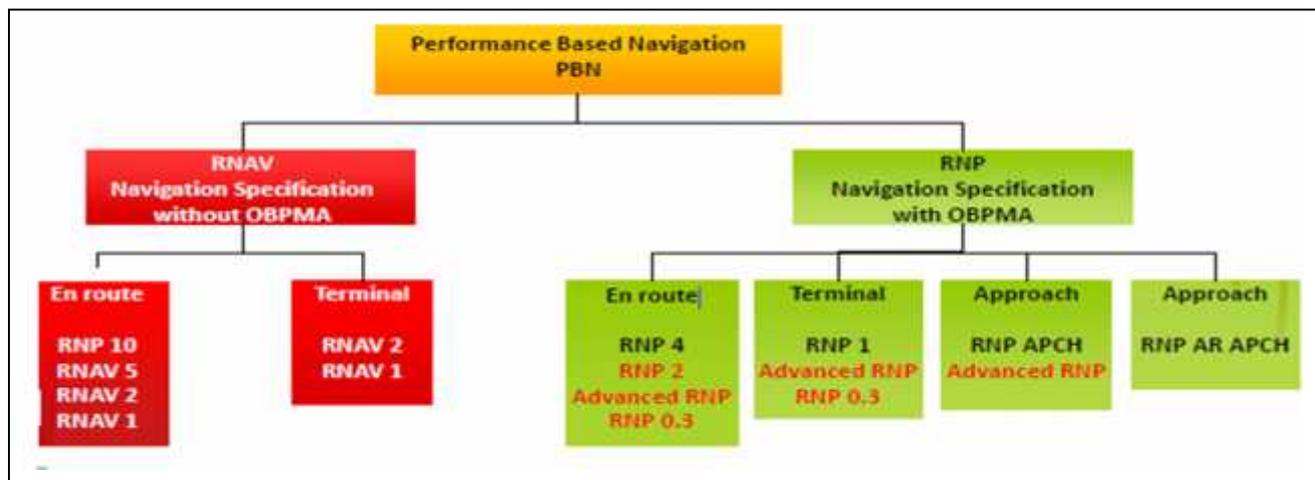


Figure (I. 3) Navigation conventionnelle comparée à la navigation de surface.

### 2.5 Spécification PBN

Définies selon deux critères : **1) La phase de vol** : en route ou bien terminale (départ et arrivée (1NM), **Approche** (0,3 NM à 0,1 NM). **2) la région** : océanique et en route (désertique) (12,6 NM à 4NM) ; en route continentale (5NM à 2 NM).

Tableau (I.1) Désignations de spécification de navigation.[3]



### 2.6 Les Senseurs PBN

Des senseurs PBN sont définis pour chaque spécification

Tableau (I.2) Opérations PBN et senseurs. [4]

CLASS	RNAV 5	SID RNAV1 STAR RNAV1 INA RNAV1	RNP APCH		
			NPA	APV Baro VNAV	APV SBAS
VOR/DME	Blue				
DME/DME (INS)	Blue	Blue			
ABAS	Blue	Blue	Blue	Blue	
SBAS	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

### 2.7 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.

#### Augmentation GNSS

Des satellites ou des balises de correction émettent des signaux supplémentaires « systèmes d'augmentation » Pour assurer des performances de précision de système d'augmentation au sol (GBAS), système d'augmentation des aéronefs (ABAS), système d'augmentation par satellite (SBAS).

On s'intéresse à l'EGNOS qui couvre une partie du nord de l'espace aérien Algérien EGNOS est un système de correction du GPS assurant la couverture d'une zone centrée sur l'Europe. Ce système peut rendre disponible en temps réel, grâce à des satellites géostationnaires de télécommunication, des corrections différentielles (troposphère, ionosphère) ainsi information d'intégrité. Les signaux transmis sont semblables à ceux de GPS. L'objectif d'EGNOS est donc de permettre l'utilisation du GPS en toute sécurité.

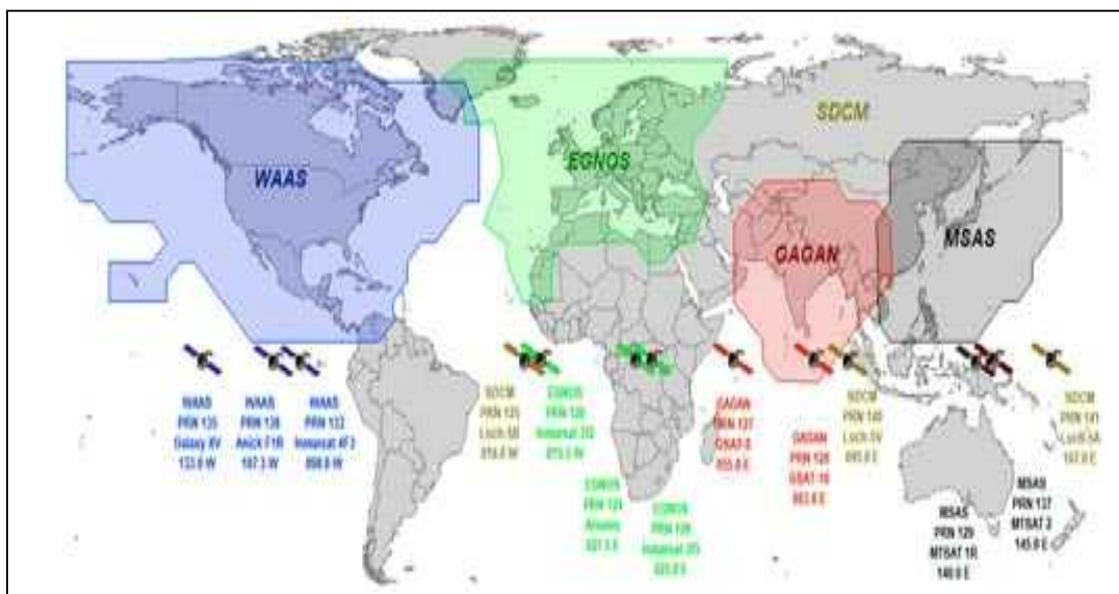


Figure (I.4) Répartition des systèmes d'augmentation par satellites dans le monde.[5]

## 2.8 Plan national de la mise en œuvre de la navigation basée sur les performances

Il contient la stratégie d'état pour mettre en œuvre des procédures basées sur les performances. L'élaboration du schéma de circulation PBN en phase terminale pour l'aéroport d'Oran est une partie inscrite dans la phase court terme. Les Phases du plan de mise en œuvre sont le Court terme (2015/2019), le Moyen terme (2020/2024) et le Long terme (2025 et après).[6]

## 2.9 Plan d'action ENNA pour la mise en œuvre PBN mise à jour à compte du 05/05/2019 court terme

### A/Planification :

1. Approbation des exigences opérationnelles : **route** (RNAV5), espace **terminal (SID/STAR)** (RNAV1), **approche** (RNP APCH)
2. Création et identification du groupe de travail PBN : un premier groupe de travail a été créé le 07 avril 2015 chargé d'élaborer le **plan national PBN Algérie**, Un deuxième groupe de travail pluridisciplinaire a été créé le 02/05/2017 chargé d'exécuter le dit plan et la désignation d'**un point focale PBN Algérie**.
3. Automatisation de la conception des procédures de vol  
Acquisition d'un nouveau système automatique de conception des procédures de vol PANS-OPS.
4. Le système PANS-OPS nécessite la préparation d'une base de données numérique (numérisation des informations aéronautiques, les obstacles...)
5. Formation continue /rafraichissement du personnel concepteur des procédures de vols aux instruments ainsi que les procédures PBN.
6. Analyse des scénarios possible des schémas de circulation aérienne :SID, STAR et procédure RNP APCH pour les cinq (05) services d'approches (les aérodromes : Alger, Constantine, Oran et Annaba, Hassi –Messaoud)

7. Bases de données obstacles numériques.

### **B/Conception réalisation des scenarios**

8. La conception de l'espace aérien et confirmation des spécifications de navigation recommandées par l'OACI.

a) Transition des routes RNAV existantes en RNAV 5 :

Les actions achevées sont comme suit :

- 1) Réglementation : Elaboration d'un projet AIC portant sur la mise en œuvre de la RNAV 5.
- 2) Design : la conception des routes est réalisée conformément au DOC 8168 PANS-OPS.
- 3) Etude de sécurité : Elaboration d'une étude de sécurité par rapport au passage en RNAV 5.

Les actions en cours :

- 4) Formation de familiarisation des contrôleurs C. A : la formation est planifiée à partir du mois de Juin.
  - 5) CNS : (simulation des moyens conventionnels) ;
- b) Conception SID et STARS RNAV pour les cinq (05) services d'approches.
- c) Conception des attentes et les procédures RNP APCH (une procédure BAROVNAV pour les 5 services d'approches).

9. Critères de sécurité, études de sécurité et politique de sécurité : l'étude de sécurité sera entamée dès que la première procédure sera finalisée.

10. Pré-validation des procédures conçues (revoir le design réalisé par rapport les scénarios arrêtés).

### **C/Validation :**

11. Validation au sol (par des concepteurs qui n'ont pas participer dans la conception)

12. Validation en vol (check des procédures par l'avion labo en coordination et les concepteurs)

13. Formation du personnels ATC.

### **D/L'implémentation :** Approbation par la DACM :

14. Publication par AIRAC

15. Le suivi post PBN.[7]

## **2.10 Conclusion**

La navigation basée sur les performances est le nouveau saut dans le domaine de conception de procédures de navigation aérienne qui permet de couvrir les lacunes de la navigation conventionnelle.

# Chapitre II

## Initiation au projet PBN Oran

---

## II.1 Etude de l'existant

### 1.1 Introduction

Afin de ressortir les contraintes et leurs trouver des solutions, nous avons fait une étude pour tout ce qui est existant en termes de cartes de procédures de navigation (carte SID, carte STAR, cartes d'approches).

### 1.2 Procédures existantes

L'aérodrome d'Oran dispose de quatre (04) procédures d'approche aux instruments (IAC) :

Pour la piste 07R/25L : **Procédure VOR DME-ORA**



Figure (II.1) carte d'approche normalisées aux instruments.[8]

### Procédure VOR DME-ORA /ILS

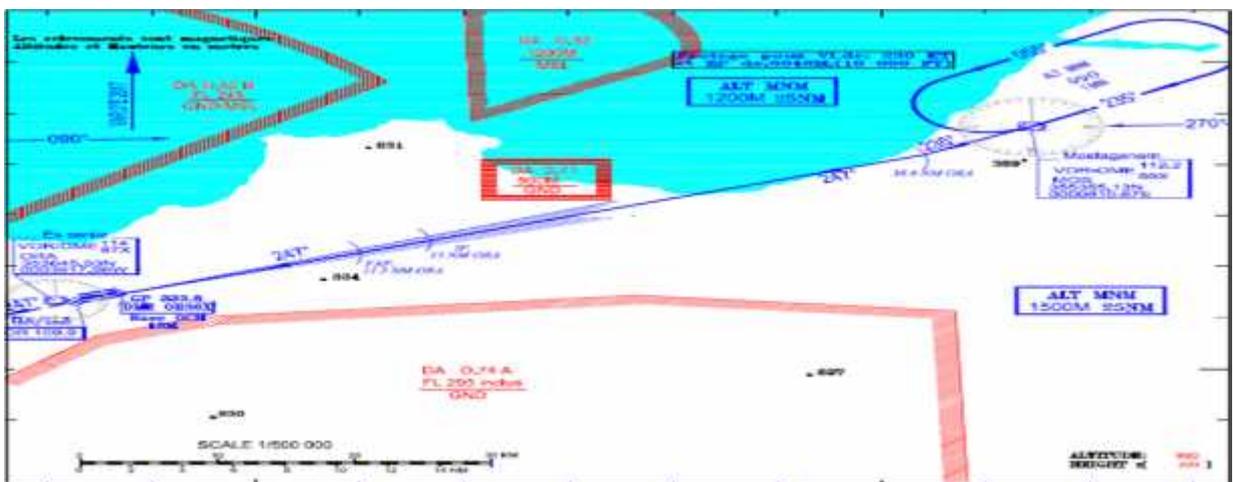


Figure (II.2) carte d'approche normalisées aux instruments.[8]

Pour la piste 07L/25R : Procédure ILS

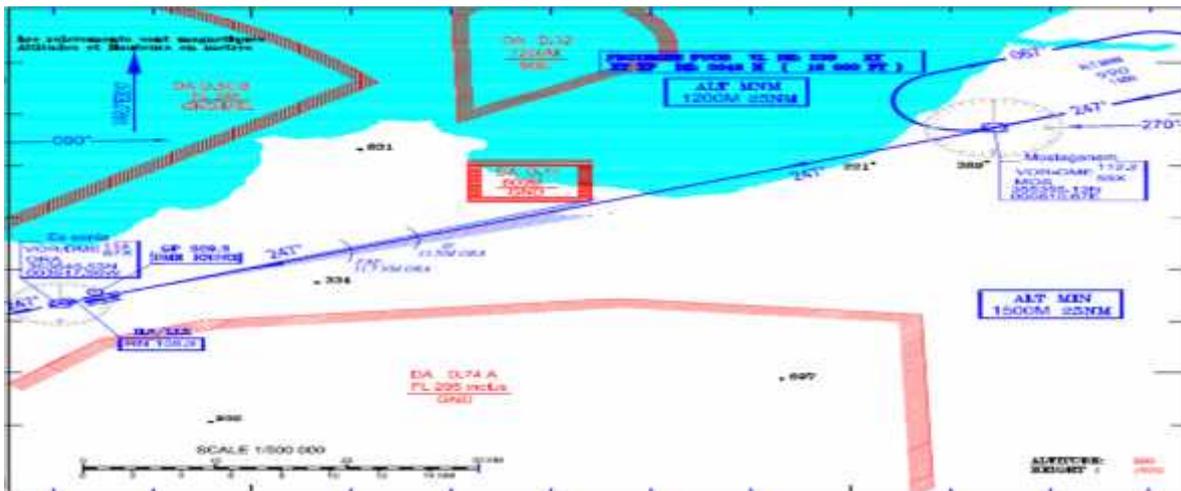


Figure (II. 3) carte d'approche normalisées aux instruments.[8]

Procédure VOR / DME ORA

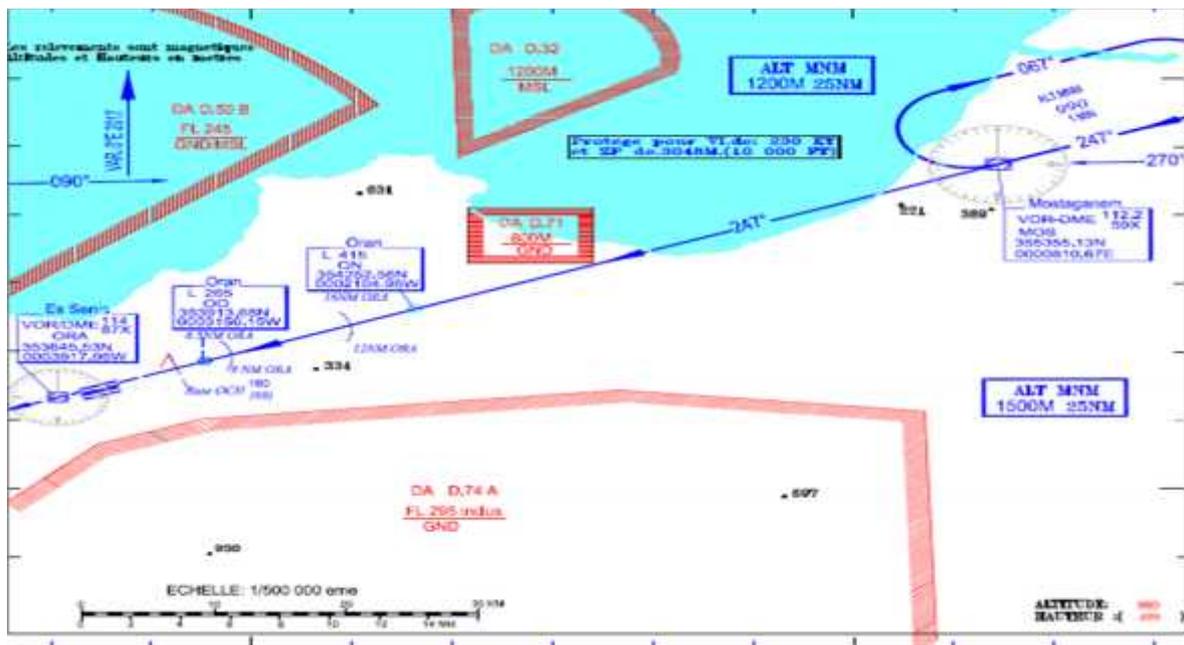


Figure (II.4) carte d'approche normalisée aux instruments.[8]

Cet aéroport dispose aussi des cartes de départs normalisés aux instruments (SID) nous avons 8 SID qui sont les suivants : SID 71 THR 07L/07R vers HILL et CHE ; SID 51 THR 25R vers TRB ;SID 72 THR 07L vers GOMRI et BAY ;SID 52 THR 25R vers GRS ; SID 73 THR 07L vers HMB et OJD ; SID 53 THR 25R vers TLM ; SID 74 THR 07L vers BAHRI et HAMRA ;SID 54 THR 25R vers LABRO.

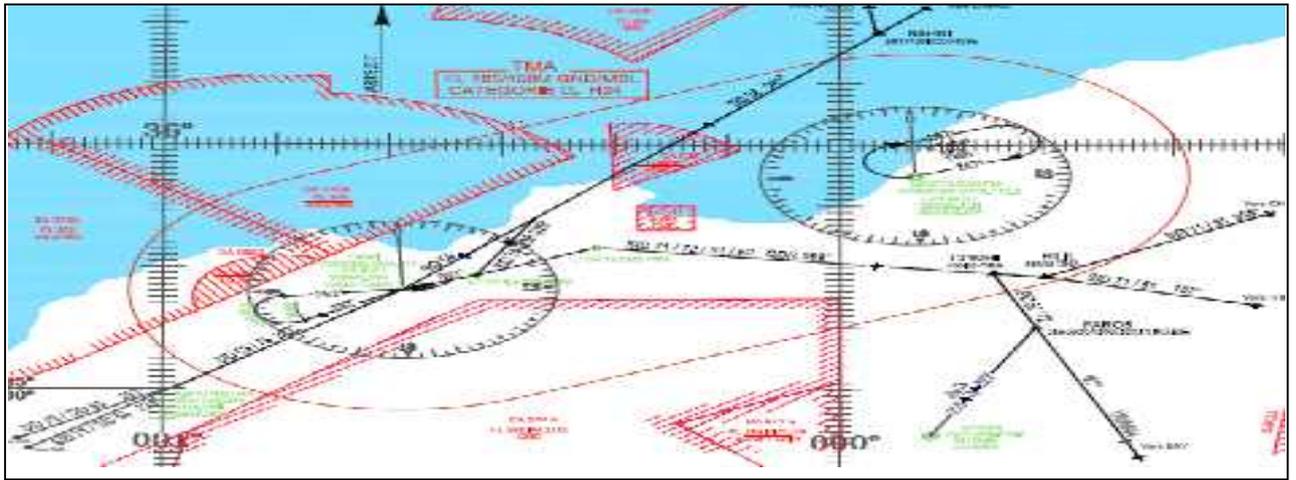


Figure (II.5) carte des départs normalisés aux instruments.[8]

Cet aéroport dispose aussi de cartes arrivées normalisées aux instruments (STAR) on en compte 7 STAR :de HAMRA, BAHRI, TARIK, LABRO, CHE, DAHRA, TRB, BAY, GHRIS, FAROS rejoignant le point d'attente VOR /DME MOS et une STAR venant de H. BOU HAJAR .

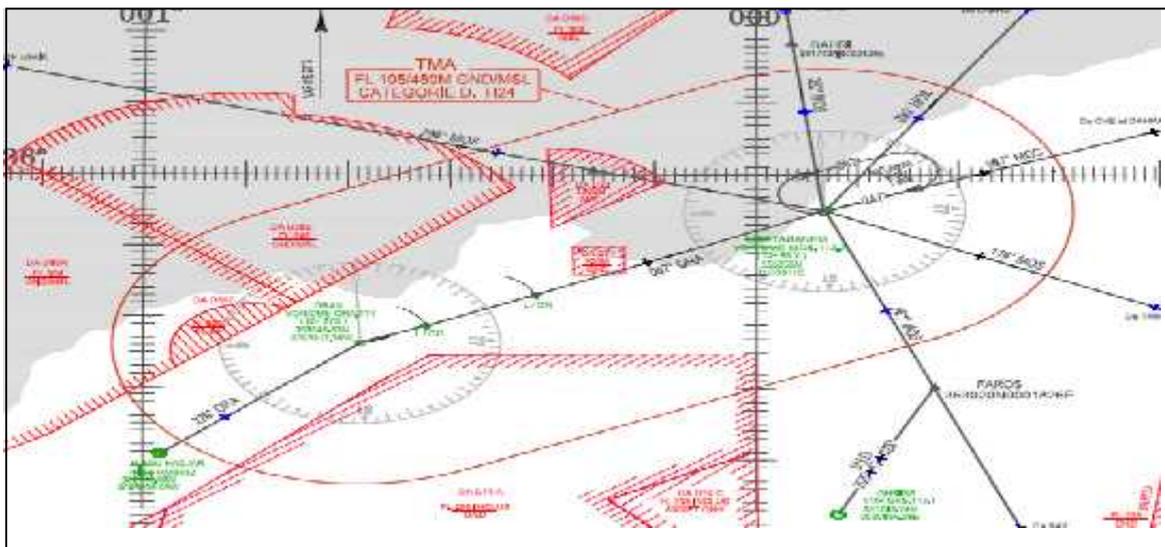


Figure (II.6) carte des arrivées normalisées aux instruments.[8]

### Circuit d'attente (STACK)

Situé à 42NM de VOR /DME ORA et s'effectue sur le VOR/DME MOS.

- L'orientation du circuit est : 056°/236°
- Le temps d'éloignement est d'une (1) minute
- La séquence d'approche : les seuils 25 R et 25L : 7 minutes, les seuils 07L/07R : 12 minutes.

### 1.3 Conclusion

Après avoir fait l'étude de l'existant de l'aérodrome d'ORAN, on conclue que les contraintes majeures au sein de cet aérodrome sont : Le STACK qui se trouve à VOR/DME MOS à 42 NM de la piste cause une contrainte en temps d'exécution des procédures d'approches et d'arrivées , la présence de zones dangereuses formant un couloir étroit au tour des deux pistes empêche de mettre en place des virages vers le nord (chevauchement avec la zone dangereuse BOUSFER ) et les virages vers le sud (chevauchement avec la zone dangereuse TAFRAOUI) ; pénalisant ainsi toute flexibilité de circulation des aéronefs ce qui n'arrange pas la situation du trafic vu le grand nombre d'arrivées et de départ de cet aérodrome.

## II.2 Analyse des paramètres de réalisation d'une procédure

### 2.1 Introduction

Une procédure aux instruments est un ensemble de trajectoires protégées basées sur un ou plusieurs moyens radioélectriques ou sur des points de cheminement calculés, destinée aux aéronefs volant selon les règles de vol IFR. Pour réaliser des procédures de navigation trois paramètres sont à prendre en considération :

- Analyse et définition des besoins opérationnels.
- Analyse et étude de l'environnement.
- Analyse des scénarios.

### 2.2 Analyse et définition des besoins opérationnels

Prise en considération des avis des contrôleurs et des pilotes ; le concepteur facilite la tâche des contrôleurs en matière de gestion de trafic et pour les pilotes en matière d'exécution et pilotabilité en réalisant des procédures plus flexibles et maniables.

### 2.3 Analyse et étude de l'environnement

#### 2.3. 1 Présentation de l'aéroport Ahmed ben Bella Oran

L'aéroport international d'Oran - Ahmed Ben Bella (code AITA : ORN - code OACI : DAOO), anciennement connu sous le nom d'Aéroport d'Oran - Es Sénia, est un aéroport civil international desservant la ville d'Oran, situé sur la commune de Es Sénia à 12 km au sud d'Oran. Selon le nombre des vols internationaux, il est en deuxième position après l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene ». L'aéroport est géré par l'EGSA d'Oran .plusieurs compagnies aériennes opèrent sur cet aéroport tel que : Tassili Airlines Air Algérie, Air France ,Iberia ...[A].[1]

Tableau (II.1) Emplacement de l'aérodrome.[9]

Coordonnées du point de référence et emplacement de l'aérodrome	353738N 0003641W Situé à 507 mètres du THR 25R et dans l'axe de RWY 25R.
Direction et distance de (Ville)	4,7 NM au sud de la ville
Altitude / Température de référence	91 M /32°C
Déclinaison magnétique/Variation annuelle	0°E (2017)

## 2.3. 2 Information sur les deux pistes

Le seuil 25L desservi par un ILS qui est destiné à une approche de précision Cat II, avec une hauteur de décision inférieure à 60 m (200ft) mais aussi au moins égale à 30 m (100ft), et une portée visuelle de piste au moins égale à 350m. L'approche de la piste 25 R s'effectue est en VOR/DME et aussi en ILS Cat I

## 2.3. 3 Obstacles de l'aérodrome

### Obstacles artificiels

Les obstacles artificiels existants dans l'aérodrome d'Oran sont dans le tableau suivant

. Aire d'approche et de décollage

Tableau (II.2) Obstacle de l'aire d'approche et de décollage.[9]

Aires d'approche et de décollage				
1				
PISTE ou Aire concernée	Type d'obstacles Hauteur Marquage et balisage lumineux			Coordonnées
	Type d'obstacle	Hauteur	Marquage et balisage lumineux	
a	b			c
RWY 07L	Ligne HT	ALT 135 M	Non balisé	

. Aires de manœuvres à vue et d'aérodrome.

Tableau (II.3) Obstacles artificiels des aires de manœuvres à vue et d'aérodrome. [9]

Aires de manœuvres à vue et aérodrome				Observations
2				3
Type d'obstacles Hauteur Marquage et balisage lumineux			Coordonnées	
Type d'obstacle	Hauteur	Marque et balisage lumineux		
a			b	
Antenne Château d'eau	30 M ALT 120 M	Balisé de jour Quisé de jour	353744N 0003619W Néant	
Antenne GP 25L Antenne GP 25R	18 M ALT 108 M Néant	Balisé de jour Néant	3537283N 00036320W 353744.04N 0003635.20W	

On trouve aussi les obstacles artificiels suivants :

Tableau (II.4) Obstacles artificiels.[10]

Obstacle	Sexagesimal Latitude	Sexagesimal Longitude	Altitude at Top (M)
Hangar caserne 1	35°37'57.16547" N	0°36'20.84405" W	103,787
Hangar caserne 2	35°37'56.44998" N	0°36'21.68660" W	103,692
Pylone Eclairage Public 1	35°37'56.95175" N	0°36'16.54392" W	098,839
Pylone Eclairage Public 2	35°37'56.03813" N	0°36'15.42585" W	098,577
Pylone Eclairage Public 3	35°37'53.52058" N	0°36'12.36676" W	099,382
Pylone Eclairage Public 4	35°37'51.96435" N	0°36'10.40013" W	099,180
Pylone Eclairage Public 5	35°37'32.87552" N	0°35'46.47995" W	098,578
Pylone Eclairage Public 6	35°37'31.88554" N	0°35'45.34781" W	099,921
Pylone Eclairage Public 7	35°37'30.93494" N	0°35'44.12695" W	100,360
Projecteur Parking Avion 1	35°37'29.07212" N	0°36'00.39288" W	107,875
Projecteur Parking Avion 2	35°37'28.07120" N	0°36'03.32129" W	107,770
Projecteur Parking Avion 3	35°37'18.32099" N	0°36'11.48998" W	108,431
Projecteur Parking Avion 4	35°37'17.56039" N	0°36'13.69974" W	108,267
Projecteur Parking Avion 5	35°37'16.80867" N	0°36'15.89902" W	108,429
Projecteur Parking Avion 6	35°37'15.98270" N	0°36'18.37803" W	108,463
Projecteur Parking Avion 7	35°37'15.11975" N	0°36'20.83877" W	108,800
Projecteur Parking Avion 8	35°37'13.83148" N	0°36'24.62594" W	108,476
Projecteur Parking Avion 9	35°37'13.07462" N	0°36'26.83609" W	108,637
Projecteur Parking Avion 10	35°37'12.33421" N	0°36'29.00050" W	108,476
Projecteur Parking Avion 11	35°37'11.76080" N	0°36'30.64034" W	108,129
Seuil 07 Gauche	35°36'59.85854" N	0°38'31.61581" W	090,293
Seuil Dec 25 Droit	35°37'44.23165" N	0°36'21.84421" W	090,264
Antenne Police	35°37'25.79959" N	0°35'59.11880" W	119,848

### 2.3. 4 Les obstacles naturels

Les obstacles naturels les plus marquants sont : **au Nord** la montagne de **Murjaju** dont l'altitude de 540 m, située sur la Radiale 353° ORA à 5.9 NM. **Au Nord/ Est** la montagne de **Lion** dont l'altitude de 631m, située sur la Radiale 038° ORA à 13.6 NM. **Au Sud/Ouest** la montagne de **Tessila** dont l'altitude de 1087 m, située sur la Radiale 194 ORA à 20 NM.

### 2.4 Analyse des scenarios

Ayant pour objet la mise en œuvre de la PBN en phase terminale pour l'aéroport d'Oran. En premier lieu étudier toutes les possibilités de schéma de circulation aérienne SID / STAR et procédures RNP APCH et en sortir avec des scenarios en tenant compte de l'environnement et des contraintes opérationnelles.il a été proposé ce qui suit :

La conception des procédures RNP APCH piste 25R/L en forme T avec une attente à l'IAF sur la branche initiale axiale, vu la présence au nord et au sud des zones a statut

particulier de BOUSFER et de TAFRAOUI, en effet les segments initiaux de droite et gauche ont été éliminés. L'IAF est à 25 NM du seuil l'IF et le FAF seront placés à 20 NM et 10 NM respectivement chacun, en application du nouveau processus PBN branché ILS.

L'élaboration des STAR « RNAV1 » pour le trafic venant du nord en reliant les points LABRO et HAMRA avec l'IAF via un nouveau point. Pour le trafic venant du sud, des star « RNAV1 » seront créés en joignant les points FAROS et GOMRI à l'IAF via des nouveaux points intermédiaires également une star RNAV 1 sera conçue pour acheminer le trafic venant de l'est (VOR /DME MOS) à l'IAF.

L'élaboration des SID RNAV 1 RWY 07 L/R : Pour les départs vers le nord, le SID sera superposé à la radiale 020° il intercepte la zone de BOUSFER à 14 NM du seuil avec imposition de niveau de vol minimale de 90 à la sortie de la zone un nouveau point sera créé pour joindre les points de HAMRA, LABRO, DAHRA (ce dernier via NEWP 1) pour les avions performants. Néanmoins il a été proposé de créer un autre SID (séparé avec la zone de BOUSFER d'une part et le circuit d'attente d'une autre part) pour les avions moins performants comme l'ATR qui a un faible taux de montée donc il ne peut pas respecter la condition du niveau de vol minimum 90.

Pour les départs vers le sud, le SID sera lié à un nouveau point (00016) ensuite au point GOMRI, d'une manière à avoir une séparation par rapport à la zone de TAFRAOUI.[11]

## 2.5 Conclusion

Pour résoudre le problème de gestion de trafic en matière de sécurité de fluidité au niveau de la TMA ORAN, il faut penser à des solutions techniques qui sont des procédures en PBN.

# Chapitre III

## Réalisation des procédures en PBN pour l'aéroport d'Oran

---

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

### 1.1 Introduction

La conception des procédures exige de passer par plusieurs critères de protection et d'utilisation selon les phases de vol (approche, départ- arrivée).

### 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]

### 1.3 Distances minimales de stabilisation (MSD) [B]

Les MSD sont données suivant les paramètres ci-après :

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

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

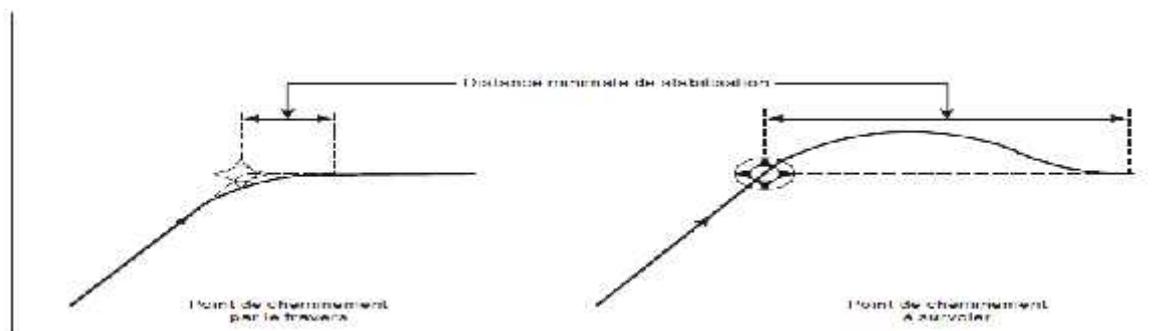


Figure (III.1) Détermination des distances minimales de stabilisation pour les deux types de waypoint.[12]

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

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

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

## 1.4 Aire de franchissement d'obstacles

Tableau (III.2) 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).[12]

<i>Croisière/STAR/SID</i> ( <i>&gt;30 NM de l'ARP</i> )			<i>STAR/IF/LAF/SID</i> ( <i>&lt;30 NM de l'ARP</i> )			<i>SID</i> ( <i>&lt;15 NM de l'ARP</i> )		
<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>	<i>XTT</i>	<i>ATT</i>	$\frac{1}{2}$ <i>A/W</i>
2,00	1,60	5,00	1,00	0,80	2,50	1,00	0,80	2,00

Remarque :  $XTT = TSE$ ,  $ATT = 0,8 * TSE$ ,  $\frac{1}{2} A/W = 1,5 * XTT + BV$ .

## 1.5 Fusion de segments de largeurs différentes

- 1) La demi-largeur de l'aire plus grande se rétrécit, en suivant un angle de  $30^\circ$  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  $30^\circ$  »

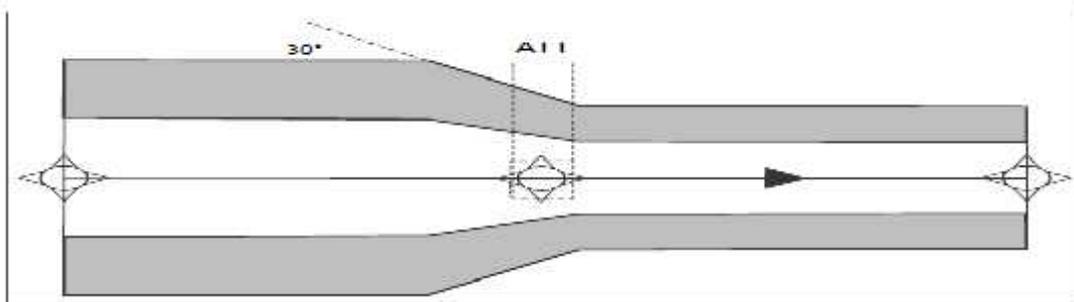


Figure (III.2) fusion des aires différentes des segments en cas de convergence de  $30^\circ$ . [12]

- 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  $15^\circ$  par rapport à la trajectoire nominale, jusqu'à atteindre la demi-largeur de l'aire plus grande « s'évaser de  $15^\circ$  ».

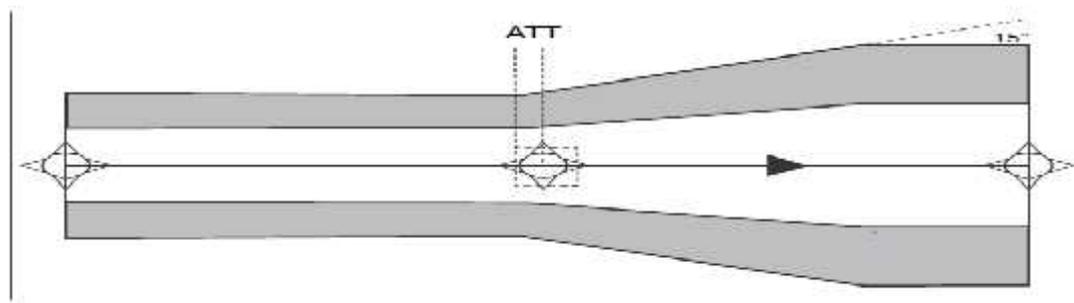


Figure (III.3) fusion des aires différentes des segments en cas de divergence de  $15^\circ$ . [12]

## 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  $30^\circ$  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  $15^\circ$  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.

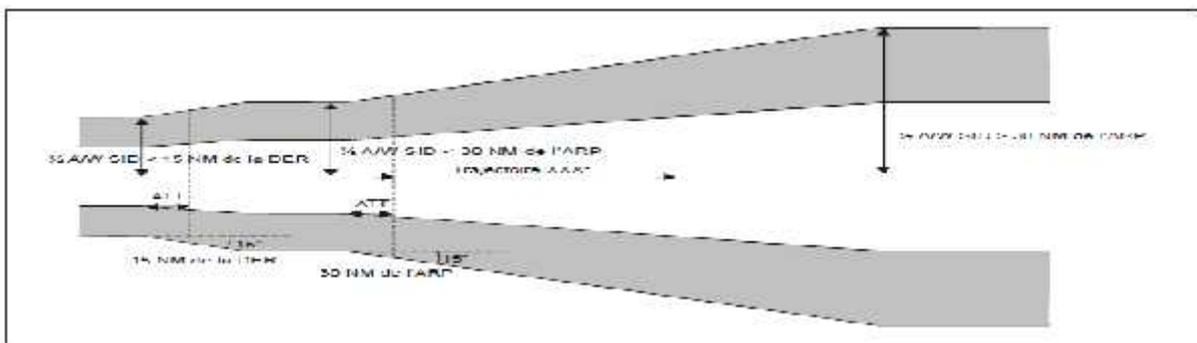


Figure (III.4) Fusion des aires entre phases de vol. [12]

## 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

**Virage à un point de virage (TP)** : Un virage à un point de virage peut être défini soit par un point de cheminement par le travers, soit par un point de cheminement à survoler. Pour chaque type de point de cheminement, deux méthodes différentes de construction de virage peuvent être employées ; la méthode de spirale de vent/cercles limitatifs ou La méthode d'arcs circulaires.

### 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  $15^\circ$  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  $30^\circ$  de la trajectoire nominale du parcours suivant tracée tangentiellement à la spirale de vent.

**C /**pour les virages par le travers de  $90^\circ$  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

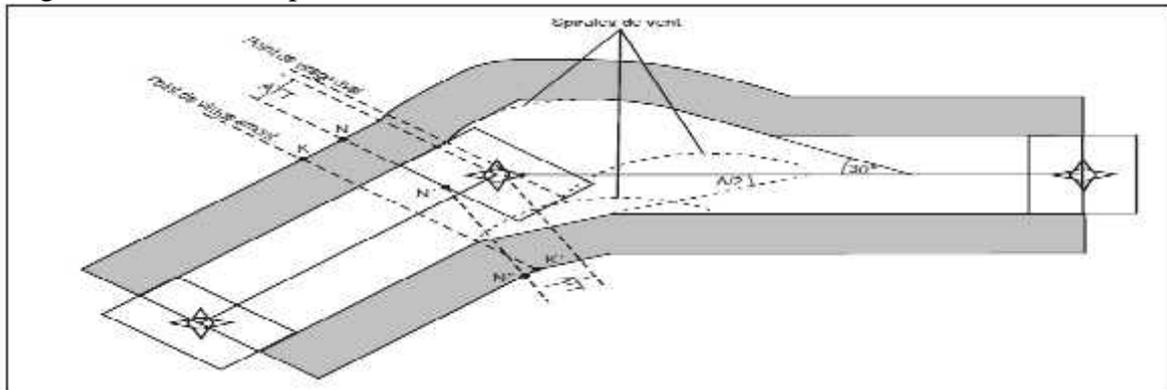


Figure (III.5) Virage par le travers avec angle de virage  $90^\circ$ . [12]

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

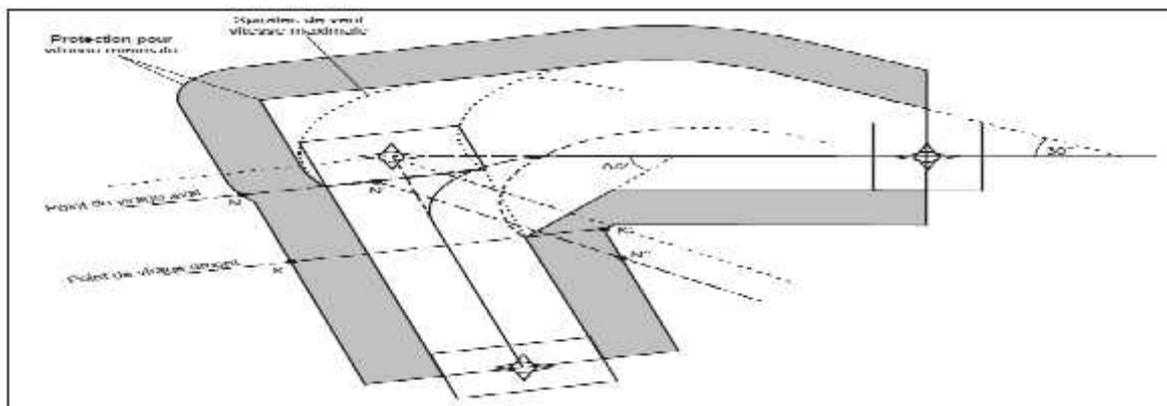


Figure (III.6) Virage par le travers avec angle de virage  $> 90^\circ$ . [12]

**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  $15^\circ$  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.

### 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.

Tableau (III.3) Définitions de point de virage amont et point de virage aval

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)

### 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.

### 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) [E].

## III.2 Elaboration de la procédure de départ en PBN (SID) RWY 07 L

### 2.1 Introduction

D'après le schéma de circulation existant, les SID sont les procédures les plus pénalisées vu que l'espace aérien est resserré entre les 2 zones dangereuses. De ce fait une conception des départs PBN est réalisée.

### 2.2 Partie théorique

#### 2.2.1 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 (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
- **Segment 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

#### 2.2. 2 Le traitement d'obstacles

**Pour l'air de mise en virage :** On compare altitude avion à l'altitude de l'obstacle

- Si  $ALT\ A/C < ALTOBS$  on change de PDG
- $ALT\ A/C = ALT\ seuil + H + do * 2,5\ \% \dots\dots\dots (III .1)$

( $d_o$  = est la distance entre la DER et l'obstacle)

**Pour l'air de virage** : On compare l'altitude de l'avion à l'altitude de l'obstacle

- Si  $ALT\ A/C < ALT\ OBS$  on doit changer de PDG
- $ALT\ A/C = PDG * (dr + do) + alt\ aérodrôme + H$ ..... (III .2)
- **Hauteur maximum d'obstacle** =  $PDG (dr + do) + H - MOC$ ..... (III .3)

Où :  $d_o$  = distance la plus courte entre l'obstacle et la ligne K-K'

$d_r$  = distance horizontale entre la DER et la ligne K-K'

PDG = pente de calcul de procédure promulguée

H = hauteur de l'OIS à la DER (5 m)

MOC = la plus grande des deux valeurs suivantes :  $0,008 (dr + do)$ , ou 75m

### 2.2.3 Les virages pour la conception du départ RWY 25 R

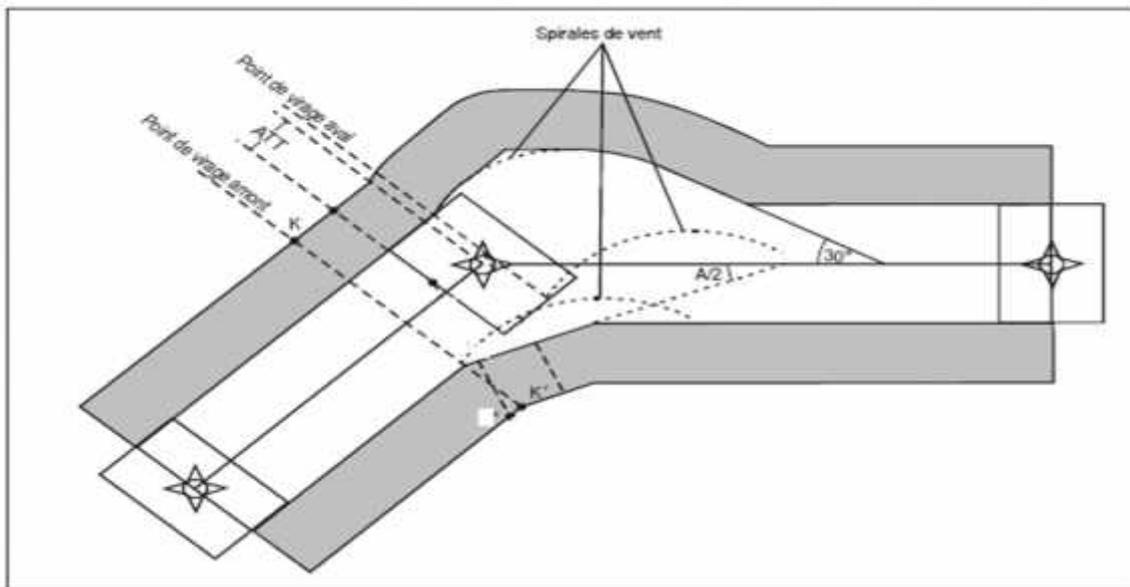


Figure (III.7) Virage par le travers avec angle de virage 90°. [12]

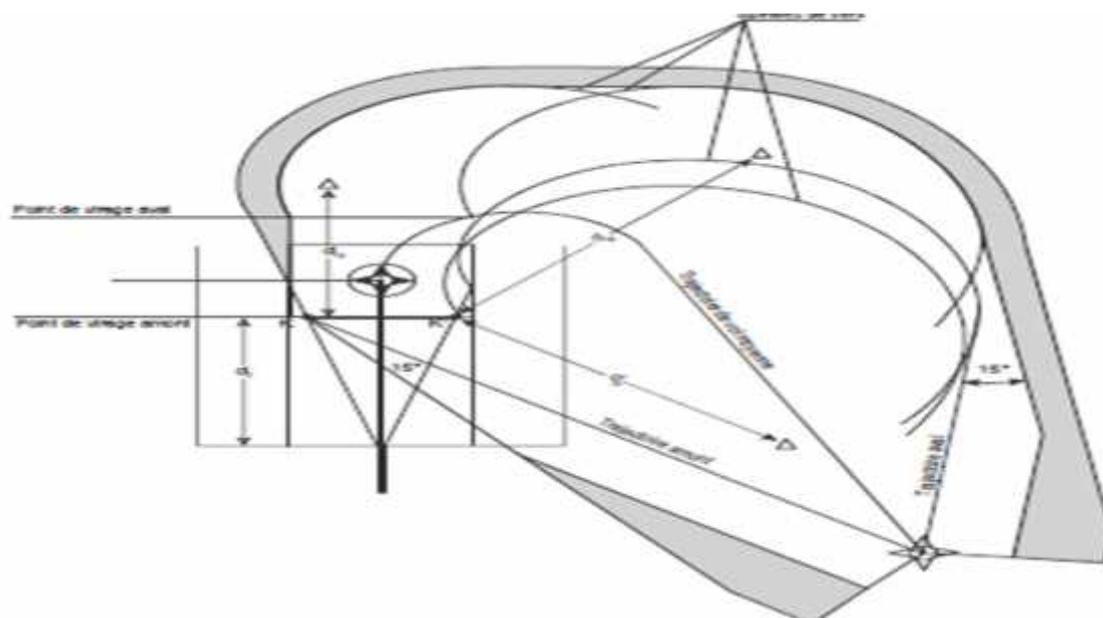


Figure (III.8) Virage avec survol, suivi d'un parcours DF — grand angle de virage (150°).[12]

## 2.3 Partie pratique

### 2.3.1 Les scénarios adoptés pour les départs

- **SID1** Un départ nord avec virage rejoignant le point BAHRI
- **SID2** Un départ sud avec virage rejoignant le point GOMRI
- **SID 3** Un départ nord avec virage rejoignant le point CHE

### 2.3.2 Aire de franchissement d'obstacles

Tableau (III.4) Les WP leurs XTT ATT et la ½ A/W

Types de waypoint	XTT	ATT	½ A/W
2eme WP Fly by	1 NM	0,8 NM	2 NM
3eme WP Fly over	1 NM	0,8 NM	2 NM
4eme WP Fly over	1 NM	0,8 NM	2 NM

Tableau (III.5) Positionnement des segments [D]

Segment	Longueur	Orientation
1 <sup>er</sup> segment	4NM	Rv=232° / DER
2 <sup>eme</sup> segment	4,7NM	Rv = 202° /1 <sup>er</sup> segment
3 <sup>eme</sup> segment	6,12 NM	Rv =25° /DER

REMARQUE Il est vérifié que chacune de ses longueurs de segments dépasse la valeur MSD

### 2.3.3 Construction des virages

A/virage inférieur à 90° (angle de virage est 30°)

Tableau (III.6.a) les paramètres du virage <90° où angle de virage est 30°

Les paramètres	Les Valeurs
Vitesse du vent	30kt
Angle de virage (A)	30°
Rayon de virage (r)	$r = TAS^2 / g * tg A/2$ r=2,37 NM
Effet de vent (Ew)	Ew30°= 0 ,17 NM
Distance de mise en virage (D)	$D = r tg A /2$ D=0,64 NM
Point de virage amont (KK')	KK'= ATT+ D KK'= 1,44 NM
Point de virage aval (SS')	SS'=D-ATT –temps de réaction du pilote SS' = -0,33 NM

**B/virage à 150 °**

Tableau (III.6.b) les paramètres du virage 150°

Les paramètres	Les Valeurs
Vitesse du vent	30kt
Angle de virage (A)	150°
Rayon de virage (r)	$r = TAS^2 / g * \text{tg } A/2$ r=2,8 NM
Effet de vent (Ew)	Ew = 0 ,41NM
Distance de mise en virage (D)	$D = r \text{ tg } A / 2$ D=0,83 NM
Point de virage amont (KK')	KK'= ATT+ D KK'= 1,63 NM
Point de virage aval (SS')	SS'=D-ATT –temps de réaction du pilote SS' = -0,14 NM

### 2.3.4 Traitement des obstacles [F]

Après avoir effectué les calculs (calculs dans l'annexe), on conclue qu'aucun obstacle ne perse l'OIS. Néanmoins la PDG (3, 3%) n'assure pas la protection avec l'attente.

**Calcule de la nouvelle PDG :**

PDG = hauteur (ATTENTE) / Distance (DER\_ATTENTE)

PDG = 9000/169035 ,47

PDG =5, 3% on ajoute 0,8% (panne moteur)

PDG = 6,1%

### 2.3.5 Le dessin final



Figure (III.9) Le dessin (avec outil GEOTITAN) des SID RNAV GNSS RWY 07L avec les protections de chaque segment.[13]

## 2.4 Conclusion

Des départs avec virage sont réalisés ; tout en assurant une marge de franchissement d'obstacles de la DER jusqu'au raccordement avec la phase suivante du vol avec une séparation par rapport aux deux zones dangereuses et l'attente.

### III.3 Élaboration de la procédure PBN branchée-ILS RWY 25 R

#### 3.1 Introduction

La navigation basée sur les performances branchée à l'ILS (instrument landing system) c'est une nouvelle méthode utilisée en approche, Dans cette procédure le segment intermédiaire ainsi que le segment final sont basés sur les critères d'une approche de précision ILS tandis que le premier segment qui est l'initiale est basé sur les principes de la PBN. Dans le présent chapitre nous allons expliquer la méthode de réalisation d'une approche PBN branchée ILS pour le seuil 25 R et une procédure de LOC seulement (GP INOP).

#### 3.2 PARTIE THEORIQUE

##### 3.2 .1 Le segment de précision

Le segment de précision aligné sur le parcours d'approche finale et contient le segment d'approche finale ainsi que la phase initiale et intermédiaire de l'approche interrompu. Il commence au point d'approche finale et se termine au point où commence la phase finale de l'approche interrompue, ou au point où la surface Z de montée en approche interrompue atteint une hauteur de 300 m au-dessus du seuil.

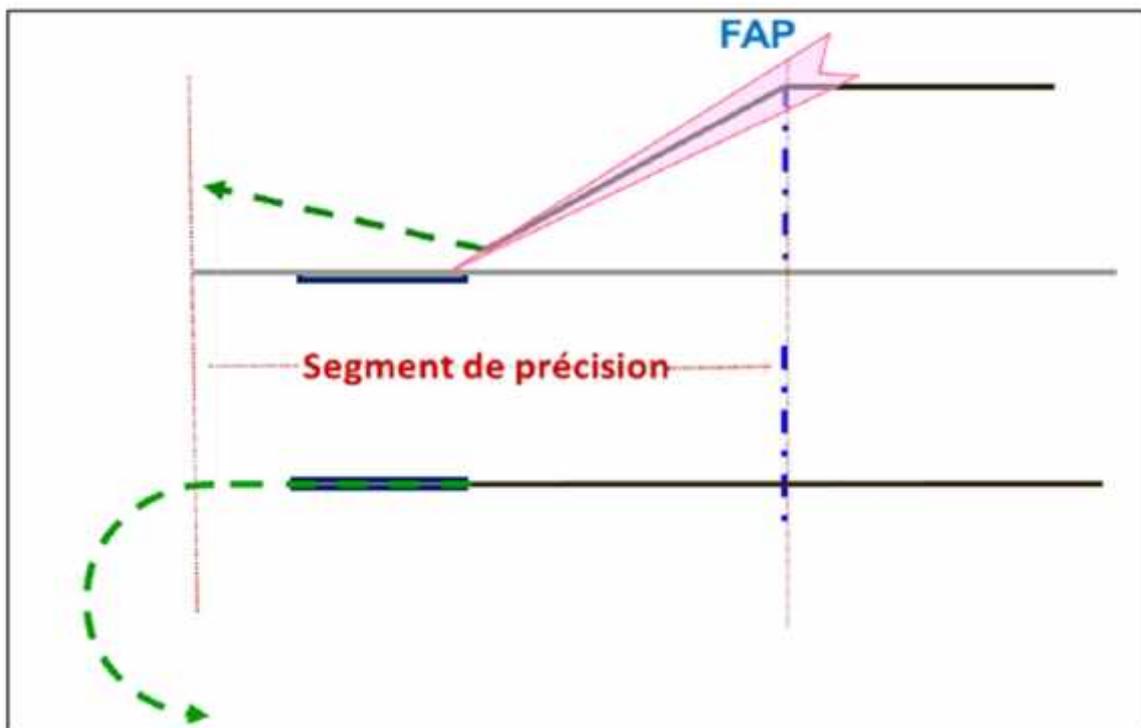


Figure (III.10) schématisation d'un segment de précision.[14]

### 3.2.2 Marge de franchissement d'obstacles du segment de précision selon des critères de surfaces d'évaluation d'obstacles (OAS)

#### Constructions du gabarit OAS [G]

Pour construire le gabarit de la surface OAS, on doit utiliser les coordonnées des points d'intersection des surfaces inclinées au niveau du seuil et à 300 m au-dessus du niveau du seuil pour la catégorie I (C, D, E), ces coordonnées sont données par le logiciel PANS OPS. Ces coordonnées sont données en faisant introduire des données d'aide de navigation et des données d'aéronef tel que : distance du LOC / seuil de la piste, catégorie d'ILS, pente de décente, catégorie d'aéronef.

The screenshot shows the 'OAS' window with the following data:

DONNÉES D'AIDE DE NAVIGATION	
Catégorie d'approche	Catégorie I
Alignement de descente (°)	3
RDH	15 m
Distance LOC/seuil <sup>(1)</sup>	3843,9573 m
Largueur de faisceau au seuil	210 m

DONNÉES D'AÉRONEF				
PM en AI (%)	CAT	NORME	Demi-envergure	Distance verticale roues - antenne GP
2,5	D	*	32,5 m	7 m

Figure (III.11) Données à introduire au logiciel PANS OPS.[16]

Le résultat des coordonnées des points d'intersection des surfaces données par le logiciel

The screenshot shows the 'Coordonnées du gabarit OAS en m (mètres)' window with the following data:

Altitude du seuil		Hauteur 300 m			
X	Y	X	Y		
C	316	51	C'	10842	42
D	-286	142	C''		
E	-900	212	D'	5438	861
			E'	-12900	2952

Figure (III.12) coordonnée des points d'intersection des surfaces données par le logiciel PANSOPS.[16]

#### Le dessin du gabarit OAS

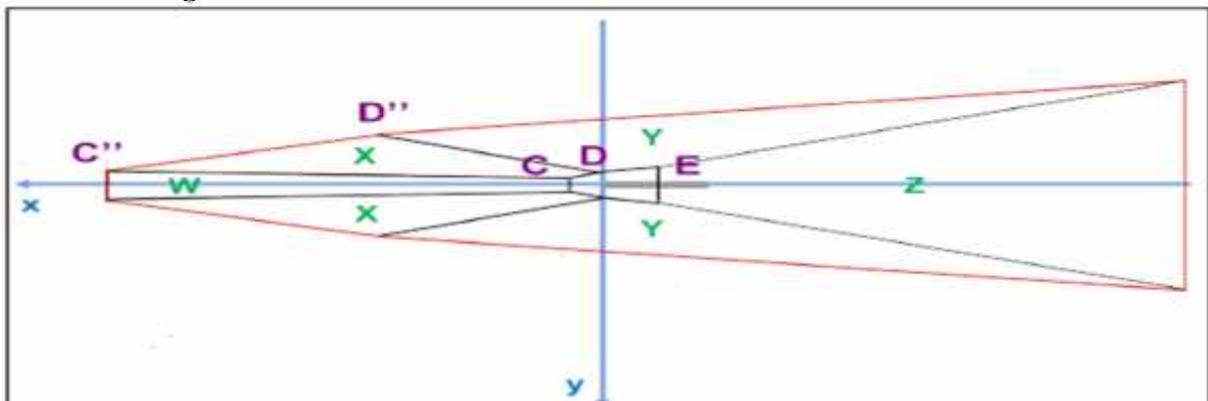


Figure (III.13) Dessin du gabarit de surfaces OAS.[14]

### Extension de la surface OAS

Pour construire l'extension de la surface OAS on utilise les équations OAS. Les équations OAS sont sous la forme :  $z = Ax + By + C$ . A, B et C sont des constantes calculées par le logiciel. z représente la hauteur de la surface correspondante W, X, Y ou Z au point de coordonnées (x, y)

Constantes OAS								
	A	B	C		A	B	C	
W	0,028500	0,000000	-9,01	Y	0,024935	0,218714	-24,10	
W*				Z	-0,025000	0,000000	-22,50	
X	0,028667	0,189002	-18,79					

Figure (III.14) constantes OAS données par le logiciel PANS\_OPS.[16]

Pour chaque surface on a une équation

Les équations de W et X permettent de déterminer C et C''

Les équations de X et Y permettent de déterminer D et D''

Les équations de Y et Z permettent de déterminer E et E''

**Les calculs des coordonnées du gabarit d'extension de la surface OAS sont représentés dans le tableau suivant :**

Tableau (III.7) formules de calcul des coordonnées du gabarit d'extension de la surface OAS.[14]

	x	y
C & C''	$\frac{p - Cw}{Aw}$	$\frac{Aw(p - Cx) + Ax(Cw - p)}{BxAw}$
D & D''	$\frac{Bx(Cy - p) - By(Cx - p)}{AxBy - AyBx}$	$\frac{Ax(Cy - p) - Ay(Cx - p)}{BxAy - AxBy}$
E & E''	$\frac{p - Cz}{Az}$	$\frac{Az(p - Cy) + ay(Cz - p)}{ByAz}$

**Remarque :** p = hauteur du gabarit, P = 0 pour déterminer C, D et E

### Détermination de l'OCA/H avec OAS

Dans le segment de précision l'OCH se calcule selon le segment dont le quel se trouve l'obstacle (segment d'approche finale ou segment interrompu) pour ce faire on va procéder selon les étapes suivantes :

- Déterminer si l'obstacle perce ou pas les surfaces OAS
- Déterminer si l'obstacle se trouve en approche finale ou interrompue
- Calculer l'OCH selon le segment de vol

### Détermination du franchissement d'obstacles

Pour déterminer si on a franchi l'obstacle ou pas, on calcule le z qui est la hauteur de la surface au-dessus de l'obstacle et on le compare à la hauteur de l'obstacle

- Si  $z >$  hauteur obstacle ; l'obstacle ne perce pas la surface OAS
- Si  $z <$  hauteur obstacle ; l'obstacle perce la surface OAS

**La hauteur de la surface au-dessus de l'obstacle (z)**

La hauteur de la surface au-dessus de l'obstacle peut être donnée directement par le logiciel PANS OPS en introduisant les coordonnées (x, y) de l'obstacle comme le montre la figure suivante :

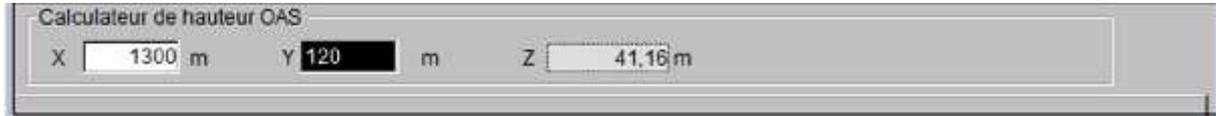


Figure (III.15) Calcule de la hauteur de surface OAS au-dessus de l'obstacle (z) par le logiciel PANS OPS.[16]

Z peut aussi être calculé manuellement en utilisant les équations OAS de la surface où se trouve l'obstacle :  $Z = Ax + By + C$  où : A, B, C constante OAS, x, y coordonnées de l'obstacle

**Détermination de l'emplacement de l'obstacle (sur quel segment)**

Pour savoir si l'obstacle se trouve en segment d'approche finale ou segment d'approche interrompue, On compare sa hauteur au GP'

- Si hauteur obstacle > Z GP' ; l'obstacle se trouve au segment d'approche interrompu
- Si hauteur obstacle < Z GP' ; L'obstacle se trouve au segment d'approche finale

Plan GP' parallèle au GP et son origine est située a -900m du seuil pour toutes les catégories d'aéronefs.

$Z_{gp'} = (X - XE) \tan \alpha$  ..... (III.4)

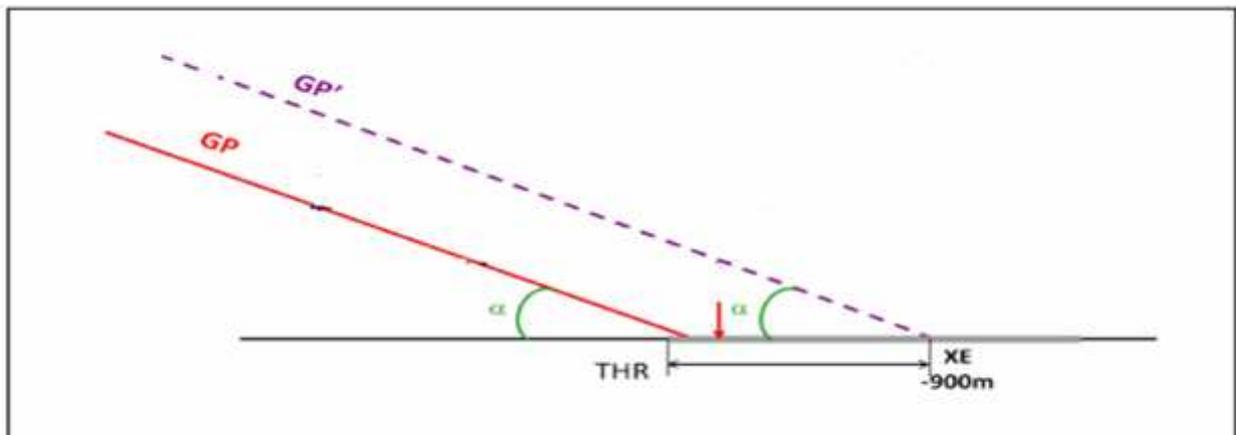


Figure (III.16) Emplacement du plan GP'.[14]

**Calcul de l'OCH/A selon le segment de vol**

Si l'obstacle se trouve au segment final ; OCH = hauteur obstacle +HL

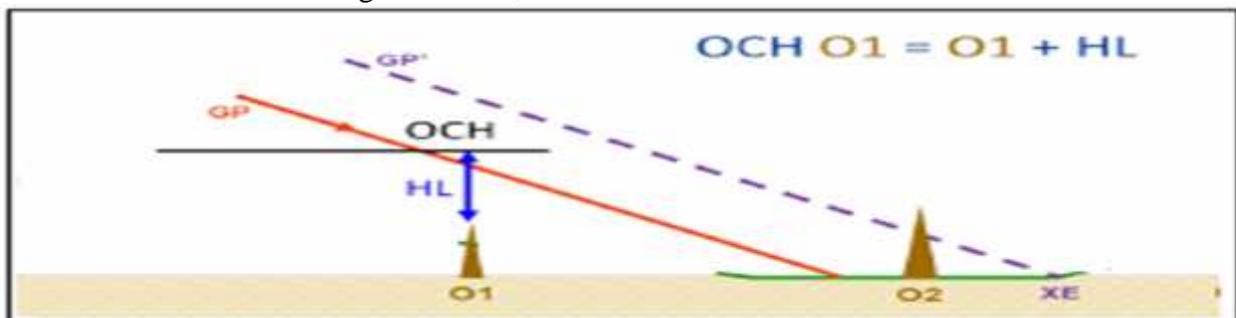


Figure (III.17) Calcul OCH pour le segment d'approche final.[14]

Si l'obstacle se trouve au segment interrompu ;  $OCH = H_{\text{équivalent}} + HL$

$$H_{\text{équivalent}} = (H_{ma} \cotan Z + (X - X_E)) / \cotan Z + \cotan \dots \dots \dots (III.5)$$

- Heq= hauteur de l'obstacle équivalent dans l'approche
- Z= angle de la surface d'approche interrompue
- x= distance de l'obstacle par rapport au point de seuil d'atterrissage
- X<sub>E</sub>= distance entre le seuil et l'origine du plan GP'
- H<sub>ma</sub>= hauteur de l'obstacle dans l'approche interrompue
- a= angle de l'alignement de descente

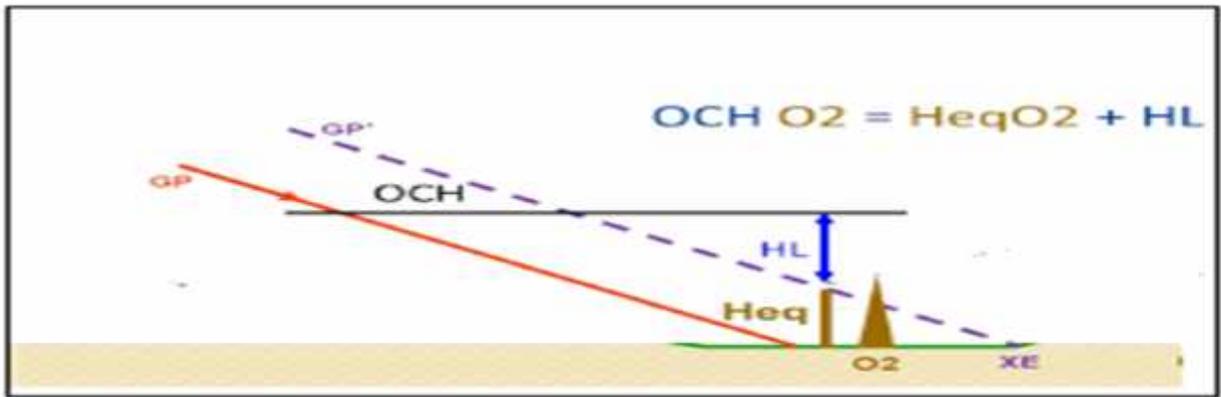


Figure (III.18) Calcul OCH pour le segment d'approche interrompu.[14]

S'il y a plusieurs obstacles qui percent OCH du segment et l'OCH le plus élevé

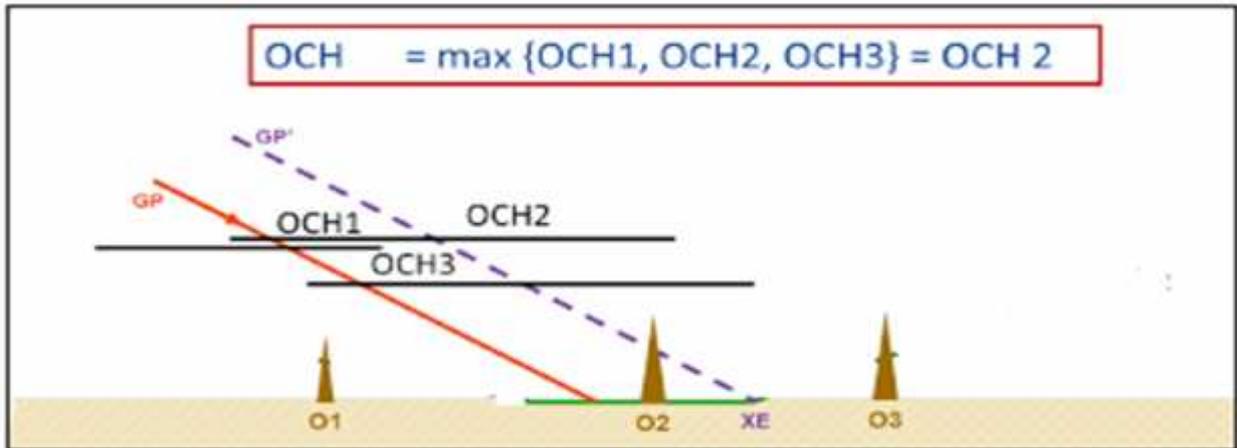


Figure (III.19) Choix de l'OCH de segment en cas de plusieurs obstacles percent.[14]

**Marge de perte de hauteur (HL)**

La HL représente la perte maximale de hauteur par un aéronef en remise des gaz, dans la phase de transition entre le segment d'approche finale et le segment d'approche interrompue. Cette perte de hauteur est due à l'enfoncement de l'appareil pendant cette phase.

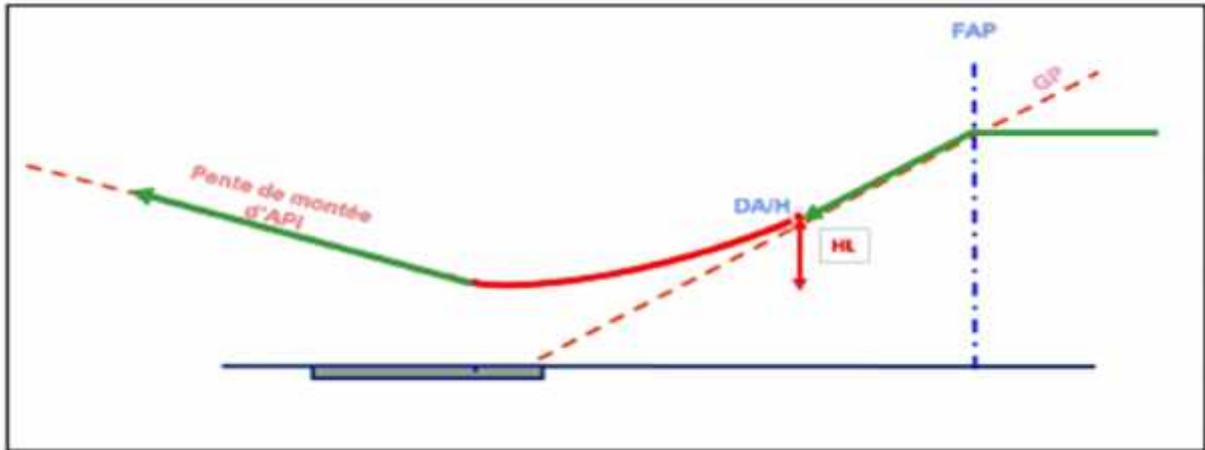


Figure (III.20) schématisation de la marge de la perte de hauteur de l'avion (HL).[14]

**La valeur de la HL dépend de la catégorie de l'aéronef, comme il est montré dans le tableau suivant**

Tableau (III.8) Des valeurs de marge de perte de hauteur (HL) selon la catégorie de l'avion.[12]

Catégorie de l'avion	Valeur du HL
A	40 m
B	43 m
C	46 m
D	49 m

### 3.2.3 Segment d'approche intermédiaire

Le segment d'approche intermédiaire vient avant le segment de précision et son alignement coïncide avec l'axe d'approche finale.

Marge de franchissement d'obstacles (MFO)

- Aire primaire MFO = 150m
- Aire secondaire une MFO de 150 m sera prévue au bord intérieur, diminuant jusqu'à zéro au bord extérieur.

$$OCH = H_{\text{obstacle pénalisant}} + MFO$$

### 3.2.4 Segment d'approche initiale

Le segment d'approche initiale commence au repère d'approche initiale (IAF).

Aire du segment d'approche initiale :

Une aire primaire qui s'étend latéralement sur (2,5 NM) de part et d'autre de la trajectoire ;

Une aire secondaire qui ajoute (2,5 NM) de chaque côté de l'aire primaire.

### 3.2.5 Approche interrompue finale en ligne droite

Approche interrompue finale commence au-delà de la distance où la surface Z atteint une hauteur de 300 m au-dessus du seuil. La largeur de la surface Z à cette distance détermine la largeur initiale de l'aire d'approche interrompue finale, puis suit un évasement de 15° de part et d'autre de cette largeur

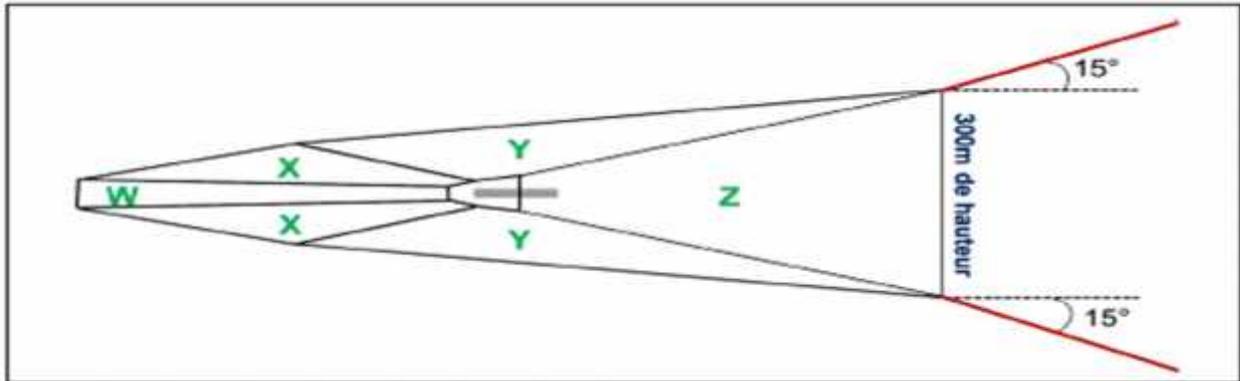


Figure (III.21) Segment final d'approche interrompue en ligne droite.[14]

Franchissement d'obstacles dans une approche interrompue finale en ligne droite :

Pour franchir les obstacles dans le segment d'approche interrompue finale en ligne droite la condition suivante doit être respectée :

L'altitude/hauteur d'obstacles <  $(OCA/Hps - HL) + d_0 \tan Z$

$(OCA/Hps - HL) + d_0 \tan Z \dots \dots \dots (III.6)$

- L'OCA/H du segment de précision (OCA/Hps)
- HL : hightlost suivant la catégorie de l'aéronef
- $d_0$  : distance de l'obstacle / SOC parallèlement à la trajectoire d'approche interrompue en ligne droite. Où  $(X_{soc} = [(OCH-HL) / \tan a] - 900$  ; a : angle de l'alignement de descente
- Z : est l'angle formé par la surface d'approche interrompue et le plan horizontal.

Si cette condition ne peut pas être respectée, un virage sera prescrit afin d'éviter l'obstacle en question. Si un virage n'est pas pratique, l'OCA/H sera relevée.

## 3.3 Partie pratique

### 3.3.1 Scenarios adoptés

La configuration est en Y : Le segment initial (Nord) commence au point IAF (point d'attente) et se termine au point IF .il forme un angle de 70° avec le segment intermédiaire, Un segment initial (Sud) qui forme un angle de 50° avec le segment intermédiaire. Le segment intermédiaire et le segment final sont axés avec la piste (QFU 25R). Le segment initial est en PBN et l'intermédiaire, finale et interrompu en navigation conventionnelle.

### 3.3. 2 Segment de précision

Le FAP est axé sur la piste à une distance de 8,3 NM du seuil à une altitude 3300ft

#### Construction du gabarit OAS

On introduit les données nécessaires pour avoir (C, D, E, C', D', E'), les coordonnées des points d'intersection des surfaces :

The screenshot shows a software window titled 'OAS' with two main sections: 'DONNÉES D'AIDE DE NAVIGATION' and 'DONNÉES D'AÉRONEF'.  
 In the 'DONNÉES D'AIDE DE NAVIGATION' section:  
 - 'Catégorie d'approche' is set to 'Catégorie I'.  
 - 'Alignement de descente (\*)' is set to '3'.  
 - 'RDH' is set to '15' m.  
 - 'Distance LOC/seuil (\*)' is '3843,9573' m.  
 - 'Largeur de faisceau au seuil' is '210' m.  
 In the 'DONNÉES D'AÉRONEF' section:  
 - 'PM en AI (%)' is '2,5'.  
 - 'CAT' is 'D'.  
 - 'NORME' has a checked box and an asterisk.  
 - 'Demi-envergure' is '32,5' m.  
 - 'Distance verticale roues - antenne GP' is '7' m.

Figure (III.22) données à introduire au logiciel PANS OPS

**Le résultat des coordonnées des points d'intersection des surfaces données par le logiciel**  
 Pour réaliser le dessin du gabarit on positionne les coordonnées sur un repère (x, y) en utilisant

Tableau (III.9) Coordonnées des points d'intersection des surfaces OAS

Point d'intersection des surfaces	Coordonnées (x, y) (m)
C	(315,5 ; 51)
D	(-286 ; 142)
E	(-900 ; 212)
C''	(10842 ; 42)
D''	(5438 ; 861)
E''	(-12900 ; 2952)

#### Extension de la surface OAS

Pour construire le gabarit d'extension de la surface OAS, on positionne les coordonnées de (CC'', DD'', EE''), elles sont calculées à partir des équations OAS :

The screenshot shows a table titled 'Constantes OAS' with columns A, B, and C. The rows represent different parameters: W, W\*, and X. The values are as follows:

	A	B	C		A	B	C
W	0,028500	0,000000	-9,01	Y	0,024935	0,218714	-24,10
W*				Z	-0,025000	0,000000	-22,50
X	0,028667	0,189002	-18,79				

Figure (III.23) constantes OAS données par le logiciel PANS OPS

Tableau (III.10) Coordonnées des points d'intersection de l'extension des surfaces OAS.

Extension de la surface OAS	Coordonnées (x, y) (m)
CC''	(34351,22 ;21,393)
DD''	(18918,5 ;2561,5)
EE''	(-39700 ;79,4)

### Détermination de l'OCA/H avec OAS [H]

- On trouve un seul obstacle qui perce les surface OAS ; l'obstacle artificiel GP 25R de hauteur =20m
- $Z_{GP'} = 0,0524 * (x+900) = 31,44 \text{ m}$
- $H_{obstacle} < Z_{GP'}$ , donc l'obstacle qui perce les surfaces OAS se trouve au segment d'approche finale
- Calcul de l'OCH au segment d'approche finale

Tableau (III.11) L'OCH au segment d'approche finale

Catégorie de l'aéronef	OCH (m)
Cat A	60
Cat B	63
Cat C	66
Cat D	69

### 3.3. 3 Segment d'approche intermédiaire

L'IF axé avec la piste et il est à 10NM du FAP et une altitude 3300ft

Calcul d'OCH :

Hauteur d'obstacle pénalisant = 199m (obstacle en air secondaire)

$OCH = 199 + 150 * (2/2,6) = 314 \text{ m}$

### 3.3. 4 Segment d'approche initiale

Segment initial attente : IAF à 12,4 NM de IF à une altitude 3300ft

Segment initial sud : IAF à 13,7 NM de IF à une altitude 10000ft

Aire de protection : XTT= 1NM ; ATT= 0,8 NM ;  $\frac{1}{2} A/W = 2,5 \text{ NM}$ .

-calcul d'OCH

Segment d'approche initiale attente

Hauteur d'obstacle pénalisant = 158m (obstacle en aire primaire)

$OCH = 458 \text{ m}$

Segment d'approche initiale sud

Hauteur d'obstacle pénalisant = 216 m (obstacle en aire primaire)

$OCH = 516 \text{ m}$

### 3.3. 5 Approche interrompue finale en ligne droite [I]

L'approche interrompue finale commence au DA/Het termine à une altitude de 640 m

- Calcul de la distance d'approche interrompu finale (d)

$d = h / \tan a$

$$d = [ALT_{640} - ALT_{seuil} - (OCH - HL)] / 2,5\%$$

$$d = 21200 \text{ m}$$

-Calcul des OCH

Pour franchir les obstacles dans le segment d'approche interrompue finale en ligne droite la condition suivante doit être respectée :

$$L'altitude/hauteur \text{ d'obstacles} < (OCA/Hps - HL) + d \cdot \tan Z$$

Les calculs sont donnés dans l'annexe

Calcul de la position SOC

$$X_{SOC} = [(OCH - HL) / \tan 3^\circ] - X_E \dots \dots \dots (III.7)$$

$$= -518,37 \text{ m}$$

### III.3.3. 6 Le dessin final

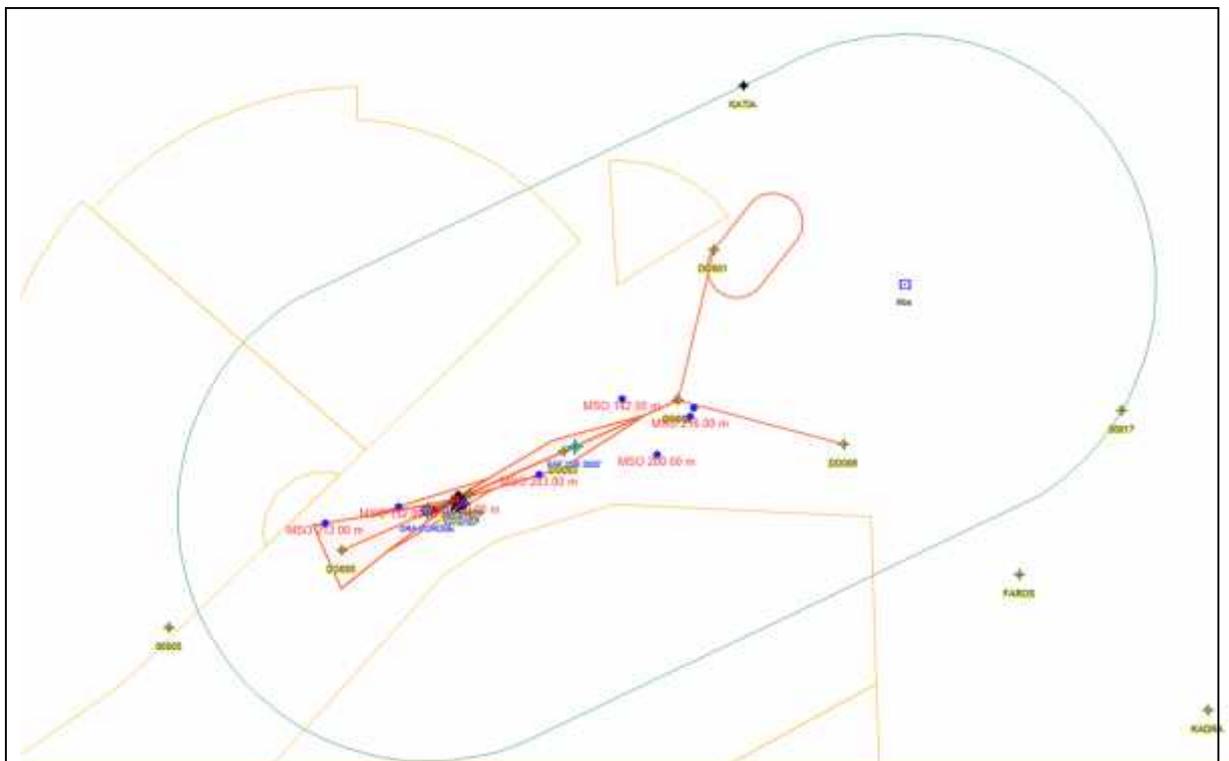


Figure (III.24) le dessin de la procédure d'approche PBN branchée-ILS.[13]

### 3.4 Conclusion

Avec la réalisation de la procédure d'approche PBN branchée ILS pour le seuil 25 R, on a pu résoudre le problème de chevauchement avec les zones dangereuses (BOUSFER et TAFRAOUI) ceci en appliquant une procédure en Y flexible grâce aux caractéristiques de la PBN.

### III.4 Procédure en LOC seulement (GP INOP)

#### 4.1 INTRODUCTION

La procédure avec alignement de piste (LOC) seulement est une procédure d'approche classique utilisée dans le cas où le Glide Path est in opérationnel (GP INOP).

#### 4.2 La partie théorique

##### 4.2.1 Les critères généraux :

- Approche intermédiaire : Le segment d'approche intermédiaire se terminera au FAF. La largeur des aires primaires et secondaires respectera les critères suivants : La largeur au début du segment d'approche intermédiaire est la largeur totale finale du segment d'approche initiale. Elle se rétrécit uniformément pour correspondre à la distance horizontale entre les surfaces X d'OAS au FAF

- L'aire de protection du segment d'approche intermédiaire est constituée d'une aire primaire bordée de part et d'autre d'une aire secondaire. L'aire primaire se détermine par jonction de l'aire primaire d'approche initiale avec les surfaces d'approche finale (au FAF). À la jonction avec le segment d'approche initiale, la largeur de chaque aire secondaire est égale à la moitié de la largeur de l'aire primaire. La largeur des aires secondaires diminue pour atteindre zéro à la jonction avec les surfaces d'approche initiale
- Segment d'approche finale et d'approche interrompue : Le segment d'approche finale commencera au FAF. Il se terminera au MAPT, qui ne sera pas au-delà du seuil.

##### 4.2.2 Aires de protection

- L'aire d'approche finale/approche interrompue initiale est définie par les bords extérieurs des surfaces Xd'OAS appropriées à la procédure ILS de catégorie I, entre le FAF et la distance à laquelle ces bords atteignent une hauteur de 300 m au-dessus du niveau du seuil. Après ce point, l'aire aura la même largeur que le contour de surface Y à 300 m.
- S'il n'y a pas d'alignement de descente, un angle d'alignement de descente de  $3^\circ$  sera utilisé dans la détermination du contour OAS à 300 m.
- Dans les aires d'approche finale et d'approche interrompue, les aires délimitées par les lignes joignant les points D, D", E" et E sont traitées comme des aires secondaires
- L'aire d'approche interrompue en ligne droite est définie par la largeur du contour de la surface Y à 300 jusqu'au point E", au-delà duquel l'évasement est porté à  $15^\circ$

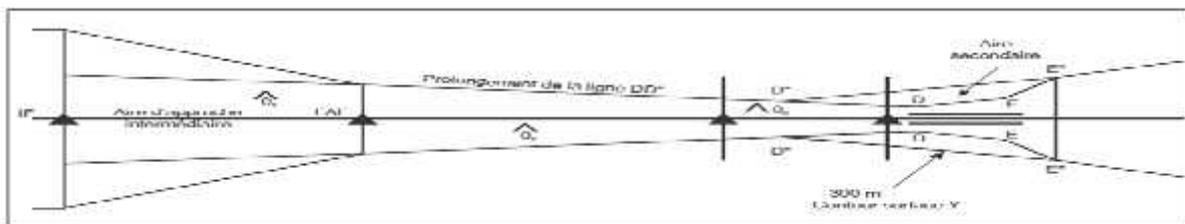


Figure (III.25) aires de protection pour une procédure LOC seulement.[12]

## 4.2.3 Franchissement d'obstacles

### Marge de franchissement d'obstacles

- Aire primaire : MFO = 75m
- Aires secondaires : La MFO diminue jusqu'à zéro aux bords extérieurs

### Le traitement d'obstacles

- **Avant le MAPT** : Pour franchir les obstacles avant MAPT la condition suivante doit être réalisée :  $ALT_{\text{OBSTACLE PENALISANT}} + MFO < ALT_{\text{FAF}}$
- **Après le MAPT** : Pour franchir les obstacles après MAPT la condition suivante doit être réalisée

$$OCA + do * 2,5\% > ALT_{\text{OBS}} + MFO \dots\dots\dots (III.9)$$

Où : 2,5% pente standard do : distance de l'obstacle par rapport au soc

- **Calcul du début de la montée (SOC)** : Méthode de calcul lorsque le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère ;

SOC = la tolérance de MAPt + la distance de transition (X).

## 4.3 La partie pratique

### 4.3.1 Positionnement des points

Nous avons les données suivantes :

- Le MAPT se trouvant à 3,6 NM de VOR ORN
- T=ISA+30
- ALT=623,35 ft
- K=1,0667
- VV=157,33 kt=051 m/s

**Détermination de SOC** : SOC = la tolérance de MAPt + la distance de transition (X).

**La tolérance de MAPt** : La tolérance longitudinale de MAPt est définie par la somme de deux éléments : La tolérance intégrale de l'installation/du repère et une distance (d) prévue pour le temps de réaction du pilote ; elle correspond à 3 secondes de vol à la vitesse maximale d'approche finale, plus un facteur vent arrière de (10 kt)

**La distance de transition (X)** : La distance de transition (X) est basée sur 15 secondes de vol à une VV basée sur la vitesse d'approche finale la plus élevée pour chaque catégorie d'aéronefs, à l'altitude de l'aérodrome avec une température ISA + 15 °C et un vent arrière de (10 kt).

La distance (d) =  $3 * (197,33 + 10 \text{kt}) = 319,7 \text{ m} = 0,17 \text{ NM}$ .

La tolérance intégrale du repère MAPT =  $0,25 + 0,0125 * d = 0,3 \text{ NM}$ .

La distance de transition (X) =  $15 * (197,33 + 10 \text{kt}) = 1599,88 \text{ m} = 0,86 \text{ NM}$ .

**Donc position SOC**= $0,3+0,17+0,86=1,33$ NM.

### 4.3.2 Traitement des obstacles

**Avant le MAPT** : Il faut vérifier la condition suivante :

- $ALT_{obs} + MFO < ALT_{FAF}$
- $ALT_{FAF} = (\tan 3^\circ * \text{longueur de segment}) + RDH + ALT_{seuil} \dots \dots \dots (III .10)$   
 $= (\tan 3^\circ * 18520) + 15 + 90 = 1075,6m$
- $ALT_{obstacle} + MFO = 192 + 150 = 342$  Donc la condition est vérifiée

**Après le MAPT** : Il faut vérifier la condition suivante :

- $OCA + do * 2,5\% > ALT_{obstacle} + MFO$
- do : les distances des obstacles /soc sont les suivant
- Obs ALT 203; do= 18850 m
- Obs ALT 167; do= 16400 m
- Obs ALT 108; do=9600 m
- $OCA = 248m$
- $MFO = 50m$

#### Vérification de la condition pour les obstacles

- Pour obs ALT 203 : Comparer  $248 + (18850 * 2,5\%)$  et  $203 + 50$  ;  $719,25 > 253$  donc la condition est vérifiée
- Pour obs ALT 167 : Comparer  $248 + (16400 * 2,5\%)$  et  $167 + 50$  ;  $658 > 217$  donc la condition est vérifiée
- Pour obs ALT 108 : Comparer  $248 + (9600 * 2,5\%)$  et  $108 + 50$  ;  $490,5 > 158$  donc la condition est vérifiée

### 4.4 Conclusion

Il est important de joindre une procédure <<LOC SEULEMENT >> à la procédure d'approche ILS afin de fournir à l'aéronef un guidage qui assure un atterrissage protégé.

## III.5 Élaboration des procédures d'arrivée en PBN (STAR)

### 5.1 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.

### 5.2 La partie théorique

#### 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.

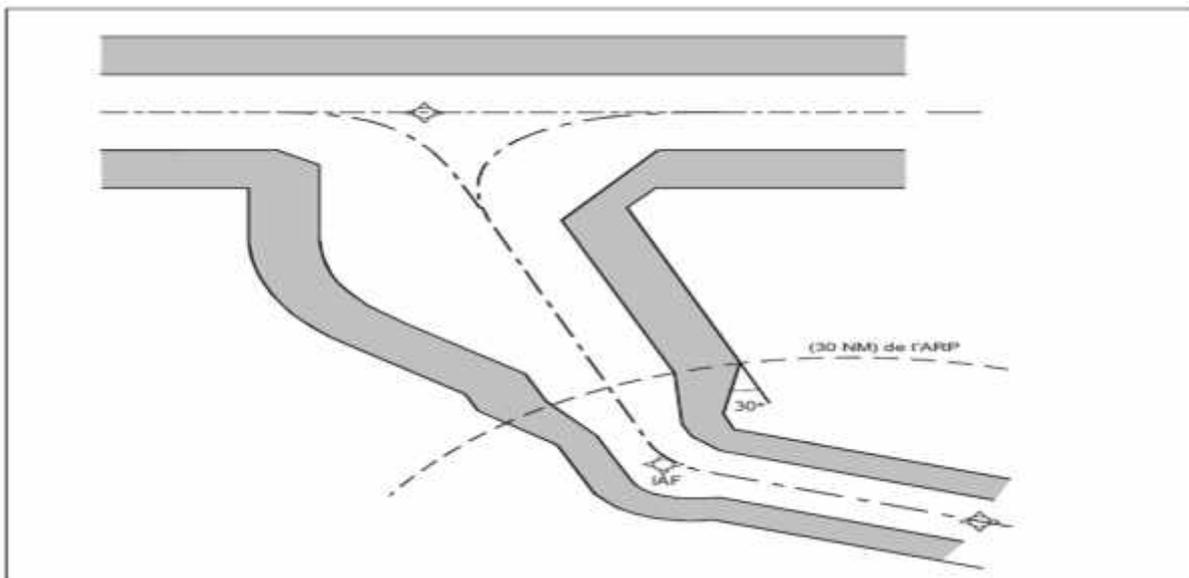


Figure (III.26) fusion des aires de protection à 30 NM de l'ARP.[12]

## 5.2.2 Franchissement d'obstacles

### Marge de franchissement d'obstacles

**Aire primaire** : la marge de franchissement d'obstacles sera de 300 m.

**Aire secondaire** : pour le calcul de la marge de franchissement d'obstacles en un point donné, il sera prévu une marge de 300 m au bord intérieur, diminuant linéairement jusqu'à zéro au bord extérieur.

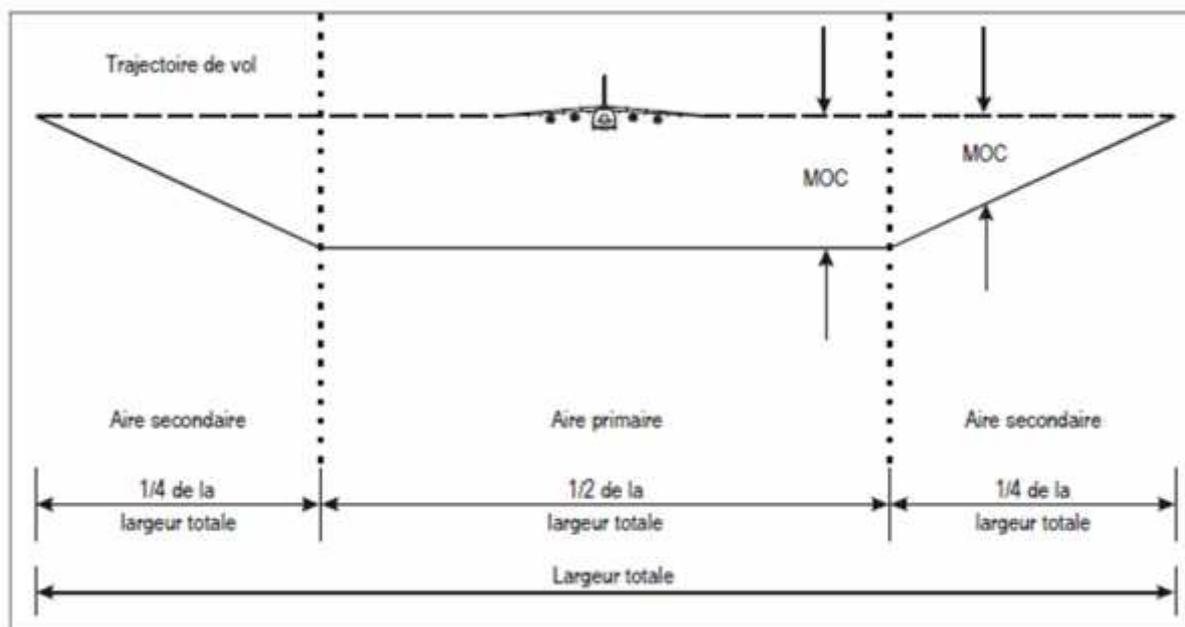


Figure (III.27) Coupe transversale de l'aire d'un segment en ligne droite montrant une aire primaire et des aires secondaires.[12]

## 5.3 La partie pratique

### 5.3.1 Les scénarios adoptés pour les arrivées

**STAR 1** Une arrivée venant de TARIK rejoignant le point d'attente.

**STAR 2** Une arrivée venant de BAHRI rejoignant le point d'attente.

**STAR 3** Une arrivée venant de DAHRA rejoignant le point d'attente.

**STAR 4** des arrivées venant de GRISS, BAY, TRB rejoignant un point de convergence vers le point d'attente.

### 5.3.2 Aire de franchissement d'obstacles

- Les distances depuis ARP < 30NM ; on applique RNP1

Tableau (III.12) XTT ATT et la ½ A/W pour les STAR en RNP1.

½ A/W	XTT	ATT
2 ,5 NM	1 NM	0 ,8 NM

- Les distances depuis ARP > 30 NM ; on applique RNAV1

Tableau (III.13). XTT ATT et la ½ A/W pour les STAR en RNAV 1.

½ A/W	XTT	ATT
5 NM	2 NM	1 ,6 NM

### 5.3.3 Traitement des obstacles

Tableau (III.14) Les OCA des segments d'arrivée.

L'arrivée	Alt obs. pénalisant (m)	OCA (m)
De DAHRA	513	813
De BAY	672	696
De GHRIS	808	962
De TRB	526	581



## III.6 Élaboration de la procédure APV BARO VNAV (LNAV/VNAV) RWY 07L

### 6.1 Introduction

LNAV est une approche qui n'est pas associée à une trajectoire verticale dans l'espace, le guidage latéral est effectué à l'aide du système RNAV GNSS.

APV BARO VNAV est une procédure d'approche avec guidage vertical utilisant la technique du Le système BARO VNAV qui permet des trajectoires VNAV barométriques calculées par le FMS ou autre système à bord.

### Procédure LNAV

#### 6.2 Partie théorique

##### 6.2.1 Segment d'approche finale

- La longueur minimale du segment final n'est pas inférieure à 3,0 NM et ne doit pas dépasser 10NM (longueur optimale=5NM).
- La marge minimale de franchissement d'obstacles dans l'aire primaire et de 75 m.

##### 6.2.2 Segment d'approche interrompue

- Le point d'approche interrompue (MAPt) sera défini par un point de cheminement à survoler.
- Pour une approche alignée sur la piste, le point d'approche interrompue sera situé au seuil ou avant le seuil.

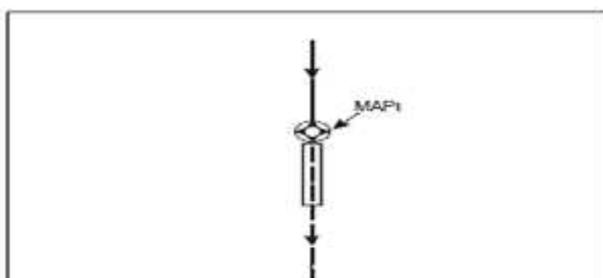


Figure (III.29) Positionnement du MAPt pour une approche alignée sur la piste.[12]

- À partir du MAPt, l'aire s'évase de 15° de part et d'autre de la trajectoire d'approche interrompue, Jusqu'à ce qu'elle atteigne la largeur de l'aire au point le plus en aval.

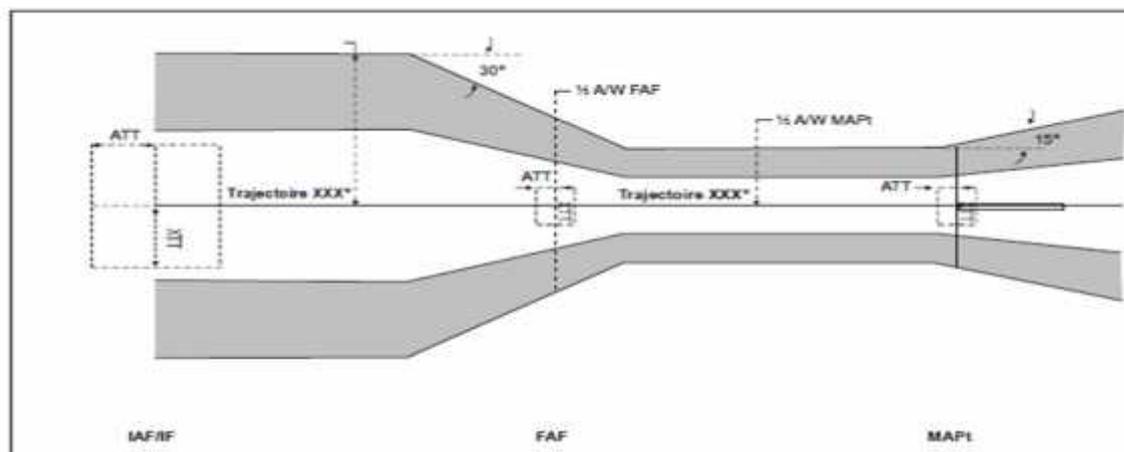


Figure (III.30) Evasement de 15° de part et d'autre de la trajectoire d'approche interrompue.[12]

## 6.3 Partie pratique

### 6.3.1 Paramètres caractérisant le segment final, intermédiaire et initial

Tableau (III.15) Paramètres caractérisant les segments

Le segment	Longueur (NM)	Orientation/Seuil.	Altitude (ft)	Pente	OCH (m)
Final	4,2	Axé	2000	5,24%	275
Intermédiaire	5	Axé	2000	En palier	36
Initial	10	38°	4500	4%	278

### 6.3.2 Segment d'approche interrompue

#### Les paramètres caractérisant le MAPT

Tableau (III.16) valeurs des paramètres caractérisant le MAPT

XTT (NM)	ATT(NM)	½ A/W(NM)	Altitude (ft)	Distance /seuil (NM)
0,30	0,24	0,95	960	0,98

- Longueur du segment d'approche interrompue = 11,13 NM

## Procédure d'approche BARO VNAV

### 6.4 Partie théorique

#### 6.4.1 Angle de trajectoire verticale (VPA)

Le VPA dépend de la température et de l'altitude de l'aérodrome.

- **Vérification de la VPA minimale**

On calcul la VPA minimale en fonction de la correction de température ; Min VPA doit être supérieure à 2.5°

$$\tan(\text{min VPA}) = (\text{Hauteur FAP} - T_{\text{corr}} - \text{RDH}) / \text{Distance (FAP/THR)} \dots\dots\dots (\text{III} .12)$$

$$\text{Où : } T_{\text{corr}} = H * [(15 - t_0) / (273 + T_0 - 0,5 * L_0 * (H + H_{ss}))] \dots\dots\dots (\text{III} .13)$$

.H : hauteur minimale au-dessus de la source de calage altimétrique (aérodrome)

T<sub>0</sub> : t aérodrome + L<sub>0</sub> \* h aérodrome

L<sub>0</sub> : 0,0065°C / M ou 0,00198 / ft

H<sub>ss</sub> : altitude de la source de calage altimétrique

T<sub>aérodrome</sub> : température de l'aérodrome [17]

#### 6.4.2 Segment APV

Le segment APV d'une procédure Baro-VNAV est aligné sur le prolongement de l'axe de piste. Contient le segment de descente finale pour l'atterrissage ainsi que les segments initial, intermédiaire et final de l'approche interrompue

#### 6.4.3 Définition de l'OAS

L'OAS sert à déterminer les obstacles à prendre en compte. Elle se compose des surfaces suivantes :

- surface d'approche finale (FAS) ;
- plan de sol ;
- surface d'approche interrompue (surface Z).

Les limites latérales de la surface d'approche finale correspondent aux bords de l'aire primaire LNAV. À chaque surface sont associées des surfaces latérales. Les bords supérieurs/extérieurs des surfaces latérales OAS AP coïncident latéralement avec les bords extérieurs des aires secondaires LNAV. Les bords inférieurs/intérieurs des surfaces latérales OAS APV coïncident latéralement avec les bords de l'aire primaire LNAV

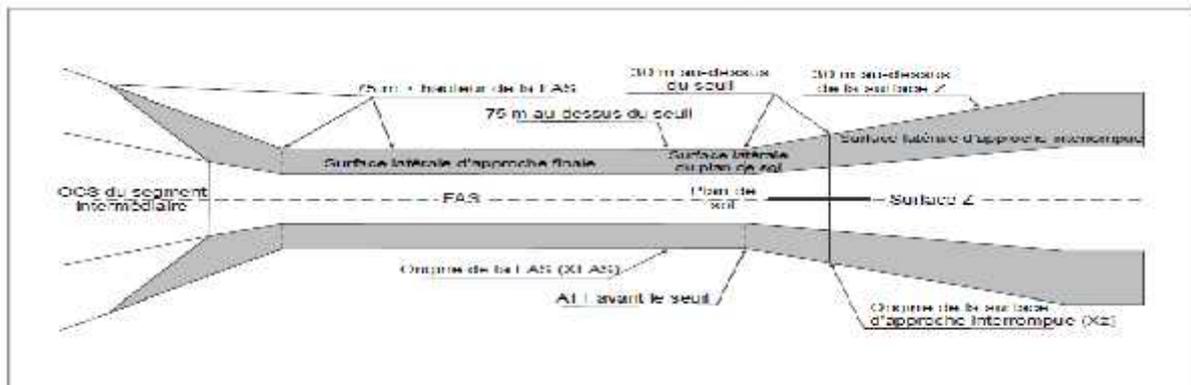


Figure (III. 31) Aire APV Baro-RNAV — Surfaces OAS APV vue en plan (OCS d'aérodrome et de segment intermédiaire à 5 000 ft ou au-dessous).[12]

• **Surface d'approche finale (FAS)**

La FAS a son origine au niveau du seuil, à une distance de 444 m (ATT) avant le point où la trajectoire verticale promulguée atteint une hauteur spécifiée au-dessus du seuil. La hauteur  $H_i$  est une valeur qui dépend de l'altitude dans tout le segment d'approche finale ( $H_0 = 75$  m au-dessous de 5 000 ft AMSL ;  $H_{5\,000} = 105$  m entre 5 000 et 10 000 ft AMSL ;  $H_{10\,000} = 120$  m à 10 000 ft AMSL ou au-dessus.). La surface d'approche finale se prolonge jusqu'à l'intersection avec l'OCS horizontale du segment intermédiaire.

**Origine de la FAS : XFAS**

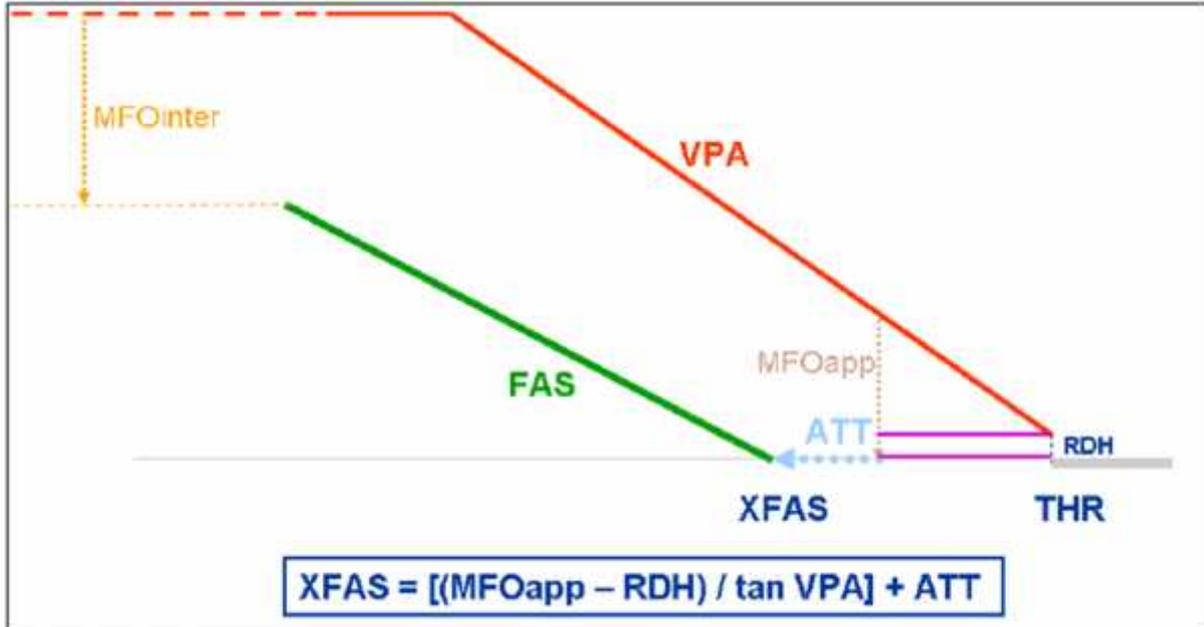


Figure (III. 32) Calcul de l'origine de la FAS, XFAS.[15]

**Angle de la FAS : FAS**

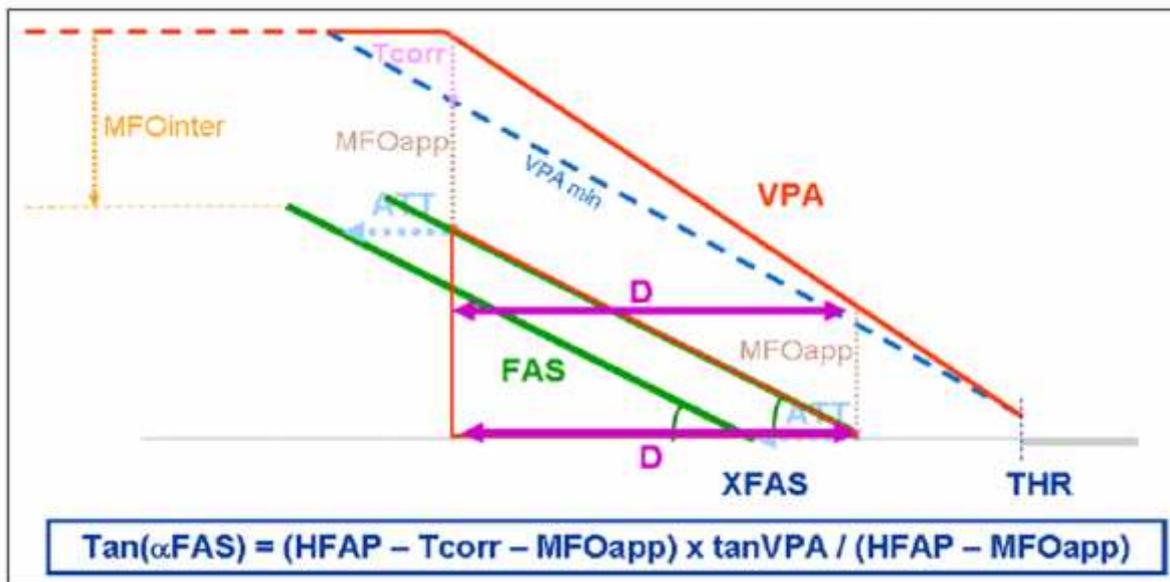


Figure (III. 33) Calcul de l'angle de la FAS ( FAS).[15]

**La hauteur de la FAS (hFAS)**

La hauteur de la FAS (hFAS) à une distance  $x$  par rapport au seuil sera déterminée comme suit :

$$hFAS = (X - XFAS) * \tan \alpha_{FAS} \dots \dots \dots (III.14)$$

**Plan de sol**

- Le plan de sol est défini par une surface au niveau du seuil limitée par l'aire primaire LNAV entre l'origine de la FAS et l'origine de la surface d'approche interrompue  $Z$  ( $Xz$ ). Les bords inférieurs/intérieurs des surfaces latérales du plan de sol sont définis par les bords de l'aire primaire LNAV au niveau du seuil. Les bords supérieurs/extérieurs des surfaces latérales sont définis par les bords extérieurs des aires secondaires LNAV.

**Surface d'approche interrompue (Z)**

- La surface d'approche interrompue ( $Xz$ ) a son origine au niveau du seuil (CAT A et B :  $Xz = -900$  m ; CAT C :  $Xz = -1 100$  m ; CAT D :  $Xz = -1 400$  m) par rapport au seuil. Elle a une pente nominale de 2,5 %. La surface  $Z$  est limitée latéralement par l'aire primaire LNAV. Les bords inférieurs/intérieurs des surfaces latérales correspondantes sont définis par les bords de l'aire primaire d'approche interrompue LNAV et par les bords extérieurs des aires secondaires LNAV.

**L'équation de la surface  $Z_i$  sera :**

$$Z = - (x - XZ_i) * \tan(\alpha_Z) \dots \dots \dots (III.15)$$

Où :  $XZ_i$  : origine de la surface  $Z_i$

$\tan(\alpha_Z)$  : pente de la surface de la surface d'approche interrompue (2.5% avec max5%)

**6.4.4 Détermination de l'OCH pour le segment APV**

- **Déterminer si l'obstacle perce la surface FAS**

Pour que l'obstacle ne perce pas la surface la condition suivante doit être vérifiée

$$H_{\text{obst}} < (x - XFAS) \tan \alpha_{FAS}$$

Dans le cas contraire un traitement d'obstacle doit se faire

- **Déterminer si l'obstacle est en approche ou en approche interrompue**

Comparer la hauteur de l'obstacle à celle de la surface VPA' (parallèle au VPA promulgué et ayant son origine à  $Xz$ )

L'obstacle se trouve en approche interrompue si la condition suivante est vérifiée

$$H_{\text{obst}} < (X - Xz) \tan \alpha_{VPA}$$

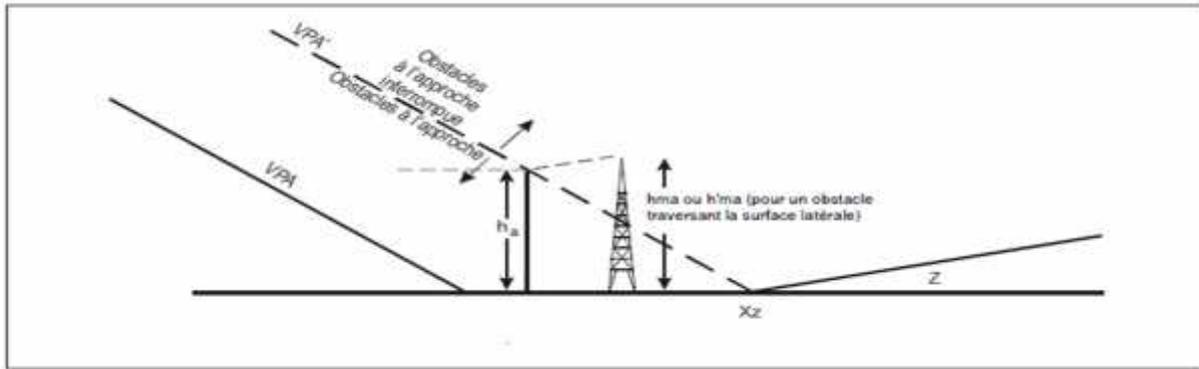


Figure (III.34) Obstacles à l'approche interrompue.[12]

– **Détermination des OCH pour l'approche**

-obstacles à l'approche finale traversant la FAS ou le plan de sol :

L'OCH de l'approche finale sera déterminée en ajoutant, à la hauteur de l'obstacle, la marge de perte de hauteur correspondant à la catégorie

- obstacles à l'approche finale traversant la surface latérale d'approche finale ou la surface Latérale correspondant au plan de sol :

OCH sera déterminée en ajoutant une valeur réduite linéairement depuis la valeur totale de la perte de hauteur au bord intérieur de la surface latérale jusqu'à zéro au bord extérieur de la surface latérale, à la hauteur de l'obstacle.

– **Détermination des OCH pour l'approche interrompue**

L'OCH de l'approche interrompue est déterminée en ajoutant la perte de hauteur applicable à la hauteur de l'obstacle équivalent le plus élevé ( $h_a$ )

-obstacles à l'approche interrompue traversant une surface d'approche finale, le plan de sol Ou la surface Z :

La hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent sera calculée à l'aide de la formule suivante

$$h_a = h_{ma} \cdot \cotg \alpha + (X - X_z) / (\cotg Z + \cotg \alpha) \dots \dots \dots (III.16)$$

- $h_a$  = hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent
- $h_{ma}$  = hauteur de l'obstacle à l'approche interrompue
- $\cotg Z$  = cotangente de l'angle de la surface Z
- $\cotg \alpha$  = cotangente du VPA
- $X_z$  = coordonnée X de la surface d'approche interrompue intermédiaire (Z)
- X = distance de l'obstacle par rapport au seuil (positive avant, négative après)
- Obstacles à l'approche interrompue traversant une surface latérale :
- La hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent sera calculée à l'aide de la formule..... (III.16)
- $h_{ma}$  est la hauteur de la partie de l'obstacle traversant la surface plus la valeur du bord du secondaire à la position  $X_{obstacle}$ .

Où :

- Hauteur de la partie de l'obstacle traversant = hauteur obstacle – hauteur de la surface au niveau de l'obstacle
- Hauteur de la surface au niveau de l'obstacle =  $[(Y_{obst}-880) / 880] \cdot \text{valeur du bord du secondaire à } X_{obst}$ .
- Valeur du bord du secondaire à  $X_{obstacle}$  =  $[(X_{obst}-X_{Zi}) / (X_{FAS}-X_{Zi})] \cdot 45+30$ .

## 6.5 Partie pratique

### 6.5.1 Vérification de la VPA minimale

$$\begin{aligned}\text{Tan (min VPA)} &= (\text{Hauteur FAP} - \text{Tcorr} - \text{RDH}) / \text{Distance (FAP/THR)} \\ &= (517,69 - 10,26 - 15) / 9593,36 = 0,05\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Où : Tcorr} &= 517,69 * [(15 - 32,58) / (273 + 32,58 - 0,5 * 3,25 * 10^{-3} * 607,69)] \\ &= 10,26 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Donc VPA minimale} = 2,8^\circ > 2,5^\circ$$

### 6.5.2 Surface d'approche finale (FAS)

- **Origine de la FAS : XFAS**

$$\begin{aligned}\text{XFAS} &= [(H - \text{RDH}) / \text{tg VPA}] + \text{ATT} \\ &= [(75 - 15) / 0,05] + 444 = 1644 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Angle de la FAS : FAS**

$$\text{Tan FAS} = [(h \text{ FAP} - \text{Tcorr} - \text{Hi}) * \text{tan VPA}] / h \text{ FAP} - \text{Hi}$$

$$= [(517,69 - 10,26 - 75) * 0,05] / 517,69 - 75 = 0,048$$

$$\text{Donc FAS} = 2,7^\circ$$

- **La hauteur de la FAS (hFAS)**

$$\text{hFAS} = (X - \text{XFAS}) * \text{tg FAS}$$

$$= (X - 1644) * 0,048 = 0,048X - 78,912$$

### 6.5.3 Surface d'approche interrompue (Z)

- **L'équation de la surface Zi**

$$Z = - (x - \text{XZi}) * \text{tan}(Z)$$

Tableau (III.17) Équations de la surface Zi selon la catégorie d'aéronef.

Catégorie de l'aéronef	Equation de la surface Z
Cat A et B	$Z = -0,025 X - 22,5$
Cat C	$Z = -0,025 X - 27,5$
Cat D	$Z = -0,025 X - 35$

### 6.5.4 Détermination de l'OCH pour le segment APV

- **Déterminer si l'obstacle perce la surface FAS**

Vérifier que :

$$H_{\text{obst}} < (x - \text{XFAS}) \text{tan FAS} = 0,048X - 78,912$$

Dans le cas contraire un traitement d'obstacle doit se faire

- **Déterminer si l'obstacle est en approche ou en approche interrompue**

L'obstacle se trouve en approche interrompue si la condition suivante est vérifiée

$$H_{\text{obst}} < (X - \text{Xz}) \text{tan VPA} \dots \dots \dots \text{(III.17)}$$

### 6.5.5 Le dessin final

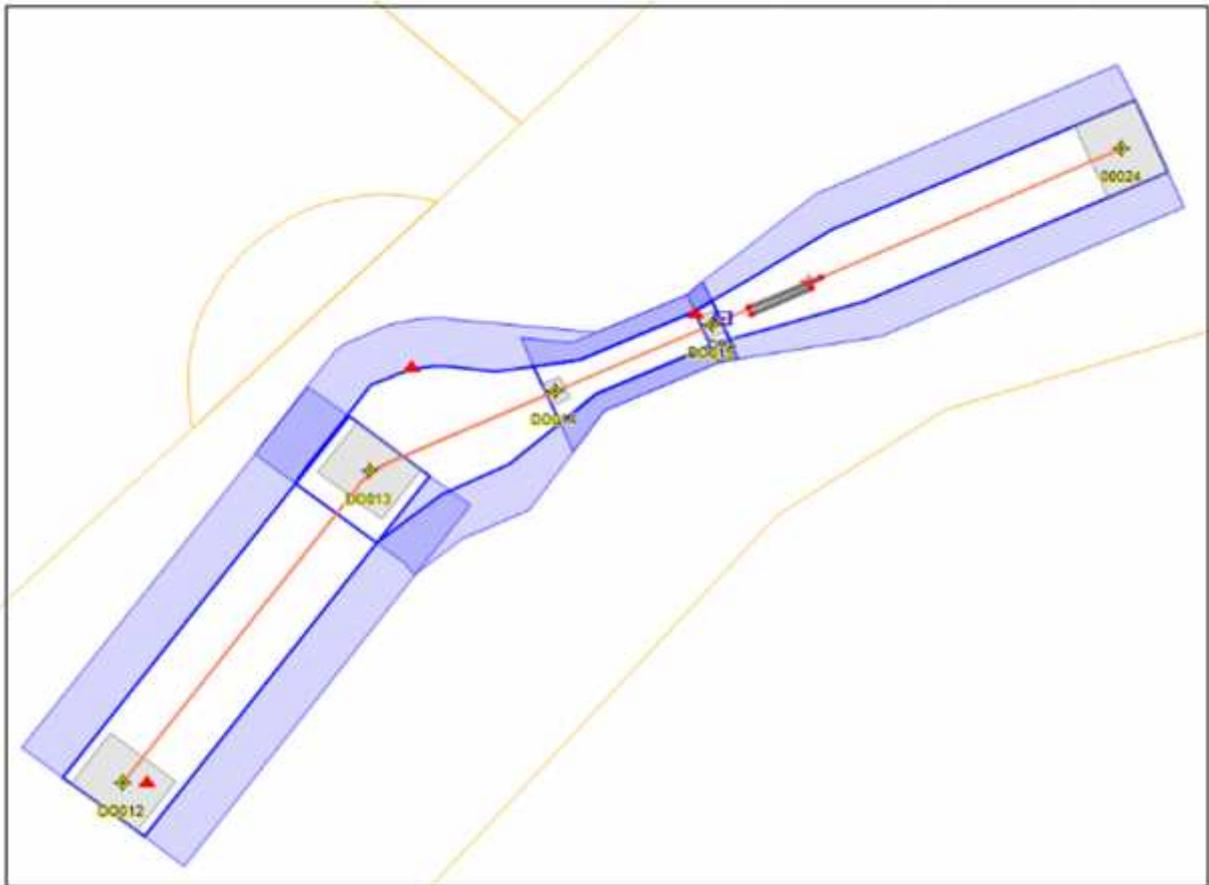


Figure (III. 35) dessin de la procédure d'approche APV BARO VNAV avec les protections associées.[13]

### 6.6 Conclusion

La procédure d'approche APV BARO VNAV réalisée pour le QFU 07 L permet de fournir des guidages vertical et latéral pour l'aéronef avec une protection maximale des trajectoires.

### III.7 Élaboration de la procédure d'attente point fixe

#### 7.1 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. Lors de la conception de la procédure, nous avons posé un circuit d'attente sur le segment d'approche initiale désigné par « DO001 » (42°) et va être exécuté sur un point fixe (WP) d'une distance oblique de 30 NM par rapport à la piste, avec un temps d'éloignement d'1 min à une altitude spécifiée de 3300 Ft.

#### 7.2 Paramètres du circuit d'attente :

Les paramètres qui servent à réaliser le circuit d'attente sont :

- IAS=230kt
- Altitude = 3300 ft
- Temps =1min
- Température (°C) =15°C
- Catégorie aéronefs A, B, C, D

#### 7.3 Construction de gabarit d'attente :

Pour construire le gabarit d'attente il faut :

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

##### 7.3.1 Construction d'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 (voir doc 8168).

##### 7.3.2 Construction des aires d'entrées :

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

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

$$d = [ALT_{640} - ALT_{seuil} - (OCH - HL)] / 2,5\%$$

$$d = 21200 \text{ m}$$

-Calcul des OCH

Pour franchir les obstacles dans le segment d'approche interrompue finale en ligne droite la condition suivante doit être respectée :

$$\text{L'altitude/hauteur d'obstacles} < (OCA/Hps - HL) + d \cdot \tan Z$$

Les calculs sont donnés dans l'annexe

Calcul de la position SOC

$$X_{SOC} = [(OCH - HL) / \tan 3^\circ] - X_E \dots \dots \dots (III.7)$$

$$= -518,37 \text{ m}$$

### III.3.3. 6 Le dessin final

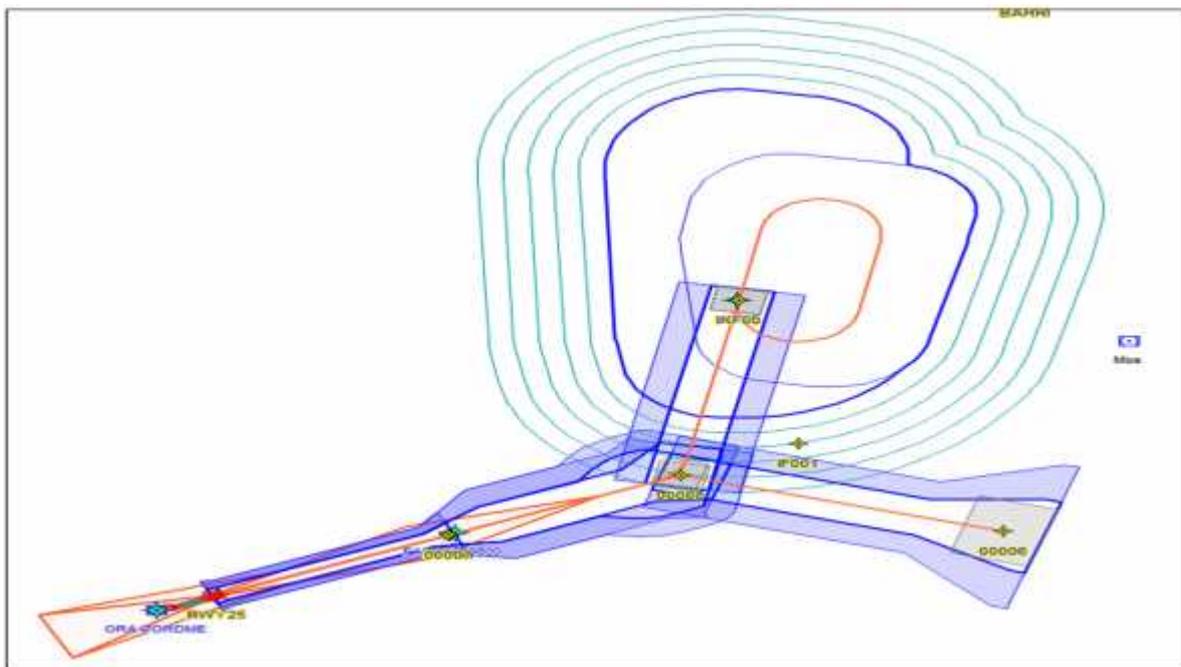


Figure (III.24) le dessin de la procédure d'approche PBN branchée-ILS.[13]

## 3.4 Conclusion

Avec la réalisation de la procédure d'approche PBN branchée ILS pour le seuil 25 R, on a pu résoudre le problème de chevauchement avec les zones dangereuses (BOUSFER et TAFRAOUI) ceci en appliquant une procédure en Y flexible grâce aux caractéristiques de la PBN.

# Conclusion

Après avoir étudié le schéma de circulation aérienne actuel (procédures conventionnelles) et ressorti les problèmes déjà cités nous avons remédié à ces derniers grâce à la navigation basée sur les performances (PBN) qui nous a permis :

- 1) Libérer les départs avec virages vers le nord et vers le sud par la création des points de cheminement permettant des trajectoires flexibles évitant ainsi le chevauchement avec les zones dangereuses .
- 2) Un positionnement idéal de l'attente à 30 NM de la piste permettant ainsi d'augmenter la cadence d'approche d'une part et d'assurer une séparation avec les zones dangereuse d'une autre part.
- 3) Elaboration de la procédure d'approche LNAV /VNAV pour les arrivées venant de l'ouest.
- 4) Augmentation de la capacité de l'espace aérien par la création de nouvelles trajectoires et raccourcis basées sur des points de cheminement.
- 5) Optimisation des arrivées.
- 6) Réduction du carburant et des émissions de gaz CO2.

L'ensemble des procédures réalisées dans ce mémoire sera mis en œuvre suivant le cours du plan d'action de l'ENNA pour l'année 2019.





## ANNEXE B

Exemple de tableau de désignation des MSD

Tableau (B.1) Détermination des MSD pour un point de cheminement par le travers et une inclinaison latérale de 15°.

Changement de cap* (degrés)	Vitesse vraie (km/h)														
	< ou = 240	260	280	300	320	340	360	380	400	440	480	520	560	600	640
50	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3	3,8	4,4	5,1	5,8	6,5
55	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,6	4,2	4,9	5,6	6,3	7,2
60	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,9	4,6	5,3	6,1	6,9	7,8
65	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	4,2	5,0	5,8	6,6	7,6	8,6
70	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,6	5,4	6,3	7,2	8,2	9,3
75	1,6	1,9	2,2	2,4	2,8	3,1	3,4	3,8	4,2	5,0	5,9	6,8	7,8	8,9	10,1
80	1,8	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	5,4	6,3	7,4	8,5	9,7	11,0
85	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,8	6,9	8,0	9,2	10,5	11,9
90	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	5,3	6,3	7,4	8,7	10,0	11,4	12,9
95	2,2	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,8	8,1	9,4	10,8	12,4	14,0
100	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6	6,2	7,4	8,7	10,2	11,8	13,4	15,2
105	2,5	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,5	6,1	6,7	8,0	9,5	11,1	12,8	14,6	16,6
110	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3	5,9	6,6	7,3	8,7	10,3	12,1	13,9	15,9	18,1
115	3,0	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,2	7,9	9,5	11,3	13,2	15,2	17,4	19,8
120	3,3	3,8	4,4	5,0	5,7	6,4	7,1	7,9	8,7	10,5	12,4	14,5	16,7	19,1	21,7

\* Utiliser la valeur de 50° pour les changements de cap de moins de 50°

## ANNEXE C

Facteur K

Tableau (C.1) Valeurs du facteur K

<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 D

Logiciel servaero

Logiciel servaero calcule :

- La distance et la route entre deux positions :

En faisant entrer les coordonnées des deux points

The screenshot shows a software window titled 'Distance entre deux points' with three tabs: 'Distance entre deux points', 'Calcul des Coordonnées Géographiques', and 'Conversion'. The 'Distance entre deux points' tab is active. It is divided into two columns: 'Point A' (green background) and 'Point B' (blue background). Each column has input fields for 'Latitude' and 'Longitude'. Under 'Point A', the longitude is '03 13'. Under 'Point B', the longitude is '00 00 00'. Below the input fields is a 'Calculer' button. At the bottom, there are three output labels: 'Route vrai en °', 'Distance en Nm', and 'Distance en M', each followed by a colon and a blank space for the result.

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

The screenshot shows a software window titled 'Calcul des Coordonnées Géographiques'. It has a blue header bar for 'Point A' with latitude and longitude inputs (0 0 0 N, 0 0 0 E). Below that is a green bar for 'Route' with inputs for 'D (Nm)', 'Rm (°)', 'Dm (°)', and 'E/W'. A 'Calculer' button is centered below the route inputs. At the bottom, there is a section for 'Point B' with latitude and longitude inputs (0 0 0 N, 0 0 0 E).

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

## ANNEXE E

Manuel OACI 8168 « exploitation technique des aéronefs »

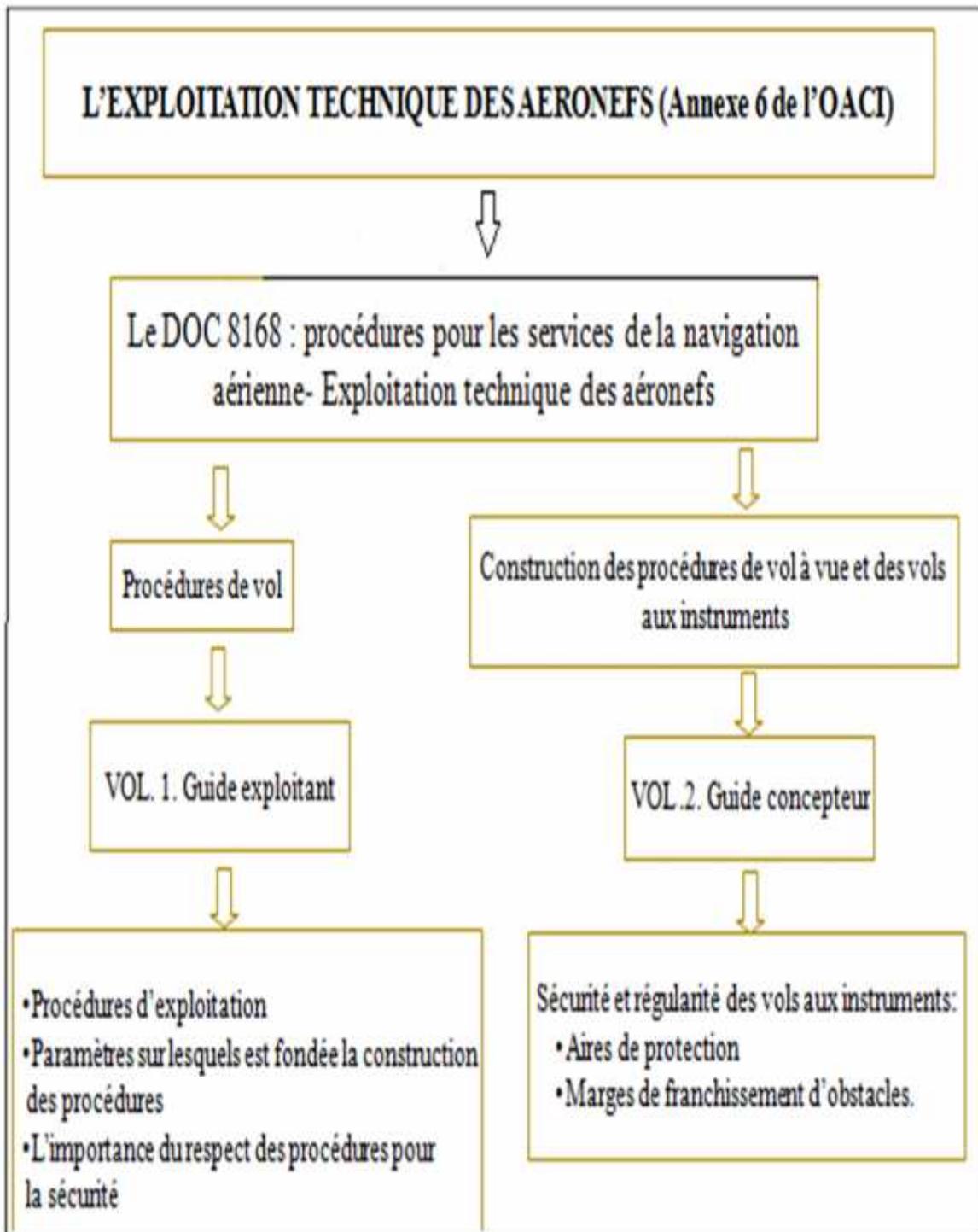


Tableau (E.1) Description du manuel « exploitation technique des aéronefs » annexe 6 de l'OACI.

## ANNEXE F

Traitement d'obstacle pour les départs

- **Obstacles artificiels**

Tableau (F.1) Résultat du traitement des obstacles artificiels.

<b>Les obstacles</b>	<b>ALT/AC(m)</b>	<b>Alt OBS (m)</b>
Hangar caserne 1	425	360
Hangar caserne 2	405,2	330
Pylône Eclairage Public 1	428,3	347,5
Pylône Eclairage Public 2	365,6	290,6
Pylône Eclairage Public 3	365,6	290,6
Pylône Eclairage Public 4	365,6	290,6
Pylône Eclairage Public 5	373,85	298,85
Pylône Eclairage Public 6	373,85	298,85
Pylône Eclairage Public 7	372,2	297,2
Projecteur Parking Avion 1	1801	1387,5
Projecteur Parking Avion 2	355,7	280,7
Projecteur Parking Avion 3	410	333,75
Projecteur Parking Avion 4	5750	315,5
Projecteur Parking Avion 5	385,4	310,4
Projecteur Parking Avion 6	383,75	308,75
Projecteur Parking Avion 7	380,45	305,45
Projecteur Parking Avion 8	375,5	300,5
Projecteur Parking Avion 9	372,2	297,2
Projecteur Parking Avion 10	370,55	295,55
Seuil Déc. 25 Droit	415,1	337,5
Antenne Police	378,8	303,8

## ANNEXE F

- **Obstacles naturels**

- Départ Nord

### Aire de mise en visage

On a un seul obstacle ; ALT OBS <sub>100</sub> m

ALT A /C= 143,75 m

On a ALT A/C > ALT OBS donc ne perce pas

### Aire de visage

Tableau (F.2) Résultat du traitement des obstacles naturels pour le départ Nord.

Obstacle	ALT max obs(m)	ALT A/C(m)
OBS <sub>102</sub>	560	689
OBS <sub>96</sub>	435	524
OBS <sub>119</sub>	671,25	783,05
OBS <sub>125</sub>	247,5	276,5
OBS <sub>106</sub>	592,5	731,9
OBS <sub>103</sub>	760	953
OBS <sub>101</sub>	495	603,2
OBS <sub>279</sub>	413,75	495,95
OBS <sub>116</sub>	310	359
OBS <sub>85</sub>	385	458
OBS <sub>295</sub>	371,25	439,85

- Départ Sud

### Aire de mise en virage

On a un seul obstacle ; ALT OBS = 100 m

ALT A /C= 143,75 m

On a ALT A/C > ALT OBS donc ne perce pas

## ANNEXE F

### Aire de virage

Tableau (F.3) Résultat du traitement des obstacles naturels pour le départ Sud.

<b>Obstacle</b>	<b>ALT max obs(m)</b>	<b>ALT max obs(m)</b>
OBS <sub>296</sub>	4877,5	6388,1
OBS <sub>250</sub>	680	847,4
OBS <sub>89</sub>	475	576,8
OBS <sub>382</sub>	600	741,8
OBS <sub>275</sub>	440	530,6
OBS <sub>165</sub>	392,5	467,9
OBS <sub>85</sub>	383,75	456,3
OBS <sub>92</sub>	335,3	395,3
OBS <sub>116</sub>	289,1	349,1

## ANNEXE G

### Logiciel PANS\_OPS

Le programme PANS-OPS OAS calcule les paramètres des surfaces d'évaluation d'obstacles (OAS) en fonction de géométries ILS/MLS/GLS, dimensions d'aéronef et pentes de montée en approche interrompue données. Il calcule aussi la hauteur (Z) des OAS au-dessus d'un point précis (X, Y) pour les paramètres de système et d'aéronef sélectionnés.

Le programme permet d'imprimer les paramètres et les pour quelque ensemble de conditions que ce soit.

#### Méthode d'utilisation du programme résultats

- Ouverture du programme

Sur la barre des menus principale, cliquer **Programme**, puis **OAS** pour afficher la fenêtre d'entrée des données/d'indication des résultats (constantes OAS, coordonnées du gabarit OAS et calculateur de hauteur OAS). L'affichage suivant apparaîtra :

Figure (G.1) Interface du programme PANS-OPS pour les OAS

- Entrée des données

Pour que le programme puisse effectuer quelque calcul que ce soit, il faut entrer des données sur l'aide de navigation et sur l'aéronef. Exemples : La catégorie d'approche, L'angle d'alignement de descente, hauteur de point de référence (RDH), pente de montée en approche interrompue, Dist. LOC/seuil etc.

- Résultat des calculs

Les résultats produits par le programme sont les constantes A, B et C de toutes les OAS, les coordonnées du gabarit et le calculateur de hauteur OAS, ainsi que la hauteur OAS qui est calculée en faisant entrer les valeurs de X et de Y pour l'obstacle à l'étude.

## ANNEXE H

Traitement d'obstacles pour le segment de précision (procédure PBN branchée ILS)

- **Obstacles artificiels**

Tableau (H.1) Résultat du traitement d'obstacles artificiels pour le segment de précision.

OBSTACLE	SURFACE	X(OAS)	Y(OAS)	Z(OAS)	HAUTEUR ATTOP	PERCE OU NON OAS	GP=0,0524*(X+900)	POSITION(HOBS+GP)	EQUIVALENT	OCH CAT A	OCH CAT B	OCH CAT C	OCH CAT D	
Hangar caserne 1	Y		200	300	46,5	013,787								
Hangar caserne 2	Y		150	300	45,25	013,692								
Pylone Eclairage Public 1	Y		300	250	48,39	008,839								
Pylone Eclairage Public 2	Y		-2050	1300	209,11	008,577								
Pylone Eclairage Public 3	Y		1900	1125	269,33	009,389								
Pylone Eclairage Public 4	Y		-1875	1050	148,8	009,180								
Pylone Eclairage Public 5	Z		-1600	225	17,5	008,578								
Pylone Eclairage Public 6	Z		-1575	200	19,88	009,321								
Pylone Eclairage Public 7	Z		-1625	200	18,13	010,360								
Projecteur Parking Avion	Z		-1950	280	26,25	017,875								
Projecteur Parking Avion	Z		-2100	280	30	017,770								
Projecteur Parking Avion	Y		-225	-1300	254,62	018,431								
Projecteur Parking Avion	Y		-175	-900	158,38	018,267								
Projecteur Parking Avion	Y		-300	-850	154,33	018,429								
Projecteur Parking Avion	Y		-350	-800	142,14	018,463								
Projecteur Parking Avion	Y		-400	-850	151,83	018,800								
Projecteur Parking Avion	Y		-500	-850	143,43	018,476								
Projecteur Parking Avion	Y		-550	-850	148,09	018,637								
Projecteur Parking Avion	Y		-600	-975	174,19	018,476								
Projecteur Parking Avion	Y		-13	-2	178,41	008,129								
Seuil 07 Gauche	Z		-3500	-50	65	000,293								
Seuil Dec 25 Droit	W		-50	0	0	000,264								
Antenne Police	Y		0	-800	150,87	029,848								
antenne GP 25R	plane		-300	75	0	020,000	PERCE	31,44	FINALE	/	60m	63m	66m	69m

- **Obstacles naturels**

Tableau (H.2) Résultats du traitement d'obstacles naturels pour le segment de précision.

OBSTACLES	SURFACE	X(OAS)	Y(OAS)	Z(OAS)	HAUTEUR OBS +VEGETATIC	perce ou non OAS
OBS 85	Z	-5200	-250	107,5	/	
OBS92	Z	-3900	-550	75	/	
OBS87	Z	-3500	425	65	/	
OBS85	Z	-4600	700	92,5	/	
OBS96	Z	-5900	575	125	/	
OBS93	Z	-7250	450	158,75	/	
OBS96	Z	-7800	1500	172,5	/	
OBS95	Z	9300	850	210	/	
OBS103	Z	-10300	1900	235	28	perce pas
OBS98	Z	-10850	1400	248,75	/	
OBS95	Z	-10950	600	251,25	/	
OBS95	Z	-11750	875	271,25	/	
OBS92	Z	-12750	1275	296,25	/	
OBS96	X	2700	-300	115,31	/	
OBS98	X	4675	250	162,48	/	
OBS94	X	-5950	550	255,73	/	
OBS107	X	5700	-250	191,86	32	perce pas
OBS94	X	8425	-750	364,48	/	
OBS108	X	9675	-1050	457,02	33	perce pas
OBS143	X	11225	-750	444,75	68	perce pas
OBS173	X	13400	-1400	629,95	98	perce pas
OBS171	X	14950	-500	504,28	96	perce pas
OBS142	X	17100	-1700	792,72	67	perce pas
OBS95	X	-3300	-750	60	/	
OBS91	X	18200	-2450	966	/	
OBS92	X	7200	800	383,81	/	
OBS119	X	11750	400	393,65	44	perce pas
OBS125	X	12850	1250	585,83	50	perce pas
OBS133	X	14300	850	551,8	58	perce pas
OBS127	X	15075	1650	742,42	52	perce pas
OBS147	X	17300	875	642,53	72	perce pas
OBS144	X	17050	400	545,58	69	perce pas

## ANNEXE J

Traitement d'obstacles pour le segment d'approche interrompue finale (procédure PBN branchée ILS)

Tableau (J.1) Résultat du traitement d'obstacles pour le segment d'approche interrompue finale.

nom obs	alt	hauteur	x	Do	Do*2,5%+OCH-HI	Hauteur +vegetation
obs 84	84	-6	-13450	14000	370	9
obs 167	167	77	-14350	14900	392,5	92
obs 85	85	-5	14400	14950	393,75	10
obs 104	104	14	-14400	16275	426,875	29
obs 167	167	77	-17150	17675	461,875	92
obs 101	101	11	-18750	19350	503,75	26
obs 93	93	3	-18925	19450	506,25	18
obs 203	203	113	-19575	20125	523,125	128
obs 106	106	16	-20575	21150	548,75	31

## ANNEXE K

### Le codage des procédures

- Procédure d'approche PBN branchée ILS

Tableau (K.1) Codage de la procédure d'approche PBN branchée ILS.

ADHP ICAO Code	ADHP ICAO Identifiant	W/P ID	W/F ICAO Code	W/P Type	Latitude	Longitude
DA	DAOO	DO001	DA	ADHP	35°57'10.6890"N	000°10'33.2330"W
DA	DAOO	DO002	DA	ADHP	35°45'09.7060"N	000°14'28.2480"W
DA	DAOO	DO003	DA	ADHP	35°41'19.5460"N	000°25'48.9190"W
DA	DAOO	DO004	DA	ADHP	35°38'07.6700"N	000°35'13.1410"W
DA	DAOO	DO005	DA	ADHP	35°33'49.0270"N	000°47'49.1210"W
DA	DAOO	DO006	DA	ADHP	35°41'12.6200"N	000°01'40.0000"E

- Procédure de départ aux instruments

Tableau (K.2) Codage de la procédure de départ aux instruments.

ADHP ICAO Code	ADHP ICAO Identifiant	W/P ID	W/P ICAO Code	W/P Type	Latitude	Longitude
DA	DAOO	BAHRI	DA	ADHP	36°17'43.0000"N	000°04'09.0000"E
DA	DAOO	DER01	DA	ADHP	35°36'59.9100"N	000°38'31.7000"W
DA	DAOO	DO007	DA	ADHP	35°34'36.4060"N	000°42'16.4380"W
DA	DAOO	DO008	DA	ADHP	35°30'09.9740"N	000°44'32.9220"W
DA	DAOO	DO009	DA	ADHP	35°42'30.8700"N	000°35'19.4070"W
DA	DAOO	LABRO	DA	ADHP	37°16'29.0000"N	001°07'26.0000"E

- Procédure d'arrivées aux instruments

Tableau (K.3) Codage de la procédure d'arrivées aux instruments.

ADHP ICAO Code	ADHP ICAO Identifiant	W/P ID	W/P ICAO Code	W/P Type	Latitude	Longitude
DA	DAOO	BAHRI	DA	ADHP	36°17'43.0000"N	000°04'09.0000"E
DA	DAOO	BAYED	DA	ADHP	33°42'35.3000"N	001°04'45.0700"E
DA	DAOO	DAHRA	DA	ADHP	36°21'55.0000"N	001°30'00.0000"E
DA	DAOO	DO001	DA	ADHP	35°57'10.6890"N	000°10'33.2330"W
DA	DAOO	DO011	DA	ADHP	35°43'15.2260"N	000°28'59.0330"E
DA	DAOO	GRISS	DA	ADHP	35°12'33.7400"N	000°08'56.0900"E
DA	DAOO	TARIK	DA	ADHP	36°24'18.0000"N	001°08'16.0000"W
DA	DAOO	TIARE	DA	ADHP	35°20'51.9200"N	001°30'53.7000"E

- Procédure LNAV VNAV

Tableau (K.4) Codage de la procédure LNAV VNAV.

ADHP ICAO Code	ADHP ICAO Identifiant	W/P ID	W/P ICAO Code	W/P Type	Latitude	Longitude
DA	DAOO	DO012	DA	ADHP	35°25'12.6280"N	000°57'39.4220"W
DA	DAOO	DO013	DA	ADHP	35°33'03.0910"N	000°50'02.8440"W
DA	DAOO	DO014	DA	ADHP	35°34'59.4470"N	000°44'23.8090"W
DA	DAOO	DO015	DA	ADHP	35°36'36.7150"N	000°39'39.5850"W
DA	DAOO	DO016	DA	ADHP	35°40'51.2700"N	000°27'12.2500"W



# ANNEXE L

## STANDARD ARRIVAL INSTRUMENT CHART

CAT: A B C D

AD ELEV: 289

2019

ORAN - **DA00**  
STAR RNAV (GNSS) - RWY 25R

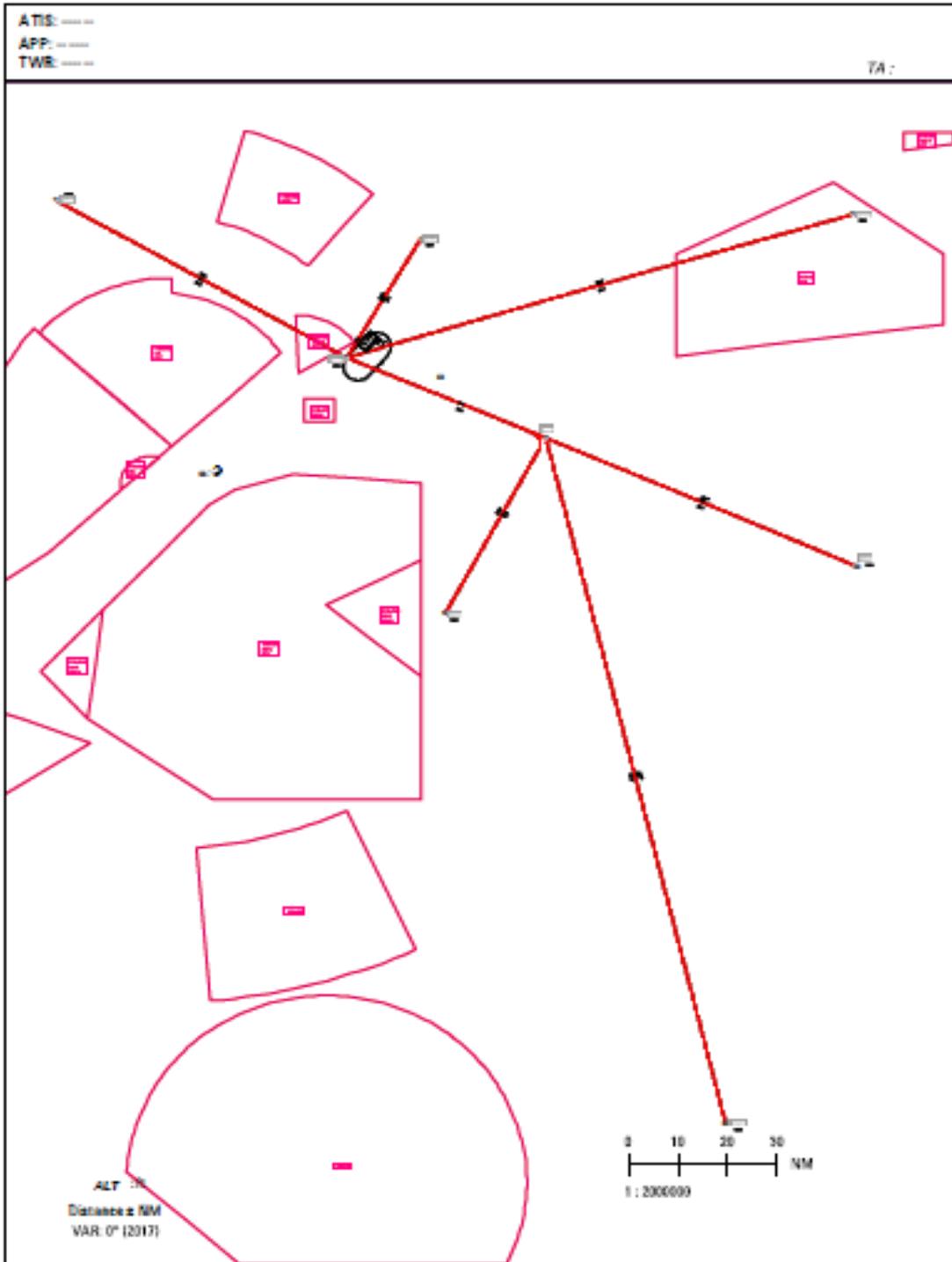


Figure (L.2) carte d'arrivées aux instruments RNAV GNSS-RWY 25L.

# ANNEXE L

## INSTRUMENT APPROACH CHART CAT: A B C D

AD ELEV: 299  
APP: 1282-121.1(a)  
TWR: 118.1-119.7(a)

2019

**ORAN - DA00**  
**RNAV (GNSS)-ILS RWY 25R**  
**RDH 15 M**

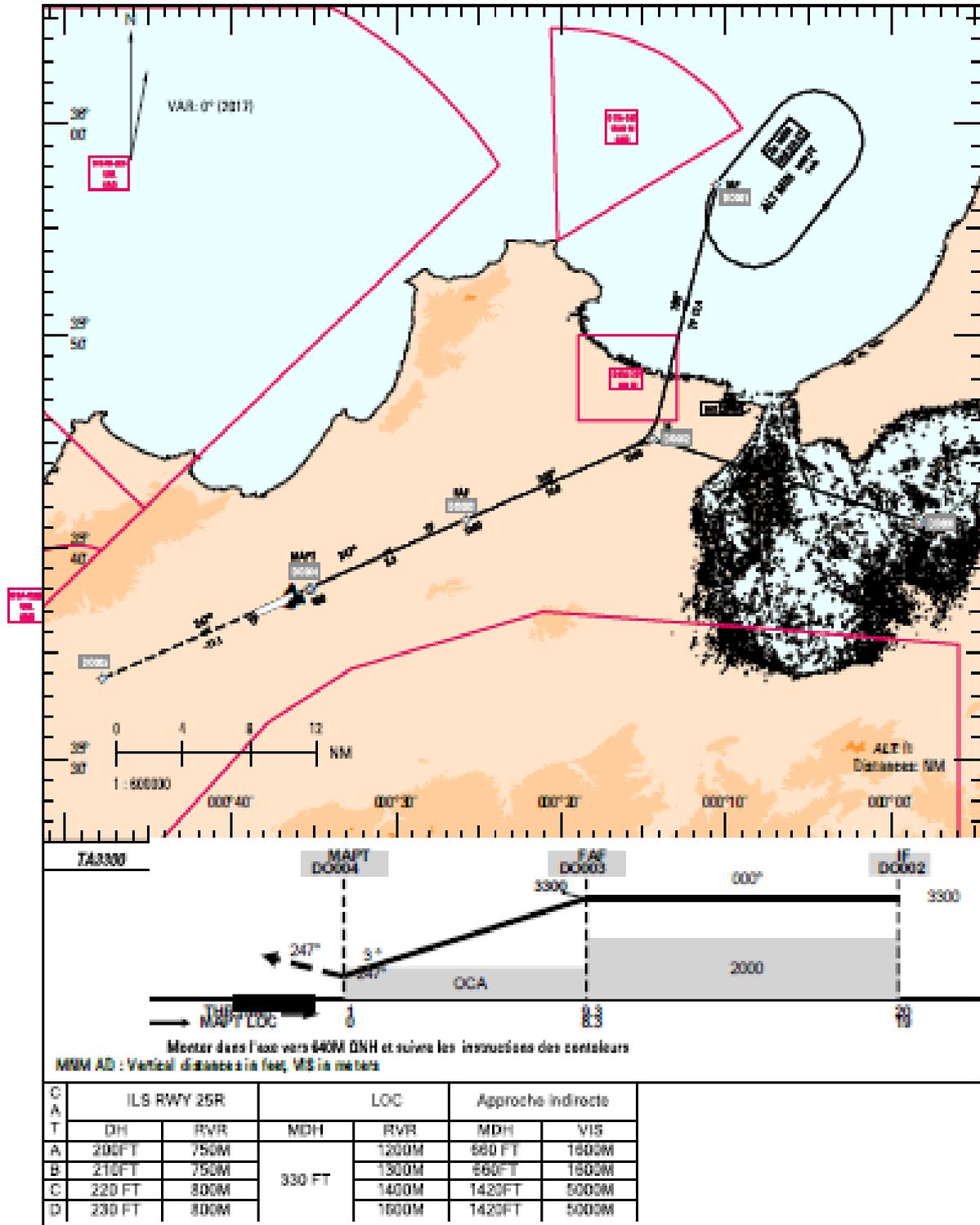


Figure (L.3) carte d'approche RNAV GNSS-ILS RWY 25R.

# ANNEXE L

## INSTRUMENT APPROACH CHART

CAT: A B C D

AD ELEV: 299  
FT

2019

ORAN - **DA00**

RNAV (GNSS) RWY 07L

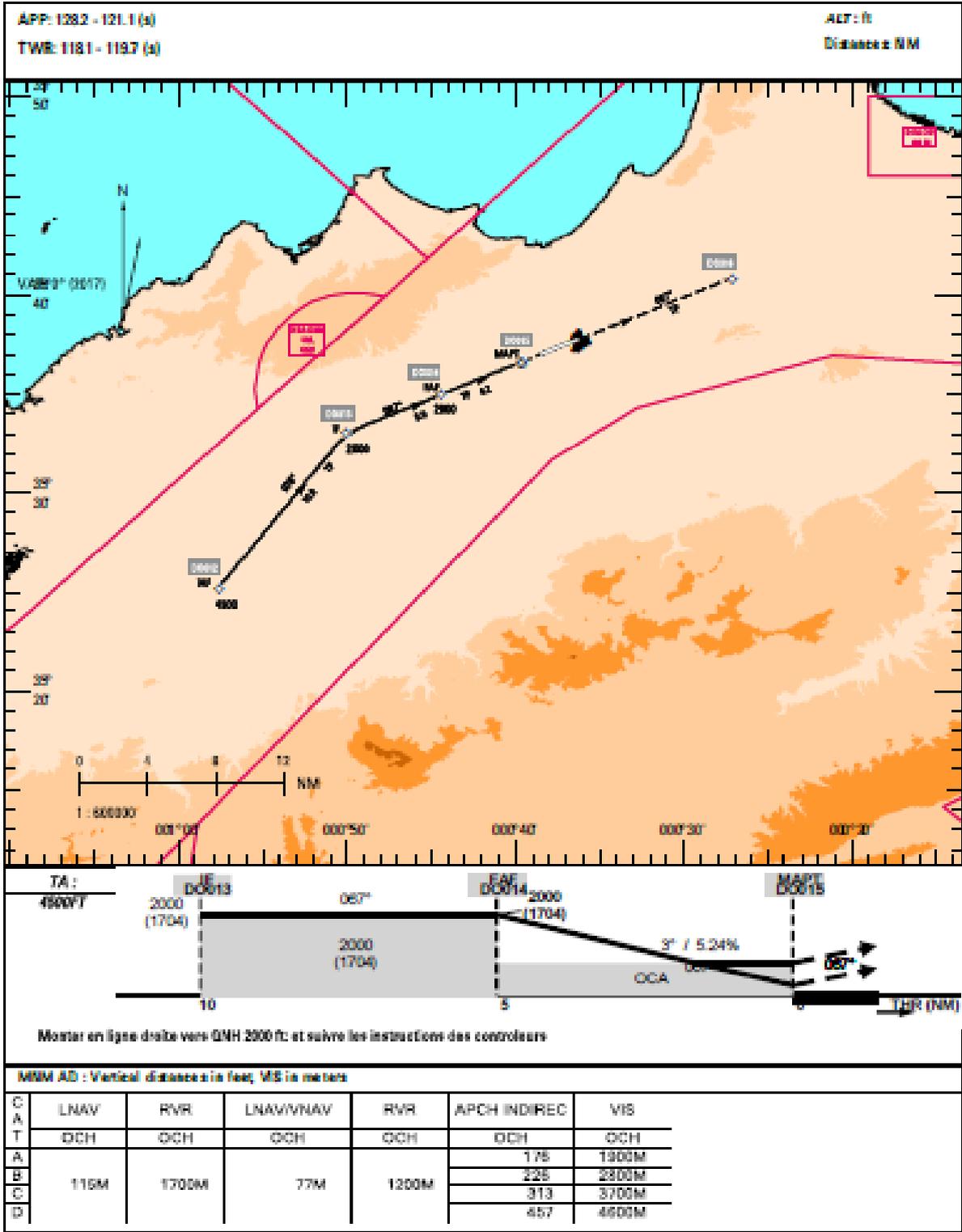


Figure (L.4) carte d'approche LNAV/VNAV RNAV GNSS- RWY 07L.

# ANNEXE I

Traitement d'obstacle de la procédure APV BARO-VNAV.

Tableau (I.1) Résultats du traitement d'obstacles naturels pour le segment finale de la procédure APV BARO -VNAV.

OBSTACLE	ALT OBSTACLE	hauteur obstacle	coor x en cm	coord x en m	h FAS	perce ou pas	h VPA'	obs API ou finale	OCH
92	92	2	18,7	9350	369,888	perce pas			
95	95	5	16,6	8300	319,488	perce pas			
93	93	3	15	7500	281,088	perce pas			
98	98	8	14,5	7250	269,088	perce pas			
95	95	5	11,9	5950	206,688	perce pas			
96	96	6	8	4000	113,088	perce pas			
93	93	3	7	3500	89,088	perce pas			
96	96	6	4,7	2350	33,888	perce pas			
85	85	-5	2,1	1050	-28,512	perce	97,5	surface sol	
86	86	-4	0,2	100	-74,112	perce		50 surface sol	
87	87	-3	-0,4	-200	-88,512	perce		35 surface sol	
96	96	6	0,5	250	-66,912	perce		57,5 SOL FINALE	46/49/52/55
95	95	5	-0,7	-350	-95,712	perce		27,5 SOL FINALE L	17/17,9/18,8/19,7

Tableau (I.2) Résultats du traitement d'obstacles naturels pour le segment interrompue de la procédure APV BARO -VNAV pour les catégories d'aéronefs A et B.

obstacles	surface	X obs en cm	X obs en m	hauteur obs h Z	perce ou pas	Y obs en cm	Y obs en m	bord secondaire	h Z laterale	perce ou pas	h'ma	heq'	OCH	
85 L		-2,3	-1150	-5		1,7	850	25,57783019	-0,87197					
95 L		-13	-6500	5		4	2000	-69,05660377	-87,8302	perce	23,83362	-77,4443	-28,4443	
96		-12,4	-6200	6	132,5	perce pas	-75	-37500						
92 L		-11,7	-5850	2		-4,8	-2400	-57,55896226	214,538					
102 L		-15,6	-7800	12		7,1	3550	-92,05188679	-279,294	perce	199,2419	17,82794	66,82794	
93 L		-15,6	-7800	3		4,3	2450	-92,05188679	-164,229	perce	75,17705	-64,882	-15,882	
104		-15,6	-7800	14	172,5	perce pas	3,9	1950						
99		-15,6	-7800	9	172,5	perce pas	2,6	1300						
98		-16,4	-8200	8	182,5	perce pas	0,6	300						
95		-16	-8000	5	177,5	perce pas	-2	-1000						
96		-15,3	-7650	6	168,75	perce pas	-3,2	-1600						
27 L		-13,8	-6900	-63		-4,2	-2100	-76,13207547	257,8109					
91 L		-18,3	-9150	1		4,7	2350	-115,9316038	-193,658	perce	78,72687	-85,0154	-36,0154	
94		-19	-9500	4	215	perce pas	1,4	700						
207		-18,5	-9250	117	208,75	perce pas	-0,3	-150						
102 L		-19	-9500	12		9	4500	-122,1226415	-502,368	perce	392,2455	118,1637	167,1637	
94 L		-19,9	-9950	4		6,4	3200	-130,0825472	-342,945	perce	216,8623	-6,25843	42,74157	
95		-20,3	-10450	5	238,75	perce pas	4,3	2150						
92		-21,1	-10550	2	241,25	perce pas	1,9	950						
97		-20,9	-10450	7	238,75	perce pas	0	0						
105		-20	-10000	15	227,5	perce pas	-3	-1500						
98		-20,5	-10250	8	233,75	perce pas	-2,5	-1250						
106		-19,6	-9800	16	222,5	perce pas	-4,5	-2250						
142 L		-19,2	-9600	52		-6,3	-3150	-123,8915094	567,3668					
84 L		-22,9	-11450	-6		7,3	3650	-156,615566	-492,983	perce	330,3675	44,41168	93,41168	
101		-23,1	-11550	11	266,25	perce pas	4,3	2150						
94		-23,2	-11600	4	267,5	perce pas	-1,3	-650						
105		-24,1	-12050	15	278,75	perce pas	-1,9	-950						
106		-22,6	-11300	16	260	perce pas	-2,4	-1200						
117		-22,4	-11200	27	257,5	perce pas	-4,4	-2200						
147		-23,5	-11750	57	271,25	perce pas	-4,4	-2200						
103 L		-25,5	-12750	13		8,3	4150	-179,6108491	-667,418	perce	500,8067	136,3712	185,3712	
85 L		-25,1	-12550	-5		6,8	3400	-176,0731132	-504,209					
94		-25	-12500	4	290	perce pas	3,9	1950						
193 L		-24,9	-12450	103		-7,1	-3550	-174,3042453	877,4634					
106 L		-28	-14000	16		8,3	4150	-201,7216981	-749,579	perce	563,8578	157,5719	206,5719	
99 L		-26,6	-13300	9		6,6	3300	-189,3396226	-520,684	perce	340,3443	20,22956	69,22956	
93 L		-27,1	-13550	3		5,3	2650	-193,7617925	-389,725	perce	198,9636	-78,1909	-29,1909	
115		-29,3	-14850	25	343,75	perce pas	1,6	800						
143		-28,1	-14050	53	328,75	perce pas	-0,7	-350						
306 L		-28,7	-14350	216		-8,4	-4200	-207,9127358	1200,224					
188		-29,9	-14950	98	351,25	perce pas	-2,7	-1350						
197		-30,6	-15300	107	360	perce pas	-3,2	-1600						
97 L		-36,9	-18450	7	438,75		5	2500	-280,4363208	-516,258	perce	242,8215	-130,619	-81,619
127		-37,4	-18700	37	445	perce pas	2,5	1250						
171		-36	-18000	81	427,5	perce pas	-1,6	-800						
171		-34,2	-17100	81	405	perce pas	-3,8	-1900						
142		-40,2	-20100	52	480	perce pas	-3,1	-1550						
88		-44,8	-22400	-2	537,5	perce pas	0,8	400						
88		-45,4	-22700	-2	545	perce pas	-3,2	-1600						
92 L		-32,4	-16200	2		8,2	4100	-240,6367925	-880,512	perce	641,8751	172,9167	221,917	
91 L		-33,2	-16600	1		4,3	2150	-247,7122642	-357,494	perce	110,7816	-187,812	-138,812	
125		-32	-16000	35	377,5	perce pas	3,2	1600						
173		-32,4	-16200	83	382,5	perce pas	-2,7	-1350						

# ANNEXE I

Tableau (I.3) Résultats du traitement d'obstacles naturels pour le segment interrompue de la procédure APV BARO -VNAV pour la catégorie d'aéronefs C.

surface	X obs en cm	X obs en m	hauteur obs h Z	perce ou pas	Y obs en cm	Y obs en m	bord secondaire	h Z laterale	perce ou pas h'ma	heq'	OCH	
L	-2,3	-1150	-5		1,7	850	29,18002915	-0,9947737				
L	-13	-6500	5		4	2000	-58,55685131	-74,526902	perce	20,9700504	-76,019966	-27,019966
	-12,4	-6200	6	127,5	perce pas	-75	-37500					
L	-11,7	-5850	2		-4,8	-2400	-47,89723032	178,52604				
L	-15,6	-7800	12		7,1	3550	-79,87609329	-242,35133	perce	174,475235	4,65015682	53,6501568
L	-15,6	-7800	3		4,9	2450	-79,87609329	-142,50621	perce	65,6301186	-67,913254	-18,913254
	-15,6	-7800	14	167,5	perce pas	3,9	1950					
	-15,6	-7800	9	167,5	perce pas	2,6	1300					
	-16,4	-8200	8	177,5	perce pas	0,6	300					
	-16	-8000	5	172,5	perce pas	-2	-1000					
	-15,3	-7650	6	163,75	perce pas	-3,2	-1600					
L	-13,8	-6900	-63		-4,2	-2100	-65,11661808	220,508548				
L	-18,3	-9150	1		4,7	2350	-102,0153061	-170,41193	perce	69,3966257	-87,90225	-38,90225
	-19	-9500	4	210	perce pas	1,4	700					
	-18,5	-9250	117	203,75	perce pas	-0,3	-150					
L	-19	-9500	12		9	4500	-107,755102	-443,26531	perce	347,510204	91,6734694	140,673469
L	-19,9	-9950	4		6,4	3200	-115,1348397	-303,5373	perce	192,402465	-19,23169	29,7683099
	-20,9	-10450	5	233,75	perce pas	4,3	2150					
	-21,1	-10550	2	236,25	perce pas	1,9	950					
	-20,9	-10450	7	233,75	perce pas	0	0					
	-20	-10000	15	222,5	perce pas	-3	-1500					
	-20,5	-10250	8	228,75	perce pas	-2,5	-1250					
	-19,6	-9800	16	217,5	perce pas	-4,5	-2250					
L	-19,2	-9600	52		-6,3	-3150	-109,3950437	500,979575				
L	-22,9	-11450	-6		7,3	3650	-139,733965	-439,84441	perce	294,110448	23,5736317	72,5736317
	-23,1	-11550	11	261,25	perce pas	4,3	2150					
	-23,2	-11600	4	262,5	perce pas	-1,3	-650					
	-24,1	-12050	15	273,75	perce pas	-1,9	-950					
	-22,6	-11300	16	255	perce pas	-2,4	-1200					
	-22,4	-11200	27	252,5	perce pas	-4,4	-2200					
	-23,5	-11750	57	266,25	perce pas	-4,4	-2200					
L	-25,5	-12750	13		8,3	4150	-161,053207	-598,45908	perce	450,405869	106,103913	155,103913
L	-25,1	-12550	-5		6,8	3400	-157,7733236	-451,80543				
	-25	-12500	4	285	perce pas	3,9	1950					
L	-24,9	-12450	103		-7,1	-3550	-156,1333819	785,989639				
L	-28	-14000	16		8,3	4150	-181,5524781	-674,6325	perce	509,080026	124,386684	173,386684
L	-26,6	-13300	9		6,6	3300	-170,0728863	-467,70044	perce	306,627551	1,08503401	50,085034
L	-27,1	-13550	3		5,3	2650	-174,1727405	-350,32472	perce	179,151976	-88,065349	-39,065349
	-29,3	-14650	25	338,75	perce pas	1,6	800					
	-28,1	-14050	53	323,75	perce pas	-0,7	-350					
L	-28,7	-14350	216		-8,4	-4200	-187,2922741	1081,18722				
	-29,9	-14950	98	346,25	perce pas	-2,7	-1350					
	-30,6	-15300	107	355	perce pas	-3,2	-1600					
L	-36,9	-18450	7		5	2500	-254,5298834	-468,56638	perce	221,036493	-141,809	-92,809005
	-37,4	-18700	37	440	perce pas	2,5	1250					
	-36	-18000	81	422,5	perce pas	-1,6	-800					
	-34,2	-17100	81	400	perce pas	-3,8	-1900					
	-40,2	-20100	52	475	perce pas	-3,1	-1550					
	-44,8	-22400	-2	532,5	perce pas	0,8	400					
	-45,4	-22700	-2	540	perce pas	-3,2	-1600					
L	-32,4	-16200	2		8,2	4100	-217,6311953	-796,33233	perce	580,701133	135,467422	184,467422
L	-33,2	-16600	1		4,3	2150	-224,1909621	-323,54832	perce	100,357358	-191,42843	-142,42843

## ANNEXE I

Tableau (I.4) Résultats du traitement d'obstacles naturels pour le segment interrompue de la procédure APV BARO -VNAV pour la catégorie d'aéronefs D.

obstacles	surface	X obs en cm	X obs en m	hauteur obs h Z	perce ou pas	Y obs en cm	Y obs en m	bord secondaire	h Z laterale	perce ou pas h'ma	heq'	OCH		
95 L		-13	-6500	5			4	2000	-45,39421813	-57,774459	perce	17,3802413	-73,413172	-24,413172
96		-12,4	-6200	6	120	perce pas	-75	-37500						
92 L		-11,7	-5850	2			-4,8	-2400	-35,78515112	133,381018		-167,16617	-185,61078	-136,61078
102 L		-15,6	-7800	12			7,1	3550	-64,61235217	-196,03975	perce	143,427398	-11,048401	37,9515988
93 L		-15,6	-7800	3			4,9	2450	-64,61235217	-115,27431	perce	53,661958	-70,892028	-21,892028
104		-15,6	-7800	14	160	perce pas	3,9	1950						
99		-15,6	-7800	9	160	perce pas	2,6	1300						
98		-16,4	-8200	8	170	perce pas	0,6	300						
95		-16	-8000	5	165	perce pas	-2	-1000						
96		-15,3	-7650	6	156,25	perce pas	-3,2	-1600						
27 L		-13,8	-6900	-63			-4,2	-2100	-51,30749014	173,745819		-288,05331	-283,70221	-234,70221
91 L		-18,3	-9150	1			4,7	2350	-84,5696452	-141,26975	perce	57,700103	-90,699931	-41,699931
94		-19	-9500	4	202,5	perce pas	1,4	700						
207		-18,5	-9250	117	196,25	perce pas	-0,3	-150						
102 L		-19	-9500	12			9	4500	-89,74375821	-369,17319	perce	291,429429	59,286286	108,286286
94 L		-19,9	-9950	4			6,4	3200	-96,39618922	-254,13541	perce	161,739219	-34,673854	14,3261458
95		-20,9	-10450	5	226,25	perce pas	4,3	2150						
92		-21,1	-10550	2	228,75	perce pas	1,9	950						
97		-20,9	-10450	7	226,25	perce pas	0	0						
105		-20	-10000	15	215	perce pas	-3	-1500						
98		-20,5	-10250	8	221,25	perce pas	-2,5	-1250						
106		-19,6	-9800	16	210	perce pas	-4,5	-2250						
142 L		-19,2	-9600	52			-6,3	-3150	-91,22207622	417,755644		-456,97772	-441,31848	-392,31848
84 L		-22,9	-11450	-6			7,3	3650	-118,5709593	-373,22904	perce	248,658083	-1,7279447	47,2720553
101		-23,1	-11550	11	253,75	perce pas	4,3	2150						
105		-24,1	-12050	15	266,25	perce pas	-1,9	-950						
106		-22,6	-11300	16	247,5	perce pas	-2,4	-1200						
117		-22,4	-11200	27	245	perce pas	-4,4	-2200						
147		-23,5	-11750	57	258,75	perce pas	-4,4	-2200						
103 L		-25,5	-12750	13			8,3	4150	-137,7890933	-512,01174	perce	387,222651	68,9817674	117,981767
85 L		-25,1	-12550	-5			6,8	3400	-134,8324573	-386,11113		246,27867	-21,647553	27,3524469
94		-25	-12500	4	277,5	perce pas	3,9	1950						
193 L		-24,9	-12450	103			-7,1	-3550	-133,3541393	671,31686		-701,671	-651,94733	-602,94733
106 L		-28	-14000	16			8,3	4150	-156,2680683	-580,67794	perce	440,409867	83,6065783	132,606578
99 L		-26,6	-13300	9			6,6	3300	-145,9198423	-401,27957	perce	264,359724	-22,093517	26,9064827
93 L		-27,1	-13550	3			5,3	2650	-149,6156373	-300,93145	perce	154,315815	-99,62279	-50,62279
115		-29,3	-14650	25	331,25	perce pas	1,6	800						
143		-28,1	-14050	53	316,25	perce pas	-0,7	-350						
306 L		-28,7	-14350	216			-8,4	-4200	-161,4421813	931,961683		-877,40386	-800,76924	-751,76924
188		-29,9	-14950	98	338,75	perce pas	-2,7	-1350						
197		-30,6	-15300	107	347,5	perce pas	-3,2	-1600						
97 L		-36,9	-18450	7			5	2500	-222,0532194	-408,77979	perce	193,726571	-155,01562	-106,01562
127		-37,4	-18700	37	432,5	perce pas	2,5	1250						
171		-36	-18000	81	415	perce pas	-1,6	-800						
171		-34,2	-17100	81	392,5	perce pas	-3,8	-1900						
142		-40,2	-20100	52	467,5	perce pas	-3,1	-1550						
88		-44,8	-22400	-2	525	perce pas	0,8	400						
88		-45,4	-22700	-2	532,5	perce pas	-3,2	-1600						
92 L		-32,4	-16200	2			8,2	4100	-188,7910644	-690,80367	perce	504,012603	89,3417354	138,341735
91 L		-33,2	-16600	1			4,3	2150	-194,7043364	-280,99376	perce	87,2894218	-195,14039	-146,14039
125		-32	-16000	35	365	perce pas	3,2	1600						
173		-32,4	-16200	83	370	perce pas	-2,7	-1350						

## Bibliographie

- [1] : Mémoire de fin d'étude de *AMMOUR Mehdi* et *STAMBOULI* « Etude d'une procédure d'approche RNP APCH THR 25R de l'aérodrome d'Oran Ahmed Ben Bella »,2017.
- [2] : Document OACI 9613 AN/937 « Manuel de la navigation fondée », édition 4\_2013.
- [3] : Document DGAC « Introduction aux procédures d'approche PBN »,2011.
- [4] : Document OACI « mise en œuvre du concept PBN de l'OACI et la stratégie de navigation associée »,2013.
- [5] : Site internet [www.escadrone.com](http://www.escadrone.com) ,consulté Juillet 2019.
- [6] : Ministère des transports « Plan national de mise en œuvre de la navigation fondée sur les performances – PBN »,2015
- [7] : Document ENNA « Plan d'action ENNA pour la mise en œuvre PBN (court terme) », Mai 2019.
- [8] : Site internet de l'ENNA, [www.enna-dz.com](http://www.enna-dz.com), consulté Aout 2019.
- [9] : Site internet de l'ENNA, [www.sia-enna.dz](http://www.sia-enna.dz) ,consulté Aout 2019.
- [10] : Données de l'ENNA, DCA, SED, Juin 2019.
- [11] : document ENNA « procès-verbal de la réunion d'étude du schéma de circulation aéroport Oran »,2017.
- [12] : Document OACI 8168 OPS/611 « Exploitation technique des aéronefs Volume II », édition 6\_2014.
- [13] : Outils de conception de procédure « GéoTITAN ».
- [14] : Document ENAC « Cours ENAC module 2 » PARTIE approche de précision ,2013.
- [15] : Document ENAC « Cours ENAC module 3 » PARTIE approche APV BARO - VNAV,2013.
- [16] : Logiciel PANS OPS \_ PARTIE OAS.
- [17] : Document ENAC « Exercices PANS-OPS Module 3 – RNAV » PARTIE APV BARO VNAV ,2013.