

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE BLIDA 1



Institut d'Aéronautique et des études spatiales

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master en Aéronautique

Spécialité: Navigation Aérienne

Option : Exploitation Aéronautique

Développement des infrastructures aéroportuaires et conception des procédures d'approche de l'aérodrome de Sétif 08 Mai 1945

Réalisé par :

Mr ABBACI Mohamed

Mr BENNABI Med Mounir

Dirigé par :

Mme HAMLATI Zineb

Mr REZAGUI Walid

Promotion 2017

Remerciements

Nous tenons à remercier, tous ceux qui de près ou de loin, nous ont par leur aide, soutien, conseil, et orientation, permis d'arriver à l'aboutissement de ce travail. Particulièrement :

Nos parents qui n'ont ménagé aucun effort moral et matériel durant tout notre cursus universitaire pour nous permettre d'arriver à ce niveau d'instruction.

Notre promotrice madame HAMLATI Zineb qui n'a hésité à aucun moment de nous prendre sous sa coupe, pour diriger notre travail de recherche avec son expérience, ses conseils et surtout sa méthodologie.

Notre encadreur monsieur REZAGUI Walid chef de service contrôle et coordination à l'ENNA qui, depuis le jour où nous l'avons sollicité, a répondu à notre demande et était tout le temps présent avec nous en entreprise pour nous accompagner. Son expérience et son professionnalisme nous ont permis de nous intégrer très facilement dans l'entreprise, ce qui nous a permis d'aborder aisément le sujet qu'il nous a proposé.

Enfin; nos remerciements vont à tous nos professeurs, assistants et personnels de notre institut. Sans oublier bien entendu tous nos amis étudiants.

Résumé

Afin d'ouvrir de nouvelles lignes aériennes et d'augmenter la capacité de l'aérodrome de Sétif, des travaux d'extension et de développement des infrastructures aéroportuaires de cet aérodrome ont été entrepris. La piste 27 devra être prolongée de 300 m du seuil 27, la création d'un nouveau taxiway est aussi nécessaire. Ce dernier passe par l'emplacement actuel du VOR, qui a dû être déplacé à 2300m du seuil 09 dans l'axe de piste.

Le but de ce travail, est donc de concevoir les nouvelles procédures d'approche, et de les publier dans les Publications d'Informations Aéronautiques (AIP).

Mots clés : Procédures d'approches, extension, taxiway, AIP, VOR.

Abstract

In order to open new airlines and increase the capacity of the Sétif aerodrome. The work has been undertaken on the extension and development of airport infrastructures at this aerodrome. The runway 27 need to be extended by 300 m from threshold 27, the creation of a new taxiway is also necessary. The latter passes through the current location of the VOR, which has to be moved to 2300m from the threshold 09 in the center line of the runway. The aim of this work is to design the new approach procedures and to publish them in the Aeronautical Information Publications (AIP).

Keywords: Approach procedures, extension, taxiway, AIP, VOR.

ملخص

من أجل فتح خطوط طيران جديدة و الزيادة قدرة استيعاب مطار سطيف. قد تم العمل على توسيع وتطوير البنى التحتية للمطارات في هذا المطار. يجب تمديد المدرج 27 لمسافة 300 متر من عتبة 27، وإنشاء ممر جديد ضروري أيضا. يمر هذا الأخير من خلال الموقع الحالي لـ (VOR) ، الذي كان لا بد من نقلها إلى m2300 من عتبة 09 في خط الوسط من المدرج.

الهدف من هذا العمل هو تصميم إجراءات النهج الجديدة ونشرها في منشورات معلومات الطيران (AIP).

الكلمات المفتاحية : إجراءات النهج, توسيع, ممر, أبيبي, فور

Abréviation/ Acronymes

AC	Aéronef
AD	Aérodrome
API	Approche interrompue
ASDA	Accelerate-Stop Distance Available
AVASIS	Abbreviated Visual Approach Slope Indicator System
DER	Departure end of the runway
DH	Decision height
DME	Distance measuring equipment
EGSA	Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires
ENNA	Etablissement National de la Navigation Aérienne
FAF	Final approach fix
FAP	Final approach point
IAF	Initial approach fix
IAS	Indicated Airspeed
IF	Intermediate fix
ILS	Instrument landing system
LDA	Landing Distance Available
MAPT	Missed approach point
MDA/H	Minimum Descent Altitude/Height
MFO	Marge de Franchissement d'Obstacle
MOCA	Minimum obstacle clearance altitude
MSA	Minimum sector altitude

MVI	Manœuvre à vue imposée
MVL	Manœuvre à vue libre
NDB	Non directional beacon
OACI	Organisation Internationale de l'Aviation Civile
OBS	Obstacle
OCA/H	Obstacle clearance altitude/height
PAPI	Precision Approach Path Indicator
PAX	Passagers
PCN	Pavement Classification Number
RESA	Runway End Safety Area
RVR	Runway Visual Range
SID	Standard Instrument Departure
SOC	Start Of Climb
STAR	Standard Arrival
TAS	True Air Speed
THR	Threshold
TODA	Take Off Distance Available
TORA	Take Off Run Available
TP	Turning Point
VOR	Very High Frequency Omnidirectional Range
ZIP	Zone Improvement Plan
Zp	Pressure Altitude

Liste des figures et des tableaux

Figure I.1 : Organisation de l'ENNA.....	6
Figure I.2 : Organisation de la DENA.....	7
Figure I.3 : Organisation de DCA.....	7
Figure I.4. Une image satellite de l'aérodrome de Sétif.....	8
Figure I.5. Représentation schématique des dessertes et projets de desserte de l'AD de Sétif.....	10
Figure I.6. Zone d'influence du projet.....	15
Figure II.1.Composition d'un aérodrome.....	22
Figure II.2. Distances déclarées de la piste.....	23
Figure II.3. Indicateur de direction du vent.....	26
Figure II.4. Indicateur de direction d'atterrissage.....	27
Figure II.5. PAPI.....	27
Figure II.6. AVASIS.....	28
Figure II.7. Plan de descente.....	28
Figure II.8. Les segments d'approche.....	29
Figure II.9. Secteurs centrés sur un DME.....	31
Figure II.10. Orientation des secteurs.....	31
Figure II.11. Eloignement en temps.....	33
Figure II.12. Eloignement en distance.....	33
Figure II.13. Les entrées de l'attente.....	34
Figure II.14. Aire de protection attente.....	35
Figure II.15. Gabarit de circuit d'attente/en hippodrome.....	37
Figure II.16. Segment rectiligne.....	39
Figure II.17. Segment curviligne.....	39
Figure II.18. Types d'inversion.....	41
Figure II.19. Aire de protection du virage de base.....	42
Figure II.20. Segment d'approche intermédiaire.....	43
Figure II.21. Approche de non précision.....	46
Figure II.22. Approche de précision.....	46
Figure II.23. MFO approche interrompue.....	47
Figure II.24. Emplacement du MAPT.....	49
Figure II.25. Emplacement du point SOC.....	50

Figure III.1. Plan illustrant les projets de développement	55
Figure III.2. Photographie qui montre l'état d'avancement du projet	56
Figure III.3. Position 1 à 900m du seuil 27	57
Figure III.4. Position 2 à 2300m du seuil 09	57
Figure III.5 : Nouvel emplacement du CVOR.....	58
Figure III.6 : Photographie des travaux d'élargissement de la bande de piste	59
Figure III.7 : Monticule près du seuil 27.....	64
Figure IV.1. Les segments d'approche.....	68
Figure IV.2. Schéma de sectorisation.....	69
Figure IV.3. Circuit d'attente.....	70
Figure IV.4. Aire de protection d'attente.....	71
Figure IV.5. Gabarit de circuit d'attente	71
Figure IV.6. Aire de tolérance de repère à la verticale d'un VOR.....	74
Figure IV.7. Changement de la MFO dans l'aire de protection d'attente.....	75
Figure IV.8. Gabarit du circuit d'attente	76
Figure IV.9. Aire de base d'attente + la tolérance du VOR.....	77
Figure IV.10. Circuit d'attente + les zones tampon	78
Figure IV.11. Virage de base	79
Figure IV.12. Segment d'approche final.....	84
Figure IV.13. Schéma d'une procédure d'approche aux instruments(VOR/DME).....	84
Figure IV.14 Virage de base catégorie A/B.....	86
Figure IV.15 Virage de base catégorie C.....	87
Figure IV.16 Evasement du VOR (finale/ interrompue)	88
Figure IV.17 Franchissement d'obstacle pour la phase finale d'approche interrompue.....	89
Figure IV.18 Détermination du SOC avec MAPt défini par une installation de navigation ou un repère.....	90
Figure IV.19. Analyse des obstacles 1.....	92
Figure IV.20. Analyse des obstacles 2.....	93
Figure IV.21.Approche interrompue catégorie A/B.....	97
Figure IV.22 Approche interrompue catégorie C.....	98
Figure IV.23 Carte d'approche aux instruments RWY 09 Cat A/B.....	102
Figure IV.24 Carte d'approche aux instruments RWY 09 Cat C.....	103
Figure IV.25 Carte d'aérodrome	104

Figure IV.26 Carte de manœuvre à vue	105
Figure IV.27 Carte des obstacles	106
Tableau I.1 les compagnies et leurs destinations.....	9
Tableau I.2 Altitude des seuils de piste avec extension	10
Tableau II.1 Vitesse indiquée pour Cat A et B.....	35
Tableau II.2 Descente minimale/maximale autorisée pour une procédure en hippodrome ou une procédure d'inversion	42
Tableau II.3 Taux de descente pour une approche finale.....	45
Tableau II.4 Distance d correspondant à 600 m (2 000 ft) MSL	49
Tableau IV.1 MFO et OCH minimales.....	96

REMERCIEMENTS

RESUME

ABREVIATIONS/ ACRONYMES

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE..... 1

CHAPITRE I: CONTEXTE DE L'ETUDE ET PRESENTATION DE L'AERODROME DE SETIF.....3

I.1 Présentation de l'établissement d'accueil l'ENNA..... 5

I.1.1 Organisation de l'ENNA..... 6

I.1.2 Organisation de la DENA..... 7

I.1.3 Le département de la circulation aérienne (DCA).....7

I.2 Aéroport de Sétif..... 8

I.2.1 Compagnies aériennes et destinations.....9

I.2.2 Les coordonnées géographiques du point de référence, et emplacement de l'aéroport.....10

I.2.3 Les caractéristiques de la wilaya de Sétif.....11

I.2.4 Les contraintes et sensibilités environnementales.....12

I.2.5 Présentation de la zone d'influence du projet.....13

I.3 Définitions.....16

Récapitulatif.....18

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES INFRASTRUCTURES

AEROPORTUAIRES ET LES PROCEDURES D'APPROCHE.....19

II.1 infrastructures aéroportuaires.....20

II.1.1 Classification des aéroports.....20

II.1.2 Constitution d'un aéroport.....21

II.1.3 Aire d'atterrissage et ses protections.....22

II.1.4 Caractéristiques des pistes.....22

II.1.5 Infrastructures et marquage réglementaire de piste.....24

II.2 Les procédures d'approche aux instruments.....29

II.2.1 Arrivée.....30

II.2.2 Attente.....32

II.2.3 Segment initiale.....37

II.2.4 Segment intermédiaire.....	43
II.2.5 Segment final pour une approche classique.....	44
II.2.6 Segment Interrompue.....	46
Récapitulatif	53
CHAPITRE III : LE PROJET DE DEVELOPPEMENT.....	54
III.1 : Création d'un taxiway, bretelle et poste de stationnement.....	55
III.1.1 : Création d'un taxiway (voie de circulation).....	55
III.1.2 : Création d'une nouvelle bretelle.....	55
III.1.3 : Création Poste de stationnement.....	55
III.2 : Le déplacement du VOR.....	56
III.3 : Normalisation de la bande de piste.....	59
III.4 : L'extension de la piste de 2900m à 3200m.....	60
III.4.1 : Caractéristiques géométriques et techniques de l'extension.....	61
III.4.2 : Dégagements de la piste 09/27 du côté du seuil 27.....	62
III.4.3 : Dimensionnement des corps des chaussées.....	64
Récapitulatif	65
CHAPITRE IV : LA CONCEPTION DES PROCEDURES D'APPROCHE.....	66
IV.1 Les segments de la nouvelle procédure d'approche.....	68
IV.1.1 Arrivée.....	68
IV.1.2 Attente.....	70
IV.1.3 Approche initiale.....	72
IV.1.4 Intermédiaire.....	83
IV.1.5 Finale.....	84
IV.1.6 Interrompue.....	90
IV.1.7 Manœuvre à vue.....	96
IV.2 Publication.....	100
IV.2.1 Publication d'Information Aéronautique (AIP).....	100
IV.2.2 Mise à jour de l'AIP Algérie.....	101
Récapitulatif	101
CONCLUSION.....	102
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

ANNEXES

Introduction générale

Le trafic aérien mondial ne cesse de croître : il est passé de quelques millions de passagers en 1950 à 3,3 milliards en 2015, la barre du milliard de passagers ayant été franchie en 1987. L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (ICAO) estime que le nombre de passagers aériens atteindra les 6 milliards d'ici 2030. Cette augmentation effrénée du trafic remet en cause les modèles logistiques et d'infrastructure actuels des aéroports. Ceux-ci doivent s'adapter rapidement et durablement.

Par sa position et son étendu géographique, l'Algérie devait se trouver, dès l'origine de l'aviation, parmi les régions du monde concernées par les progrès de l'aéronautique et le développement corrélatif des voies de communication aérienne.

Les aéroports doivent faire preuve d'efficacité s'ils veulent rester concurrentiels, cela est vrai, peu importe où ils se trouvent dans le monde. L'entretien et l'amélioration continue des infrastructures aéroportuaires sont essentiels, mais ils constituent un défi de taille. Les propriétaires d'aéroports doivent déterminer les priorités, évaluer les coûts et réaliser les projets dans les délais et sans dépasser leur budget, tout en assurant le déroulement harmonieux des activités normales de l'aéroport.

Les aéroports peuvent évoluer sur plusieurs fronts : augmentation des capacités d'accueil, infrastructures intelligentes, développement durable. Nous nous focaliserons dans ce manuscrit sur l'augmentation des capacités d'accueil tout en développant les pistes et infrastructures aéroportuaires.

En effet, des travaux de développement des infrastructures et d'extension ont eu lieu au niveau de la piste 09/27 de l'aérodrome de Sétif. **Ce projet concerne la création d'une sortie de piste, l'agrandissement du poste de stationnement et l'extension de la piste à 3200m.**

Ces travaux ont entraîné le déplacement du CVOR de cet aérodrome, et donc la modification des procédures d'approche aux instruments.

Lorsqu'on implante une nouvelle piste aux instruments, il faut accorder une attention particulière aux zones que les avions sont appelés à survoler lorsqu'ils suivent des procédures d'approche aux instruments et d'approche interrompue, de façon à garantir que les obstacles qui se trouvent dans ces zones, ou d'autres facteurs, ne limiteront pas l'utilisation des avions auxquels la piste est destinée.

Donc, le principal objectif de ce travail est de concevoir les nouvelles procédures d'approche de l'aérodrome de Sétif.

Pour traiter ce thème, nous abordons les chapitres comme suit :

Chapitre I : Il sera dédié à la présentation de la compagnie d'accueil (ENNA) ainsi qu'à la description de l'aérodrome de Sétif, où le projet est en cours actuellement. Des définitions seront données à la fin de ce chapitre.

Chapitre II : Ce chapitre permettra d'avoir un aperçu sur les aérodromes et leurs infrastructures ainsi que sur les méthodes de réalisation d'une procédure d'approche.

Chapitre III : Cette partie du manuscrit permettra d'expliquer de façon détaillée le projet de développement des infrastructures de l'aérodrome de Sétif.

Chapitre IV : Les calculs et la conception de la procédure d'approche aux instruments par rapport au nouveau site du VOR seront présentés ici.

Enfin, la conclusion générale et les perspectives de ce travail seront présentées.

Chapitre I :
Contexte de l'étude et
présentation de l'aérodrome
de Sétif

CONTEXTE DE L'ETUDE ET PRESENTATION DE L'AD DE SETIF

Ce premier chapitre a pour but de présenter d'une manière générale le contexte de travail et les objectifs de notre projet de fin d'études.

L'organisme dans lequel notre stage a été effectué, à savoir, l'Établissement National de la Navigation Aérienne ainsi que l'aérodrome de Sétif seront brièvement présentés. Toutes les définitions relatives à ce projet seront exposées dans la dernière partie de ce chapitre.

Ce chapitre permet aussi de cerner le but principal de cette étude. En effet, Afin d'ouvrir de nouvelles lignes aérienne, améliorer et augmenter le trafic aérien, et vue l'importance de la région de Sétif, l'ENNA et après étude a conclu que la piste principale de l'aérodrome de Sétif nécessite un allongement à 3200 mètres ainsi que la création et développement de nouvelles infrastructures, comme la création d'une sortie de piste du côté du seuil 09 afin de libérer la piste immédiatement après l'atterrissage et recevoir d'autre aéronefs par la suite. Aussi la création d'un nouveau poste de stationnement qui recevra plusieurs avions à la fois.

Ces nouvelles modifications entraineront le déplacement du CVOR de l'aérodrome de Sétif, il sera déplacé sur 2300m du seuil 09 de l'axe de piste, et donc la modification des procédures d'approche aux instruments.

Le but principal de notre travail était de concevoir de nouvelles procédures d'approches de l'aérodrome de Sétif pour ce nouvel emplacement et avec différent segments.

Notre stage s'est déroulé du 30 Mai au 12 octobre 2017 à l'ENNA, plus précisément au département de la circulation aérienne (DCA). Pendant cette période nous nous sommes familiarisés avec un environnement technique et un ensemble de procédures et de méthodes. Ceci nous a permis ensuite, de participer à l'étude des travaux d'extension de la piste de mettre en place les nouvelles procédures d'approches.

Le projet réalisé s'est avéré très intéressant et très enrichissant pour notre expérience professionnelle. En effet, notre formation s'inscrit précisément dans ce secteur (exploitation des aérodromes)

Nous vous exposons dans ce qui va suivre une présentation de l'entreprise et de l'aérodrome de Sétif 08 Mai 1945.

I.1 Présentation de l'établissement d'accueil « l'ENNA »

L'ENNA est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) dont la charge est d'assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne.

Placé sous la tutelle du Ministère des Transports, il a pour mission principale d'assurer le service de la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien algérien pour le compte et au nom de l'état algérien, ainsi que la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées. De plus, Il est chargé du contrôle et du suivi des appareils en vol ainsi que de la sécurité aérienne. [1]

L'E.N.N.A collabore avec des institutions nationales et internationales dans le cadre du développement des projets liés à la navigation aérienne :

- Le Ministère des Transports ;
- L'institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales de Blida ;
- L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI)

- L'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) ;
- L'Organisation Européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne (EUROCONTROL) ;
- L'Ecole Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse (ENAC).

I.1.1 Organisation de l'ENNA

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

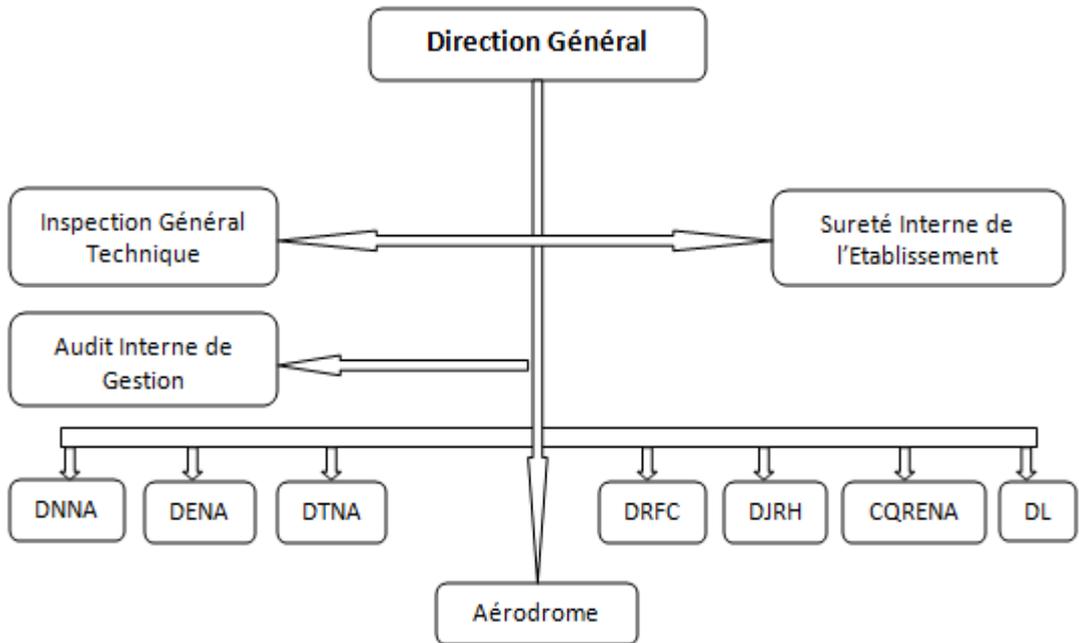


Figure I.1 : Organisation de l'ENNA [2]

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

✓ 25 Aérodrômes nationaux.

✓ 11 Aérodrômes internationaux.

I.1.2 Organisation de la DENA

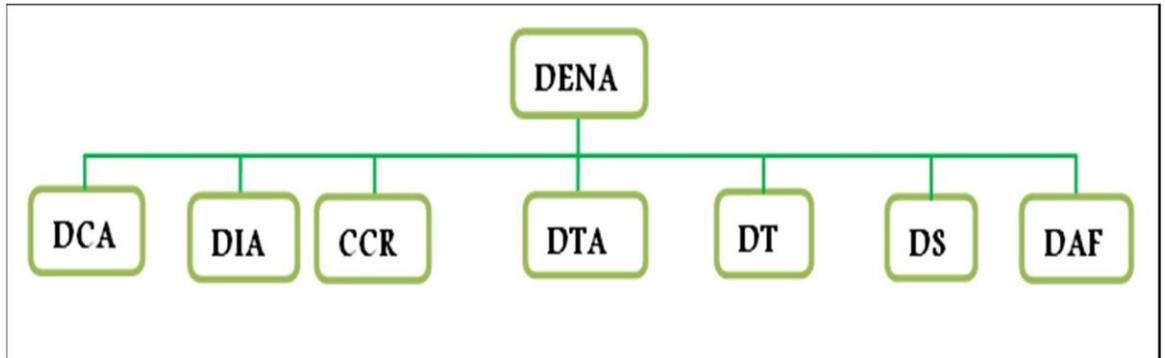


Figure I.2 : Organisation de la DENA [1]

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

I.1.3 Le département de la circulation aérienne (DCA) :

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

Le Service Etudes et Développement (SED) .

Le Service Contrôle et Coordination (SCC).

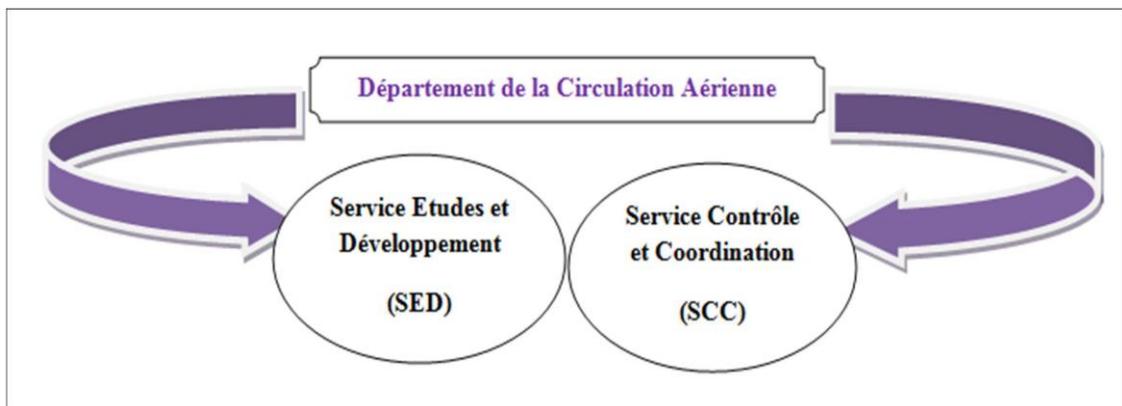


Figure I.3 : Organisation de DCA [1]

I.2 Aérodrome de Sétif

L'aéroport de Sétif ou par son code de OACI **DAAS**, aéroport international et civile, qui porte le nom du « 08 Mai 1945 » en référence aux massacres de Sétif, Guelma et Kherrata qui eurent lieu à cette date, l'aéroport est situé dans la ville de AïnArnat, plus précisément sur la localité de Khelfoune, à l'ouest de Sétif à près de sept kilomètres au Sud-ouest de la ville de Sétif dans la région des hauts plateaux . Ce dernier représente un important pôle desservant les régions de Bordj Bou Arreridj, M'sila et Sétif, une zone qui est devenue, en peu de temps, une véritable plate-forme économique et industrielle, drainant par la même de nombreux investissements et partenariats.

Le 08 Mai 1945 qui est géré par l'EGSA de Constantine a connu un développement continu assez régulier depuis sa transformation en aéroport international.

Selon les normes de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) l'aéroport de Sétif est classé en catégorie C, depuis sa mise en service en (2003).

Sa piste qui, au départ était de 1900 mètres, a connu deux extensions majeures :

- La première extension de 1900 mètres à 2400 mètres coté Est (2006) pour une largeur de 45 mètres.
- La deuxième extension de 2400 mètres à 2900 mètres (2009) pour la même largeur.
- La troisième extension de 2900 mètres à 3200 mètres, qui constitue le but même de cette étude.



Figure I.4. Une image satellite de l'aérodrome de Sétif [14]

L'aéroport de Sétif est entouré de plusieurs aéroports et qui sont :

- Aéroport de Bejaia (67km).
- Aéroport de Jijel (84km).
- Aéroport de Batna (100km).
- Aéroport de Constantine (117km).
- Aéroport de Biskra (158km).

I.2.1 Compagnies aériennes et destinations

Les appareils susceptibles d'assurer le service au niveau de l'aéroport du 08 Mai 1945, sont en majorité de type Boeing 737-800 avec un trafic généré parfois par des appareils de la capacité de l'Airbus, qui est appelé à augmenter dans les années futures, pouvant atteindre jusqu'à dix (10) mouvements par jour.

Les compagnies aérienne desservant l'aéroport de Sétif sont : Air Algérie, Aigle Azur et Tassili Airlines ,ainsi que Atlas Atlantique Airlines et Tunisair qui reste saisonnière. La compagnie aérienne internationale la plus populaire desservant l'aéroport de Sétif avec sa flotte aérienne est Aigle Azur.

Tableau I.1 les compagnies et leurs destinations

Compagnies	Destinations
<u>Aigle Azur</u>	<u>Bâle-Mulhouse, Lyon, Marseille, Paris-Orly</u>
<u>Air Algérie</u>	<u>Alger, Tlemcen, Adrar, Guardaia, hassiR'mel, Lyon, Marseille, Paris-Orly</u>
<u>Atlas Atlantique Airlines</u>	<u>Paris-Vatry, Saint-Étienne</u>
<u>Tassili Airlines</u>	<u>Alger, Oran</u>
<u>Tunisair</u>	Saisonnier : <u>Tunis</u>

Le vol, actuellement le plus fréquent au départ de Sétif, est vers Paris ;

Le vol, actuellement le plus fréquemment en arrivée à Sétif, est de Mulhouse.

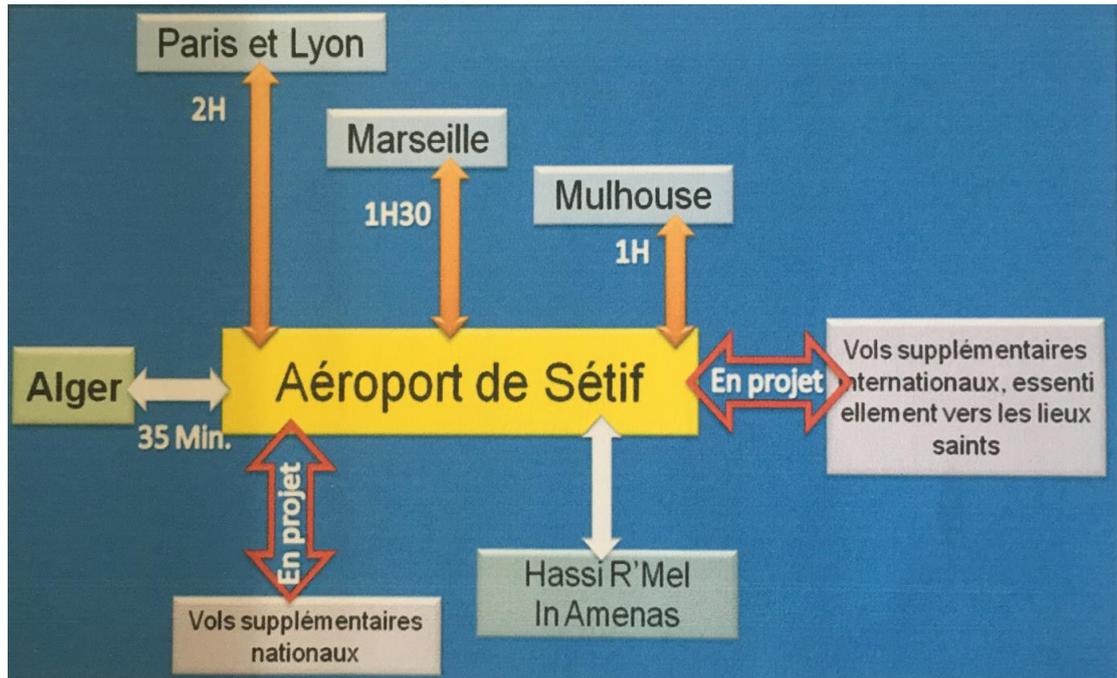


Figure I.5. Représentation schématique des dessertes et projets de desserte de l'aérodrome de Sétif

I.2.2 Les coordonnées géographiques du point de référence, et emplacement de l'aérodrome

- Latitude : 36° 10' 43'' Nord ;
- Longitude : 5° 19' 48'' Est ;
- Intersection : RWY et TWY A.

Tableau I.2 Altitude des seuils de piste avec extension

PK SEUIL	ALTITUDE (m)	NUMERO SEUIL
PK 0+100	1015,12	09 (Actuel)
PK 3+200	1013.168	27 nouveau)

- L'altitude de référence de l'aérodrome de Sétif est de 1016 m (3 330ft). [3]

I.2.3 Les caractéristiques de la wilaya de Sétif

I.2.3.1 Le Climat :

La wilaya de Sétif est caractérisée par un climat continental semi-aride avec des étés torrides et des hivers rigoureux.

I.2.3.2 L'Hydrologie :

Les rivières et les cours d'eau de la wilaya de Sétif se caractérisent par l'irrégularité et la disproportion de leur débit. En hiver, l'eau coule en abondance dans ces Oueds, alors qu'en été, ils sont parfois asséchés en raison du climat de la wilaya et de l'apport pluviométrique qu'elle reçoit, parmi les principaux cours d'eau de cette wilaya, on cite Oued Bousselem.

Précipitations annuelles :

- Zone Nord : 700 mm ;
- Zone des hautes plaines : 400 mm ;
- Zone Sud : 200 mm.

I.2.3.3 Le sol :

Le sol qui recouvre la région d'étude est de trois types :

- Limoneux : Sol plastique moyennement consistant à consistant.
- Argile rougeâtre altérée : Sol plastique à très plastique peu consistant à consistant.
- Argile rougeâtre saine : Sol très plastique peu consistant.

La région du versant Sud et Sud-est possède une terre marécageuse et des chotts salés.

I.2.3.4 Milieu biologique :

Faune : Une grande variété d'animaux vit dans les espaces forestiers de la wilaya qui leur offre les meilleures conditions de suivre, il s'agit principalement des espèces suivantes : le sanglier, les oiseaux, le bouquetin, chacals et lièvres.

Flore : la région est recouverte d'une variété de plantes qui s'adaptent aux données naturelles, climatiques et géographiques qui caractérisent la région.

Parmi les principales plantes que l'on retrouve : le Pin et une variété d'arbustes. [4]

I.2.4 Les contraintes et sensibilités environnementales

Le choix de la variante de tracé a été conditionné par une analyse de certains critères d'ordre climatique, topographique, économique (occupation des sols).

Les contraintes et les sensibilités liées au projet de l'extension de l'aéroport de Sétif s'articulent autour des facteurs suivants :

• Contraintes climatiques :

En tenant compte de la nature du relief qui est assez plat, l'aménagement des différentes infrastructures doit prévoir des systèmes d'évacuation et de traitement des eaux pluviales.

D'autres paramètres tels que la température, le vent constituent des contraintes, en particuliers, lors des manœuvres de décollage et d'atterrissage, qui par moment, peuvent être dangereux.

La vitesse du vent au sol souffle transversalement à l'axe de la piste plus les manœuvres sont difficiles.

• Contraintes topographiques :

Le tronçon de l'étude et la continuité du terrain de l'aéroport de Sétif (Ain Arnat), qui présente des sols plats avec la présence de pentes assez importantes ce qui génèrera de grandes quantités de déblais, en particulier dans la variante 2 et 3 par contre exigera des remblais pour la variante 1 et 3.

La variante 1 et 3 (ouest du projet) présente la contrainte de stabilité de terrain (problème de compressibilité).

La présence d'un chemin communal à l'ouest du projet et d'une prise à l'est présente aussi une contrainte (obligation d'ouvrir pistes pendant la phase de chantier).

• Contraintes hydrographiques :

La région de Sétif est très exposée à la neige, ce qui présente une source hydrographique importante. La présence d'un cours d'eau à l'emprise du projet est une contrainte à prendre en considération (Oued Khalfoun).

Les basses pentes et les surfaces planes, sont exposées à des inondations, le drainage des eaux est par conséquent indispensable.

• Contraintes liées aux animaux :

Le danger le plus important est relatif au déplacement des mammifères et des oiseaux, ces derniers sont à l'origine de plusieurs accidents.

• Les décharges :

L'existence de décharge à proximité d'un aéroport peut constituer une contrainte. Les déchets légers peuvent être importés par le vent et déposés sur la piste.

• Contraintes d'occupation de sol (habitat) :

L'extension du projet ne traverse pas de zones d'habitation, mais l'existence d'un groupe d'habitations autour de l'aéroport présente une contrainte majeure à prendre en considération (risque de pollution sonore). [4]

I.2.5 Présentation de la zone d'influence du projet

Dans le cas du présent projet d'extension de l'aéroport de Sétif, la délimitation de la zone d'influence large (étendue /région d'étude) inclut toute la wilaya de Sétif, l'Est de la wilaya de Bordj Bou Arreridj et le Nord et Centre de la wilaya de M'sila.

Comme illustré clairement sur la figure I.6.

Cette délimitation a été basée notamment sur la présence de l'ensemble des infrastructures aéroportuaires fonctionnelles et le niveau de proximité de celles-ci vis-à-vis de leurs usagers.

Les éléments majeurs de cette délimitation sont donc :

- La présence d'un aéroport à Bejaia et à Batna, ce qui a permis de ne pas inclure ces wilayas dans la ZIP (Programme d'inspection de zone),
- La présence de l'aéroport de Constantine, qui a permis de ne pas inclure à la fois cette wilaya et celle de Mila dans la ZIP,
- L'aéroport de M'sila (Boussaâda) qui n'est pas fonctionnel, permettant d'inclure tout le Nord et Centre de cette wilaya dans la ZIP,
- L'absence d'infrastructure aéroportuaire dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

[4]

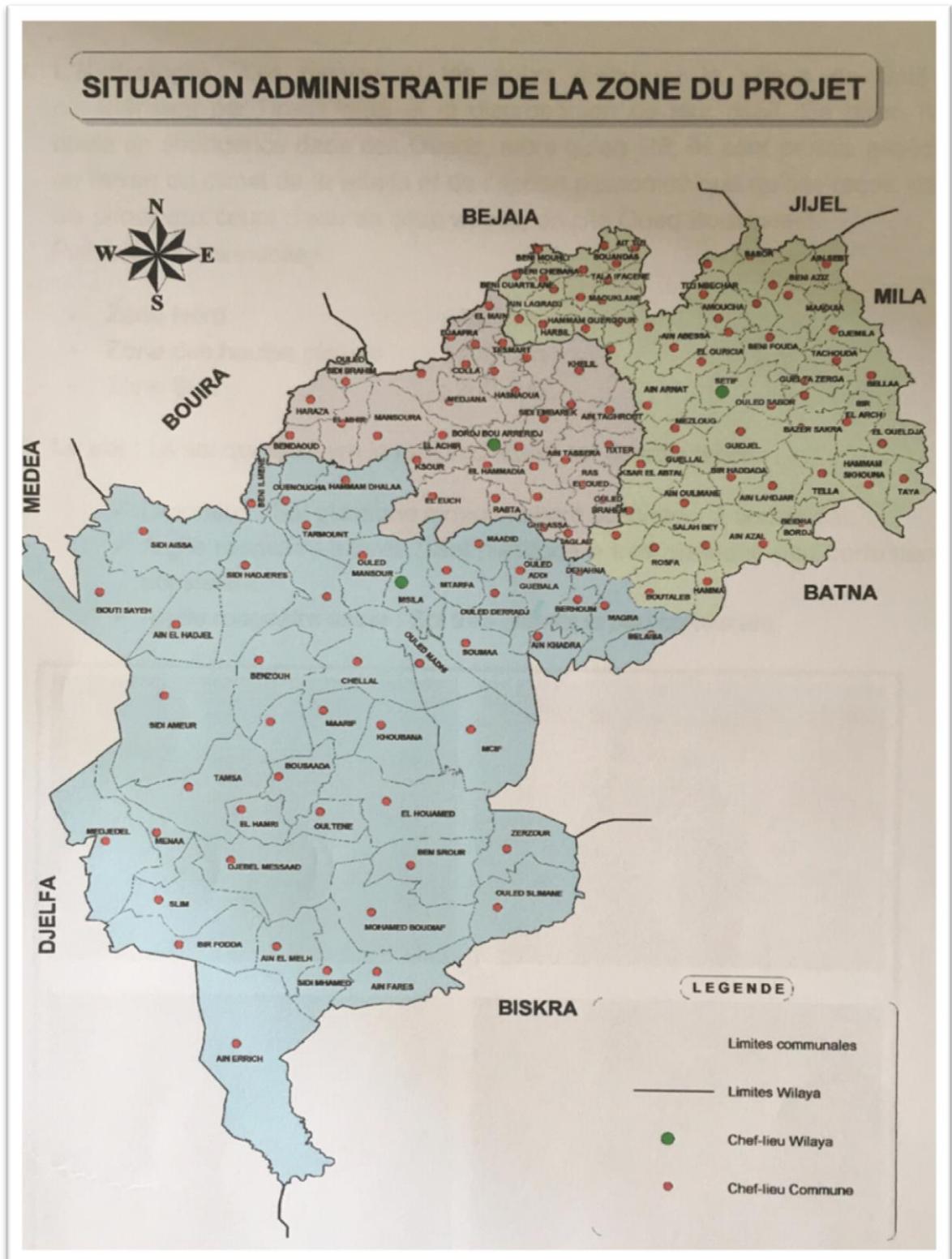


Figure I.6. Zone d'influence du projet [4]

I.3 Définitions

Accotement : partie des abords de piste traitée de façon à offrir une surface de raccordement entre cette chaussée et le terrain environnant.

Aire à signaux : Aire d'aérodrome sur laquelle sont disposés des signaux au sol.

Aire d'atterrissage : comprend la ou les pistes et leurs prolongements éventuels.

Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA- Runway End Safety Area): destinée à réduire les risques matériels d'un aéronef se posant trop court ou trop long.

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

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

Balisage : Ensemble de balises mises en place pour signaler un danger à éviter ou pour indiquer la route à suivre [5].

Bande aménagée : partie jouxtant les côtés de la piste revêtue ou des prolongements d'arrêt de façon à limiter les conséquences d'une sortie de piste.

Bande dégagée : aire débarrassée de tout obstacle pouvant présenter un danger pour un aéronef volant à faible hauteur.

Bande de piste : Aire définie dans laquelle sont compris la piste ainsi que le prolongement d'arrêt, si un tel prolongement est aménagé, et qui est destinée :

- à réduire les risques de dommages matériels au cas où un avion sortirait de la piste ;
- à assurer la protection des avions qui survolent cette aire au cours des opérations de décollage ou d'atterrissage.

Bande de voie de circulation : Aire dans laquelle est comprise une voie de circulation, destinée à protéger les avions qui circulent sur cette voie et à réduire les risques de dommages matériels causés à un avion qui en sortirait accidentellement.

Distance DME : Distance optique (distance oblique) entre la source d'un signal DME et l'antenne de réception [5].

Déclinaison de station : Écart entre la direction de la radiale zéro degré d'une station VOR et la direction du nord vrai, déterminé au moment de l'étalonnage de la station.

Extrémité départ de la piste (DER) : Limite de l'aire déclarée appropriée pour le décollage (extrémité de la piste ou du prolongement dégagé).

Marge minimale de Franchissement des Obstacles (MFO) : Distance verticale spécifiée, destinée à compenser, pour le survol des obstacles en vol aux instruments.

Mille nautique ou mille marin (abréviation : Nm) : Unité de mesure équivalant à 1852 mètres et utilisée en navigation aérienne pour exprimer une valeur de distance.

Nœud (abréviation : kT) : Unité de mesure de vitesse. L'unité internationale de la vitesse s'exprime en mètre/seconde. 1 nœud = 1 mille marin = 1852 mètres/heure.

Non Directional Beacon (NDB) ou Locator (L) : Radiobalise de portée réduite émettant un signal permettant aux avions de connaître leur distance par rapport à ce moyen de radionavigation.

Pied (abréviation : ft) : Unité de mesure équivalant à 0,3048 mètres et utilisée pour exprimer une valeur de hauteur ou d'altitude.

Piste : aire rectangulaire aménagée afin de servir sur toute sa longueur au roulement des aéronefs, à leur décollage et à leur atterrissage.

Point de référence d'aérodrome : Point déterminant géographiquement l'emplacement d'un aérodrome.

Prolongement d'arrêt : aire aménagée pour augmenter la distance d'accélération-arrêt (ASDA).

Route de service(ou voie de service) : Route de surface aménagée sur l'aire de mouvement et destinée à l'usage exclusif des véhicules.

Seuil : Début de la partie de la piste utilisable pour l'atterrissage.

Seuil décalé : Seuil qui n'est pas situé à l'extrémité de la piste.

Taxi : Ce terme veut dire « roulage » en français. Cela correspond à l'évolution de l'avion au sol, sur les taxiways (piste de roulage), du terminal à la piste de décollage.

VHF Omni-Range (VOR) : Le radiophare omnidirectionnel VHF est un système de navigation permettant à un avion de connaître sa position par rapport à cette balise. Cet équipement est souvent co-implanté avec un mesureur de distance (DME).

Récapitulatif :

La première partie de ce chapitre 1 a traité de l'objectif principal du projet qui est les organisations de l'ENNA ainsi que les différents collaborateurs nationaux et internationaux.

La deuxième partie a été consacrée à la présentation de l'aérodrome de Sétif, ses principales caractéristiques, les contraintes, et la zone d'influence y en été exposés.

Chapitre II :

Généralités sur les

infrastructures

GENERALITES SUR LES INFRASTRUCTURES AEROPORTUAIRES ET PROCEDURES D'APPROCHE

Les aéroports sont, par essence, un maillon du système de transport aérien et ils doivent s'adapter à son évolution. Leurs missions essentielles sont la mise en place des infrastructures nécessaires aux transporteurs aériens et la planification, l'organisation et la gestion, cela ne suffit pas sans assurer une bonne procédure pour arriver à ces aéroports et les exploiter. Dans ce chapitre nous allons exposer des généralités sur les infrastructures des aéroports et les procédures d'approche. La composition d'un aéroport, les caractéristiques des pistes et les segments d'une procédure d'approche aux instruments seront expliqués.

II.1 Infrastructures aéroportuaires

II.1.1 Classification des aéroports

Cinq catégories d'aéroport

Catégorie A :

Aéroport important spécialisé au trafic international (étapes >3000km), mais pouvant être ouvert également aux autres avions (court et moyen-courrier).

Catégorie B :

Aéroport spécialisé moyen et court courrier (étapes >1000km et < 3000km), mais ouvert également aux autres avions.

Catégorie C :

Aéroport destiné au trafic court courrier (étapes <1000km), à l'aviation légère, y est admise.

Catégorie D :

Aéroport destiné à la formation aéronautique, aux sports aériens, à l'aviation légère, d'affaires et au grand tourisme.

Catégorie E :

Aéroport spécialisé pour les giravions, dirigeables et aux avions à décollage vertical ou oblique. [6]

II.1.2 Constitution d'un aérodrome

Un aérodrome se compose de l'aire de mouvement qui contient :

A) L'aire de manœuvre : secteurs des avions en déplacement.

- les pistes (aire de décollage et d'atterrissage).
- les voies de circulation :
 - ✓ Entrées et sorties de piste
 - ✓ Point d'attente, aire d'attente
 - ✓ Voie de relation : non accolée à une aire de stationnement (taxiways et speedways permettant dégagement rapide de piste jusqu'à une vitesse de 30 kt maxi).
 - ✓ Voie de desserte : accolée à une aire de stationnement et se raccordant à une voie de relation (taxiway uniquement).

B) L'aire de trafic : opérations d'escale et d'assistance.

- les aires de stationnement
(Embarquement et débarquement des passagers et du fret)
- les aires d'entretien
(Avitaillement et maintenance)
- les aires de garage
(Stationnement d'attente en dehors des opérations d'escale),
- les voies de circulation d'aires de trafic (taxilanes).
- les aires spéciales : aire de compensation des compas, de calage des altimètres, de calage des INS (système de navigation par inertie), alerte à la bombe, manutention de marchandises dangereuses, pélicandrome (approvisionnement des Canadairs). [6]

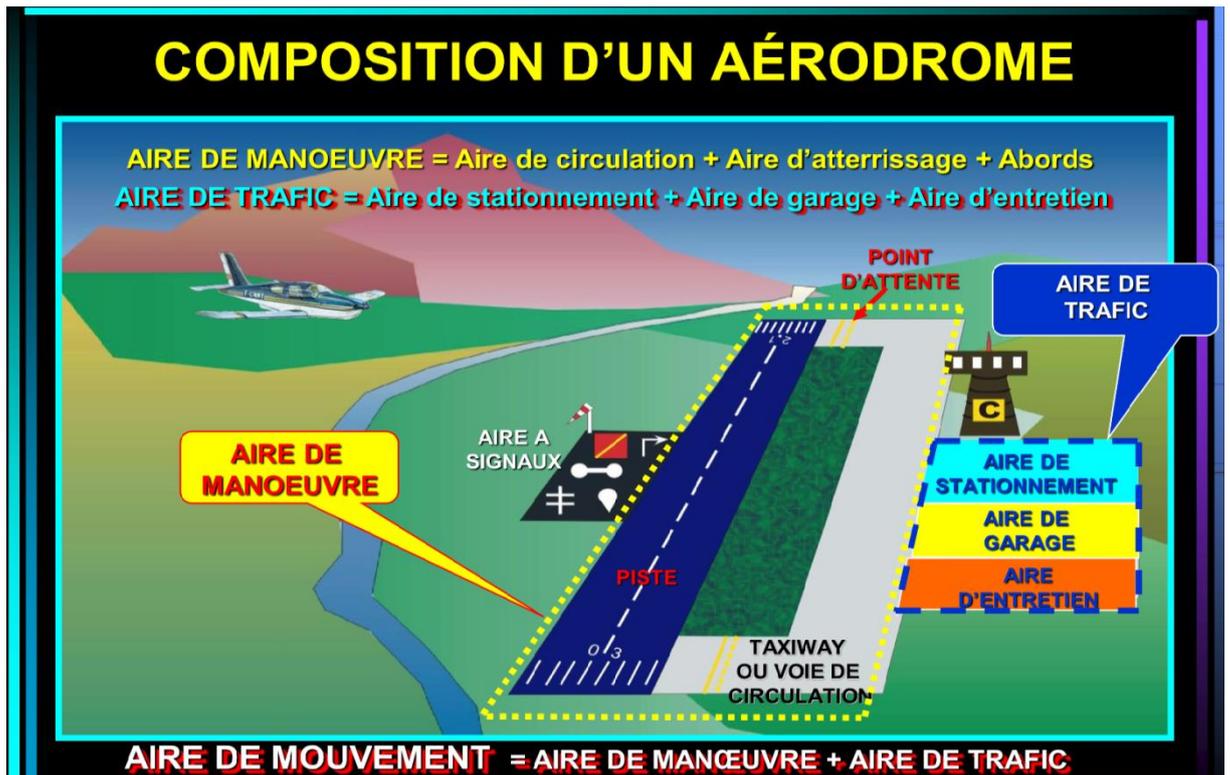


Figure II.1.Composition d'un aérodrome [6]

II.1.3 Aire d'atterrissage et ses protections :

- L'aire d'atterrissage
- Piste
- Accotement
- Bande aménagée
- Bande dégagée
- Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA)
- Prolongement d'arrêt
- Prolongement dégagé

II.1.4 Caractéristiques des pistes

II.1.4.1 Indication de la piste :

Direction magnétique en dizaines de degrés ou QFU

Ex : piste 15 pour les directions de 145° à 154°

Piste 16 pour les directions de 155° à 164°

II.1.4.2 Constitution d'une piste :

Bande aménagée : Piste+ Prolongement d'arrêt+ Prolongement dégagé (abord).

II.1.4.3 Résistance d'une piste :

Charge admissible en tonnes par catégorie d'atterrissage principal.

TRSI Atterrissage à roue simple isolée Ex : 15 TRSI

TJ Atterrissage jumelé Ex : 25 TJ

TB Atterrissage à bogie Ex : 35 TB

Normes OACI (Ex : PCN 50/F/C/W/T)

Classification de chaussée PCN (de 1 à 100) Ex PCN 50

II.1.4.4 Distances déclarées de la piste :

TORA : Distance de roulement utilisable pour le décollage

TODA : Distance utilisable pour le décollage

ASDA : Distance utilisable pour l'accélération- arrêt

LDA : Distance utilisable pour l'atterrissage

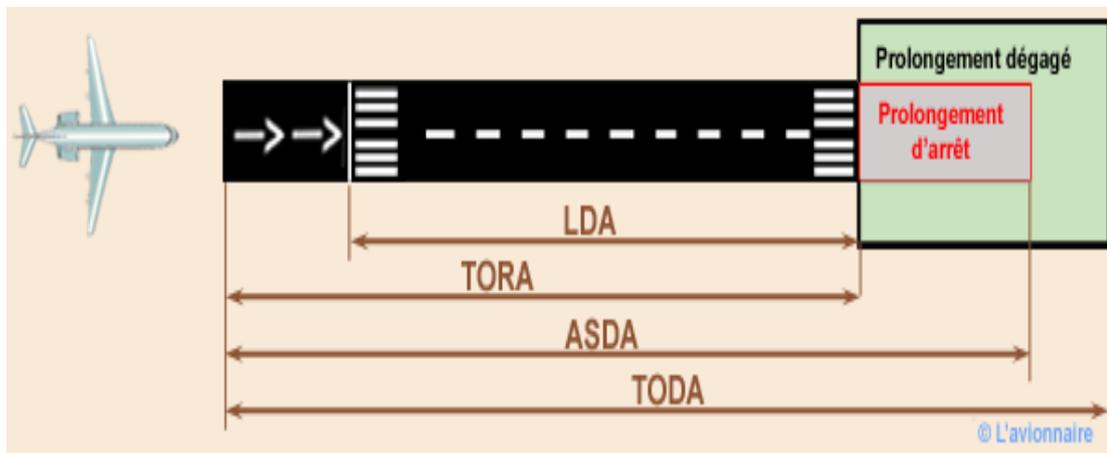


Figure II.2. Distances déclarées de la piste [7]

REMARQUE : la route de service aux véhicules terrestre ne fait pas partie des voies de circulation destinées, elles, aux aéronefs. [6]

II.1.5 Infrastructures et marquages réglementaires de piste

- Marquages au sol
- Balisages physiques et lumineux
- Panneaux de signalisation
- Exemples d'application
 - ✓ AD contrôlé piste en dur.
 - ✓ AD non contrôlé piste en dur.
 - ✓ AD non contrôlé piste non revêtue.

II.1.5.1 Marquages au sol :

A) Interruption des marques de piste

À l'intersection de deux (ou plusieurs) pistes, les marques de la piste la plus importante, à l'exception des marques latérales de piste, seront conservées et les marques de l'autre ou des autres pistes seront interrompues. Les marques latérales de la piste la plus importante peuvent être conservées ou interrompues dans l'intersection.

Il est recommandé, pour la conservation des marques de piste, de classer les pistes dans l'ordre d'importance décroissante ci-après :

- pistes avec approche de précision ;
- pistes avec approche classique ;
- pistes à vue.

B) Couleurs des marquages au sol :

Les marquages réglementaires sont :

- Blancs sur la piste
- Jaunes sur :
 - ✓ Les voies de circulation
 - ✓ Les postes de stationnement
 - ✓ Les aires à portance réduite
 - ✓ Les raquettes de retournement. [6]

C) Types de marquage au sol :

<p>Identification de piste</p>	
<p>Pistes parallèles</p>	 <p>Gauche(Left) Droite (Right) Centrale(Central)</p>
<p>Point d'arrêt</p>	<p>Catégorie II ou III : </p> <p>Simple : </p>
<p>Zone de voie de circulation inutilisable</p>	
<p>Zone de piste inutilisable</p>	

II.1.5.2 Indicateurs et dispositifs de signalisation

A) Indicateur de direction du vent :

- Un aéroport sera équipé d'un indicateur de direction du vent au moins.
- L'indicateur de direction du vent sera placé de façon à être visible d'un aéronef en vol ou sur l'aire de mouvement, et de manière à échapper aux perturbations de l'air causées par des objets environnants.



Figure II.3. Indicateur de direction du vent [8]

B) Indicateur de direction d'atterrissage :

- Si un indicateur de direction d'atterrissage est installé, il sera placé bien en évidence sur l'aéroport.
- Il est recommandé que l'indicateur de direction d'atterrissage se présente sous la forme d'un T.
- La forme et les dimensions minimales du T d'atterrissage seront conformes aux indications de la Figure 2.4.
- Le T d'atterrissage sera soit blanc, soit orangé, le choix dépendant de la couleur qui donne le meilleur contraste avec le fond sur lequel l'indicateur sera utilisé. Lorsqu'il doit être utilisé de nuit, le T d'atterrissage sera éclairé ou son contour sera délimité par des feux blancs.

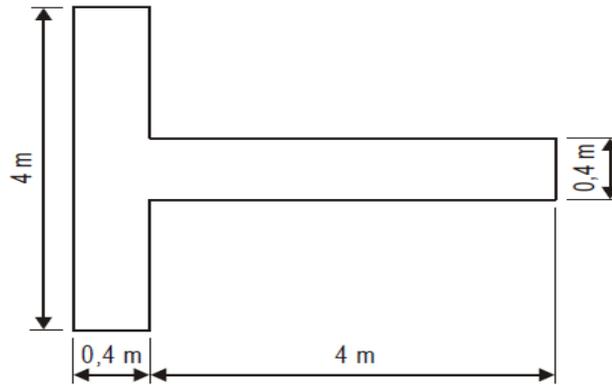


Figure II.4. Indicateur de direction d'atterrissage [6]

C) Indicateur de pente d'approche (PAPI):

Le PAPI est un indicateur de pente d'approche permettant de visualiser la position de l'avion dans le plan vertical lors d'une procédure d'atterrissage.

- 4 feux blancs :

Avion trop haut

- 3 feux blancs et 1 feu rouge :

Légèrement au-dessus du plan nominal

- 2 feux blancs et 2 feux rouges :

Sur le plan de descente normal

- 1 feu blanc et 3 feux rouges :

Légèrement au-dessous du plan

- 4 feux rouges :

Avion sous le plan

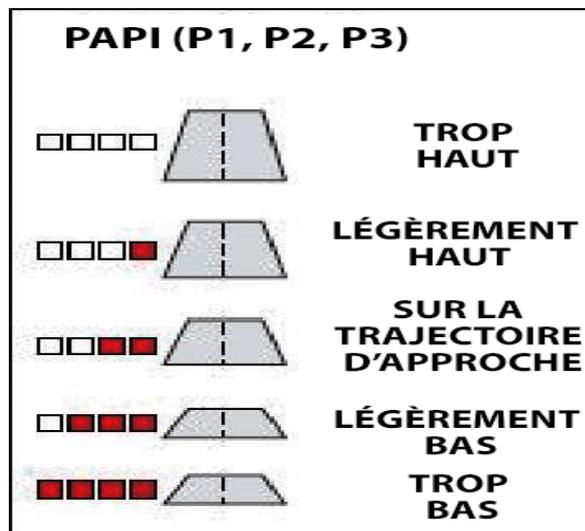


Figure II.5. PAPI [6]

D) Indicateur visuel de pente d'approche simplifié (AVASIS)

Est un autre dispositif d'indicateur de pente d'approche permettant de visualiser la position de l'avion dans le plan vertical lors d'une procédure d'atterrissage. Il est composé de deux séries de trois feux :

- 2 × 3 feux blancs :

Avion trop haut

- 1 série de 3 feux blancs et

- 1 série de 3 feux rouges :

Sur le plan de descente normal

- 2 × 3 feux rouges :

Avion sous le plan

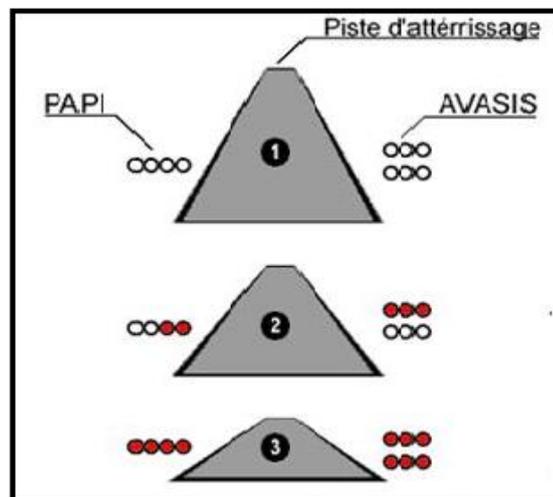


Figure II.6. AVASIS [6]

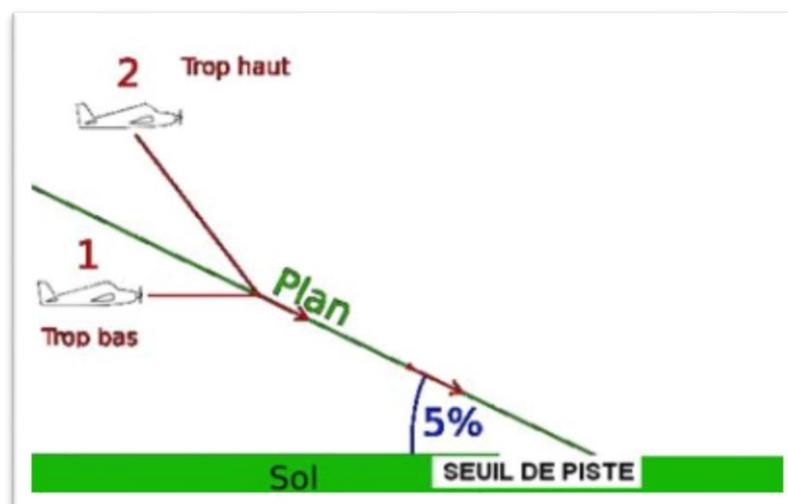


Figure II.7. Plan de descente [10]

II.2 Les procédures d'approche aux instruments

Une procédure d'approche aux instruments est une suite de manœuvres prédéterminées, effectués par l'A/C en vue de l'atterrissage, en utilisant uniquement les instruments de vol, toute en assurant une marge acceptable de franchissement d'obstacles, depuis l'arrivée jusqu'en un point où l'atterrissage est possible ou si non jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacle en route ou en Attente deviennent applicables. 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 délimité par deux bornes. [11]

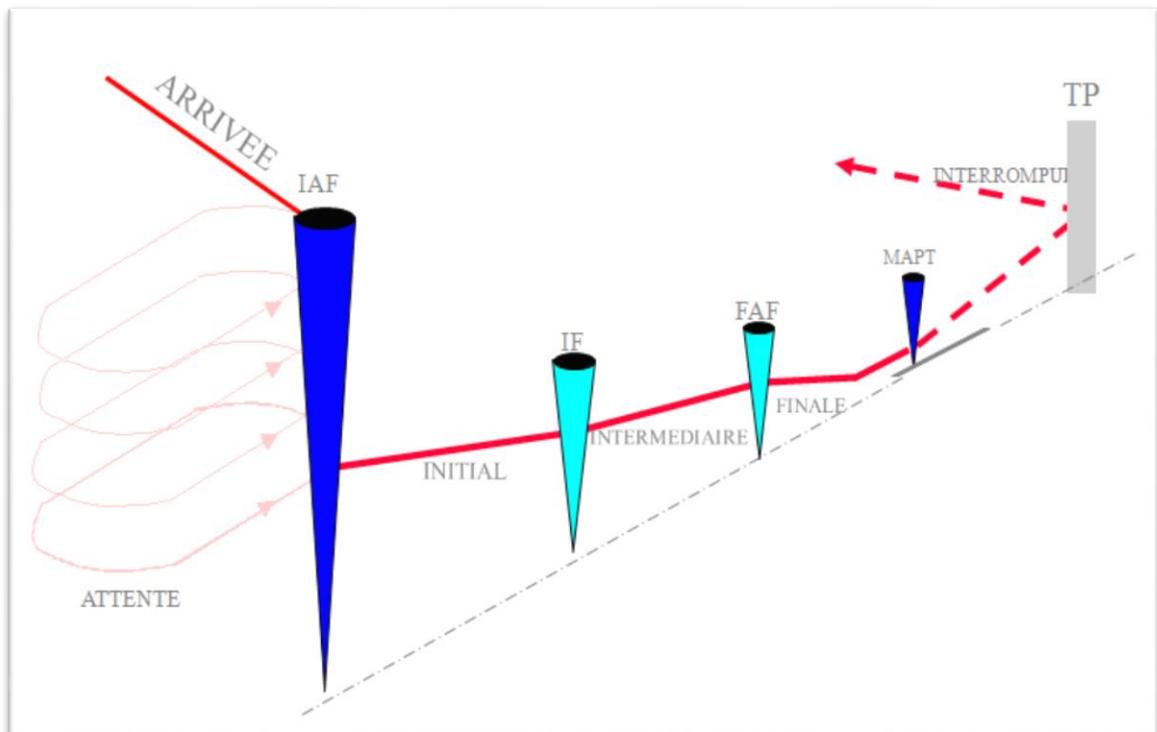


Figure II.8. Les segments d'approche [11]

Les segments d'une procédure d'approche aux instruments :

II.2.1 Arrivée :

L'arrivée est la phase de transition entre la croisière et l'approche.

II.2.1.1 Altitude minimale 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).

$$\text{MSAi} = \text{MAX} (\text{obsi} + \text{MFO})$$

Indice i étant le numéro du secteur.

II.2.1.2 La marge de franchissement d'obstacle :

Elle est calculée en appliquant une marge de franchissement d'obstacles d'au moins 300 m (1 000 ft), aux obstacles situés dans le secteur considéré, ainsi que dans une zone tampon de 5 NM de large (sauf dans le cas d'un DME - voir ci-après -), l'entourant complètement. Pour les vols au-dessus d'une région montagneuse, la marge de franchissement d'obstacles est augmentée d'une valeur pouvant atteindre 300 m (1 000 ft).

II.2.1.3 Nombre de secteur :

Si la différence entre les altitudes de secteurs est insignifiante, c'est-à-dire une différence de l'ordre de 100 m (300ft), une altitude minimale applicable à tous les secteurs pourra être fixée.

Cas particulier de secteurs centrés sur un DME :

Dans le cas particulier de secteurs centrés sur un DME, il est possible de définir une limite supplémentaire circulaire (arc DME), à l'intérieur d'un secteur, partageant celui-ci en deux sous secteurs. L'arc DME utilisé sera choisi

de préférence entre 10 et 15 NM, afin d'éviter l'emploi d'un sous secteur de dimensions trop réduites.

La largeur de la zone tampon entre les sous secteur reste égale à 5 NM. [11]

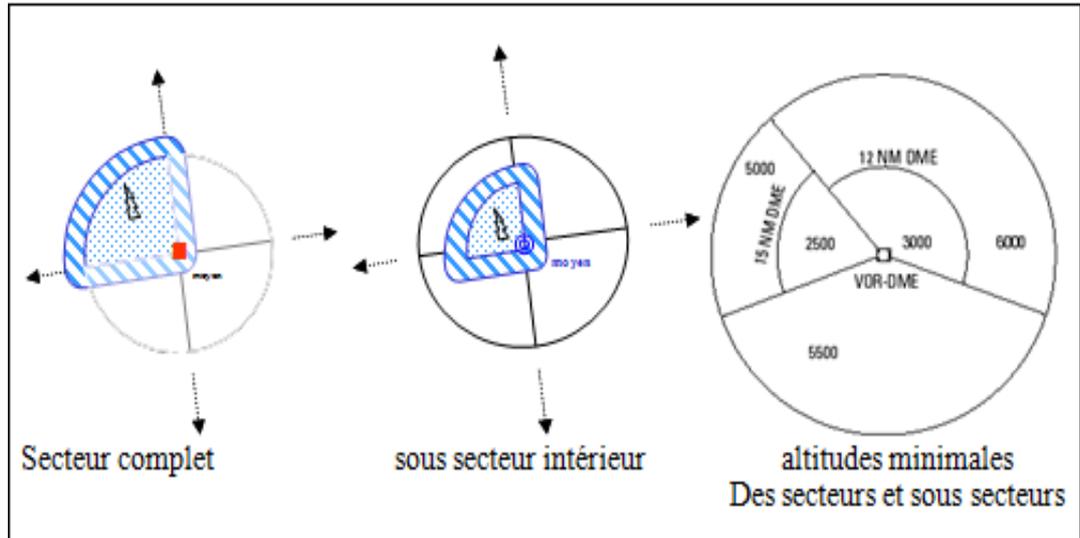


Figure II.9. Secteurs centrés sur un DME [11]

II.2.1.4 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.

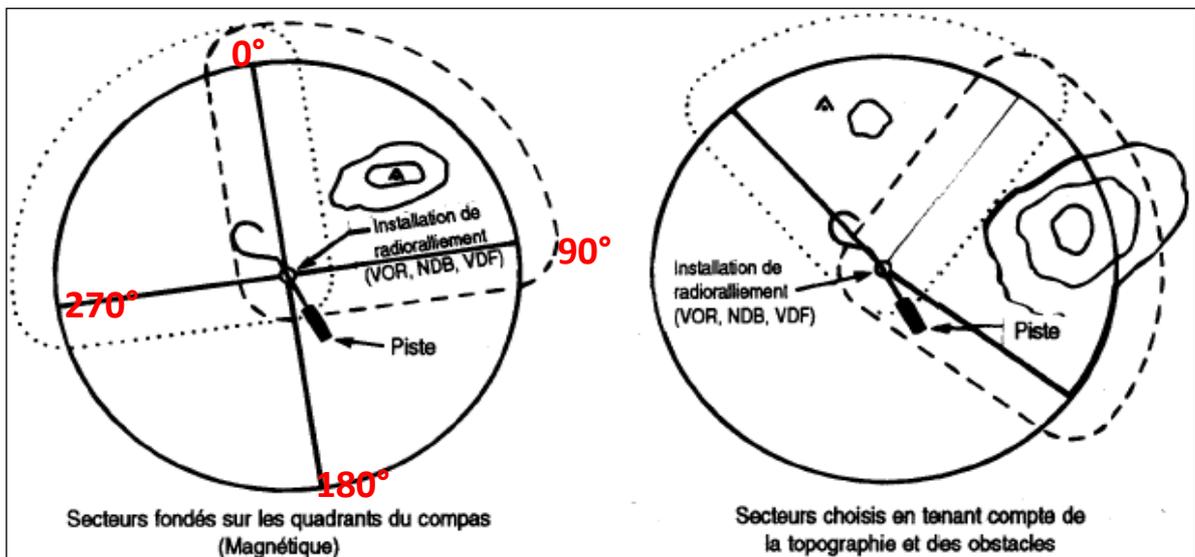


Figure II.10. Orientation des secteurs [11]

Le segment d'arrivée est un segment facultatif.

La direction de l'arrivée sur le repère d'approche initiale IAF n'est pas spécifiée. Ce type d'arrivée n'est possible que si l'IAF est une installation radioélectrique (VOR, NDB, VDF).

Pour la détermination de l'altitude minimale de sécurité, on utilise les altitudes minimales de secteurs centrés sur l'IAF.

II.2.2 Attente

L'attente est une manœuvre prédéterminée, exécutée par un aéronef pour attendre dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation du contrôle.

II.2.2.1 Circuit nominal :

Une procédure d'attente utilise un circuit en hippodrome, basé sur un repère appelé point d'attente.

Une attente peut être à droite (virages à droite) ou à gauche (virages à gauche).

Il est convenu d'appeler : "trajectoire de rapprochement", ou "rapprochement", le parcours rectiligne devant être effectué vers le point d'attente, et "trajectoire d'éloignement", ou "éloignement", l'autre parcours rectiligne.

II.2.2.2 Manœuvre d'attente :

La manœuvre d'attente se décompose comme suit (cas d'une attente à droite) :

- a) après être arrivé à la verticale du point de repère sur une trajectoire voisine de la trajectoire de rapprochement, effectuer un virage par la droite,
- b) effectuer une trajectoire d'éloignement, parallèle au rapprochement, limitée par une durée spécifiée ou un point de repère secondaire, puis
- c) exécuter un virage par la droite pour intercepter, et
- d) suivre la trajectoire de rapprochement jusqu'au point de repère.

II.2.2.3 Types d'attente :

Les différents types d'attente sont caractérisés soit par la nature du repère d'attente, soit par le type d'éloignement :

En fonction de la nature du point d'attente : on distingue

- a). attentes VOR ou NDB effectuées à la verticale d'une installation,
- b). attente sur intersection de rayons VOR dont le repère est une intersection de rayons VOR,
- c). attente VOR-DME dont le repère est l'intersection d'un rayon VOR avec un arc DME,
- d). attente LLZ-DME, dont le repère est l'intersection d'un localiser d'ILS avec un arc DME.

En fonction de type d'éloignement : on distingue

Eloignement en temps :

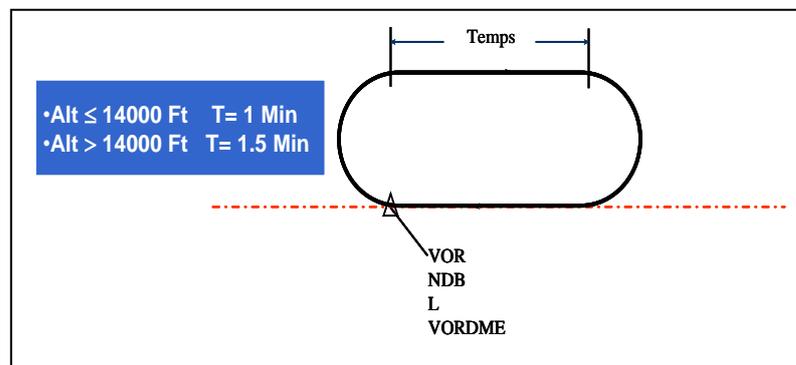


Figure II.11. Eloignement en temps [11]

Eloignement en distance :

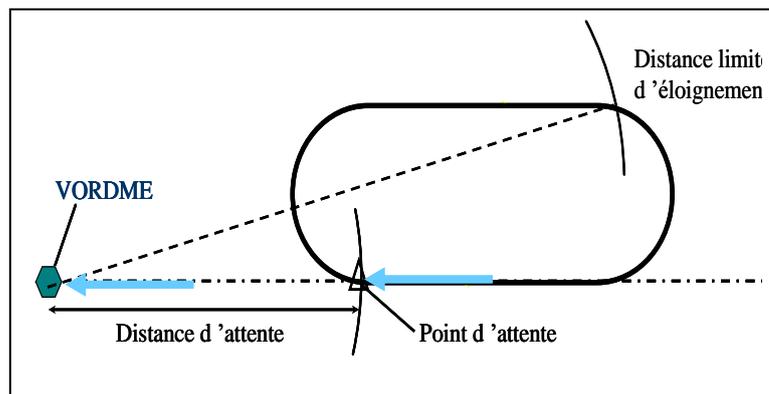


Figure II.12. Eloignement en distance [11]

II.2.2.4 Les secteurs d'entrée d'attente :

Les entrées en attente omnidirectionnelles ne sont possibles que lorsque le point d'attente est un VOR ou un NDB. La description des entrées donnée ci-après suppose une attente orientée à droite.

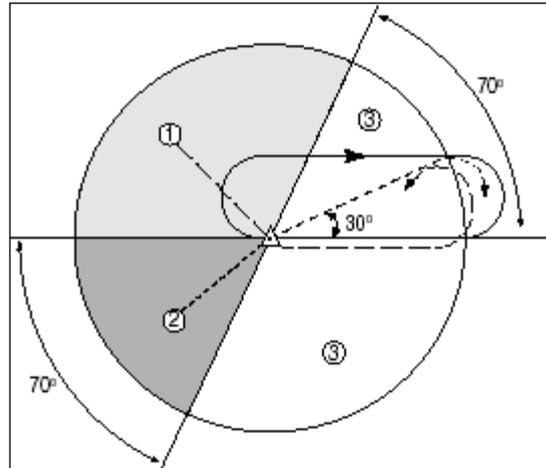


Figure II.13. Les entrées de l'attente [11]

A) Procédure de secteur 1 (entrée parallèle) :

Au survol du repère, virer pour prendre un cap parallèle et inverse au cap spécifié de la trajectoire de rapprochement, et maintenir ce cap pendant la durée d'éloignement spécifiée pour l'attente. Ensuite, virer à gauche pour rejoindre le parcours de rapprochement, ou directement le repère.

Au deuxième passage verticale repère, suivre le circuit d'attente.

B) Procédure de secteur 2 (entrée décalée) :

Au survol du repère, prendre un cap permettant de suivre une trajectoire faisant un angle de 30° avec le parcours de rapprochement du côté attente, et s'éloigner à ce cap pendant un temps égal au temps d'éloignement spécifié. Virer ensuite à droite pour rejoindre le parcours de rapprochement du circuit d'attente.

C) Procédure de secteur 3 (entrée directe) :

Au survol du repère, virer à droite pour suivre le circuit d'attente.

II.2.2.5 Aire de protection d'attente :

L'aire de protection de l'attente comprend l'aire de base, les aires de protection des entrées et les zones tampon.

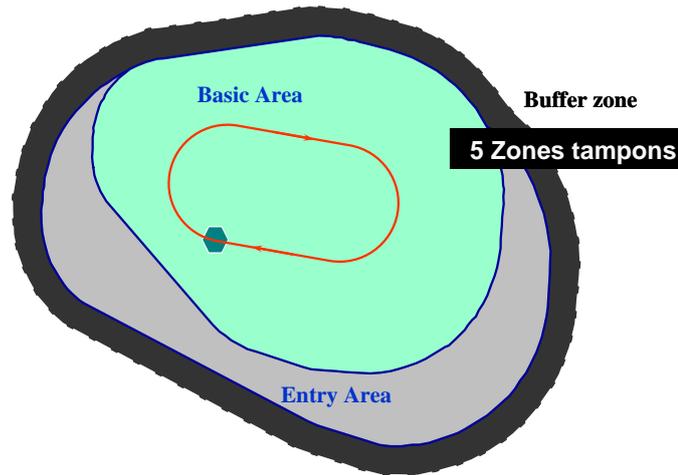


Figure II.14. Aire de protection attente [11]

II.2.2.6 Les paramètres d'attente :

- Altitude pression max (Z_p max) :

L'altitude considérée pour la protection est au moins égale à la plus grande des altitudes minimales de secteur basées sur le point d'attente.

Lorsque plusieurs niveaux d'attente sont prévus, l'aire d'attente à utiliser est celle résultant de la prise en considération du niveau d'attente le plus élevé, en tenant compte des situations pouvant résulter d'un QNH bas.

- Température :

La température considérée est supérieure de 15° à la température standard au niveau considéré, sauf si l'existence de statistiques de températures permet d'adopter un écart différent.

- Sens de virage : A gauche ou à droite

- Vitesse indiquée :

L'aire de protection doit être tracée en tenant compte d'une vitesse indiquée selon le cas :

Tableau II.1 Vitesse indiquée pour Cat. A et B.

Altitude pression en centaines de pieds	Vitesse indiquée normale (kt)	Vitesse indiquée en turbulence (kt)
0 à 140	230 (170*)	280 (170*)
150 à 200	240	la plus faible des deux vitesses 280 kt ou MACH 0,8
210 à 340	265	
supérieure à 340	MACH 0,83	MACH 0,83

II.2.2.7 Inclinaison latérale en virage :

Les virages sont exécutés avec une inclinaison latérale minimale de 25°, ou à une vitesse angulaire de 3°/s si l'inclinaison qui en résulte est inférieure à 25°.

II.2.2.8 Minutage ou distance d'éloignement :

La durée minimale d'éloignement est d'une minute si l'altitude de l'attente est inférieure ou égale à 14000 pieds (4250 m) ou de une minute et demie si l'altitude est supérieure à 14000 pieds. Le minutage est remplacé par une distance dans le cas d'une attente VOR/DME.

II.2.2.9 Zones Tampon

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

II.2.2.10 La marge de franchissement d'obstacle :

Aire de base : 100% MFO ⇒ (300m)

L'aire d'entrée : 100% MFO ⇒ (300m)

Zone tampon 1 : 100% MFO ⇒ (300m)

Zone tampon 2 : 50% MFO ⇒ (150m)

Zone tampon 3 : 40% MFO ⇒ (120m)

Zone tampon 4 : 30% MFO ⇒ (90m)

Zone tampon 5 : 20% MFO ⇒ (60m). [11]

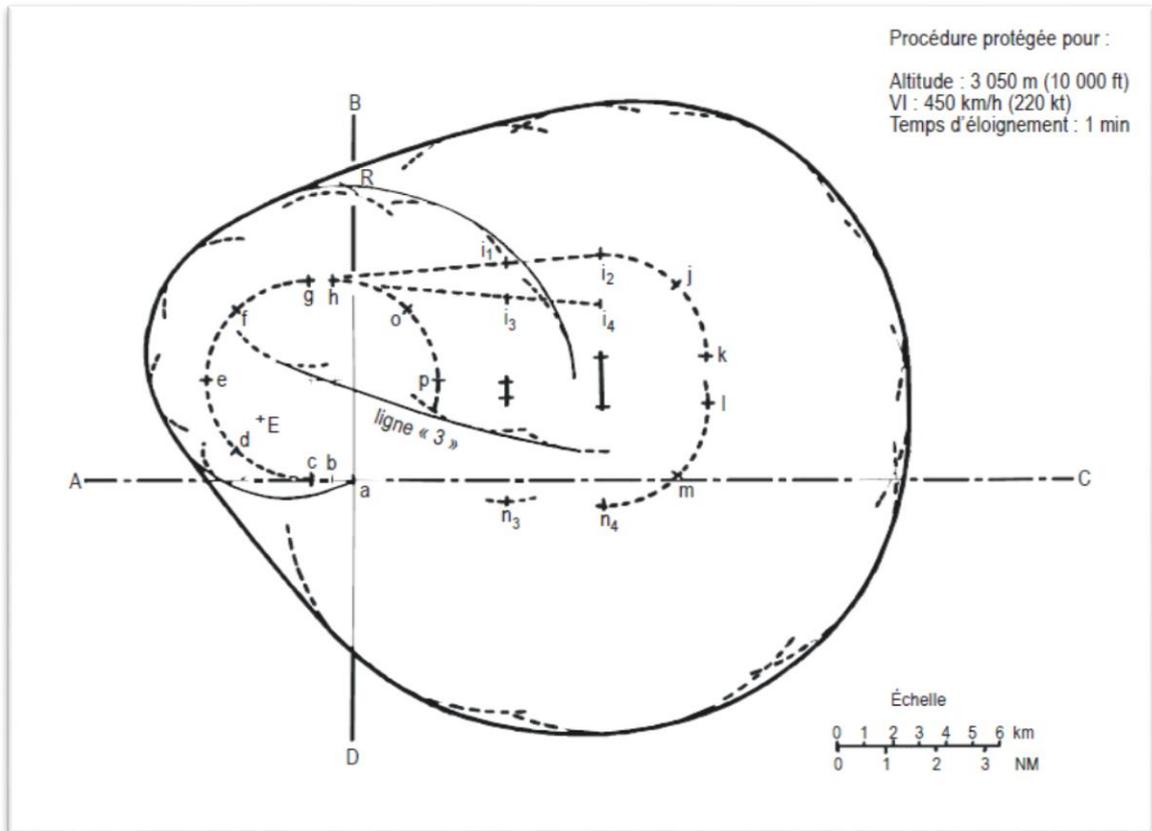


Figure II.15 Gabarit de circuit d'attente/en hippodrome [12]

II.2.3 Segment initial :

Il permet à l'aéronef de s'établir sur l'axe d'approche à une altitude satisfaisante. Ce segment est facultatif.

Début :

Ce segment commence au repère d'approche initiale (IAF) (généralement c'est le point d'attente).

Lorsqu'un trajet direct sans procédure d'attente associée peut être utilisé sur autorisation du contrôle, le segment d'arrivée n'existe pas et l'IAF est le dernier repère en route.

Fin : Le segment d'approche initiale prend fin, selon le cas, à :

- L'IF ou FAF pour une procédure avec FAF
- La sortie du virage d'inversion ou d'hippodrome, pour une procédure sans FAF.

II.2.3.1 Trajectoire :

Une approche initiale peut être exécutée en suivant une radiale VOR, un relèvement NDB, un cap radar ou successivement plusieurs de ces éléments. Lorsqu'aucune de ces solutions n'est possible, on peut utiliser un segment à l'estime (route magnétique spécifiée) ou un arc DME de rayon d'arc minimal de 7 NM.

Les procédures d'inversion et en hippodrome constituent des segments d'approche initiale jusqu'à ce que l'aéronef soit établi sur le segment suivant.

II.2.3.2 Longueur du segment d'approche initiale :

La longueur du segment d'approche initiale n'est pas normalisée. Cette longueur doit être suffisante pour permettre le changement d'altitude requis par la procédure.

II.2.3.3 La marge de franchissement d'obstacle :

La MFO est de 300 m (1000 ft), au moins, dans l'aire de base et décroît linéairement jusqu'à zéro dans l'aire secondaire.

II.2.3.4 Les aires de protection :

La largeur de l'aire d'approche initiale au travers de l'IAF est de :

- 10 NM (5 NM de part et d'autre de l'axe), lorsque l'IAF n'est pas défini par la verticale d'une installation radioélectrique ;
- 4 NM (2 NM de part et d'autre de l'axe), lorsque l'IAF est défini par un VOR ;
- 5 NM (2,5 NM de part et d'autre de l'axe), lorsque l'IAF est défini par un NDB.

La largeur de l'aire ne peut excéder 10 NM (5 NM de part et d'autre de l'axe). [11]

II.2.3.5 Types de segment initiale :

II.2.3.5.1 Segment rectiligne :

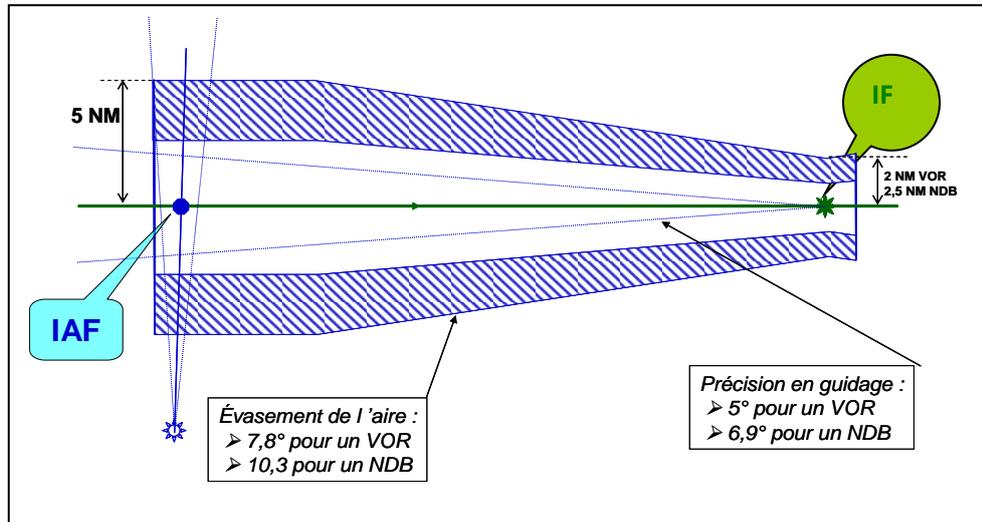


Figure II.16. Segment rectiligne [11]

II.2.3.5.2 Segment curviligne :

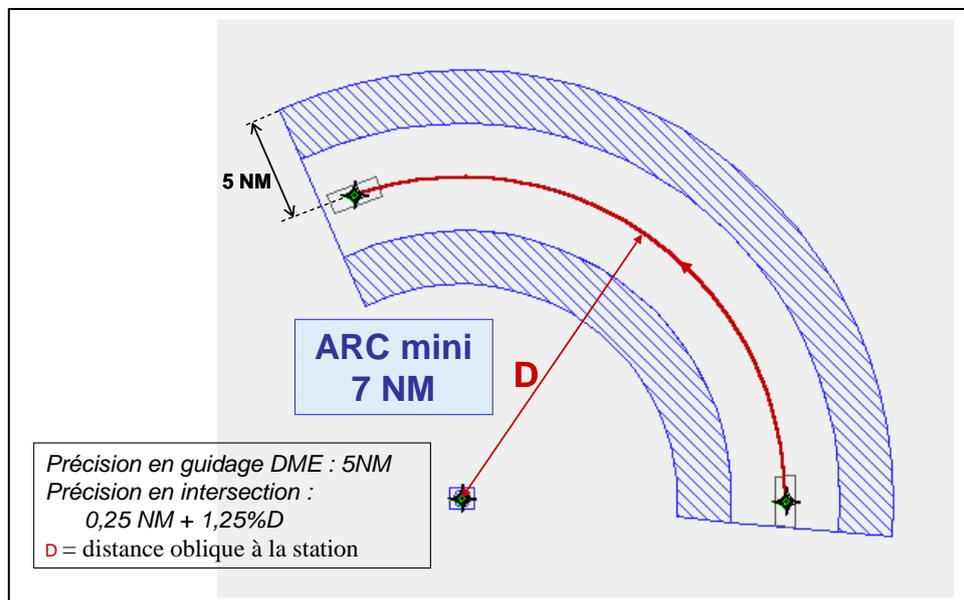


Figure II.17. Segment curviligne [11]

II.2.3.5.3 Procédure en hippodrome :

Des procédures en hippodrome sont utilisées comme circuit de perte d'altitude ou comme circuit de raccordement à une procédure d'inversion.

• **Le temps d'éloignement :**

Ce temps doit être compris entre 1 et 3 minutes par incrément de 1/2 minutes.

• **Aires de protection:**

L'aire de protection d'une procédure en hippodrome est construite selon les mêmes principes que celle d'une procédure d'attente. L'altitude de protection de l'hippodrome est l'altitude minimale du circuit d'attente (arrondie au millier de pieds supérieur).

- L'aire de base est identique à celle d'une aire d'attente du même type. Elle est entourée d'une aire secondaire (1NM VOR ; 1.25 NM NDB).
- La MFO est de 300m (1000ft), au moins, dans l'aire de base et décroît linéairement jusqu'à zéro dans l'aire secondaire.

II.2.3.5.4 Procédure d'inversion :

Une procédure d'inversion consiste en un parcours d'éloignement, suivi d'un virage, afin de revenir sur le parcours de rapprochement.

Elle est utilisée pour amener l'aéronef en rapprochement sur une trajectoire d'approche intermédiaire ou d'approche finale à l'altitude désirée, notamment quand :

- L'approche initiale est amorcée à partir d'un repère qui est situé sur l'aérodrome ou au voisinage de celui-ci ;
- Un virage de plus de 70° serait nécessaire à l'IF, et l'on ne dispose pas d'un repère de début de virage ;
- Un virage de plus de 120°, serait nécessaire à l'IF.

A) Types de procédures d'inversion

Les différents types d'inversion se définissent comme suit :

- ✓ **Virage conventionnel (45°/180°):** commence à une installation ou à un repère et consiste en :
 - un parcours rectiligne d'éloignement, avec guidage sur trajectoire, sur une distance donnée ou jusqu'à un repère ;
 - un virage de 45° ;

- un parcours rectiligne, sans guidage sur trajectoire ; ce parcours est minuté et d'une durée de 1 minute (Cat A et B) ou 1 minute 15 s (Cat C, D, E) depuis le début du virage de 45° ;
 - un virage de 180° en sens inverse, pour intercepter la trajectoire de rapprochement.
- ✓ **Virage conventionnel (80°/260°):** commence à une installation ou à un repère et consiste en :
- un parcours rectiligne d'éloignement, avec guidage sur trajectoire, sur une distance donnée ou jusqu'à un repère ;
 - un virage de 80° ;
 - un virage de 260°, en sens inverse, pour intercepter la trajectoire de rapprochement.
- ✓ **Virage de base:** consistant en une branche d'éloignement depuis l'installation, sur une trajectoire définie et pendant un temps spécifié, ou avec une limite de fin d'éloignement spécifiée, suivi d'un virage pour intercepter la branche de rapprochement.

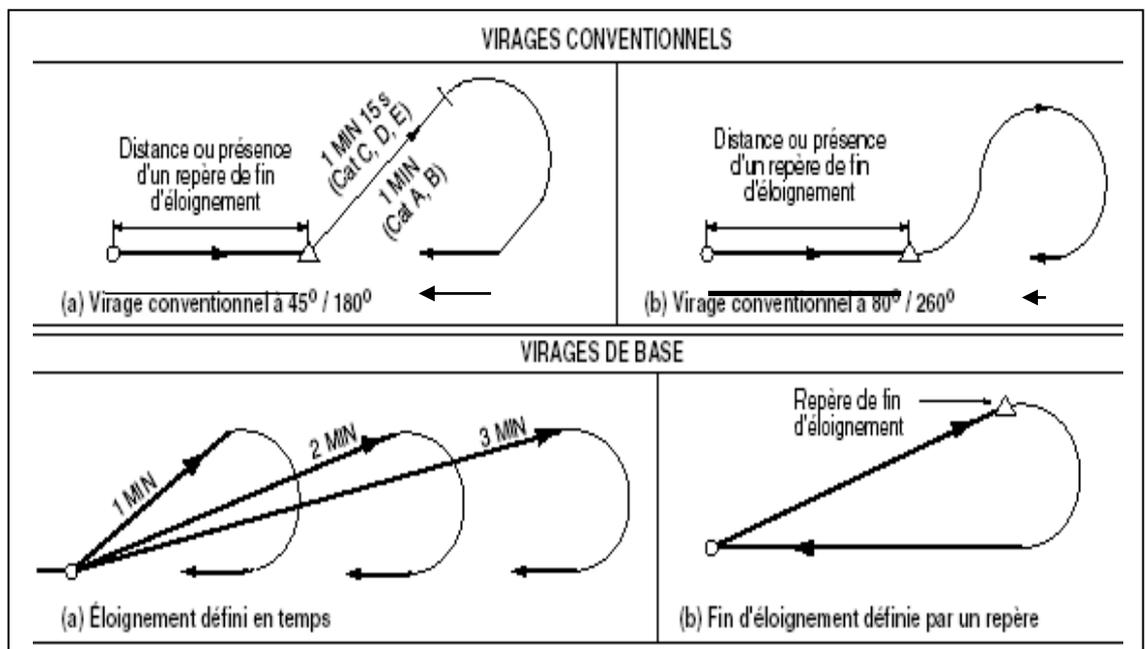


Figure II.18. Types d'inversion [11]

Tableau II.2 Descente minimale/maximale autorisée pour une procédure en hippodrome ou une procédure d'inversion

Trajectoire Catégorie d'avions	En éloignement		En rapprochement ¹	
	CAT A/B	CAT C/D/E	CAT A/B	CAT C/D/E
Descente maximale pour la durée nominale du parcours d'éloignement de 1 min [m (ft)]	245 m (804 ft)	365 m (1 197 ft)	150 m (492 ft)	230 m (755 ft)

B) Paramètres de l'aire de protection:

- Altitude ;
 - Température ;
 - Vitesse indiquée ;
 - Vitesse propre (Vp) : calculée à partir de la VI corrigée pour l'altitude et la température considérées ;
 - Angle de divergence dans un virage de base (Calculé pour la vitesse propre maximale retenue pour la protection) :
- ✓ pour une vitesse propre Vp inférieure ou égale à 170 kt, $A = 36/t$.
- ✓ pour une vitesse propre Vp supérieure à 170 kt, $A = (0,215 Vp)/t$ avec Vp en kt et t, le temps en minutes spécifié pour la branche d'éloignement.

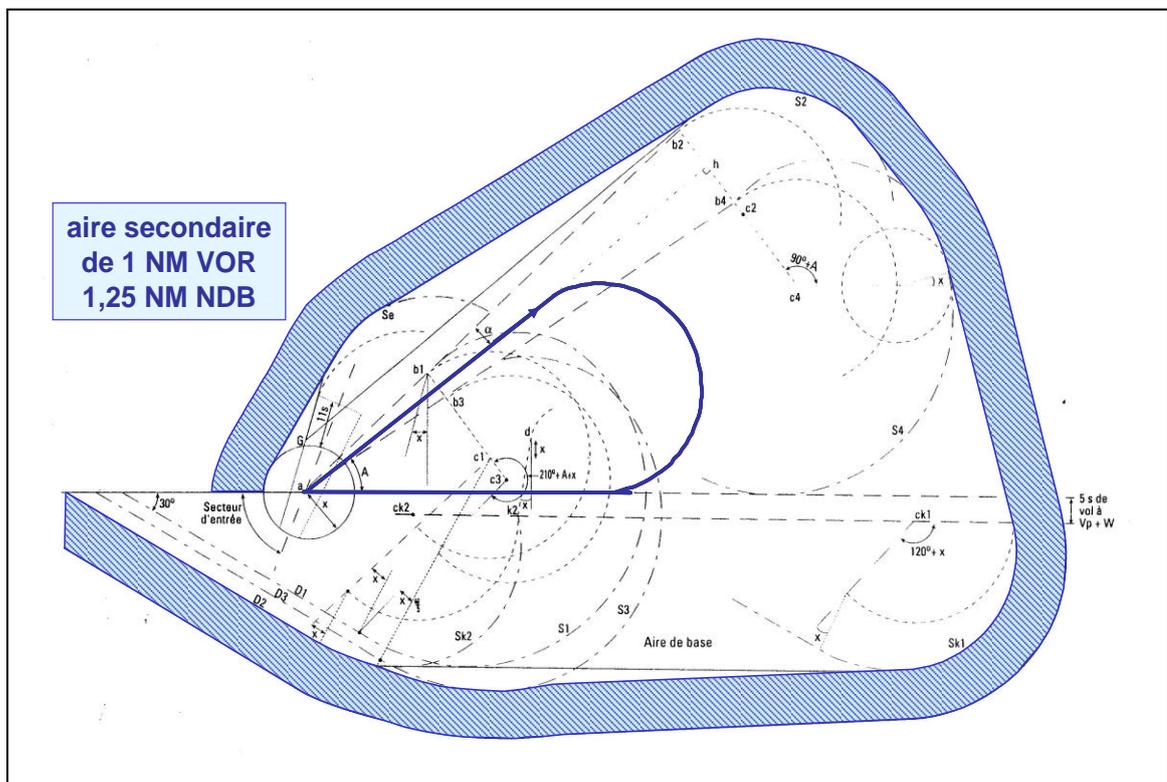


Figure II.19. Aire de protection du virage de base [11]

II.2.4 Segment intermédiaire :

Il commence à l'IF et se termine au FAF (final approach fix, ou repère d'approche final). C'est dans ce segment que l'avion adopte sa configuration atterrissage : la vitesse et la position sont ajustées en vue d'entrer dans le segment d'approche final. Ce segment est facultatif.

Début :

- Approche classique :

L'IF (on parle d'un segment avec IF désigné) ou la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome (on parle d'un segment sans IF).

- Approche de précision

Identique au précédent.

Fin :

- Approche classique :

Le repère d'approche finale : FAF

- Approche de précision :

Le repère d'approche finale : FAP.

II.2.4.1 La longueur du segment intermédiaire :

- La longueur minimale 5 NM.
- La longueur optimale 10 NM.
- La longueur maximale 15 NM.

II.2.4.2 Pente de descente :

Le segment d'approche intermédiaire étant utilisé pour établir la vitesse et la configuration de l'aéronef en vue d'aborder le segment d'approche finale, la pente devrait être nulle.

Si ce critère ne peut être respecté et qu'une descente est nécessaire, la pente maximale admissible est de 5 % et un palier de décélération d'une longueur minimale de 1,5 NM (Cat C et D) et 1 NM (Cat A et B) doit être prévu avant

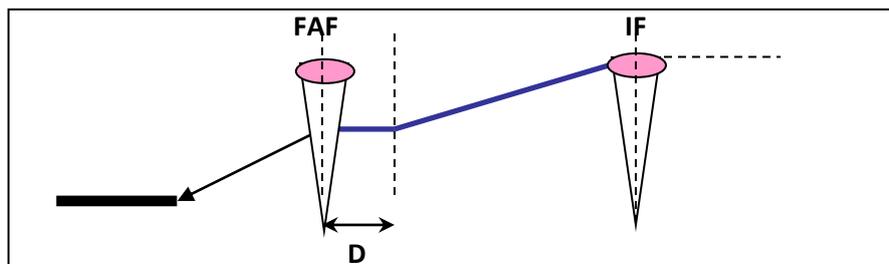


Figure II.20. Segment d'approche intermédiaire [11]

II.2.4.3 Trajectoire et aire de protection :

La construction de l'aire varie selon le type de procédure utilisée. Elle tient compte des dimensions des aires initiale et finale aux deux extrémités du segment intermédiaire.

Pour les procédures comportant une inversion ou un hippodrome les valeurs des taux de descente en rapprochement s'appliquent.

II.2.4.4 Marge de franchissement d'obstacle et altitude minimale de vol:

Une marge minimale de franchissement d'obstacles de 150 m (500 pieds) sera fournie dans l'aire primaire du segment intermédiaire. Le principe des aires secondaires, quant elles existent, s'applique.

L'altitude minimale de sécurité du segment d'approche intermédiaire est arrondie par excès au multiple de 100 pieds (50 m) le plus proche. [11]

II.2.5 Segment final pour une approche classique :

Il s'agit du segment dans lequel sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage. Ce segment est obligatoire.

Début :

La finale commence selon le cas au :

Repère d'approche finale : FAF pour une procédure avec FAF.

Fin :

La finale prend fin au point d'approche interrompue (MAPT).

II.2.5.1 La longueur du segment d'approche finale :

Longueur optimale : 5NM.

Longueur maximale : 10 NM.

II.2.5.2 Lorsque l'approche finale est basée sur une installation radioélectrique située sur l'aérodrome, il ne peut pas être défini de pente. La construction de la procédure doit néanmoins permettre de respecter un taux de descente compris entre les valeurs du tableau suivant :

Tableau II.3 Taux de descente pour une approche finale

Catégorie d'aéronef	Taux en fts/min	
	Mini	Maxi
A, B	394	655
C, D, E	590	1000

II.2.5.3 Pente du segment final :

Pente optimale et minimale : 5.2%

Pente maximale :

- ✓ Cat A et B : 6.5%
- ✓ Cat C et D : 6.1%

II.2.5.4 MFO pour une approche finale :

Procédure sans FAF : 90m.

Procédure avec FAF : 75 m.

II.2.5.5 OCA / H d'une approche de non précision :

Altitude/hauteur la plus basse au dessus de l'aérodrome ou du seuil de piste si l'altitude du seuil inférieure de plus de 2m (7FT) [France 5m (16ft)] à celle de l'aérodrome en dessous de laquelle l'aéronef ne peut descendre en l'absence de repères visuels

OCA/H arrondie au 5m ou 10FT supérieurs.

II.2.5.6 Les types de procédures d'approche aux instruments :

En fonction de l'installation radio qui fournit le guidage sur le segment final :

• Approche de non précision :

Le segment final est toujours radioguidé, sur l'axe de piste ou non dans l'axe de piste, avec éventuellement une information de distance.

- ✓ NDB,
- ✓ Locator
- ✓ VOR
- ✓ LLZ

- ✓ RNAV
- ✓ RADAR
- ✓ Distance par: DME, Markers, RADAR

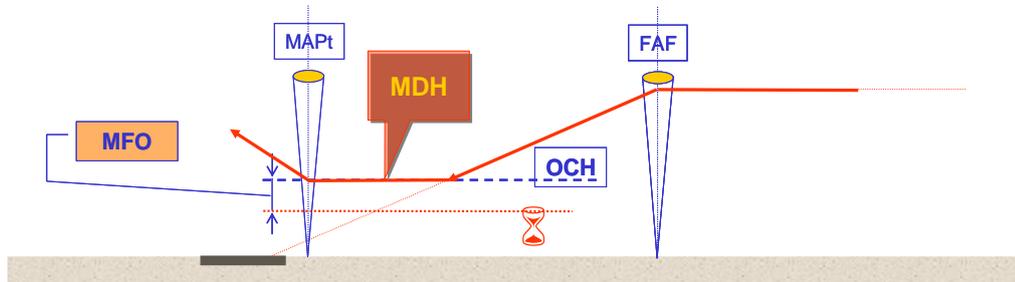


Figure II.21. Approche de non précision [11]

• **Approche de précision :**

Le segment finale est toujours radioguidé, sur l'axe de piste ou non dans l'axe de piste, avec éventuellement une information de distance et guidage en site vers le point de toucher des roues.

- ✓ ILS
- ✓ MLS
- ✓ RADAR de précision. [11]

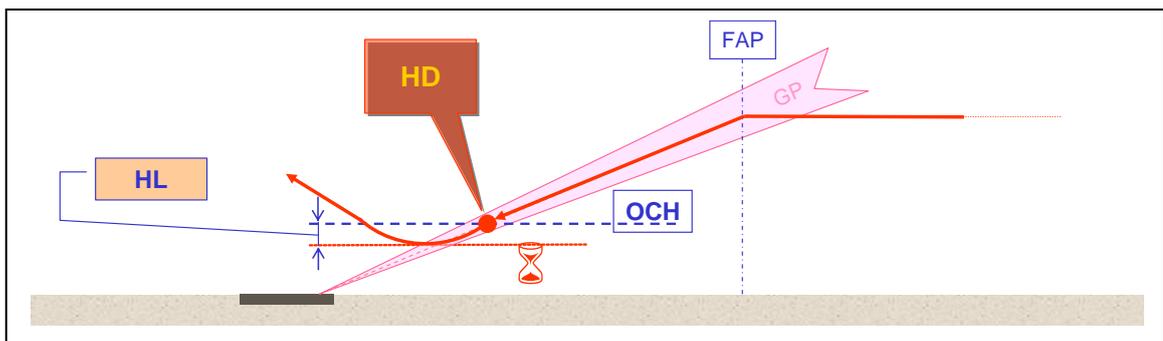


Figure II.22. Approche de précision [11]

II.2.6 Segment interrompue

Il commence au MAPt et définit la procédure de remise de gaz vers une position d'attente, une position permettant une nouvelle approche ou vers une position marquant le début d'un déroutement vers un autre aéroport.

La procédure d'approche interrompue se terminera à une altitude/hauteur suffisante pour permettre :

- d'amorcer une autre approche ; ou
- de retourner à un circuit d'attente désigné ; ou
- de reprendre le vol de croisière.

II.2.6.1 Phases du segment d'approche interrompue :

- **Phase initiale** : commence au premier MAPt et va jusqu'au SOC ;
- **Phase intermédiaire** : va du SOC jusqu'au point où une MFO de 50 m (164 ft) [Cat H : 40 m (132 ft)] est initialement obtenue et peut être maintenue ;
- **Phase finale** : va jusqu'au point où sont amorcés une nouvelle approche, une attente ou un retour au vol de croisière ; des virages peuvent être effectués au cours de cette phase.

II.2.6.2 MFO :

Approche interrompue initiale : MFO variable.

Approche interrompue intermédiaire : 30m.

Approche interrompue finale : 50m.

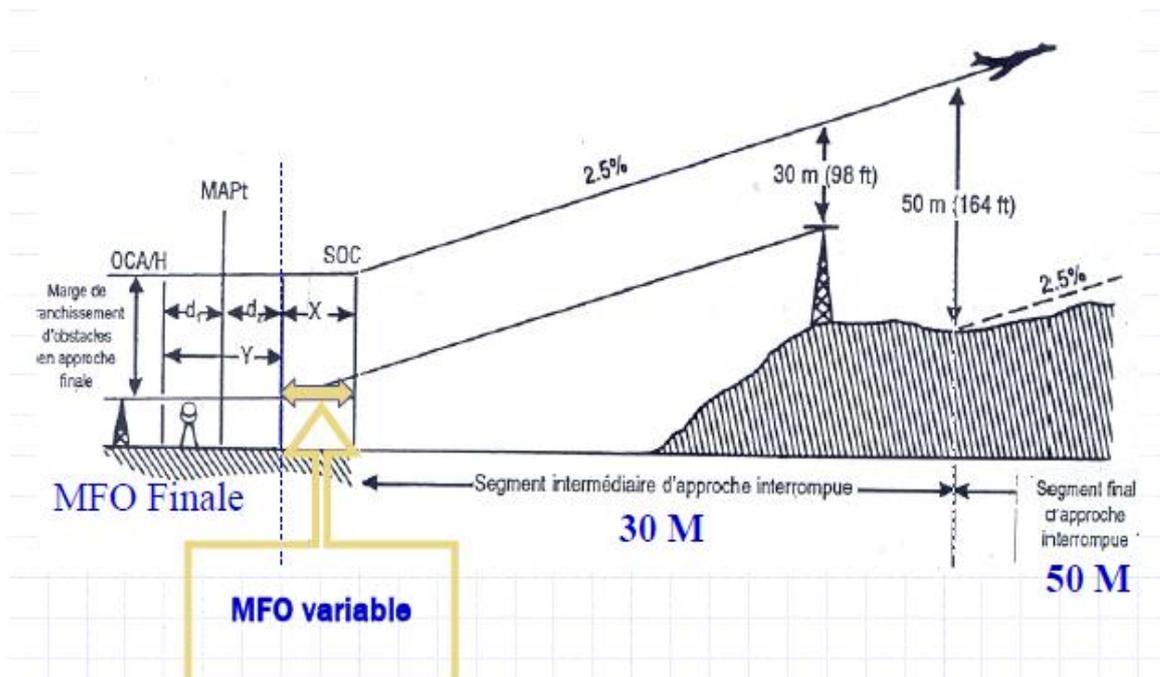


Figure II.23 : MFO Approche interrompue [24]

II.2.6.3 Types d'approche interrompue :

Il y a deux types d'approche interrompue :

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

II.2.6.4 Aire d'approche interrompue :

L'aire prévue pour l'approche interrompue commencera au début de la tolérance de MAPt, avec une largeur égale à celle du segment d'approche finale en ce point. Ensuite, les dimensions et la forme de l'aire dépendent de la procédure d'approche interrompue, y compris le point où un virage est amorcé, s'il y a lieu, et l'ampleur du virage.

II.2.6.5 Point d'approche interrompue (MAPt) :

Une approche interrompue commence au point d'approche interrompue (MAPt) et ne s'applique qu'aux approches classiques. Dans le cas des approches classiques, le MAPt sera défini de la façon suivante :

- Procédures sans FAF — par une installation de navigation ou un repère ;
- Procédures avec FAF — le MAPt sera défini par un des trois cas suivants :
 - ✓ Par minutage sur la distance depuis le FAF nominal jusqu'au MAPt nominal, si le MAPt n'est pas défini par une installation ou un repère ;
 - ✓ Par une installation de navigation ou un repère au MAPt, auquel cas la procédure doit être annotée « minutage non autorisé pour définir le MAPt » ;
 - ✓ Tant par le minutage sur la distance depuis le FAF nominal jusqu'au MAPt nominal que par une installation ou un repère au point d'approche interrompue ; dans ce cas, il sera publié une seule OCA/H : l'OCA/H pour la distance spécifiée, ou l'OCA/H pour l'installation ou le repère si cette deuxième valeur est plus élevée ; toutefois, si un avantage opérationnel peut en résulter, les deux peuvent être publiées. [13]

A) Emplacement du MAPT :

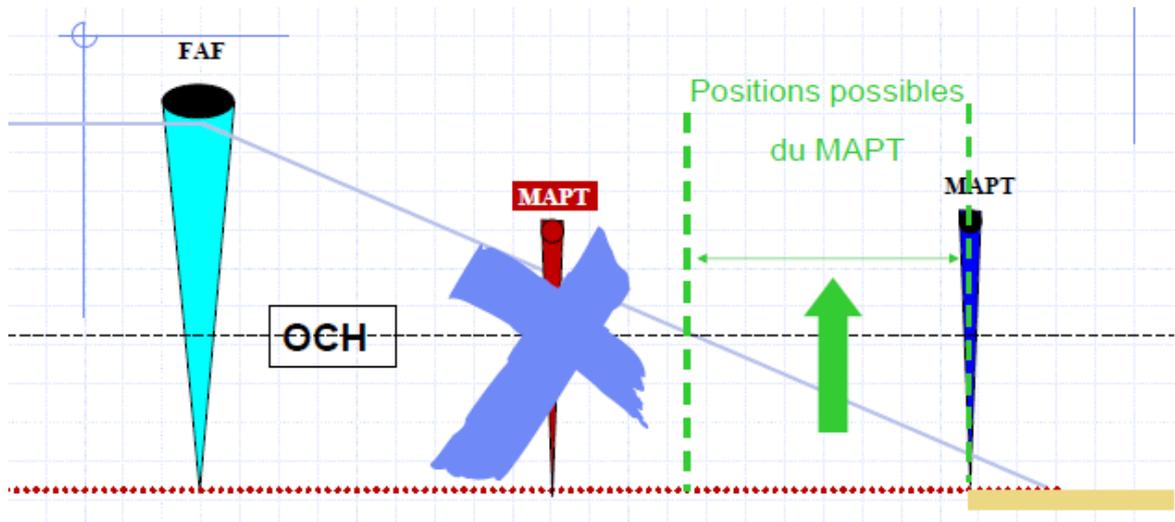


Figure II.24 : Emplacement du MAPT [24]

B) Tolérance de MAPt si le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère :

Si le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère, la tolérance longitudinale de MAPt est définie par la somme de deux éléments :

a) la tolérance intégrale de l'installation/du repère ;

b) une distance (d) prévue pour le temps de réaction du pilote ; cette valeur correspond à 3 secondes de vol à la vitesse maximale d'approche finale pour la catégorie d'aéronefs dont il s'agit, plus un facteur vent arrière de 19 km/h (10 kt) ; des exemples de valeurs de d pour chaque catégorie d'aéronefs, calculées pour une altitude d'aérodrome de 600 m (2 000 ft).

Si le MAPt est défini par la verticale d'une installation de navigation (VOR, NDB ou radiobalise 75 MHz), la tolérance de repère est de 0 km (NM).

Tableau II.4 Distance d correspondant à 600 m (2 000 ft) MSL

Catégories d'aéronefs	A	B	C	D	E	H
d	0.18 km (0.10 NM)	0.23 km (0.12 NM)	0.28 km (0.15 NM)	0.32 km (0.17 NM)	0.39 km (0.21 NM)	0.16 km (0.09 NM)

II.2.6.6 Début de montée (SOC) :

A) Calcul du SOC :

Il y a deux méthodes de calcul du SOC. La méthode est choisie selon que :

- le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère ;
- le MAPt est défini par une distance spécifiée à partir du FAF.

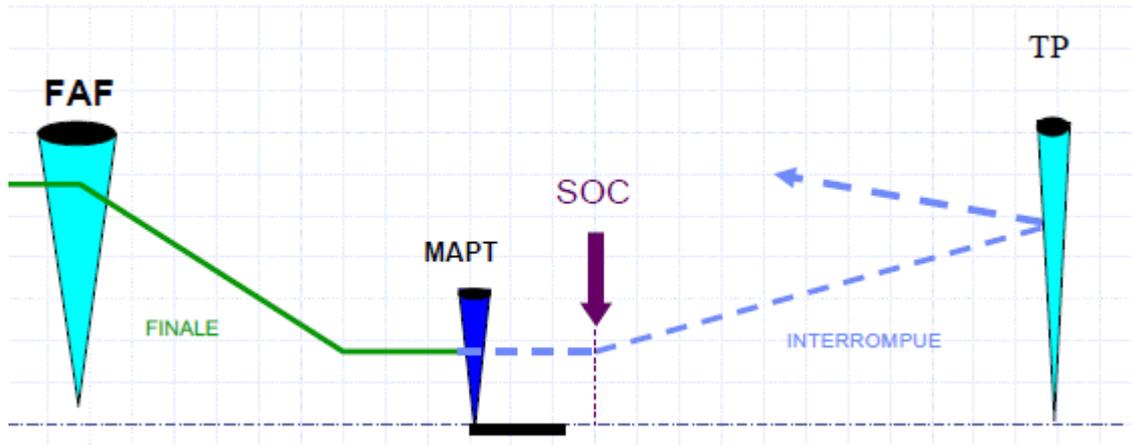


Figure II.25 : Emplacement du point SOC [24]

B) Détermination du SOC avec un MAPt défini par une installation de navigation ou un repère :

Si le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère, le SOC est déterminé par la somme de deux éléments :

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

II.2.6.7 PENTE DE MONTÉE ET MOC

• Phase initiale :

La phase initiale commence au premier point d'approche interrompue (MAPt) et se termine au point du début de la montée (SOC). Au cours de cette phase, les manœuvres exigent une attention concentrée du pilote, particulièrement dans l'établissement de la montée et les changements de configuration, et il est présumé que l'équipement de guidage n'est pas utilisé au cours de ces manœuvres. Aucun virage ne peut être spécifié dans cette phase.

Pente de montée dans la phase initiale. Dans la phase initiale, la trajectoire de vol est horizontale.

✓ **Marge de franchissement d'obstacles dans la phase initiale :**

Dans l'aire d'approche manquée initiale, la marge minimale de franchissement d'obstacles sera la même que pour la dernière partie de l'aire d'approche finale, sauf si le prolongement de la surface d'approche interrompue intermédiaire en direction arrière vers le point d'approche interrompue nécessite une moindre marge.

• **Phase intermédiaire**

La phase intermédiaire commence au SOC. La montée continue à des vitesses stabilisées jusqu'au premier point où une marge de franchissement d'obstacles de 50 m (164 ft) [Cat H : 40 m (132 ft)] est obtenue et peut être maintenue. Dans la construction de cette phase, il est admissible de tirer parti du guidage de navigation disponible. Au cours de la phase intermédiaire, la trajectoire d'approche interrompue peut être modifiée par rapport à celle de la phase initiale, jusqu'à un maximum de 15°.

Pente de montée dans la phase intermédiaire. La pente de montée nominale (tg Z) de la surface d'approche interrompue est de 2,5 % (Cat H : 4,2 %). Une pente de 2 % peut être utilisée si les levés nécessaires ont été effectués et si les précautions nécessaires sont prises. Des pentes de montée additionnelles de 3 %, 4 % ou 5 % peuvent aussi être spécifiées. Celles-ci peuvent être utilisées par les aéronefs dont les performances de montée permettent de retirer un avantage opérationnel de l'OCA/H plus basse correspondant à ces pentes, avec l'approbation de l'autorité compétente.

Note : Dans le cas des approches classiques, toutes valeurs intermédiaires (par exemple 3,4 %) entre 2 % et 5 % peuvent être envisagées.

✓ **Marge de franchissement d'obstacles dans la phase intermédiaire :**

Dans la phase intermédiaire de l'approche interrompue, la marge minimale de franchissement d'obstacles sera de 30 m (98 ft) dans l'aire primaire, et dans l'aire secondaire la marge minimale sera de 30 m (98 ft) au bord intérieur, diminuant linéairement jusqu'à zéro au bord extérieur.

L'OCA/H pour la valeur nominale de 2,5 % doit toujours être publiée sur la carte d'approche aux instruments. Si des pentes additionnelles sont spécifiées dans la construction de la procédure d'approche interrompue, ces pentes et les valeurs d'OCA/H correspondantes doivent être publiées comme autres options possibles.

Note : La MOC peut s'obtenir par augmentation de l'OCA/H ou par ajustement longitudinal du MAPt, ou les deux.

• **Phase finale**

La phase finale commence au point où une marge de franchissement d'obstacles de 50 m (164 ft) [Cat H : 40 m (132 ft)] est initialement obtenue et peut être maintenue. Elle se termine au point où une nouvelle approche, une attente ou un retour au vol de croisière sont amorcés. Des virages peuvent être effectués au cours de cette phase.

Pente de montée dans la phase finale. Les critères de la phase intermédiaire s'appliquent.

✓ **Marge de franchissement d'obstacles dans la phase finale :**

Dans la phase finale d'une approche interrompue en ligne droite, la marge minimale de franchissement d'obstacles sera de 50 m (164 ft) [Cat H : 40 m (132 ft)] dans l'aire primaire, diminuant linéairement jusqu'à zéro au bord extérieur de l'aire secondaire.

Les approches interrompues avec virage ont des critères spécifiques pour la MOC et pour l'agencement et l'étendue des aires secondaires

Note.— La MOC peut s'obtenir par augmentation de l'OCA/H ou par ajustement longitudinal du MAPt, ou les deux. De plus, certains virages peuvent être exclus de l'analyse par la définition d'un virage.

II.2.6.8 APPROCHE INTERROMPUE AVEC VIRAGE :

La présente section expose les critères d'approche interrompue avec virage, pour des virages de plus de 15°.

Dans le cas des virages égaux ou inférieurs à 15°, les critères d'approche interrompue en ligne droite s'appliquent. Les virages peuvent être définis comme ayant lieu :

- a) à une altitude/hauteur ;
- b) à un repère ou une installation ; ou
- c) au MAPt. [13]

II.2.6.9 Approche indirecte (manœuvre à vue) :

Une manœuvre à vue est publiée quand :

1. L'atterrissage peut s'effectuer dans une direction différente de celle de l'approche aux instruments
2. L'approche finale ne peut pas être exécutée en approche directe
3. Les contraintes opérationnelles imposent de ne pas se poser directement sur la piste

On distingue 2 types de manœuvre à vue :

- **Manœuvre à vue libre (MVL) :** Est effectuée à l'essuie de procédure d'approche aux instruments et pour laquelle le pilote n'as pas de trajectoire à respecter mais supposé respecté à l'intérieur de l'aire de protection associée à la catégorie d'aéronef.
- **Manœuvre à vue imposée (MVI) :** Manœuvre à vue à l'essuie de procédure d'approche aux instruments et suivant une trajectoire définie à l'aide des repères visuelles ou radioguidées.

Récapitulatif :

Dans ce chapitre, nous avons traité des généralités et des connaissances déjà acquises sur les infrastructures des aérodromes, et les procédures d'approche aux instruments.

Chapitre III :

Le projet de développement

Le projet de développement qui est mené actuellement à l'aérodrome de Sétif consiste en la création d'un taxiway, d'une bretelle et d'un poste de stationnement, comme illustré sur la **figure III.1**.

III.1 Création d'un taxiway, bretelle et poste de stationnement

III.1.1 Création d'un taxiway (voie de circulation) :

La création d'un taxiway à partir du seuil 09 en parallèle de la piste sera raccordé avec le parking avions d'une longueur de 1415m et d'une largeur de 25m.

L'élaboration du taxiway de l'aérodrome de Sétif permet aux aéronefs de libérer la piste directement après leurs atterrissages, et à d'autres aéronefs de décoller ou à atterrir dans un intervalle de temps court.

III.1.2 Création d'une nouvelle bretelle:

La bretelle qui va relier la piste au nouveau taxiway avec une longueur de 150m, permettra aux aéronefs de quitter la piste immédiatement après l'atterrissage sans faire un prolongement, ou bien accéder à la piste et procéder au départ.

Elle sera identifiée « bretelle n°4 »

III.1.3 Création poste de stationnement :

L'aire de stationnement actuel ou le parking doté actuelle de 5 places sera élargie pour accueillir 3 places supplémentaires, avec une extension de (200x105) m², l'extension va être bénéfique pour l'aérodrome en termes de capacité par rapport aux nombre d'aéronefs qui peut accueillir à la fois, et aussi de temps pour pouvoir embarquer les passagers ou le fret et avitailler les appareils.

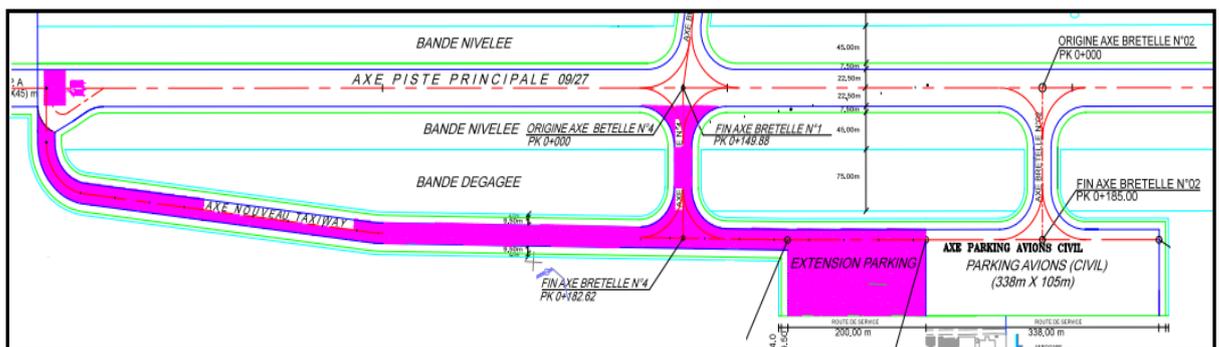


Figure III.1 : Plan illustrant les projets de développement [23]



Figure III.2 : Photographie qui montre l'état d'avancement du projet

Photo prise lors d'une visite de terrain à l'aérodrome de Sétif (le 04 octobre 2017)

III.2 Le déplacement du VOR [9]

Le VOR est placé à un endroit qui sera occupé par une voie de circulation conformément au plan de développement de l'infrastructure de l'aérodrome de Sétif, une voie de circulation parallèle à la piste s'étendant du parking jusqu'au bout de piste ouest (seuil 09) a nécessité le déplacement du CVOR Sétif ;

Après prospection sur le terrain eux (2) sites ont été proposés :

1. Site N° 1 : Situé à une distance de 900m sur le prolongement de l'axe de piste seuil 27 (voir position projetée ci-joint)

Avantage :

- Procédure d'approche dans l'axe
- Réduction de minima opérationnel de l'aérodrome de Sétif pour les approches aux instruments

Inconvénients :

- Ce site présente des contraintes vis-à-vis des servitudes aéronautiques radioélectriques donc des terrassements de terrain naturel sont nécessaires pour se conformer aux spécifications d'implantation du CVOR en fonction de la topographie du terrain
- Le site est en dehors de l'aérodrome nécessite l'expropriation du terrain et déplacement de la clôture existante



Figure III.3 : position 1 à 900m du seuil 27 [14]

2. Site N°2 situé à une distance de 2300m sur le prolongement de l'axe de piste seuil 09 (voir position projetée ci-joint)

Avantage :

- Procédure d'approche dans l'axe
- Disponibilité du terrain (ex emplacement du NDB)

Inconvénients :

- Le site est en dehors de l'aérodrome
- Problème d'énergie électrique (site loin du réseau SONALGAZ).



Figure III.4 : Position 2 à 2300m du seuil 09 [14]

Le VOR nécessite une aire circulaire de rayon de 30m pour le fonctionnement normal (une aire de rayon de 20m à condition que l'environnement soit complètement dégagé).

Ces mesures sont impératives pour augmenter la qualité de l'approche de l'avion en cas de visibilité réduite.

La parcelle de terrain choisie pour implanter le moyen de radionavigation dans l'axe de piste (VOR) est le site 2 (seuil 09), l'opération permet aussi la levée de l'irrégularité dans les dégagements de la partie EST de la piste (seuil 27). En amont de cette partie il y a un monticule qui obstrue le champ de vision des pilotes et gêne considérablement les approches de ce côté.

Les nouvelles coordonnées du CVOR Sétif sont : 361036N 0051719E [15]



Figure III.5 : Nouvel emplacement du CVOR

III.3 : Normalisation de la bande de piste

Suit à l'extension de la piste 09/27 de l'aérodrome de Sétif de 2400m à 2900m (500m), l'homologation a fait ressortir une réserve de piste.

La largeur totale de la bande de piste sur les 500m d'extension a été de 210m seulement, soit 105m de part et d'autre de l'axe de piste, au lieu de 150m comme précise la recommandation de l'OACI (annexe 14 OACI, chapitre 3, page 3-11)

L'aménagement de ces bandes nécessite de grands travaux en remblais et en déblais d'une part et l'extension du grand ouvrage d'art OUED KHALFOUNE qui passe sous la piste d'atterrissage d'autre part, comme montre la **figure III.6**.

L'élargissement de la bande à 300m va permettre l'installation de l'équipement Glide Path de l'ILS afin de servir la piste 27 avec une procédure d'approche de précision (ILS 27).



Figure III.6 : Photographie des travaux d'élargissement de la bande de piste

Photo prise lors d'une visite de terrain à l'aérodrome de Sétif (le 04 octobre 2017)

III.4 L'extension de la piste de 2900m à 3200m

Dans cette partie nous allons définir les différentes phases de l'études, le tracé de l'allongement de la piste principale de 2900 mètres à 3200 mètres, afin de minimiser les pénalisations sur la charge des avions et d'ouvrir de nouvelles lignes aériennes.

Pour ce faire, l'étude du projet d'extension de la piste s'est déroulée selon les phases suivantes :

- ✓ Etude d'identification.
- ✓ Etude de faisabilité.
- ✓ Etude d'avant-projet.

Dans ce contexte ; trois variantes ont été proposées et exposées par le bureau d'études SAETI (Société Algérienne d'Etudes d'Infrastructures) pour le choix de l'extension :

- Une première variante qui consiste à étendre la piste du côté du seuil 27, cette variante permet de libérer le seuil en question du principal obstacle situé face à ce dernier, qui se présente sous forme d'un monticule. Cela ; en réalisant une importante opération de déblais.
- La deuxième variante consiste à étendre la piste du côté du seuil 09 en réalisant un important remblai, dont la stabilité, risque de poser problème avec le temps, vu la hauteur des remblais à réaliser et l'importance de la dépression naturelle du terrain de ce côté du seuil de la piste 09/27.
- Une troisième variante d'extension des deux côtés des seuils de la piste 09/27, qui permet juste un équilibre en volumes et ne présente aucun autre avantage.

La variante d'extension de la piste du côté du seuil 27 a été jugée intéressante en termes d'avantages et a été choisie par la DTP (Direction des Travaux Publics) de la wilaya de Sétif.

Cette étude d'avant-projet détaillé, permet de présenter dans le détail la variante choisie. [3]

III.4.1 : Caractéristiques géométriques et techniques de l'extension

A. Géométrie de la chaussée centrale de l'extension de la piste 09/27 :

L'extension de la chaussée centrale de la piste 09/27 se fera sur une longueur de 300 m et une largeur totale de 45 m. Le profil en travers sera géométriquement adapté à celui de la piste existante dont le devers est de 1% sur les premiers 15m de part et d'autre de l'axe de la piste, et de 1.5% sur les 7.5 restants de la demi largeur de la piste, cette dernière aura au finale une forme en toit.

B. Géométrie des accotements de l'extension de la piste 09/27 :

Les accotements de l'extension de la piste auront une largeur de 7.5m chacune et un devers unique de 2% tout le long de l'extension.

C. Géométrie de la bande de l'extension de la piste 09/27 :

La bande de l'extension de la piste, d'une largeur totale de 300m, aura un devers de 2.5% tout le long de l'extension et jusqu'à 60m au-delà de l'extrémité de l'extension de la piste et cela de part et d'autre des bords des accotements.

D. Géométrie et positionnement de la RESA :

La R.E.S.A (Aire de sécurité d'extrémité de piste) sera située à partir de 60m de l'extrémité de l'extension de la piste 09/27. Elle aura pour dimensions 90m de longueur et de même en largeur.

Cette dernière aura une forme en toit avec un devers de 1%.

E. Installations à démolir et/ou délocaliser :

La réalisation de l'extension de la piste sur 300m aura pour effet la délocalisation de la limite Est de la clôture de l'aérodrome. Elle sera aussi étendue latéralement de manière à garder la même distance actuelle à l'axe de la piste pour les deux cotés Nord et Sud de cette dernière.

De la même manière, le chemin de ronde sera délocalisé dans sa partie Est située face au seuil 27 actuel et s'étendra latéralement avec l'extension de la clôture. Il viendra se loger entre les deux limites intérieure et extérieure de la

clôture et permettra de couvrir la zone limitrophe de la nouvelle extension de la piste.

F. Distance de sécurité à la clôture :

La distance longitudinale entre la clôture intérieure et l'extrémité de l'extension de la de la piste (seuil 27), sera de 400m.

G. Mise en place du réseau d'assainissement :

Un fossé en béton sera réalisé afin de pouvoir récolter les eaux pluviales provenant des bassins versants du monticule ainsi que les aires aménagés de la piste et ses annexes. Vu la topographie du site et le profil des infrastructures à réaliser, le fossé aura comme amant la partie située à l'Est de l'aérodrome.

L'aval sera acheminé vers Oued Khalfoune, situé vers l'Ouest de l'extension afin de pouvoir acheminer efficacement les eaux ruisselées.

H. Extension du réseau de signalisation lumineuse de la piste :

La signalisation lumineuse de la piste sera aisément étendue vue l'existence actuellement d'un réseau de câbles de signalisation composé d'un ensemble de chambres rejoignant le seuil 27 actuel de la piste. [3]

III.4.2 : Dégagements de la piste 09/27 du côté du seuil 27

Les obstacles enregistrés dans le périmètre de dégagement sont : [3]

- Le monument (Maqam Echahid) est situé à 4.38m du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté sud de 0.31km, son altitude est de 1084m
Le monument ne greffe pas la surface de dégagement.
- La tour d'ELALI (PARK MALL) est située à 5,55 km du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté nord de 1km, son altitude est de 1185m
Cette tour, greffe la surface conique de près de 14m au-dessus de cette dernière, et constitue un véritable obstacle pour les appareils en vol.

- Le premier château d'eaux est situé à 317 m du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté nord de 2.74km, son altitude est de 1146m
Le château d'eaux, greffe la surface horizontale intérieure de près de 82m au-dessus de cette dernière, et constitue un véritable obstacle pour les appareils en vol.

- Le deuxième château d'eaux est situé à 4971 m du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté nord de 1.79 km, son altitude est de 1168 m. Il greffe la surface conique de près de 43 m au-dessus de cette dernière, et constitue un véritable obstacle pour les appareils en vol

- La ligne électrique est située à 420m du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté nord de 2.61km, son altitude est de 1129m
Elle greffe la surface horizontale intérieure de pré de 65m au-dessus de cette dernière, et constitue un véritable obstacle pour les appareils en vol

- L'université de Sétif est située à 1000 m du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté nord de 1.46 km, son altitude est de 1088 m
Elle, greffe la surface horizontale intérieure de près de 24 m au-dessus de cette dernière, et constitue un véritable obstacle pour les appareils en vol

- L'antenne RTA est située à 4716 m du niveau du seuil (27) avec un écartement latéral du côté nord de 1.33 km, son altitude est de 1218 m
Elle greffe la surface conique de près de 59 m au-dessus de cette dernière, et constitue un véritable obstacle pour les appareils en vol.

- Un monticule d'une hauteur importance qui greffe légèrement la surface de la trouée d'approche, la figure 3.2 Montre l'importance de ce remblayage qui doit être terrassé pour pouvoir effectuer notre extension.



Figure III.7 : Monticule près du seuil 27

Photo prise lors d'une visite de terrain à l'aérodrome de Sétif (le 04 octobre 2017)

III.4.3 : Dimensionnement des corps des chaussées

Les hypothèses du calcul de dimensionnement du corps de chaussée d'extension de la piste en structure souple sont :

- Durée de vie : 10 ans.
- Nombre de mouvements : 10 mvts/jour.
- Avion critique : B737-800.
- Masse maximale au roulage= 79.5 T.

III.4.3.1 Chaussée centrale de l'extension de la piste 09/27 :

Après calcul et en utilisant l'abaque de chaussée souple de : B373-800, l'épaisseur équivalente est de : 85 cm

On propose donc la structure du corps de chaussée suivante : (du haut en bas)

- 8 cm de béton bitumineux (0/14).
- 12 cm de gravier bitume (0/20).
- Imprégnation au cut-back (0/1).
- 35 cm de grave concassée (0/31,5).
- 25 cm de tuf.

Ce qui donne une épaisseur réelle de : 80 cm pour une épaisseur équivalente de : 86.5 cm.

III.4.3.2 Accotement de l'extension de la piste 09/27 :

De la même manière, le calcul de dimensionnement de la chaussée des accotements fait ressortir la structure suivante du haut en bas :

- 5 cm de micro béton bitumineux (0/14).
- Imprégnation au cut-back (0/1).
- 25 cm de grave concassée (0/31,5).
- 35 cm de tuf

III.4.3.3 Bande de l'extension de la piste 09/27 :

La bande de piste sera nivelée sur une largeur totale de 300 m .Elle sera dotée de 25 cm en tuf pour les premiers 30 m bordant chaque côté de l'accotement de la piste.

III.4.3.4 R.E.S.A :

Le corps de la chaussée de la R.E.S.A sera composé d'une couche en tuf de 35 cm d'épaisseur réalisée de manière à obtenir un CBR(California Bearing Ratio) minimal.

Nb: CBR nous permet de connaître la portance des couches de sol. [3]

Récapitulatif :

Ce chapitre a pour objectif principal l'étude détaillée de l'extension de la piste de l'aérodrome de Sétif à 3200m et la création d'un taxiway, bretelle ainsi la normalisation de la bande à travers une analyse basée sur des critères techniques, liés essentiellement à la sécurité et l'opérabilité de l'aérodrome dans le respect des normes et recommandations internationales.

L'ensemble des études ont été menées selon les recommandions de l'annexe 14 éditée par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) afin de garantir le facteur sécurité des aéronefs évoluant sur cette plate-forme.

Au final nous avons parlé du déplacement du VOR qui était impératif, pour la création de la voie de circulation qui touchera son emplacement.

Chapitre IV :

La conception des procédures d'approche

CONCEPTION DES PROCEDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS VOR/DME RWY 09 POUR CAT A/B ET CAT C

Le déplacement du moyen de la radionavigation « CVOR/DME STF » suite à la création d'une nouvelle voie de circulation reliant le seuil 09 au parking avion conduit à la suppression des procédures d'approche aux instruments basées sur le CVOR/DME STF sur l'ancien site au niveau de l'aérodrome, donc la conception de nouvelles procédures d'approche aux instruments basées sur le nouveau site du moyen de radionavigation est obligatoire.

La première phase de ce travail consiste à concevoir les procédures d'approche aux instruments VOR/DME RWY 09 pour CAT A/B et CAT C, vu que cette partie ne sera pas concernée par les travaux d'extension de la piste suite à la présence d'un ravin.

Les procédures d'approche aux instruments VOR/DME RWY 27 pour CAT A/B et CAT C seront conçues et les cartes IAC sera élaborées afin que ces deux nouvelles procédures seront testées lors du prochain vol d'homologation dans le cadre de l'achèvement des travaux d'extension de la piste 09/27 de 2900m à 3200m.

Données :

- La longueur de la piste : 2900m (3200m après l'extension) ;
- La procédure basée sur le QFU 09 ;
- Orientation de la piste : 86° ;
- Déclinaison magnétique : 0° E (2005) ;
- L'altitude de l'aérodrome est de 1016m ;
- Catégorie d'aéronefs : A/B/C ;
- Installation radioélectrique : CVOR/DME STF située à une distance de 2300m à l'ouest du THR 09 ;
- Coordonnées géographiques WGS84 du CVOR/DME STF : 361036 N
0051719 E.

IV.1 Les segments de la nouvelle procédure d'approche

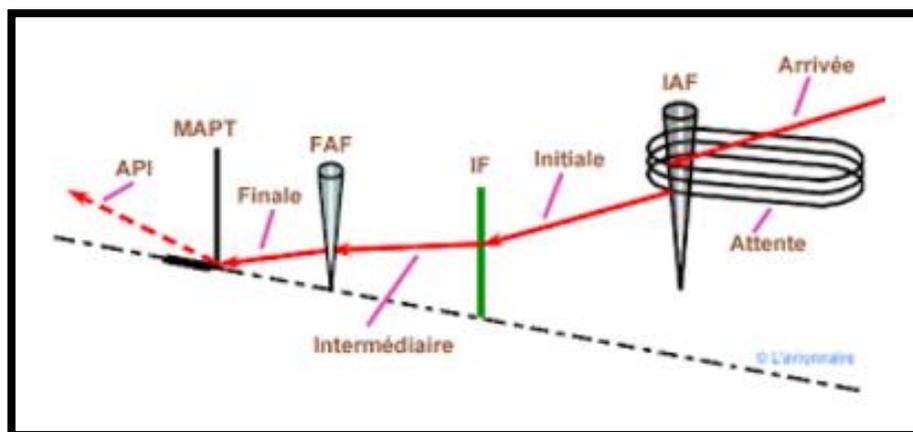


Figure IV.1 : Les segments d'approche [16]

IV.1.1 Arrivée :

L'arrivée est la phase de transition entre la croisière et l'approche.

L'étude de la phase d'arrivée permet de se familiariser avec l'environnement de l'aérodrome.

IV.1.1.1 Altitude minimale de secteur :

Des altitudes minimales de secteur seront établies pour chaque aérodrome ou des procédures d'approche aux instruments ont été établies. Pour calculer chaque altitude minimale de secteur on doit:

- Prendre l'altitude topographique la plus haute dans le secteur ;
- Ajouter une marge d'au moins 300m (1000 ft) ;
- Arrondir la valeur obtenue aux 50m ou 100ft supérieurs, selon le cas.

$$MSA = \text{MAX} (\text{obs} + \text{MFO}).$$

IV.1.1.2 Sectorisation :

La sectorisation est choisie de manière à obtenir les altitudes minimales des secteurs les plus favorables, cela ne doit pas conduire à une multiplication des secteurs, on doit :

- A. Tracer sur le point de ralliement (VOR) un cercle de 25 Nm avec une zone tampon de 5 Nm voir figure ;
- B. Evaluer le nombre de secteurs nécessaire ;
- C. Repérer les obstacles les plus pénalisants ;

D. Calculer l'altitude minimale de survol de chaque secteur.

Note : L'altitude minimale (ALT MIN) du secteur est égale à :

« Altitude de l'obstacle le plus pénalisant + MFO »

MFO= 300 M (ALT MIN est arrondie à 50 M)

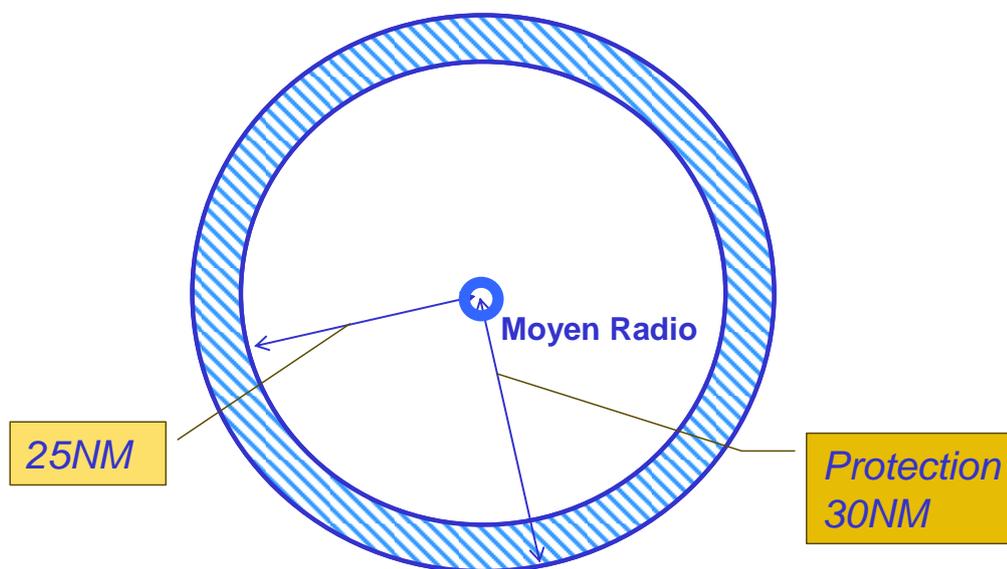


Figure IV.2. Schéma de sectorisation [11]

IV.1.1.3 Les Calculs de la sectorisation :

Dans notre cas $MFO = 2 \times 300 = 600m$ car tous les altitudes des obstacles pénalisants supérieur à 1500m.

MFO = 600 m arrondie 50 m (600 ft) supérieure.

• Secteur 1 : Nord /Est ($0^\circ \rightarrow 90^\circ$) :

$$2004 + 600 = 2604m \text{ arrondis à } 2650m ;$$

• Secteur 2 : Sud/Est ($90^\circ \rightarrow 180^\circ$) :

$$1886 + 600 = 2486m \text{ arrondis à } 2500m ;$$

• Secteur 3 : Sud/Ouest ($180^\circ \rightarrow 270^\circ$) :

$$1886 + 600 = 2486m \text{ arrondis à } 2500m.$$

• Secteur 4 : Nord/Ouest ($270^\circ \rightarrow 360^\circ$) :

$$1896 + 600 = 2496m \text{ arrondis à } 2500m ;$$

IV.1.1.4 Nombre de secteurs :

On regroupe les 3 secteurs car la différence entre les altitudes de ces derniers est inférieur à 100 m (300 ft) donc on obtient les deux secteurs suivants:

Secteur 1 : ($0^{\circ} \rightarrow 90^{\circ}$)

ALT MNM=2650m.

Secteur 2 : ($90^{\circ} \rightarrow 360^{\circ}$)

ALT MNM=2500m.

IV.1.2 Attente

- La procédure d'attente basée sur la verticale du moyen VOR/DME considéré comme un repère d'attente.
- Vu la présence d'un relief d'une altitude élevée, il a été jugé d'exécuter l'attente à gauche.
- L'attente se fait à gauche. (le schéma du circuit d'attente ci-dessous ne correspond pas à l'orientation réelle de notre attente).

Forme et terminologie :

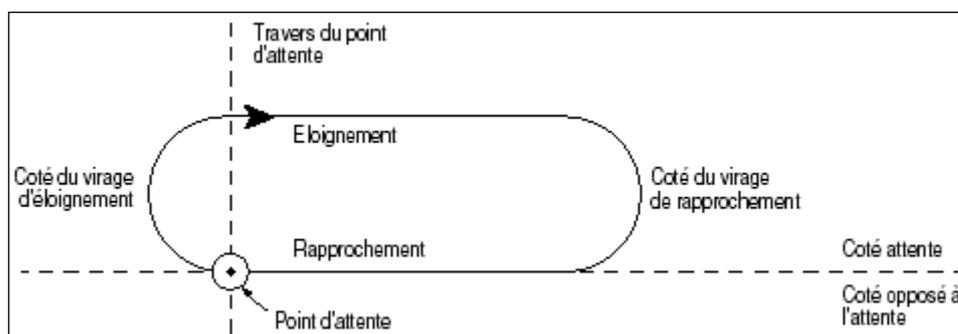


Figure IV.3.Circuit d'attente [17]

IV.1.2.1 Aire de protection d'attente :

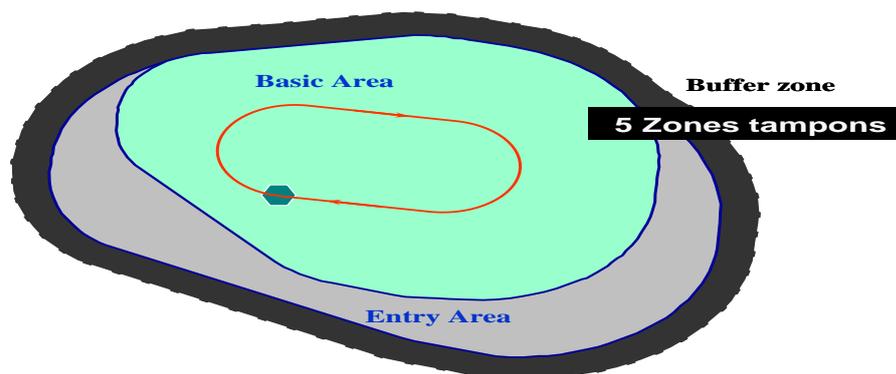


Figure IV.4. Aire de protection d'attente [11]

L'aire de protection de l'attente comprend l'aire de base, les aires de protection des entrées et les zones tampon.

IV.1.2.2 Tracé de l'aire de protection de l'attente :

L'aire de protection de la procédure d'attente est constituée d'une aire de base et d'une zone tampon.

Elle se fait en trois étapes :

Etape 01 : Tracé du gabarit (voir figure IV.8)

Le gabarit d'attente du circuit d'attente est tracé en prenant compte les éléments de protection cités ci-dessus.

Ce gabarit tient en compte de tous les facteurs qui peuvent amener un aéronef à s'écarter du circuit nominal, à l'exception de ceux qui se rapportent à l'aire de tolérance du repère.

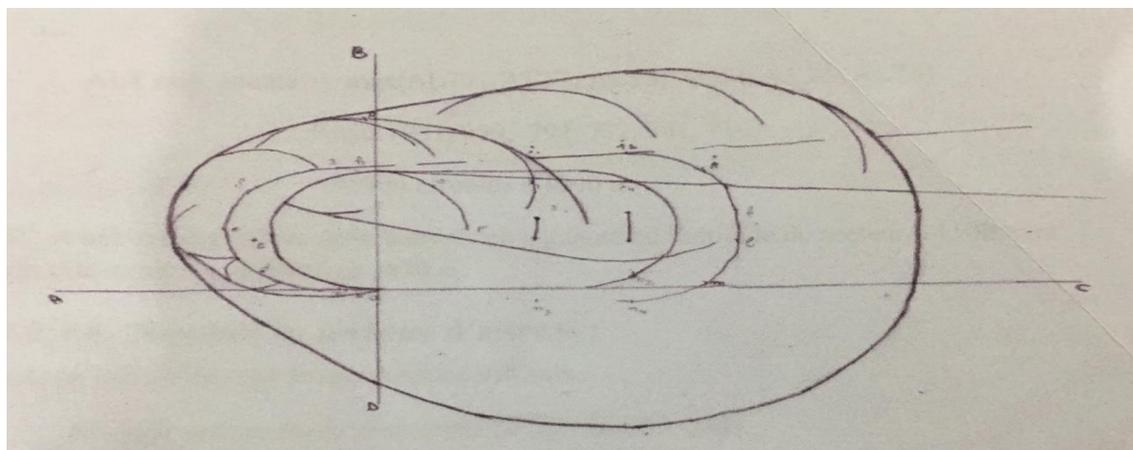


Figure IV.5. Gabarit de circuit d'attente

Calculs effectués pour la construction du gabarit du circuit d'attente :

- Unités Hors SI -

Vi	230 kt
Zp max	10000 ft
Température	ISA + 3
Temps d'éloignement	1 min
Sens de virage	à gauche
Entrée	Omnidirectionnelle

Paramètre	Formule	Valeur
K	K	1.2021
V	$V = K \times Vi(Kt)$	276.478 kt
v	$v = V \div 3600$	0.077 NM/s
R	$R = 509.26 \div V$	1.842 °
r	$r = V \div (62.83 \times R)$	2.389 NM
h	$h = \text{Altitude} \div 1000$	10
w	$w = 2 \times h + 47$	67 kt
w'	$w' = w \div 3600$	0.019 NM/s
E45	$E45 = 45w' \div R$	0.455 NM
t	$t = 60 \times T$	60 s
L	$L = v \times t$	4.608 NM
ab	$ab = 5v$	0.384 NM
ac	$ac = 11v$	0.845 NM
Gi1	$Gi1 = Gi3 = (t-5) \times v$	4.224 NM

**CHAPITRE IV : CONCEPTION DES PROCEDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS
VOR/DME RWY 09 POUR CAT A/B ET CAT C**

Gi2	$Gi2 = Gi4 = (t+21) \times v$	6.221 NM
Wb	$Wb = 5w'$	0.093 NM
Wc	$Wc = 11w'$	0.205 NM
Wd	$Wd = Wc + E45$	0.659 NM
We	$We = Wc + 2 E45$	1.114 NM
Wf	$Wf = Wc + 3 E45$	1.569 NM
Wg	$Wg = Wc + 4 E45$	2.023 NM
Wh	$Wh = Wb + 4 E45$	1.912 NM
Wo	$Wo = Wb + 5 E45$	2.366 NM
Wp	$Wp = Wb + 6 E45$	2.821 NM
Wi1	$Wi1 = Wi3 = (t+6) \times w' + 4 E45$	3.047 NM
Wi2	$Wi2 = Wi4 = WI1 + 14w'$	3.308 NM
Wj	$Wj = Wi2 + E45$	3.762 NM
Wk	$Wk = WI + Wi2 + 2 E45$	4.217 NM
Wm	$Wm = Wi2 + 3 E45$	4.672 NM
Wn3	$Wn3 = Wi1 + 4 E45$	4.866 NM
Wn4	$Wn4 = Wi2 + 4 E45$	5.126 NM
Xe	$Xe = 2r + (t+15) \times v + (t+26+195 \div R) \times w'$	14.109 NM
Ye	$Ye = 11 v \times \text{Cos}20 + r \times (1 + \text{Sin}20) + (t + 15) v \times \text{tg}5 + (t + 26 + 125R) \times w'$	7.367 NM

Etape 02 :

Le tracé de l'aire de base de la procédure d'attente est effectué en déplaçant l'origine du gabarit autour de l'aire de tolérance du repère VOR/DME et en ajoutant les aires nécessaires pour protéger les entrées (Voir figure IV.9)

Calculs effectués pour la construction d'une Tolérance du repère VOR :

Tolérance du repère VOR :		
$zV = 0.164 h * \text{Tg}(50)$ (Nm)	1.95	1.810
$qV = Zv * \text{Sin}(5)$ (Nm)	0.17	0.158

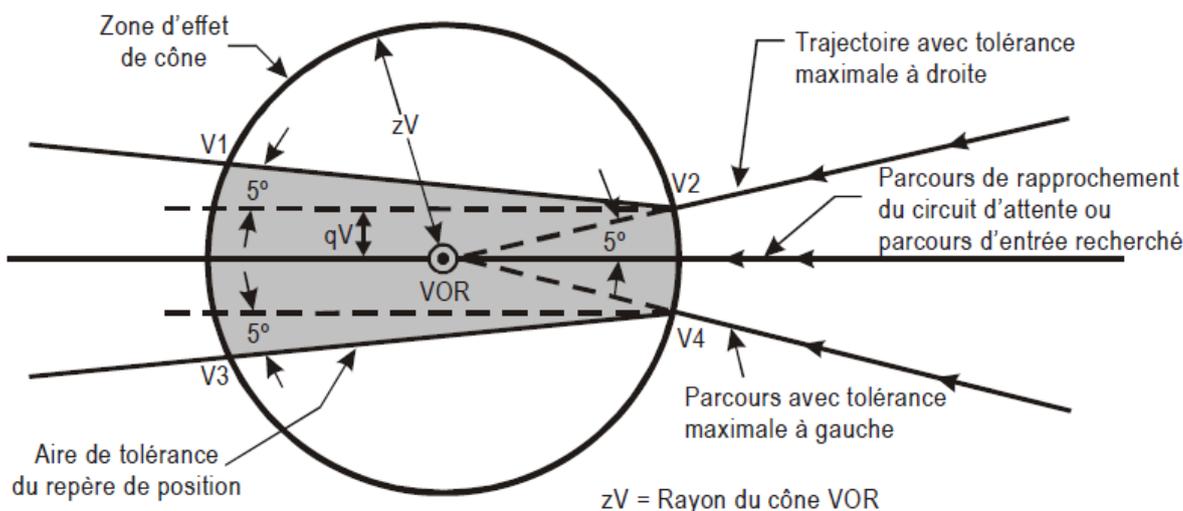


Figure.IV.6 : Aire de tolérance de repère à la verticale d'un VOR [18]

Etape 03 :

Enfin une zone tampon de 9.3 km (5 Nm) est ajoutée autour de l'aire de base (voir figure (IV.10)). Les obstacles situés à l'intérieur d'une zone tampon autour des limites de tout secteur donné seront aussi pris en compte. Si ces obstacles sont plus élevés que l'obstacle le plus pénalisant à l'intérieur du secteur, l'altitude minimale de secteur se calculera de la façon suivante :

- Prendre l'altitude topographique la plus haute dans la zone tampon dont il s'agit ;
- Ajouter une marge d'au moins 300m (1000ft) ;
- Arrondir la valeur obtenue aux 50m (100ft) les plus proches.

IV.1.2.3 Détermination de l'orientation de l'attente :

Voir les remarques ci-dessus et pour faciliter les manœuvres d'effectué le virage de base par la suite de la procédure.

IV.1.2.4 Altitude minimale d'attente :

L'altitude minimale d'attente dépend des obstacles qui se trouvent dans l'aire de base et les cinq zones tampon.

Nous avons calculé l'altitude minimale avec MFO de 300m (aire de base) de la manière suivante:

- Aire de base : $ALT1 = ALT \text{ obs. pénalisant} + 100\% \text{ MFO}$
 $= 1461 + 300 = 1761 = 1770 \text{ m}$
- Zone tampon 1 : $ALT2 = ALT \text{ obs. pénalisant} + 100\% \text{ MFO}$
 $= 1737 + 300 = 2037 = 2040 \text{ m}$
- Zone tampon 2 : $ALT3 = ALT \text{ obs. pénalisant} + 50\% \text{ MFO}$
 $= 1737 + 150 = 1887 = 1890 \text{ m}$
- Zone tampon 3 : $ALT4 = ALT \text{ obs. pénalisant} + 40\% \text{ MFO}$
 $= 1370 + 120 = 1490 \text{ m}$
- Zone tampon 4 : $ALT5 = ALT \text{ obs. pénalisant} + 30\% \text{ MFO}$
 $= 1613 + 90 = 1703 = 1710 \text{ m}$
- Zone tampon 5 : $ALT6 = ALT \text{ obs. pénalisant} + 20\% \text{ MFO}$
 $= 1613 + 60 = 1673 = 1680 \text{ m}$

D'où:

$$\text{Alt min. attente} = \max (ALT1, ALT2, ALT3, ALT4, ALT5, ALT6)$$
$$= \max (1770, 2040, 1890, 1490, 1710, 1680)$$

→ Alt min. attente = 2040 m.



Figure IV.7. Changement de la MFO dans l'aire de protection d'attente [11]

IV.1.3 Approche Initiale

Le segment d'approche initiale commence à l'IAF défini par la verticale de l'installation VOR/DME, tel que l'aéronef quitte l'attente et amorce sa descente en suivant la radiale du virage de base.

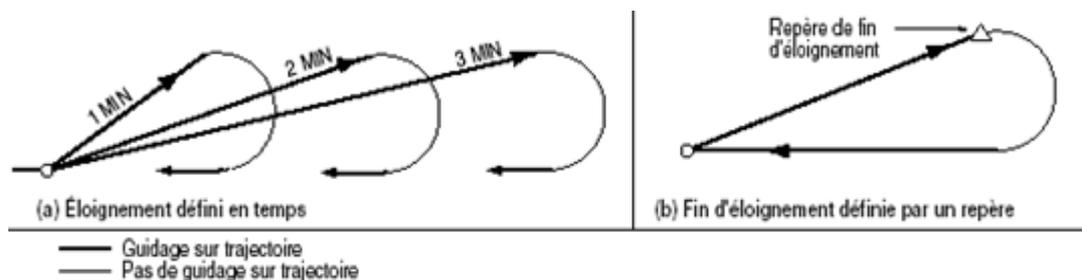


Figure IV.11. Virage de base [11]

IV.1.3.1 Aire de protection de virage de base :

• **Catégories A/B** : (voir figure 4.17)

Aire primaire : $1009 + 300 = 1309\text{m}$ arrondis à 1350m .

Aire secondaire : $1048 + (1.8/2,3 + 300) = 1048 + 234.78 = 1282.78$ arrondis à 1300m .

➔ MOCA = 1350m .

A) Calcul du temps d'éloignement/rapprochement :

$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{Altitude minimale d'attente} - \text{Altitude d'aérodrome} \\ &= 2040 - 1016 = 1024 \text{ m} \end{aligned}$$

➔ 1 min Parcours d'éloignement + parcours de rapprochement

➔ 1 min $245 + 200 = 445 \text{ m}$.

$$1024 \div 445 = 2.3 \text{ min arrondis à } 2.5 \text{ min.}$$

B) Construction du gabarit de virage de base :

Calculs associé à la construction du gabarit de virage de base :

-Unités Hors SI-

Vi	170 kt
Altitude (Ft)	6693 ft
Temps (min)	2.5 min
Température (°C)	15°
Catégories aéronefs	A/B

Paramètre	Formule	Valeur
K	K	1.1352
V	$V = K \times Vi (Kt)$	192.987 kt
v	$v = V \div 3600$	0.054 NM/s
R	$R = 509.26 \div V$	2.639 °/s
r	$r = V \div (62.83 \times R)$	1.164 NM
h	$h = 6693 \div 1000$	7
w	$w = (2 \times h) + 47$	60.386 kt
w'	$w' = w \div 3600$	0.017 NM/s
E	$E = w' \div R$	0.006 NM/°
ϕ °	ϕ °	16.597 °
t	$t = 60 \times T$	150 s
L	$L = v \times t$	8.041 NM
ab1	$ab1 = ab3 = (t - 5) (v - w') - zN$	5.102 NM
ab2	$ab2 = ab4 = (t + 21) (v + w') + zN$	12.274 NM
Wd	$Wd = wg = 50 E$	0.318 NM
We	$We = wf = wh = 100 E$	0.636 NM

Wi	Wi = 190 E	1.208 NM
Wj	Wj = 235 E	1.494 NM
Dérive d(°)	Dérive d(°) = arcsin (w ÷ V)	18.234 °
N31	N31 = 11 v	0.590 NM
W1	W1 = 11 w'	0.185 NM
Wm	Wm = w1 + 50 E	0.502 NM
Wn	Wn = w1 + 100 E	0.820 NM

• **Catégories C** : (voir figure 4.16)

Aire primaire : $1048 + 300 = 1348\text{m}$ arrondis à 1350m .

Aire secondaire : $1037 + (1.1 \div 2.4 + 300) = 1174.5\text{m}$ arrondis à 1200m .

$1034 + (2.2 \div 2.4 + 300) = 1309\text{m}$ arrondis à 1350m .

$1133 + (0.1 \div 2.4 + 300) = 1145.5$ arrondis à 1150m .

➔ **MOCA = 1350m.**

A) Calcul du temps d'éloignement/rapprochement :

$\Delta H = 2040 - 1016 = 1024\text{m}$

➔ $1 \text{ min } \quad 365 + 305 = 670 \text{ m}$

$1024 \div 670 = 1.528\text{min}$ arrondis à 2 min .

B) Construction du gabarit de virage de base

Calculs associé à la construction du gabarit de virage de base

-Unités Hors SI-

Vi	225 kt
Altitude (Ft)	6693 ft
Temps (min)	2.0 min
Température (°C)	15 °
Catégorie aéronefs	C

**CHAPITRE IV : CONCEPTION DES PROCEDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS
VOR/DME RWY 09 POUR CAT A/B ET CAT C**

Paramètres	Formules	Valeur
K	K	1.1352
V	V = K × Vi (Kt)	255.423 kt
v	v = V ÷ 3600	0.071 NM/s
R	R = 509.26 ÷ V	1.994 °
r	r = V ÷ (62.83 × R)	2.039 NM
h	h = 6693 ÷ 1000	7
w	w = (2 × h) + 47	60.386 kt
w'	w' = w ÷ 3600	0.017 NM/s
E	E = w' ÷ R	0.008 NM/ °
φ °	φ °	27.458 °
t	t = 60 × T	120 s
L	L = v × t	8.514 NM
ab1	ab1 = ab3 = (t - 5) (v - w') - zN	5.992 NM
ab2	ab2 = ab4 = (t + 21) (v + w') + zN	12.608 NM
Wd	Wd = wg = 50 E	0.421 NM
We	We = wf = wh = 100 E	0.841 NM
Wi	Wi = 190 E	1.598 NM
Wj	Wj = 235 E	1.977 NM
Derive d(°)	Dérive d(°) = arcsin (w ÷ V)	13.675 °
N31	N31 = 11 v	0.780 NM
W1	W1 = 11 w'	0.185 NM
Wm	Wm = w1 + 50 E	0.605 NM
Wn	Wn = w1 + 100 E	1.026 NM

IV.1.4 Intermédiaire

Ce segment permet à l'aéronef de faire la liaison entre le segment d'approche initiale et le segment d'approche finale. Sur ce segment, la configuration de l'aéronef, sa vitesse et les corrections d'alignement préparent l'établissement de l'aéronef sur le segment d'approche finale. Ce segment est facultatif.

IV.1.4.1 Marge de franchissement d'obstacles :

Aire primaire :

✓ 150 m (500 FT).

Aire secondaire :

✓ MFO linéairement décroissante.

IV.1.4.2 La longueur du segment intermédiaire :

✓ 3 NM pour CAT A/B.

✓ 3.5 NM pour CAT C.

IV.1.4.3 Calcul de l'altitude minimale de franchissement d'obstacles (MOCA) :

• Catégories A/B :

Aire primaire : Obs pénalisant + MFO

$$888 + 150 = 1038\text{m arrondis à }1050\text{ m.}$$

Aire secondaire : $((d1 \div d2) \times \text{MFO}) + \text{Obs pénalisant}$

$$((0.15 \div 1.1) \times 150) + 1034 = 1054.4\text{ m arrondis à }1100\text{ m.}$$

➔ MOCA = 1100 m.

• **Catégorie C** : Identique à Catégories A/B.

IV.1.5 Finale

Il commence au FAF et se poursuit jusqu'à la MDA/H pour une approche classique.

Le concept de hauteur minimale de descente (MDH, MDA pour la référence en altitude) est associé aux approches de non-précision.

Ce segment est obligatoire.

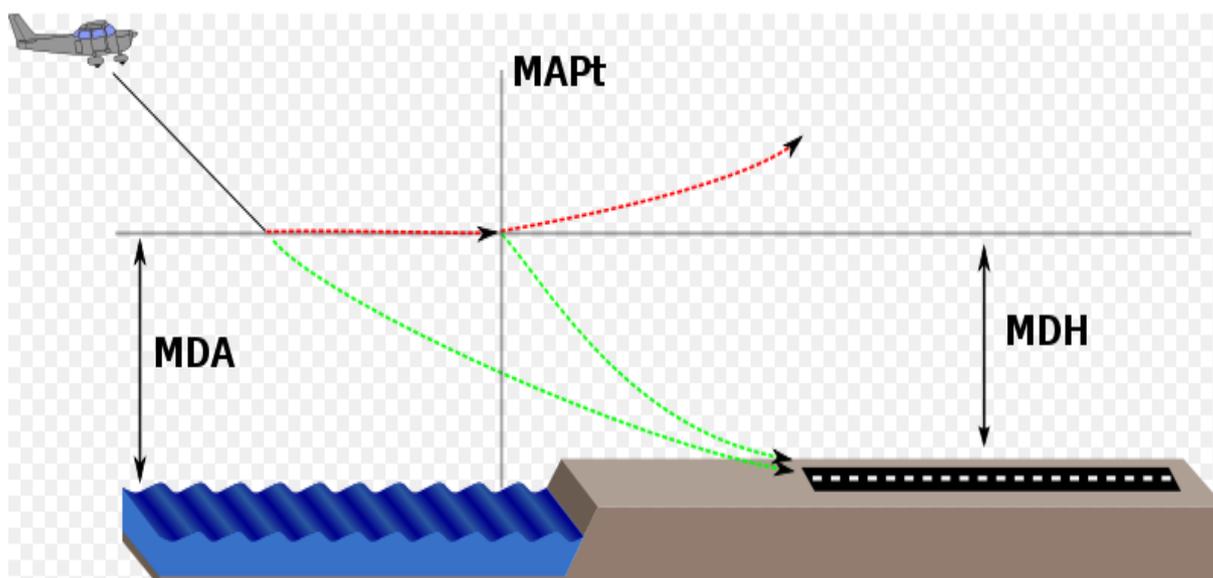


Figure IV.12. Segment d'approche finale [19]

IV.1.5.1 La longueur du segment d'approche finale :

Longueur optimale : 5NM.

IV.1.5.2 La largeur de l'aire :

VOR : ± 1 NM de part et d'autre du moyen,

Evasement 7.8°

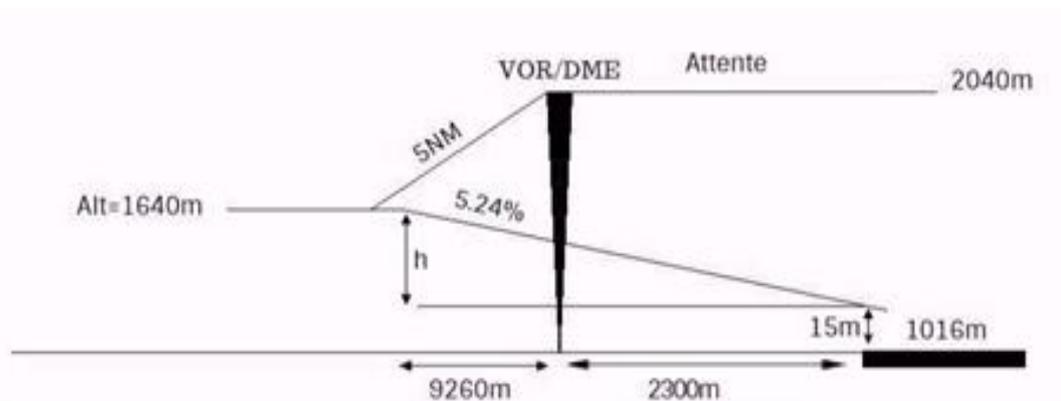


Figure IV.13 : Schéma d'une procédure d'approche aux instruments (VOR/DME)

IV.1.5.3 La pente de descente :

$$P = 5.24 \%$$

FAF à 5 DME STF donc à 6.24Nm du THR 09

$$h = 5.24 \% + (11560) = 605.74 \text{ m.}$$

$$\text{Alt virage} = 605.74 + 15 + 1016 = 1636.7 \text{ m.}$$

➔ Alt virage = 1640 m.

IV.1.5.4 Segment finale avec FAF:

$$\text{MFO} = 75\text{m}$$

MAPT verticale moyen

IV.1.5.5 Tolérance du FAF à 5 DME :

$$0.25 \text{ Nm} + (1.25 + 5 \div 100) = 0.3125 \text{ Nm} = 0.28 \text{ Nm}$$

IV.1.5.5 OCA :

Aire primaire : Obs pénalisant + MFO

$$888 + 75 = 963 \text{ m}$$

Aire secondaire : $(d1 \div d2 + \text{MFO}) + \text{Obs pénalisant}$

$$(0.15 \div 11 + 75) + 1034 = 1044.22\text{m}$$

$$\text{MOCA} = 1044.22\text{m} = 1045\text{m.}$$

OCA final: 1045m.

IV.1.6 Interrompue

Une procédure d'approche interrompue sera établie pour chaque approche aux instruments et spécifiera un point où la procédure commence et un point où elle se termine. La procédure d'approche interrompue est amorcée au point d'approche interrompue (MAPt) dans les procédures d'approche classique.

Le but de l'approche interrompue est de remonter en toute sécurité pour :

- ✓ Exécuter une nouvelle approche.
- ✓ Attendre.
- ✓ Se raccorder à une phase en route.

IV.1.6.1 Phases du segment d'approche interrompue :

En principe, le segment d'approche interrompue commence au MAPt et inclut les trois phases suivantes :

- **Phase initiale** : commence au premier MAPt et va jusqu'au début de la montée (SOC) ;
- **Phase intermédiaire** : va du SOC jusqu'au point où une marge de franchissement d'obstacles de 50 m (164 ft) [Cat H : 40 m (132 ft)] est initialement obtenue et peut être maintenue ;
- **Phase finale** : va jusqu'au point où sont amorcés une nouvelle approche, une attente ou un retour au vol de croisière ; des virages peuvent être effectués au cours de cette phase.

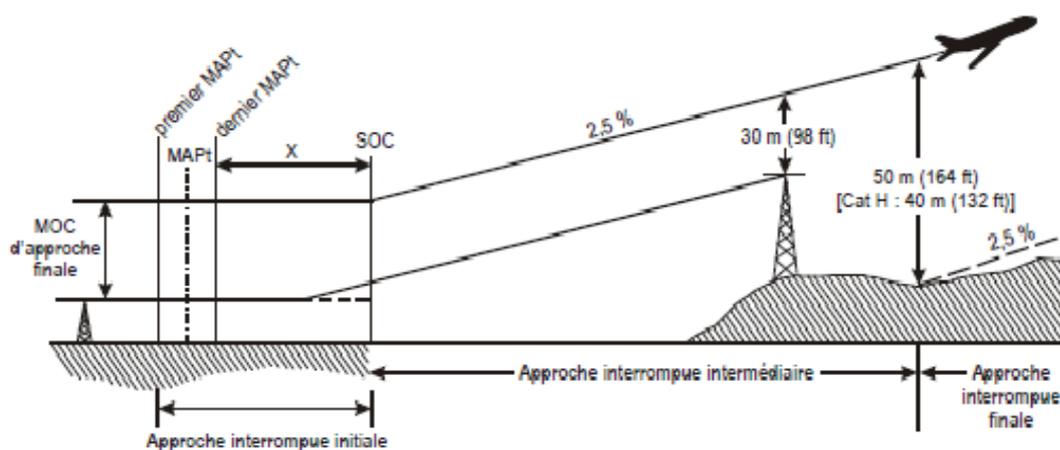


Figure IV.17. Franchissement d'obstacles pour la phase finale d'approche interrompue [20]

IV.1.6.2 Type d'approche interrompue :

Le type d'approche interrompue pour notre étude est : API avec virage.

IV.1.6.3 MFO :

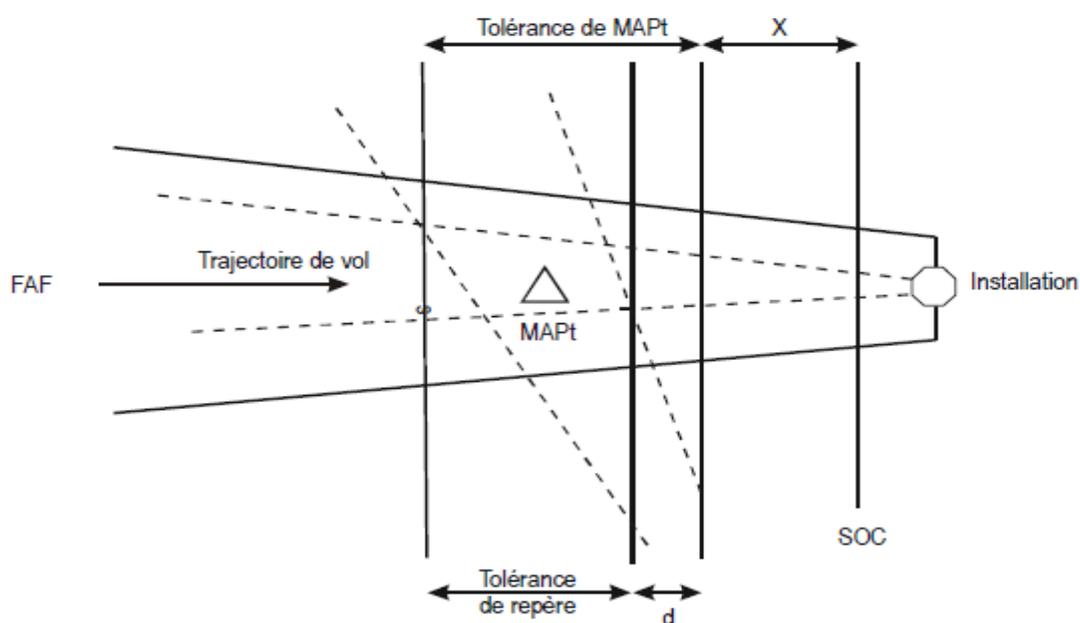
Approche interrompue initiale : MFO variable.

Approche interrompue intermédiaire : 30m.

Approche interrompue finale : 50m.

IV.1.6.4 Calcul du début de la montée (SOC) :

Le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère.



X = Distance de transition

d = Temps de réaction du pilote

Figure IV.18. Détermination du SOC avec MAPt défini par une installation de navigation ou un repère

[21]

Le SOC est déterminé par la somme de deux éléments :

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

Si le MAPt est défini par une installation de navigation ou un repère (voir Figure IV.19), la tolérance longitudinale de MAPt est définie par la somme de deux éléments :

- a) la tolérance intégrale de l'installation/du repère ;
- b) une distance (d) prévue pour le temps de réaction du pilote (3 secondes).

Approche Interrompue à TP: 4 DME

MAPT vertical VOR/DME

IV.1.6.5 Distance Soc/Mapt:

✓ **Cat A/B:**

$$\begin{aligned} D_{\text{soc/mapt}} &= d_{3\text{sec}} + X \\ &= 232 + 1159 \end{aligned}$$

➔ $D_{\text{soc/mapt}} = 1391 \text{ m}$

✓ **Cat C :**

$$K = 1.0782$$

Vitesse indiquée IAS :

IAS finale = 160 kt.

Vitesse vraie TAS :

$$TAS = IAS \times K.$$

$$TAS = 160 \times 1.0782 = 172.512 \text{ kt.}$$

Vitesse du vent : 10 kt.

$$d_{3\text{sec}} = 3 (TAS + \text{Vent}).$$

$$d_{3\text{sec}} = 3 (172.512 + 10) \times 1852 \div 3600 = 281.67 \text{ m.}$$

$$X = 15 (172.512 + 10) \times 1852 \div 3600 = 1331.217 \text{ m.}$$

➔ $D_{\text{soc/mapt}} = 1690 \text{ m.}$

• TP à 4 DME ➔ $\pm d = \pm 555.6 \text{ m.}$

IV.1.6.6 Distance C:

✓ **Cat A/B :**

IAS Api final = 150 kt.

$$TAS = IAS \times K$$

$$\text{TAS} = 150 \times 1.0782 = 161.73 \text{ kt.}$$

$$\text{dc} = 6 (161.73 + 30) \times 1852 \div 3600 = 591.8 \text{ m.}$$

✓ **Cat C :**

$$\text{IAS Api final} = 240 \text{ kt.}$$

$$\text{TAS} = 240 \times 1.0782$$

$$\text{TAS} = 258.768 \text{ kt.}$$

➔ $\text{dc} = 891.33 \text{ m.}$

IV.1.6.7 Analyse des obstacles :

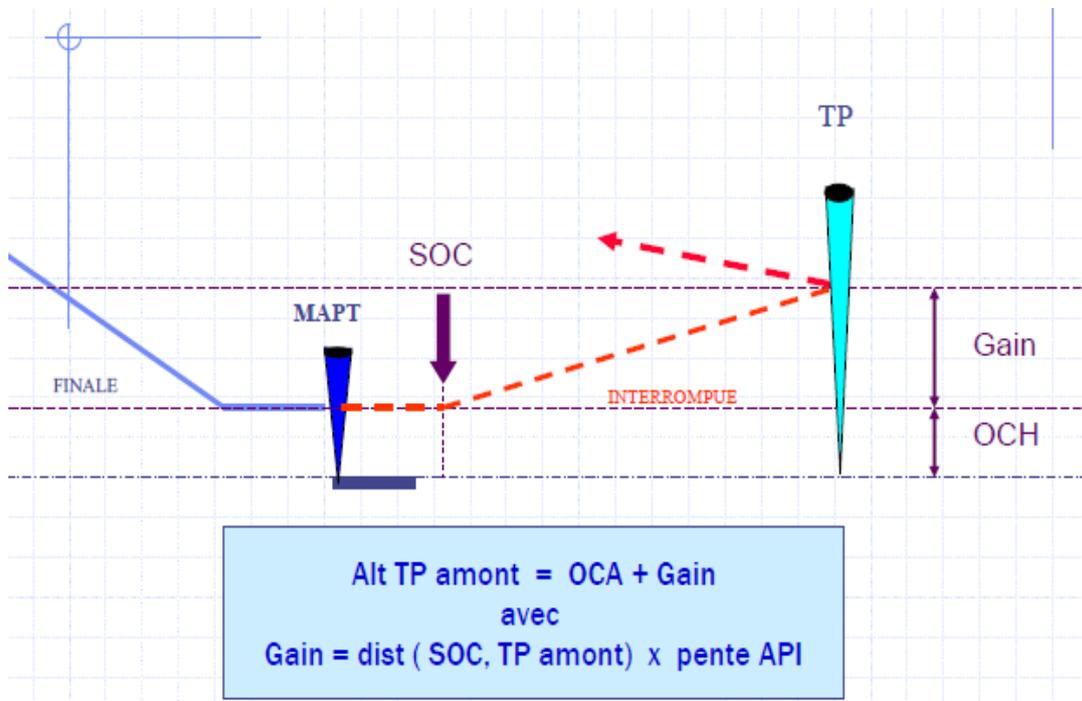


Figure IV.19 : Analyse des obstacles 1 [24]

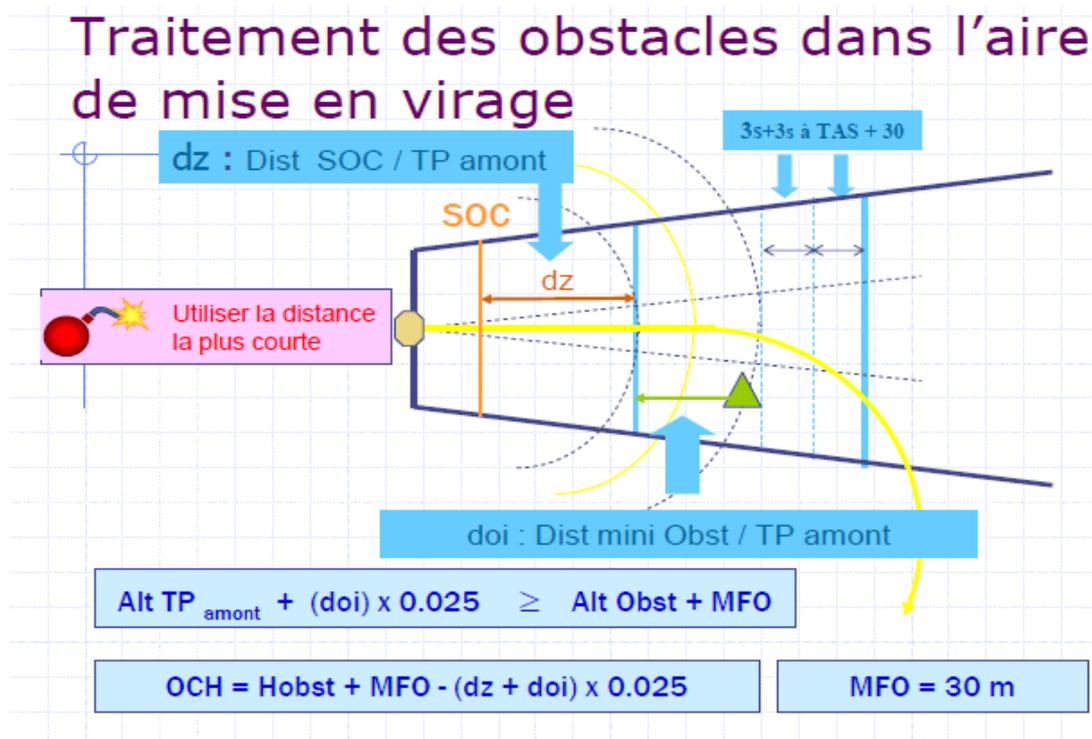


Figure IV .20 : Analyse des obstacles 2 [24]

✓ **Cat A/B :**

❖ **API Initiale :**

(MAPT SOC) MFO = 75 m.

Alt Obs	MFO	OCA	OCA max
968 m	75 m	1043 m	1043 m

❖ **API Intermédiaire :**

SOC, Ligne KK', MFO = 30m

$OCA + Gain \geq Alt\ obs + MFO$

$OCA = Alt\ obs + MFO - Gain$

$Gain = dz \times 0.025$

**CHAPITRE IV : CONCEPTION DES PROCEDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS
VOR/DME RWY 09 POUR CAT A/B ET CAT C**

Alt obs	MFO	dz	Gain	OCA	OCA max
1033 (TWR Elali)	30	2200	55	1008	
1044 (Chateau d'eau)	30	2000	50	<u>1024</u>	<u>1024</u>
1088	30	5000	125	993	
1129	0	4400	110	1019	

❖ **API finale:**

$$OCA = \text{Alt obs} + \text{MFO} - \text{Gain}$$

$$\text{Gain} = (\text{dz} + \text{d oi}) \times 0.025$$

$$\text{Dz} = 5100 \text{ m}, \text{MFO} = 50 \text{ m.}$$

Alt obs	MFO	D oi	Gain	OCA	OCA max
1185	50	4200	240	995 m	
1218	50	3700	227.5	<u>1040.5 m</u>	<u>1040.5 m</u>
1168	50	3300	217.5	1000.5 m	

→ OCA Api max = 1043 m → OCA final = 1045 m

- OCA de la procédure: 1045 m

$$1044 - 1016 = 28 \text{ m}$$

On prend OCH min → OCH = 115 m.

Cat A/B	OCH
A	105 m
B	115 m

✓ **Cat C :**

❖ **API Initiale :** (MAPT-SOC) → MFO = 75 m

Identique à Cat A/B

→ OCA = 1045 m

❖ **API Intermédiaire:** Soc. Ligne kk', MFO = 30 m

OCA = Alt obs + MFO – Gai

Gai = dz × 0.025

Alt obs	MFO	dz	Gai	OCA	OCA max
1033	50	22000	55	1028	
1022	50	2500	62.5	1009.5	
1044	50	1800	45	<u>1049</u>	<u>1050</u>
1088	50	5000	125	1013	
1129	0	4400	110	110	

❖ **API Finale :** OCA = Alt obs + MFO – Gai, MFO = 50 m

Gai = (dz + doi) × 0.025

dz = 5100 m.

Alt obs	MFO	Doi	Gai	OCA	OCA max
1185	50	4400	237.5	997.5	
1218	50	4000	227.5	<u>1040.5</u>	<u>1045</u>
1168	50	3600	217.5	900.5	
1018	50	4600	242.5	825.5	
1442	50	16600	542.5	949.5	

- OCA de API = 1050 m > OCA finale = 1045 m

OCA max de Cat C = 1050 m

OCH = 35 m

Cat A/C	OCH
C	125 m

IV.1.7 Manœuvre à vue :

Tableau IV.1 MFO et OCH minimales

Catégorie	MFO		OCH minimales	
	mètres	pieds	mètres	pieds
A	90	300	120	400
B	90	300	150	500
C	120	400	180	600
D	120	400	210	700
E	150	500	240	800

- **Catégorie A/B :**

OCA= Obstacle pénalisant + MFO

OCA= 1129 + 90 = 1219 m

OCH = 1219 – 1016 (alt AD) = 203 m

OCH= 205 m

- **Catégorie C:**

OCA= 1218 + 120 = 1338 m

OCH = 1338 – 1016= 322 m

OCH = 325 m

IV.2 Publication

L'exploitant d'un aéronef, qu'il s'agisse d'un petit aéronef privé ou d'un gros aéronef de transport, a besoin de toutes sortes de renseignements sur les installations et services de navigation aérienne qu'il peut être appelé à utiliser. Il doit connaître par exemple les règlements relatifs à l'entrée et au transit dans l'espace aérien de chacun des États où son aéronef sera utilisé ; il doit savoir quels aérodromes, hélistations, aides à la navigation, services météorologiques, services de télécommunications et services de la circulation aérienne sont disponibles, et connaître les règles et procédures en vigueur. Il faut également que l'exploitant soit informé, souvent à très bref délai, de tout changement touchant le fonctionnement de ces installations et services et qu'il connaisse les restrictions et les dangers qu'il risque de rencontrer dans l'espace aérien qu'il traverse. Bien que ces renseignements puissent presque toujours être fournis avant le décollage, il arrive qu'ils doivent être communiqués pendant le vol.

IV.2.1 Publication d'information aéronautique (AIP) :

L'AIP constitue l'élément fondamental du système intégré d'information aéronautique. Elle contient les informations aéronautiques de nature permanente et les changements temporaires de longue durée apportés à ces informations. Chaque service AIS devra établir un document complet, le tenir à jour et veiller à ce qu'il soit simple à utiliser.

L'AIP est subdivisée en trois parties, à savoir :

- ❖ **Partie 1 : Généralités (GEN)** : qui comprend cinq sections contenant des renseignements de nature administrative et explicative dont la portée n'est pas telle qu'il y ait lieu de diffuser un NOTAM ;
- ❖ **Partie 2 : En route (ENR)** : qui comprend sept sections contenant des renseignements sur l'espace aérien et son utilisation ;
- ❖ **Partie 3 : Aérodrome (AD)** : qui comprend quatre sections contenant des renseignements sur les aérodromes, les hélistations et leur utilisation. [22]

IV.2.2 Mise à jour de l'AIP ALGERIE :

Après la conception de la nouvelle procédure d'approche aux instruments pour l'aérodrome de Sétif (piste, seuil 09), l'AIP ALGERIE sera mis à jour.

Les parties de l'AIP concernées par la mise à jour :

A. Les fiches d'installation suivantes :

- AD 2 DAAS-2 :
 - ✓ DAAS AD 2.8. Aires de trafic, voies de circulation et emplacement de vérification : On a ajouté les 2 voies de circulation sous les appellations Bravo et Charlie.
- AD 2 DAAS-3 :
 - ✓ DAAS AD 2.10. Obstacles d'aérodrome : On a ajouté l'antenne VOR/DME comme un obstacle dans la trouée 09/27 (approche 09 décollage 27).
- AD 2 DAAS-4 :
 - ✓ DAAS AD 2.12. Caractéristiques physiques des pistes : Modification de longueur de piste (3200 m) + les coordonnées du nouveau seuil 27.
- AD 2 DAAS-5 :
 - ✓ DAAS AD 2.13. Distances déclarées : Modification des distances déclarées.
 - ✓ DAAS AD 2.14. Dispositif lumineux d'approche et balisage lumineux de piste : modification de longueur totale des feux de bord de piste.
- AD 2 DAAS-6 :
 - ✓ DAAS AD 2.19. Aides de radionavigation et d'atterrissage : modification des coordonnées géographiques du nouvel emplacement du VOR/DME STF.

B. Les cartes :

- Carte d'aérodrome :
 - ✓ Extension de la piste coté du seuil 27 de 300 m.
 - ✓ Elargissement de la bande de piste : 150 m de part et d'autre de l'axe de piste.

- ✓ Création d'un nouveau taxiway reliant l'aire de trafic et la piste coté seuil 09 (Charlie).
- ✓ Création d'une nouvelle bretelle (Bravo).
- ✓ Création de 3 postes de stationnement (8 postes de stationnement en tous).
- Cartes d'approche :
 - ✓ Elaboration de 2 nouvelles cartes d'approche aux instruments VOR/DME RWY 09 Cat A/B et Cat C.
- Carte d'approche à vue :
 - ✓ Modification des coordonnées VOR/DME sur la carte d'approche à vue.
- Carte d'obstacles :
 - ✓ Longueur de piste + les distances déclarées.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail avait comme objectif principal, le développement des infrastructures de l'aérodrome de Sétif, Nous avons la chance et l'opportunité de participer aux travaux d'extension de la piste 09/27, plus précisément, à la conception des procédures d'approches aux instruments qui ont dû être modifier à cause du déplacement du CVOR.

Pour cela, nous avons commencé par définir le contexte de notre étude, et l'établissement dans lequel notre stage a été effectué et la zone d'influence de projet concerné en s'appuyant sur une étude bibliographique complète.

Ensuite, Nous avons fait introduire les différentes définitions concernant les infrastructures aéroportuaires et les méthodes de conception des procédures d'approche aux instruments.

Nous avons réussi à concevoir les nouvelles procédures d'approche aux instruments. La conception de ces procédures était obligatoire car après la création de la nouvelle voie de circulation, le VOR a dû être déplacé, une étude à laquelle nous avons participé.

Nous avons aussi publié les cartes des procédures d'approches que nous avons tracées dans l'AIP ALGERIE.

Ce travail a été une vraie expérience humaine, car le stage que nous avons effectué à l'ENNA nous a permis de se familiariser avec un environnement technique et avec les procédures et les méthodes de travail. Le projet était très enrichissant pour notre expérience professionnelle, d'autant plus que notre formation s'inscrit précisément dans ce secteur (exploitation aéronautique).

Comme perspectives de ce travail, nous prévoyons concevoir les procédures d'approches qui résulteront de l'emplacement du VOR à proximité du seuil 27.

Bibliographie

- [1] **KHELIFI Halima-Nihal / LOUMI Karima. Mémoire de master en aéronautique. Spécialité : Opération aériennes. Thème : Elaboration d'une procédure d'approche RNAV (GNSS) Configuration en 'Y' pour l'aérodrome de Hassi Messaoud PISTE 18. Promo 2013.**
- [2] <http://bit.ly/2fCsKNI> (consulté en Aout 2017)
- [3] **Direction des travaux publics. Etude d'extension de la piste 09/27 à 3200 m. Etude d'avant projet détaillé. Mémoire. Juillet 2017.**
- [4] **Direction des travaux publics. Etude de renforcement de la piste à 2400 m et développement des annexes de l'aérodrome de Sétif. Avant projet détaillé. Rapport de levées des réserves. Février 2016.**
- [5] **Annexe 14 OACI. Volume I. Conception et exploitation technique des aérodromes. Cinquième édition juillet 2009.**
- [6] <http://bit.ly/2fFK8Vh> (consulté en Aout 2017)
- [7] <http://bit.ly/2yhE5xX> (consulté en Aout 2017)
- [8] <http://bit.ly/2xTCYU1> (consulté en Aout 2017)
- [9] **PV de mission DENA/DCA-DTNA/DETR pour le déplacement du CVOR de l'aérodrome de Sétif. Le 08 Mars 2015.**
- [10] <http://bit.ly/2xLf8b7> (consulté en Aout 2017)
- [11] **Cours Pans-Ops , Mme Drarni ,IAES 2014.**
- [12] **Document 8168 OACI Volume II Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Sixième édition –2014.p : I-4-3-App C-48.**

[13] Document 8168 OACI. Volume II Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Sixième édition –2014. Chapitre 6 segment d’approche interrompue.

[14] Google Earth

[15] Nouvelle carte d’approche. AIP Algérie.

[16] <http://bit.ly/2fBYIPt> (consulté Aout 2017)

[17] Document 8168 OACI Volume II Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Sixième édition –2014.p : II-4-1-10

[18] Document 8168 OACI Volume II Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Sixième édition –2014.p : I-2-2-10.

[19] <http://bit.ly/2xTwCnJ> (consulté en Aout 2017).

[20] Document 8168 OACI Volume II Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Sixième édition –2014. P :I-4-6-17.

[21] Document 8168 OACI Volume II Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Sixième édition –2014. P : I-4-6-14.

[22] Document 8126. Manuel des services d’information aéronautique. Sixième édition – 2003. Chapitre 5 (AIP). P :5-1.

[23] Plan étude de renforcement de la piste à 2400m et développement des annexes de l’aérodrome de Sétif (lot : extension du parking avion, taxiway, bretelle n°4) S.A.E.T.I.