

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

**Université Saad Dahleb Blida -01-**  
**Institut D'Aéronautique Et Etudes Spatiales**



## **MÉMOIRE DE MASTER**

**Spécialité : Exploitation Aéronautique**

**Thème :**

**CRÉATION ET RÉVISION DES PROCÉDURES  
D'APPROCHES AUX INSTRUMENTS POUR L'AERODROME  
DE CONSTANTINE POUR LA PISTE 16/34**

**Présenté par:**

Melle. MEZIANE Chaima

**Encadrée par :**

M. MOKHBAT Akram

Mme. DRARENI Fatima

Juin 2024

## RÉSUMÉ

Ce travail porte sur la création d'une nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME RWY16, et la révision de la procédure d'approche de précision ILS RWY34.

L'étude a été établie afin de répondre aux besoins opérationnels des usagers de l'espace aérien dans le but de remédier aux contraintes causées par les procédures conventionnelles existantes. La procédure VOR/DME a été élaborée de manière manuelle (des calculs et des dessins). Par la suite, elle a été perfectionnée en utilisant le système PANS-OPS (Géo TITAN). Quant à la procédure ILS, elle a été conçue automatiquement à l'aide de logiciel Géo TITAN

**Mots clés :** Procédure d'approche aux instruments, VOR/DME, ILS, DABC, Attente point fixe, Création, Révision, norme OACI, GéoTITAN

## ABSTRACT

This work is about the creation of a new VOR/DME instrument approach procedure for runway 16, and revision the ILS precision approach procedure for runway 34.

This study has been established, as a response to operational needs of airspace users, resolving the constraints caused by the actual conventional procedures the VOR/DME procedure was developed manually (calculations and drawings). Subsequently, it was perfected using the PANS-OPSs (Geo TITAN) system. As for the ILS procedure, it was designed automatically using Geo TITAN SOFTWARE

**Keywords:** Instrument Approach Procedure, VOR/DME, ILS, DABC, Fixed Point Waiting, Creation, Revision, ICAO Standard, GeoTITAN

## ملخص:

يهدف هذا العمل إلى إنشاء إجراء جديد للاقتراب VOR/DME للمدرج 16، ومراجعة إجراء الاقتراب الدقيق ILS للمدرج 34. تم إعداد هذه الدراسة لتلبية الاحتياجات التشغيلية لمستخدمي المجال الجوي بهدف معالجة القيود الناجمة عن الإجراءات التقليدية الحالية. تم تطوير إجراء VOR/DME يدويًا (بواسطة حسابات ورسومات). بعد ذلك، تم تحسينه باستخدام نظام PANS-OPS (GEOTITAN) أو إجراء ILS، فقد تم تصميمه تلقائيًا باستخدام برنامج GEOTITAN.

## كلمات مفتاحية:

، الانتظار، مراجعة، تطوير، GEOTITAN، ILS، DABC، VOR/DME، إجراءات الاقتراب،

## REMERCIEMENT

*Tout d'abord, je remercie le dieu, notre créateur de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.*

*Je veux remercier mon encadreur*

*MOKHBAT AKRAM pour son soutien constant, ses précieux conseils et sa disponibilité. Sa guidance a grandement contribué à l'aboutissement de ce travail.*

*J'exprime mes sincères remerciements*

*Mme DRARENI FATIMA pour son aide, ces suggestions ainsi que sa disponibilité.*

*Je tiens également à remercier les membres du jury qui ont bien voulu lire et examiner mon travail.*

*Ce projet de fin d'études a été une expérience enrichissante et formatrice, et je suis reconnaissant envers toutes les personnes qui ont contribué à sa réussite.*

## DÉDICACE

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mon fiancé mon soutien moral et source de joie et de bonheur, Pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé.*

*A la personne la plus chère à mon cœur, la source de mes efforts: ma*

*Sœur SABAH*

*A la plus belle sœur MARIA et mes chers frères SAID et ABDELKADER*

*A ma grand-mère SALIHA la personne la plus idéale, que dieu te garde dans son vaste paradis,*

*A ma deuxième famille **BETTEKA***

*Enfin, à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

# TABLES DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ</b>	
<b>REMERCIEMENT</b>	
<b>DÉDICACE</b>	
<b>TABLES DES MATIÈRES</b>	
<b>LISTES DES FIGURES</b>	
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	
<b>ABRÉVIATION</b>	
<b>GLOSSAIRE</b>	
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Généralité sur la conception des procédures d'approches aux instruments .....</b>	<b>2</b>
1.1 Introduction .....	2
1.2 Procédures d'approches aux instruments .....	2
1.2.1 Définition.....	2
1.2.2 Principe d'élaboration d'une procédure d'approche.....	2
1.3 Différentes phases d'une procédure Classique .....	3
1.3.1 L'arrivée.....	3
1.3.2 Procédure d'attente .....	5
1.3.3 Le segment d'approche initial .....	13
1.3.4 Le segment d'approche intermédiaire.....	14
1.3.5 Le segment final .....	16
1.3.6 Le segment d'approche interrompue .....	17
1.4 Procédure d'approche de précision .....	20
1.4.1 Définition.....	20
1.4.2 Le segment initial.....	20
1.4.3 Le segment intermédiaire .....	20
1.4.4 Le segment de précision .....	21
1.4.5 Étude de franchissement obstacles .....	22
1.5 Procédure d'approche indirect (manœuvre à Vue).....	26
1.5.1 Manœuvre à Vue libre (MVL).....	26
1.5.2 Manœuvre à Vue imposée (MVI) .....	27
1.6 Conclusion .....	28
<b>2. Étude de l'existant .....</b>	<b>31</b>
2.1 Introduction .....	31
2.2 Généralité sur l'aérodrome de Constantine .....	31
2.3 Situation géographique de Constantine .....	32
2.4 Infrastructure liée à l'aérodrome de Constantine .....	33

2.5	Les instruments de radionavigation :	36
2.6	Installation de télécommunications des services de la circulation aérienne	37
2.7	Les obstacles autour de l'aérodrome	37
2.8	Les zones à statut particulier	39
2.9	Les procédures d'approches aux instrument existantes	41
2.10	Les circuits d'attente existants	41
2.11	La région de contrôle "CTR" de Constantine	41
2.12	CTA Constantine/Mohamed BOUDIAF	42
2.13	Statistique du trafic aérien	42
2.14	Conclusion	42
<b>3.</b>	<b>Conception de procédure d'approches aux instruments VOR/DME RWY16</b>	<b>44</b>
3.1	Introduction	44
3.2	Conception manuelle de la procédure d'approche VOR/DME RWY 16	44
3.2.1	L'arrivée	44
3.2.2	L'attente	47
3.2.3	Les scénarios développés	53
3.2.4	Le segment d'approche initial	58
3.2.5	Segment d'approche intermédiaire	59
3.2.6	Segment d'approche finale	60
3.2.7	Segment d'approche interrompue	62
3.2.8	Manœuvre à vue Libre (MVL) RWY16/34	68
3.3	Les minimas opérationnels d'aérodrome (MOA)	71
3.4	La conception automatique de la procédure d'approche VOR/DME QFU 16 sur le system GéoTITAN	74
3.4.1	L'arrivée	74
3.4.2	L'attente	75
3.4.3	Segment d'approche initial	76
3.4.4	Segment d'approche intermédiaire	77
3.4.5	Segment d'approche finale	78
3.4.6	Segment d'approche interrompue	79
3.4.7	Les manœuvres à vue libre (MVL)	83
3.5	Conclusion :	87
<b>4.</b>	<b>La conception automatique de la procédure ILS QFU 34</b>	<b>90</b>
4.1	Introduction	90

4.2	Les étapes du projet .....	90
4.3	La conception de la procédure ILS QFU 34 sur Géo TITAN.....	96
4.3.1	L'arrivée.....	96
4.3.2	Les scénarios développés .....	97
4.4	Conception de la procédure ILS RWY 34 .....	106
4.4.1	L'attente.....	106
4.4.2	Segment d'approche initial .....	107
4.4.3	Segment intermédiaire:.....	108
4.4.4	Segment final.....	109
4.4.5	Segment d'approche interrompue.....	110
4.4.6	LOC ONLY .....	112
4.5	Conclusion: .....	115
	<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>117</b>
	<b>ANNEXES</b>	
	<b>APPENDICES</b>	
	<b>RÉFÉRENCES</b>	

## LISTES DES FIGURES

<b>CHAPITRE 1:</b> .....	1
FIGURE1.1: DIFFERENT SEGMENTS.....	3
FIGURE1.2: ORIENTATION DES SECTEURS .....	4
FIGURE1.3: ATTENTE .....	5
FIGURE1.4: FORME D'ATTENTE ET TERMINOLOGIE .....	5
FIGURE1.5: TYPES D'ATTENTES .....	6
FIGURE1.6: LES TYPES D'ENTRÉES.....	7
FIGURE1.7: LA CONSTRUCTION DU GABARIT .....	8
FIGURE1.8: LES PARAMÈTRES D'ATTENTE VOR/DME .....	10
FIGURE1.9: PROCÉDURE VOR/DME EN RAPPROCHEMENT DE L'INSTALLATION AIRE DE BASE ET AIRE CORRESPONDANTE POUR ENTRÉES .....	11
FIGURE1.10: ZONES TAMPONS D'UNE ATTENTE .....	12
FIGURE1.11: SEGMENT D'APPROCHE INITIAL.....	13
FIGURE1.12: AIRE DE PROTECTION DU SEGMENT D'APPROCHE INITIAL TRAJECTOIRE CURVILIGNE .....	13
FIGURE1.13: AIRE DE PROTECTION DU SEGMENT D'APPROCHE INITIAL TRAJECTOIRE RECTILIGNE .....	14
FIGURE1.14: SEGMENT D'APPROCHE INTERMÉDIAIRE .....	14
FIGURE1.15: AIRE DE PROTECTION DU SEGMENT D'APPROCHE INTERMÉDIAIRE .....	15
FIGURE1.16: SEGMENT D'APPROCHE FINALE.....	16
FIGURE1.17: AIRE DE PROTECTION D'UNE APPROCHE FINALE AVEC FAF .....	16
FIGURE1.18: AIRE DE PROTECTION D'UNE APPROCHE FINALE SANS FAF .....	17
FIGURE1.19: SEGMENT D'APPROCHE INTERROMPUE .....	17
FIGURE1.20: MFO APPROCHE INTERROMPUE .....	19
FIGURE 1.21: SEGMENT D'APPROCHE INTERMÉDIAIRE .....	21
FIGURE1.23: LES SURFACES OAS .....	23
FIGURE1.22: SYSTÈME DE COORDONNÉES DE PISTE .....	23
FIGURE1.24: DONNÉES DE SORTIE OAS GÉNÉRÉES PAR UNE APPLICATION SUR LES OAS .....	24
FIGURE1.25: FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES DE SEGMENT DE PRÉCISION .....	26
FIGURE1.26: AIR DE PROTECTION D'UNE MVL .....	27
FIGURE1.27: AIRE DE PROTECTION D'UNE MVI .....	28



<b>CHAPITRE 2</b> .....	30
FIGURE2.1:LA NOUVELLE AÉROGARE DE L'AÉRODROME DE CONSTANTINE .....	32
FIGURE2.2: REPRÉSENTATION DE L'EMPLACEMENT DE L'AÉRODROME DABC PAR RAPPORT AU TERRITOIRE NATIONAL .....	32
FIGURE2.3: LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE CONSTANTINE (GOOGLE EARTH).....	33
FIGURE2.4 : LES DEUX PISTES DE L'AÉRODROME DE CONSTANTINE ( <b>GOOGLE EARTH</b> )...	34
FIGURE2.5: DIMENSION DE PISTE 16/34 AND SWY .....	35
FIGURE2.6: VUE DE L'AÉRODROME DE CONSTANTINE .....	36
FIGURE2.7: EMBLACEMENT DES INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION DE L'AÉRODROME DE CONSTANTINE .....	36
FIGURE2.8 : PRÉSENTATION DES ZONES A STATUT PARTICULIER SUR LA CARTE DE CROISIÈRE .....	39
<b>CHAPITRE 3</b> .....	43
FIGURE 3.1: LES SECTEURS ET LEURS MSA.....	46
FIGURE3.2: GABARIT DE CIRCUIT D'ATTENTE POUR CAT C/D .....	49
FIGURE3.3: AIRE DE BASE ET AIRE D'ENTRÉE CORRESPONDANTE AU CIRCUIT CAT C/D A 16NM CSO.....	51
FIGURE 3.4: AIRES DE PROTECTION DE CIRCUIT D'ATTENTE .....	51
FIGURE3.5: VUE EN PROFIL DE LA PROCÉDURE D'APPROCHE CLASSIQUE RWY16- SÉNARIO1-.....	55
FIGURE3.6: VUE EN PROFILE DE LA PROCÉDURE D'APPROCHE CLASSIQUE RWY16- SCÉNARIO2-.....	57
FIGURE3.7: SEGMENT INITIAL .....	58
FIGURE3.8: SEGMENT INTERMÉDIAIRE.....	59
FIGURE3.9: SEGMENT FINAL.....	61
FIGURE 3.10: SEGMENT D'APPROCHE INTERROMPUE .....	67
FIGURE3.11: MVL.....	70
FIGURE 3.12: CALCUL DE MSA .....	74
FIGURE3.13: CONCEPTION DES SECTEURS D'ARRIVÉE .....	74
FIGURE 3.14: CALCUL DES PARAMÈTRES D'ATTENTE .....	75
FIGURE3.15: PRÉSENTATION DE L'ATTENTE SUR GÉO TITAN .....	75
FIGURE 3.16: CALCUL DES PARAMÈTRES DU SEGMENT INITIAL.....	76
FIGURE 3.17: SEGMENT INITIAL .....	76
FIGURE 3.18: CALCUL DES PARAMÈTRES DU SEGMENT INTERMÉDIAIRE .....	77

FIGURE3.19: SEGMENT INTERMÉDIAIRE.....	77
FIGURE 3.20 : CALCUL DES PARAMÈTRES DU SEGMENT FINAL.....	78
FIGURE 3.21 : SEGMENT FINAL .....	78
FIGURE 3.22: CALCUL PARAMÈTRE DU SEGMENT API INITIAL .....	79
FIGURE 3.23: SEGMENT API INITIAL.....	79
FIGURE 3.24: CALCUL PARAMÈTRE DU SEGMENT API INTERMÉDIAIRE .....	80
FIGURE 3.25: SEGMENT API INTERMÉDIAIRE .....	80
FIGURE3.26 : PARAMÈTRE DE VIRAGE API.....	81
FIGURE 3.27: SEGMENT API FINAL.....	81
FIGURE 3.28: ETUDE D'OBSTACLE API .....	82
FIGURE 3.29: CALCUL PARAMÈTRE DE MVL CAT A .....	83
FIGURE 3.30: MVL CAT A.....	83
FIGURE 3.31: CALCUL PARAMÈTRES DE MVL CAT B .....	84
FIGURE 3.32: MVL CAT B.....	84
FIGURE 3.33: CALCUL PARAMÈTRES DE MVL CAT C .....	85
FIGURE 3.34: MVL CAT C.....	85
FIGURE3.35: CALCUL PARAMÈTRES DE MVL CAT D.....	86
FIGURE3.36: MVL CAT D .....	86
FIGURE 3.37: MVL TOUTES LES CATÉGORIES .....	87
FIGURE 3.38: CONNEXION AU SYSTÈME DE CONCEPTION GÉOTITAN.....	90
FIGURE 3.39: CRÉATION D'UNE ARCHITECTURE DE SITE SUR GÉO TITAN .....	91
FIGURE3.40: CRÉATION D'UNE CARTE DE SITE SUR GÉO TITAN (1ÈRE ÉTAPE).....	91
FIGURE 3.41: CRÉATION D'UNE CARTE DE SITE SUR GÉO TITAN (2ÈME ÉTAPE).....	92
FIGURE3.42: OUVERTURE D'UNE CARTE DE SITE .....	92
FIGURE3.43: CHARGEMENT DU MOYEN DE RADIONAVIGATION.....	93
FIGURE 3.44: CHARGEMENT DES OBSTACLES. ....	93
FIGURE 3.45: PRÉSENTATION DES MOYENS DE RADIONAVIGATION ET LES OBSTACLES AUX ALENTOURS DES PISTES (16/34) ET (13/31).....	94
FIGURE 3.46: CHARGEMENT DES ZONES À STATUTS PARTICULIERS.....	94
FIGURE 3.47 : PRÉSENTATION DES ZONES À STATUTS PARTICULIERS. ....	95
FIGURE3.48 : LIAISON DU FICHIER MNT. ....	95
FIGURE 3.49: CALCUL DE MSA .....	96
FIGURE 3.50 : CONCEPTION DES SECTEURS D'ARRIVÉES .....	96
FIGURE 3.51 : CRÉATION POINT D'ATTENTE FIXE .....	97

FIGURE 3.52 : CALCUL PARAMÈTRE DE L'ATTENTE .....	98
FIGURE 3.53: L'ATTENTE SCÉNARIO1 .....	98
FIGURE3.54: CALCUL PARAMÈTRE DU SEGMENT INITIAL.....	99
FIGURE3.55: CHANGEMENT L'ALTITUDE DE LA PROCÉDURE .....	100
FIGURE3.56: DISTANCE ENTRE IF ET THR RWY 34.....	100
FIGURE3.57: DISTANCE DU SEGMENT FINAL .....	101
FIGURE3.58: CRÉATION POINT D'ATTENTE FIXE SCÉNARIO 3 .....	102
FIGURE3.59: CALCUL PARAMÈTRE D'ATTENTE.....	102
FIGURE 3.60: SEGMENT D'ATTENTE- SCENARIO 3-.....	103
FIGURE 3.61: CALCUL PARAMÈTRE DU SEGMENT INITIAL .....	103
FIGURE 3.62: SEGMENT INITIAL .....	104
FIGURE 3.63: DISTANCE IF ET THR RWY 34 .....	104
FIGURE 3.64: SEGMENT FINAL .....	105
FIGURE3.65: CALCUL PARAMÈTRE D'ATTENTE.....	106
FIGURE 3.66: SEGMENT D'ATTENTE .....	106
FIGURE 3.67: CALCUL PARAMÈTRE DU SEGMENT INITIAL .....	107
FIGURE 3.68: SEGMENT INITIAL .....	107
FIGURE3.69: CALCUL PARAMÈTRE DU SEGMENT INTERMÉDIAIRE .....	108
FIGURE 3.70: SEGMENT INTERMÉDIAIRE .....	108
FIGURE3.71: PARAMÈTRES DU SEGMENT FINAL.....	109
FIGURE 3.72: SEGMENT FINAL .....	109
FIGURE 3.73: SEGMENT API INITIAL ET INTERMÉDIAIRE.....	110
FIGURE 3.74: VIRAGE API.....	111
FIGURE 3.75: CALCUL PARAMÈTRE LOC ONLY.....	112
FIGURE 3.76: LOC ONLY .....	113
FIGURE 3.77: OBSTACLE HT .....	114
FIGURE 3.78: OBSTACLE TWR.....	114
FIGURE3.79: OBSTACLE RADAR .....	115

# LISTE DES TABLEAUX

## CHAPITRE 1

TABLEAU 1.1: MARGE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLE .....4

TABLEAU 1.2: MARGE D'ERREUR ALTIMÉTRIQUE .....25

## CHAPITRE 2

TABLEAU 2.1: LES AIDES DE RADIONAVIGATION ET D'ATTERRISSAGE .....37

TABLEAU 2.2 : LES INSTALLATIONS DE TÉLÉCOMMUNICATION DE L'AÉRODROME DE  
CONSTANTINE .....37

TABLEAU 2.3 : OBSTACLES D'AÉRODROME CONCERNANT L'AIR D'APPROCHE ET DE  
DÉCOLLAGE .....38

TABLEAU 2.4 : OBSTACLES D'AÉRODROME CONCERNANT L'AIR DE MANŒUVRES A VUE ET  
AÉRODROME .....39

TABLEAU 2.5 : LES ZONES DANGEREUSES .....40

TABLEAU 2.6 : LES ZONES INTERDITES .....40

## CHAPITRE 3

TABLEAU 3.1: CALCUL DE GABARIT .....47

TABLEAU 3.2 : CALCULS LIÉS À LA CONSTRUCTION DE L'AIRE DE BASE ET DES AIRES D'ENTRÉE  
CORRESPONDANTE AU CIRCUIT D'ATTENTE CAT D À 16 NM.....50

TABLEAU 3.3: LES PARAMÈTRES DE LA PROCÉDURE .....57

TABLEAU 3.4: OBSTACLE QUI TROUVE DANS L'AIR PRIMAIRE .....58

TABLEAU 3.5: OBSTACLE QUI TROUVE DANS L'AIR SECONDAIRE .....59

TABLEAU 3.6: OBSTACLE QUI TROUVE DANS L'AIR PRIMAIRE .....60

TABLEAU 3.7: OBSTACLE QUI SE TROUVE DANS L'AIR SECONDAIRE.....60

TABLEAU 3.8: OBSTACLE QUI TROUVE DANS L'AIR PRIMAIRE .....62

TABLEAU 3.9: OBSTACLE QUI TROUVE DANS L'AIR SECONDAIRE .....62

TABLEAU 3.10: PARAMÈTRES DE VIRAGE C/D .....66

TABLEAU 3.11: CALCUL DU RAYON R<sub>C</sub> .....69

TABLEAU 3.12: CALCULS LIÉS À LA DÉTERMINATION DE L'ALTITUDE/HAUTEUR MINIMALE DE  
SÉCURITÉ POUR LA MVL .....70

TABLEAU 3.13: LES VALEURS DE LA MDH .....71

TABLEAU 3.14: LES MINIMUMS OPÉRATIONNELS D'AÉRODROME RWY 16 .....72

TABLEAU 3.15 : PARAMÈTRE VIRAGE API ..... 111

## ABRÉVIATION

**AD** : Aérodrome.

**AIP** : Aeronautical Information Publication (Publication d'information aéronautique).

**ALT**: Altitude.

**A API** : Approche Interrompue.

**APP** : Centre de contrôle d'approche.

**ARP** : Aérodrome Reference Point (Point de référence de l'aérodrome).

**ASDA** : Accelerate-stop distance available (Distance d'accélération-arrêt).

**CAT**: Catégorie.

**C CTA** : Région de contrôle.

**CTR** : Zone de contrôle.

**CSO** : Constantine.

**DABC** : Indicateur d'emplacement de l'aérodrome Constantine.

**D DME** : Distance Measuring Equipment (Dispositif de mesure de distance).

**DOC** : Document.

**F FAF**: Final Approach Fix (Repère d'approche finale).

**FT** : Feet (pied).

**G GND**: Ground (sol).

**GP** : Glide Path (Alignement de descente).

**H H** : Hauteur.

**HAP** : Heure d'Approche Prévus.

**IAC** : Instrument Approach Chart (Carte d'approche et d'atterrissage aux instruments).

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

**I IF** : Intermédiaire Approach Fix (Repère d'approche intermédiaire).

**IFR** : Instrument Flight Rules (Règles de vol aux instruments).

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

- L** **LDA** : Landing distance available (Distance d'atterrissage).
- LLZ** : Radiophare d'alignement de piste Localizer.
- MAPT**: Missed Approach Point (Point d'approche interrompue).
- MDA/H** : Minimum descent altitude/ Height (Altitude / Hauteur minimale de descente).
- MFO** : Marge minimale de franchissement d'obstacle.
- MLS**: Microwave landing system (Système d'atterrissage hyperfréquence).
- MOA** : Minimum Opérationnel d'Aérodrome.
- M** **MOCA/H**:Minimum obstacle clearance altitude/ Height (Altitude / Hauteur minimale de franchissement d'obstacles).
- MSA** : Minimum sector altitude (Altitude Minimale de secteur).
- MSL** : Mean sea level (Niveau moyen de la mer).
- MVI** : Manœuvre à Vue Imposée.
- MVL** : Manœuvre à Vue Libre.
- N**: Nord.
- N** **NDB** : Non-Directionnel radio Beacon (Radiophare non directionnel).
- NPA** : Non Precision Approach (Approche de non-précision).
- OACI** : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.
- OBS** : Obstacle.
- O** **OCA/H** : Obstacle Clearance Altitude / Height (Altitude / Hauteur de franchissement d'obstacle).
- OAS** : Obstacle assessment surface (surface d'évaluation d'obstacle).
- PA** : Precision Approach (Approche de Précision).
- P** **PANS-OPS** : Procedures For Air Navigation Services – Aircraft Operations (Procédures pour les services de la navigation aérienne – Opérations aériennes).
- PCN** : Pavement classification number (numéro de classification de chaussée).
- QDM**: Magnetic heading (Route magnétique).
- Q** **QDR** : Relèvement magnétique.
- QNH** : Calage altimétrique requis pour lire une fois au sol l'altitude de l'aérodrome.
- QFU** : Magnetic orientation of runway (orientation magnétique de la piste).

**RADAR:** Radio Detection and Ranging.

**R**  
**RDL:** Radiale.  
**RM:** Route magnétique  
**RWY:** Runway (piste).

**SID :** Standard Instrument Departure (Départ normalisé aux instruments).

**S**  
**SOC :** Start Of Climb (Début de la montée).  
**STAR :** Standard Instrument Arrival (Arrivée normalisée aux instruments).  
**SWY :** Stopway (prolongement d'arrêt).

**THR :** Threshold (Seuil).

**TMA :** Terminal Control Area (Région de contrôle terminale).

**TNA/H :** Altitude/Hauteur de virage.

**T**  
**TP:** Turning Point (Point tournant).  
**TWR :** Aérodrome Control Tower (Tour de contrôle d'aérodrome).  
**TWY :** Taxiway (voie de circulation).  
**TORA :** Take-off run available (distance de roulement utilisable au décollage).  
**TODA:** Take-off distance available (distance utilisable au décollage).

**V**  
**VIS :** Visibilité.

**VOR :** VHF Omnidirectionnel radio Range (Radiophare omnidirectionnel VHF).

**W**  
**WGS:** World Geodetic System.

**Z**  
**Zp max:** ALT Pression maximal.

## GLOSSAIRE

**Aire primaire** : Aire définie située symétriquement de part et d'autre de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge constante de franchissement d'obstacles est assurée. [1]

**Aire secondaire** : Aire définie située de part et d'autre de l'aire primaire, le long de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge linéairement décroissante de franchissement d'obstacles est assuré. [1]

**Altitude** : Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer (MSL). [1]

**Altitude/Hauteur de procédure**. Altitude/hauteur spécifiée pour l'exploitation, égale ou supérieure à l'altitude/hauteur de sécurité minimale du segment, et établie pour permettre une descente stabilisée selon une pente/un angle de descente prescrit sur le segment d'approche intermédiaire/finale. [1]

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

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

**MFO** : Une marge de franchissement d'obstacle est associée à chaque segment, elle permet de compenser les variations d'altitude liées aux instruments, les incertitudes liées au pilotage selon la phase de vol. Elle garantit une marge entre les obstacles et l'altitude minimale de vol du segment. [1]

**Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacles (MOCA/H)** : Altitude ou hauteur minimale d'un segment de vol défini, qui assure la marge de franchissement d'obstacles nécessaire. [1]

**Altitude/Hauteur minimale de descente (MDA/H)** : Altitude ou hauteur spécifiée, dans une opération d'approche aux instruments ou une opération d'approche indirecte, au-dessous de laquelle une descente ne doit pas être exécutée sans la référence visuelle nécessaire.

**Altitude de décision (DA) ou hauteur de décision (DH)** : Altitude ou hauteur spécifiée à laquelle, au cours d'une opération d'approche aux instruments, une approche interrompue doit être amorcée si la référence visuelle nécessaire à la poursuite de l'approche n'a pas été établie. [1]



**Altitude de franchissement d'obstacles (OCA) ou hauteur de franchissement d'obstacles (OCH) :** Altitude la plus basse ou hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude du seuil de piste encausée ou au-dessus de l'altitude de l'aérodrome, selon le cas, utilisée pour respecter les critères Appropriés de franchissement d'obstacles. [1]

**Approche indirecte :** Prolongement d'une procédure d'approche aux instruments, qui prévoit des manœuvres à vue autour de l'aérodrome avant l'atterrissage. [1]

**MOA :** Les minimums opérationnels d'aérodrome sont les limites d'utilisation d'un aérodrome pour chaque décollage ou atterrissage exprimées en termes de : RVR ou VIS ; et DA/H ou MDA/H. [1]

**Catégories d'avions :** Cinq catégories d'avions ont été établies en fonction d'une vitesse égale à 1,3 fois la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage à la masse maximale à l'atterrissage certifiée ; ces catégories sont les suivantes : [1]

Catégorie A — moins de 169 km/h (91 kt) VI ;

Catégorie B — 169 km/h (91 kt) ou plus, mais moins de 224 km/h (121 kt) VI ;

Catégorie C — 224 km/h (121 kt) ou plus, mais moins de 261 km/h (141 kt) VI ;

Catégorie D — 261 km/h (141 kt) ou plus, mais moins de 307 km/h (166 kt) VI ;

Catégorie E — 307 km/h (166 kt) ou plus, mais moins de 391 km/h (211 kt) VI.

**Classe D :** Les vols IFR et VFR sont autorisés et tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne ; les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et ils reçoivent des informations de trafic au sujet des autres en vol VFR ; les aéronefs en vol VFR reçoivent des informations de trafic au sujet de tous les autres vols. Reçoivent des informations de trafic au sujet de tous les autres vols. [1]

**Obstacle significatif :** Tout détail naturel du relief, ou tout objet fixe artificiel, à caractère permanent ou temporaire, se détachant en hauteur sur son environnement et considéré comme pouvant présenter un danger pour le passage des aéronefs dans le cadre de l'opération pour laquelle la procédure a été conçue. [1]

**CRM :** est un programme d'ordinateur qui calcule la probabilité de collision avec un obstacle pour un aéronef en approche ILS. [1]

**Distance DME :** Distance oblique entre la source d'un signal DME et l'antenne de réception

**Portée visuelle de piste (RVR) :** Distance jusqu'à laquelle le pilote d'un aéronef placé sur l'axe de la piste peut voir les marques ou les feux qui délimitent la piste ou qui balisent son axe. [1]

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'Algérie est un pays caractérisé par sa position géographique stratégique, sa grande superficie, rendant son espace aérien un carrefour pour l'ensemble de la circulation aérienne. Il est caractérisé par son trafic local dense, avec une constante évolution pour certains aérodromes tel que l'aérodrome de Constantine Mohamed Boudiaf.

L'aérodrome de Constantine (DABC) classé le troisième aérodrome en Algérie en termes de densité du trafic, où il occupe une place significative dans le réseau aérien algérien en tant que point principal dans la région Nord-Est du pays. Il assure la connectivité nationale et internationale, facilitant les déplacements des passagers ainsi que le transport de marchandises. Situé au cœur des montagnes de l'Atlas tellien du Nord-Est de l'Algérie, ce qui présente à la fois des défis et d'opportunités en matière de conception des procédures d'approches aux instruments. Cette région géographique, caractérisée par des reliefs accidentés, d'obstacles (comme les bâtiments, les antennes...), ainsi que des conditions météorologiques changeantes, nécessite une approche stratégique et méticuleuse, pour assurer la sécurité et l'efficacité des opérations aériennes.

La topographie environnante influence directement les trajectoires d'approches, exigeant une conception minutieuse des procédures d'approches pour éviter les obstacles naturels et assurer des descentes en pente sécurisées vers la piste d'atterrissage. Les procédures d'approches aux instruments à l'aérodrome de Constantine incluent différentes approches telles que les approches basées sur des aides radionavigation comme l'ILS et le VOR. Notamment les procédures d'approches existantes pour la piste principale 16/34 comme l'ILS RWY 34-Y-, ILS RWY 34-Z-, DVOR/DME RWY 34 et pour La piste secondaire l'ILS RWY31-Y-, ILS RWY31-Z-, DVOR/DME RWY 31. Ces procédures sont conformes aux normes établies par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et doivent être régulièrement révisées pour garantir leurs efficacités et leurs sécurités.

Néanmoins plusieurs demandes et réclamations ont été faites par les exploitants de cet aérodrome à cause de l'absence carte d'approche de procédure pour le seuil 16 afin de remédier à ces difficultés nous allons créer une nouvelle procédure d'approche VOR/DME

RWY16, suivie d'une révision de procédure d'approche aux instruments ILS RWY 34. Ces percées doivent permettre une résolution pérenne des difficultés rencontrées avec les procédures existantes, une utilisation optimale des infrastructures aéroportuaires et garantissant ainsi la sécurité et la fluidité des opérations aériennes.

La majeure partie de ce travail a été réalisée sous la forme d'un stage pratique de quatre mois, effectué au sein de l'ENNA, au département de circulation aérienne, service étude et développement, chargé de la conception des procédures de vols et de l'espace aérien.

Pour se faire, le mémoire est organisé en quatre chapitres, commençant par une introduction générale, suivie par le chapitre 1 présentant des généralités sur la conception des procédures d'approches aux instruments. Le deuxième chapitre étale un recueil de données en termes d'espace aérien, infrastructure et aides radionavigation disponible, reliefs dangereux et les obstacles artificiels, et se termine par une étude de cas. Le troisième chapitre s'intitule Conception de la nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME RWY 16. Dans le dernier chapitre l'élaboration de la procédure d'approche aux instruments ILS -Z- RWY 34 qui traite l'établissement, la vérification et la validation de procédure d'approche aux instruments élaborées. Nous terminons enfin par une conclusion et des perspectives de l'étude.



# **Chapitre 1:**

**Généralité sur la conception  
des procédures d'approches aux  
instruments**

## **1. Généralité sur la conception des procédures d'approches aux instruments**

### **1.1 Introduction:**

Avant toute étude, il est important d'avoir une connaissance globale du sujet traité, tant du point de vue général que technique. Un intérêt particulier est accordé aux définitions des termes et aux critères régissant la conception des procédures d'approches aux instruments. Le but de ce chapitre est d'expliquer les différents types des procédures d'approches utilisées pour l'aérodrome de Constantine.

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

#### **1.2.1 Definition:**

C'est une suite de manœuvre prédéterminée effectuée par l'aéronef en vue de l'atterrissage en utilisant uniquement les instruments de vols tout en assurant une marge acceptable de franchissement d'obstacle depuis l'arrivée jusqu'à un point où les critères de franchissement d'obstacle en route ou en attente devient applicable. **[10]**

#### **1.2.2 Principe d'élaboration d'une procédure d'approche:**

- La procédure d'approche aux instruments doit assurer et dans cet ordre la sécurité, la simplicité et l'économie.
- La sécurité implique la sécurité de l'aéronef pendant l'exécution de son approche en vue de s'établir sur la piste d'atterrissage.
- La simplicité s'impose, car la procédure intervient au moment où la charge de travail du pilote est très importante et ou toute erreur risque d'être fatale.
- Pour l'aspect économique, il est de plus en plus important (le temps de vol coûte cher).**[10]**

**1.3 Différentes phases d'une procédure Classique:**

- Procédure d'approche à l'instrument utilisant que les informations de guidage latéral sur trajectoire fournies par des moyens radioélectrique tels que le VOR, NDB et DME.
- Une procédure est composée de plusieurs segments correspondant à des phases successives du vol, Les segments sont délimités par des repères (fix), chaque phase étant délimitée par deux bornes. [3]

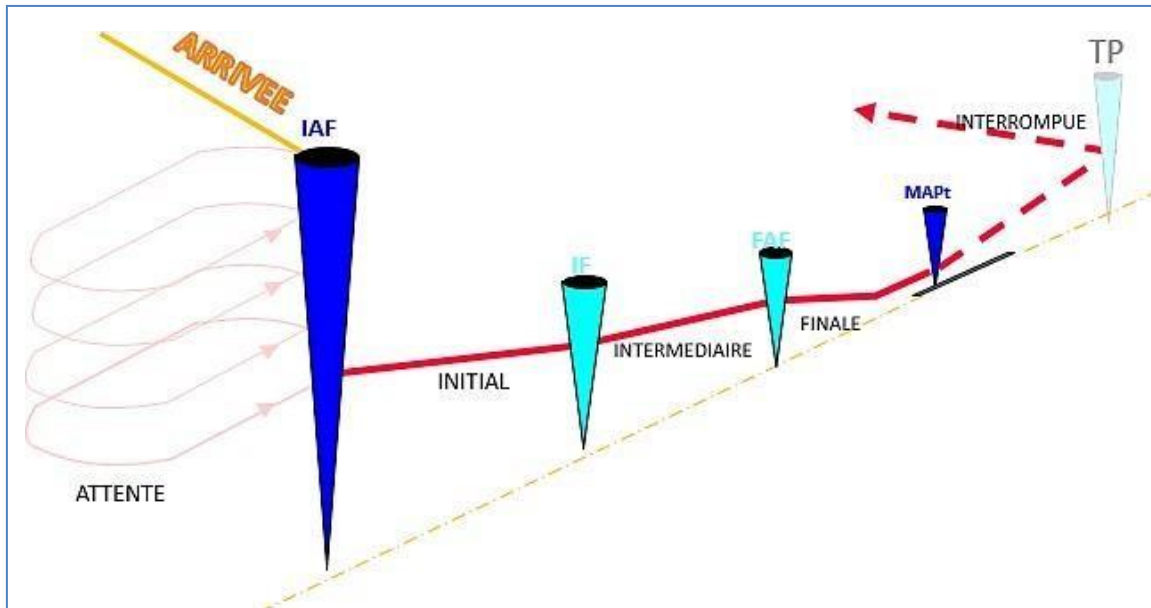


Figure1.1: different segments [3]

**1.3.1 L'arrivée:**

Le segment d'arrivé est un segment de transition entre la croisière et l'approche, qui permet de rallier l'IAF. [3]

**1.3.1.1 Altitude minimal de secteur:**

- L'altitude minimale de secteur est l'altitude la plus basse qui puisse être utilisée dans un secteur circulaire de 25NM de rayon centré sur une installation radioélectrique situé de préférence sur l'aérodrome.
- Le calcul des MSA ne tient compte que des reliefs entourant l'A/D et non de la présence de zones à statut particulier.
- Il est recommandé que les altitudes minimales de secteur soient définies par une installation ayant une portée minimale de 46 Km (25 NM). [1]

$$MSA_i = \text{MAX} (\text{ALT}_{\text{obsi}} + \text{MFO})$$

Indice  $i$  étant le numéro du secteur.

**1.3.1.2 La marge de franchissement obstacle MFO:**

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

Tableau 1.1: marge de franchissement d'obstacle [1]

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

→ Aire secondaire : Linéairement décroissante.

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

**1.3.1.3 Orientation des secteurs:**

Il est souhaitable que les limites des secteurs coïncident avec les quadrants du compas ; toutefois, lorsque cela est souhaitable, pour des considérations topographiques ou autres, ces limites peuvent être choisies de manière à obtenir les altitudes minimales de secteur les plus favorables sans que cela conduise à une multiplication des secteurs. [1]

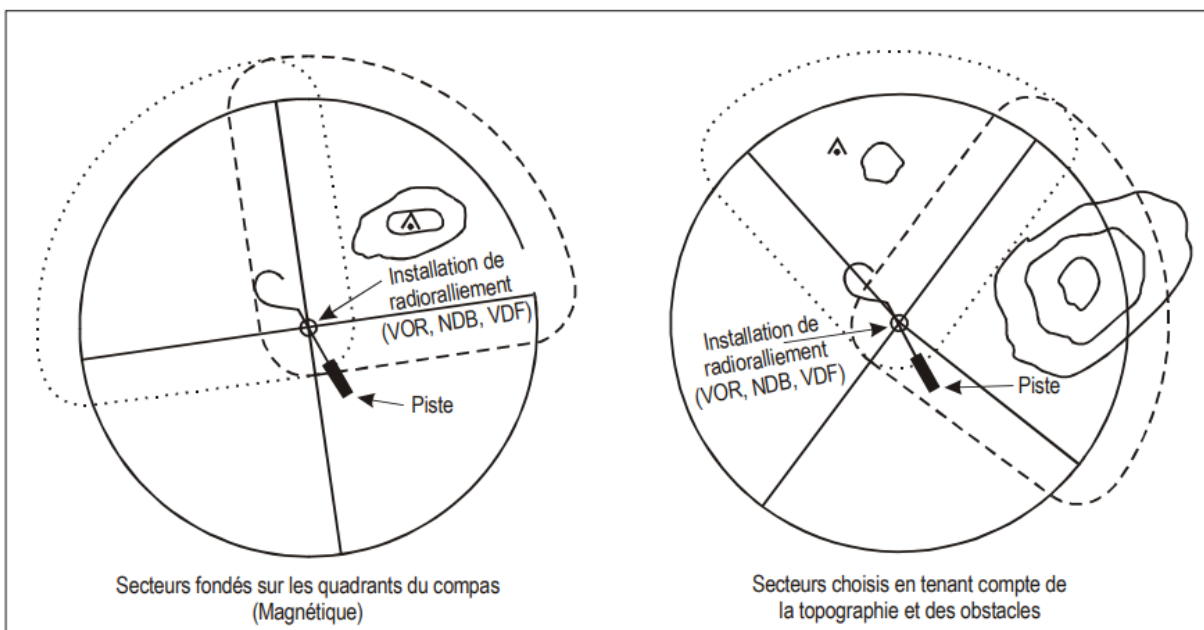


Figure1.2: Orientation des secteurs [1]

1.3.2 Procédure d'attente:

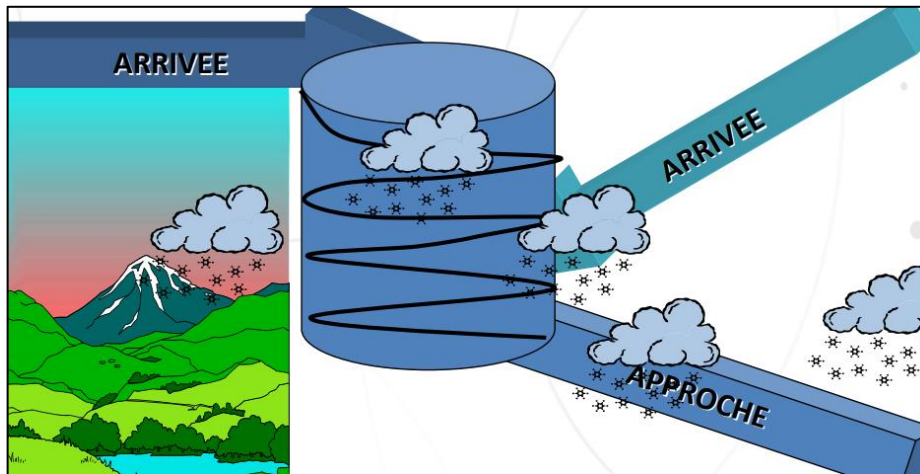


Figure1.3: Attente [1]

1.3.2.1 Definition:

Manœuvre prédéterminée exécutée par un aéronef pour rester dans un volume d'espace aérien spécifié ; formée de différents niveaux de vol séparés de 1000 ft ; en attendant une autorisation d'atterrissage. [1]

1.3.2.2 Forme et terminologie:

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

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

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

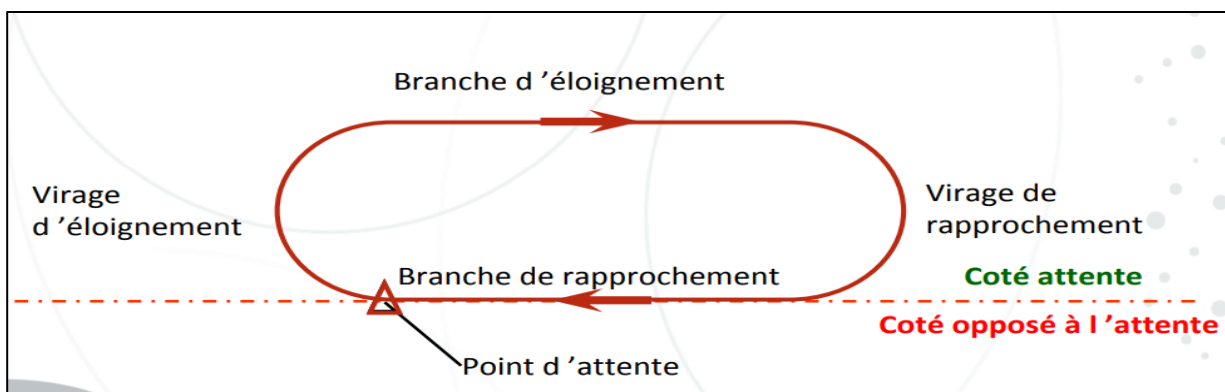


Figure1.4: Forme d'attente et terminologie [3]



1.3.2.3 **Type d'attente:**

Le type d'attente est déterminé en fonction de : [1]

→ **Type d'éloignement :**

- Eloignement en distance.
- Eloignement en temps.

→ **La nature du point d'attente (point de base) :**

- Vertical installation.
- A une intersection :
  - 2 RDL.
  - RDL / distance DME.
  - RDL / distance de vol.

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

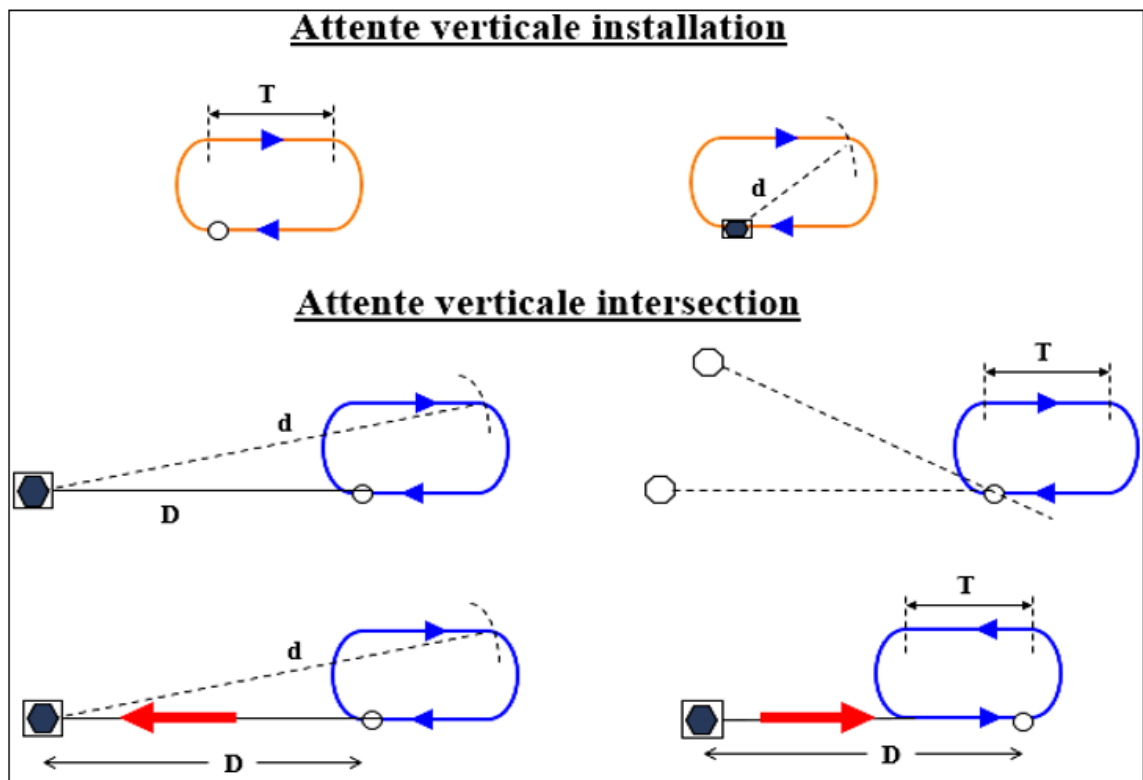


Figure1.5: Types d'attentes [10]

1.3.2.4 Types entrées:

On distingue 3 types d'entrées dans une attente : [3]

- Entrée directe.
  - Entrée parallèle.
  - Entrée décalée.
- Les différentes entrées sont résumées dans la figure suivante, en fonction du type d'attente :

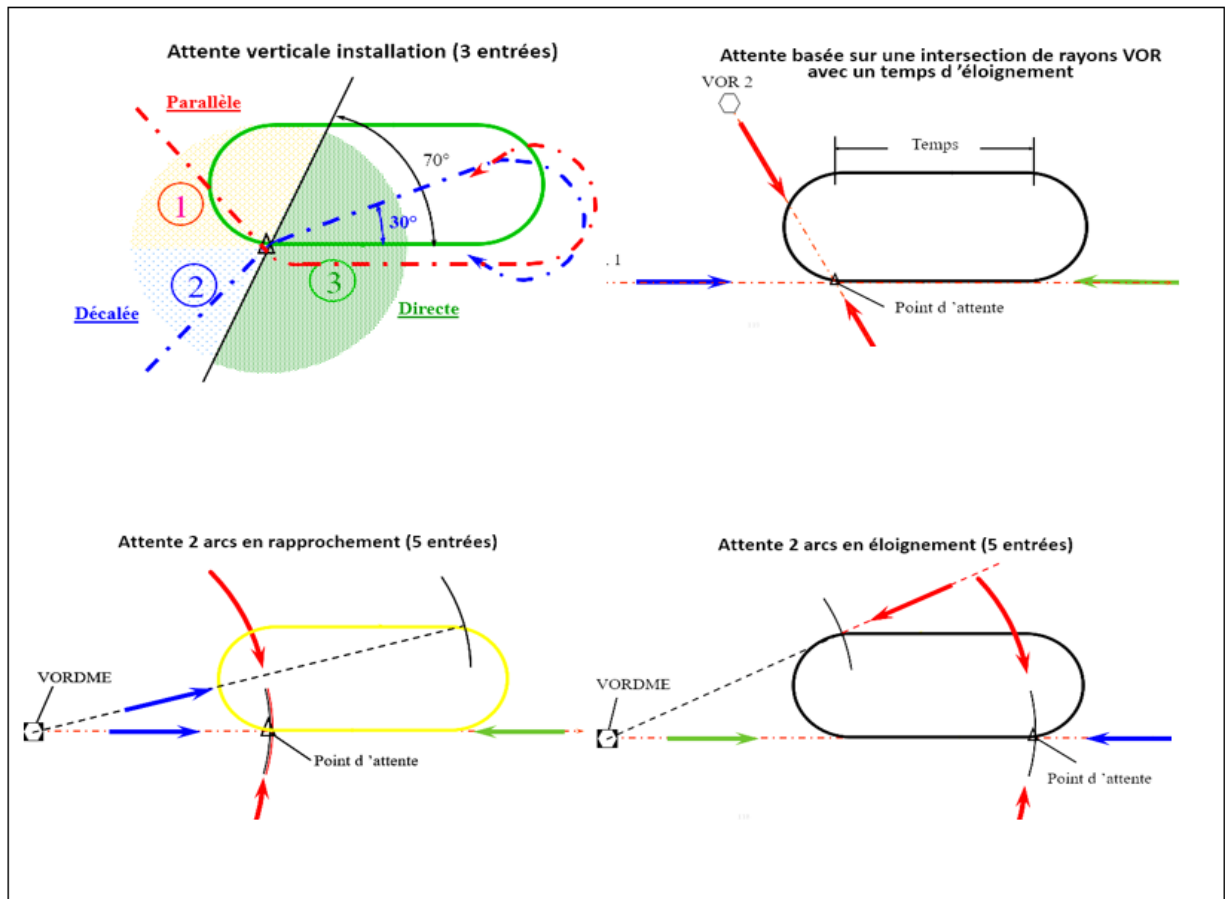


Figure1.6: les types d'entrées [3]

1.3.2.5 Construction des aires de protections pour une attente VOR/DME:

La construction de l'aire de base et les aires entrées de la procédure se fait en deux étapes : [1]

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

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

- ✓ Tracé du circuit nominal d'attente.
- ✓ Influence des tolérances de navigation
- ✓ Virage d'éloignement.
- ✓ Branche d'éloignement.
- ✓ Virage de rapprochement.
- ✓ Influence du vent.
- ✓ Trace final du gabarit.

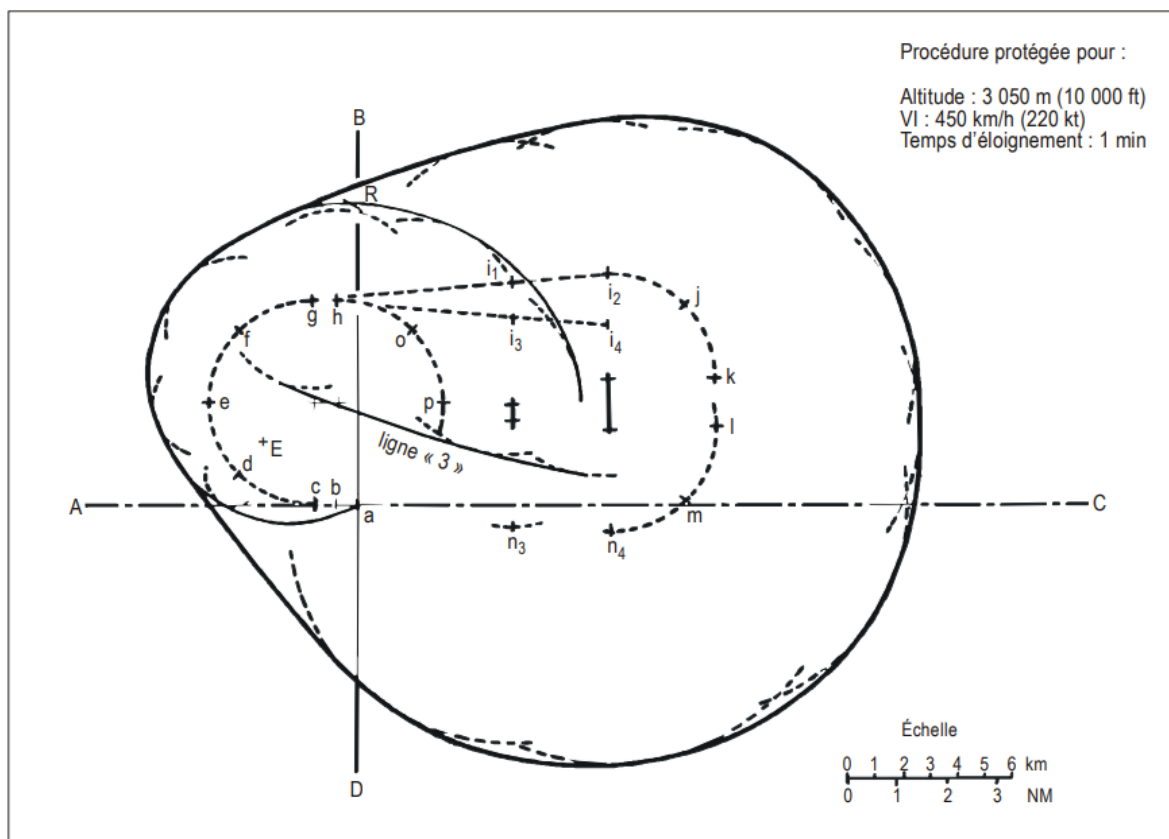


Figure1.7: la construction du gabarit [1]

## Chapitre 1 Généralité sur la conception des procédures d'approches aux instruments

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

Les paramètres de distance sont choisis et calculés dans l'ordre suivant :

- ✓ Choix de la distance nominale : "D"

« D » est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et le point de procédure à l'altitude spécifiée.  $D = 16 \text{ NM}$

- ✓ Choix de la distance en éloignement "ds"

« ds » est la longueur horizontale du parcours d'éloignement ; ds devrait obéir à la relation  $ds \geq v \cdot t / 60$ , dans laquelle t est le temps d'éloignement.

- ✓ Calcul de la distance horizontale : "Ds"

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

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

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

- ✓ Calcul de la distance limite d'éloignement : "DL"

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

Où r est rayon de virage.

(DL, Ds, ds, r, hl en kilomètres).

- ✓ Calcul de la distance limite horizontale d'éloignement : "DLs"

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

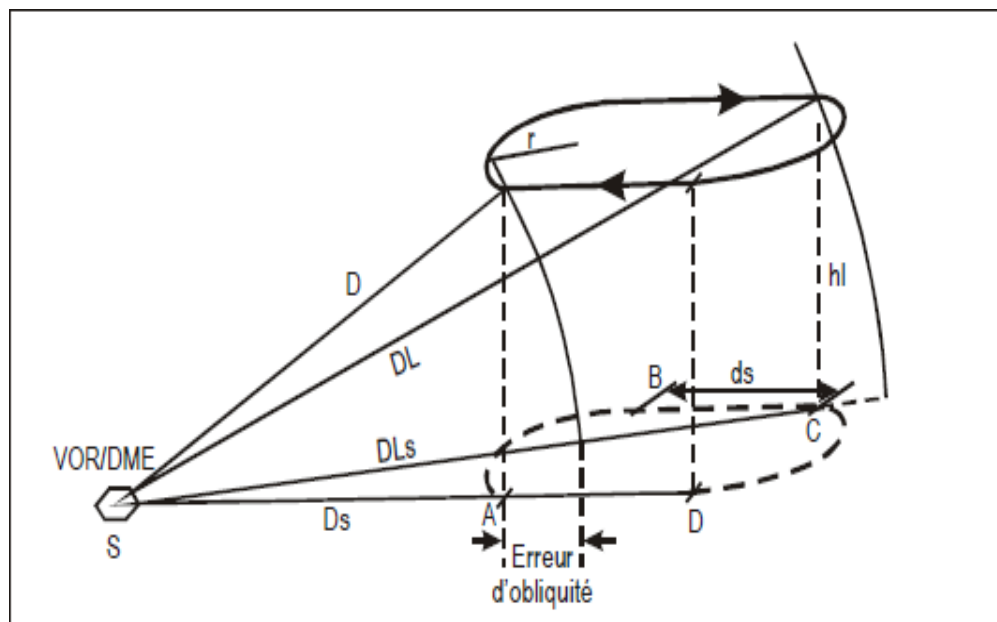


Figure1.8: Les paramètres d'attente VOR/DME [1]

Après on suivre les étapes (doc 8168) et à l'aide du gabarit conçu en première étape en traçant l'aire de base et les aires d'entrées de l'attente VOR-DME (voir figure 1.9)

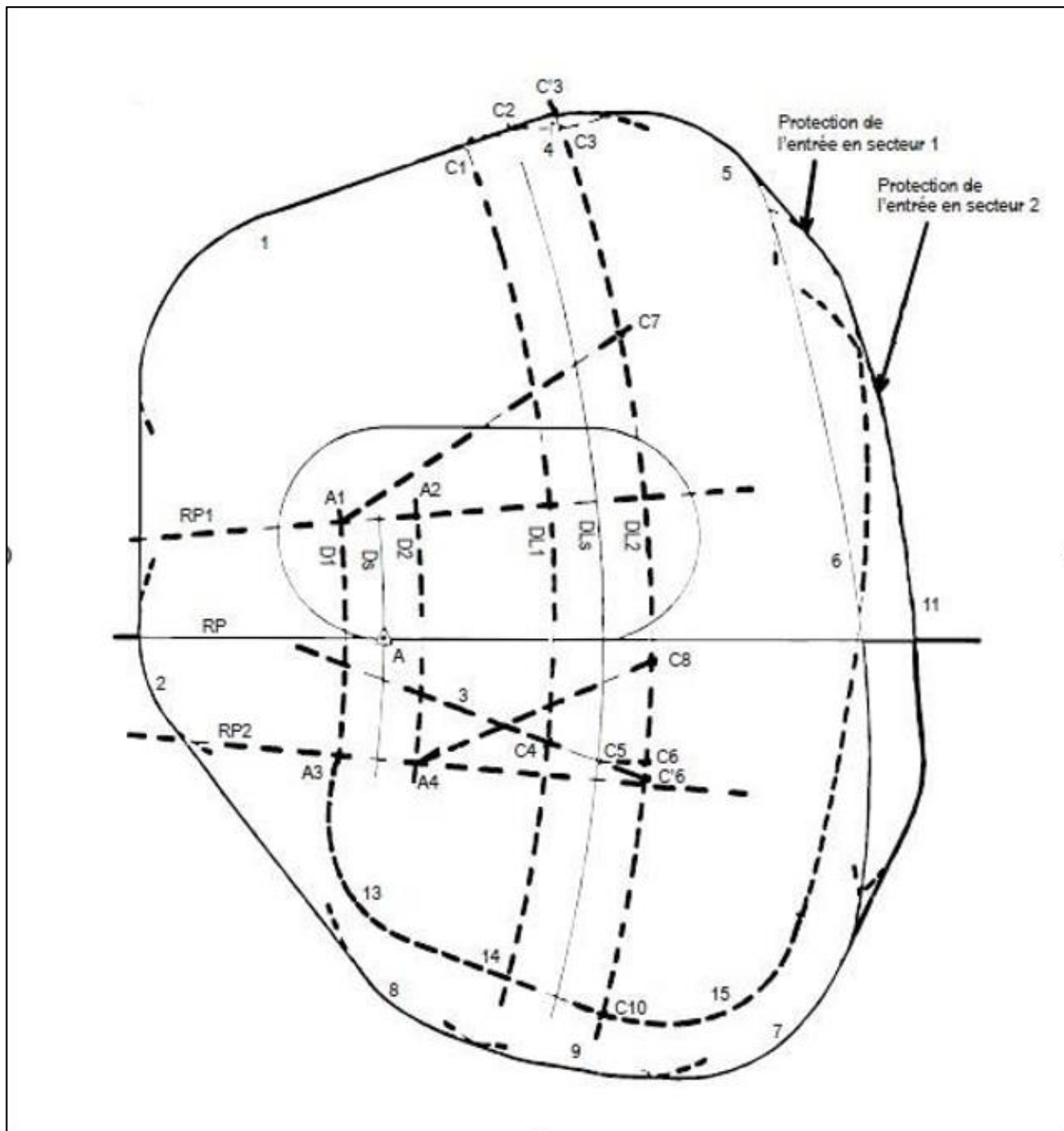


Figure1.9: Procédure VOR/DME en rapprochement de l'installation Aire de base et aire correspondante pour entrées [1]

▪ **Zones tampon :**

Les zones tampons s'étendent à 5 NM (1 NM par zone) au-delà des limites de l'aire d'attente et des aires d'entrées associées. [3]

➤ La figure suivante illustre les 5 zones tampons d'une attente :

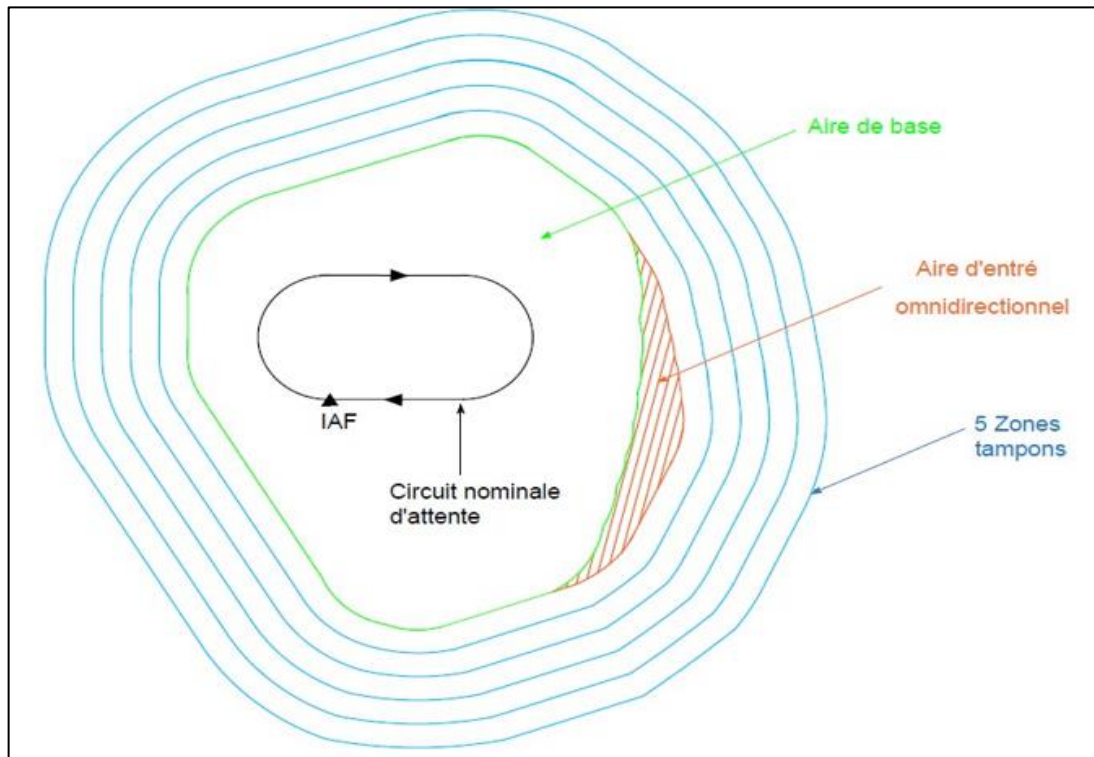


Figure1.10: Zones tampons d'une attente [3]

### 1.3.2.6 Altitude minimal d'attente:

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

- La MFO est variable en fonction de l'aire de protection d'attente :
  - Aire de base : 300 m.
  - Aire d'entrée : 300 m.
  - Zone tampon 1 : 300 m.
  - Zone tampon 2 : 150 m.
  - Zone tampon 3 : 120 m.
  - Zone tampon 4 : 90 m.
  - Zone tampon 5 : 60 m.

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

1.3.3 Le segment d'approche initial

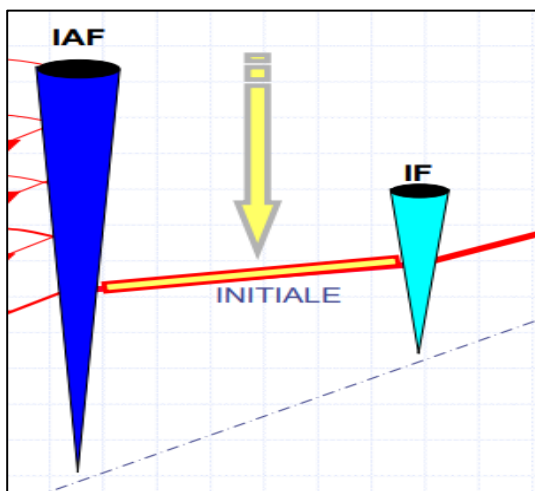


Figure1.11: Segment d'approche initial [3]

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

Ce segment admet des trajectoires radioguidées, à l'estime ou combinaison entre ces deux. Il est toujours pris en descente et sa pente varie entre 4% (Optimum) et 8% (Maximum), et lorsque on ne peut pas définir des pentes de descente on utilise des taux de descente (Pied/min). [1] [3]

1.3.3.1 Aire de protection

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

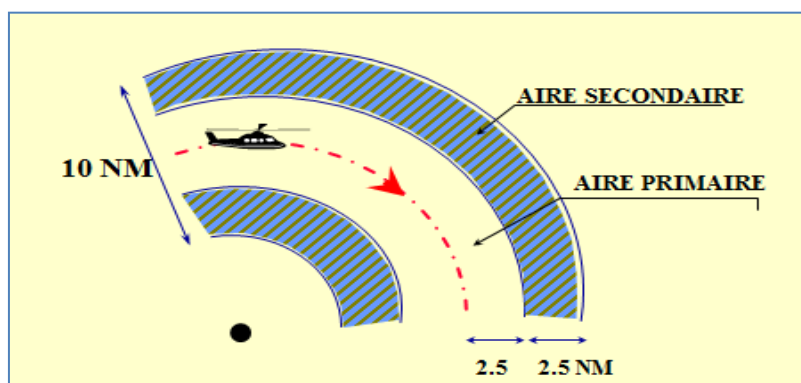


Figure1.12: Aire de protection du segment d'approche initial trajectoire curviligne [3]



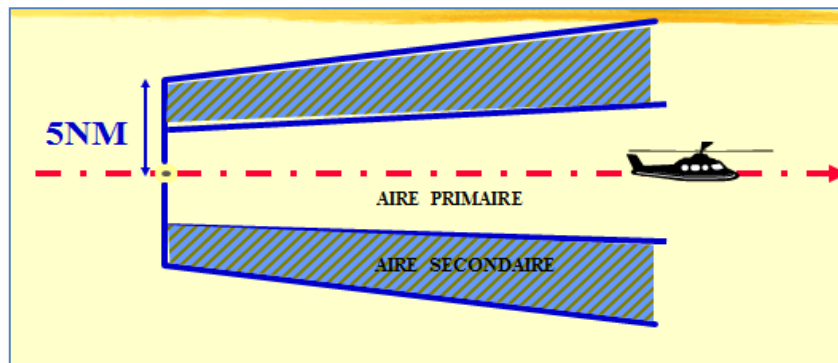


Figure1.13: Aire de protection du segment d'approche initial trajectoire rectiligne [3]

### 1.3.3.2 Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle:

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

#### ▪ MFO :

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

→ Aire secondaire : Linéairement décroissante.

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

### 1.3.4 Le segment d'approche intermédiaire:

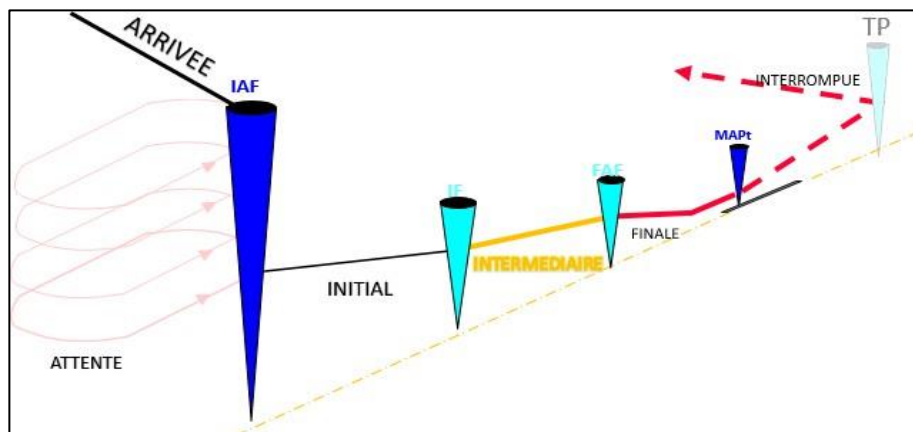


Figure1.14: Segment d'approche intermédiaire [3]

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

## Chapitre 1 Généralité sur la conception des procédures d'approches aux instruments

Ce segment admet des trajectoires rectilignes seulement, mesure entre 15NM et 5NM (10NM optimum). Il est souvent pris en pallier, mais il peut être aussi pris en descente (Pente maximale de 5.2%) où on doit prévoir un pallié de 1 NM pour CAT A/B et de 1.5 NM pour CAT C/D. [3]

### 1.3.4.1 Air de protection:

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

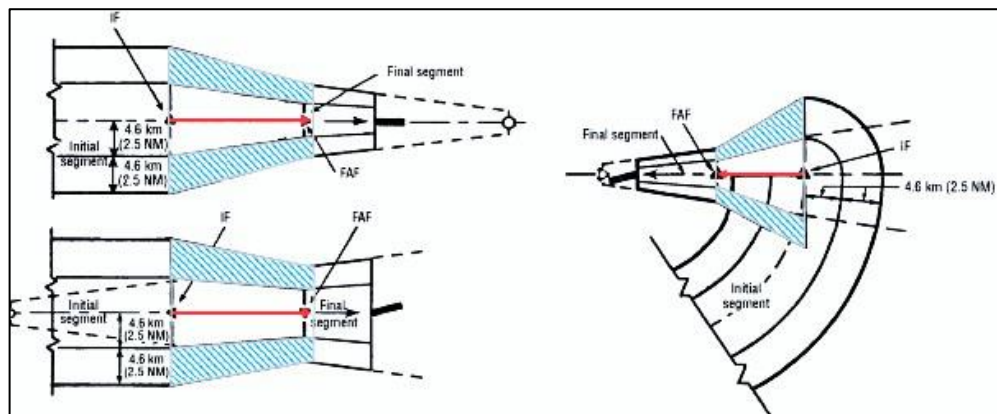


Figure1.15: Aire de protection du segment d'approche intermédiaire [3]

### 1.3.4.2 Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle:

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

#### ▪ MFO :

→ Aire primaire : égale à 150 m, mais peut être majoré jusqu'à 300m en région montagneuse.

→ Aire secondaire : Linéairement décroissante.

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

1.3.5 Le segment final:

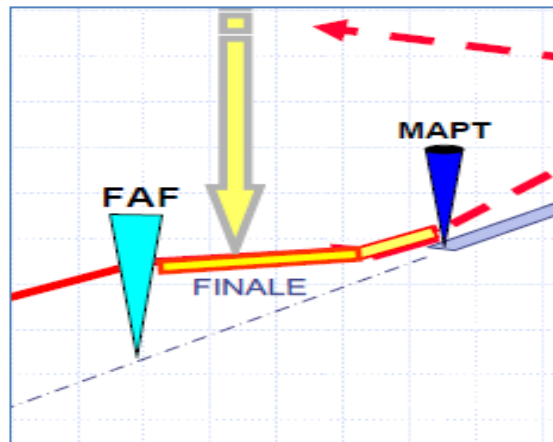


Figure1.16: Segment d'approche finale [3]

C'est dans le segment d'approche finale que s'effectuent l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage. La partie aux instruments du segment d'approche finale commence au repère d'approche finale et se termine au point d'approche interrompue (MAPt).

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

1.3.5.1 Air de protection:

▪ Procédure avec FAF :

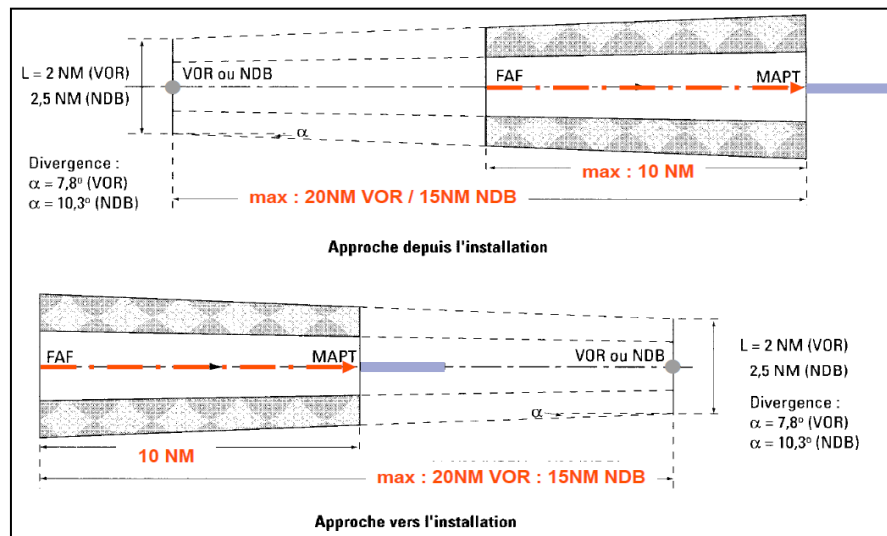


Figure1.17: Aire de protection d'une approche finale avec FAF [3]

- Procédure sans FAF :

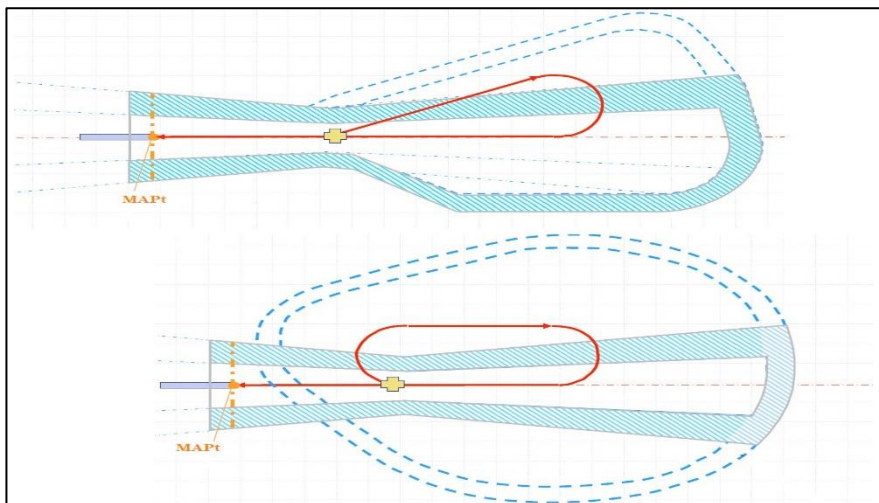


Figure1.18: Aire de protection d'une approche finale sans FAF [3]

### 1.3.5.2 Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle :

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

- MFO:

→ Aire primaire : pour une finale avec FAF la MFO est égale à 75 m, et pour une finale sans FAF la MFO est égale à 90 m.

→ Aire secondaire : Linéairement décroissante.

**Remarque :** Après calcul, en arrondi au multiple de 5m (10 ft)

### 1.3.6 Le segment d'approche interrompue

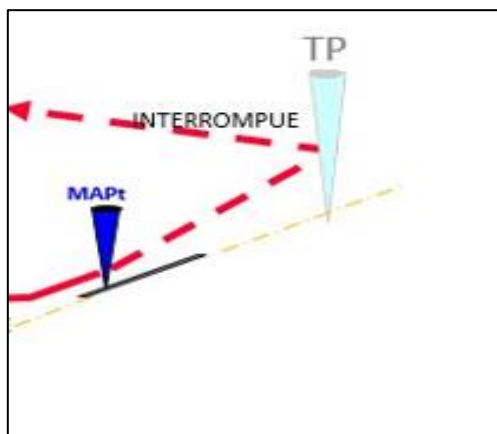


Figure1.19: Segment d'approche interrompue [3]

Une procédure d'approche interrompue sera établie pour chaque approche aux instruments, qui débute au MAPt ; permettant aux aéronefs de remonter en toute sécurité, afin de rejoindre l'attente, d'exécuter une nouvelle approche ou de se raccorder à une phase en route. [3]

### 1.3.6.1 Les phases d'approches interrompues:

#### 1. Phase initiale : [1]

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

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

- MFO : Variable.

#### 2. Phase intermédiaire :

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

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

- MFO : égale à 30m.

#### 3. Phase finale :

- Va jusqu'au point où sont amorcés de nouvelles approches, une attente ou un retour au vol de croisière ; des virages peuvent être effectués au cours de cette phase (Virage à TP ou à TNA/H).
- Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle dans le cas d'une API directe :

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

- MFO : égale à 50m.

**Remarque :** La pente maximale admissible dans une approche interrompue est de 5%, mais la pente minimale de 2.5% doit toujours être étudiée. [1]

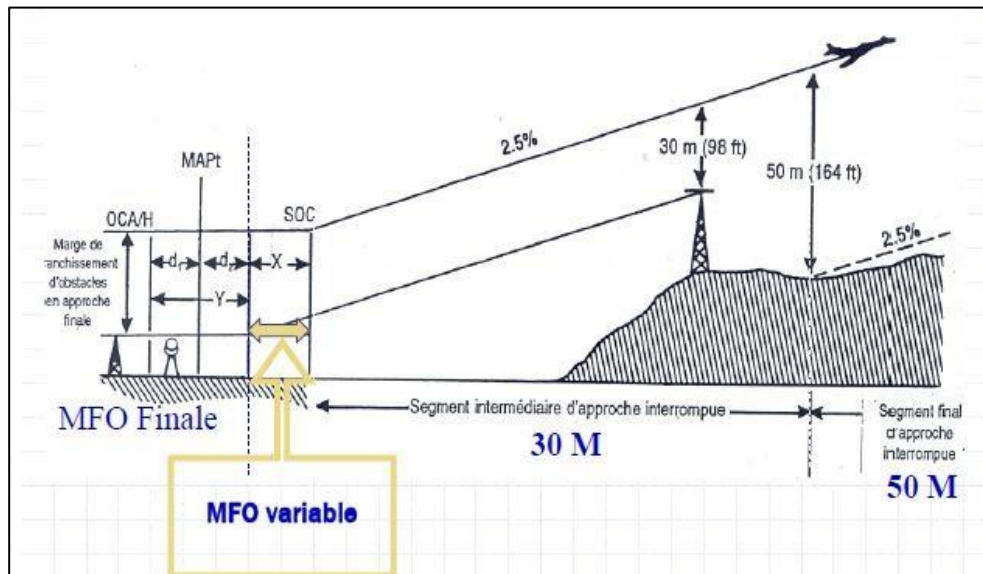


Figure 1.20: MFO Approche interrompue [1]

### 1.3.6.2 Types d'approches interrompues:

→ Il y a deux types d'approche interrompue : [1]

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

→ Les virages peuvent être définis comme ayant lieu : [1]

- À une altitude/hauteur.
- À un repère ou une installation où
- Au MAPT.

**1.4 Procédure d'approche de précision:**

**1.4.1 Definition:**

Procédure d'approche aux instruments qui utilise les guidages latéral et vertical de précision en respectant les minimas établis selon la catégorie de vol.

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

**1.4.2 Le segment initial:**

→ Mettra l'aéronef sur un CAP qui lui facilitera l'interception du LLZ [2]

→ On rajoutera aux critères généraux ce qui suit:

**1. Alignement :**

✓ Angle (App initiale, App intermédiaire) ne devrait pas dépasser 90°

✓ Si angle > 70° => radial, relèvement ou vecteur radar

✓ Si angle > 90° => Inversion ou hippodrome

**2. Aires :**

✓ Le segment d'approche initiale n'a pas une longueur normalisée. La longueur sera suffisante pour permettre le changement d'altitude requis dans la procédure.

✓ Le repère d'approche intermédiaire (IF) doit être situé à l'intérieur des limites du volume de service du signal du radiophare d'alignement de piste ILS.

**1.4.3 Le segment intermédiaire:**

→ On rajoutera aux critères généraux ce qui suit : [2]

**a) Alignement :**

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

**b) Longueur :**

Longueur optimale : 5 NM

Longueur maximale : 25 NM

**c) Largeur :**

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

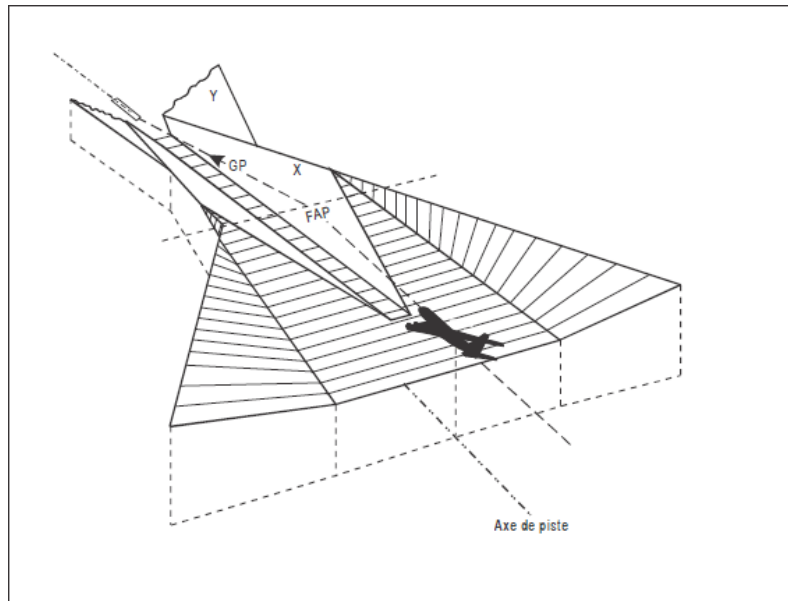


Figure 1.21: Segment d'approche intermédiaire [2]

**1.4.4 Le segment de précision: [4]**

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

- La finale en vue de l'atterrissage.
- Les phases initiales et intermédiaires de l'API.

**✚ ILS complet :**

- ✓ LOCALIZER (LLZ) : Radioalignement de piste.
- ✓ Glide-PATH (GP) : Radioalignement de descente.
- ✓ MARKERS ou DME.

**✚ Origine (FAP):**

- ✓ Intersection du radioalignement de descente nominal et de l'altitude minimale spécifiée pour le segment précédent.
- ✓ Distance FAP/Seuil de piste < 10 NM

**✚ Radio-borne extérieur:**

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



### ✚ Point d'approche interrompue:

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

### ✚ Fin du segment de précision:

Le premier des deux points dans le sens du vol:

- ✓ Point de Virage.
- ✓ Point où la surface d'API atteint 300 m de hauteur.

### 1.4.5 Étude de franchissement obstacles:

Trois méthodes pour étudier le segment de précision : **[4]**

- Surface IL de base
- CRM (Collision Risk Model)
- Surfaces OAS (Obstacle Assessment Surface)

#### 1.4.5.1 Les surfaces OAS:

Dépendent de :

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

Les surfaces OAS comprennent six surfaces planes inclinées (désignées par les lettres W, X, Y et Z) disposées symétriquement / axe radioalignement de piste. **[2]**

$$Z = Ax + By + Z$$

Ces plans sont définis par des équations

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

- Catégorie I : Le prolongement des surfaces W et X jusqu'au FAP. Limitées pour les surfaces restantes à une hauteur max de 300 m.
- Catégorie II et III : Limitées pour toutes les surfaces à une hauteur max de 150 m. **[2]**

→ Origine axes :

- Seuil de piste
- Abscisses « x » : Axe LLZ (Positives vers le FAP)
- Ordonnées « y » : De part et d'autre du LLZ

## Chapitre 1 Généralité sur la conception des procédures d'approches aux instruments

- Hauteur / seuil piste « z »

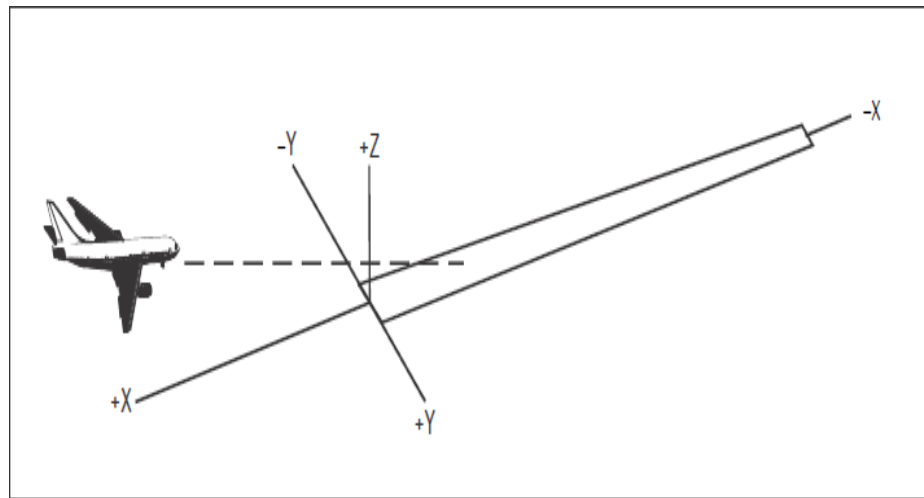


Figure1.22: Système de coordonnées de piste [4]

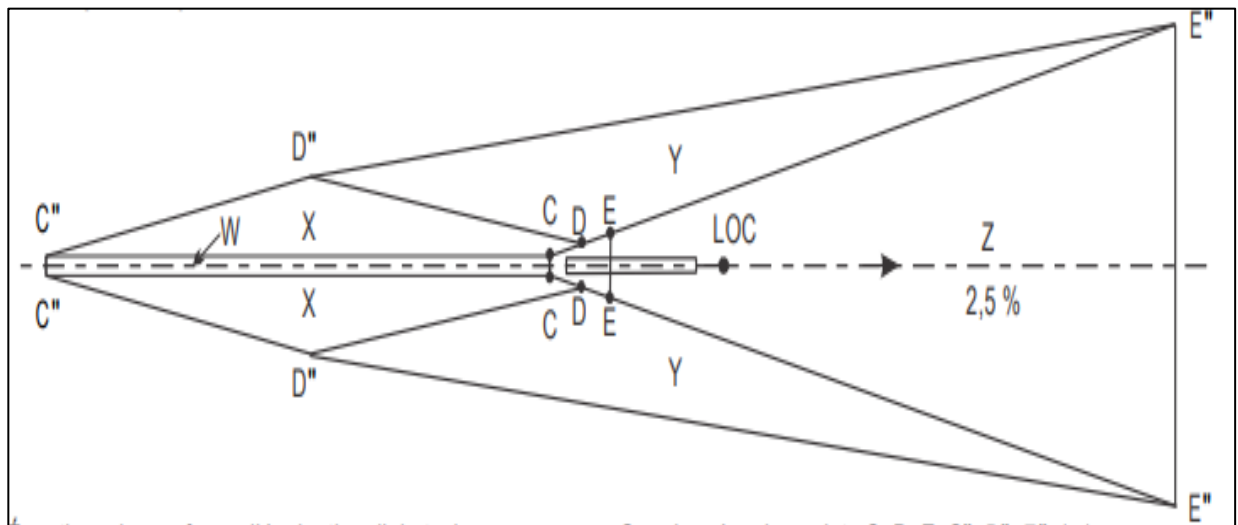


Figure1.23: les surfaces OAS [4]

- Équation des OAS:  $Zw = Ax + By + C$
- Calcul des points du gabarit: [4]

**Gabarit OAS** : les surfaces W, X, Y et Z sont coupées à 300m au-dessus du seuil. Les points du Gabarit sont calculés par l'application OACI des surfaces OAS.

The screenshot shows the PANS-OPS\_OAS application interface with the following sections:

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

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

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

Figure1.24: Données de sortie OAS générées par une application sur les OAS [2]

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

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

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

- ✓ Pris en compte pour le calcul de l'altitude/hauteur minimale pour le franchissement des Obstacles (OCA/H).

→ **Altitude/Hauteur de franchissement des obstacles OCA/H :**

Cette Altitude/Hauteur assure le franchissement des obstacles depuis le début de l'approche finale jusqu'à la fin du segment intermédiaire de l'API Cette Altitude/Hauteur sera fonction de la catégorie de l'aéronef. [4]

Tableau 1.2: Marge d'erreur altimétrique [4]

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

Aucun obstacle ne pénètre les OAS :

**Obs1 : OCH/A=HL**

Traitement des obstacles appartenant à la finale :

**O2: OCH = O2 + HLq**

Traitement des obstacles appartenant à l'approche Interrompue :

**O3: OCH = O3 équiv + HL** Obstacles équivalents

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

Où :

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

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

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

Z = angle de la surface d'approche interrompue

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

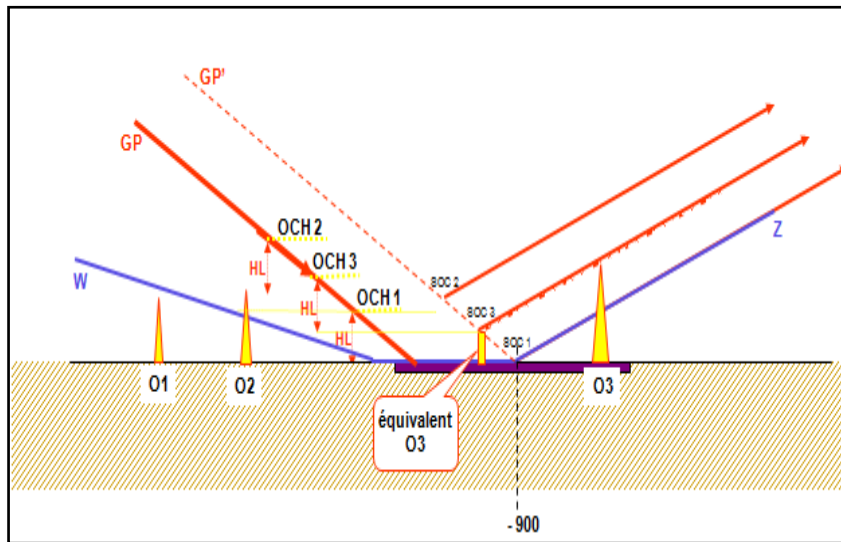


Figure 1.25: Franchissement d'obstacles de segment de précision [4]

### 1.5 Procédure d'approche indirect (manœuvre à Vue):

Une manœuvre à vue est publiée lorsque l'atterrissage peut s'effectuer dans une direction différente de celle de l'approche aux instruments, ou lorsque l'approche finale ne peut pas être exécutée en approche directe, ou bien lorsque des contraintes opérationnelles imposent de ne pas se poser directement sur la piste desservie par la procédure. On distingue deux types de manœuvre à vue : une libre et l'autre imposée. [1]

#### 1.5.1 Manœuvre à Vue libre (MVL):

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

##### 1.5.1.1 Aire de protection:

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

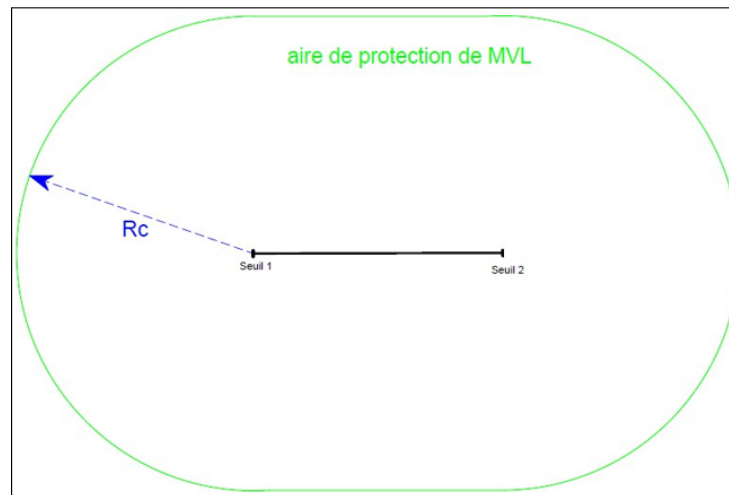


Figure1.26: Aire de protection d'une MVL [1]

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

### 1.5.2 Manœuvre à Vue imposée (MVI) :

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

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

#### 1.5.2.1 Aire de protection:

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

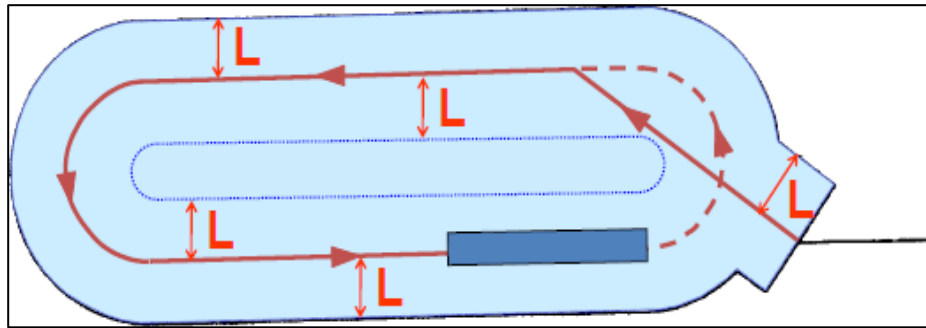


Figure1.27: Aire de protection d'une MVI [1]

### 1.5.2.2 Altitude/Hauteur minimale de franchissement d'obstacle:

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

- MFO:

→ Catégorie A/B : MFO = 90m.

→ Catégorie C/D : MFO = 120m.

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

### 1.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté des généralités sur la conception des procédures d'approches aux instruments. Ceci est nécessaire avant d'élaborer les différentes procédures d'approches liées à l'aérodrome de Constantine, qui seront détaillées dans le chapitre 3 et 4.



## **Chapitre 2**

**Etude de l'existant de l'aérodrome  
de Constantine**



## 2. Étude de l'existant

### 2.1 Introduction :

Afin d'identifier les lacunes existantes dans les procédures d'approches aux instruments actuelles au niveau de l'aérodrome de Constantine, nous présentons une étude détaillée, incluant la collecte des données aéronautiques tel que l'espace aérien, les obstacles naturels et artificiels, les moyens radionavigation disponibles...etc

### 2.2 Généralité sur l'aérodrome de Constantine: [14]

L'aérodrome de Constantine, nommé "Mohamed Boudiaf" en hommage à l'ancien chef de l'État algérien, est un aérodrome civil international situé sur le plateau d'Ain El Bey, à 12 km du centre-ville (à 5,4 Nm au sud de la ville). Il a été établi en 1943 pendant la Seconde Guerre mondiale pour répondre aux besoins de l'armée américaine. À cette époque, il servait de base de soutien et de déploiement pour les avions de l'US Air Force en Afrique du Nord. Depuis sa construction, l'aérodrome a été réaménagé et étendu à plusieurs reprises, permettant notamment l'ouverture aux vols commerciaux nationaux, internationaux et charters.

Parmi les opérations les plus significatives réalisées à partir de 1999, on peut citer :

- La construction d'une nouvelle piste d'atterrissage de 3000 mètres sur 45 mètres.
- La création d'un taxiway de 1700 mètres sur 45 mètres.
- L'agrandissement du parking avion et de l'aérogare passagers.

En 2013, une nouvelle aérogare a été construite, couvrant une superficie de 16 200 m<sup>2</sup> sur deux niveaux. Cette structure est conçue pour accueillir jusqu'à 1 200 000 passagers par an et offre divers espaces administratifs et commerciaux [14]



Figure2.1:la nouvelle aérogare de l'aérodrome de Constantine [14]

### 2.3 Situation géographique de Constantine :

→ **Par rapport au territoire national:**

L'aérodrome de Constantine situé au Nord -Est du l'Algérie.



Figure2.2: Représentation de l'emplacement de l'aérodrome DABC par rapport au territoire national [14]

→ **Par rapport à la Ville de Constantine:**

Il est niché dans une région montagneuse, ce qui implique que des restrictions concernant les pentes pour les décollages et les atterrissages doivent être appliquées afin de garantir la sécurité.



Figure2.3: la situation géographique de Constantine (Google Earth)

## 2.4 Infrastructure liée à l'aérodrome de Constantine :

### 2.4.1 Les pistes:

L'aérodrome de Constantine est construit en dur ; en général le revêtement est en bitume ou composé de plaques de béton. Elles sont bordées de balises lumineuses pour être facilement repérables de nuit, ou lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises (pluie, brouillard), et pour une aide visuelle à l'atterrissage (PAPI).

La plupart des pistes servent à la fois à l'atterrissage et au décollage. Ceci suppose une organisation et une synchronisation sans faille des mouvements d'avions.

L'aérodrome de Constantine dispose de deux pistes quasi parallèles, une principale (16/34) et l'autre secondaire (13/31) : [12]



Figure2.4 : Les deux pistes de l'aérodrome de Constantine (Google earth)

→ **Piste principale (16/34) :**

- Dimension : 3000m x 45m
- Résistance (PCN) et revêtement de la piste : 93 F/D/W/T Béton bitumineux.
- Dimensions de la bande : 3120m x 280m
- Le premier seuil de la piste est dirigé à 159° et il est marqué 16 ce qui fait que le deuxième seuil est dirigé à 339° et il est marqué 34.
- Cette piste (16/34) n'est pas équipée d'un prolongement dégagé (clearway), mais elle dispose d'un prolongement d'arrêt d'une longueur de 100m, ce qui implique que les distances déclarées de la piste seront comme suit :

$$\text{TORA}=\text{TODA}=\text{LDA}=3000\text{m}$$

$$\text{ASDA}=3100\text{ m}$$



Figure2.5: Dimension de piste 16/34 and SWY [14]

→ **Piste secondaire (13/31) :**

- Dimension : 2400m x 45m (voir figure).
- Résistance (PCN) et revêtement de la piste : 54 F/C/W/T Asphalte.
- Dimensions de la bande : 2520m x 280m.
- Le premier seuil de la piste est dirigé à 134° et il est marqué 13, donc le deuxième est dirigé à 314° et il est marqué 31.
- La piste possède une raquette du côté de seuil 31 afin que l'aéronef puisse faire un demi-tour lors du décollage depuis la 31 en raison d'absence de l'entrée d'une voie de circulation.
- Cette piste (13/31) n'est pas équipée d'un prolongement dégagé (clearway), mais elle dispose d'un prolongement d'arrêt d'une longueur de 100m, ce qui implique que les distances déclarées de la piste seront comme suit :

$$\text{TORA}=\text{TODA}=\text{LDA}=2400\text{m}$$

$$\text{ASDA}=2460\text{m}$$

**2.4.2 Les voies de circulation:**

Les voies de circulation de l'aérodrome de Constantine ont une largeur de 23 mètres et sont revêtues de béton bitumineux (PCN=93), ce qui garantit la résistance nécessaire pour le déplacement des aéronefs utilisant la piste principale. Le marquage des pistes et des voies de circulation comprend les marques de seuils, les marques axiales de piste, les marques

## Chapitre 2 Etude de l'existant de l'aérodrome de Constantine Mohamed Boudiaf

de distances constantes, les marques d'identification de QFU, les marques de bord de piste, ainsi que les marques axiales des voies de circulation.

### 2.4.3 Le parking avions:

Le parking contient neuf postes de stationnement séparés, chacun étant délimité par des traits jaunes, et comprenait également une aire d'atterrissage pour hélicoptères



Figure2.6: Vue de l'aérodrome de Constantine [14]

### 2.5 Les instruments de radionavigation :

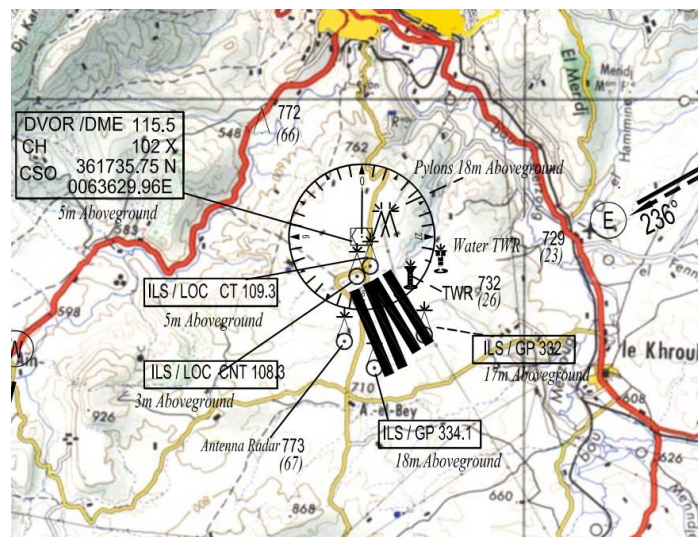


Figure2.7: Emplacement des instruments de radionavigation de l'aérodrome de Constantine [12]

## Chapitre 2 Etude de l'existant de l'aérodrome de Constantine Mohamed Boudiaf

Les aides à la radionavigation situées sur l'aérodrome et dans les environs de l'aérodrome de Constantine, utilisées pour guider les avions lors du décollage et de l'atterrissage et aussi lors du survol qui sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.: [12]

Tableau 2.1: les aides de radionavigation et d'atterrissage [12]

DABC AD 2.18 ATS COMMUNICATION FACILITIES						
Service designation	Call sign	Channel	Hours of operation	Remarks		
1	2	3	4	5		
TWR	Constantine TWR	118.3 - 119.7 Mhz (a)	H 24	NIL		
APP	Constantine APP	120.1 – 121.9 Mhz(a)	H 24	NIL		
SOL	Constantine SOL	121.9 Mhz	H24	NIL		

DABC AD 2.19 RADIO NAVIGATION AND LANDING AIDS						
Type of aid, MAG VAR, Type of supported OPS (for VOR/ILS/MLS, give declination)	ID	Frequency	Hours of operation	Position of transmitting antenna coordinates	Elevation of DME Transmitting antenna	Remarks
1	2	3	4	5	6	7
DVOR/DME (2°E 2017)	CSO	115.5 Mhz CH 102 X	H 24	361735.75N0063629.96E	NIL	NIL
NDB	CNE	397 Khz	H 24	361125.09N 0064337.83E	NIL	50 NM
LOC31/ILS CAT I (2° E 2017)	CT	109.3 Mhz	H 24	361710.89N 0063645.23E	NIL	291 m from THR 13.
GP 31		332 Mhz	H 24	361619.36N 0063753.14E	NIL	QDR 334°/ 390 m from THR 31.
DME/P	CT	CH 30 X	H24	361619.36N 0063753.14E		NIL
LOC34/ILS CAT I (2° E 2017)	CNT	108.3 Mhz	H 24	361724.90N 0063634.50E	NIL	265 m from THR16.
GP 34		334.1 Mhz	H 24	361553.34N 0063712.77E	NIL	QDR 137°305m from THR34.
DME/P	CNT	CH 20X	H24	361553.34N 0063712.77E	NIL	NIL

### 2.6 Installation de télécommunications des services de la circulation aérienne :

Tableau2.2 : Les installations de télécommunication de l'aérodrome de Constantine [12]

DABC AD 2.18 ATS COMMUNICATION FACILITIES				
Service designation	Call sign	Channel	Hours of operation	Remarks
1	2	3	4	5
TWR	Constantine TWR	118.3 - 119.7 Mhz (a)	H 24	NIL
APP	Constantine APP	120.1 – 121.9 Mhz(a)	H 24	NIL
SOL	Constantine SOL	121.9 Mhz	H24	NIL

### 2.7 Les obstacles autour de l'aérodrome :

Dans l'étude deux types d'obstacles sont pris en considération : [12]

- ✓ **Obstacle naturel:**

## Chapitre 2 Etude de l'existant de l'aérodrome de Constantine Mohamed Boudiaf

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

- Cartes topographiques 1/200000
- Cartes topographiques 1/50 000
  - ✓ **Obstacle artificiel:**
- Antennes et pylônes :

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

Tableau2.3 : Obstacles d'aérodrome concernant l'aires d'approche et de décollage [12]

DABC AD 2.10 AERODROME OBSTACLES					
<i>Approach and take-off areas</i>					
<i>OBST ID/ Designation</i>	<i>OBST type</i>	<i>OBST position</i>	<i>ELEV / HGT</i>	<i>Markings / Type, colour</i>	<i>Remarks</i>
a	b	c	d	e	f
DABCOB001	mountain peak	5300 M from THR 13	HGT 55 M	NIL	
DABCOB002	mountain peak	1620 M from THR 13	HGT 160 M	NIL	
DABCOB003	LLZ Antenna	361724.90N 0063634.50E	HGT 3 M	Marked and LGTD	
DABCOB004	LLZ Antenna	361710.89N0063645.23E	HGT 3 M	Marked and LGTD	



Tableau2.4 : Obstacles d'aérodrome concernant l'aires de manœuvres a vue et aérodrome [12]

Circling area and at aerodrome					
OBST ID/ Designation	OBST type	OBST position	ELEV / HGT	Markings / Type, colour	Remarks
DABCOB005	GP 31 antenna	361619.36N 0063753.14E	HGT 17 M	Marked	
DABCOB006	TWR antenna	361707.40N 0063708.67E	HGT 29 M	NIL	
DABCOB007	Radar antenna	361631.70N 0063636.08E	HGT 25 M	Marked	
DABCOB008	GP 34 antenna	361553.34N 0063712.77E	HGT 18 M	Marked and LGTD	
DABCOB009	Tower of water	361709.14N 0063716.74E	HGT 29 M	Marked and LGTD	
DABCOB010	(09) Pylons		NIL HGT 22 M	Marked	
DABCOB011	Antenna	361716.65N 0063715.03E	HGT 18 M	Marked and LGTD	
DABCOB012	Wind antenna		(1) HGT 10 M	Marked	
DABCOB013	Visibilimeter antenna		(1) HGT 2.5 M	Marked	
DABCOB014	Luminancemeter antenna		(1) HGT 1.5M	Marked	
DABCOB015	Electric Line HT Pylon	361753.25N 0063528.15E	736.88/22.37 M	Marked	
DABCOB016	Electric Line HT Pylon	361811.99N 0063623.63E	716.15M/22.37M	Marked	
DABCOB017	Electric Line HT Pylon	361812.72N 0063631.98E	714.83M/22.16 M	Marked	
DABCOB018	Pylon	361519.98N 0063433.28E	822M/52 M	Marked and LGTD	
DABCOB019	Pylon	361618.34N 0063533.67E	815M/37 M	Marked and LGTD	

**2.8 Les zones à statut particulier :**

L'espace aérien à statut particulier se compose de quatre zones dangereuses et une zone interdite aux alentours de l'aérodrome de Constantine, Ces zones sont mentionnées en rouge dans la partie de la carte de croisière suivante : [12]

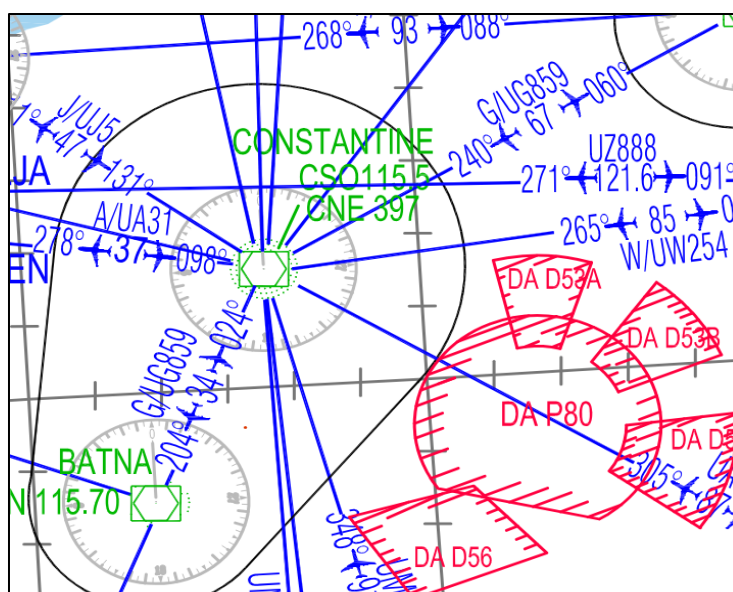


Figure2.8 : présentation des zones a statut particulier sur la carte de croisière. [12]

✓ **Les zones dangereuses:**

Tableau 2.5 : les zones dangereuses [12]

Zone		Activation	Limites laterals	Limites supérieures/ Limites inférieures
OUM EL BOUAGHI	DA-D53 A	H24	Deux arcs de cercles de rayon 20 et 43 km centrées sur l'ARP, segments droits joignant les points : (A) 360317N 0071306E (B) 360249N 0071958E (C) 361530.92N 0071025.71E (D) 361428N 0072514.37E	UNL/GND
OUM EL BOUAGHI	DA-D53 B	H24	Deux arcs de cercles de rayon 20 et 45 km centrées sur l'ARP, segments droits joignant les points : (A) 360056N 0072358E (B) 355620N 0072555E (C) 361116N 0073443E (D) 360056N 0074334E	UNL/GND
OUM EL BOUAGHI	DA-D55	H24	Deux arcs de cercles de rayon 20 et 43 km centrées sur l'ARP, segments droits joignant les points : (A) 355238N 0072842E (B) 354542N 0072535E (C) 355235N 0074519E (D) 353658N 0073815E	FL280/GND
OUM EL BOUAGHI	DA-D56	H24	Segments droits joignant les points : (A) 354540N 0070555E (B) 354010N 0064630E (C) 353505N 0071440E (D) 352940N 0065550E	FL100/GND

✓ **Les zones interdites:**

Tableau 2.6 : les zones interdites [12]

Zone		Activation	Limites laterals	Limites supérieurs/ Limites inférieures
OUM EL BOUAGHI	DA-P80	H24	Arc de cercle de rayon 15NM centrée sur ARP, segments droits joignant les points; 353932N 0072435E 354404N 0065954E	FL280/GND

**2.9 Les procédures d'approches aux instrument existantes :**

Actuellement, l'aérodrome de Constantine dispose de sept procédures d'approches aux instruments pour les catégories A/B/C/D : **[12]**

- DVOR/DME RWY 34
- ILS RWY 34 -Y-
- ILS RWY 31 -Y-
- ILS RWY 34 -Z-
- ILS RWY 31 -Z-
- DVOR/DME RWY 31 (cat A/B)
- DVOR/DME RWY 31 (cat C/D)

**2.10 Les circuits d'attente existants :**

→ **Vertical VOR/DME pour le seuil 34 : [12]**

- L'orientation du circuit est : 157°/337°
- Le temps d'éloignement : 1 minute
- Altitude minimale : 2050 M

→ **Vertical VOR/DME pour le seuil 31 :**

- L'orientation du circuit : 134°/314°
- Le temps d'éloignement : 1 minute
- Altitude minimale : 2050 M

→ **Intersection radiale/distance DME (seuil 34 et 31) :**

- Situé à 19.5 NM du VOR/DME(TOPGI) avec radiale de 057°
- L'orientation du circuit : 057/237°
- Le temps d'éloignement : 1 minute
- Altitude minimale : 2100 M

**2.11 La région de contrôle "CTR" de Constantine :**

Une région de contrôle (CTR) est un espace aérien qui englobe les trajectoires des aéronefs volant en IFR, auxquels sont fournis les services du contrôle de la circulation aérienne compte tenu des aides à la navigation normalement utilisées dans cette région. **[14]**

**2.12 CTA Constantine/Mohamed BOUDIAF :**

- Au nord : arc de cercle de 25 Nm de rayon centré sur le DVOR/DME CSO (361735.75N 0063629.96E)
- Au sud : arc de cercle 15 NM de rayon centré sur le DVOR/DME BTN (354617.50N 0062037.66E)
- Limite inférieure : 450 M/GND
- Limite supérieure : FL 105
- Classe de l'espace aérienne : D. [12]

**2.13 Statistique du trafic aérien :**

Les statistiques des mouvements (arrivées et départs) pour chaque seuil de piste sur les trois années (2021/2022/2023)

Tableau 2.7: les statistiques de trafic en 2021/2022/2023.

Années	Seuil 16	Seuil 34	Seuil 13	Seuil 31
2021	2258	5934	80	107
2022	3538	8717	79	124
2023	4465	11 499	81	71

→ Après l'analyse du tableau ci -dessus, on constate que le nombre des mouvements enregistrés sur la piste principale 16/34 est plus important (11499 en 2023) que celui enregistrés sur la piste secondaire 13/31(71 en 2023), ce qui appuie notre choix d'élaboration des procédures d'approches aux instruments pour la piste 16/34.

**2.14 Conclusion :**

L'étude détaillée de l'existant pour l'aérodrome de Constantine nous a permet de mettre en évidence plusieurs difficultés liées à la complexité du terrain et aux alentours de cet aérodrome ce qui nous a mené à créer une nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour le QFU 16 et à réviser la procédure d'approche aux instruments ILS pour le QFU 34, comme décrit dans le chapitre 3 et 4.



## **Chapitre 3**

Conception de procédure d'approche  
aux instruments VOR/DME  
RWY16

### 3. Conception de procédure d'approches aux instruments VOR/DME RWY16

#### 3.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à l'élaboration **manuelle** et **automatique** de la procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour le seuil 16 en respectant les critères prédéfinis pour la conception des procédures d'approches aux instruments conformément au document OACI 8168 "Procédure pour les services de la navigation aérienne - exploitation technique des aéronefs" volume II.

#### 3.2 Conception manuelle de la procédure d'approche VOR/DME RWY 16 :

##### 3.2.1 L'arrivée

L'étude de la phase d'arrivée permet de se familiariser avec l'environnement de l'aérodrome ou le relief, est pris dûment en compte pour le calcul des altitudes minimales de secteur.

##### 3.2.1.1 La sectorisation des MSA

Pour déterminer l'altitude minimale de secteur, selon la méthode quadrants du compas, on doit :

- Tracer un cercle de rayon (25 + 5) NM depuis l'installation du moyen radionavigation VOR/DME CSO.
- Diviser le cercle en quatre secteurs :
  - NORD/EST (QDM 180 – QDM270)
  - EST/SUD (QDM 270 – QDM 360)
  - SUD /OUEST (QDM 360 – QDM 90)
  - OUEST/NORD (QDM90 – QDM 180)
- Localiser l'obstacle le plus élevé dans chaque secteur.
- Ajouter une marge de franchissement d'obstacle MFO qui convient :
  - ALTobs < à 900 m; MFO = 300 m.
  - 900m < ALTobs < 1500m; MFO = 450 m.
  - ALTobs >1500m; MFO = 600 m.
- Comparer les MSA des secteurs adjacents
- Détermination de nombre de secteur avec ses altitudes.

**3.2.1.2 Calculs des altitudes minimales:**

- Secteur 1 NORD/EST :

(QDM180° - QDM270°) :  $1363 + 600 = 1963$  arrondie 2000m (6440ft)

- Secteur 2 SUD/EST :

(QDM270° - QDM360°) :  $1739 + 600 = 2339$  arrondie 2350m (7700ft)

- Secteur 3 SUD/OUEST :

(QDM360° - QDM 090°) :  $1739 + 600 = 2339$  arrondie 2350m (7700ft)

- Secteur 4 NORD/EST :

(QDM090° - QDM180°) :  $1468 + 600 = 2068$  arrondie 2100 (6800ft)

**➤ Analyse :**

Pour chaque deux secteurs adjacents, On vérifie la condition :

$(MSA1 - MSA2) < 100m$

Si cette condition est réalisable, alors on doit jumelés les deux secteurs :

- Secteur 1/Secteur 2 :  $2350 - 2000 > 100m \Rightarrow$  deux secteurs indépendants
- Secteur 2/Secteur 3 :  $2350 - 2350 < 100m \Rightarrow$  un seul secteur
- Secteur 3/Secteur 4 :  $2350 - 2100 > 100m \Rightarrow$  deux secteurs indépendants
- Secteur 4/Secteur 1 :  $2100 - 2000 < 100m \Rightarrow$  un seul secteur

**Remarque :** L'Altitude Minimum de chaque Secteur doit être arrondie à 50 m.

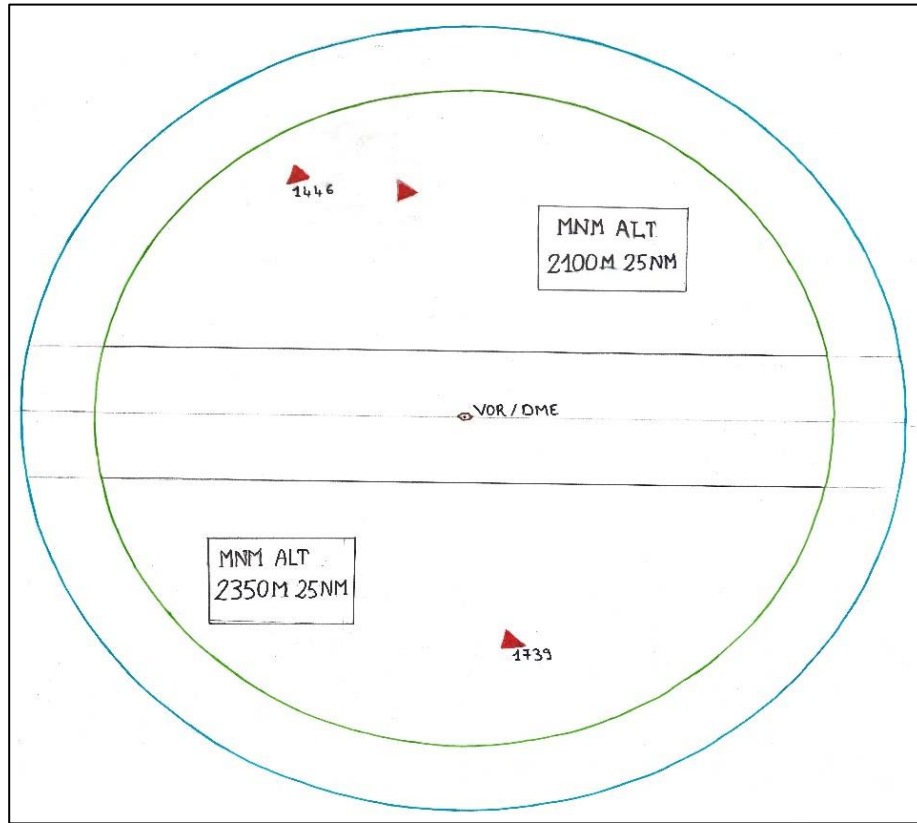


Figure 3.1: les secteurs et leurs MSA

➤ **Commentaires :**

D'après les résultats précédents, on distingue 2 secteurs :

- Secteur 1 (QDM090° - QDM270°) => MSA1 = 2100m (6800ft)
- Secteur 2 (QDM270° - QDM090°) => MSA2 = 2350m (7700ft)



### 3.2.2 L'attente

#### 3.2.2.1 Choix d'emplacement de la nouvelle attente:

Pour justifier notre choix d'emplacement de cette attente, nous nous sommes appuyés sur des critères essentiels pour la création d'une attente, notamment l'arrivée du flux du trafic aérien, l'orientation de l'atterrissage et l'évitement des zones à statuts particuliers.

Après l'étude de l'emplacement de l'attente, il a été conclu que le positionnement de cette attente soit au NORD du terrain, à l'intersection de la radial de l'axe de piste 159° et la distance oblique de 16 NM VOR/DME CSO, Le temps d'éloignement a été fixé à 1 minute, avec une altitude spécifique de 10000 FT (3048m).

#### 3.2.2.2 Construction de procédure d'attente point fixe:

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

- **Les paramètres du circuit d'attente :**

- La vitesse indiquée VI=230Kt
- L'altitude maximale est 10 000ft (parce que la CTA est limitée au FL 105)
- Le temps d'éloignement 1 min (car notre cas FL<FL140)
- Température 33.6°C = ISA+ 32.4
- Catégories d'aéronefs D

→ Détermination d'ISA +VAR :

En montant de 1000 ft, la température diminue de 2°

Altitude de l'attente est de 2100 m (6900ft)

1000 ft                      →      2°C

6900 ft                      →      T ?

La température correspond à 6900 ft :  $T = (6900 \cdot 2) / 1000$  ;  $T = 13.8^\circ\text{C}$

La température au niveau moyen de la mer (MSL) égale à 15°C

La variation de la températures VAR :  $\text{VAR} = 33.6^\circ - 1.2 = 32.4^\circ\text{C}$

**ISA+32.4** c'est la température utilisée

**Etape1 : Construction de gabarit d'attente**

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

Tableau 3.1: calcul de gabarit

<b>Vi (Kt)</b>	<b>230</b>		
<b>Altitude (Ft)</b>	<b>10000</b>		
<b>Temp (min)</b>	<b>1</b>		
<b>Temperature VAR (°C)</b>	<b>33,6</b>		
<b>Catégorie aéronefs</b>	<b>D</b>		

K	1,2344		
V=K * Vi (Kt)	283,913		
v=V/3600	0,079		
R=509,26/V	1,794		
r=V/(62,83 * R)	2,519	2,333	1/200000
h=Altitude/1000	10		
w=2*h+47	67		
w'=w/3600	0,019		
E <sub>45</sub> = 45w'/R	0,467	0,432	
t=60 * T	60		
L= v * t	4,732	4,382	
ab=5 v	0,394	0,365	
ac=11 v	0,868	0,803	
Gi1=Gi3 =(t-5) * v	4,338	4,017	
Gi2=Gi4 =(t+21) * v	6,388	5,915	
Wb=5 w'	0,093	0,086	
Wc=11 w'	0,205	0,190	
Wd=Wc+E <sub>45</sub>	0,672	0,622	
We=Wc+2 E <sub>45</sub>	1,139	1,054	
Wf=Wc+3 E <sub>45</sub>	1,605	1,487	
Wg=Wc+4E <sub>45</sub>	2,072	1,919	
Wh=Wb+4E <sub>45</sub>	1,961	1,816	
Wo=Wb+5E <sub>45</sub>	2,428	2,248	
Wp=Wb+6E <sub>45</sub>	2,894	2,680	
Wi1=Wi3=(t+6)*w'+4E <sub>45</sub>	3,096	2,867	
Wi2=Wi4=Wi1+14w'	3,357	3,108	
Wj=Wi2+E <sub>45</sub>	3,823	3,540	
Wk=Wi2+2E <sub>45</sub>	4,290	3,973	
Wm=Wi2+3E <sub>45</sub>	4,757	4,405	
Wn3=Wi1+4E <sub>45</sub>	4,964	4,596	
Wn4=Wi2+4E <sub>45</sub>	5,224	4,838	
Xe=2r+(t+15) * v + (t+26+195/R) * w'	14,577	13,498	
Ye=11 v *Cos20+r * (1+Sin20)+(t+15) v * Tg5+(t+26+125/R)* w'	7,611	7,048	

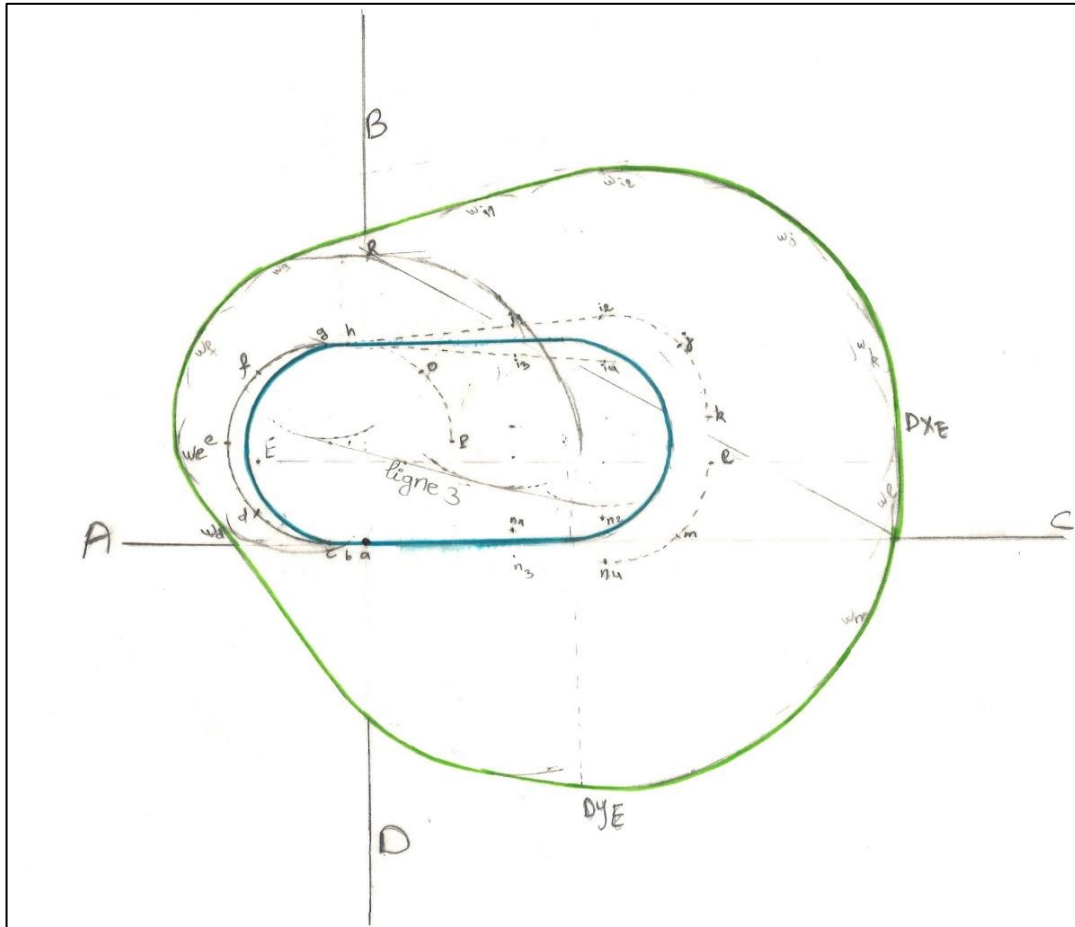


Figure3.2: Gabarit de circuit d'attente pour CAT C/D

**Étape 2 : Construction de l'aire de base et des aires d'entrées correspondantes**

L'aire de base et les aires d'entrées ont été conçues selon les calculs suivants :

Tableau 3.2 : Calculs liés à la construction de l'aire de base et des aires d'entrée correspondante au circuit d'attente CAT D à 16 NM VOR/DME CSO

<b>Paramètres et formules</b>	<b>Signification</b>	<b>Valeur (NM)</b>	<b>Valeur sur dessin (cm) échelle 1/200000</b>
D	Distance nominale	16	14.81
Ds	Distance en éloignement	5	4.63
$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$	Distance horizontale	15.9	14.72
$DL = \frac{Ds}{\sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}}$	Distance limite d'éloignement	21.49	20.37
$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$	Distance limite horizontale d'éloignement	20.28	19.38
$d1 = 0,25 + 0,0125 D$	Tolérances DME Correspondant à D	0.45	0.41
$d2 = 0,25 + 0,0125 DL$	Tolérances DME Correspondant à DL	0.53	0.49
$D1 = Ds - d1$		15.4	14.26
$D2 = Ds + d1$		16.4	15.18
$DLI = DLs - d2$		21.37	19.90
$DL2 = DLs + d2$		22.43	20.8

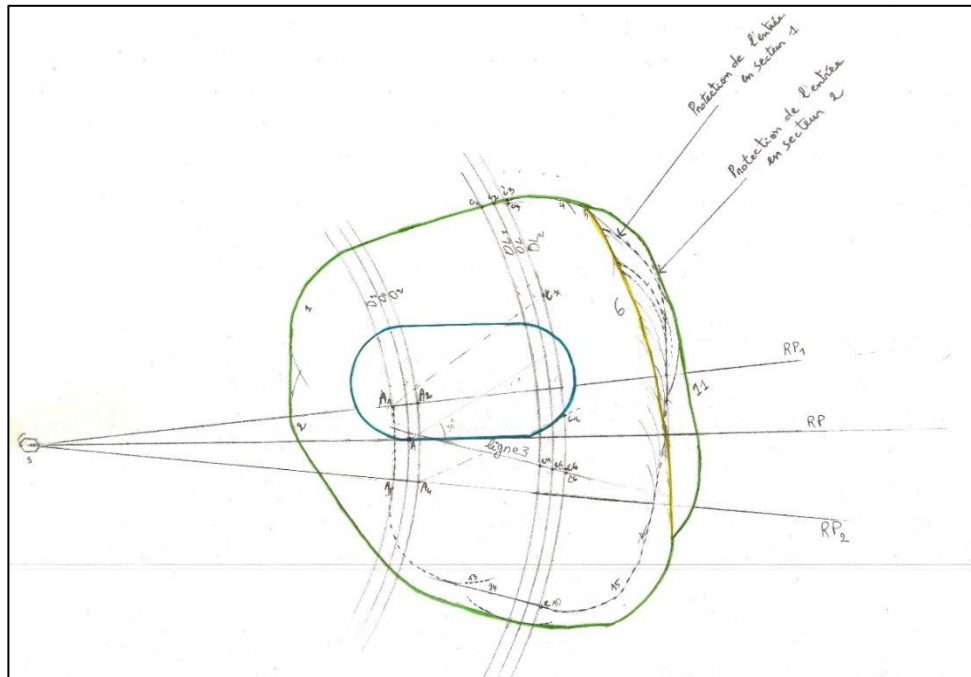


Figure 3.3: Aire de base et aire d'entrée correspondante au circuit CAT C/D a 16NM VOR/DME  
CSO

**Étape 3 : Zones tampons**

Entre chaque zone tampon une séparation de 1 NM est obligatoire.

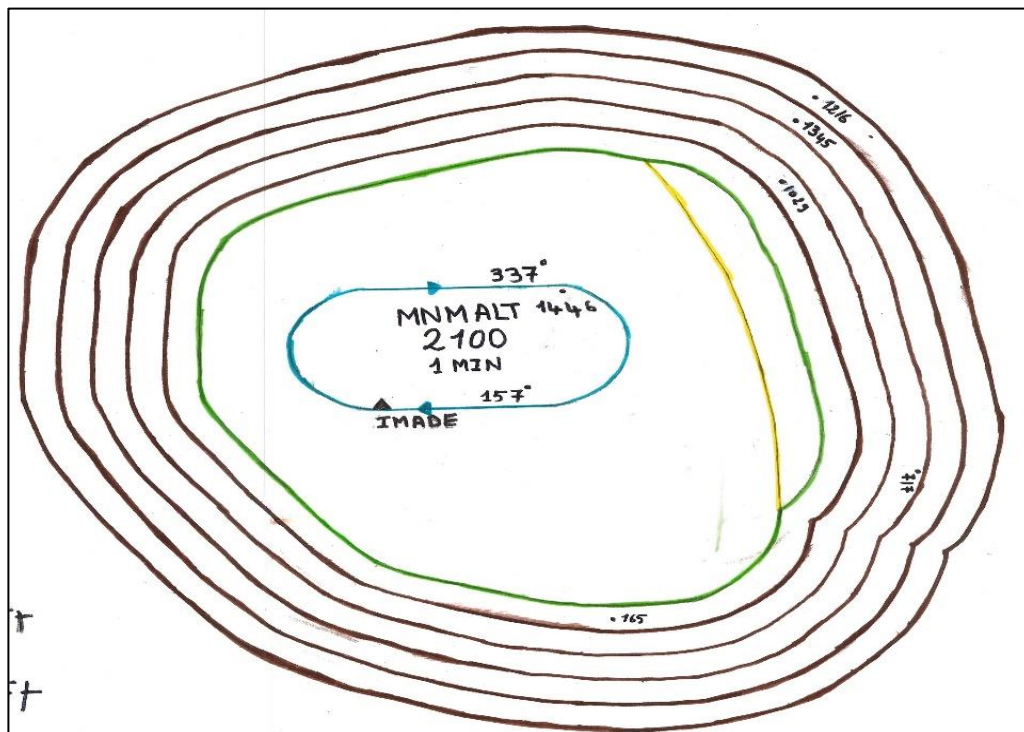


Figure 3.4: Aires de protection de circuit d'attente

**3.2.2.3 L'Altitude minimal d'attente:**

On calcule l'altitude minimale de la manière suivante :

→ Aire de base : ALT 1= ALT obs. pénalisant+ 100% MFO

$$= 1468 + 600 = 2068\text{m arrondie } 2100\text{m}$$

→ Zone tampon 1 : ALT 2= ALT obs. pénalisant+ 100% MFO

$$= 165+300 =465\text{m arrondie } 500\text{m}$$

→ Zone tampon 2 : ALT3= ALT obs. pénalisant+50% MFO

$$= 1029+150=1179\text{m arrondie } 1200\text{m}$$

→ Zone tampon 3 : ALT4= ALT obs. pénalisant +40%MFO

$$= 717+120=837\text{m arrondie } 850\text{m}$$

→ Zone tampon 4 : ALT5= ALT obs. pénalisant+30% MFO

$$=1345 +90= 1435 \text{ m arrondie } 1450\text{m}$$

→ Zone tampon 5 : ALT6= ALT obs. pénalisant + 20% MFO

$$=1216+60= 1276\text{m arrondie } 1300\text{m}$$

D'où :

ALT minimal attente = max (ALT1, ALT2, ALT3, ALT4, ALT5, ALT6)

$$= \max (2100, 500, 1200, 852, 1450,1300)$$

$$= 2100\text{m (6900ft)}$$

**3.2.2.4 Nombre des niveaux d'attente:**

A partir de ces paramètres suivants :

- Altitude maximale d'attente : 10000 ft(3048m)
- Altitude minimale d'attente : 7000 ft(2100m)
- Altitude de transition : 1920m [cette valeur est spécifiée par l'état (AIP)]

On déduit le nombre des niveaux d'attente comme suit :

- Nombre.niv=  $(Z_p \text{ max} - Z_p \text{ min}) / 1000$
- Nombre.niv=  $(10000 - 7000) / 1000$
- Nombre.niv= 3

Donc, on a trois niveaux d'attente classés comme suit depuis le plus bas vers le plus haut :

- Premier niveau d'attente N1 : FL70
- Deuxième niveau d'attente N2 : FL80
- Troisième niveau d'attente N3 : FL90

**3.2.3 Les scénarios développés:**

$$\text{Pente} = \text{Hauteur} / \text{Distance}$$

Sur la base de cette relation, nous allons d'abord proposer et étudier le profil de la procédure d'approche aux instruments afin de déterminer les longueurs et les pentes de chaque segment. Étant donné que le segment final est le plus crucial, nous commencerons par définir sa longueur et sa pente optimales.

- Fixation de l'attente à 16NM avec altitude minimal 2100m :
  - Si la distance dépasse 16 NM, on se retrouve en dehors de la TMA.
  - Si la distance est inférieure à 16 NM, la procédure ne peut pas être réalisée (voir les résultats après l'exécution des scénarios).

**3.2.3.1 Scenario 1:****1. Proposition du segment final FAF :**

- Longueur du segment : 5 NM VOR/DME CSO (minimum) avec une pente 5.24 % (3°)
- Distances (FAF-THR) = 5.3 NM

➡ D'après ces paramètres nous avons calculé l'Altitude de repère FAF :  
Hauteur = pente \* distance = 5.24% \* (5.3 \* 1852) = 514.3 m

On a : Altitude = hauteur + altitude seuil

$$= 514.3 + 15 + 705 = \mathbf{1235 \text{ m}}$$

**2. Proposition du segment intermédiaire IF :**

- Longueur 5 NM (minimum)
- On dévise le segment en deux :
  - ➔ Un palier de 3 NM avec pente 0%
  - ➔ 2 NM avec une pente 5.24%

➡ D'après ces paramètres nous avons calculé l'Altitude de repère IF :  
Hauteur = 5.24% \* (2 \* 1852) = 194 m

On a : Altitude = hauteur + ALT FAF

$$= 194 + 1235 = \mathbf{1430 \text{ m}}$$

**3. Proposition du segment initial IAF :**

- Longueur du segment 6 NM avec pente optimum de 4%

➡ D'après ces paramètres nous avons calculé l'Altitude de repère IAF :  
Hauteur = 4% \* (6 \* 1852) = 445 m

On a : Altitude = hauteur + ALT IF

$$= 445 + 1430 = \mathbf{1875 \text{ m}}$$



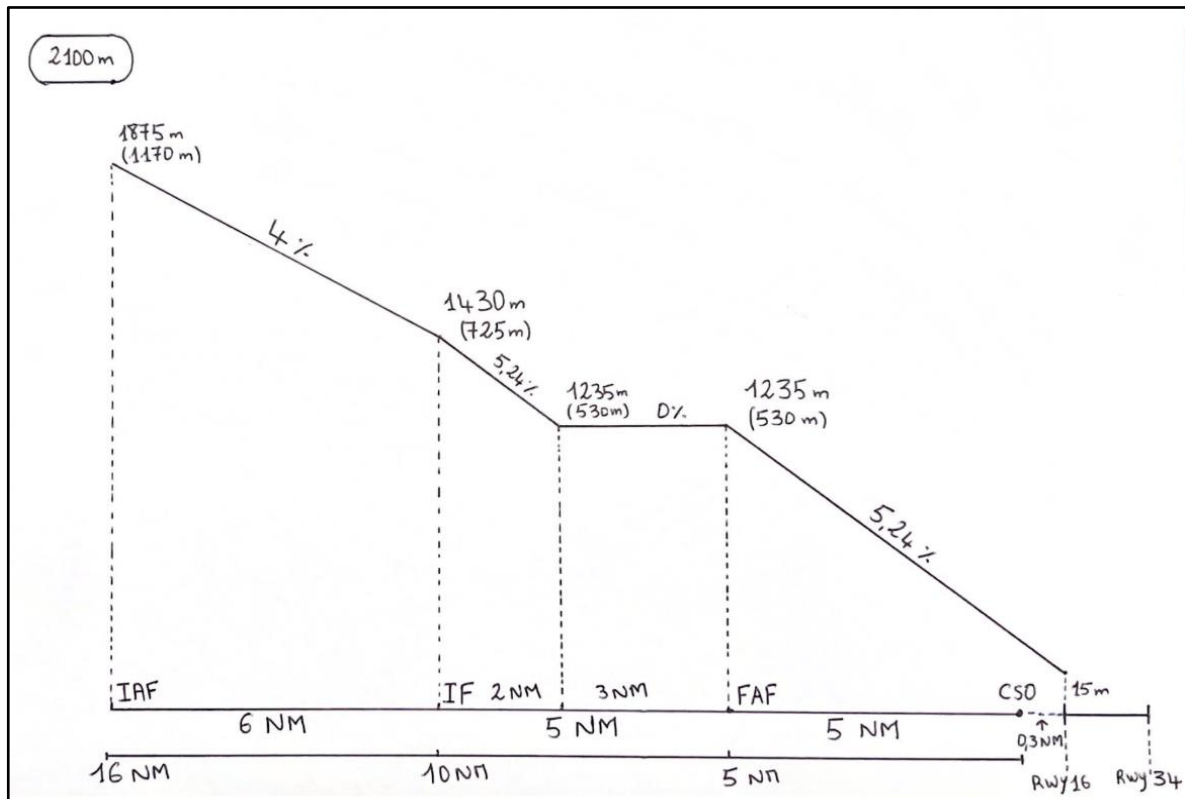


Figure 3.5: Vue en profil de la procédure d'approche classique RWY16-sénario1-

➤ **Résultats de l'étude :**

Vue que l'Altitude du segment initial(1875m) est inférieure à l'altitude minimal de l'attente (2100m). Donc cette procédure ne respecte pas les normes d'élaboration d'une procédure.

**3.2.3.2 Scenario 2:**

On a proposé les distances et les pentes suivantes :

1. Segment final FAF :

- Longueur du segment a 9.2 NM VOR/DME CSO Avec une pente 5.24%
- Distance FAF-THR = 9.5 NM

➡ Nous avons calculé Altitude du repère FAF :


$$\text{Hauteur} = 5.24\% * (9.5 * 1852) = 922\text{m}$$

On a : Altitude = hauteur + altitude seuil

$$= 922 + 15 + 705 = \mathbf{1643\text{m}}$$

2. Segment intermédiaire IF :

- Distance IF-FAF = 3.8 NM
- Ce segment sera établi en :
  - Palier de 1.9 NM avec pente 0%
  - Et 1.1 NM avec pente 5.24 %

 Nous avons calculé Altitude du repère IF :


$$\text{Hauteur} = 0.0524 * (1.1 * 1852) = 107\text{m}$$

On a : Altitude = hauteur + ALT FAF

$$= 107 + 1643 = \mathbf{1750\text{m}}$$

3. Segment initial IAF :

- Distance IAF-IF = 3.8 NM avec une pente 5%
- Hauteur =  $0.05 * (3.8 * 1852) = 350\text{m}$

 Nous avons calculé Altitude du repère IAF :

On a : Altitude = hauteur + ALT IF

$$= 350 + 1750 = \mathbf{2100\text{m}}$$

 **Résultats de l'étude :**

✓ Conditions :

1-Altitude de la procédure doit être à une altitude de 2100m.

ALTITUDE = ALT seuil + Hauteur final + Hauteur intermédiaire + Hauteur initial

$$= 705 + 938 + 107 + 350 = 2100 \text{ M } \img alt="yellow arrow" data-bbox="508 736 576 758"/> \text{Condition 1 vérifiée}$$

2- la distance totale de la procédure doit avoir une distance de 16 NM VOR/DME CSO

DISTANCE = D segment final + D segment intermédiaire + D segment final

$$= 9.2 + 3 + 3.8 = 16 \text{ NM } \img alt="yellow arrow" data-bbox="458 813 526 834"/> \text{Condition 2 vérifiée}$$

Vue que ces conditions sont vérifiées alors cette procédure respecte les normes d'élaboration d'une procédure.

→ Vous pouvez voir le déroulement de ladite procédure sur le profile ci-dessous :

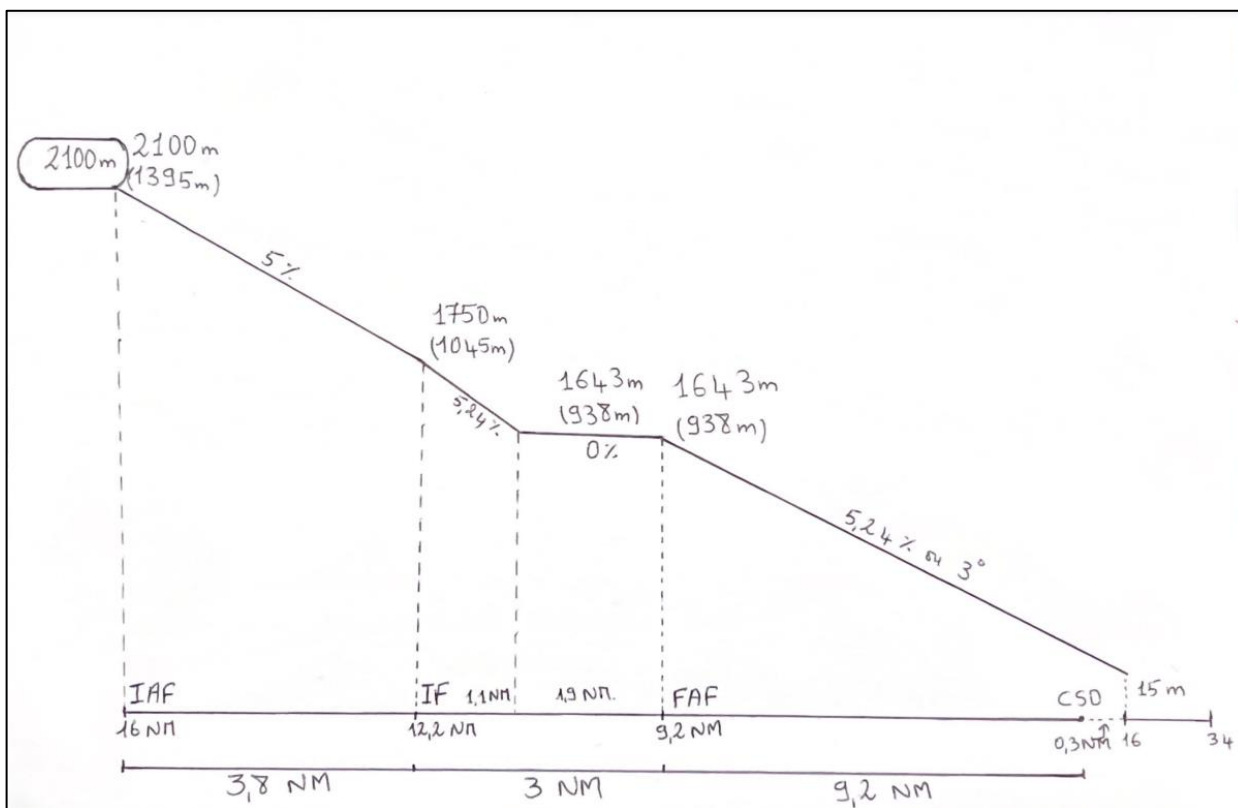


Figure3.6: Vue en profile de la procédure d'approche classique RWY16-scénario2-

→ D'après l'étude des scénarios nous avons déduit que la longueur des segments et les pentes associées à cette procédure sont comme suit :

Tableau 3.3: les paramètres de la procédure

Segment	Initial	Intermédiaire		Final
Longueur	3.8 NM	1.1 NM	1.9 NM	9.2 NM
Pente	5%	5.24%	0%	5.24%

**3.2.4 Le segment d'approche initial:**

C'est une trajectoire rectiligne d'une longueur de 3.8NM avec pente de descente 5% reliant le repère IAF au repère IF.

- a) **Traçage de l'aire de protection** : 5NM de part et d'autre de la trajectoire nominale, et se divise en deux aires : air primaire et air secondaire.

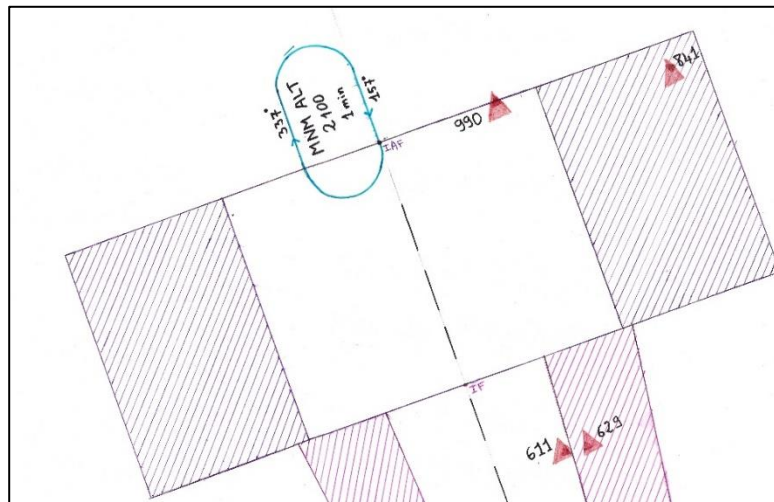


Figure3.7: Segment initial

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

→ **Air primaire :**

- MFO Obs = MFO entière=300m
- MOCA p =Alt obs. pénalisant + MFO+végétation (15m)

Tableau 3.4: Obstacle qui trouve dans l'air primaire

Obstacle	MFO	MOCAp
990m	300 m	1300m

**Note :** la végétation de 15m apporté pour les reliefs naturels.

→ **Air secondaire** : Linéairement décroissante

- MFO Obs = (D2/D1) x MFO entière
- MOCA s = Alt obs. pénalisant + MFOs + 15m

Tableau 3.5: Obstacle qui trouve dans l'air secondaire

Obstacle	MFO	MOCAP
841m	54.8 m	910 m

- OCA du segment c'est le MAX (MOCAP, MOCAs)
- OCA du segment initial = **1300 m**
- L'altitude de la procédure au segment initial :1300 m
  - L'Altitude du début de segment (IAF) :2100m
  - L'altitude de la fin de segment (IF) :1750 m

**3.2.5 Segment d'approche intermédiaire:**

C'est une trajectoire rectiligne d'une longueur de 3 NM sera établi en deux phases :1.9 NM palier avec pente 0% et 1.1 NM avec pente de descente 5.24%, il commence à l'IF et s'achève au FAF.

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

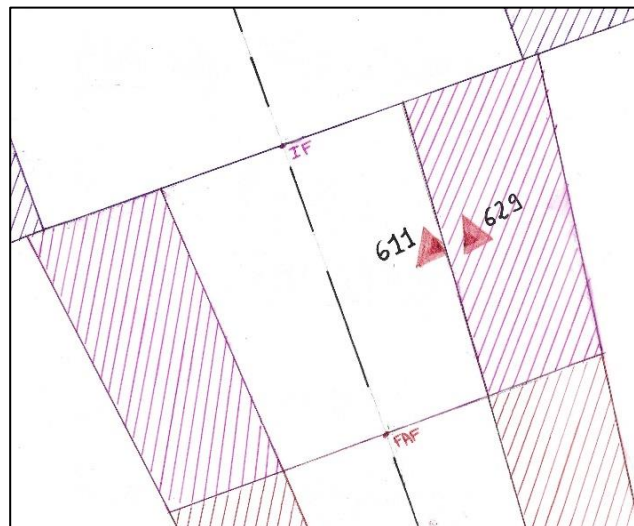


Figure3.8: Segment intermédiaire

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

→ **Air primaire :**

- MFO Obs = MFO entière=150m
- MOCA p =Alt obs. pénalisant + MFO+15m

Tableau 3.6: Obstacle qui trouve dans l'air primaire

Obstacle	MFO	MOCAp
611m	150 m	776 m

→ **Air secondaire :**

- MFO Obs = (D2/D1) x MFO entière
- MOCAs=Alt obs. pénalisant+MFOs+15m

Tableau 3.7: Obstacle qui se trouve dans l'air secondaire

Obstacle	MFO	MOCAp
629 m	21.9 m	666 m

- OCA du segment c'est le MAX (MOCAp, MOCAs)
- OCA du segment intermédiaire = **776 m arrondie 800m**
- L'altitude de la procédure au segment intermédiaire :800m
  - L'Altitude du début de segment (IF) :1750 m
  - L'altitude de la fin de segment (FAF) :1643 m

**3.2.6 Segment d'approche finale:**

On a fixé le repère FAF à 9.2NM du VOR/DME avec pente de descente 5.24%, Ce segment débute au FAF et termine au MAPT

- a) **Traçage de l'aire de protection** : 1NM de part et d'autre de la trajectoire nominale à l'emplacement du VOR/DME puis s'évase de 7.8°, et se divise en deux aires : primaire et secondaire. Les aires de protections de ce segment sont illustrées ci-dessous :

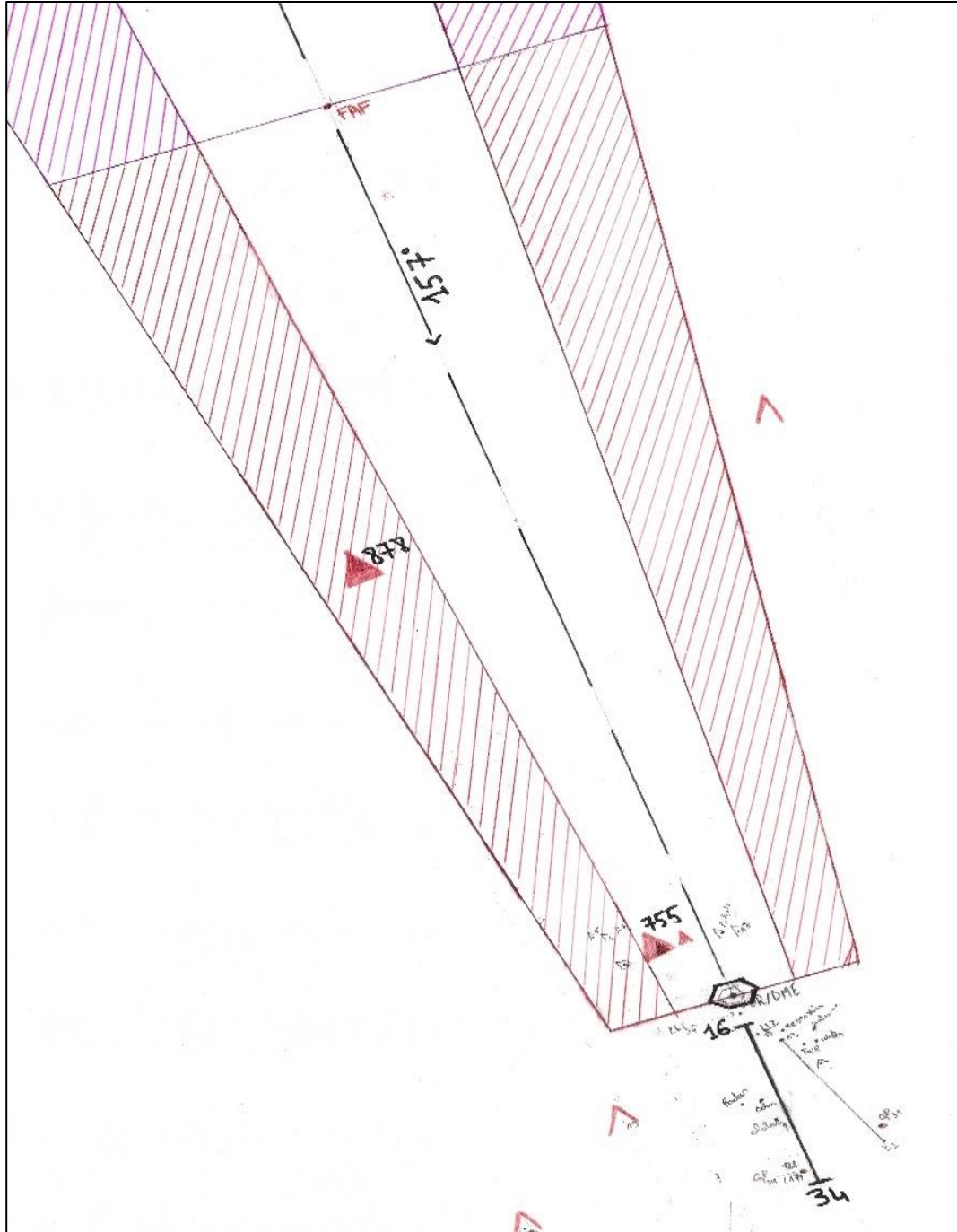


Figure3.9: Segment final

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

→ **Air primaire :**

- MFO Obs = MFO entière= 75m
- MOCAP=Alt obs. pénalisant + MFO

Tableau 3.8: Obstacle qui trouve dans l'air primaire

Obstacle	MFO	MOCAP
755 m	75 m	830 m

→ **Air secondaire :**

- MFO Obs = (D2/D1) x MFO entière
- MOCAs = Alt obs. pénalisant + MFO s + 15m

Tableau 3.9: Obstacle qui trouve dans l'air secondaire

Obstacle	MFO	MOCAP
878 m	32.8 m	930 m

- OCA du segment c'est le MAX (MOCAP, MOCAs)
- OCA du segment final = **930 m** ; OCH=**225 m**
- L'altitude de la procédure au segment final :930m
  - L'Altitude du début de segment (FAF) :1643 m
  - L'altitude de la fin de segment (MAPT) : 930 m

**3.2.7 Segment d'approche interrompue**

L'approche interrompue pour les catégories A/B et C/D, est définie sur un virage à gauche avec une altitude TNA/H de 1100 m, avec une pente de montée minimale de 2.5%.

Cette procédure est amorcée au MAPt et inclus 3 phases (initiale, intermédiaire et finale)



**3.2.7.1 Phase initiale de l'approche interrompue**

Cette phase débute au MAPT et se termine au SOC avec pente 0% et une MFO 75 m

**→ Détermination du SOC pour CAT A/B :**

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

1. La tolérance MAPT= Tolérance du moyen+ une distance (d).

- Tolérance du moyen= 0 m (car le MAPT est verticale installation).
- $d_{A/B} = 3s \times (V_v + V_{\text{vent arrière}}) \times \text{un facteur de conversion}$

✓ Détermination  $V_v$  :

- $V_v = V_{I \text{ MAX de l'API FINAL}} \times k$

**→ Facteur K:**

En montant de 1000 ft, la température diminue de 2°

Altitude au MAPT est de 930 m (3051ft)

1000 ft	→	2°C
3051 ft	→	T ?

La température correspond à 3050 ft :  $T = (3051 \times 2) / 1000$  ;  $T = 6.1^\circ\text{C}$

La température au niveau moyen de la mer (MSL) égale à 15°C

La variation de la températures VAR :  $\text{VAR} = 33.6^\circ - 8.9 = 24.7^\circ\text{C}$  arrondie 25°C

**La température utilisée : ISA+25**

→ Après on calcule le facteur K à partir de la formule suivante :

$$K = 171233 \times [(288 \pm \text{VAR}) - 0,00198H]^{0,5} \div (288 - 0,00198H)^{2,628}$$

**Donc : K= 1.1103**

Alors:  $d_{A/B} = 3s \times (130 \times 1.1103 + 10) \times (1852/3600)$ ;

$$d_{A/B} = 3s \times (144.339 + 10) \times (1852/3600) = \mathbf{238.20 \text{ m}}$$

2. La distance de transition (X).

$$X_{A/B} = 15 \text{ s} \times (V_v + V_{\text{vent arri\`ere}}) \times \text{un facteur de conversion}$$

$$X_{A/B} = 15 \text{ s} (144.339 + 10) \times (1852/3600) = \mathbf{1190.98 \text{ m}}$$

➡ **Donc:**  $SOC_{A/B} = 238.196 + 1190.98 \longrightarrow SOC_{A/B} = \mathbf{1429.18 \text{ m}}$

➔ Détermination du SOC pour CAT C/D :

➔  $SOC =$  La tolérance MAPT+ La distance de transition (X).

1. La tolérance MAPT= Tolérance du moyen+ une distance (d).

- Tolérance du moyen= 0 m (car le MAPT est verticale installation).
- $d_{C/D} = 3s \times (V_v + V_{\text{vent arri\`ere}}) \times \text{un facteur de conversion}$

✓ Détermination  $V_v$  :

-  $V_v = VI_{\text{MAX de l'API FINAL}} \times k$

➡ Facteur K:

En montant de 1000 ft, la température diminue de 2°

Altitude au MAPT est de 930 m (3051ft)

1000 ft                      ➡                      2°C

3051 ft                      ➡                      T ?

La température correspond à 3050 ft :  $T = (3051 \times 2) / 1000$  ;  $T = 6.1^\circ\text{C}$

La température au niveau moyen de la mer (MSL) égale à 15°C

La variation de la températures VAR :  $VAR = 33.6^\circ - 8.9 = 24.7^\circ\text{C}$  arrondie 25°C

**La température utilisée : ISA+25**

➡ Après nous avons conclu le facteur K à partir de la formule suivante

$$K = 171233 \times [(288 \pm VAR) - 0,00198H]^{0,5} \div (288 - 0,00198H)^{2,628}$$

**Donc: K= 1.1103**


Alors:  $d_{C/D} = 3s \times (185 \times 1.1103 + 10) \times (1852/3600)$ ;

■  $d_{C/D} = 3s \times (205.405 + 10) \times (1852/3600) = \mathbf{332.45 \text{ m}}$

2. La distance de transition (X).

$X_{C/D} = 15 \text{ s} \times (V_v + V_{\text{vent arrière}}) \times \text{un facteur de conversion}$

$X_{C/D} = 15 \text{ s} (205.405 + 10) \times (1852/3600) = \mathbf{1662.21 \text{ m}}$

 **Donc:**  $SOC_{C/D} = 332.45 + 1194.6 \longrightarrow SOC_{C/D} = \mathbf{1994.6 \text{ m}}$

**3.2.7.2 Phase intermédiaire de l'approche interrompue**


Cette phase débute au SOC et se termine au TNA/H qui est désigné à **1100m (3600ft)** avec pente 2.5% et une MFO de 30m.

**3.2.7.3 Phase finale de l'approche interrompue**

Cette phase débute au TNA/H(1100m) avec virage à gauche jusqu'à atteindre l'altitude minimale de sécurité 2100m pour rejoindre le VOR/DME CSO avec une pente 2.5% et une MFO 50m.

Les calculs effectués pour la conception du virage :

a) Vitesse angulaire de virage (R) en degrés/secondes, se calcule comme suit :

  $R = (3\ 431 \text{ tg } \alpha) / \pi V_v$

- ✓  $V_v = V_{i \text{ API FINAL}} * K$
- ✓ Facteur K:

En montant de 1000 ft, la température diminue de 2°

Altitude de virage est de 1100 m (3608ft)

1000 ft  $\longrightarrow$  2°C

3608 ft  $\longrightarrow$  T ?

La température correspond à 3050 ft :  $T = (3608 * 2) / 1000$  ;  $T = 7.2^\circ\text{C}$

La température au niveau moyen de la mer (MSL) égale à 15°C

La variation de la températures VAR :  $VAR = 33.6^\circ - 7.8 = 25.8 \text{ }^\circ\text{C}$

**La température utilisée : ISA+26**

$$K = 171233 \times [(288 \pm VAR) - 0,00198H]^{0,5} \div (288 - 0,00198H)^{2,628}$$

Donc: **K= 1.1071**

Alors  $v_v = 265 * 1.1071 = \mathbf{293.4 \text{ kt}}$

$$R = (3431 \text{ tg } \alpha) / \pi \quad V_v = (3431 * \text{tg} 15^\circ) / \pi * 293.4 = \mathbf{1^\circ/s}$$

b) Rayon de virage (r) à un angle désigné d'inclinaison latérale

$$r = V_v / (20 * \pi * R) = 293.4 / 20 * \pi * 1 = \mathbf{8630 \text{ m}}$$

c) **C** (temps de réaction du pilote 3s et délai mise en virage 3s )

$$\begin{aligned} C &= (3s + 3s) * (TAS + 30 \text{ kt}) \\ &= 6s * (293.4 + 30) * (1852 / 3600) \\ &= \mathbf{1000 \text{ m}} \end{aligned}$$

Tableau 3.10: Paramètres de virage C/D

Catégorie C/D	
Paramètre [1]	Valeurs
Vitesse indiqué (Vi)	265 kt
Vitesse vrai (Vv)	293.4 kt
Angle de virage	124 °
C	1000 m
Vitesse angulaire (R)	1 °/s
Inclinaison	15°
Rayon du virage (r)	8630 m
Effet du vent (E)	1907.56 m
Effet du vent (E 90)	5000 m
$\sqrt{r^2 + E_{90}^2}$	8704 m
$r + E_{90}$	10019 m
$r + 2 E_{90}$	11408 m

Les aires de protections de ce segment pour catégorie d'aéronef C/D sont schématisées comme suit :

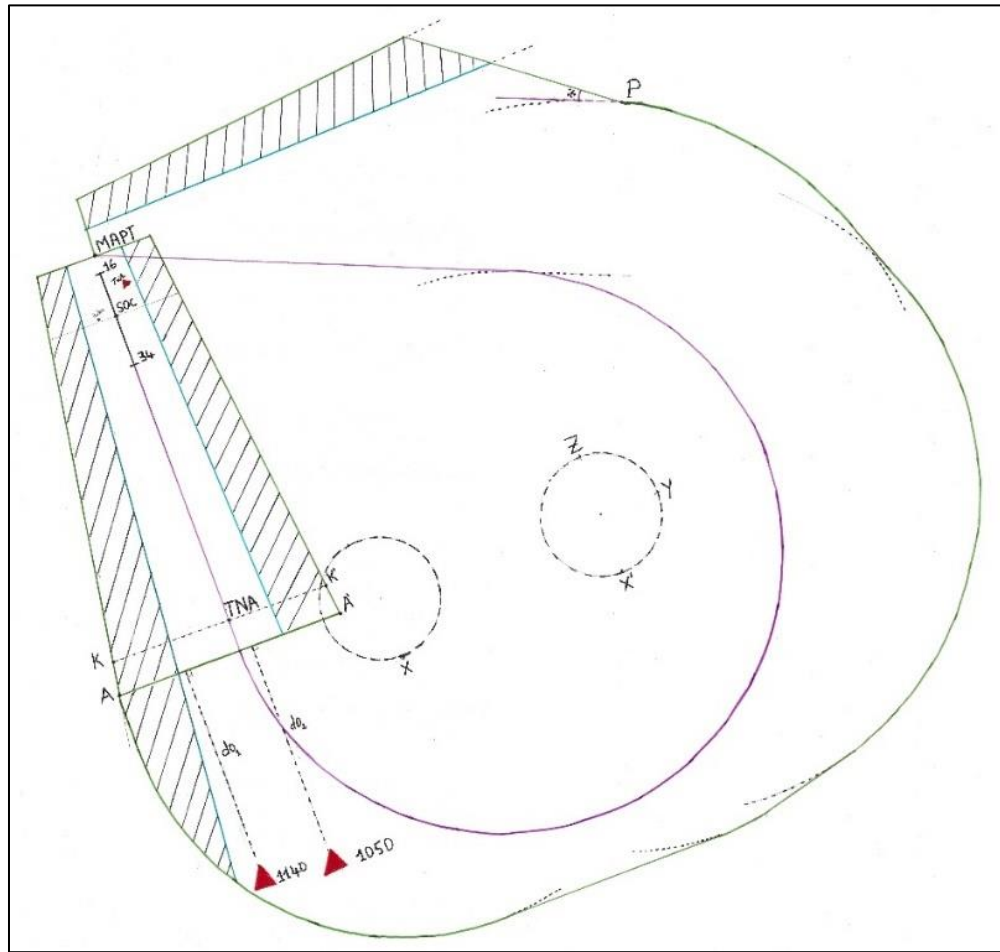
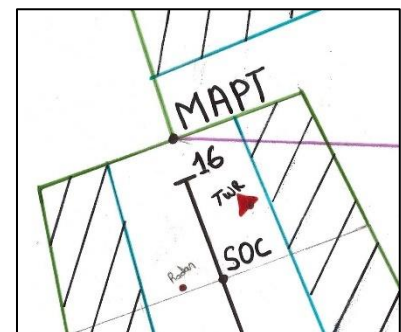


Figure 3.10: Segment d'approche interrompue

**3.2.7.4 Traitement des obstacles**

✓ **Phase initiale :**

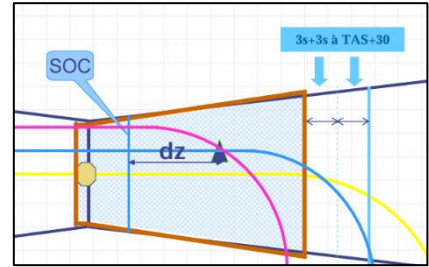
- $OCH_{FINAL} \geq H \text{ obstacle} + MFO$
- $OCH \text{ Final} = 225\text{m}$
- $H \text{ obs} + MFO = 45+75 = 120 \text{ m}$
- $225\text{m} \geq 120\text{m}$  ; alors **OCH = 225m ; OCA = 930 m**



✓ **Phase intermédiaire et final**

➔ **Dans l'air de mise en virage :**

- $OCA + (dz \times 0.025) \geq ALT_{obs} + MFO$
- $930 + (9700 \times 0.025) \geq 873 + 50$
- $1172 \geq 923$ ; **OCA = OCA final = 930 m** ; OCA est toujours assuré

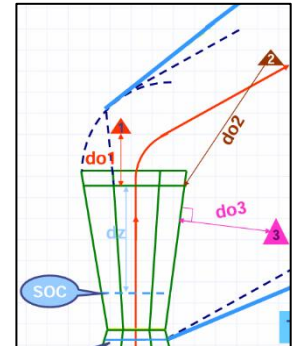


✓ **Dans l'air de virage :**

- $TNA + (dist\ obs \times 0.025) \geq ALT\ obs + MFO$
- $1100 + (7000 \times 0.025) \geq 1140 + 50$
- $1276\ m \geq 1190\ m$

➤ **L'OCA final de la procédure d'approche VOR/DME QFU 16 :**

- **OCA = 930m.**
- **OCH = 225 m.**



**3.2.8 Manœuvre à vue Libre (MVL) RWY16/34 :**

Une approche indirecte (MVL) a été établie où le pilote n'est pas tenu de suivre une trajectoire prédéfinie, mais doit rester à l'intérieur de l'aire de protection associée à sa catégorie d'aéronef (CAT A/B/C/D).

**3.2.8.1 Calcul du rayon Rc:**

Les aires de protections sont en fonction du rayon Rc, et varient selon la catégorie d'aéronef, cette dernière est calculée comme suit :

**Le rayon RC = 2 x Le rayon du virage (r) + Le segment rectiligne d'alignement(S)**

- ✓ Le rayon du virage  $(r) = Vv / (20\pi R)$
- ✓ Le segment rectiligne d'alignement dépend catégorie d'aéronef
- ✓ La Vitesse angulaire  $(R) = (3431 \text{ tg } \alpha) / \pi Vv$
- ✓ La vitesse déduite de la vitesse indiquée, en considérant une altitude de vol égale à l'altitude de l'aérodrome + 1000 ft et une température égale à  $ATI + 15^\circ$
- ✓ Vent : 25 kt pendant tout le virage
- ✓ Inclinaison:  $20^\circ$

→  $V_v = V_i$  pour chaque catégorie \* K  
Facteur K:

En montant de 1000 ft, la température diminue de 2°

Altitude 1006 m (3300ft)

1000 ft                      →    2°C  
 3300 ft                      →    T ?

La température correspond à 3050 ft :  $T = (3300 \cdot 2) / 1000$  ;  $T = 6.6^\circ\text{C}$

La température au niveau moyen de la mer (MSL) égale à 15°C

La variation de la températures VAR :  $\text{VAR} = 33.6^\circ - 8.4 = 25.2^\circ\text{C}$

**La température utilisée : ISA+25**

$$K = 171233 \times [(288 \pm \text{VAR}) - 0,00198H]^{0,5} \div (288 - 0,00198H)^{2,628}$$

**K = 1.0960**

→ Calcul du rayon Rc pour CAT A :

- $R = (3431 \text{ tg } \alpha) / \pi V_v = (3431 \cdot \text{tg } 20^\circ) / (\pi \cdot 120.5) = 3^\circ/s$
- $r = V_v / (20 \cdot \pi \cdot R) = (110 \cdot 1.0960) / (20 \cdot \pi \cdot 3) = 0.69 \text{ NM}$
- $R_c = (2 \cdot 0.69) + 0.3 = 1.68 \text{ NM}$

→ Les calculs de Rc pour toutes les catégories d'aéronf sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.11: Calcul du rayon Rc

Cat d'A/C	S NM	Vi (kt)	Vv (kt)	r (NM)	Rc (NM)
A	0,3	110	120.5	0,69	1.68
B	0,4	135	148	0.87	2.14
C	0,5	180	197.2	1.55	3.64
D	0,6	205	224.6	2	4.6

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

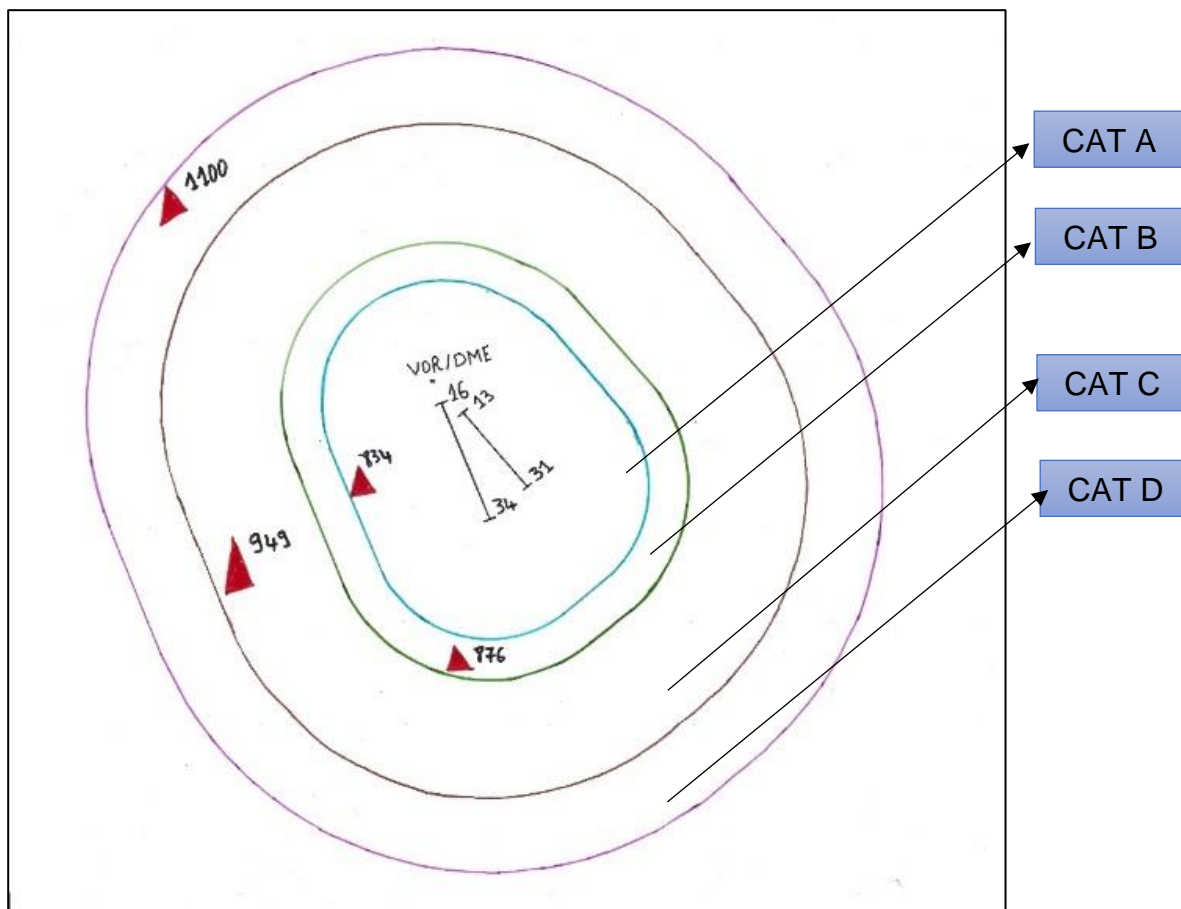


Figure 3.11: Manoeuvre a Vue

**3.2.8.2 Détermination de l'altitude minimal de sécurité :**

Tableau 3.12: Calculs liés à la détermination de l'altitude/hauteur minimale de sécurité pour la MVL

	Alt Obstacle (m)	MFO (m)	OCA (m)	OCH(m)
CAT A	834	90	940	235
CAT B	876	90	980	275
CAT C	949	120	1100	379
CAT D	1100	120	1235	530



Tableau 3.13: les valeurs de la MDH

Cat d'A/C	OCH(m)	MDH (ft)
CAT A	235	770
CAT B	275	900
CAT C	395	1300
CAT D	530	1740

**3.3 Les minima opérationnels d'aérodrome (MOA):**

Les limites d'utilisation de l'aérodrome de Constantine pour chaque décollage et atterrissage sont exprimées en termes de VIS, RVR et MDA(H), ces derniers sont déterminés en tenant compte des paramètres suivant : catégorie d'aéronef, balisage (longueur de rampe d'approche), OCA/H (d'approche directe et d'approche indirecte), et les moyens météo (RVR, VIS et QNH). [5]

- Le type de balisage a l'aérodrome de Constantine : PAS DE RAMPE D'APPROCHE
- Détermination des valeurs de RVR :
  - La détermination des valeurs de RVR repose sur l'utilisation conjointe des deux tableaux C et D (DOC 8168)
  - Dans un premier temps, le tableau C est utilisé pour obtenir une première valeur de RVR.

DH ou MDH (pieds - ft)	RVR (mètres-m)			
	Équipement en aides lumineuses			
	Installations complètes	Installations intermédiaires	Installations De base	Pas de ligne d'approche
	Voir 2.3 pour RVR inférieures à 750 m			
661 à 680	2400	2700	2900	3100
681 à 700	2500	2800	3000	3200
701 à 720	2600	2900	3100	3300
721 à 740	2700	3000	3200	3400

Trois cas se présentent alors :

- Si cette valeur de RVR est comprise entre les valeurs MNM et MAX obtenues à partir du tableau D, c'est la valeur à publier ;
- Si cette valeur de RVR est inférieure à la valeur MNM obtenue à partir du tableau D, c'est la valeur MNM du tableau D qui doit être publiée ;
- Si cette valeur de RVR est supérieure à la valeur MAX obtenue à partir du tableau D, c'est la valeur MAX du tableau D qui doit être publiée

NDB, NDB/DME, VOR, VOR/DME, LOC, LOC/DME, VDF,SRE, RNAV/LNAV (approches respectant les conditions 2)	MNM	750	750	750	750
	MAX	1500	1500	2400	2400

→ La visibilité minimale en utilisant Tableau E (DOC 8168).

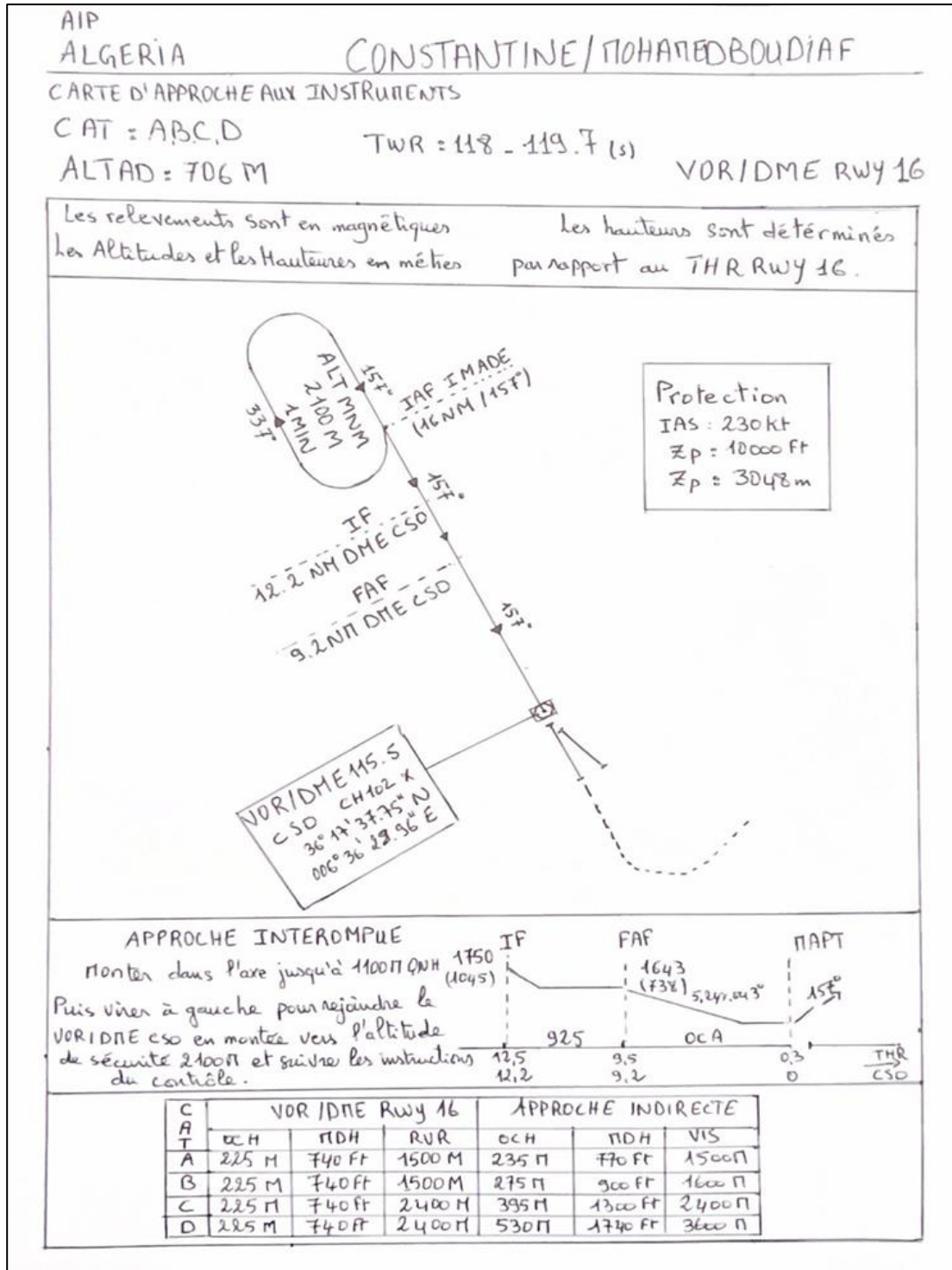
	Catégories d'avion			
	A	B	C	D
MDH (ft)	400	500	600	700
VIS (m)	1500	1600	2400	3600

Tableau 3.14: Les minimums opérationnels d'aérodrome RWY 16

CAT A/C	VOR/DME RWY 01			Approche a vue		
	OCH (m)	MDH (ft)	RVR(m)	OCH (m)	MDH (ft)	VIS (m)
CAT A	225	740	1500	235	770	1500
CAT B				275	900	1600
CAT C			2400	395	1300	2400
CAT D				530	1740	3600

→ La conception manuelle de la carte de la nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME RWY 16 :

La nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour la piste 16 de l'aérodrome de Constantine est présentée dans la carte IAC ; ci-dessous :



**3.4 La conception automatique de la procédure d'approche VOR/DME QFU 16 sur le system GéoTITAN**

La conception des procédures avec le logiciel permet de minimiser les incertitudes qui peuvent influencer sur les minima de la procédure VOR/DME et aussi de gagner du temps et d'assurer une plus grande précision.

**3.4.1 L'arrivée**

- ✓ Calcul de l'altitude minimale de Sectorisation MSA :

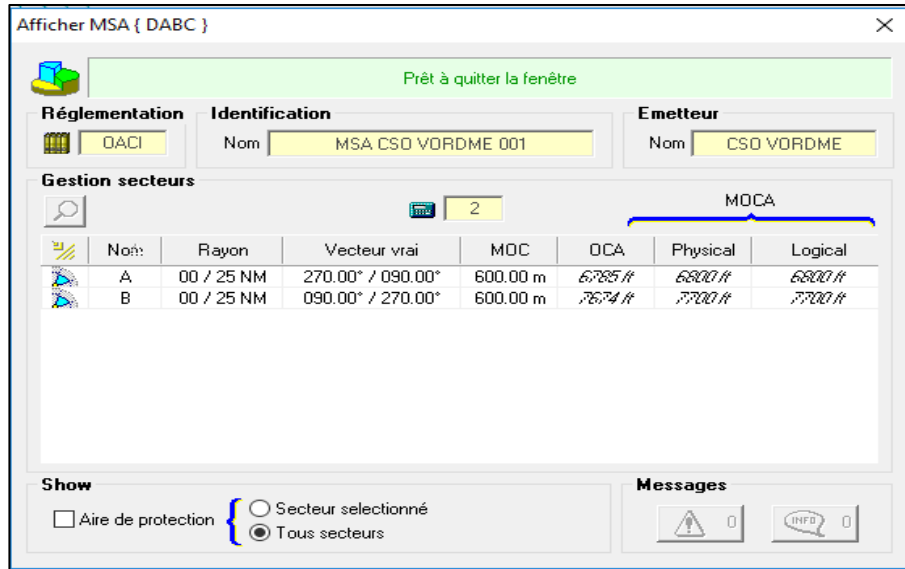


Figure 3.12: Calcul de MSA

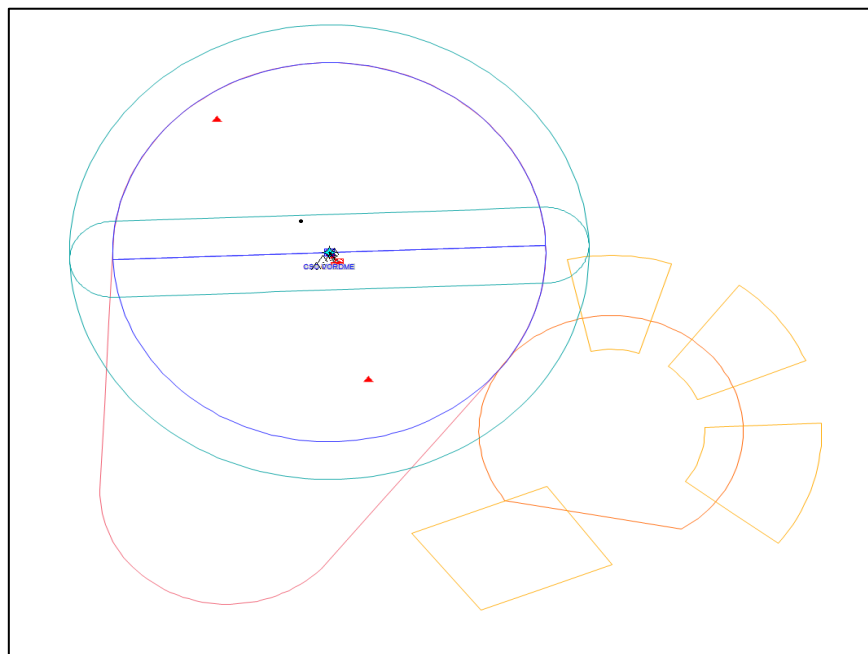


Figure3.13: Conception des secteurs d'arrivée

3.4.2 L'attente

- ✓ Pour concevoir notre attente sur le système PANS-OPS, il suffit d'introduire les données liées à l'attente
- Repère d'attente : IMADE au 339°/16NM VOR/DME CSO
- Zp = 10 000 ft (3 048) m;
- Alt min attente = 6900 ft (2100 m)
- Alt obs pénalisant = 1468 m ; MFO = 600m

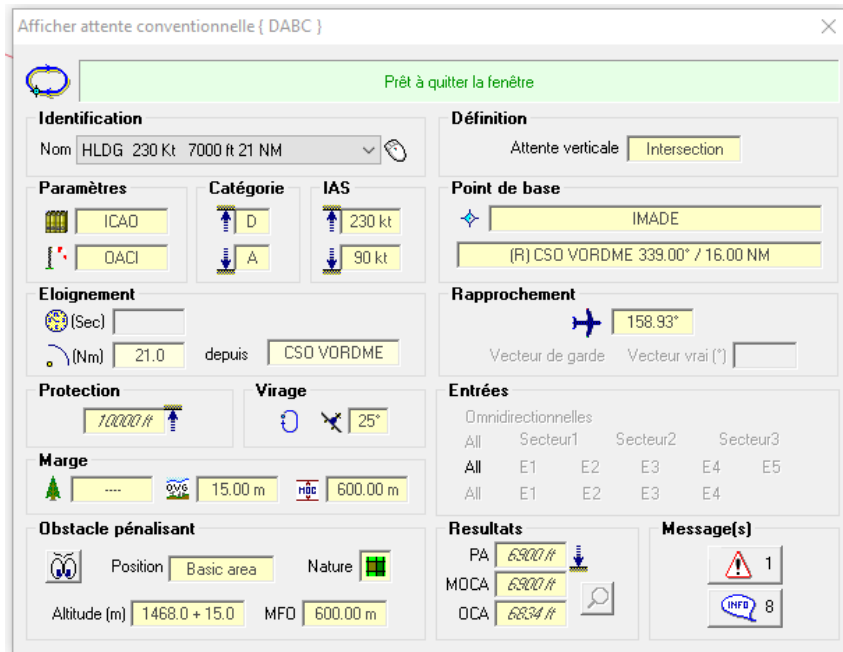


Figure 3.14: Calcul des paramètres d'attente

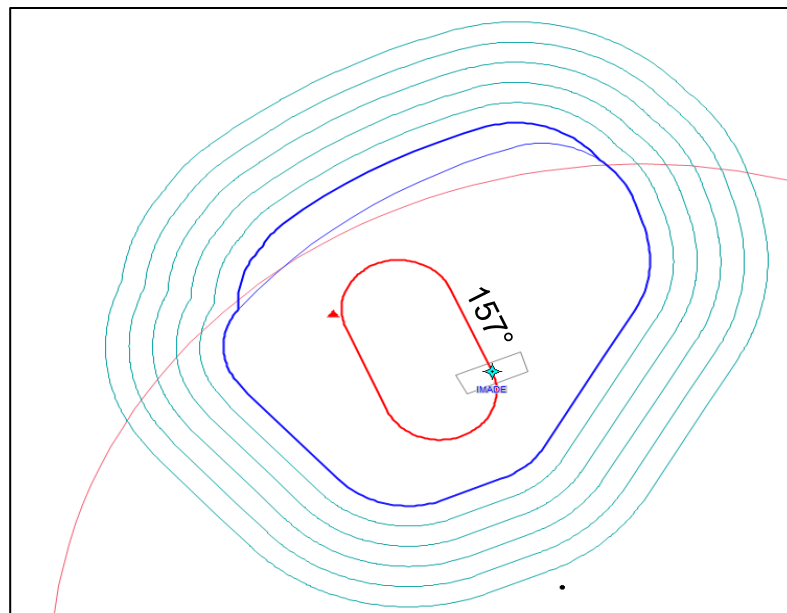


Figure3.15: Présentation de l'attente sur GÉO TITAN

3.4.3 Segment d'approche initial

- Début de segment: IMADE
- Fin de segment: IF, ce repère se trouve au VOR/DME CSO 339° / 12.2 NM
- Alt obs pénalisant = 990 m; MFO= 300m
- MOCA initiale = 1310 m (4300 ft)

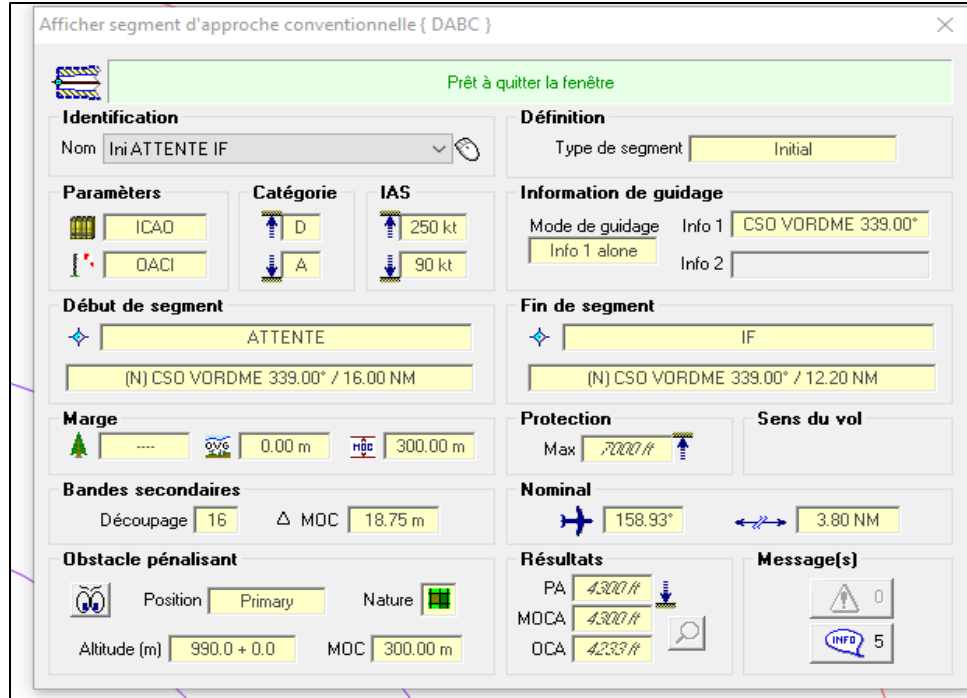


Figure 3.16: Calcul des paramètres du segment initial

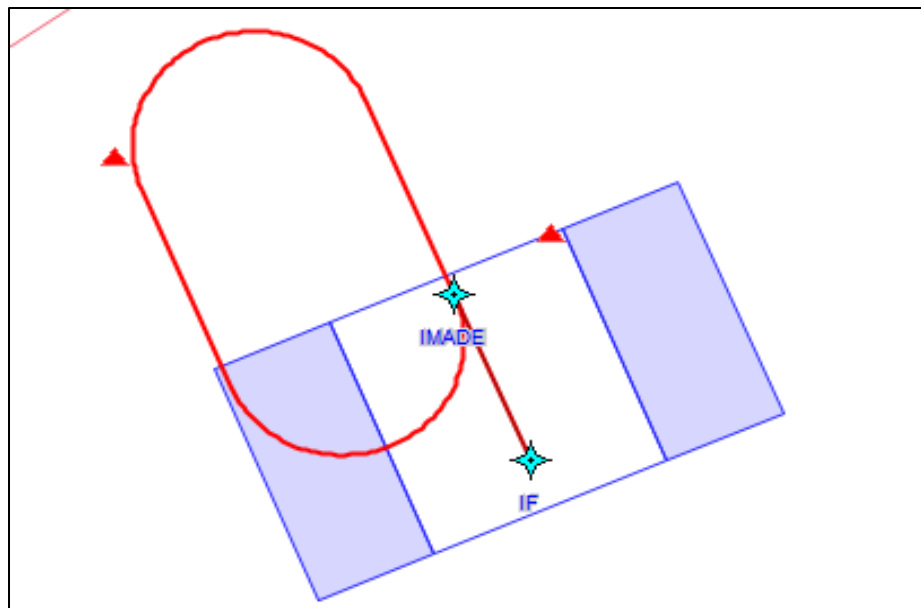


Figure 3.17: Segment initial

3.4.4 Segment d'approche intermédiaire

- Début de segment: IF
- Fin de segment: FAF, ce repère se trouve à 339° / 9.2 NM du VOR/DME CSO
- Alt obs pénalisant = 629 m ; MFO=150 m
- MOCA intermédiaire = 793 m (2600 ft)

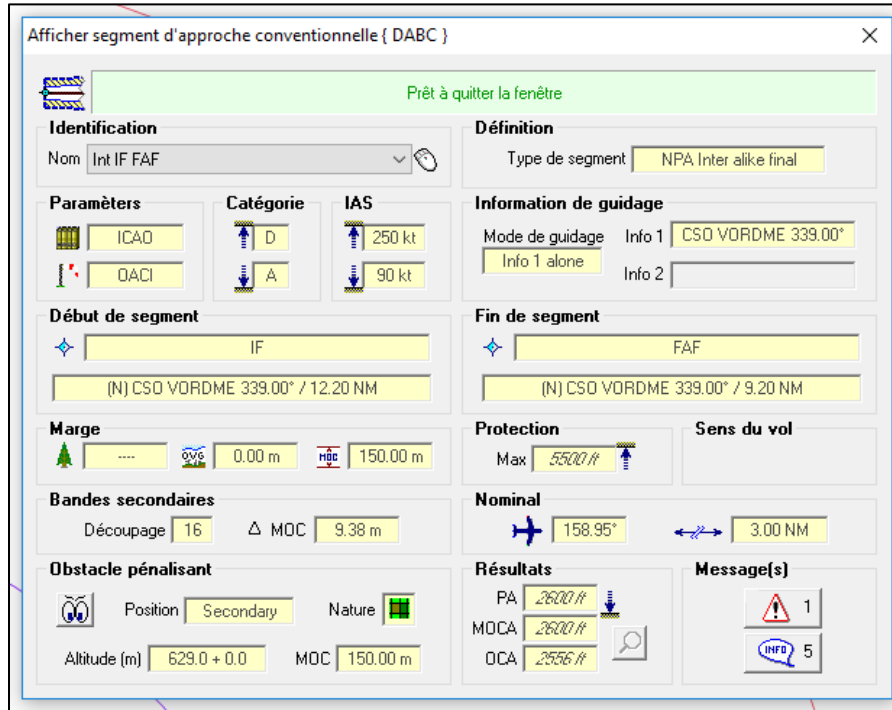


Figure 3.18: Calcul des paramètres du segment intermédiaire

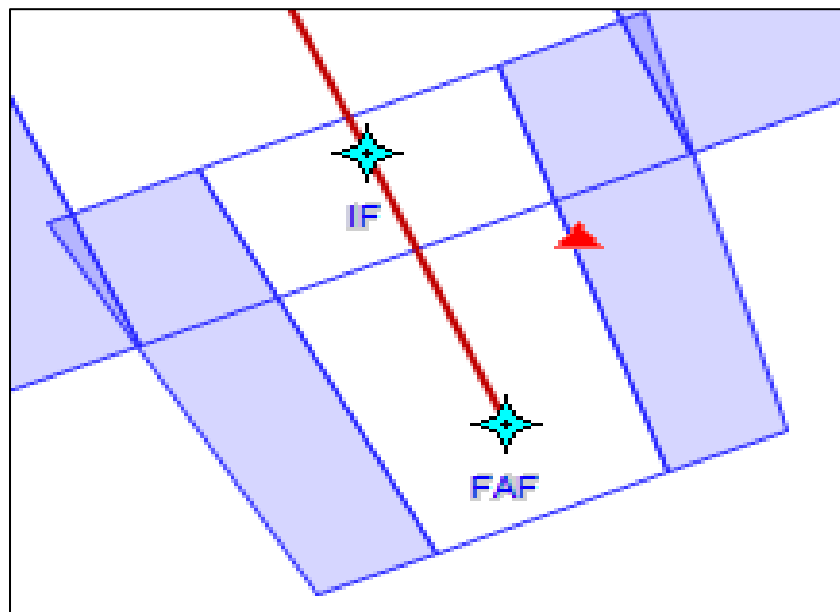


Figure3.19: Segment intermédiaire

3.4.5 Segment d'approche finale

- Début de segment: FAF
- Fin de segment: vertical VOR/DME CSO
- Alt obs pénalisant = 878 m ; MFO= 37.5 m
- MOCA finale = 930 m (3053 ft)

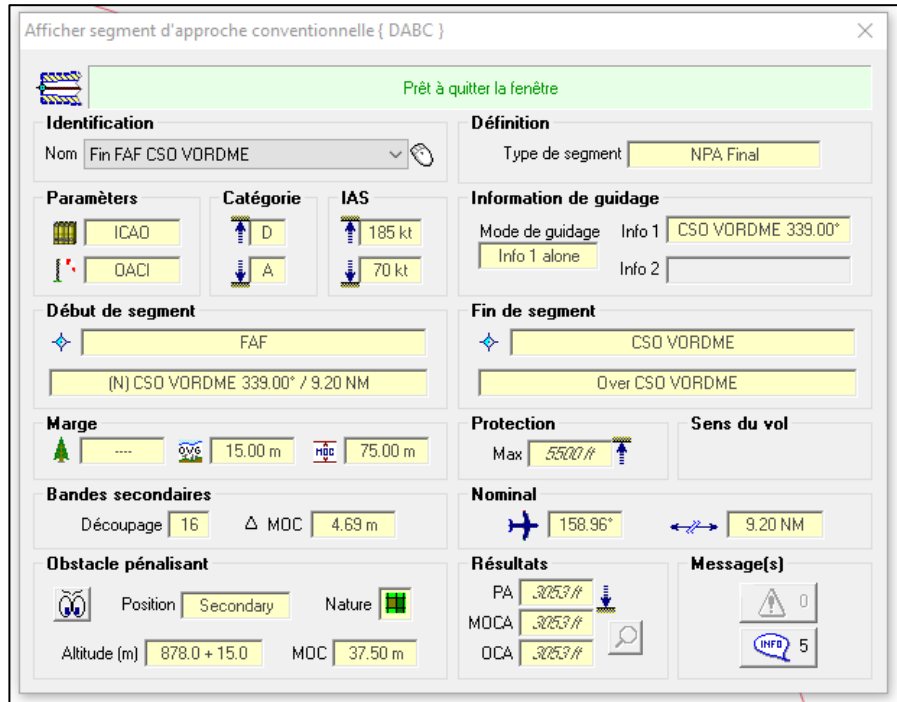


Figure 3.20 : Calcul des paramètres du segment final

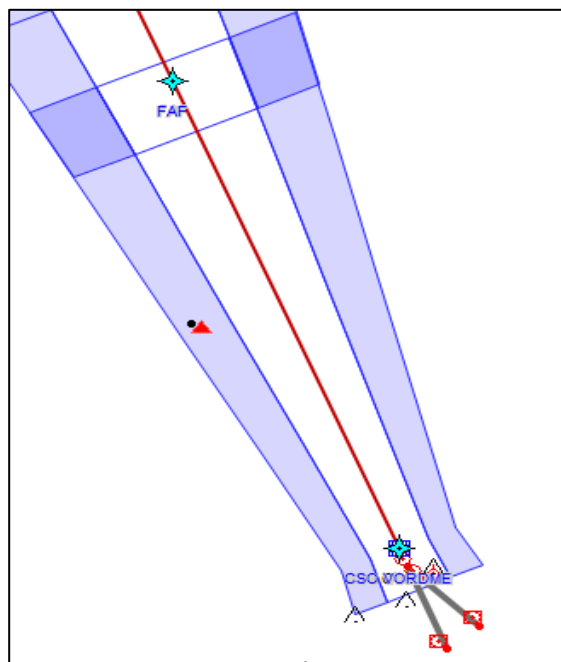


Figure 3.21: Segment final



**3.4.6 Segment d'approche interrompue**

Monter dans l'axe jusqu'à 1100 m puis virer à gauche pour rejoindre le VOR/DME CSO en monté vers l'altitude de sécurité 2100 m et suivre les instructions du contrôle

**3.4.6.1 API INITIALE**

- Début de segment: CSO VOR/DME
- Fin de segment : SOC à 1994.6 m VOR/DME CSO
- OCA API initiale = 930 m (3053 ft)

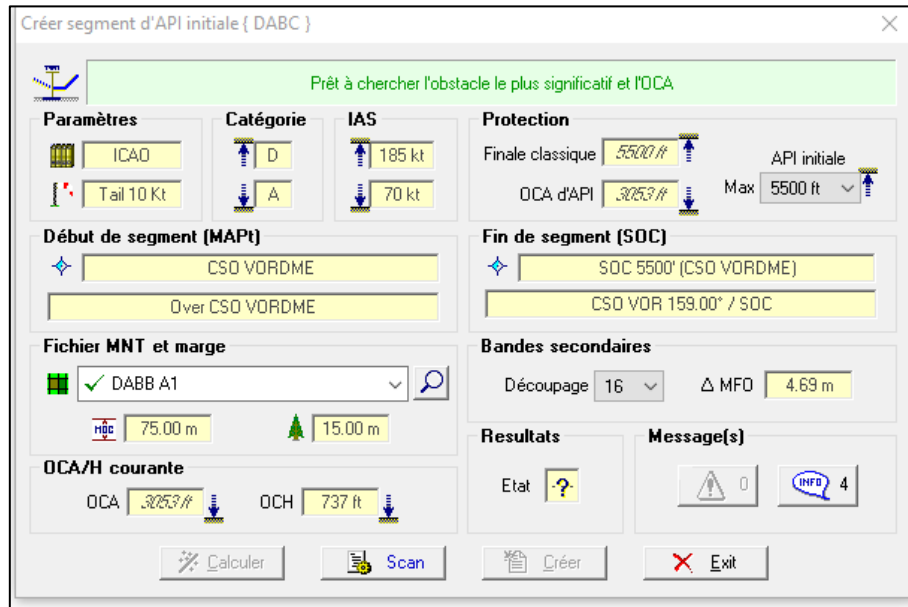


Figure 3.22: Calcul paramètre du segment API Initial

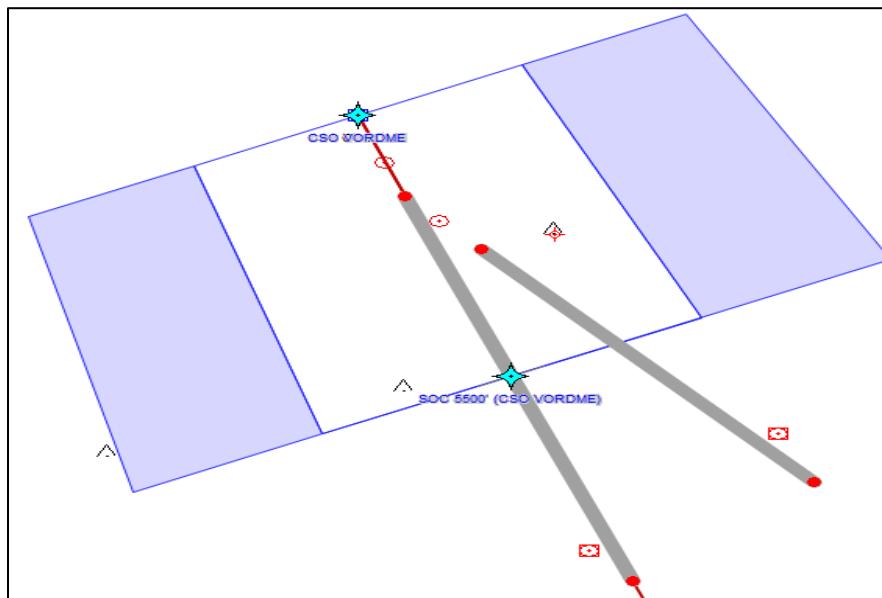


Figure 3.23: Segment API initial

3.4.6.2 API INTERMÉDIAIRE

- Début de segment: SOC
- Fin de segment: jusqu'à une altitude de 3600 ft (1100 M)
- OCA API intermédiaire = 930 m (3053 ft) **VÉRIFIÉE**

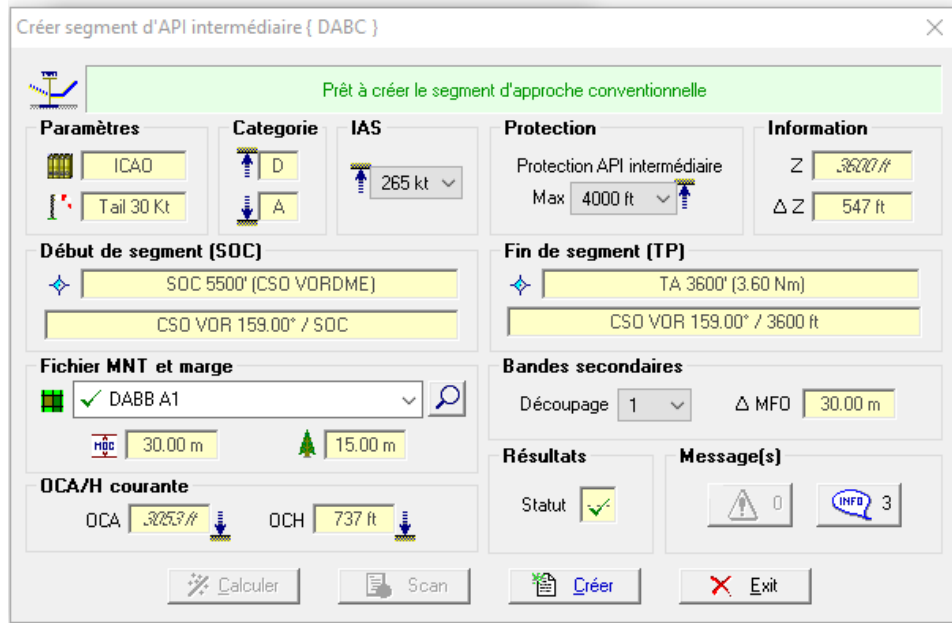


Figure 3.24: Calcul paramètre du segment API Intermédiaire

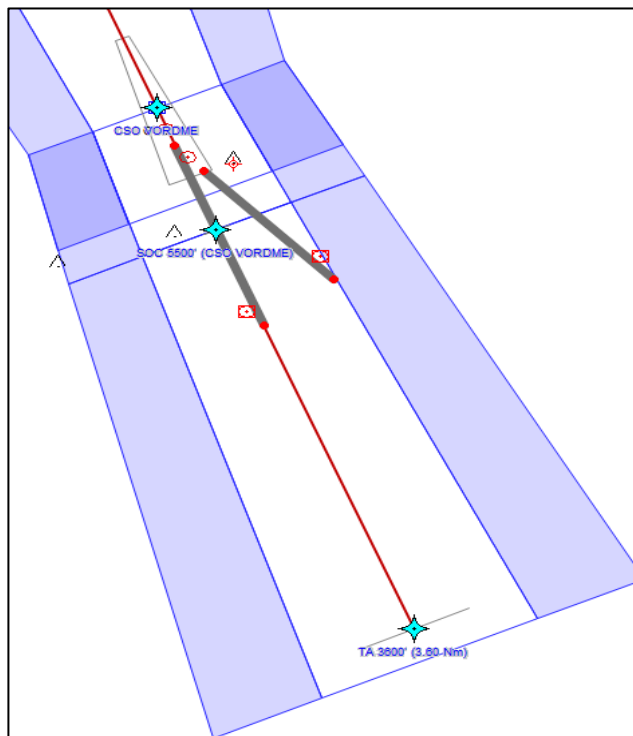


Figure 3.25: Segment API intermédiaire

3.4.6.3 **API FINAL**

- Début de segment: TNA
- Fin de segment: jusqu'au rejoindre le VOR/DME
- OCA API final = 930 m (3053 ft) **VÉRIFIÉE**

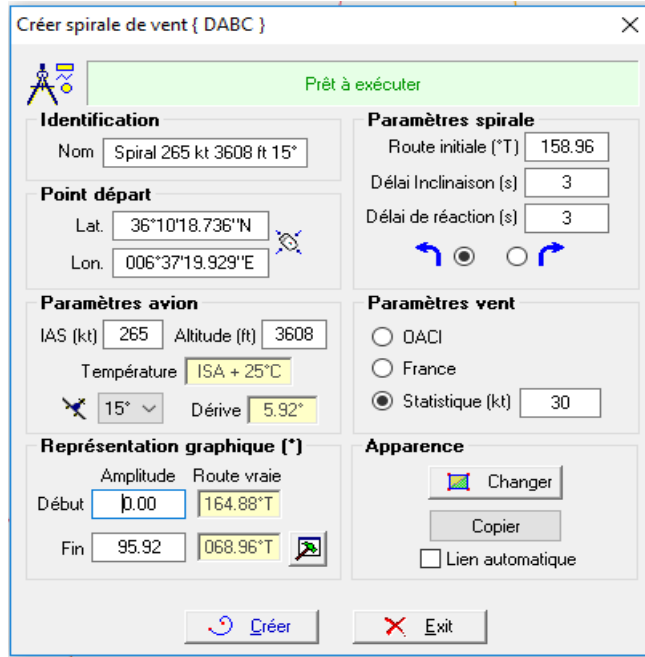


Figure3.26: paramètre de virage API

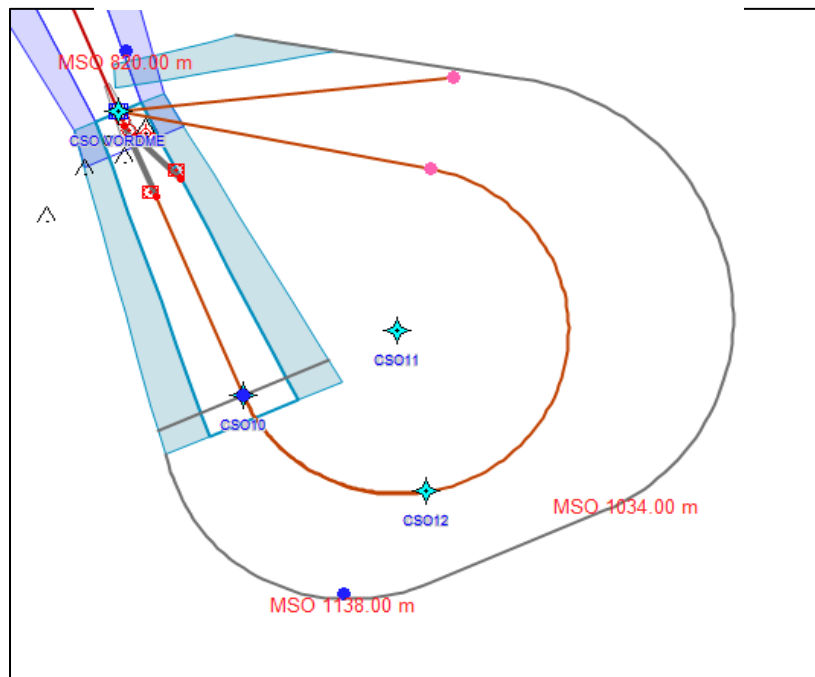


Figure 3.27: segment API FINAL

→ Etude obstacle:

$$TNA + (do \times 0.025) \geq \text{Alt Obst} + \text{MFO}$$

$$1100 + ((3.7 \times 1852) \times 0.025) \geq 1140 + 50$$

1276  $\geq$  1190 ; **obstacle n'influence pas sur la base OCH=930 m**

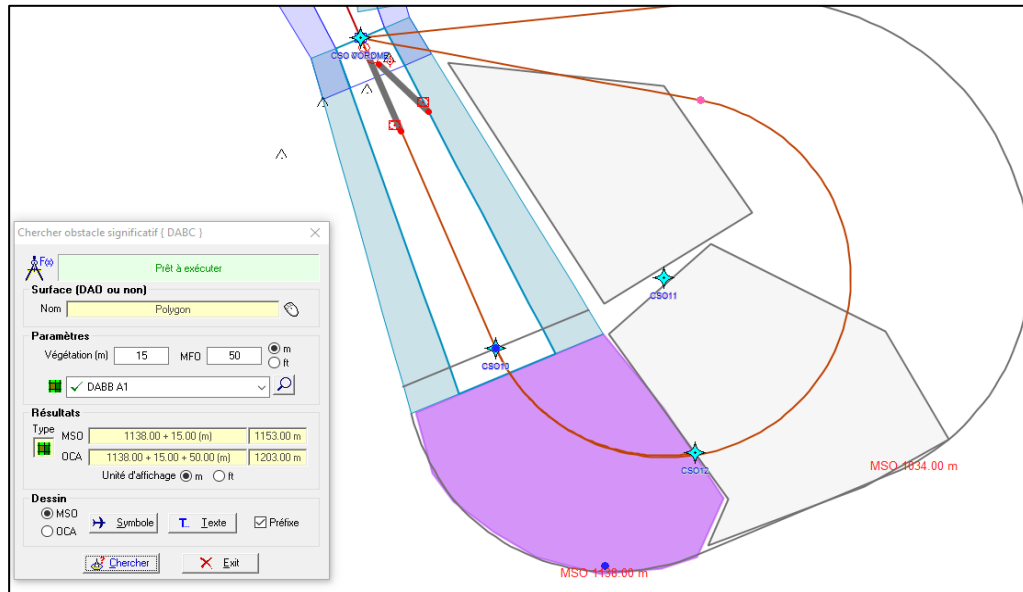


Figure 3.28: Etude d'obstacle API

3.4.7 Les manœuvres à vue libre (MVL)

3.4.7.1 Les aéronefs de catégorie A

- Alt obs pénalisant = 834 m, MFO=90 m
- MOCA = 939 m (3081 ft)

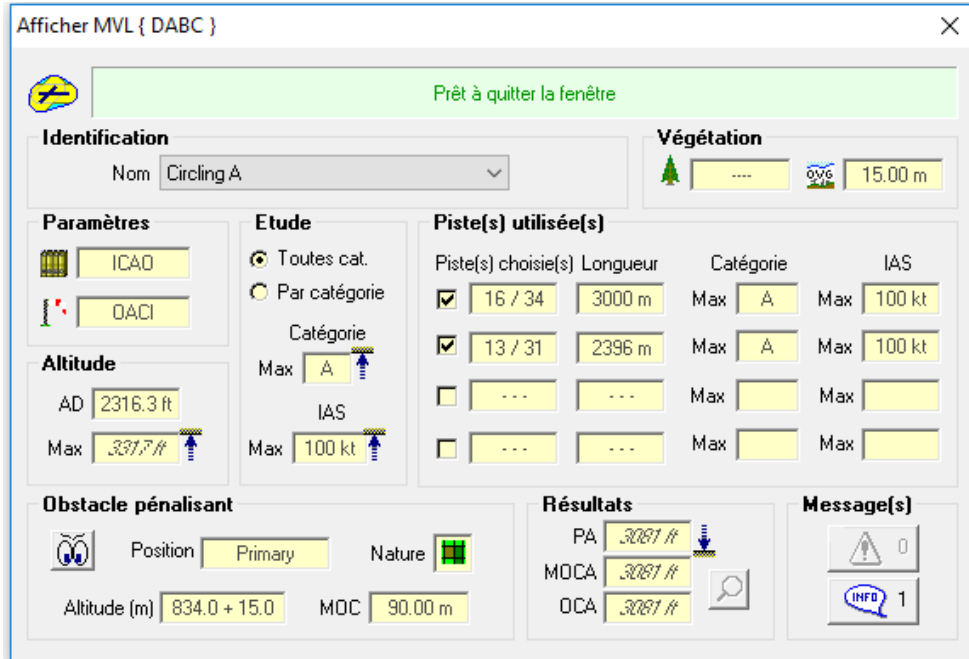


Figure 3.29: Calcul paramètre de MVL CAT A

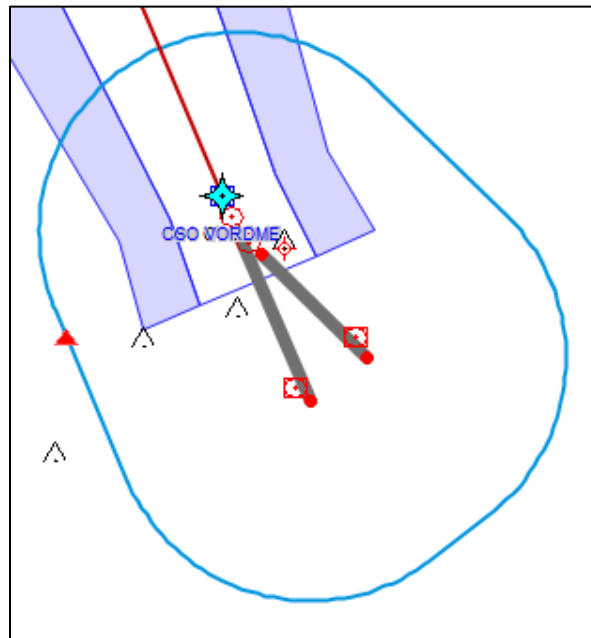


Figure 3.30: MVL CAT A

3.4.7.2 Les aéronefs de catégorie B

- Alt obs pénalisant = 876 m, MFO = 90 m
- MOCA = 982 m (3219 ft)

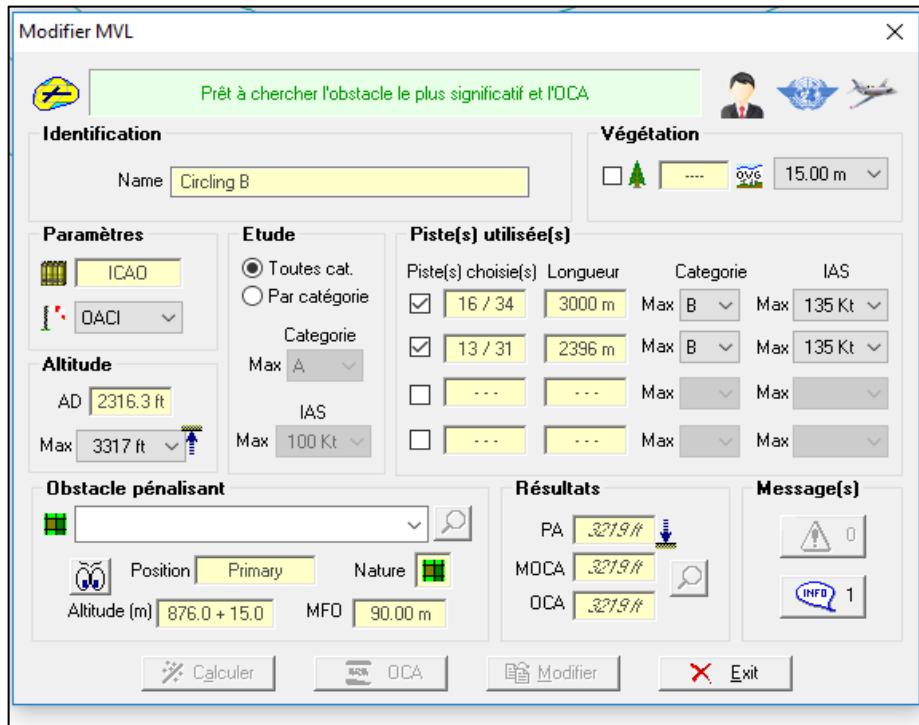


Figure 3.31: Calcul paramètres de MVL CAT B

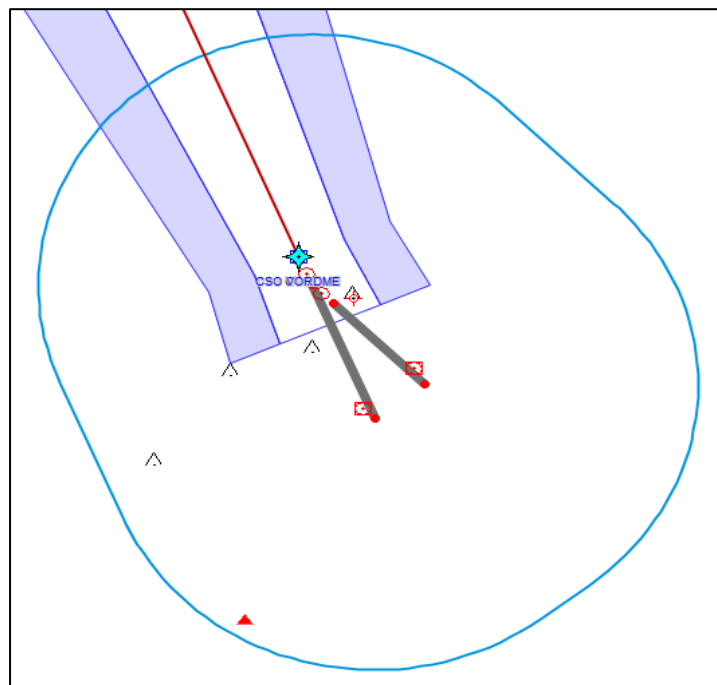


Figure 3.32: MVL CAT B

3.4.7.3 Les aéronefs catégorie C

- Alt obs pénalisant = 949 m, MFO = 120 m
- MOCA initiale = 1084 m (3557 ft)

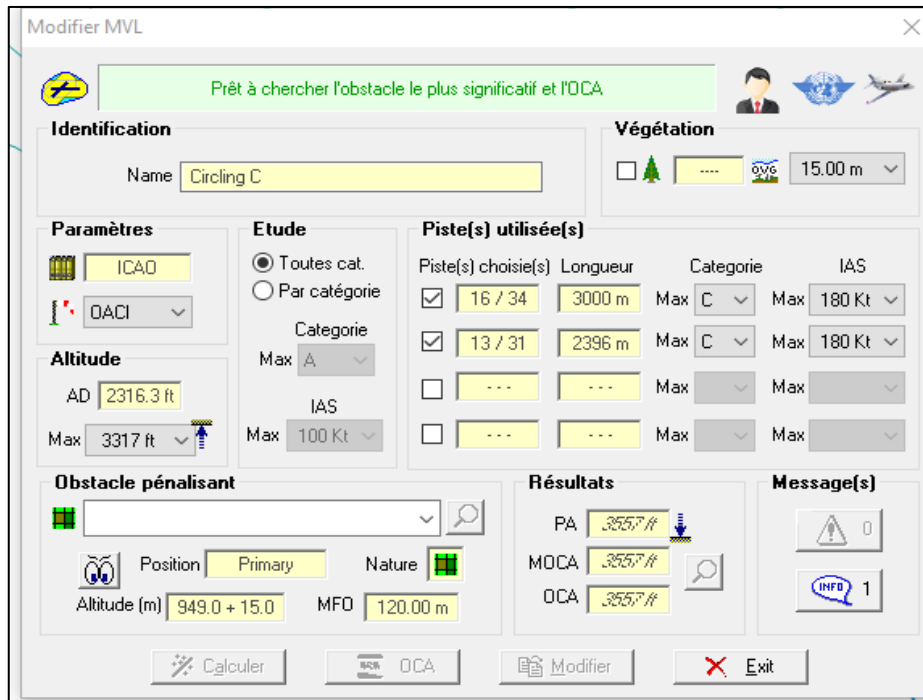


Figure 3.33: Calcul paramètres de MVL CAT C

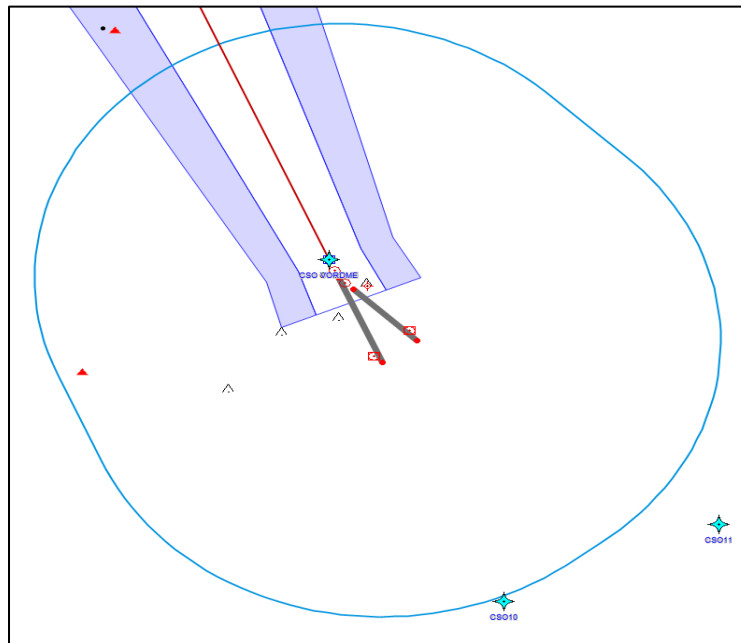


Figure 3.34: MVL CAT C

3.4.7.4 Les aéronefs catégorie D:

- Alt obs pénalisant = 1100 m, MFO = 120 m
- MOCA initiale = 1235 m (4052 ft)

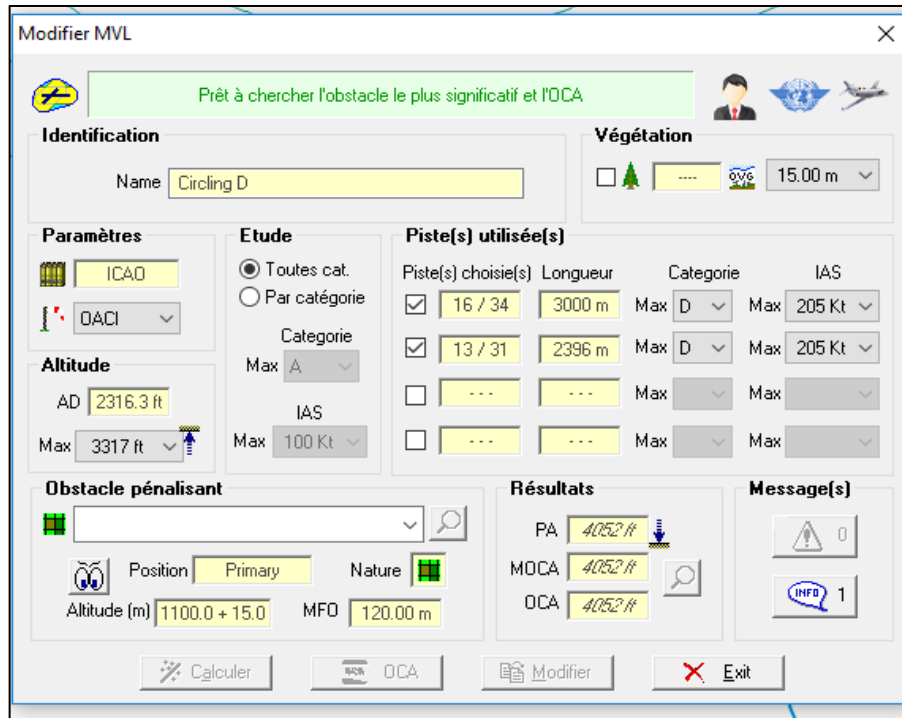


Figure3.35: Calcul paramètres de MVL CAT D

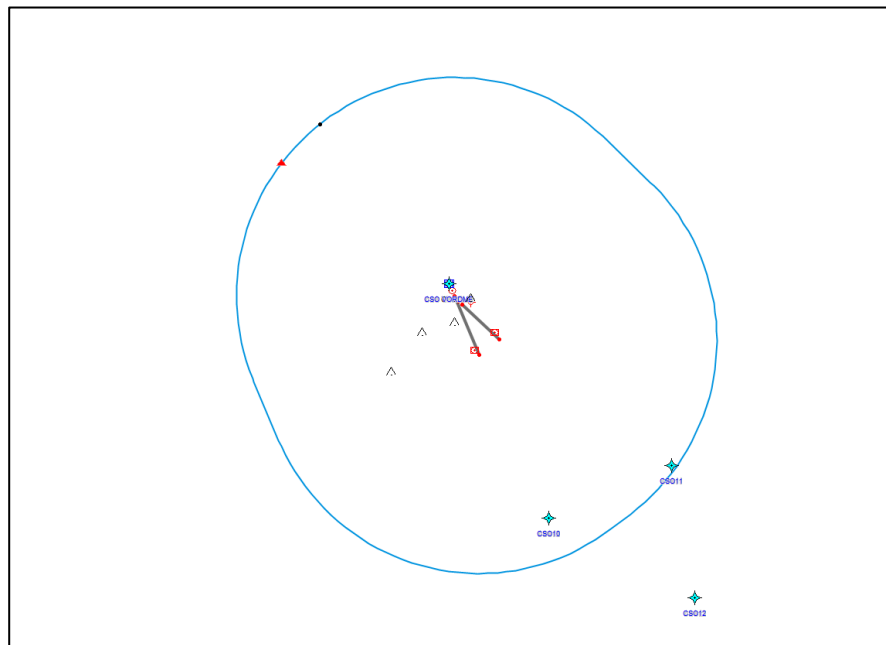


Figure3.36: MVL CAT D



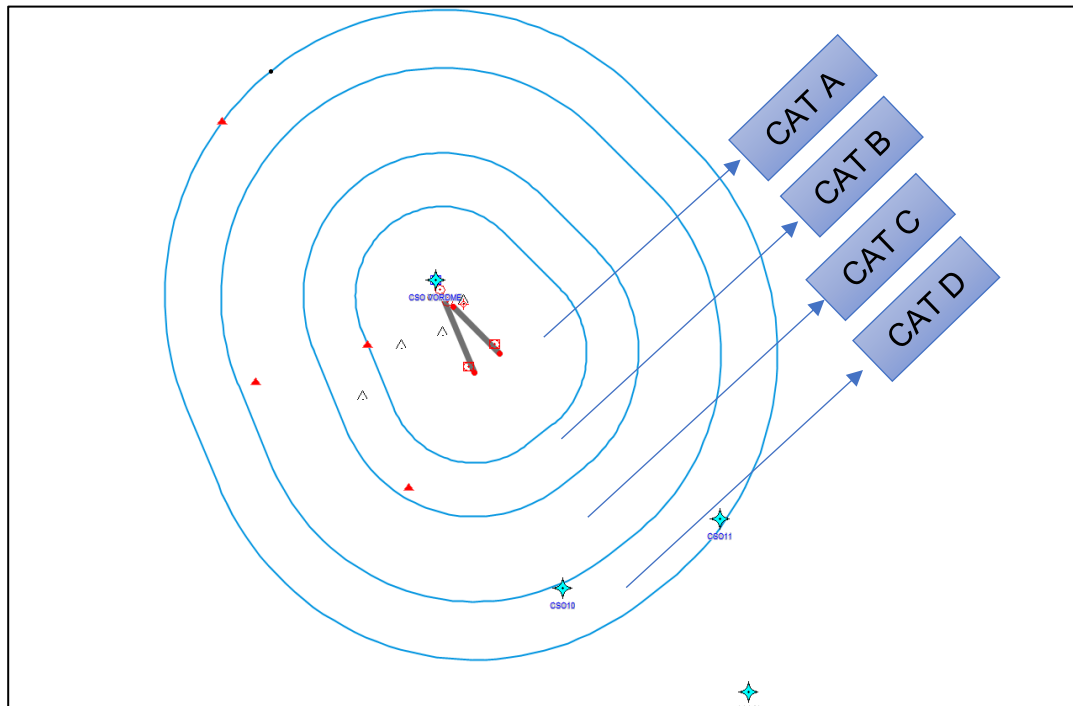
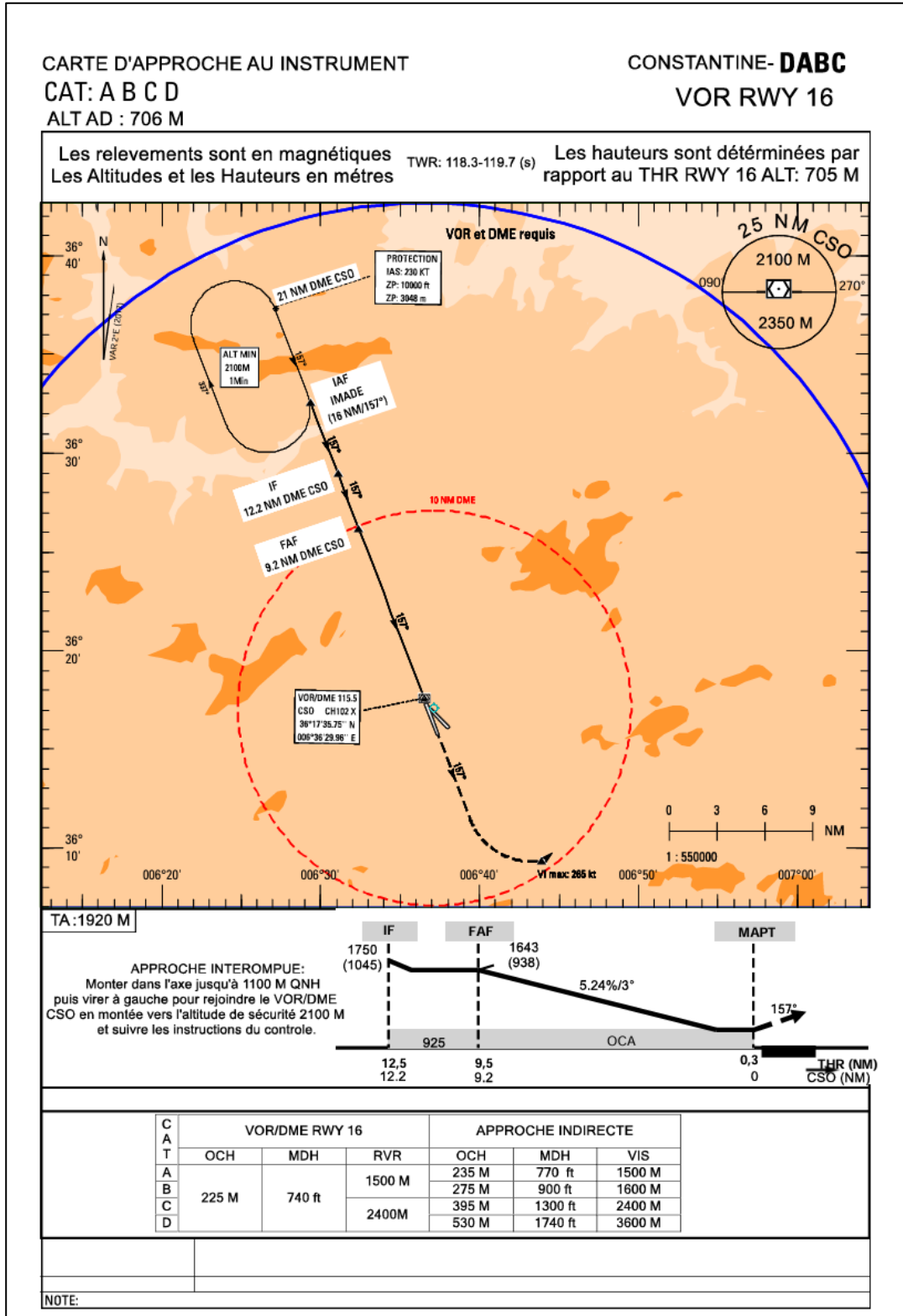


Figure 3.37: MVL TOUTES LES CATÉGORIES

### 3.5 Conclusion :

Après l'élaboration manuelle et automatique de la procédure d'approche VOR/DME RWY 16 sur le système PANS-OPS, la similarité des résultats obtenus par la méthode manuelle et la méthode automatique nous permet de souligner l'efficacité de l'automatisation comme méthode privilégiée de conception, Réduisant ainsi les délais., d'atténuer les incertitudes et d'accroître la précision du travail.

→ **La conception automatique de la carte de la nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME RWY 16 :**





# CHAPITRE 4

Élaboration de procédure d'approche  
aux instruments ILS

## 4. La conception automatique de la procédure ILS -Z-QFU 34

### 4.1 Introduction

Comme nous l'avons vue dans le chapitre précédent (conception VOR/DME), la conception manuelle et automatique de la procédure VOR ont montré une similitude des résultats (en superposant les dessins automatique et manuelle de la procédure), nous décidons ainsi d'élaborer la procédure ILS-Z- selon la méthode automatique seulement garantissant moins de temps de conception, moins d'erreur et plus de précision.

### 4.2 Les étapes du projet

- ✓ **1<sup>ère</sup> étape** : Ouvrir le logiciel Géo TITAN et se connecter sur la base de données D4F.

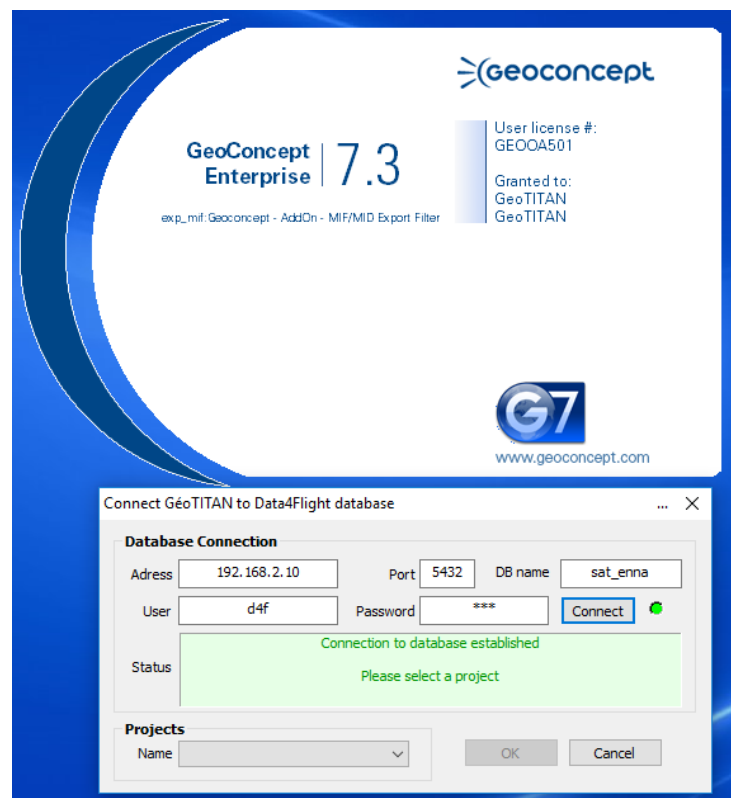


Figure 3.38: connexion au système de conception GÉOTITAN

- ✓ 2<sup>ème</sup> étape : Créer une architecture du site



Figure 3.39: Création d'une architecture de site sur Géo TITAN

- ✓ 3<sup>ème</sup> étape : Créer une carte du site ILS RWY 34

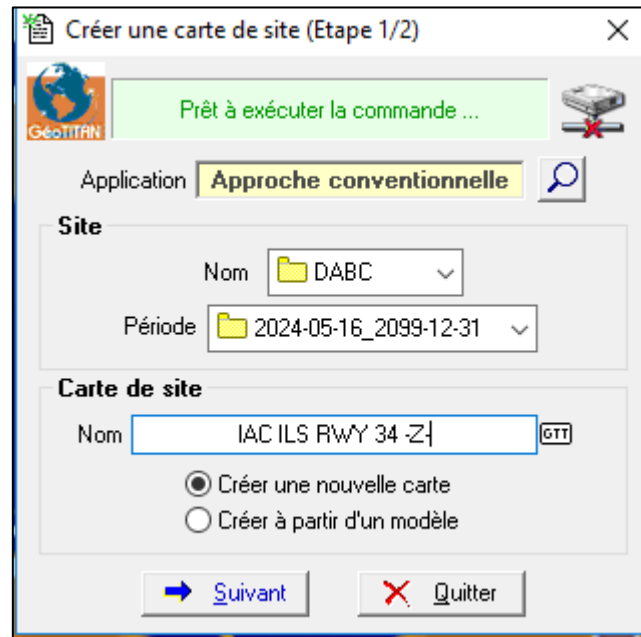


Figure3.40: Création d'une carte de site sur Géo TITAN (1ère étape).

- Choisir de la projection UTM 31Nord.

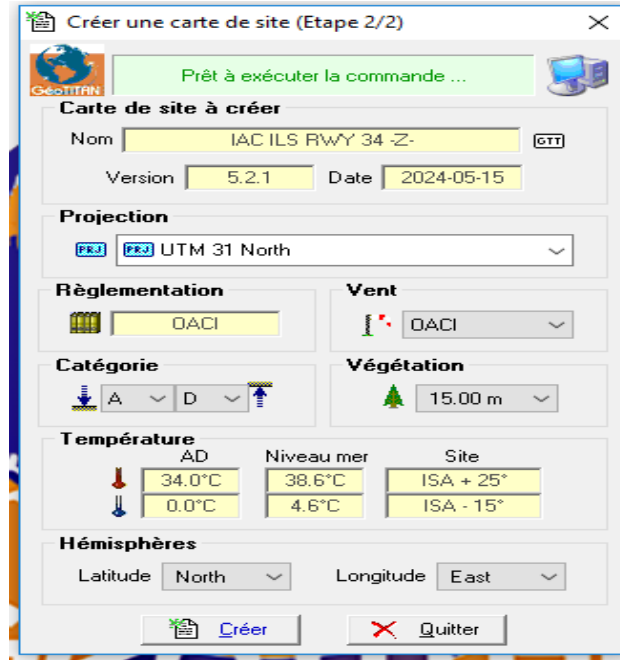


Figure 3.41: Création d'une carte de site sur Géo TITAN (2ème étape).

- ✓ **4<sup>ème</sup> étape** : Ouvrir la carte du site.

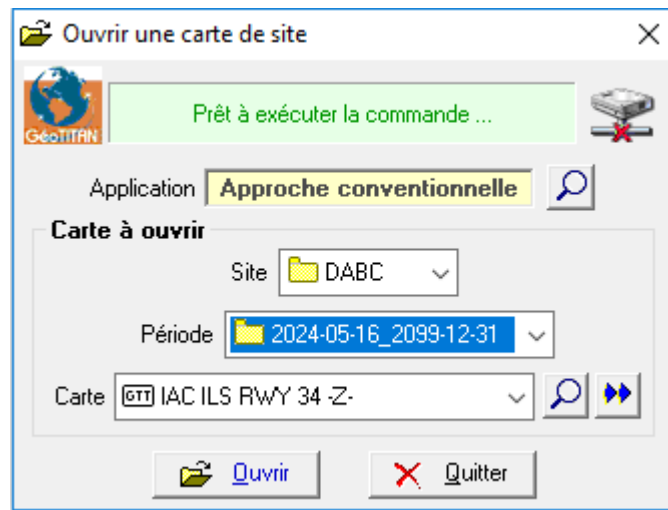


Figure3.42: Ouverture d'une carte de site

Cette étape nous permet d'importer tous les éléments essentiels à la conception d'une procédure telle que : la piste, les obstacles, les moyens radionavigation depuis la base de données D4F

Des exemples concrets de ces opérations sont donnés dans les figures suivantes :

- Charger le moyen de navigation VOR

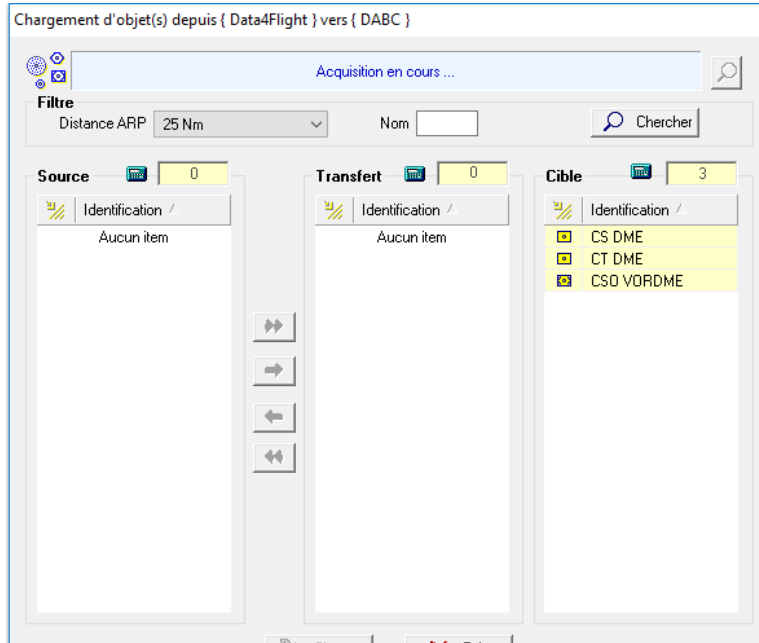


Figure3.43: Chargement du moyen de radionavigation

- Charger obstacles artificiels

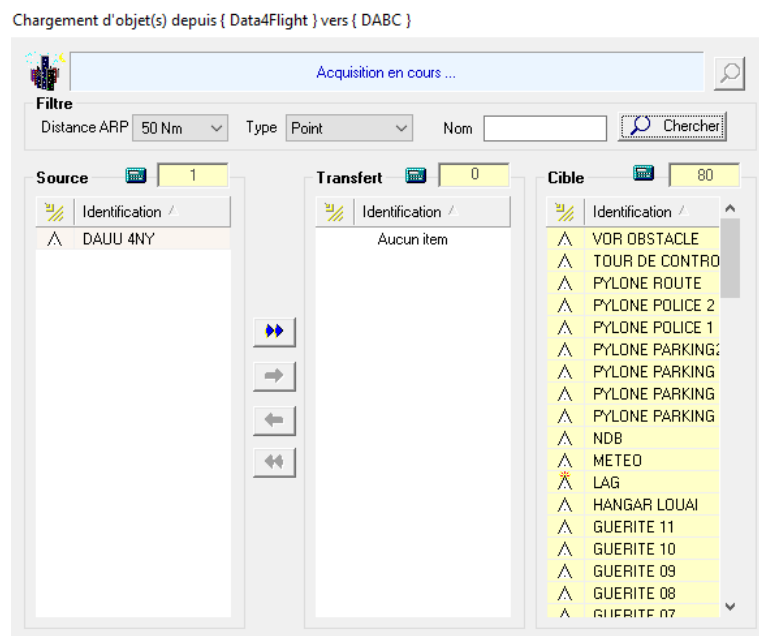


Figure 3.44: Chargement des obstacles.

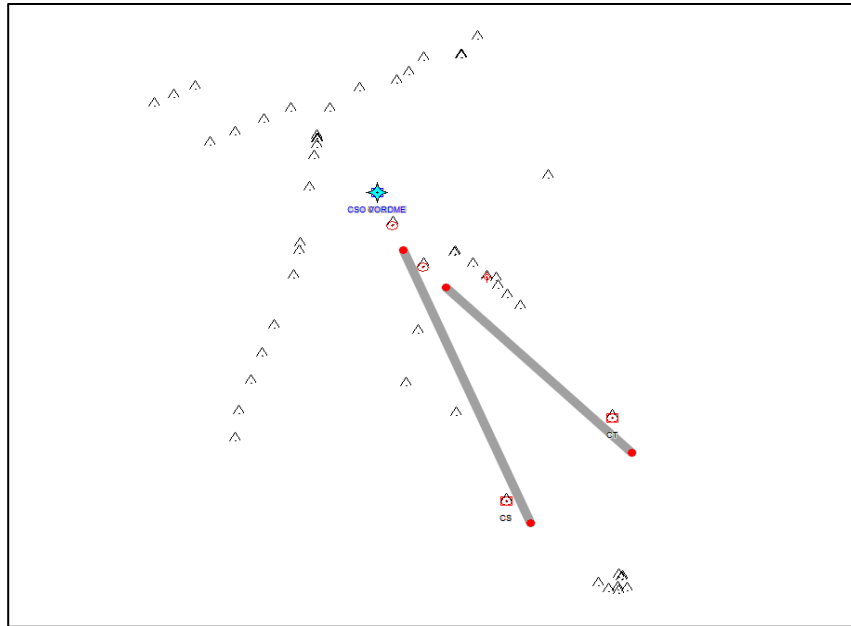


Figure 3.45: Présentation des moyens de radionavigation et les obstacles aux alentours des pistes (16/34) et (13/31)

- Charger les zones à statuts particuliers

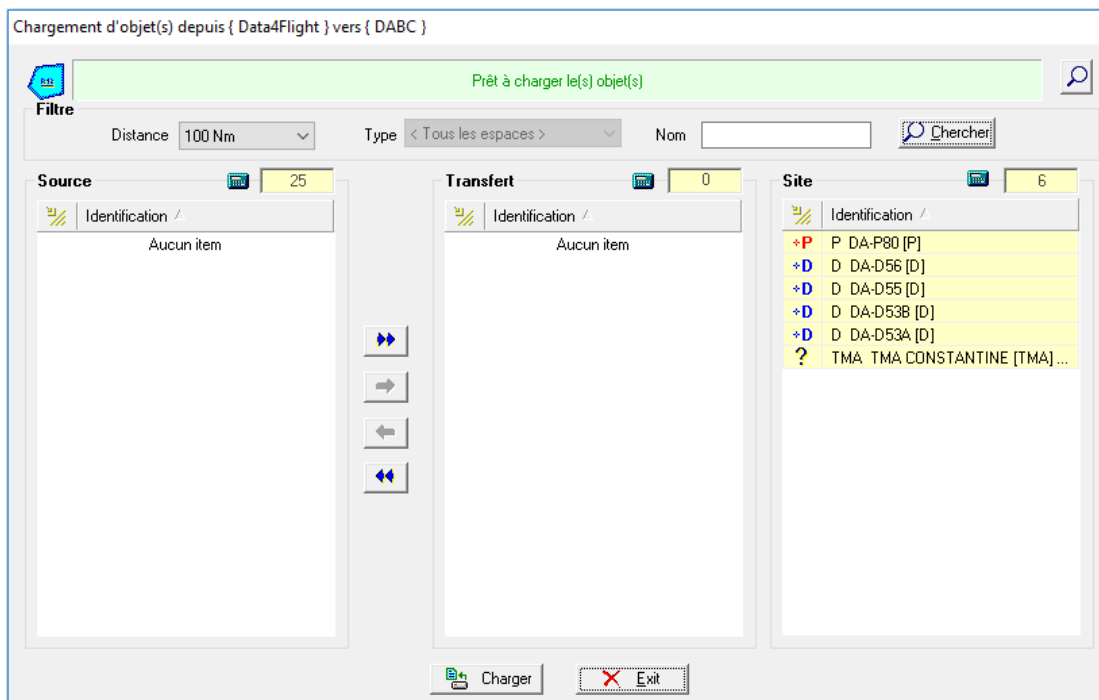


Figure 3.46: Chargement des zones à statuts particuliers.



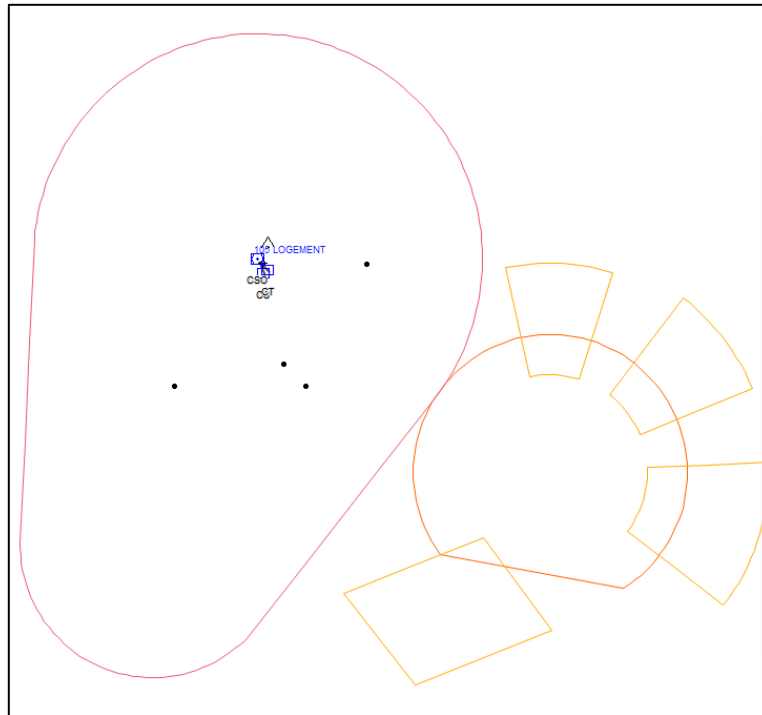


Figure 3.47 : Présentation des zones à statuts particuliers.

- ✓ **5<sup>ème</sup> étape** : Lier le fichier des données de relief naturel (Modèle Numérique du Terrain /MNT)

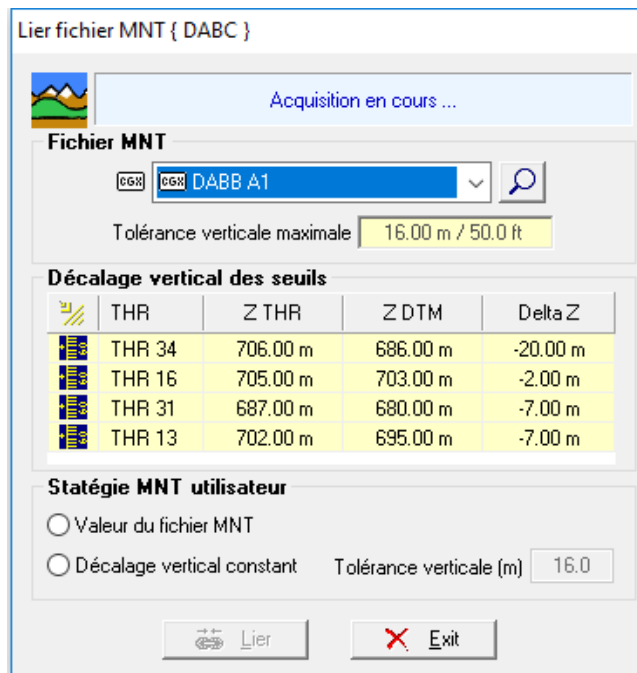


Figure3.48 : Liaison du fichier MNT.

4.3 La conception de la procédure ILS-Z- QFU 34 sur Géo TITAN

4.3.1 L'arrivée

- ✓ Calcul de l'Altitude Minimale de Sectorisation MSA :

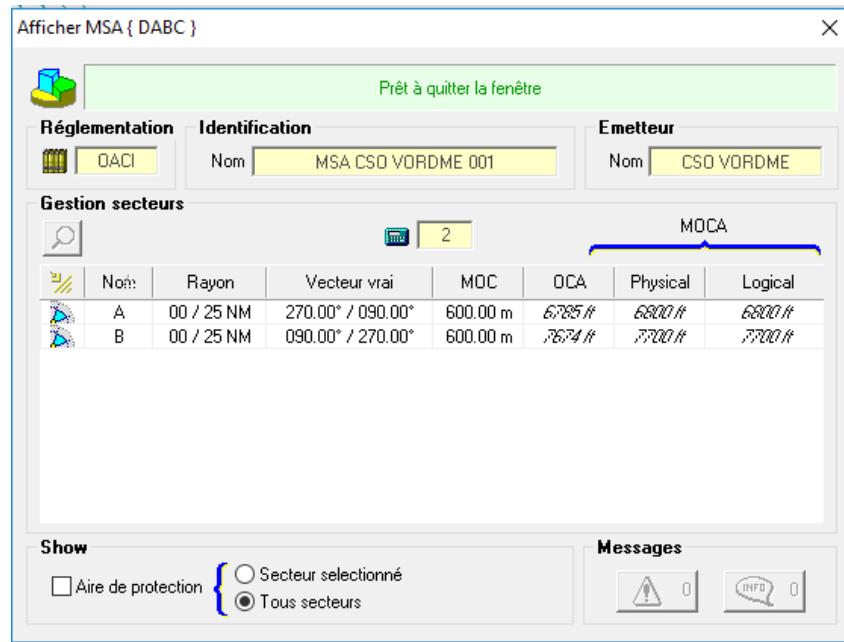


Figure 3.49: Calcul de MSA

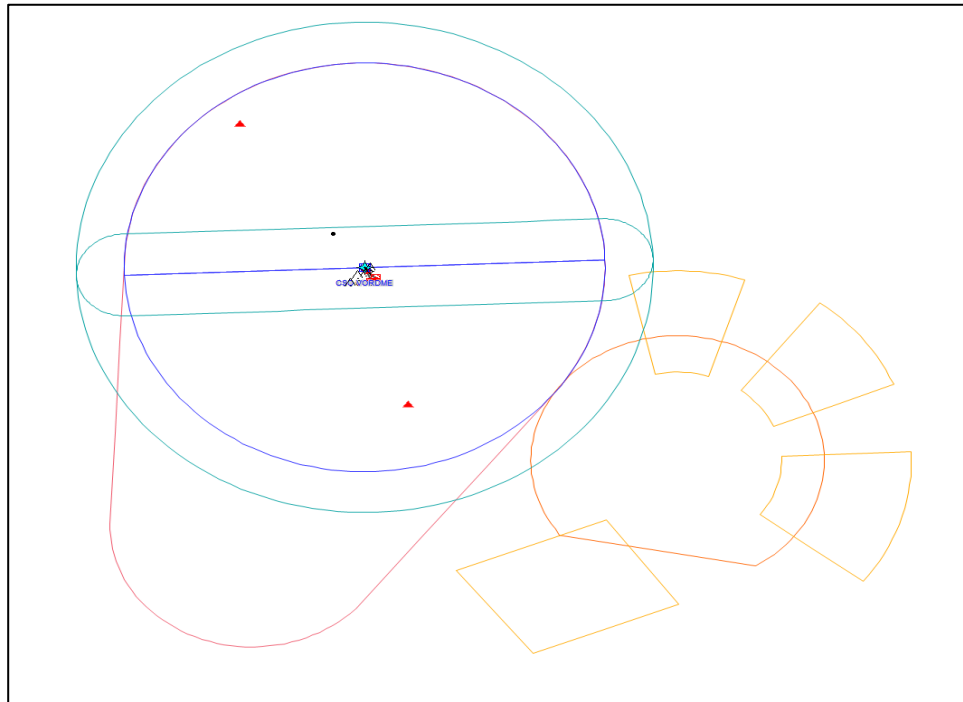


Figure 3.50 : Conception des secteurs d'arrivées

**4.3.2 Les scénarios développés:**

→ Scénario 1 :

- ✓ L'attente : Dans ce scénario, nous envisageons de modifier le point fixe de l'attente. Cette modification vise à optimiser la trajectoire en réduisant la distance à 12 NM et en déplaçant le point fixe sur la radiale 075°.

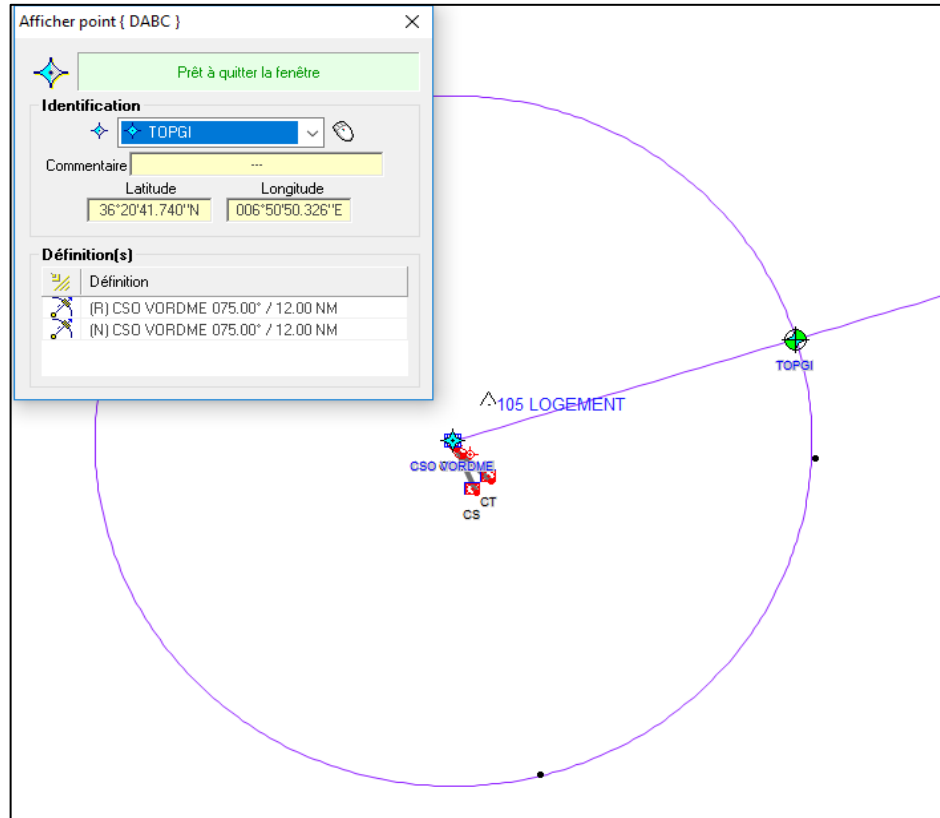


Figure 3.51: création point d'attente fixe

- Alt obs. pénalisant = 1343 m
- Alt minimale de l'attente = 1676 m (5500 ft)

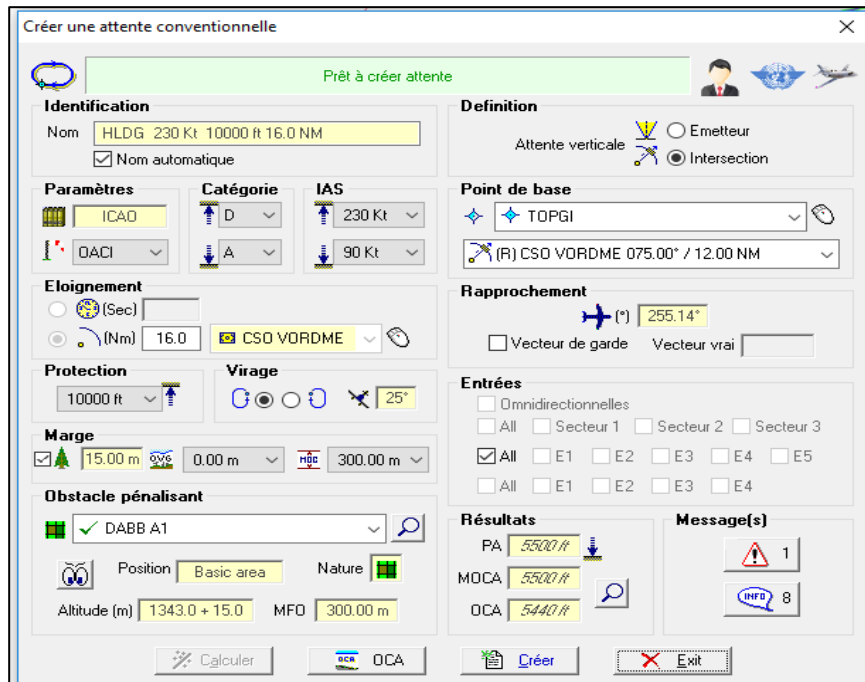


Figure 3.52: Calcul paramètre de l'attente

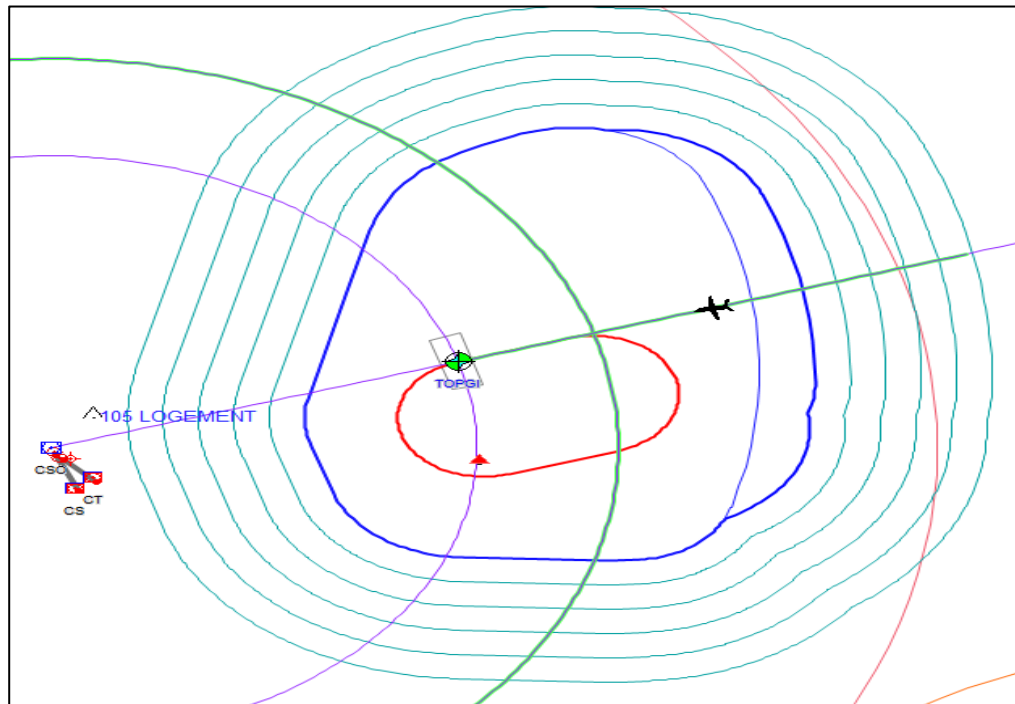


Figure 3.53: l'attente scénario1

- ✓ Segment initial
- Alt obs. pénalisant = 1485 m
- MOCA initiale=1785m (5800 ft)

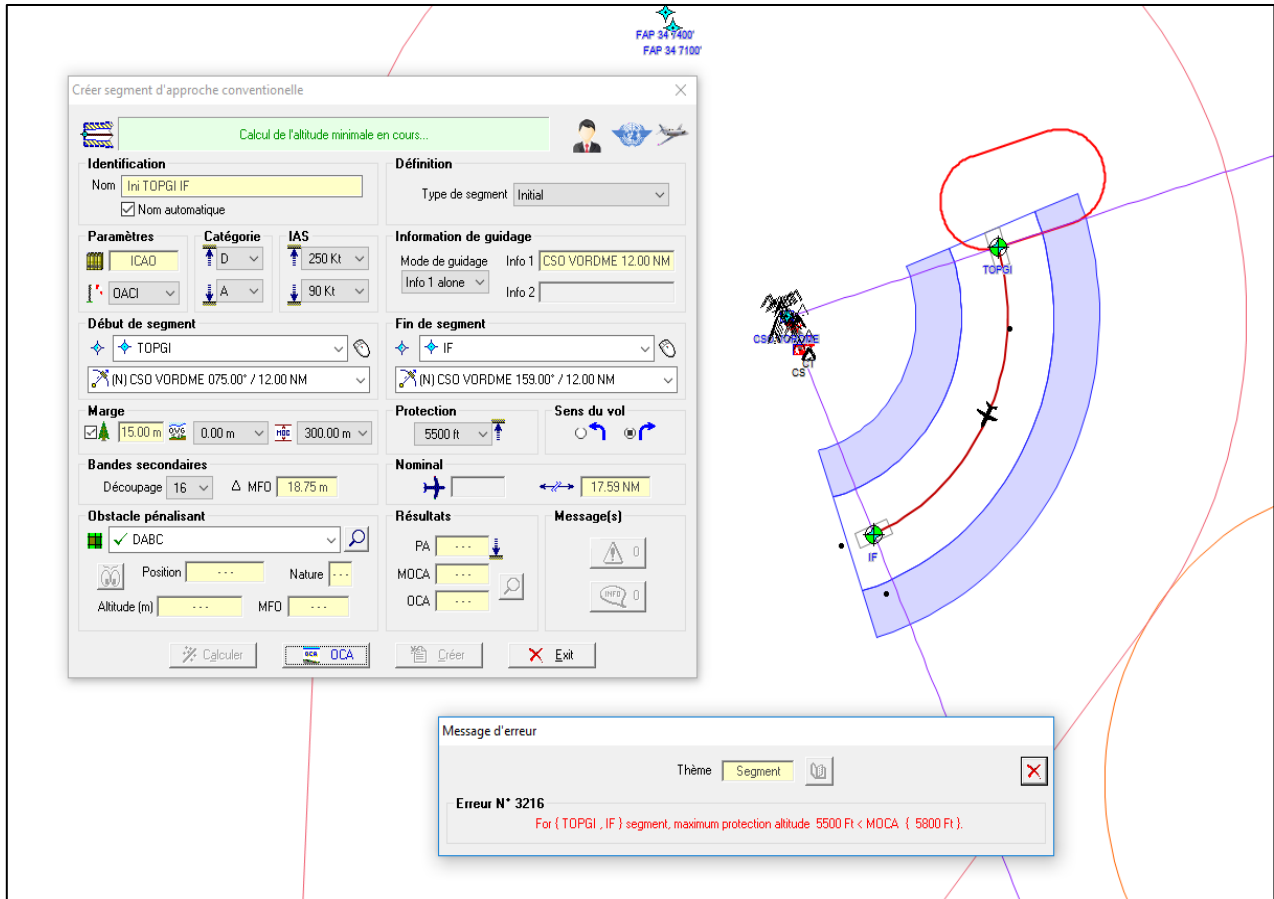


Figure3.54: calcul paramètre du segment initial

Selon la réglementation, l'altitude minimale d'attente ne peut pas être inférieure à celle du segment initial. Dans notre cas, l'altitude minimale d'attente est inférieure à celle du segment initial, ce qui rend le scénario inconcevable

→ Scénario 2 :

Dans l'étude du scénario 2, où nous conservons les mêmes paramètres et nous avons augmenté l'altitude d'attente à 5800 ft

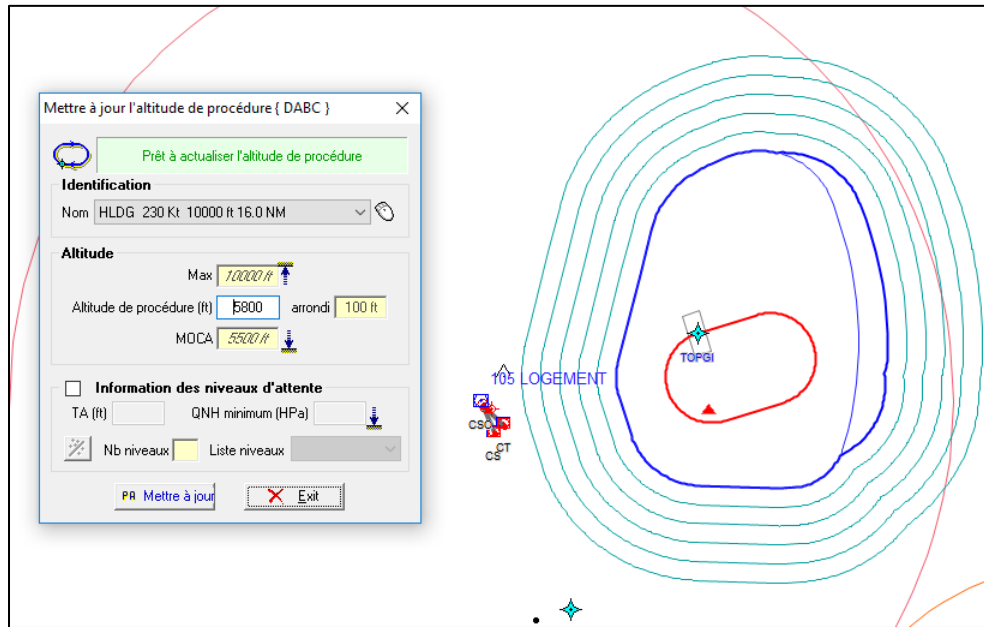


Figure3.55: changement l'altitude de la procédure

- Vue que IAF se termine à l'IF a une altitude de 5800 ft donc la distance restante entre le point IF et le THR RWY 34 est 10.04 NM

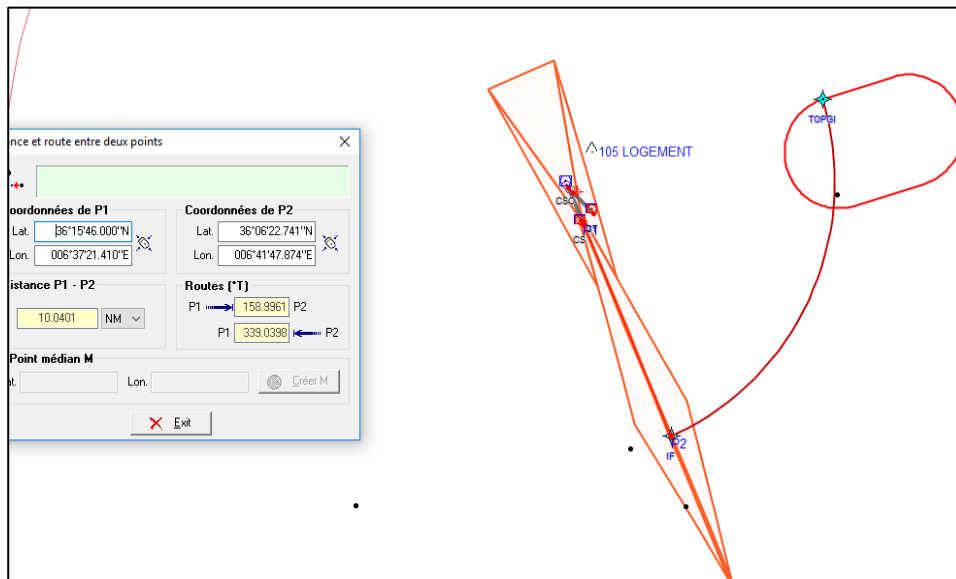


Figure3.56: Distance entre IF et THR RWY 34

- Pour effectuer la descente finale il faut au minimum 10.42 et aussi 4NM pour le segment intermédiaire

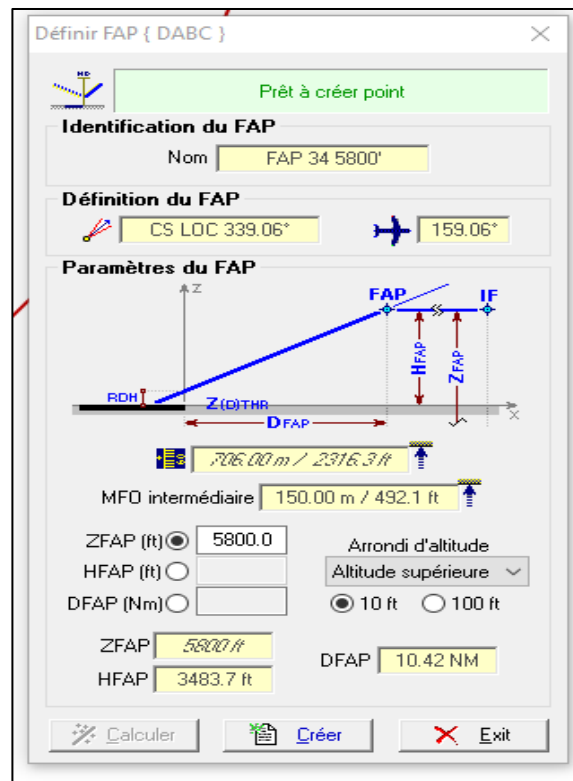


Figure3.57: distance du segment final

La distance nécessaire pour accomplir les segments final et intermédiaire ne respecte pas les exigences réglementaires en raison de sa très courte longueur, rendant ainsi le scénario irréalisable.

- Scénario 3 :
- ✓ L'attente :

Dans le troisième scénario, l'attente est positionnée à une distance de 15 NM sur la radiale 220°, avec une altitude de 7700 ft, soit environ 2350 m.

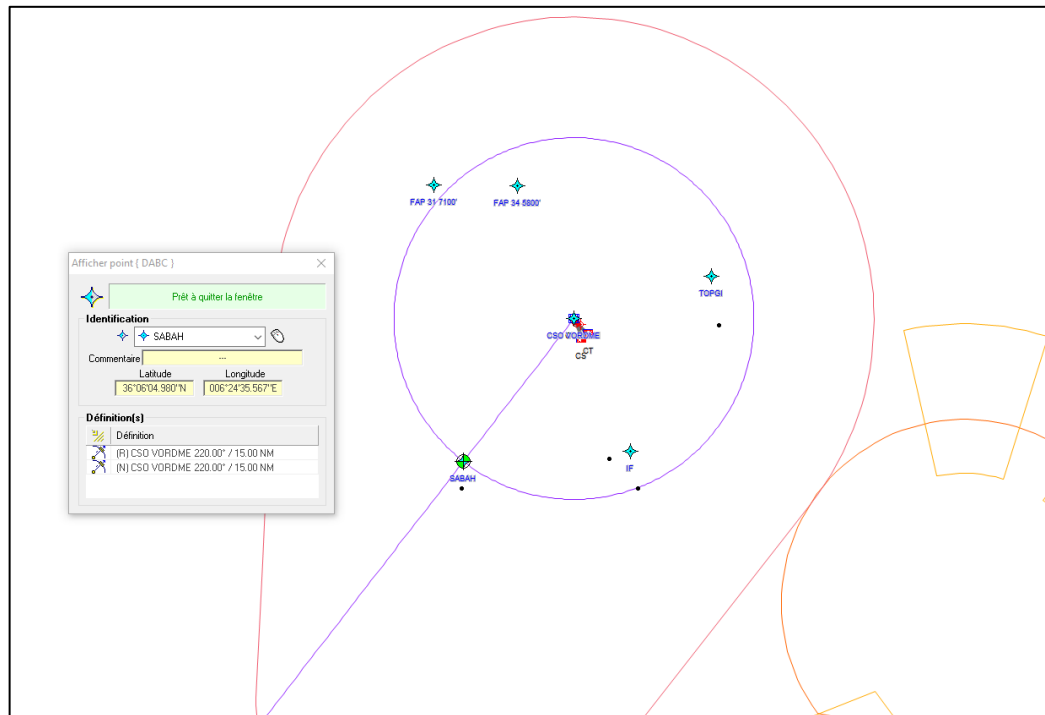


Figure3.58: création point d'attente fixe scénario 3

- Alt obs. pénalisant = 1300 m
- Alt minimale de l'attente = 7700 ft

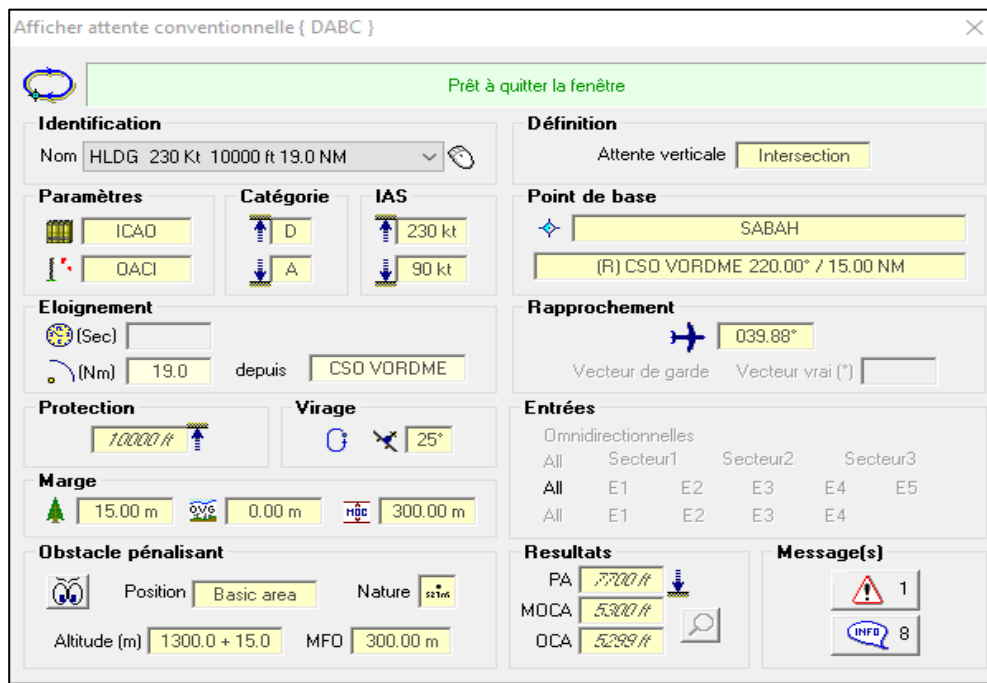


Figure3.59: Calcul paramètre d'attente



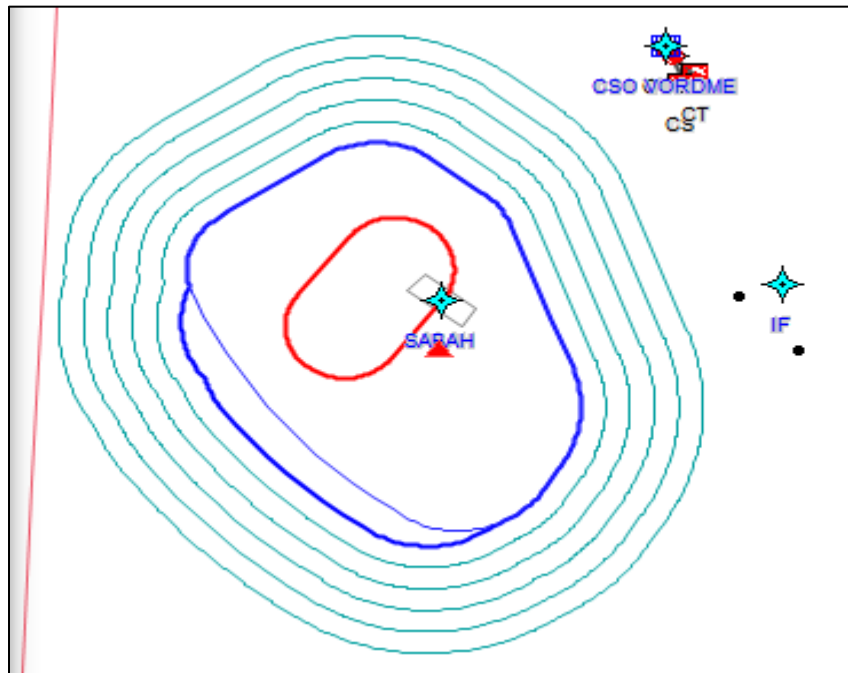


Figure 3.60: Segment d'attente - scenario 3-

- ✓ Segment initial :
- Alt obs. pénalisant = 1735 m
- Alt minimale de segment = 7700 ft

The image shows a software window titled 'Créer segment d'approche conventionnelle'. The window is divided into several sections for configuring flight parameters:

- Identification:** Nom 'Ini SABAH IF', 'Nom automatique' checked.
- Définition:** Type de segment 'Initial'.
- Paramètres:** ICAD, DACI, Catégorie 'D', IAS '250 Kt' (up) and '90 Kt' (down).
- Information de guidage:** Mode de guidage 'Info 1 CSO VORDME 15.00 NM', 'Info 1 alone' selected, 'Info 2' empty.
- Début de segment:** 'SABAH', '(N) CSO VORDME 220.00° / 15.00 NM'.
- Fin de segment:** 'IF', '(N) CSO VORDME 159.00° / 15.00 NM'.
- Marge:** 15.00 m, 0.00 m, 300.00 m.
- Bandes secondaires:** Découpage 16, MFO 18.75 m.
- Obstacle pénalisant:** DABC, Position 'Primary', Nature, Altitude (m) 1735.0 + 15.0, MFO 300.00 m.
- Protection:** 8000 ft.
- Sens du vol:** Standard turn direction.
- Nominal:** 15.97 NM.
- Résultats:** PA 6800 ft, MOCA 6800 ft, OCA 6726 ft.
- Message(s):** 1 warning icon, 5 info icon.

Buttons at the bottom include 'Calculer', 'OCA', 'Créer', and 'Exit'.

Figure 3.61: Calcul paramètre du segment initial

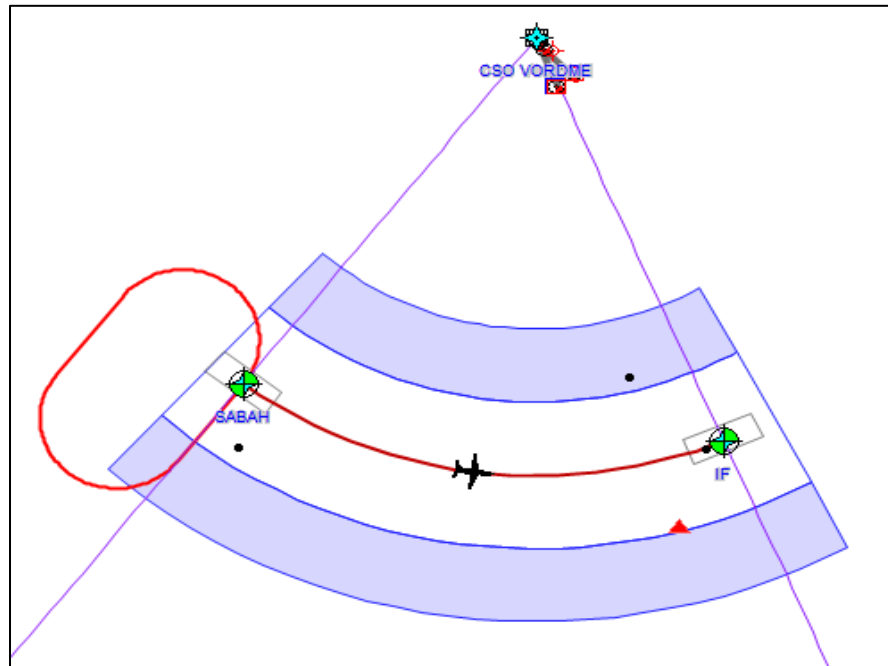


Figure 3.62: Segment initial

- Le segment initial à une trajectoire curviligne Arc DME est se fait en palier 0%

✓ Segment intermédiaire:

Le début du segment intermédiaire est situé à une distance de 13 NM par rapport (VOR/DME CSO), et une altitude de 2350m (7700 ft)

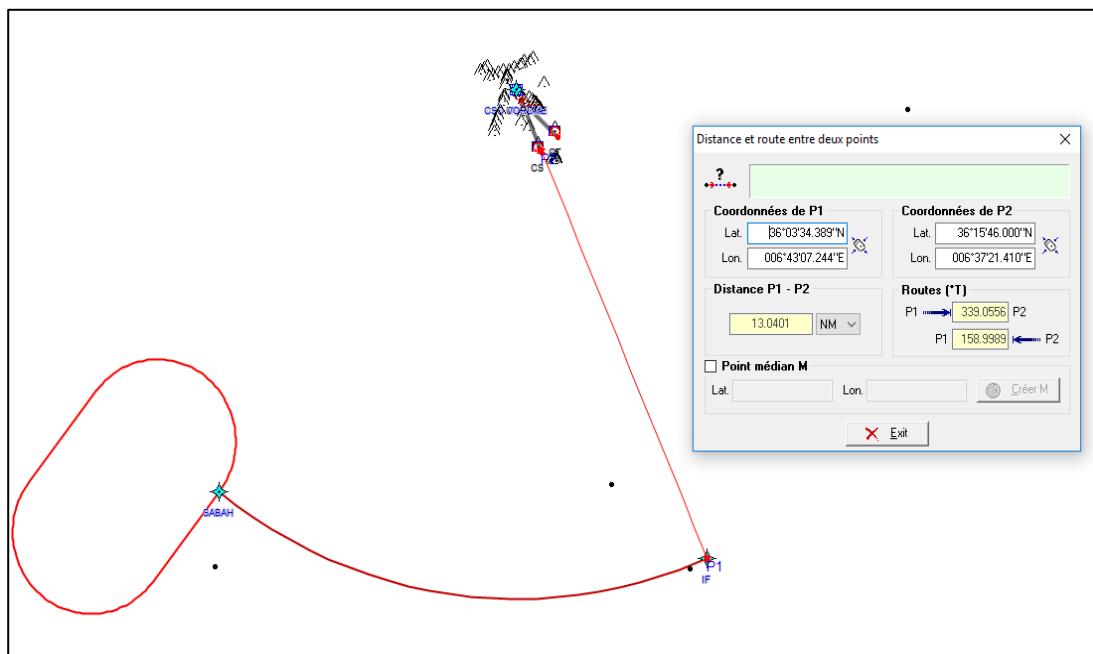


Figure 3.63: Distance IF et THR RWY 34

✓ Segment final :

Après le calcul de distance pour effectuer l'approche à une altitude 2350 m ( 7700 ft) avec pente 3.15°; on obtient 16 NM

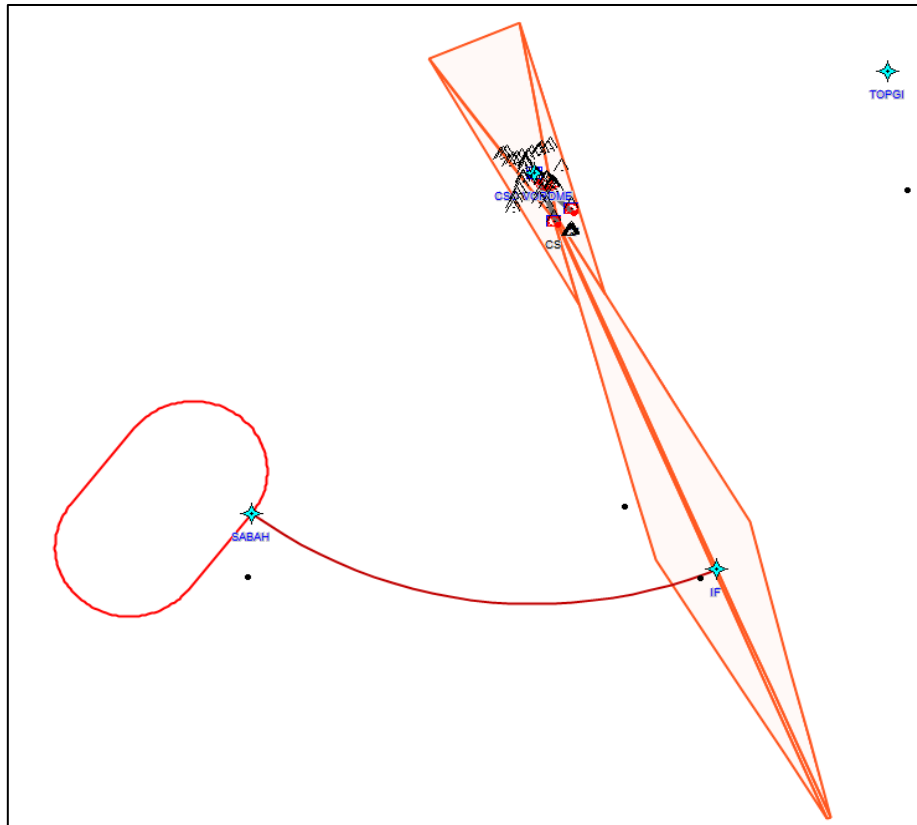


Figure 3.64: Segment final

Selon la réglementation, le segment final ne devrait pas excéder 15 NM, cependant, dans notre scénario, une distance de 16 NM est nécessaire pour achever l'approche final, rendant ainsi le **scénario irréalisable**.

→ Après avoir examiné les propositions de plusieurs scénarios et échangé avec les concepteurs de procédures, nous avons décidé de maintenir le même scénario que celui de la procédure ILS actuelle pour la piste 34 car c'est le seul Scénario possible pour effectuer cette procédure.

(Voir l'annexe 2)

4.4 Conception de la procédure ILS RWY 34 :

4.4.1 L'attente

- ✓ Pour concevoir notre attente sur le système PANS-OPS, il suffit d'introduire les données liées à l'attente
- Point de base : TOPGI au VOR/DME CSO 057°/19.5NM
- $Z_p = 10\ 000\ \text{ft}$  (3 048) m;
- Alt min attente = 6900 ft (2100 m)
- Alt obs pénalisant = 4022 ft (1211 m) ; MFO = 300 m

Figure3.65: Calcul paramètre d'attente

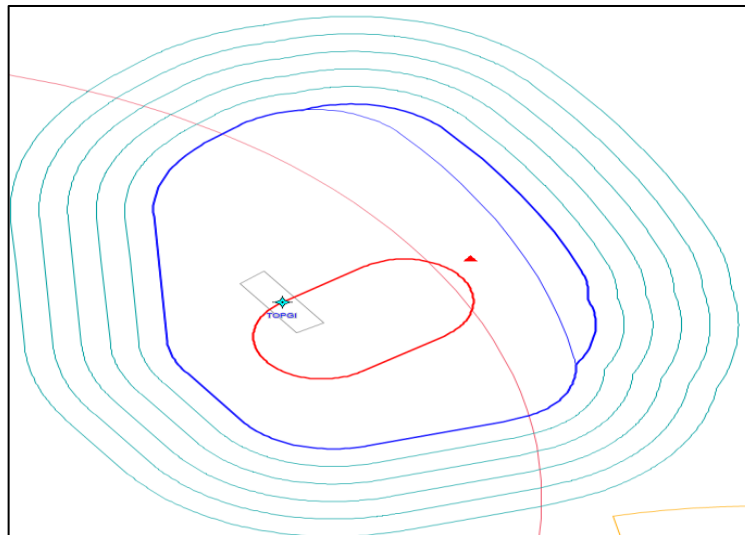


Figure 3.66: Segment d'attente

4.4.2 Segment d'approche initial

- Début de segment: TOPGI
- Fin de segment: IF, ce repère se trouve au VOR/DME CSO 159° / 19.5 NM
- Alt obs. pénalisant = 1611 m (5335 ft)
- MOCA initiale = 1930 m (6400 ft)
- Alt procédure = 2100 m (6900 m)

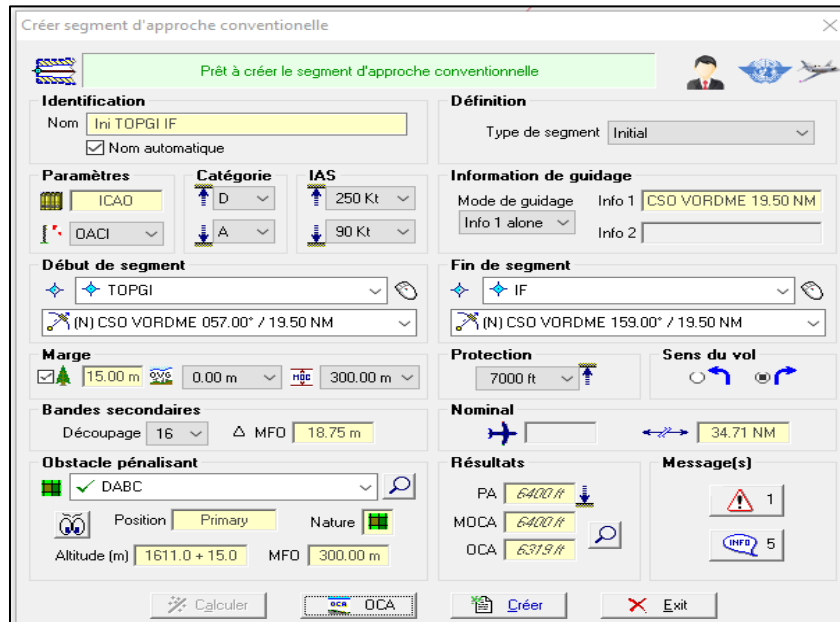


Figure 3.67: Calcul paramètre du segment initial

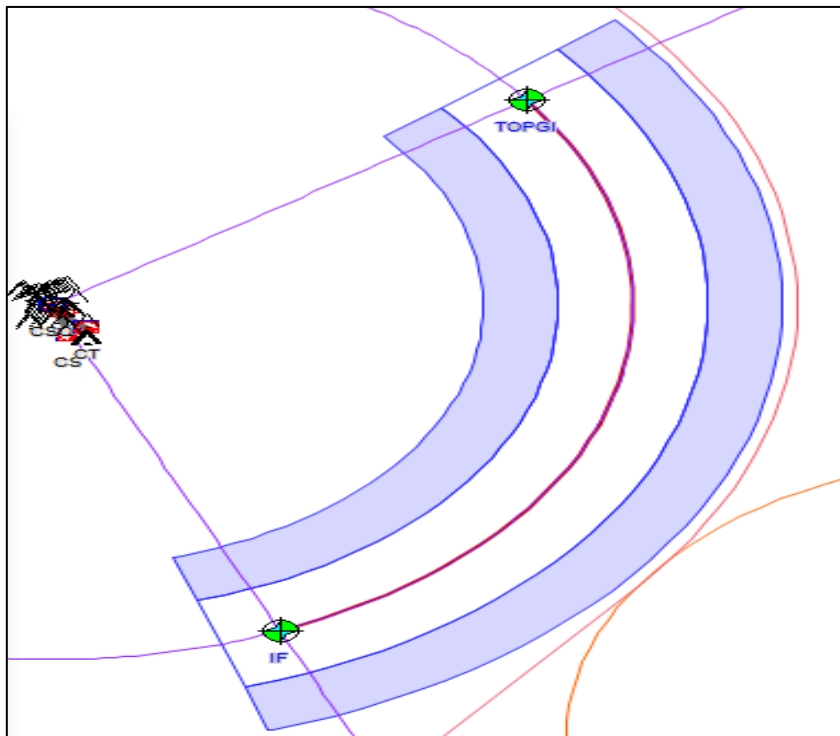


Figure 3.68: Segment initial

4.4.3 Segment intermédiaire:

- Début de segment: IF
- Fin de segment: FAP, ce repère se trouve au VOR/DME CSO 159° / 19.5 NM
- Alt obs. pénalisant = 1731 m (5730 ft)
- MOCA intermédiaire = 1840 m (6100 ft)
- Alt procédure = 2100 m(6900 m)

Figure3.69: Calcul paramètre du segment intermédiaire

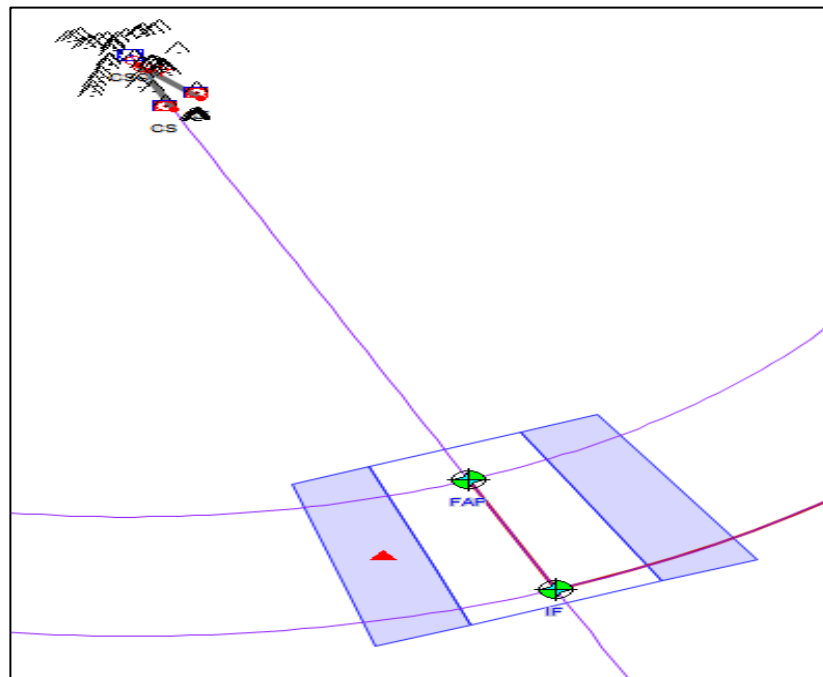


Figure 3.70: Segment intermédiaire

4.4.4 Segment final

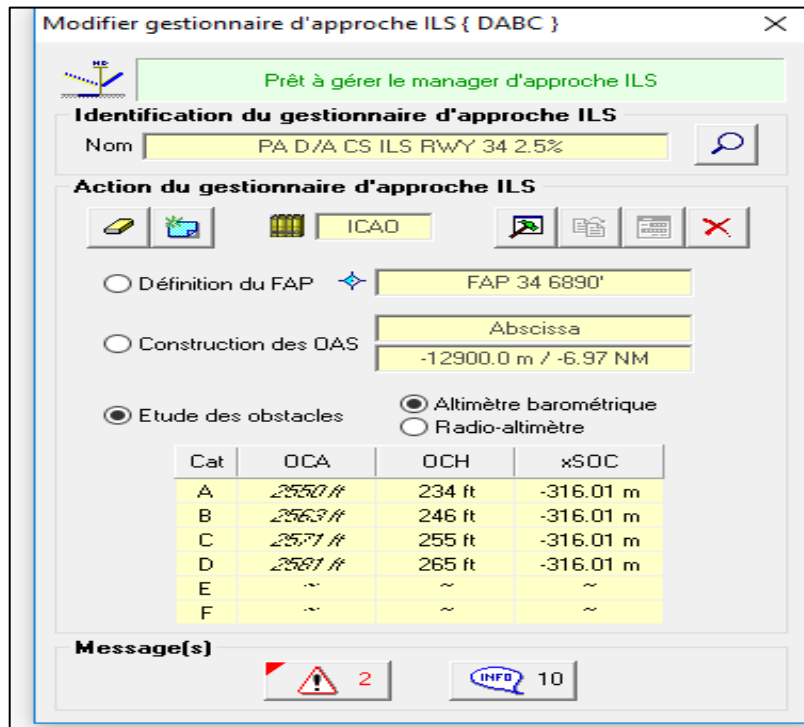


Figure3.71: Paramètres du segment final

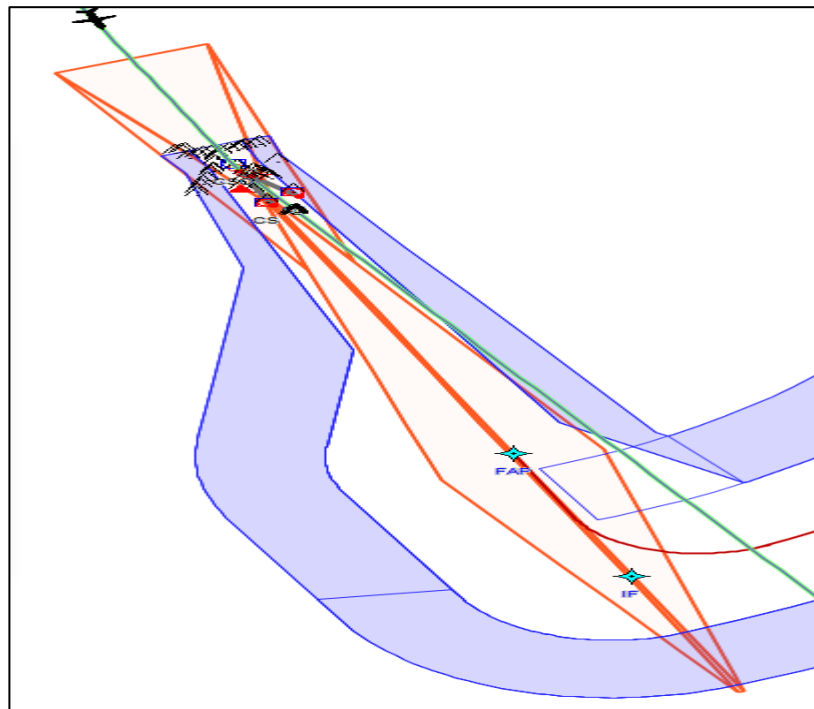


Figure 3.72: Segment final

**4.4.5 Segment d'approche interrompue**

Monter dans l'axe jusqu'au VOR/DME CSO puis virer à droite pour intercepter la radiale 353° VOR/DME CSO et suivre les instructions du contrôle

- Construction de l'API/TNA :

$$X_{soc} = ((OCH - HL) / \tan \alpha) - 900$$

$$X_{soc} = ((81-49) / \tan 3.15^\circ) - 900$$

$$X_{soc} = -318 \text{ m}$$

- Distance (SOC-TNA/H) = 1.5 NM

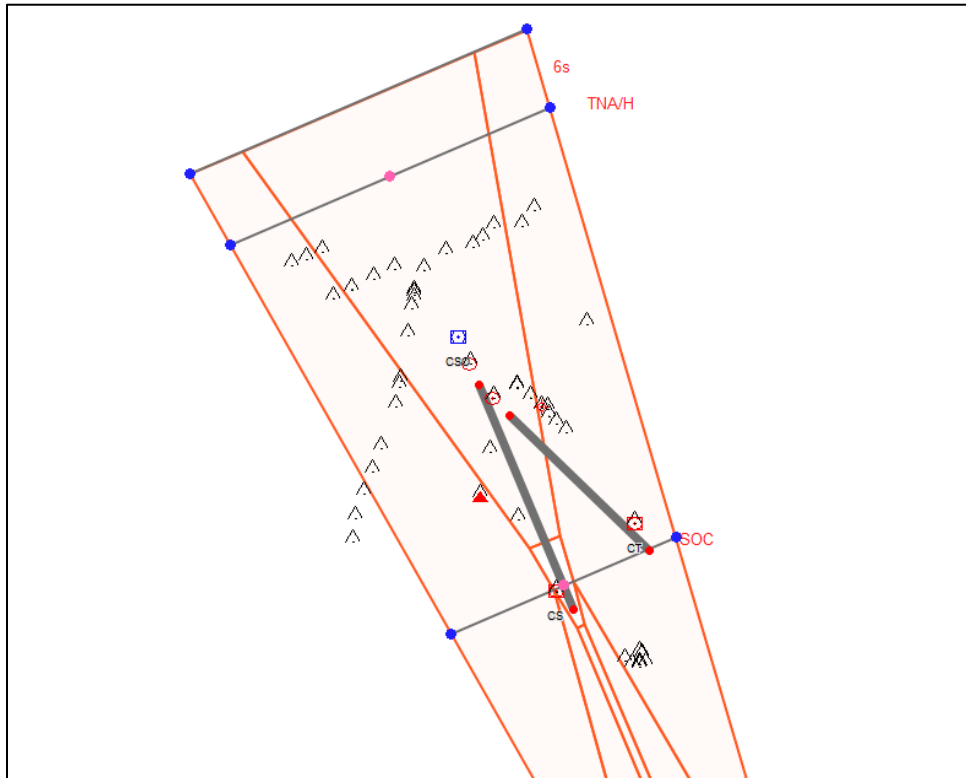


Figure 3.73: Segment API initial et intermédiaire



- Paramètre de virage :

Tableau 3.15 : Paramètre virage API

IAS	265 Kt
K	1.0906
TAS	289 kt
Inclinaison	15°
Rayon Ri	4.6 NM =8334 m
Vw	30 Kt
Délais de réaction 3s + mise en virage 3s	984 m
Ew 90°	0.75 NM
X SOC	-318 m

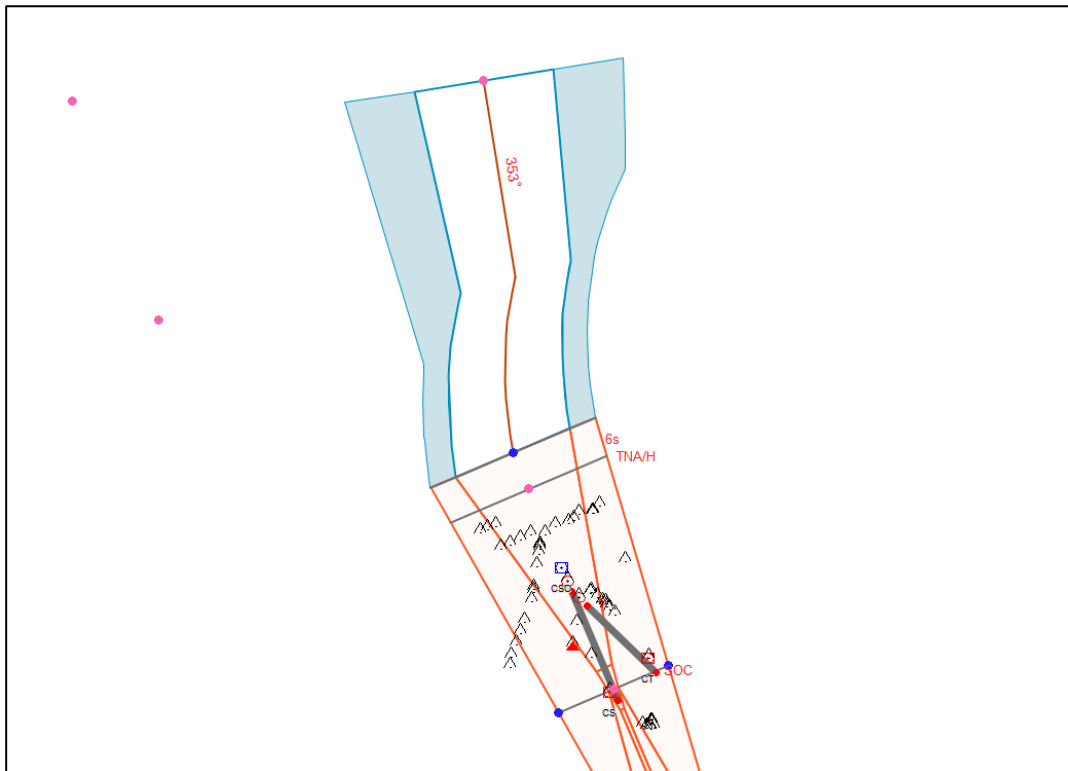


Figure 3.74: Virage API

4.4.6 **LOC ONLY**

Monter dans l'axe jusqu'au VOR /DME CSO puis virer à droite pour intercepter la radiale 353° CSO et suivre les instructions du contrôle.

→ **SOC**

$$SOC = 15s \cdot TAS + 10 \text{ KT}$$

$$SOC = 15 \cdot ((265 \cdot 1.0906) + 10 \text{KT}) \cdot (1852/3600)$$

$$SOC = 15 \cdot (289 + 10) \cdot (1852/3600)$$

$$SOC = 2290 \text{ m}$$

→ **Délai 6s**

$$\text{À } 6s \text{ (TAS} + 30\text{KT)} = 984 \text{ m}$$

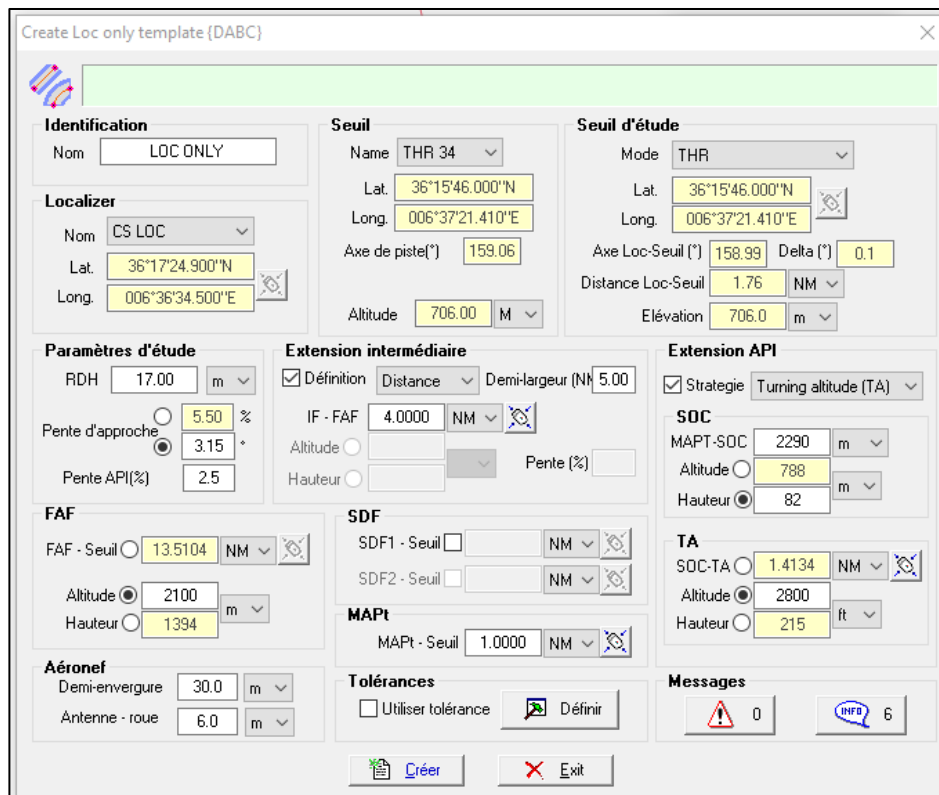


Figure 3.75: Calcul paramètre LOC ONLY

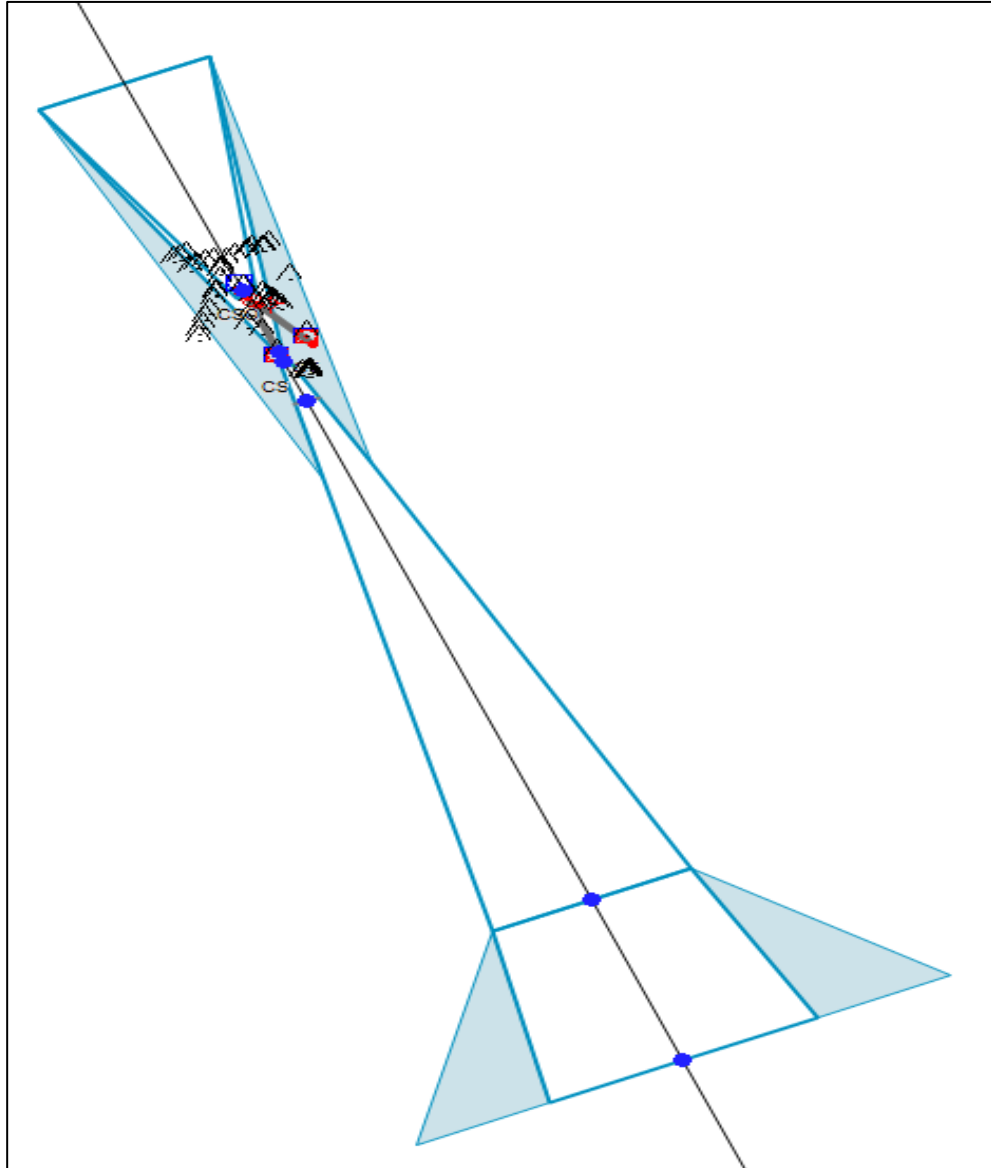


Figure 3.76: LOC ONLY

→ Étude d'obstacle

• Haute tension

- ALT Obs = 767 m
- MFO = 75m
- ALT THR RWY 34 = 706m
- OCH =  $(767+75) - 706 = 136$

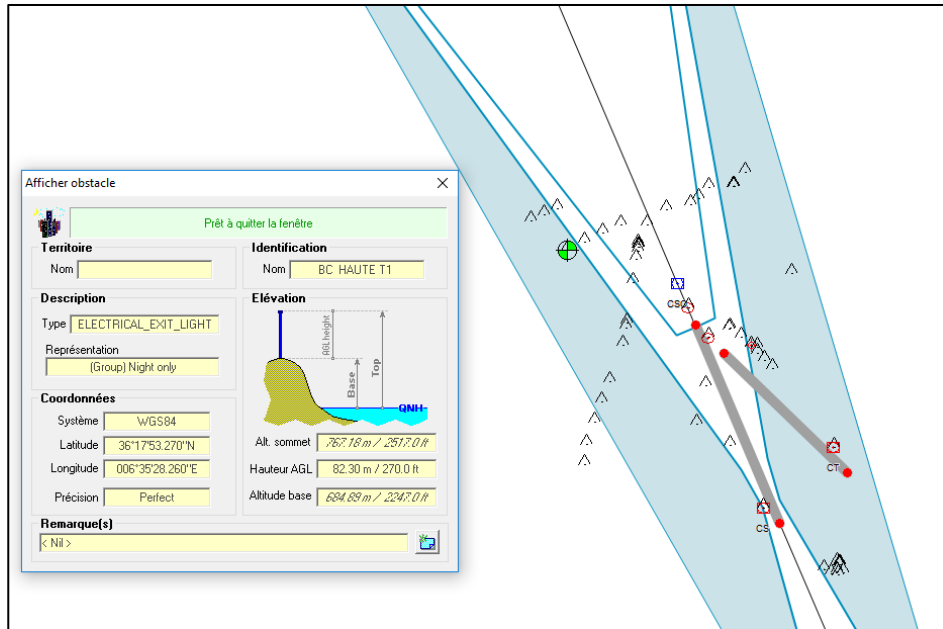


Figure 3.77: Obstacle HT

• TWR

OCH =  $(742+75) - 706 = 111$  m

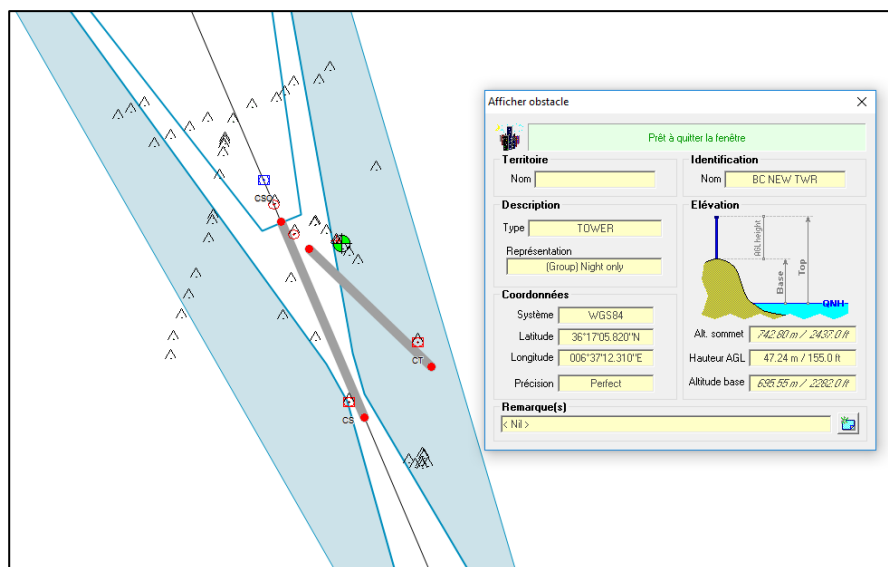


Figure 3.78: Obstacle TWR

- Radar

$$\text{OCH} = (773+75) - 706 = 142 \text{ arrondie } 150$$

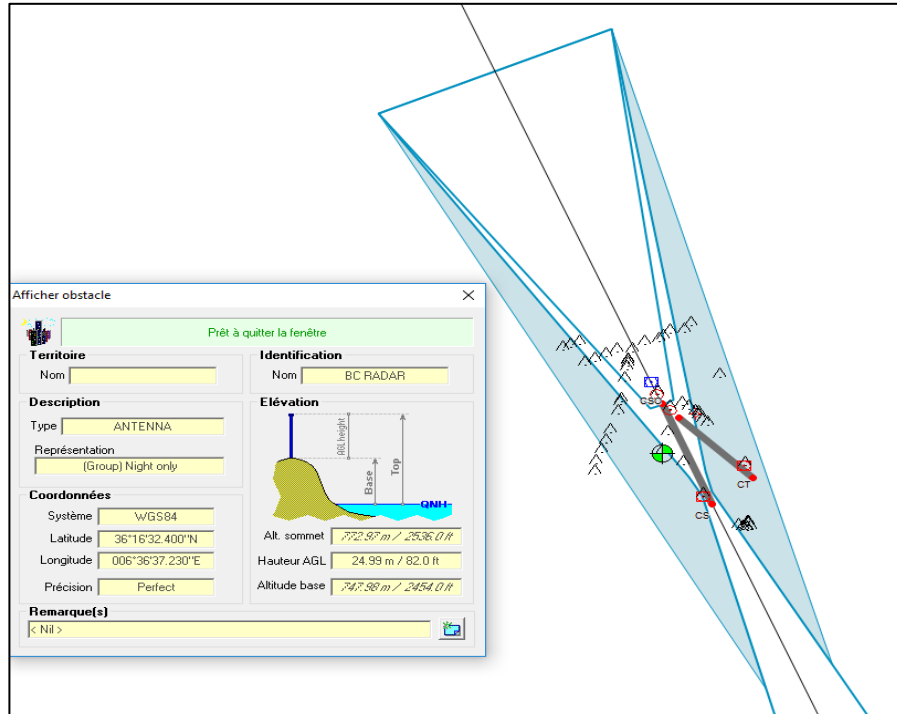
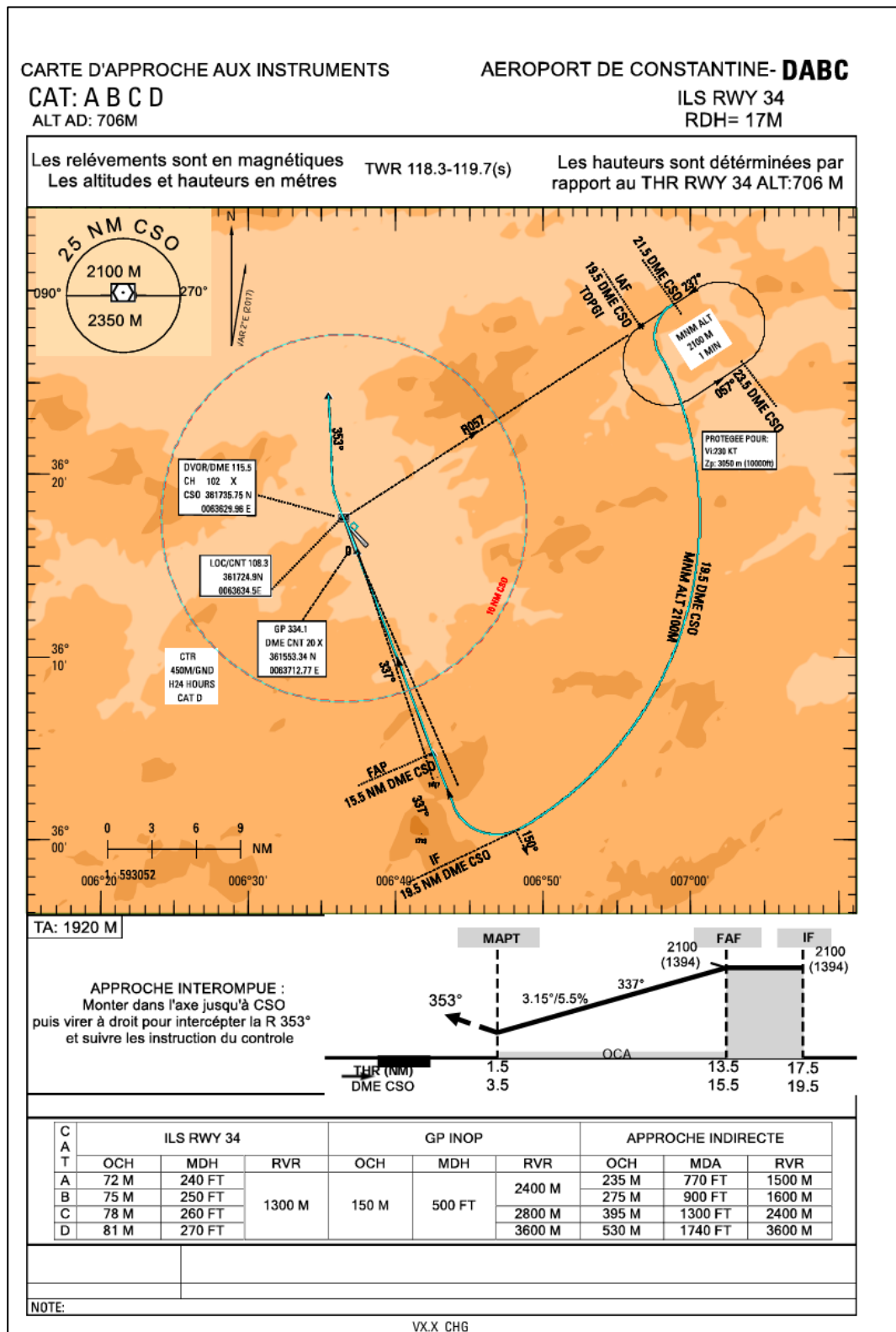


Figure3.79: Obstacle Radar

#### 4.5 Conclusion:

Après l'élaboration de la procédure d'approche aux instruments ILS en utilisant le système PANS-OPS, nous concluons que l'automatisation est la meilleure méthode de conception en matière de réduction du temps, de minimisation des incertitudes et d'amélioration de précision.

→ **La conception automatique de la carte d'approche aux instruments ILS-Z-  
RWY 34 :**



## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La réalisation de ce mémoire nous a permis de se familiariser avec l'aspect pratique de l'utilisation des informations requises dans notre cursus universitaire, tout en se confrontant aux difficultés rencontrées dans l'établissement des procédures d'approches aux instruments. Ces défis sont principalement liés à la complexité et aux particularités géographiques de l'aérodrome de Constantine, notamment son relief dangereux et à la proximité des zones à statuts particuliers.

Dans le cadre de développement de la navigation aérienne au niveau de cet aérodrome, nous avons conçu une nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour le seuil 16, réduisant ainsi les problèmes opérationnels existants. D'autre part nous avons procédé à la révision de la procédure d'approche de précision ILS seuil 34 qui malgré nos tentatives d'optimisation de la longueur de la percée, les contraintes topographiques nous ont contraints à conserver la procédure actuelle.

La similarité des résultats obtenus par la méthode manuelle et celle automatique nous permet de souligner l'efficacité de l'automatisation comme méthode privilégiée de conception, permettant de réduire les délais de conception, d'atténuer les incertitudes et d'accroître la précision du travail. Par ailleurs nous avons élaboré les cartes d'approches VOR et ILS en utilisant le module chart for flight et le logiciel D4F qui seront publiées incessamment dans l'AIP.

En perspective, l'adoption des procédures basées sur la navigation RNP AR (Required Navigation Performance Authorization Required) est envisagée comme solution potentielle pour surmonter les limitations actuelles dues aux obstacles environnants. Ce projet représente une étape importante vers l'adoption de technologies de navigation avancées, répondant ainsi aux besoins actuels et futurs de l'aviation.

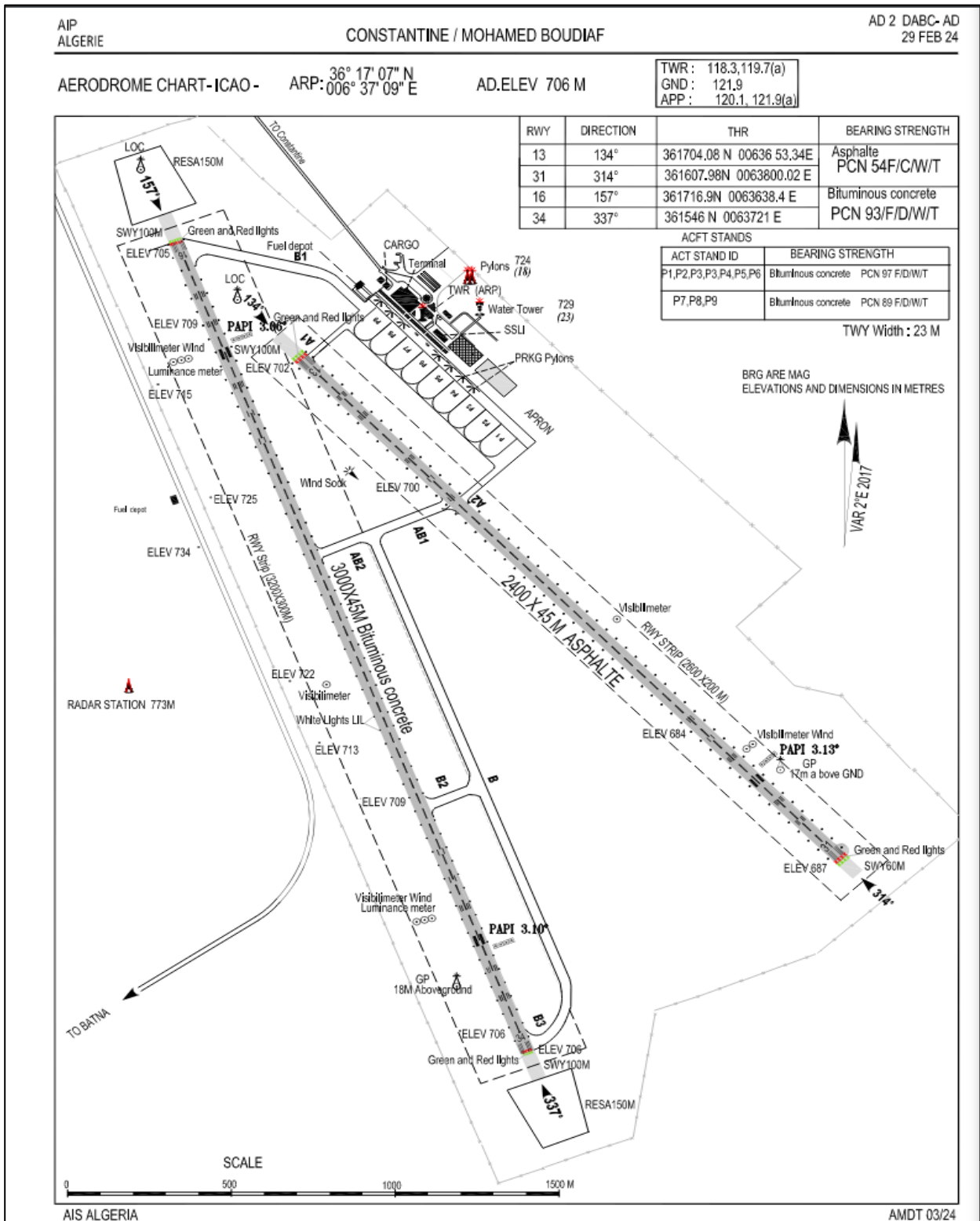


# ANNEXES

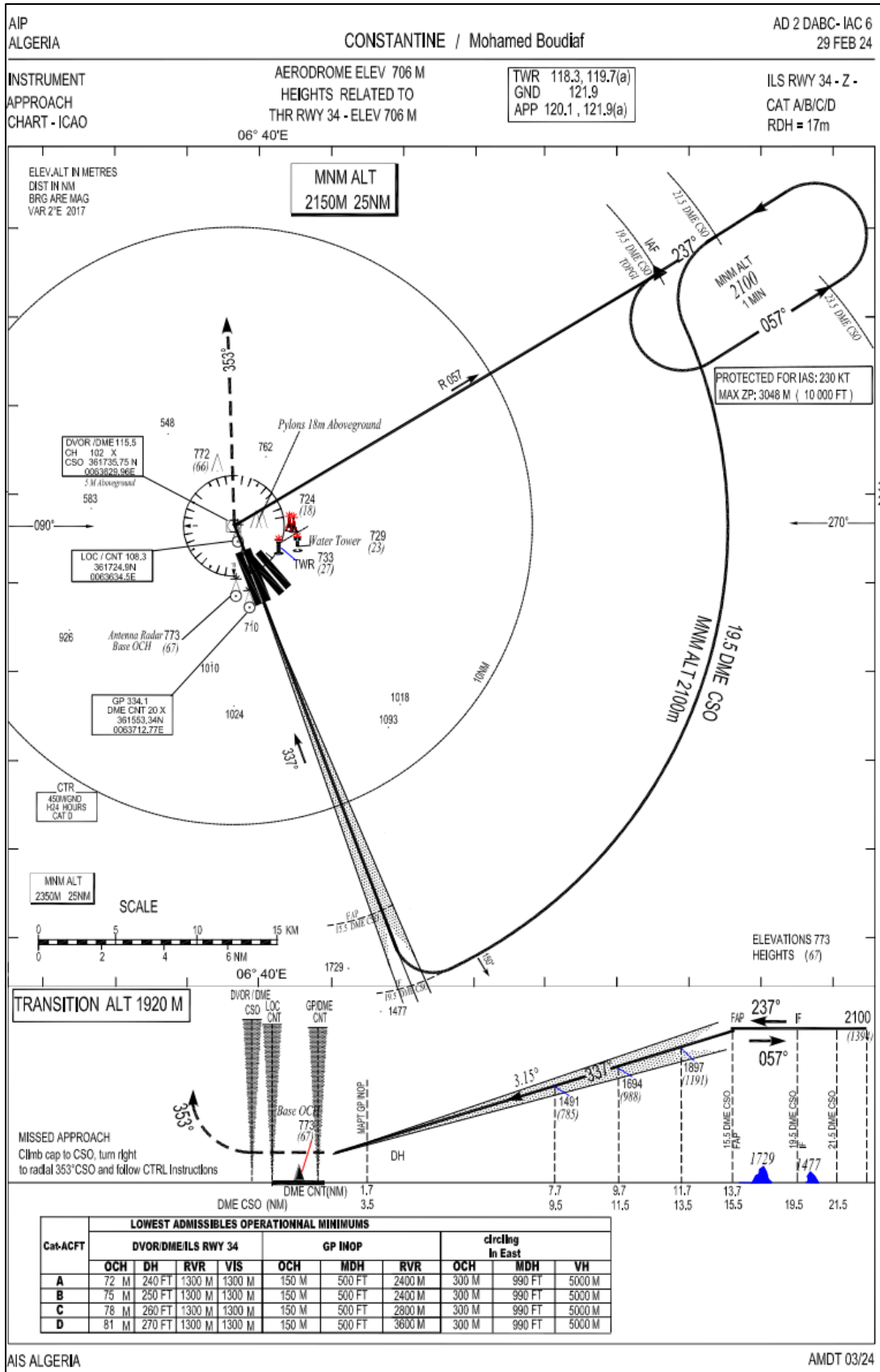


# ANNEXES

## ANNEXE 1: PRÉSENTATION LA CARTE D'AERODROME CONSTANTINE



# ANNEXE 2 : Les procédures existantes dans l'aérodrome d Constantine



AIP  
ALGERIA

CONSTANTINE / Mohamed Boudiaf

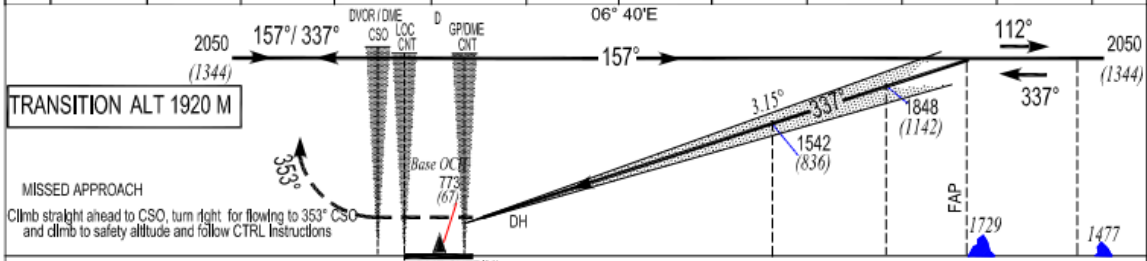
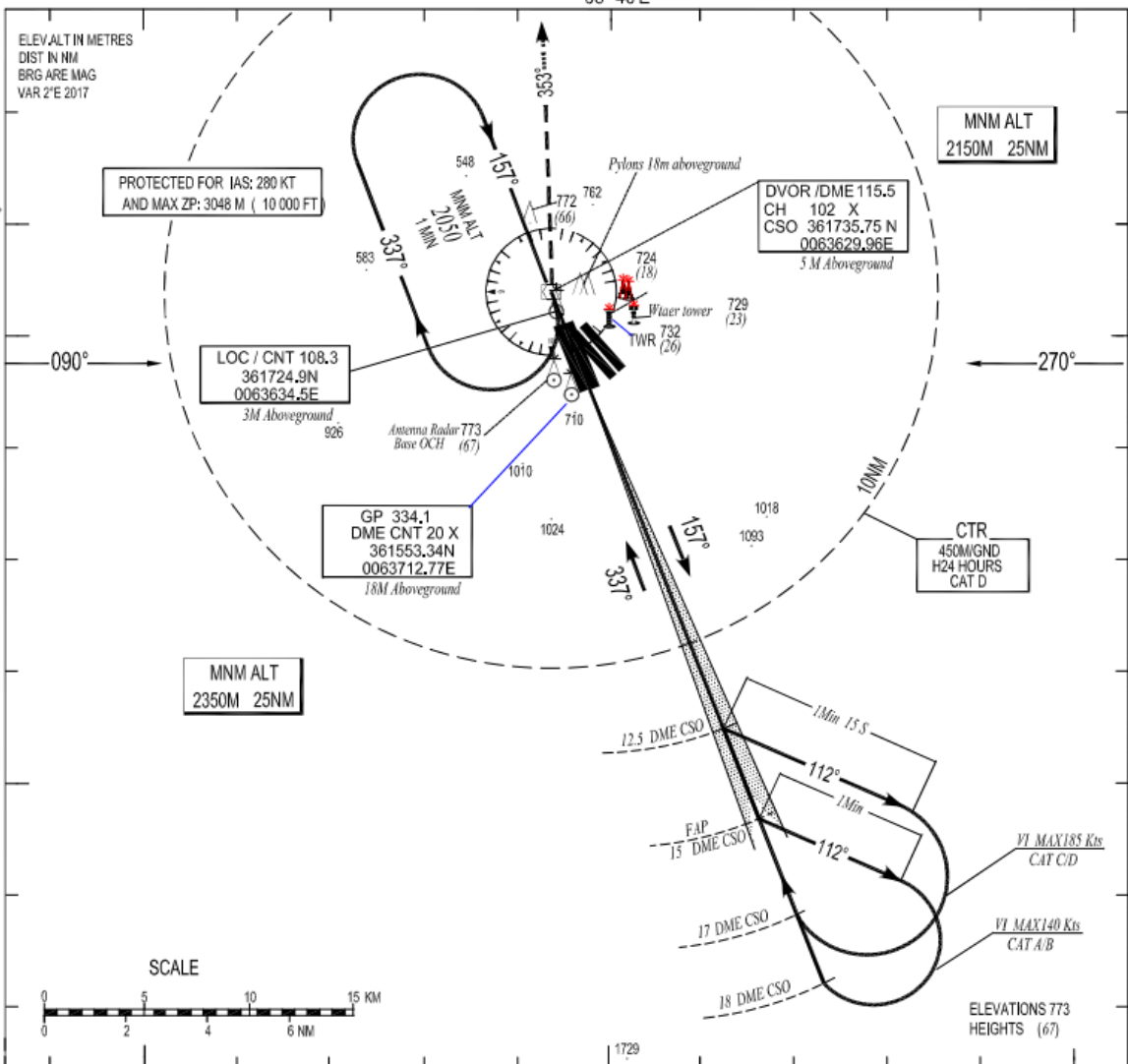
AD 2 DABC- IAC 2  
29 FEB 24

INSTRUMENT  
APPROACH  
CHART - ICAO

AERODROME, ELEV 706 M  
HEIGHTS RELATED TO  
THR RWY 34 - ELEV 706 M

TWR 118.3, 119.7(a)  
APP 120.1, 121.9(a)  
GND 121.9

ILS RWY 34 - Y -  
CAT A/B/C/D  
RDH = 17 M



CAT	LOWEST ADMISSIBLES OPERATIONNAL MINIMUMS								
	DVOR/DME/ILS RWY 34			LOC RWY 34			circling East		
	OCH	DH	RVR	OCH	MDH	RVR	OCH	MDH	VH
A	72 M	240 FT	1300 M	150 M	495 FT	2400 M	300 M	990 FT	5000 M
B	75 M	250 FT	1300 M	150 M	495 FT	2400 M	300 M	990 FT	5000 M
C	78 M	260 FT	1300 M	150 M	495 FT	2800 M	300 M	990 FT	5000 M
D	81 M	270 FT	1300 M	150 M	495 FT	3600 M	300 M	990 FT	5000 M

AIP  
ALGERIA

CONSTANTINE / Mohamed Boudjaf

AD 2 DABC - IAC 1  
18 DEC 23

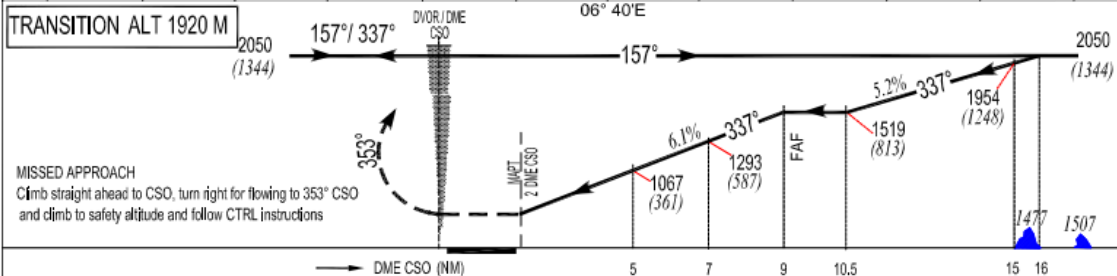
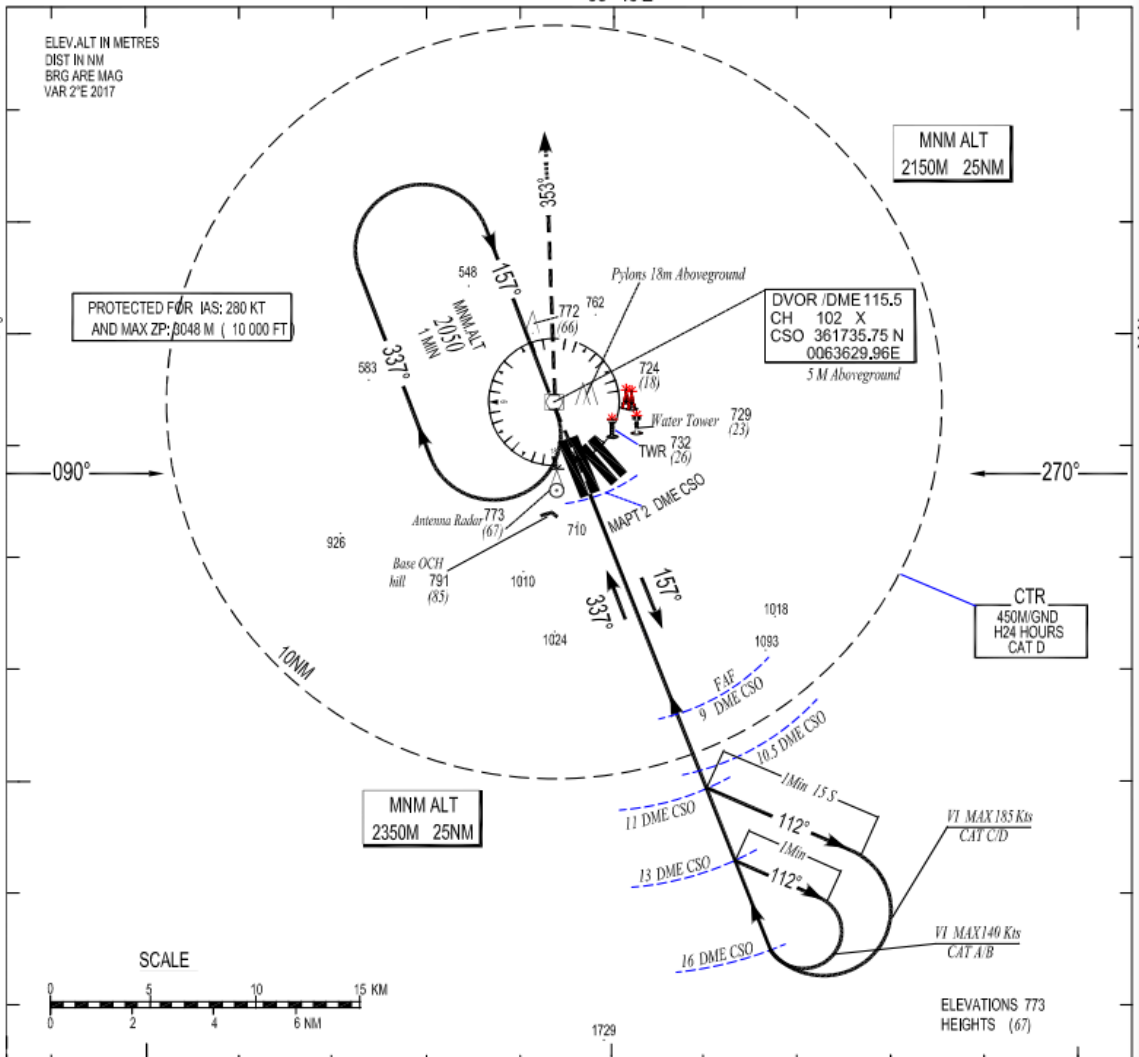
INSTRUMENT APPROACH  
CHART - ICAO

AERODROME ELEV 706 M  
HEIGHTS RELATED TO  
THR RWY 34 - ELEV 706 M

APP 120.1, 121.9(a)  
TWR 118.3, 119.7(a)  
GND 121.9

DVOR / DME RWY 34  
CAT A/B/C/D

06° 40'E



MISSED APPROACH  
Climb straight ahead to CSO, turn right for flowing to 353° CSO and climb to safety altitude and follow CTRL instructions

Category	LOWEST ADMISSIBLES OPERATIONNEL MINIMUMS					
	DVOR/DME RWY 34			Circling East		
	OCH	MDH	VH	OCH	MDH	VH
A	175 M	580 FT	2400 M	300 M	990 FT	5000 M
B	175 M	580 FT	2400 M	300 M	990 FT	5000 M
C	175 M	580 FT	3200 M	300 M	990 FT	5000 M
D	175 M	580 FT	3600 M	300 M	990 FT	5000 M

AIP  
ALGERIA

CONSTANTINE / Mohamed Boudiaf

AD 2 DABC -IAC7  
29 FEB 24

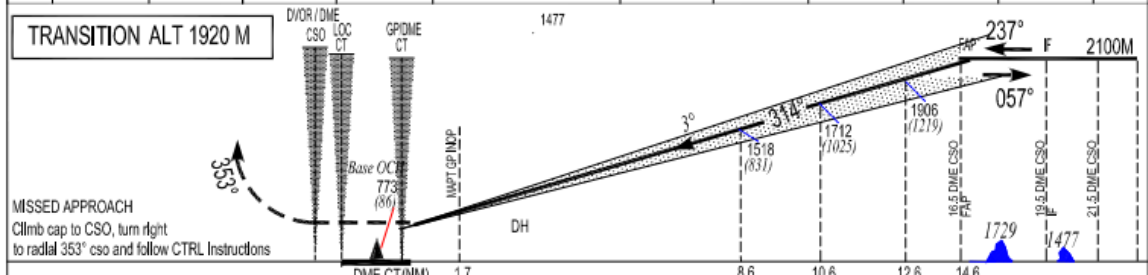
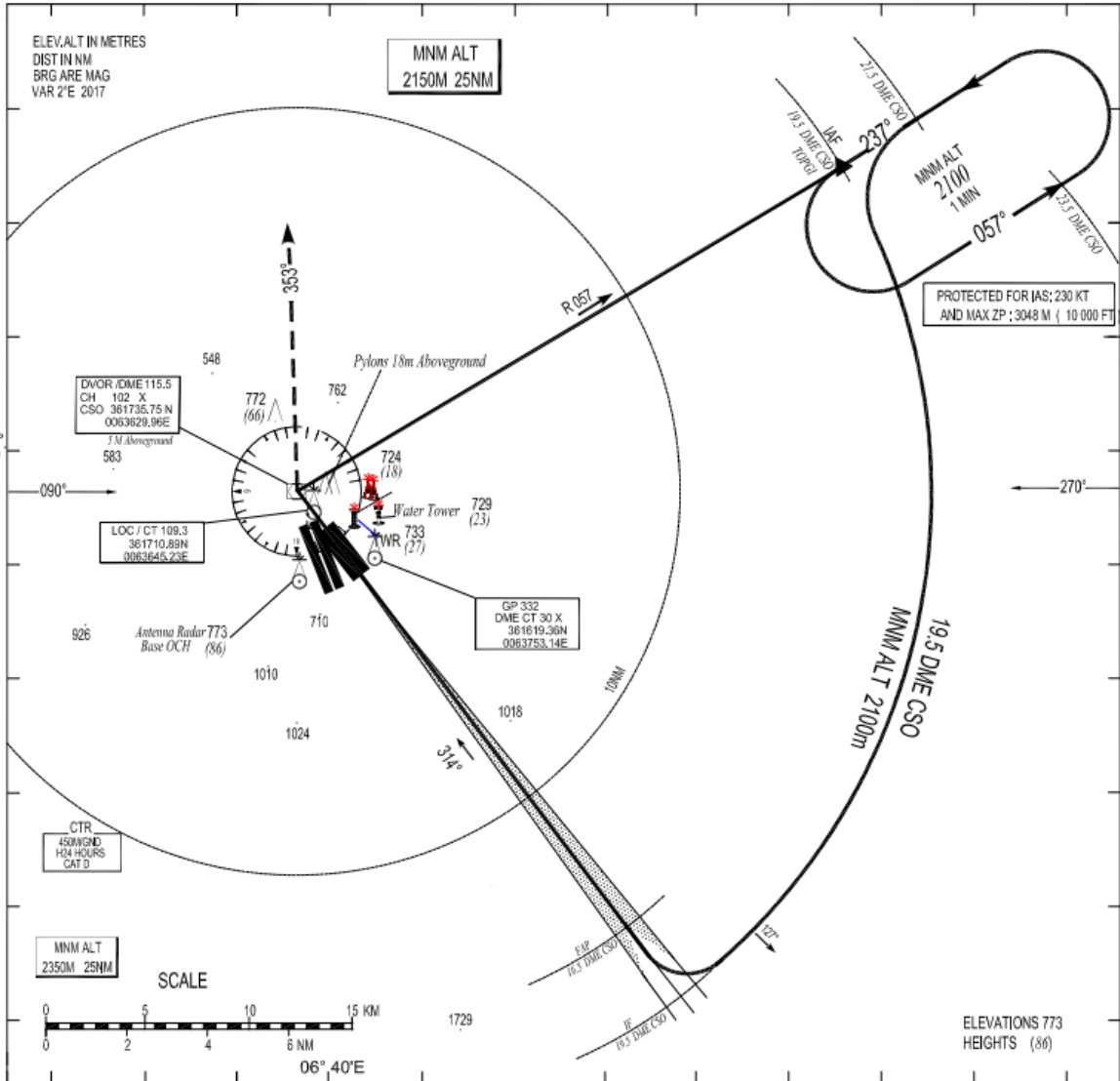
INSTRUMENT  
APPROACH  
CHART - ICAO

AERODROME ELEV 706 M  
HEIGHTS RELATED TO  
THR RWY 31 - ELEV 687 M

TWR 118.3, 119.7(a)  
GND 121.9  
APP 120.1, 121.9(a)

ILS RWY 31 -Z-  
CAT A/B/C/D  
RDH = 17m

06° 40'E



Cat-ACFT	LOWEST ADMISSIBLES OPERATIONAL MINIMUMS									
	DVOR/DME/ILS RWY 31				GP INOP			circling In East		
	OCH	DH	RVR	VIS	OCH	MDH	RVR	OCH	MDH	VH
A	72 M	240 FT	1300 M	1300 M	150 M	500 FT	2400 M	300 M	980 FT	5000 M
B	75 M	250 FT	1300 M	1300 M	150 M	500 FT	2400 M	300 M	980 FT	5000 M
C	78 M	260 FT	1300 M	1300 M	150 M	500 FT	2800 M	300 M	980 FT	5000 M
D	81 M	270 FT	1300 M	1300 M	150 M	500 FT	3600 M	300 M	980 FT	5000 M

AIP  
ALGERIA

CONSTANTINE / Mohamed Boudiaf

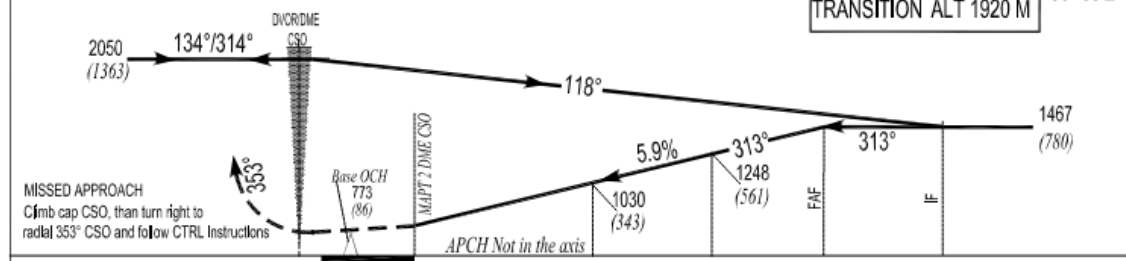
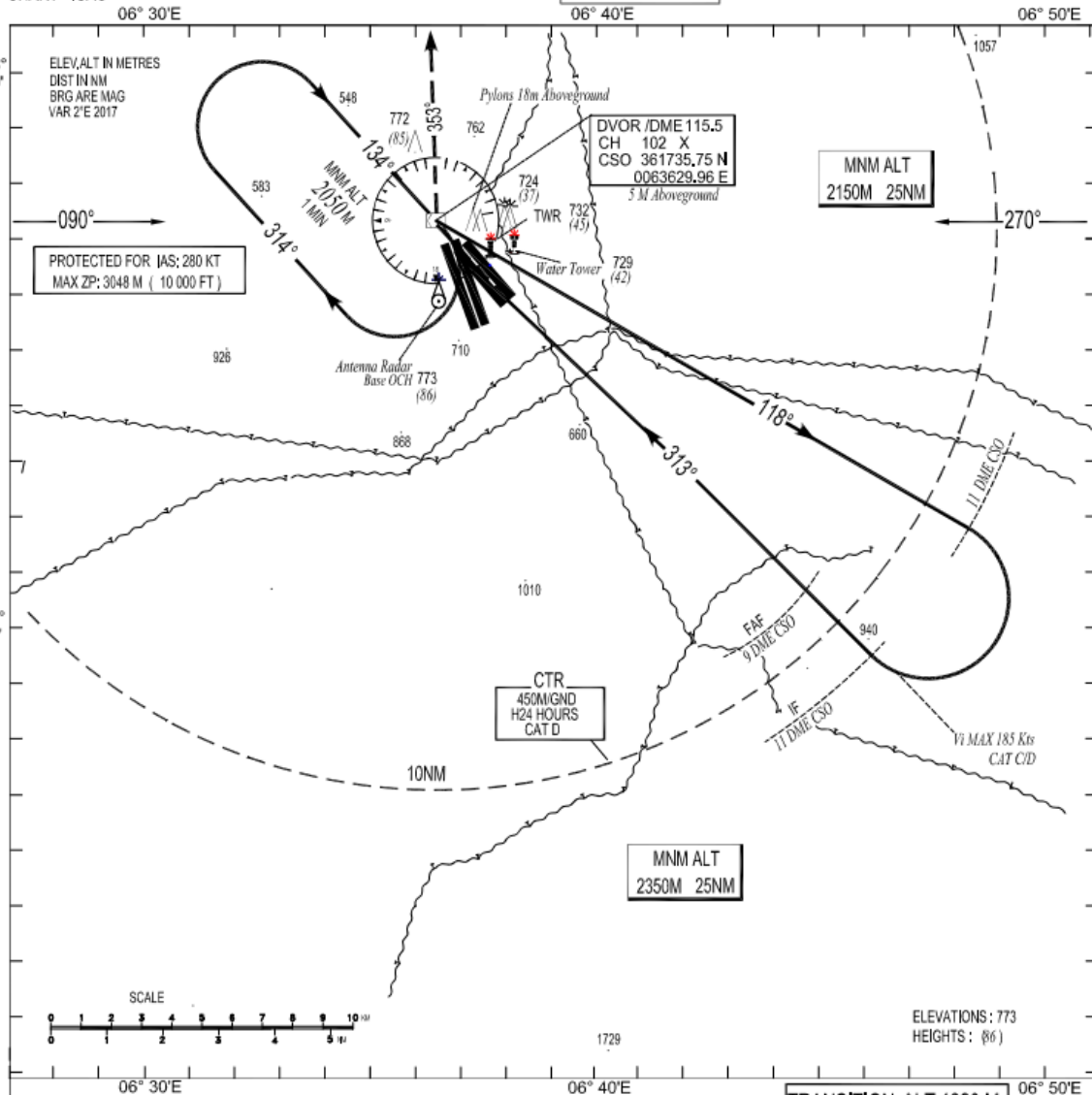
AD2 DABC - IAC 3  
18 DEC 23

INSTRUMENT  
APPROACH  
CHART - ICAO

AERODROME, ELEV 706 M  
HEIGHTS RELATED TO  
THR RWY 31 - ELEV 687 M

APP 120.1- 121.9(a)  
TWR 118.3 - 119.7(a)  
GND 121.9

DVOR / DME RWY 31  
CAT C / D



Cat/CT	LOWEST ADMISSIBLES OPERATIONAL MINIMUMS					
	DVOR/DME RWY 31			Circling East		
	OCH	MDH	VH	OCH	MDH	VH
C	160 M	530 FT	2800 M	300 M	990 FT	5000 M
D	160 M	530 FT	3600 M	300 M	990 FT	5000 M

AIS ALGERIA

AMDT 05/23

AIP  
ALGERIA

CONSTANTINE / Mohamed Boudiaf

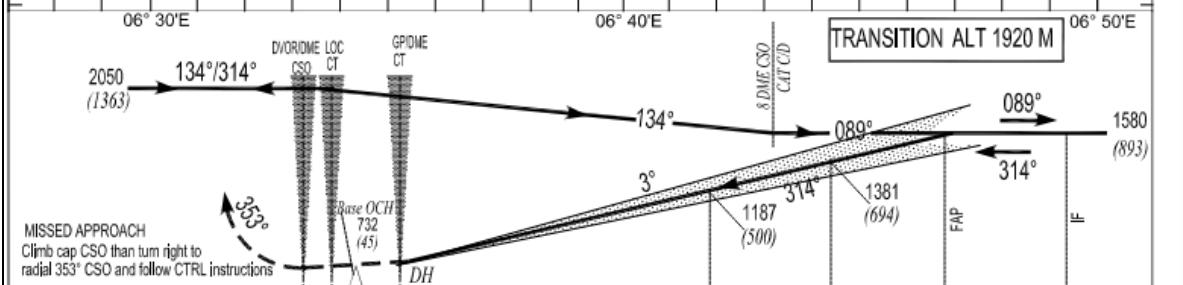
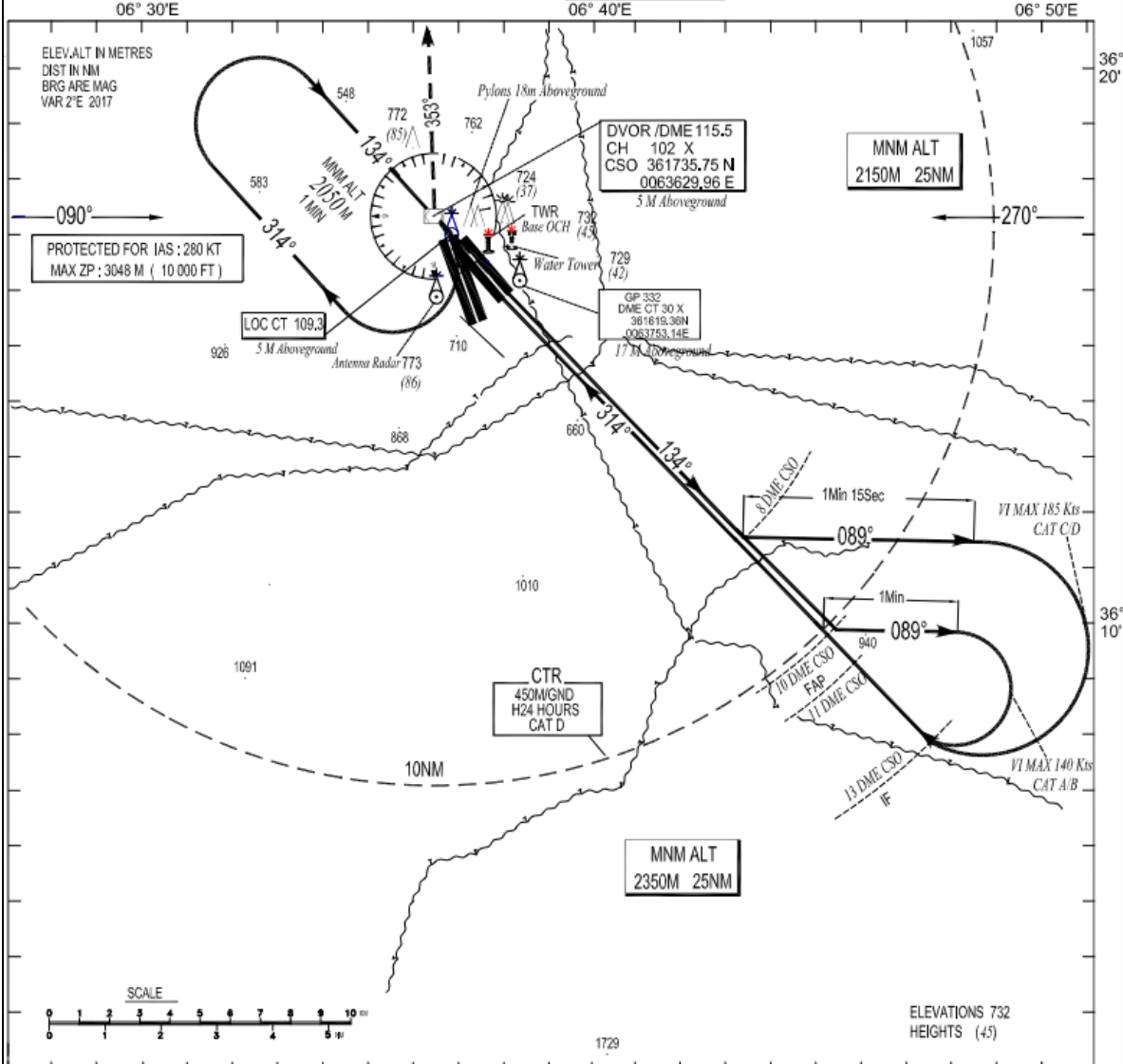
AD 2 DABC - IAC 5  
29 FEB 24

INSTRUMENT  
APPROACH  
CHART - ICAO

AERODROME ELEV 706 M  
HEIGHTS RELATED TO  
THR RWY 31 - ELEV 687 M

APP 120.1- 121.9(s)  
TWR 118.3 - 119.7(s)  
GND 121.9

LS RWY 31 - Y -  
CAT A/B/C/D  
RDH = 17 M

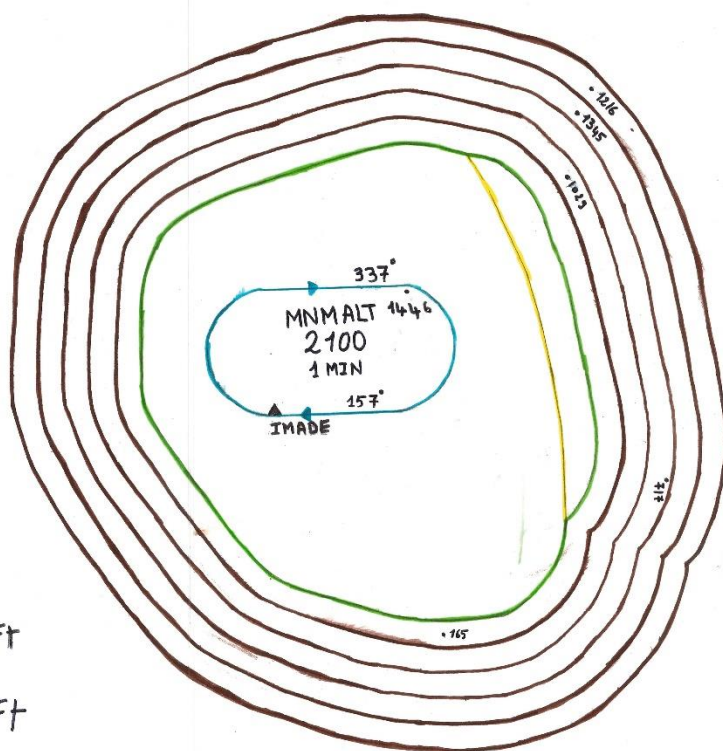


**LOWEST ADMISSIBLES OPERATIONNAL MINIMUMS**

CAT/DT	DVOR/DME-LS RWY 31				LOC RWY 31			circling In East		
	OCH	DH	RVR	VIS	OCH	MDH	RVR	OCH	MDH	VH
A	80 M	200 FT	1200 M	1200 M	150 M	500 FT	2400 M	300 M	990 FT	5000 M
B	83 M	210 FT	1200 M	1200 M	150 M	500 FT	2400 M	300 M	990 FT	5000 M
C	86 M	220 FT	1200 M	1200 M	150 M	500 FT	2800 M	300 M	990 FT	5000 M
D	89 M	230 FT	1200 M	1200 M	150 M	500 FT	3600 M	300 M	990 FT	5000 M

### ANNEXE 3 : DESSIN MANUELLE

# ATTENTE



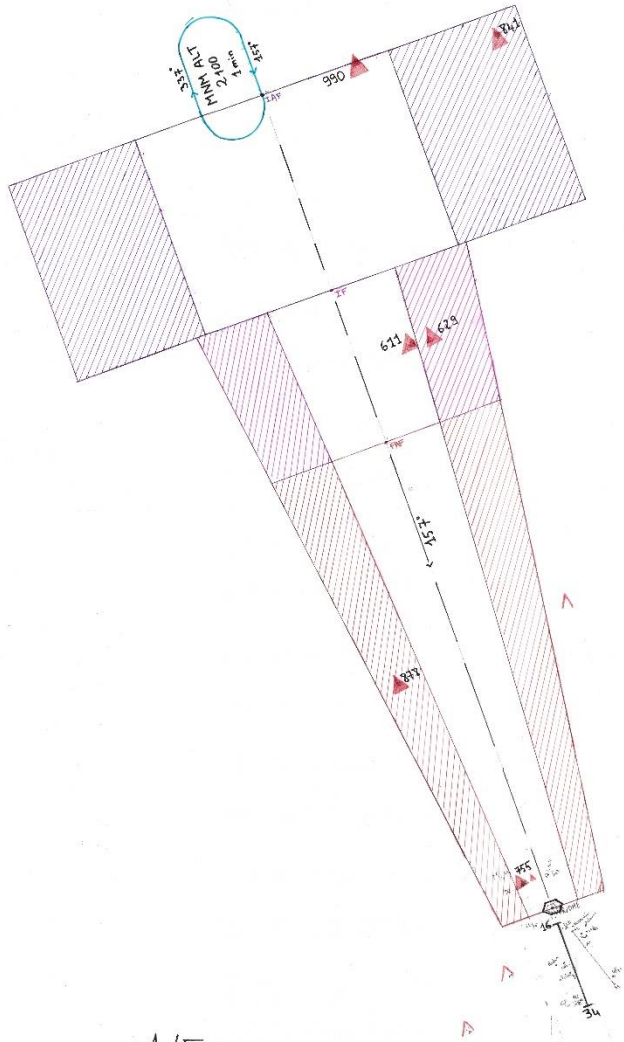
Paramètres:

- $V_I = 230 \text{ kt}$
- $Z_{p_{\text{max}}} = 10000 \text{ Ft}$
- $Z_{p_{\text{min}}} = 7000 \text{ Ft}$
- Catégorie d'aéronef: D

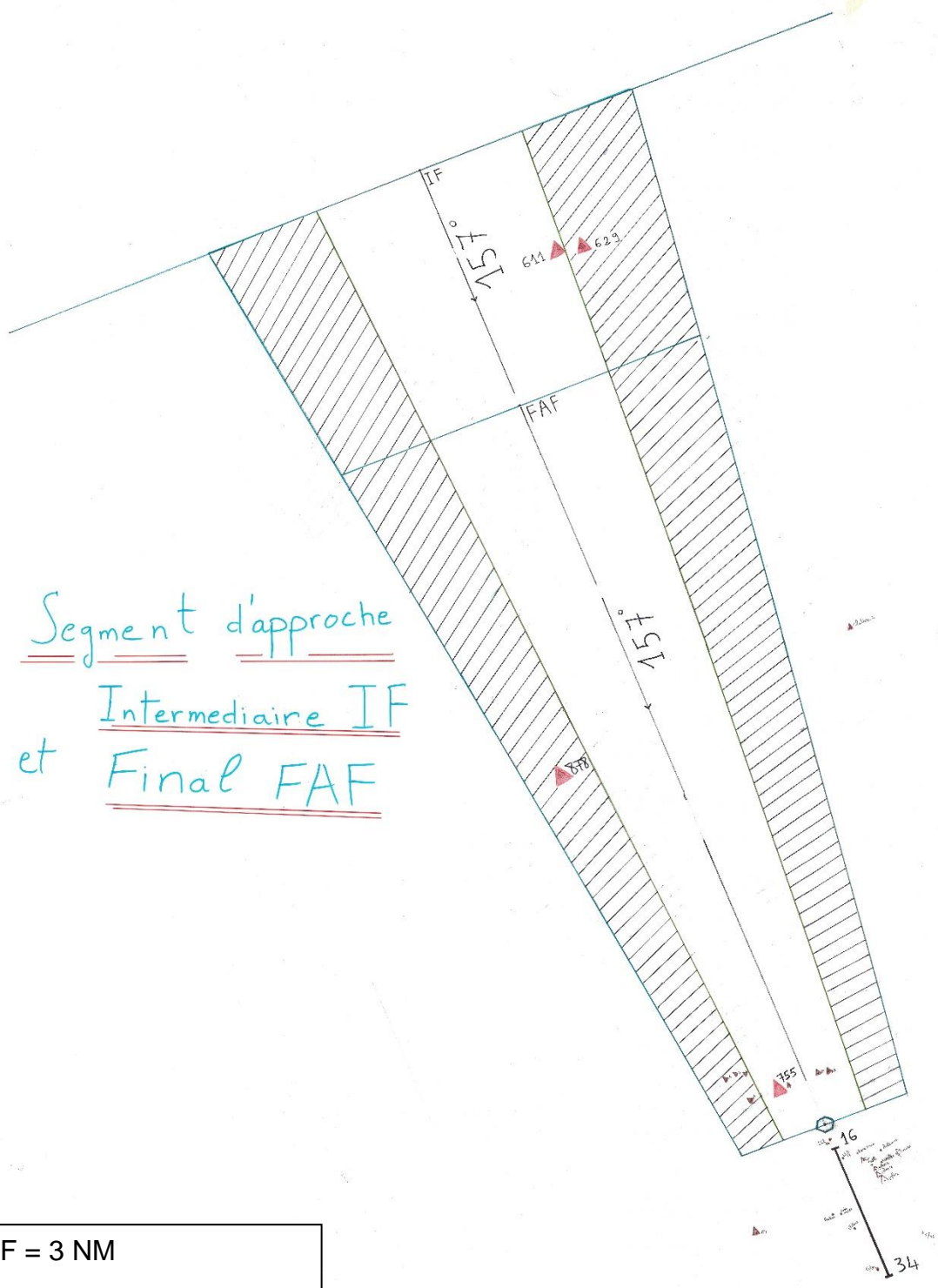
ECHELLE 1/200000



# Les Segments d'Approche Classique



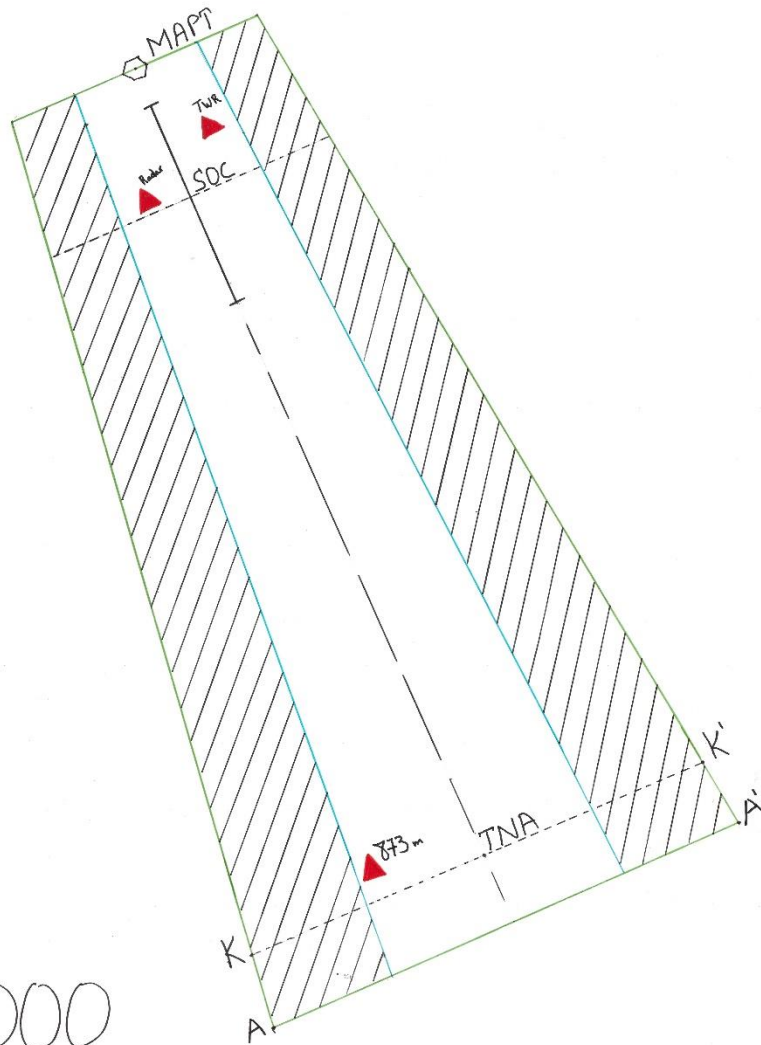
1/50000



Segment d'approche  
Intermediaire IF  
 et Final FAF

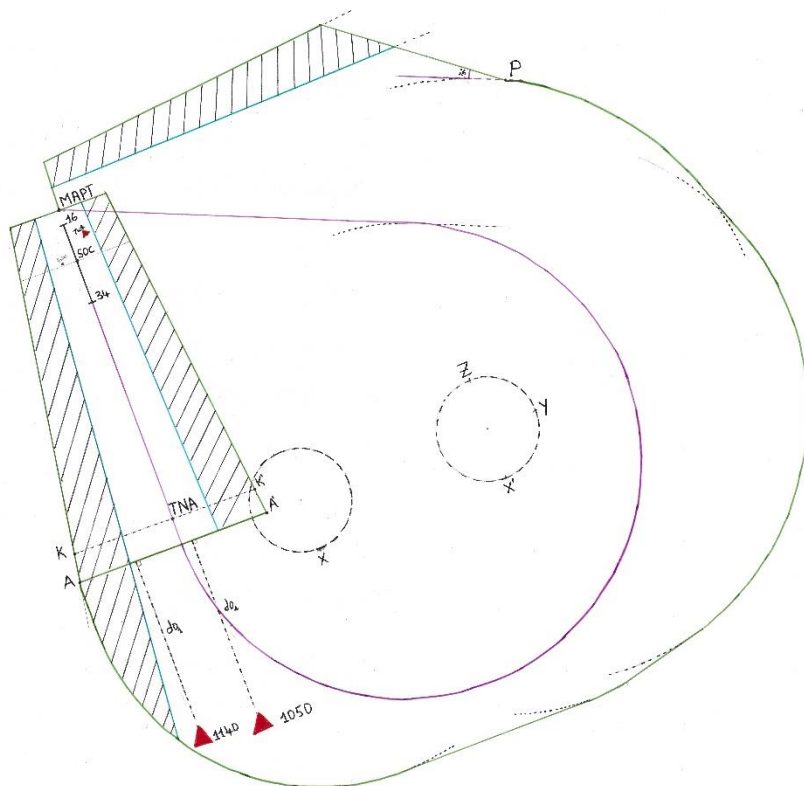
IF = 3 NM  
 FAF = 9.2 NM  
 ECHELLE 1/25000

# APPROCHE INTERROMPUE AIRE MISE EN VIRAGE



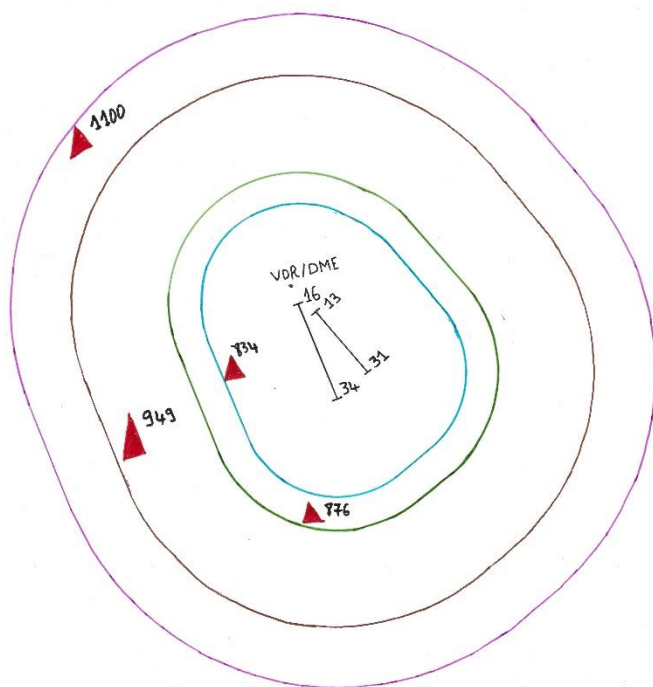
1/25000

# APPROCHE INTERROMPUE AIRE DE VIRAGE



ECHELLE 1/50000

# MANOEUVRE À VUE



- CAT A \_\_\_\_\_
- CAT B \_\_\_\_\_
- CAT C \_\_\_\_\_
- CAT D \_\_\_\_\_

1/50000



# APPENDICES

## APPENDICES

### 1. Introduction

Le stage pratique de mon projet fin d'étude fut réalisé au sein de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (**E.N.N.A**) au niveau de direction d'exploitation de la navigation aérienne (**D.E.N.A**) et plus précisément au niveau du Département de la Circulation Aérienne (**D.C.A**) au Service d'Etude et de Développement (**S.E.D**), le responsable sur la conception des procédures pendant 4 mois.

### 2. Présentation de l'ENNA

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

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

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

### 3. Mission de l'ENNA

Les principales missions de l'établissement sont les suivants :

- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs, l'implantation des aérodromes et les installations relevant de sa mission ;

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

#### **4. Organisation de l'ENNA**

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



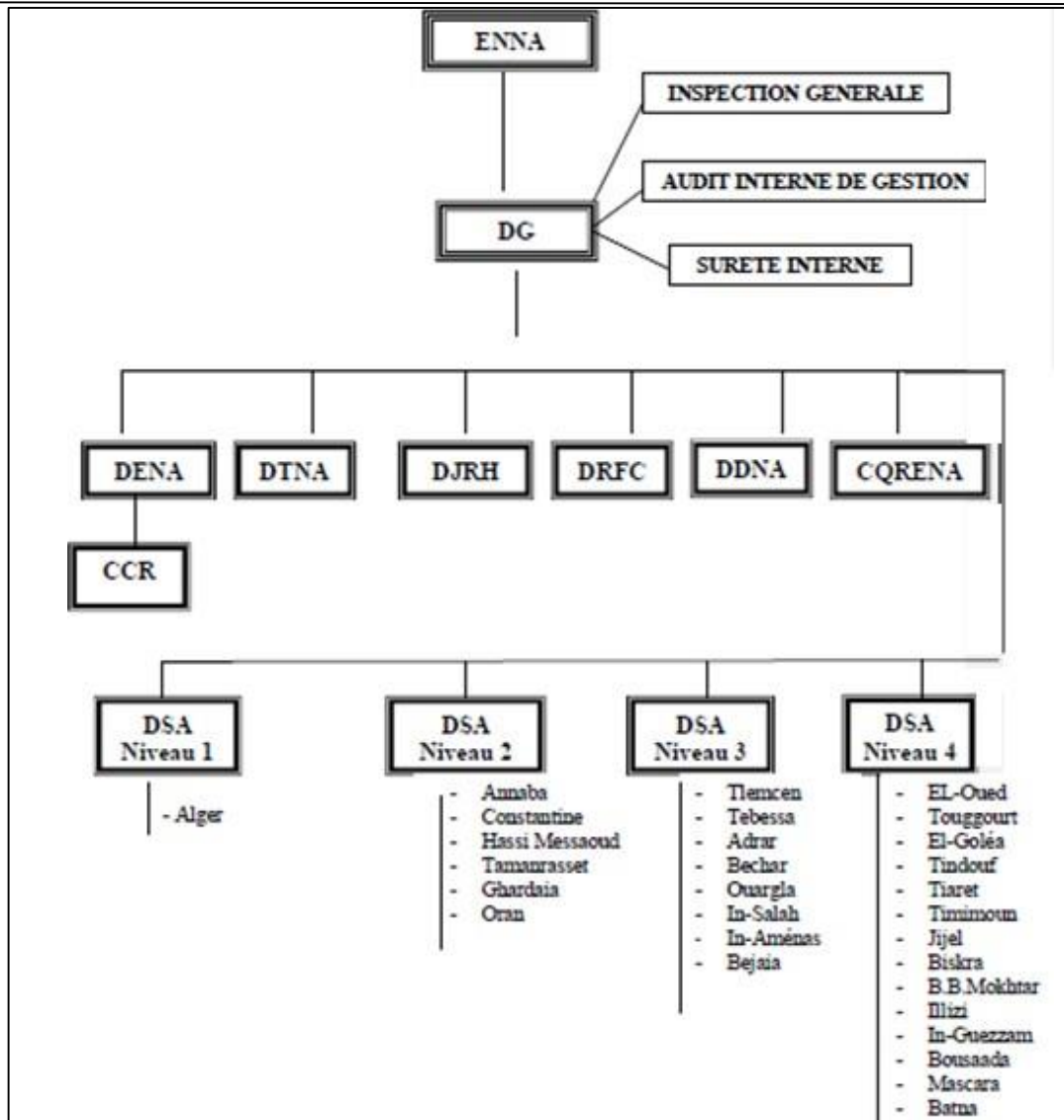


Figure 1 : Organisation De l'ENNA

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

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

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

- Assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne ;
- Gérer et contrôler l'espace aérien (en route et au sol) confié par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne ;
- Veiller à la bonne gestion technique au niveau des aérodomes ;
- Mettre à la disposition de tous les exploitants le service de l'information aéronautique ainsi que les informations météorologiques ;
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique ;
- La facturation des redevances de la navigation aérienne de l'entreprise ;
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aérodomes.

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

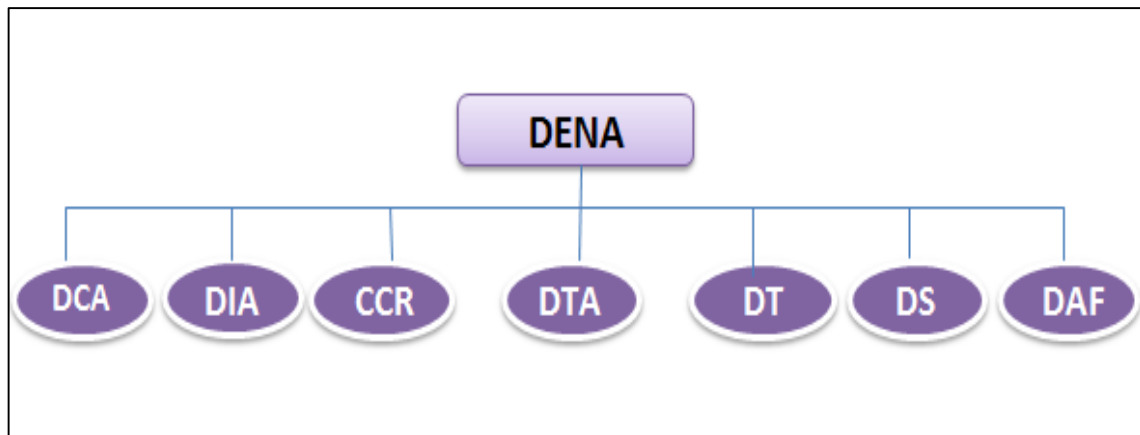


Figure2: Organisation de la DENA

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

## **6. Le Département de la Circulation Aérienne DCA**

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

- Service Études et Développement (SED).
- Service Contrôle et Coordination (SCC).

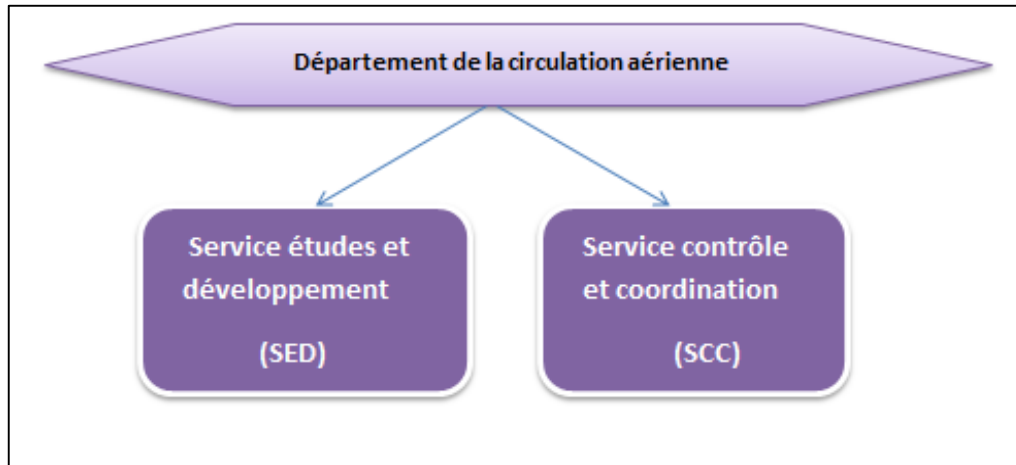


Figure3: Organisation de DCA

### **→ Le Service Études et Développement (SED)**

Il est chargé des tâches suivantes :

- Élaboration des plans des servitudes aéronautique de dégagement des aérodromes.
- Étude des obstacles à la navigation aérienne.
- Élaboration des cartes d'obstacles d'aérodromes.
- Étude 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 déplacements des moyens de radionavigation.
- Élaboration 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

→ **Service Contrôle et Coordination SCC**

Le service est chargé des fonctions suivantes :

- La tenue à jour de fichier informatisé « l'État des Aérodrômes » relatif à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national ;
- Il est chargé d'analyser des anomalies d'exploitation dans l'espace aérien relatives aux avis d'incidents, accidents, comptes rendus d'irrégularité d'exploitation (AIR PROX, réclamation, déroutement, alertes, procédures et infractions) concernant les aéronefs et leurs équipages ;
- La mise à jour et la tenue de la réglementation en vigueur sur le plan international (OACI) ;
- Il veille à l'application de la réglementation internationale concernant le service de sauvetage et de la lutte contre l'incendie au niveau des aérodromes et notamment le maintien en vigueur de la catégorie requise (OACI) appliqué au service SSLI ;
- Il représente la DENA auprès des services de recherche et de sauvetage des aéronefs en détresse (SAR).
- L'inspection technique de tous les aérodromes sur le territoire national conformément à la réglementation internationale de l'aviation civile et l'instruction de la DACM.
- Il est chargé d'autres missions relatives à l'exploitation des aérodromes confiés par la DENA.

## **7. Conclusion**

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

## **GÉOTITAN [13]**

GéoTITAN, est un logiciel expert dédié à la création et la gestion des procédures aériennes. Il permet la création des trajectoires IFR pour l'approche et en route pour les applications de navigation conventionnelle et RNAV dans un environnement SIG (Système d'Information Géographique).

Géo TITAN : est basé sur les critères des documents suivant :

- ICAO DOC 8168-OPS/611,
- ICAO DOC 9613,
- ICAO DOC 9905,
- Recueil PRO REC PRO / INS 350 DIRCAM,
- OTAN AATCP 1E.

Le cœur du logiciel est régulièrement mis à jour avec de nouvelles fonctionnalités au moins une fois par an.

Géo TITAN : offre une automatisation effective pour la création de procédures au travers d'outils puissants comme :

- ✓ Utilisation d'une base de données de référence pour fournir les données aéronautiques,
- ✓ Calculs automatiques utilisant les lignes géodésiques pour toutes les phases de vol,
- ✓ Calcul et affichage des aires de protections,
- ✓ Calcul des altitudes minimales de vol et OCA,
- ✓ Contrôle permanent des actions de créations vis-à-vis de la réglementation,
- ✓ Outils de création d'aires via des gabarits,
- ✓ Localisation dans le système de coordonnées WGS-84,
- ✓ Utilisation d'un SIG (Géo Concept) pour assurer :
  - La gestion et l'affichage des données aéronautiques : aérodromes, obstacles, espaces aériens, etc...
  - La gestion des fichiers de modèles numériques de terrain et images rasters.
  - La création et la gestion d'objets de type vecteur dans les fichiers de travail comme les routes, cheminements, limites d'états, espaces aériens, etc...



# RÉFÉRENCES

## RÉFÉRENCES:

1. OACI; Organisation de l'Aviation Civile Internationale, DOC 8168 « Exploitation technique des aéronefs », 7<sup>ème</sup> édition 2020, Volume II -Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments-, Partie I Section 4 : Procédure d'approche.
2. DOC 8168 de l'OACI « exploitation technique des aéronefs », 7<sup>ème</sup> édition 2020, Volume II-Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments-, Partie II Section 1 : Approche de précision.
3. Document ENAC, cours de l'école national de l'aviation civile, Conception des procédures aux instruments, Module1, Concepts généraux et approche classique, Février 2013, Sandrine fournie; Hervé pradines.
4. Document ENAC « IPD2-F cours module 2 2013-1 », Approche de précision.
5. Document ENAC « IPD2-F cours module 2 2013-2 », Minimums opérationnels d'aérodrome 2011.
6. DOC 9371 de l'OACI « Manuel des gabarits », pour les procédures d'attente.
7. Doc 9368 de l'OACI « Manuel de construction des procédures de vol aux instruments, 2<sup>ème</sup> édition 2002), Partie II section 2 : Procédures classiques.
8. Doc 9274 « Manuel d'utilisation du modèle de risque collision CRM »
9. OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Doc 9365 AN/ 910, Manuel d'exploitation tous temps, 3<sup>ème</sup> édition, (2013).
- 10.USDB; université SAAD DAHLEB BLIDA, IAES; institue d'aéronautique et des études spatiales, Cours PAN-OPS, Mme Drareni 2021.
- 11.USDB; université SAAD DAHLEB BLIDA, IAES; institue d'aéronautique et des études spatiales, Cours Radionavigation, Mme Lahrech 2022.
- 12.SIA, Service d'Informations Aéronautique, AIP, Publication d'Information Aéronautique- Algérie (AIP- Algérie), 2024.
- 13.ENNA; Établissement Nationale de Navigation Aérienne, DENA; Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne, DCA; Département de la Circulation Aérienne, SED; Service d'Étude et Développement, 2024.
- 14.ENNA; Établissement Nationale de Navigation Aérienne, DENA; Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne, DCA; Département de la Circulation Aérienne, SCC; service contrôle et coordination, 2024.

- 15.**ENNA, Établissement Nationale de la Navigation Aérienne, DDNA; Direction de Développement de la Navigation Aérienne, Statistique du trafics ,2024.
- 16.**Annexe 14 de l'OACI « Cartes aéronautiques », 11ème édition 2009, Chapitre 11 : Carte d'approche aux instruments.
- 17.**Mémoire de master en aéronautique, Melle. HAMZAoui Yasmina, Spécialité en exploitation aéronautique, Thème ÉLABORATION D'UN NOUVEAU SCHEMA DE CIRCULATION AERIENNE POUR L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD, promo 2017.