

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

**Université de BLIDA -1-**



**Institut d'Aéronautique et des Etudes spatiales**

**Département de Navigation Aérienne**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

**Option : Exploitation Aéronautique**

**Thème :**

**La réhabilitation de l'aérodrome  
de Hassi R'mel**

**Réalisé par : Encadrées par :**

Mlle. ABBASSI Zahra Mr. ABDELOUAHAB Farouk.H

Mlle. BOUHACENE Farah Mme. MENBENKHLIL Ilham

**Année universitaire : 2014-2015**

## Remerciements :

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

Nous sommes heureuses d'exprimer nos vifs remerciements à tous nos enseignants de *l'Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales à Blida*, qui ont contribué à notre formation le long de notre cursus universitaire.

Nous voudrions adresser toute notre gratitude à notre enseignant et promoteur Monsieur « ABDELOUAHAB Farouk Hamed », pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui nous ont permis d'aboutir dans notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à notre encadreur Madame « MENBENKHLIL Ilham » chef du Département Circulation Aérienne à l'ENNA, pour son accueil cordial, son soutien, sa riche expérience, qui nous ont été d'une aide inestimable.

Nous désirons aussi remercier Madame « BOUACIDA Aicha » pour sa gentillesse, sa disponibilité, et ses précieuses directives tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers Messieurs : « REZAGUI Walid » et « EL ALOUANI Mohamed » pour leurs conseils concernant les procédures d'approche, ils ont grandement facilité notre travail.

Nous tenons aussi à remercier Madame « KHERROUBI Mounia » Ingénieur SGS et Monsieur le Directeur de la sécurité Aéronautique à l'aérodrome de Hassi R'mel, pour les renseignements qu'ils nous ont apportés.

Enfin, Nous tenons à témoigner notre gratitude à « MEHENNI Nabila », pour son support moral inestimable, pour l'ambiance agréable tout au long du stage pratique, grâce à qui nous avons passé d'excellents moments.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury, qui nous font le grand honneur d'évaluer notre travail, et pour les remarques qui viendront l'enrichir.

## *Dédicace :*

Nous dédions ce mémoire :

A nos très chers parents, qui nous ont soutenu pendant ce long parcours.

A nos familles respectives.

A nos précieux amis.

A toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

A tous nos professeurs du primaire à l'université.

ZAHRA et FARAH

# SOMMAIRE

---

Abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des annexes	
Résumé	
Introduction générale.....	01
Chapitre I : Généralités.....	03
I.1 Introduction .....	03
I.2 Les intervenants institutionnels.....	03
I.2.1 Ministère des Transports.....	03
I.2.2 Ministère des Travaux Publics.....	05
I.3 Termes se rapportant à l'aérodrome.....	06
I.3.1 Aérodrome .....	06
I.3.2 Aérodrome à usage restreint.....	06
I.3.3 Aire de manœuvre .....	06
I.3.4 Aire de trafic .....	07
I.3.5 Aire de mouvement .....	07
I.3.6 Aire de demi-tour ou raquette de retournement .....	07
I.3.7 Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA):.....	07
I.3.8 Prolongement d'arrêt .....	07
I.3.9 Prolongement dégagé.....	07
I.3.10 Accotement .....	07
I.3.11 Bande piste .....	07
I.3.12 Voie de circulation .....	08
I.3.13 Bande de voie de circulation.....	08
I.3.14 Voie de circulation d'aire de trafic.....	08

## SOMMAIRE

---

I.3.15 Piste aux instruments .....	08
I.3.16 Clôture .....	08
I.3.17 Altitude d'un aérodrome .....	08
I.3.18 La température de référence .....	08
I.3.19 Point de référence de l'aérodrome.....	09
I.3.20 Code de référence de l'aérodrome .....	09
I.4 Termes se rapportant à l'avion.....	09
I.4.1 Avion critique .....	09
I.4.2 Distance de référence d'un avion.....	10
I.4.3 Largeur hors tout du train principal .....	10
I.4.4 Empattement.....	10
I.5 Surfaces de limitation d'obstacles.....	11
I.5.1 La surface horizontale intérieure.....	11
I.5.2 Surfaces d'approche et de transition .....	11
I.5.3 Surface de montée au décollage .....	11
I.5.4 Surface conique.....	11
I.6 Procédures d'approches aux instruments.....	12
I.6.1 Procédures d'approche aux instruments .....	12
I.6.2 Approche de non précision (classique) .....	13
I.6.3 Altitude/Hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H) .....	13
I.6.4 Marge de franchissement d'obstacles (MFO).....	13
I.6.5 Hauteur, altitude et niveau de vol .....	14
I.6.6 Altitude et niveau de transition.....	15
I.6.7 Arrivées omnidirectionnelles ou par secteurs.....	15
I.6.8 Aire de protection.....	16
I.6.9 Différentes phases d'une procédure d'approche.....	17
I.6.10 Manœuvre à vue.....	19

# SOMMAIRE

---

I.7 Conclusion.....	20
Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de HassiR'mel.....	21
II.1 Introduction.....	21
II.2 Historique de l'aérodrome.....	21
II.3 Aperçu géologique et climatique .....	22
II.3.1 Géologie.....	22
II.3.2 Climat.....	23
II.4 Description de l'aérodrome de HassiR'mel.....	23
II.4.1 Données géographiques relatives à l'aérodrome de HassiR'mel.....	23
II.4.2 Renseignements météorologiques.....	24
II.4.3 Services de sauvetage et de lutte contre l'incendie (SSLI).....	24
II.4.4 Présentation de la piste 08/26.....	25
II.4.5 Voie de circulation.....	26
II.4.6 Balisage diurne de l'aérodrome.....	26
II.4.7 Balisage lumineux de l'aérodrome.....	27
II.4.8 Aire de trafic.....	27
II.4.9 Aides de radionavigation et d'atterrissage.....	27
II.4.10 Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne...	28
II.4.11 Obstacles d'aérodromes.....	28
II.4.12 Aires d'atterrissage d'Hélicoptères.....	29
II.4.13 Espace aérien ATS.....	30
II.4.14 Autres dispositifs lumineux, alimentation électrique auxiliaire.....	30
II.4.15 Renseignements supplémentaires .....	30
II.5 Cartes relatives à l'aérodrome.....	30
II.6 Exploitation d'aérodrome.....	31
II.6.1 Nombre de mouvements d'avion par mois.....	31

# SOMMAIRE

---

II.6.2 Avion critique.....	31
II.7 Code de référence de l'aérodrome.....	32
II.8 Conclusion.....	33
Chapitre III : Analyse et examen du dit projet.....	34
III.1 Introduction.....	34
III.2 Présentation des variantes.....	34
III.2.1 Variante 01 : Piste abandonnée 09/27.....	34
III.2.2 Variante 02 : Piste parallèle à la piste existante 08/26 du côté Nord.....	34
III.2.3 Variante 03 : Piste parallèle à la piste existante 08/26 du côté Sud.....	34
III.3 L'étude.....	35
III.3.1 Aspect Dégagement .....	35
III.3.2 Aspect infrastructure.....	55
III.3.3 Aspect procédure.....	56
III.4 Conclusion.....	57
Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel.....	58
IV.1 Introduction.....	58
IV.2 Présentation de la piste projetée.....	58
Partie 1 : Réaménagement de l'aérodrome de HassiR'mel.....	60
1.1 Poste de stationnement.....	61
1.2. Voies de circulation.....	61
1.3 Clôture.....	63
1.4 Balisage diurne et nocturne.....	63
1.5 Indicateurs visuels de pente d'approche.....	72
Partie 2 : Procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour le seuil de la piste projetée 26R :.....	73
2.1 Etude des arrivées omnidirectionnelles ou par secteur.....	73

## SOMMAIRE

---

2.2 L'attente.....	75
2.3 Virage de base.....	80
2.4 Approche interrompue.....	89
2.5 Aire de manœuvre à vue.....	92
4.3 Conclusion.....	94
Conclusion générale.....	95
Annexes	
Bibliographie	

## Abréviation

---

Les significations de certaines abréviations aéronautiques citées ci-dessous, sont tirées du document 8400 de l'OACI : Procédures pour les services de la navigation aérienne : abréviations et codes de l'OACI, 8<sup>ém</sup> édition 2010.

Abréviation	Signification (Anglais)	Signification (Français)
<b>A</b>		
APCH	Approach	Approche
ASDA	Accelerate-stop distance available	Distance d'accélération d'arrêt
ATS	Air traffic services	Services de la circulation aérienne.
<b>C</b>		
CAT	Category	Catégorie
CTR	Control zone	Zone de contrôle
<b>D</b>		
DH	Decision height	Hauteur de décision
DME	Distance measuring equipment	Dispositif de mesure de distance
<b>F</b>		
FATO	Final approach and take off area	Aire d'approche finale et de décollage.
FL	Flight Level	Niveau de vol
<b>G</b>		
GND	Ground	Sol
<b>H</b>		
HRM	Hassir'mel	Hassir'mel
<b>I</b>		
IAC	Instrument approach chart	Carte d'approche et d'atterrissage aux instruments
IFR	Instrument flight rules	Règles de vol aux instruments
<b>L</b>		
L	Left	Gauche
LDA	Landing distance available	Distance utilisable à l'atterrissage
LTPS		Laboratoire des travaux publics du sud
<b>M</b>		
MAPT	Missed approach point	Point d'approche interrompue
MDH	Minimum descent height	Hauteur minimale de descente
METAR	Aerodrome routine meteorological report	Message d'observation météorologique régulière pour l'aviation.
MFO		Marge de Franchissement d'Obstacles.

## Abréviation

MLS	Microwave landing system	Système d'atterrissage hyper-fréquences.
MOCA/H	Minimum obstacle clearance altitude/height	Altitude/hauteur minimale de franchissement d'obstacles
MSA	Minimum sector altitude	Altitude minimale de secteur
<b>N</b>		
N	North	Nord
NDB	Non-directional radiobeacon	Radiophare non-directionnel
NR	Number	Nombre, numéro
<b>O</b>		
Obs	Obstacle	Obstacle.
OCA/H	Obstacle clearance height/altitude	Altitude/ Hauteur de franchissement d'obstacles
<b>P</b>		
PAPI	Precision approach path indicator	Indicateur de trajectoire d'approche de précision
PCN	Pavement classification number	Numéro de classification de chaussée
PRKG	Parking	Parking
<b>Q</b>		
QFE	Atmospheric pressure at aerodrome elevation	Pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome ou au seuil de piste.
QNH	Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on the ground	Calage altimétrique requis pour lire une fois au sol l'altitude de l'aérodrome
<b>R</b>		
R	Right	droit
RWY	Runway	Piste
<b>S</b>		
SAETI		Société Algérienne d'étude d'infrastructures
SOC	Start of climb	Début de montée
SWY	Stopway	prolongement d'arrêt
<b>T</b>		
TAF	Aerodrome forecast	Prévision d'aérodrome
TDZ	Touchdown zone	zone de toucher des roues
THR	Threshold	Seuil de piste
TLOF	Touchdown and lift-off area	Aire de prise de contact et d'envol
TODA	Take off distance available	Distance utilisable au

## Abréviation

---

		décollage
TORA	Take off runavaible	Distance de roulement au décollage
TP	Turning point	Point de virage, point tournant
TWR	Aerodrome control tower	Tour de contrôle d'aérodrome
TWY	Taxiway	Voie de circulation
<b>V</b>		
VASIS	Visual approche slopeindicatorsystems	Indicateur visuel de pente d'approche
VFR	Visual flight rules	Règles de vol à vue
VOR	VHF ominidirectional radio range	Radiophare omnidirectionnel VHF
<b>W</b>		
WBAR	Wing bar lights	Barres lumineuses de flancs

## Liste des tableaux

---

### Chapitre I :

Tableau I.1 : code de référence de l'aérodrome.....	0
	9

### Chapitre II :

Tableau II.1: Caractéristiques physiques de la piste 08/26.....	2
	6

Tableau II.2 : Caractéristiques des seuils 08/26.....	2
	6

Tableau II.3: Obstacles dans l'aire d'approche et de décollage.....	2
	8

Tableau II.4: Obstacles dans l'aire de manoeuvres à vue et aérodrome.....	2
	8

Tableau II.5: Statistiques du trafic de l'année 2014 de l'aérodrome de HassiR'mel.....	3
	1
.....	

Tableau II.8 : Les caractéristiques du B737-800.....	3
	2

Tableau II.9 : Les dimensions du B737-800.....	3
	2

### Chapitre III :

Tableau III.1: Dimensions et pentes des surfaces de limitation d'obstacles.....	3
	8

Tableau III.2: Dimensions et pentes des surfaces de limitation d'obstacles.....	3
	9

Tableau III.3: Distances minimales de séparation entre l'axe d'une voie de circulation ou d'une voie d'aire de trafic et l'axe d'une piste (en mètres).....	5
	5

### Chapitre IV :

Tableau IV.1: Caractéristiques physiques de la piste projetée 08/26 (N).....	5
	8

Tableau IV.2: Caractéristiques des seuils de la piste projetée 08/26 (N).....	5
	9

## Liste des tableaux

---

Tableau IV.3: Configuration du balisage diurne de la piste projetée 08/26 (N)..	6 4
Tableau IV.4 : Configuration du balisage diurne de la voie de circulation.....	6 6
Tableau IV.5 : Configuration des panneaux (de la piste vers le parking).....	6 8
Tableau IV.6 : Configuration des panneaux (du parking vers la piste).....	6 8
Tableau IV.7: Configuration du balisage nocturne de la piste 08/26 (N).....	7 0
Tableau IV.8: Configuration du balisage nocturne de la voie de circulation.....	7 1
Tableau IV.9: Calculs liés à la construction du gabarit de circuit d'attente.....	7 6
Tableau IV.10 : Descente maximale/minimale à spécifier dans une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome.....	8 1
Tableau IV.11 : Calculs liés à la construction du gabarit de virage de base catégorie A/B.....	8 2
Tableau IV.12 : Calculs liés à la construction du gabarit de virage de base catégorie C/D.....	8 3
Tableau IV.13 : Calculs de la MOCA/H du virage de base CAT A/B.....	8 6
Tableau IV.14: Calculs de la MOCA/H du virage de base CAT C/D.....	8 7
Tableau IV.15 : Calculs de l'OCA/H du segment d'approche final CAT A/B.....	8 9
Tableau IV.16 : Calculs de l'OCA/H du segment d'approche final CAT C/D.....	8 9
Tableau IV.17 : Paramètres utilisés dans la construction de l'aire d'approche interrompue avec virage.....	9 0
Tableau IV.18: Calcul de l'OCA/H dans le segment final d'approche interrompue.....	9 2
Tableau IV.19 : OCA/H de la manœuvre à vue selon la catégorie d'aéronef....	9



## Liste des figures

---

### Chapitre I :

Figure I.1 : Dimensions des avions.....	10
Figure I.2 : Vues en perspective des surfaces de dégagement.....	12
Figure I.3: Les différents calages altimétriques. ....	14
Figure I.4 : Altitude et niveau de transition.....	15
Figure I.5: Aire de protection.....	17
Figure I.6: Secteurs d'entrées dans l'attente.....	18
Figure I.7 : Les différentes phases d'une procédure d'approche aux instruments.....	19
Figure I.8: Manœuvres à vue.....	20

### Chapitre II :

Figure II.1 : Présentation de l'aérodrome de HassiR'mel.....	21
Figure II.2 : Position géographique de l'aérodrome de HassiR'mel.....	24
Figure II.3: Piste 08/26 de l'aérodrome de HassiR'mel.....	25
Figure II.4: Présentation des obstacles à partir de Google earth.....	29
Figure II.5 : Boeing 737-800 de Tassili Airlines à HassiR'mel.....	31

### Chapitre III :

Figure III.1 : Vue en profil de la surface horizontale intérieure.....	40
Figure III.2 : Vue en profil de la surface horizontale intérieure et la surface conique.....	42
Figure III.3: Vue en profil de la surface d'approche.....	46
Figure III.4: Vue en profil de la surface de transition.....	49
Figure III.5: Vue en profil de la surface de montée au décollage.....	51
Figure III.6: Alignement d'approche finale en ligne droite.....	56

### Chapitre IV :

Figure IV.1 : Présentation de la piste projetée 08/26 (N).....	59
----------------------------------------------------------------	----

## Liste des figures

---

Figure IV.2 : Les aires de demi-tour de la piste projetée 08/26 (N).....	60
Figure IV.3 : Modification de la clôture.....	63
Figure IV.4 : Configuration du balisage diurne d'une piste.....	65
Figure IV.5 : Dimensions des marques d'identification de la piste projetée 08/26(N).....	66
Figure IV.6 : Configuration du balisage diurne d'une voie de circulation.....	67
Figure IV.7 : Marques de poste de stationnement.....	69
Figure IV.8 : Configuration du balisage lumineux d'une piste.....	71
Figure IV.9 : Configuration du balisage lumineux d'une voie de circulation.....	72
Figure IV.10: Sectorisation.....	74
Figure IV.11: Un seul secteur avec une MSA de 1 660m.....	75
Figure IV.12 :Dessin de l'attente.....	78
Figure IV.13 : Entrée dans un virage de base.....	79
Figure IV.14: Position de l'attente et du virage de base.....	79
Figure IV.15: Dessin du virage de base catégorie A/B.....	85
Figure IV.16 : Dessin du virage de base catégorie C/D.....	86
Figure IV.17 : Aire d'approche finale (VOR).....	87
Figure IV.18 : Dessin de l'aire d'approche du segment final pour le virage de base CAT A/B.....	88
Figure IV.19 : Dessin de l'aire d'approche du segment final pour le virage de base CAT C/D.....	88
Figure IV.20 : Dessin de l'approche interrompue.....	91
Figure IV.21 : Dessin de l'aire de manœuvre à vue, CAT A/B/C/D.....	93

## Liste des annexes

---

Annexe 1 : Plan actuel de l'aérodrome de HassiR'mel.

Annexe 2 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D.

Annexe 3 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D.

Annexe 4 : Carte d'approche aux instruments, moyen NDB, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D.

Annexe 5 : Carte d'approche à vue.

Annexe 6 : Présentation des variantes.

Annexe 7 : Plan de servitudes aéronautique de la variante 01.

Annexe 8 : Plan de servitudes aéronautique de la variante 02.

Annexe 9 : Plan de servitudes aéronautique de la variante 03.

Annexe 10 : Vérification des obstacles pour la variante 01.

Annexe 11 : Vérification des obstacles pour la variante 02.

Annexe 12 : Vérification des obstacles pour la variante 03.

Annexe 13 : Infrastructures projetées.

Annexe 14 : Panneaux de signalisation (Piste vers Parking).

Annexe 15: Panneaux de signalisation (Parking vers piste).

Annexe 16 : Etapes de construction de l'attente.

Annexe 17 : Etapes de construction du virage de base.

Annexe 18 : Etapes de construction du virage d'approche interrompue.

Annexe 19 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26R, CAT d'aéronef A/B pour la piste projetée.

Annexe 20 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26R, CAT d'aéronef C/D pour la piste projetée.

## RESUME

L'aérodrome de HassiR'mel est un aérodrome mixte à usage restreint desservant la ville de HassiR'mel, principalement sa zone de gisement de gaz naturel, ainsi que le Sud de la wilaya de Laghouat.

La réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel est un projet qui regroupe : une étude comparative de trois variantes. Une fois l'étude effectuée, une seule proposition s'est avérée plus avantageuse et c'est la variante 02.

Il s'agit aussi d'effectuer quelques réaménagements dans l'aérodrome, et la conception d'une procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour la piste projetée 08/26(N) (précédemment la variante 02).

Par ailleurs, l'étude se fera en suivant les principaux documents référentiels, axés sur les normes de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), notamment :

- L'annexe 14 (aérodromes), volume I : conception et exploitation technique des aérodromes.
- Le manuel 9157 relatif à la conception des aérodromes.
- Le document 8168 (procédures pour les services de navigation aérienne), volume II : Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments.

### ملخص :

مطار حاسي الرمل هو مطار مدني عسكري يخدم بلدة حاسي الرمل و بالتحديد حقل الغاز الطبيعي و كذلك جنوب ولاية الاغواط .

تهيئة مطار حاسي الرمل هو مشروع يتكون من:

دراسة تتمثل في مقارنة لثلاثة مقترحات, نتيجة هذه الدراسة هي المقترحة الاكثر ملائمة ألا و هي المتغيرة 02. و ايضا يجب وضع بعض التغييرات و التجديدات على المطار انشاء عملية الطيران بإجراءات الاقتراب الالي للمدرج الجديد 26/08 شمال.

مع الذكر ان هذه الدراسة تنشأ طبقا لقواعد و توصيات الدولية التي اصدرتها اتفاقية الطيران المدني :

✦ ملحق 14 (مطارات) مجلد 1 : تصميم و تشغيل المطارات

✦ ملحق 9157 : انشاء المطارات

✦ ملحق 8168: عمليات الطيران لمصلحة الملاحة الجوية (مجلد 2) عمليات الطيران بإجراءات الاقتراب البصري و بإجراءات الاقتراب الالي .

### Abstract :

The airfield of HassiR'melis a mixed aerodromerestrictedsserving the city of HassiR'Mel, mainlyits area of naturalgasdeposits, as well as southern wilaya of Laghouat.

## RESUME

---

The rehabilitation of the airfield of HassiR'Melis a project that brings together: a comparative study of three variants. After the study, only one proposal proved to be more advantageous which is the variant 02. It is also to make some adjustments in the aerodrome, and the design of an approach procedure to the instruments VOR / DME for the planned runway 08/26 (N) (previously the variant 02).

Furthermore, the study will follow the main reference documents, focused on the International Civil Aviation Organization (ICAO) standards, including:

- Annex 14 (Aerodromes) volume I : Aerodrome Design and Operations
- Doc 9157 : Aerodrome Design Manual
- Doc 8168 (pans-OPS), (Procedures for Air Navigation Services - aircraft Operations) volume II : Construction of Visual and Instrument Flight Procedures.

## Introduction générale

---

L'aérodrome de HassiR'mel – Tilrempt – est le premier aérodrome privé pour le transport du personnel opérant dans le gisement de gaz de HassiR'mel découvert en 1956 par la compagnie Française du pétrole en Algérie.

Actuellement l'aérodrome est desservi par la compagnie aérienne Tassili Airlines. Cette dernière étant une filiale de la compagnie pétrolière Sonatrach, elle assure des vols réguliers domestiques et le transport des ouvriers vers les gisements de pétrole et de gaz au Sahara Algérien.

A l'aérodrome de HassiR'mel, il est nécessaire de renforcer la piste existante 08/26. A cet effet une demande a été formulée par Sonatrach pour trouver une solution de manière à ne pas fermer l'aérodrome lors du renforcement de la piste 08/26 en service.

Pour satisfaire cette demande qui est le thème de notre mémoire, nous avons suivi un stage pratique de 03 Mois au niveau de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA) afin de récolter les informations et les données nécessaires à notre travail, et de les appliquer sur le terrain.

Le présent mémoire décrira les différentes parties de cette étude technique et comparative afin de répondre à cette demande.

L'étude effectuée comprend :

### Chapitre I : Généralités

Ce chapitre décrit les intervenants institutionnels, et quelques terminologies relatives à l'aérodrome, l'aéronef, les plans de servitudes aéronautiques, et les procédures d'approche.

### Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de HassiR'mel

Ce chapitre contient tous les renseignements concernant les infrastructures, et l'exploitation de l'aérodrome de HassiR'mel.

### Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

Dans ce chapitre nous avons proposé différentes positions pour la piste à créer par rapport à l'existante, à savoir : la réhabilitation de l'ancienne piste 09/27 abandonnée, la création d'une piste parallèle à la piste existante 08/26 du côté Nord de cette dernière, ou bien la piste parallèle sera placée au Sud de la piste 08/26.

Afin de choisir la piste qui convient le mieux, une étude comparative de ces trois variantes, déterminera celle appropriée pour la solution de l'aérodrome de HassiR'mel.

## Introduction générale

---

Chapitre VI :Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

Avec une nouvelle piste, des réaménagements seront nécessaires dans l'aérodrome, ainsi qu'une nouvelle procédure d'approche pour cette piste. Ceci sera développé dans la dernière partie de notre mémoire.

En outre, il est important de signaler que le thème de notre mémoire« la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel » est un projet qui n'englobe pas seulement les travaux de conception de la nouvelle piste mais aussi les travaux de :

- Construction de deux voies de circulation.
- Construction d'un poste de stationnement.
- Modification de la Clôture.

Nous souhaitons que ce mémoire sera bénéfique et répondra à la demande des intéressés.

## I.1 Introduction :

Avant d'accéder aux approches théoriques du projet, il est nécessaire d'entamer par la présentation des intervenants institutionnels ainsi que quelques définitions et terminologies utiles dans le cadre de ce projet.

## I.2 Les intervenants institutionnels :

Le Ministère des Transports et le Ministère des Travaux Publics sont les principaux intervenants dans le domaine aéroportuaire, notamment en matière de planification, de réalisation et de développement.

Le Ministère des Transports, à travers les entreprises sous sa tutelle, assure l'exploitation des aéroports.

Cependant, d'autres intervenants, également importants, participent aux activités aéroportuaires : Direction Générale de la Sûreté Nationale (DGSN), Direction Générale des Douanes (DGD), NAFTAL (pour le carburant des aéronefs), les Compagnies Aériennes.

A certains aéroports, des administrations exercent des missions essentielles, comme les activités relevant du Ministère de la Défense Nationale, de la Protection Civile, des Services de la Santé. [1]

### I.2.1 Ministère des Transports :

L'aviation civile est de la responsabilité du Ministre des Transports dont les attributions sont définies par décret et sont exercées par le biais de la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie (DACM) qui englobe quatre secteurs d'activité: infrastructures aéroportuaires, régulation des transports aériens, contrôle de la sécurité et de la navigation aérienne, météorologie.

Concernant les aéroports, la DACM supervise l'ensemble des activités: techniques, opérationnelles, de planification, de réalisation, de réglementation et de contrôle.

Les activités du secteur aéroportuaire sont prises en charge par des entreprises sous tutelle du Ministre des Transports: trois (3) Etablissements de Gestion des Services Aéroportuaires (EGSA) et l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA). Quant aux activités du secteur météorologique, elles sont entreprises par l'ONM. [1]

## **Chapitre I : Généralités**

---

### **I.2.1.1 EGSA :**

En août 1987 sont créés, sous tutelle du Ministère des Transports, les Etablissements de Gestion des Services Aéroportuaires (EGSA), à caractère régional, regroupant des aérodromes désignés dans le cadre des études aéroportuaires, du développement des aérogares, de l'assistance des passagers ainsi que du traitement au sol des avions et du fret.

Ces EGSA (au nombre de 3) sont chargés des activités ci-dessus selon le découpage aéroportuaire suivant de l'Algérie : centre- nord et sud pour l'EGSA Alger, nord-est pour l'EGSA Constantine, nord-ouest et sud-ouest pour l'EGSA Oran.

Chaque EGSA regroupe dans un secteur géographique des aéroports répartis comme suit:

- ➔ EGSA-Alger: Alger; Bejaia; Bou Saâda; Chlef; Djanet; El Goléa; El Oued; Ghardaïa; Hassi Messaoud; HassiR'mel; In Amenas; In Guezzam; Illizi ; In Salah; Laghouat; Ouargla; Tamanrasset; Touggourt.
- ➔ EGSA-Constantine: Annaba; Batna; Biskra; Constantine; Jijel; Sétif; Tébessa. Relèvent également de l'EGSA-Constantine, les aérodromes ci-après : Redjas, Oum El Bouaghi, Guelma/Belkheir, Souk Ahras.
- ➔ EGSA-Oran: Adrar; Béchar; BordjMokhtar; El Bayadh; Mascara; Mecheria; Oran; Tiaret; Timimoune; Tindouf; Tlemcen. Relèvent également de l'EGSA-Oran, les aérodromes ci-après : AinSefra, Mohammadia, Saida, SidiBelAbbès, Beni-Abbès, Relizane, Mostaganem, Sebdu El Aoudj, Aoulef, Ouallen, GaraDjebilet, Tinfouchi, Chenachene, Bechar/Ouakda, Reggane.[1]

### **I.2.1.2 Etablissement National de la Navigation Aérienne :**

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

Dans ce cadre et concernant les aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique, l'ENNA participe aux activités de planification (schémas directeurs, plans d'urgence, plans de servitudes aéronautiques et radioélectriques) et assure l'exploitation technique et opérationnelle (gestion de l'espace aérien et la circulation au sol ainsi que les installations et les équipements; service de sauvetage et de lutte contre l'incendie; maintenance des moyens de télécommunications, radionavigation, aides à l'atterrissage et aides visuelles ainsi que les équipements annexes).

## **Chapitre I : Généralités**

---

Concernant le développement des projets liés à la navigation aérienne et de la participation à des réunions internationales. L'ENNA collabore avec des institutions nationales et internationales :

- Ministère du transport.
- Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales de Blida.
- Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) l'Algérie y est membre depuis le 05 mars 1963.
- AEFMP : organisation internationale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc ainsi que le Portugal.
- ASENA: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar.
- EUROCONTROL : Organisation européenne pour la Sécurité de Navigation Aérienne.
- Ecole Nationale de l'Aviation Civile à Toulouse (ENAC). [1]

### I.2.1.3 Office National de la Météorologie:

L'Office National de la Météorologie (Météo Algérie), est un établissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle du ministère de transport. Son siège est situé à Alger.

L'Office a pour mission la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la météorologie et ce en liaison, avec les institutions concernées. Il doit également contribuer à la sécurité et au développement des secteurs socio-économiques.

Il est chargé entre autre d'assurer l'acquisition, le traitement d'exploitation et la diffusion des données météorologiques pour le national et l'international.

L'office est administré par un conseil d'administration et dirigé par un directeur général. L'organisation administrative de l'ONM se compose d'une direction générale, de départements fonctionnels et opérationnels et de régions météorologiques.[1]\*

### I.2.2 Ministère des Travaux Publics :

L'activité du Ministère des Travaux Publics porte essentiellement sur les chaussées aéronautiques (pistes, voies de circulation, parkings avions).

Dans ce cadre, le Ministère des Travaux Publics, à travers sa Direction des Infrastructures Aéroportuaires: prépare les schémas de développement et

## **Chapitre I : Généralités**

---

d'aménagement des infrastructures aéroportuaires; effectue les études de conception et assure la réalisation et la maintenance de ces infrastructures.

Outre l'adaptation des chaussées aéronautiques aux nouvelles technologies des aéronefs et l'entretien périodique de ces chaussées (colmatage des fissures, dégommage des pistes, etc.), des études sont effectuées en vue de réhabiliter certains aérodromes. [1]

### **I.3 Termes se rapportant à l'aérodrome :**

#### **I.3.1 Aérodrome :**

Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant, éventuellement, bâtiments, installations et matériel), destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface. [6]

#### **I.3.2 Aérodrome à usage restreint :**

Aérodrome desservi par des aéronefs de faible capacité, destiné aux services aériens non réguliers affectés aux activités de transport de fret, de travail aérien et de préformation aéronautique. [1]

L'utilisation par des aéronefs civils des aérodromes à usage restreint (civil d'étal, à usage militaire ou particulier) est assujettie à la détention d'une autorisation donnée par le responsable de l'aérodrome considéré. Cette autorisation doit pouvoir être présentée aux services de la circulation aérienne.

Modalités pratiques d'atterrissage sur les aérodromes mixtes :

- **Vols réguliers :**

Les exploitants aériens disposant d'une autorisation d'exploitation des aérodromes mixtes sont tenus d'envoyer leur programme des vols à l'autorité chargée de l'aviation civile pour approbation dans les délais réglementaires.

- **Vols non réguliers :**

Pour les vols non réguliers, les exploitants devront :

- a) Demander à l'autorité de l'aviation civile une autorisation d'atterrissage sur l'aérodrome mixte 48 heures au moins avant l'exécution du vol envisagé.
- b) Utiliser un aéronef dont l'équipage est composé exclusivement de personnels algériens. [12]

#### **I.3.3 Aire de manœuvre :**

Partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages, les atterrissages et la circulation des aéronefs à la surface, à l'exclusion des aires de trafic. [6]

## **Chapitre I : Généralités**

---

### I.3.4 Aire de trafic :

Aire définie, sur un aérodrome terrestre, destinée aux aéronefs pendant l'embarquement ou le débarquement des voyageurs, le chargement ou le déchargement de la poste ou du fret, l'avitaillement ou la reprise de carburant, le stationnement ou l'entretien. [6]

### I.3.5 Aire de mouvement :

Partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages, les atterrissages et la circulation des aéronefs à la surface, et qui comprend l'aire de manœuvre et les aires de trafic. [6]

### I.3.6 Aire de demi-tour ou raquette de retournement :

Une aire de demi-tour est définie comme une aire sur un aérodrome terrestre, contiguë à une piste, permettant aux avions d'effectuer un virage à 180° sur une piste lorsqu'il n'existe pas de voies de circulation. [6]

### I.3.7 Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA):

Aire symétrique par rapport au prolongement de l'axe de la piste et adjacente à l'extrémité de la bande, qui est destinée principalement à réduire les risques de dommages matériels au cas où un avion atterrirait trop court ou dépasserait l'extrémité de piste. [6]

### I.3.8 Prolongement d'arrêt :

Aire rectangulaire définie au sol à l'extrémité de la distance de roulement utilisable au décollage, aménagée de telle sorte qu'elle constitue une surface convenable sur laquelle un aéronef puisse s'arrêter lorsque le décollage est interrompu. [6]

### I.3.9 Prolongement dégagé :

Aire rectangulaire définie, au sol ou sur l'eau, placée sous le contrôle de l'autorité compétente et choisie ou aménagée de manière à constituer une aire convenable au-dessus de laquelle un avion peut exécuter une partie de la montée initiale jusqu'à une hauteur spécifiée. [6]

### I.3.10 Accotement :

Bande de terrain bordant une chaussée et traitée de façon à offrir une surface de raccordement entre cette chaussée et le terrain environnant. [6]

### I.3.11 Bande 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 :

## Chapitre I : Généralités

---

a) à réduire les risques de dommages matériels au cas où un avion sortirait de la piste ;

b) à assurer la protection des avions qui survolent cette aire au cours des opérations de décollage ou d'atterrissage. [6]

### I.3.12 Voie de circulation :

Voie définie, sur une chaussée terrestre, aménagée pour la circulation au sol des aéronefs et destinée à assurer la liaison entre deux parties de l'aérodrome, on distingue notamment :

→ Les voies de circulation.

→ Les voies de desserte. [6]

### I.3.13 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. [6]

### I.3.14 Voie de circulation d'aire de trafic :

Partie d'un réseau de voies de circulation qui est située sur une aire de trafic et destinée à matérialiser un parcours permettant de traverser cette aire. [6]

### I.3.15 Piste aux instruments :

Piste destinée aux aéronefs qui utilisent des procédures d'approche aux instruments qui peut être une piste avec approche classique, qui est une piste aux instruments desservie par des aides visuelles et des aides non visuelles assurant au moins un guidage en direction satisfaisant pour une approche en ligne droite. [6]

### I.3.16 Clôture :

Des clôtures ou autres barrières appropriées seront placées sur les aérodromes afin d'interdire l'accès de l'aire de mouvement aux animaux qui pourraient, en raison de leur taille, présenter un danger pour les aéronefs.

### I.3.17 Altitude d'un aérodrome :

Altitude du point le plus élevé de l'aire d'atterrissage. [6]

### I.3.18 La température de référence :

Une température de référence sera déterminée pour chaque aérodrome en degré Celsius. Il est recommandé (Annexe 14) de considérer comme température de référence d'aérodrome la moyenne mensuelle des températures maximales

## Chapitre I : Généralités

---

quotidienne du mois le plus chaud de l'année (le mois le plus chaud étant celui pour lequel la température moyenne mensuelles est la plus élevée). Cette température devrait être la valeur moyenne obtenue sur plusieurs années. [6]

### I.3.19 Point de référence de l'aérodrome :

Point déterminant géographiquement l'emplacement d'un aérodrome. [6]

### I.3.20 Code de référence de l'aérodrome :

Un code de référence d'aérodrome (chiffre et lettre de code) choisi à des fins de planification d'aérodrome sera déterminé conformément aux caractéristiques des avions auxquels une installation d'aérodrome est destinée.

Ces critères permettent de déterminer les largeurs des pistes et voie de circulation et des accotements, les distances séparant les piste des voies de circulation, et les distances entre voies de circulation.

Le code de référence de l'aérodrome est défini par le type d'avion le plus exigeant (avion critique) utilisant l'aérodrome. [2]

<b>ÉLÉMENT DE CODE 1</b>		<b>ÉLÉMENT DE CODE 2</b>		
<b>Chiffre de Code</b>	<b>Distance de référence de l'avion</b>	<b>Lettre de Code</b>	<b>Envergure</b>	<b>Largeur hors-tout de train principal (a)</b>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	moins de 800 m	A	moins de 15 m	moins de 4,5 m
2	800 m à 1 200 m exclus	B	15 m à 24 m exclus	4,5 m à 6 m exclus
3	1 200 m à 1 800 m exclus	C	24 m à 36 m exclus	6 m à 9 m exclus
4	1 800 m et plus	D	36 m à 52 m exclus	9 m à 14 m exclus
		E	52 m à 65 m exclus	9 m à 14 m exclus
		F	65 m à 80 m exclus	9 m à 16 m exclus

(a) Distance entre les bords extérieurs des roues du train principal

Tableau I.1 : code de référence de l'aérodrome.

Le code de référence d'aérodrome comporte 2 éléments:

- ✧ le chiffre de code est déterminé en fonction de la plus grande des distances de référence des avions auxquels la piste est destinée.
  - ✧ la lettre de code qui est déterminée par l'envergure et la largeur hors tout du train principal d'un avion, la lettre la plus exigeante est attribuée à cet avion.
- [4]

### I.4 Termes se rapportant à l'avion :

#### I.4.1 Avion critique :

L'avion ou les avions identifiés parmi ceux que l'aérodrome est prévu recevoir et ayant les exigences d'exploitation les plus sévères en ce qui concerne la

## Chapitre I : Généralités

---

détermination des dimensions de l'aire de mouvement, la force portante de la chaussée et les autres caractéristiques physiques de construction des aérodromes.

### I.4.2 Distance de référence d'un avion :

La longueur minimale nécessaire pour le décollage à la masse maximale certifiée au décollage, au niveau de la mer, dans les conditions correspondant à l'atmosphère type, en air calme, et avec une pente nulle, indiquée dans les renseignements fournis par le constructeur de l'avion, la longueur en question représente la longueur théorique de piste équilibrée pour l'avion. [6]

### I.4.3 Largeur hors tout du train principal :

Distance entre les bords extérieurs des roues du train principal.

### I.4.4 Empattement :

L'empattement est la distance entre l'atterrisseur avant et le centre géométrique de l'atterrisseur principal. [6]

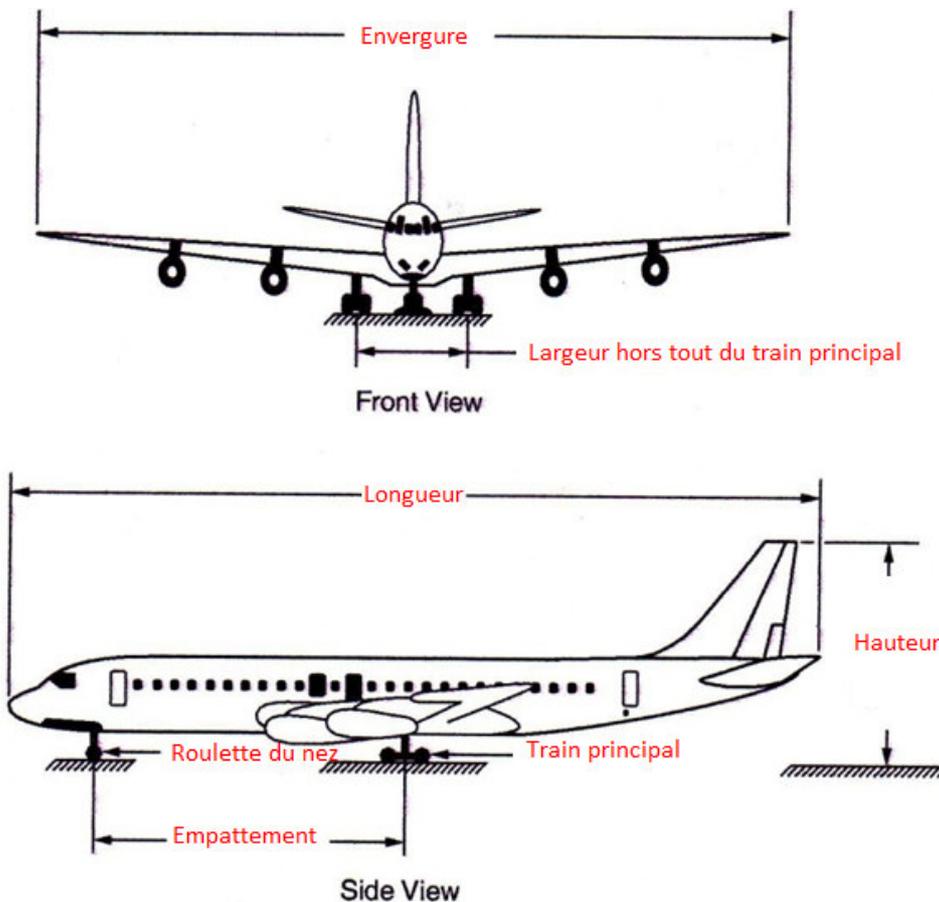


Figure I.1 : Dimensions des avions.

### I.5 Surfaces de limitation d'obstacles :

Les surfaces de limitation d'obstacles ont pour but de définir autour des aéroports, l'espace aérien à garder libre de tout obstacle, pour permettre aux avions appelés à utiliser ces aéroports, d'évoluer avec la sécurité voulue et pour éviter que les aéroports soient rendus inutilisables, parce que des obstacles s'élèvent à leurs bords. Cet aspect est atteint par l'établissement d'une série de surfaces de limitation d'obstacle qui délimitent, les limites que peuvent atteindre les objectifs dans l'espace aérien. [11]

#### I.5.1 La surface horizontale intérieure :

La surface horizontale intérieure a pour objet de protéger l'espace aérien réservé au circuit à vue avant l'atterrissage, éventuellement après une percée effectuée dans l'alignement d'une piste autre que celle qui est utilisée pour l'atterrissage. [11]

#### I.5.2 Surfaces d'approche et de transition :

Ces surfaces définissent le volume d'espace aérien qu'il faut maintenir dégagé d'obstacles afin de protéger un avion dans la phase finale de l'approche. Les pentes et dimensions de ces surfaces varieront avec le code de référence d'aéroport et selon que la piste est utilisée pour des approches à vue, des approches classiques ou des approches de précision. [11]

#### I.5.3 Surface de montée au décollage :

Cette surface assure la protection nécessaire à un aéronef qui décolle en indiquant ceux des obstacles qui doivent être enlevés si possible ou dotés de marques ou de feux de balisage si leur enlèvement est impossible. Les dimensions et pentes de cette surface varient également en même temps que le code de référence d'aéroport. [11]

#### I.5.4 Surface conique :

La surface conique s'ouvre vers le haut à partir du contour de la surface horizontale intérieure constituant sa directrice. Elle est limitée donc vers le bas par la surface horizontale intérieure. [5]

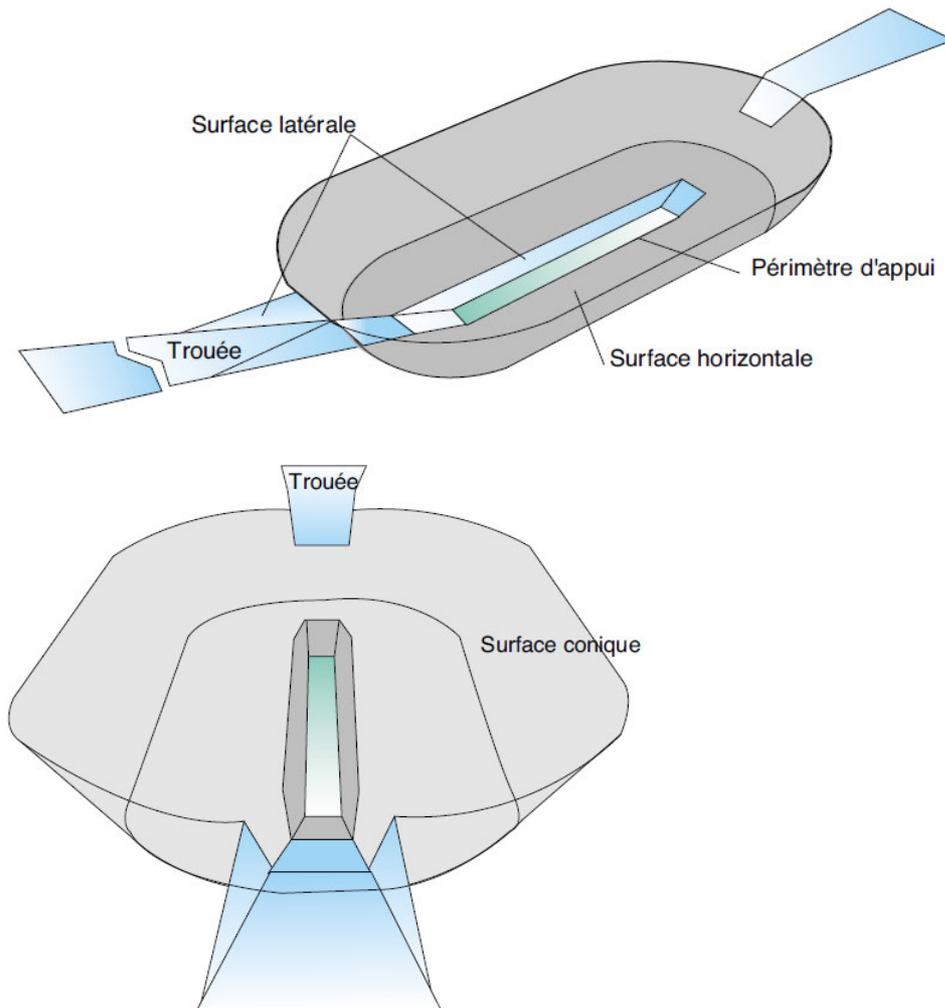


Figure I.2 : Vues en perspective des surfaces de dégagement.

### I.6 Procédures d'approches aux instruments :

#### I.6.1 Procédures d'approche aux instruments :

C'est une suite de manœuvres prédéterminées, effectués par l'aéronef en vue de l'atterrissage, en utilisant uniquement les instruments de vol, tout 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.[7]

Une marge de franchissement d'obstacles (MFO), appliquée à ceux-ci permet de déterminer une altitude/hauteur dont le respect garantit au pilote, en l'absence de références visuelles, une utilisation sûre de la trajectoire. Pour les phases d'arrivée, les marges de franchissement d'obstacles sont décroissantes, au fur et à mesure qu'on se rapproche de la piste. Pour les phases de départ, les marges de

## Chapitre I : Généralités

---

franchissement d'obstacles sont croissantes au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la piste.

Pour l'approche, on définit une limite de franchissement d'obstacles (OCA/H), qui sert à déterminer, selon les cas, une hauteur de décision (DH) ou une hauteur minimale de descente (MDH), en dessous de laquelle le pilote termine son approche et effectue son atterrissage, à l'aide de références visuelles. Pour l'établissement des procédures, des facteurs autres que le franchissement des obstacles sont pris en compte, si nécessaire (séparation des trajectoires entre elles ou vis-à-vis d'espaces, diminution des nuisances...).

### I.6.2 Approche de non précision (classique) :

Procédure d'approche aux instruments qui utilise le guidage latéral mais pas le guidage vertical :

- ✧ Conventionnelles (NDB, VOR/DME et LOCATOR)
- ✧ RNAV (guidage latéral et distance au « waypoint » suivant)
- ➔ But : Le but d'une procédure d'approche est la protection de l'aéronef des obstacles.

### I.6.3 Altitude/Hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H) :

Altitude la plus basse ou hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude du seuil de piste en cause ou au-dessus de l'altitude de l'aérodrome, selon le cas, utilisée pour respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles.[7]

### I.6.4 Marge de franchissement d'obstacles (MFO) :

Les altitudes/(hauteurs) minimales de franchissement d'obstacles associées à chaque phase de la procédure sont calculées en ajoutant à l'altitude/(hauteur) de l'obstacle le plus pénalisant situé dans l'aire de protection, une marge forfaitaire appelée marge minimale de franchissement d'obstacles (MFO).

Les marges sont de plus en plus réduites lorsque l'on passe de la phase d'arrivée à la phase d'approche finale.

Elles sont destinées à compenser pour le survol des obstacles en vol aux instruments, les tolérances et les imprécisions admises dans l'évaluation de la position verticale et dans la conduite de l'aéronef. Le passage en dessous des altitudes minimales de franchissement d'obstacles spécifiés ne permet donc plus de garantir le survol des obstacles avec un niveau de sécurité acceptable. Les marges de franchissement d'obstacles utilisées dans l'établissement des procédures sont établies à température standard. [7]

## Chapitre I : Généralités

### I.6.5 Hauteur, altitude et niveau de vol :

En aviation, il existe plusieurs façons d'indiquer la position verticale d'un aéronef : la hauteur, l'altitude et le niveau de vol

- La hauteur* : la hauteur est la position verticale d'un aéronef au-dessus du sol ou de la surface de l'eau. Un altimètre réglé sur le QFE indique la hauteur par rapport au point de référence de l'aérodrome donnant le QFE.
- L'altitude* : l'altitude est la position verticale d'un aéronef. Un altimètre réglé sur le QNH indique une altitude.
- Le niveau de vol* : le niveau de vol est la position verticale d'un aéronef au-dessus de la surface isobare 1013.25 hpa. La pression 1013.25 hpa est appelé calage altimétrique standard. [7]

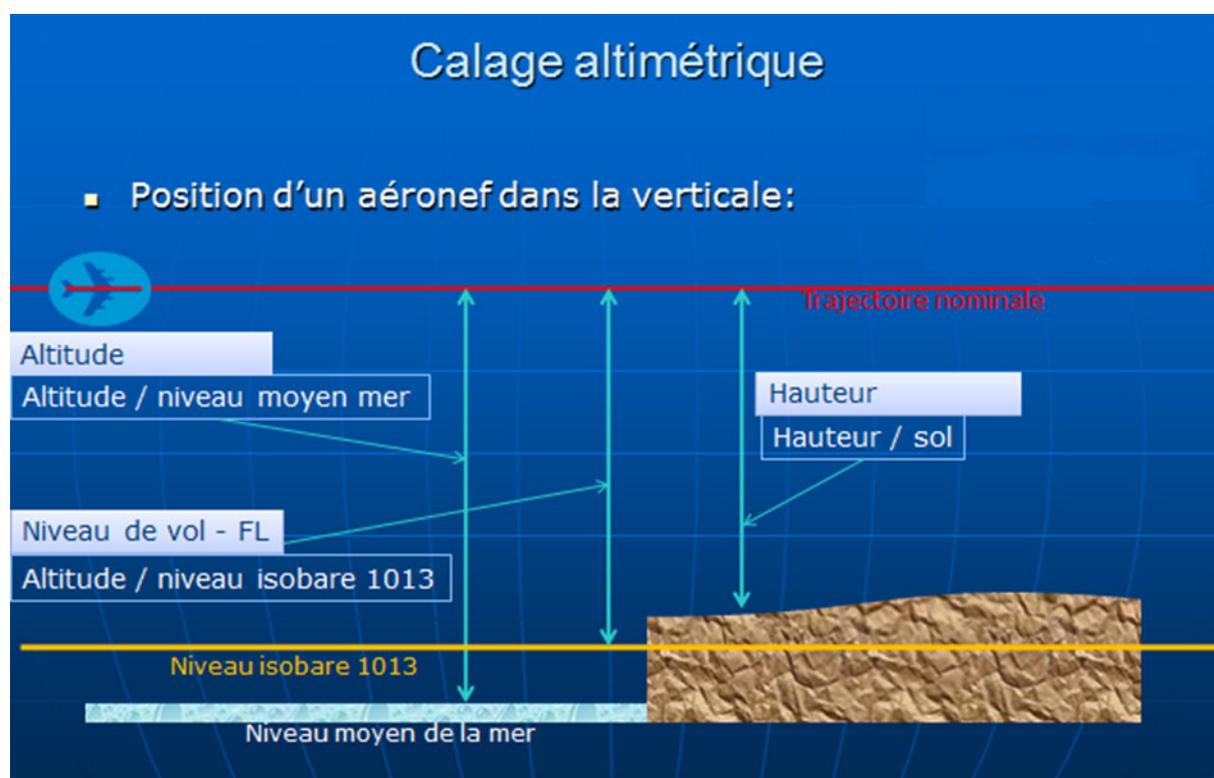


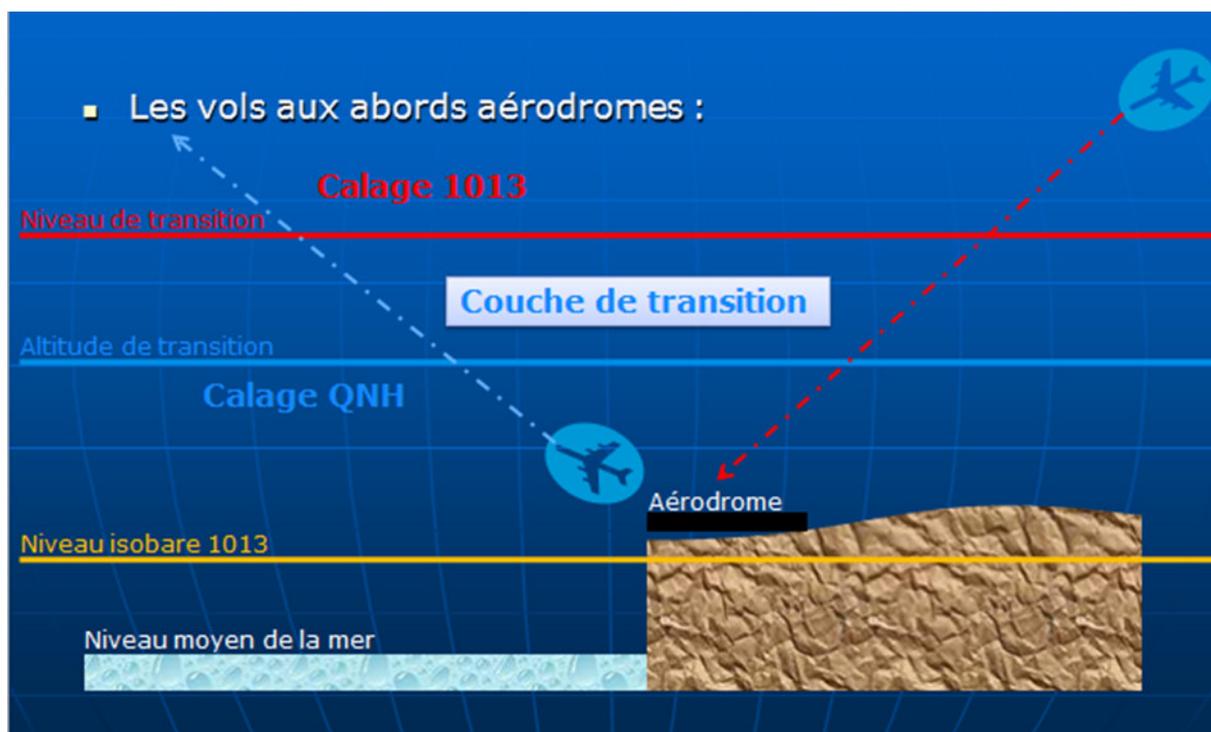
Figure I.3: Les différents calages altimétriques.

## Chapitre I : Généralités

### I.6.6 Altitude et niveau de transition :

Afin de savoir quel calage altimétrique utiliser, il est important de connaître l'altitude de transition et le niveau de transition définis dans l'espace où nous nous trouvons.

- ✧ La couche de transition : l'espace situé entre l'altitude et le niveau de transition est appelé couche de transition [7]



Figurel.4 : Altitude et niveau de transition.

### I.6.7 Arrivées omnidirectionnelles ou par secteurs :

Des arrivées omnidirectionnelles ou par secteurs peuvent être prévues, compte tenu des altitudes minimales de secteur (MSA) ou des altitudes d'arrivées en région terminale.

Les altitudes minimales de secteur assurent, pour les arrivées à l'intérieur du secteur défini et sur une distance de 25 NM par rapport au moyen spécifié, une marge minimale de 300 m (1000 ft) par rapport aux obstacles (600 m (2000 ft) par rapport aux obstacles dont la hauteur est supérieure à 1500 m). [7]

Ces altitudes déterminent le niveau le plus bas utilisable dans la phase d'arrivée.

- **Orientation des secteurs :**

Les secteurs devraient normalement coïncider avec les quadrants du compas. Toutefois, lorsque c'est souhaitable en raison de conditions topographiques ou

## Chapitre I : Généralités

---

autres, les limites des secteurs peuvent être choisies pour aboutir aux altitudes minimales de secteur les plus favorables.

- **Altitude minimale de secteur (MSA) :**

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 :

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

Remarque : Si la différence entre les altitudes de secteur est insignifiante (c'est-à-dire de l'ordre de 100 m ou 300 ft selon le cas), une altitude minimale applicable à tous les secteurs peut être établie.

Une altitude minimale s'appliquera dans un rayon de 46 km (25 NM) de l'installation de radio rattachement sur laquelle est basée l'approche aux instruments.

Dans le cas des vols au-dessus de régions montagneuses, la marge minimale de franchissement d'obstacles devrait être augmentée d'une valeur allant jusqu'à 300 m (1000 ft). [7]

### I.6.8 Aire de protection :

#### I.6.8.1 Aire primaire :

Aire définie de part et d'autre de la trajectoire de vol nominale et à l'intérieur de laquelle une marge constante de franchissement d'obstacles est assurée.

#### I.6.8.2 Aire secondaire :

Aire définie de part et d'autre de l'aire primaire, le long de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge décroissante de franchissement d'obstacles est assurée. [7]

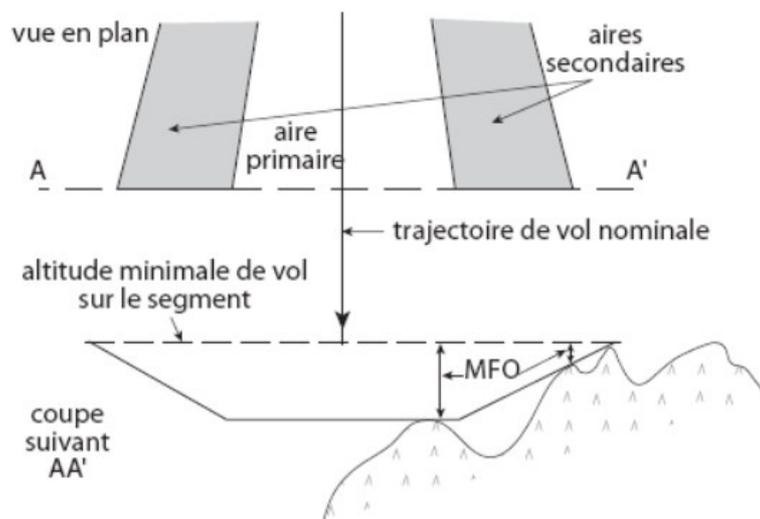


Figure I.5: Aire de protection.

### I.6.9 Différentes phases d'une procédure d'approche :

#### I.6.9.1 Segment d'arrivée :

Transition entre la croisière et l'approche. L'arrivée permet à l'aéronef de rallier l'IAF. Selon les cas, elle peut s'effectuer suivant une trajectoire normalisée appelée STAR ou en utilisant les altitudes minimales de secteur publiées (MSA). [7]

#### I.6.9.2 Attente :

Pour diverses raisons, un aéronef peut être amené à attendre. Un circuit d'attente en forme d'hippodrome est prévu à cet effet. Le repère d'attente coïncide en général avec l'IAF (ou l'un des IAF si la procédure en comporte plusieurs). Des circuits d'attentes peuvent être prescrits dans les phases de croisière, d'arrivée, d'approche initiale ou d'approche interrompue.

Le circuit en hippodrome est défini de la façon suivante :

- après la verticale du repère sur lequel est basé le circuit, virage de demi-tour dans le sens spécifié ; éloignement, pendant le temps prescrit ou éventuellement jusqu'à un point de repère secondaire ;
- virage de retour pour intercepter et suivre la trajectoire de rapprochement.

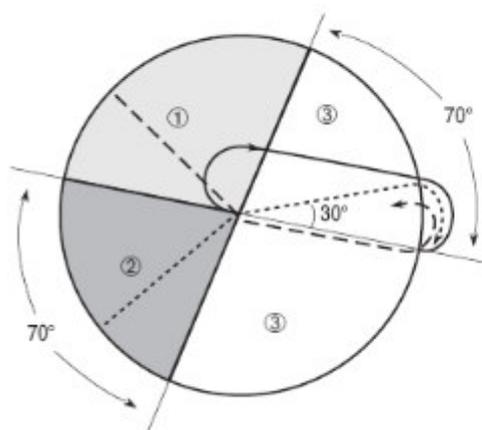
L'attente est protégée pour :

- une vitesse indiquée maximale (VI) ;
- une altitude pression maximale (Zp) ;
- une longueur spécifiée des segments rectilignes (temps ou distance). [7]

## Chapitre I : Généralités

---

### Entrées en attente :



*Procédure de secteur 1 (entrée parallèle)*

*Procédure de secteur 2 (entrée décalée)*

*Procédure de secteur 3 (entrée directe)*

Figure I.6: Secteurs d'entrées dans l'attente.

### I.6.9.3 Segment initial :

L'IAF est le début de la procédure d'approche (notion de clairance d'approche). L'approche initiale permet de se placer sur la trajectoire d'approche finale (ou sur une direction voisine de celle-ci à une altitude satisfaisante). Elle débute à l'IAF, fin de la phase d'arrivée ou à l'issue de l'attente si une attente basée sur l'IAF est nécessaire. Selon les types de procédures, elle se termine à l'IF, ou à la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome. [7]

### I.6.9.4 Segment intermédiaire :

L'approche intermédiaire permet de se préparer à l'approche finale (vitesse et configuration de l'aéronef) ;

- \* cas d'une approche classique avec FAF (FAF indiqué sur la carte d'approche) : le segment d'approche intermédiaire débute à l'IF ou à la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome et se termine au FAF.
- \* cas d'une approche classique sans FAF : le segment d'approche intermédiaire n'existe pas. [7]

### I.6.9.5 Segment final :

La descente en vue de l'atterrissage est exécutée dans le segment d'approche finale.

- \* cas d'une approche classique avec FAF : l'approche finale débute au FAF (qui matérialise donc le début de la descente) et se termine au MAPT.
- \* cas d'une approche classique sans FAF : l'approche finale débute à la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome et se termine au MAPT. [7]

## Chapitre I : Généralités

### I.6.9.6 Approche interrompue :

Toute procédure comporte une trajectoire d'approche interrompue utilisée lorsqu'il s'avère impossible de poursuivre l'approche jusqu'à l'atterrissage. Cette trajectoire prend fin à l'altitude/hauteur suffisante pour permettre :

- l'exécution d'une nouvelle approche ; ou
- le retour à un circuit d'attente désigné ; ou
- le raccordement à la phase en route.

Dans le cas des approches classiques, un MAPT est défini (pour un avion descendu à la MDH, c'est la limite aval à laquelle le pilote est supposé remettre les gaz). Dans le cas d'une approche de précision, la carte d'approche ne mentionne pas de MAPT, car l'approche interrompue débute au point où l'on atteint l'OCH (en pratique, la hauteur de décision) sur le plan de descente. [7]

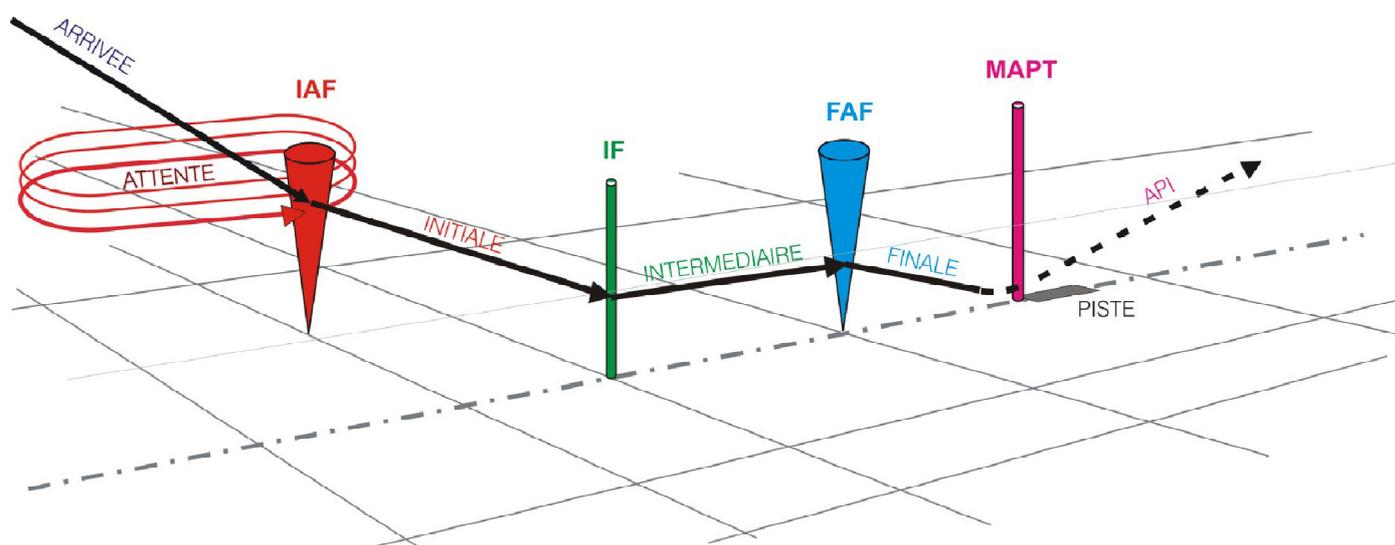


Figure I.7 : Les différentes phases d'une procédure d'approche aux instruments.

### I.6.10 Manœuvre à vue :

Une manœuvre à vue est publiée lorsque :

- l'approche finale ne peut pas être exécutée en approche directe ; ou
- lorsque des contraintes opérationnelles peuvent imposer de ne pas se poser directement sur le terrain.

On distingue la manœuvre à vue libre (MVL) et la manœuvre à vue imposée (MVI).

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

## Chapitre I : Généralités

---

- *Manœuvre à vue imposée* : manœuvre à vue effectuée à l'issue d'une procédure d'approche aux instruments, et suivant une trajectoire définie à l'aide de repères visuels ou radioélectriques. [7]

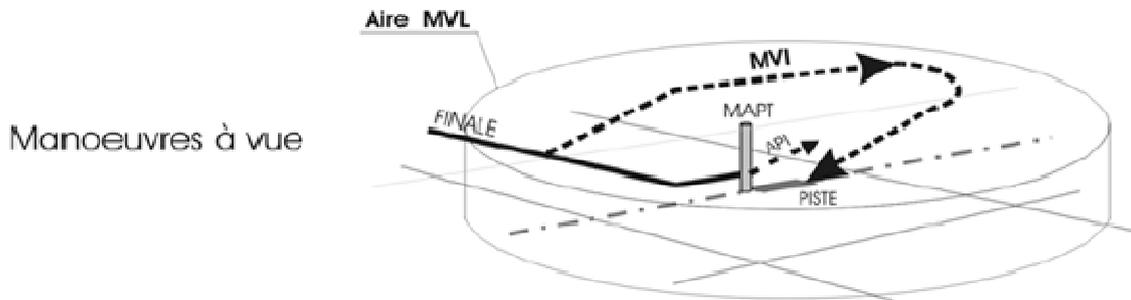


Figure I.8: Manœuvres à vue.

### 1.7 Conclusion :

Ainsi les intervenants institutionnels du domaine de l'aéronautique ont été définies de façon générale. Plus les définitions et terminologies qui se rapprochent du mémoire ont été répertoriées de manière suffisante et nécessaire.

## **Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel**

---

### **II.1 Introduction :**

Une présentation de l'aérodrome de HassiR'mel est indispensable avant de procéder à la partie pratique du mémoire.

L'aérodrome de HassiR'Mel - Tilrhemt (code OACI : DAFH) est un aérodrome Algérien à usage restreint, situé sur la commune de HassiR'mel à 2Nm au Sud Est de la ville de HassiR'mel.

L'aérodrome est constitué essentiellement d'une piste 08/26, une piste abandonnée 09/27, d'un parking avions et d'une bretelle (voie de circulation).

La plan actuel de l'aérodrome de HassiR'mel est dans l'annexe 1.



Figure II.1 : Présentation de l'aérodrome de HassiR'mel.

### **II.2 Historique de l'aérodrome :**

Par arrêté ministériel du 25 Mai 1983, l'usage de l'aérodrome de HassiR'mel est réservé à la société Sonatrach et aux personnes autorisées par elle.

Vu l'expansion de la région et les besoins en gros porteurs, Sonatrach a entrepris le développement de l'aérodrome, en commençant par la réalisation d'une nouvelle piste de 3000m de longueur, tout en prévoyant la construction de nouvelles infrastructures aéroportuaires et l'installation d'équipements techniques.

Le 16 Avril 1996, une réunion de coordination s'est tenue à HassiR'mel sous l'égide du ministère des transports où le statut juridique de l'aérodrome a été à l'ordre du jour à savoir la perspective d'ouverture de l'aérodrome à la circulation aérienne publique.

Sonatrach a émis le vœu d'exploiter l'aérodrome à compter du 03 Juin 1996.

## **Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel**

---

Le 29 Mai 1996, vol d'essai en B727 et homologation de la nouvelle piste. En ce qui concerne l'exploitation, la date du 03 Juin n'a pas pu être retenue faute de l'état d'avancement des différentes opérations inscrites.

Suite à des événements survenus durant le mois d'Octobre 1996, où la sécurité du personnel de Sonatrach est mise en cause, cette dernière réunit en date du 19 octobre 1996 les différents exploitants de l'aérodrome (ENNA, EGSA, Air Algérie, NAFTAL) pour décider de la date et les modalités d'ouverture.

Le 27 Octobre l'aérodrome fut ouvert aux vols charters en vertu de l'arrêté du 25 Mai 1983 (usage restreint).

L'ENNA assure l'assistance en matière de contrôle de circulation aérienne et la maintenance des équipements le jour de relève à savoir le dimanche par un personnel envoyé à partir de l'aérodrome de Ghardaia et sur demande de Sonatrach pour toute autre assistance en dehors du jour sous couvert d'une convention établie entre les deux parties.

Le 09 Novembre 1993, inauguration officielle par messieurs les ministres des transports et d'énergie, ainsi que le lancement des travaux de l'aérogare, bloc technique, bloc SSLI...etc.

Au journal officiel du 11 décembre 1996 publication de l'arrêté ministériel du 25 juillet 1996 qui inclut l'aérodrome de HassiR'mel sur la liste des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique.

Après convention entre l'ENNA et Sonatrach, le 01 Juillet 2002, l'aérodrome fut ouvert tous les jours de 06:00 à 18 :00 , et depuis des conventions qui régissent le travail et les missions de l'ENNA à HassiR'mel sont conclues chaque 02 ou 03 ans.

En date du 06/04/2009 et 30/01/2012. Deux réunions de coordination se sont tenues au complexe de Sonatrach entre : l'ENNA, Sonatrach, SAETI et LTPS pour discuter des modalités de réfection de la piste 08/26.

### **II.3 Aperçu géologique et climatique :**

#### **II.3.1 Géologie :**

La région de HassiR'mel fait partie du plateau de la Chebkha, il est caractérisé par un relief atténué et vallonné. Ces reliefs sont formés généralement par l'érosion causée par le ruissellement à la surface des eaux de pluie.

Selon les anciennes études, le sol support de tous les infrastructures de l'aérodrome de HassiR'mel est formé essentiellement d'un dépôt d'encrouement calcaire contenant des blocs rocheux, reposant sur une dalle calcaire très dure.

## **Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel**

---

### II.3.2 Climat :

La région de HassiR'mel est caractérisée par un climat aride accentué par des températures hautes en été et basses en hiver, les températures mensuelles moyennes sont de 6°C à 34°C, en période de forte chaleur (Juillet et Août), la température peut atteindre les 45°C, durant la nuit, ces températures descendent à moins de 25°C. Cet écart thermique entre le jour et la nuit exerce des chocs thermiques intenses, qui nuit forcément aux corps de chaussées des infrastructures de l'aérodrome par des dégradations accélérées.

La pluviométrie annuelle dans la région de HassiR'mel est de 155mm, les précipitations surviennent fréquemment sous forme d'orages, plusieurs fois par année. Le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre (15mm en moyenne), et le mois le plus sec est le mois de Juillet (3mm en moyenne).

En ce qui concerne le vent, les données recensées durant la période du 1<sup>er</sup> Janvier 2004 au 31 Décembre 2013 donnent que les vents de secteur Nord sont les vents les plus dominants, viennent ensuite les vents de secteur Est. Plus de 19% des vents enregistrés sont des vents calmes.

Durant les mois allant de Janvier à Mai, les vents de secteur Nord sont les plus dominants, à partir du mois de Juin et ce jusqu'au mois d'Août, on assiste à un changement de régime des vents ou les vents de secteur Est deviennent les plus dominants, en fin d'année on assiste encore à un changement de régime des vents où les vents de secteur Nord redeviennent les plus dominants.

### II.4 Description de l'aérodrome de HassiR'mel :

#### II.4.1 Données géographiques relatives à l'aérodrome de HassiR'mel :

Les coordonnées géographiques du point de référence et l'emplacement de l'aérodrome sont : 32° 56' 05,98"N, 003° 18'06,83"E.

Le type de trafic autorisé est le : IFR/VFR.

L'altitude et la température de référence : 765m / 40°C.

La déclinaison magnétique : 0°W (2005). [12]

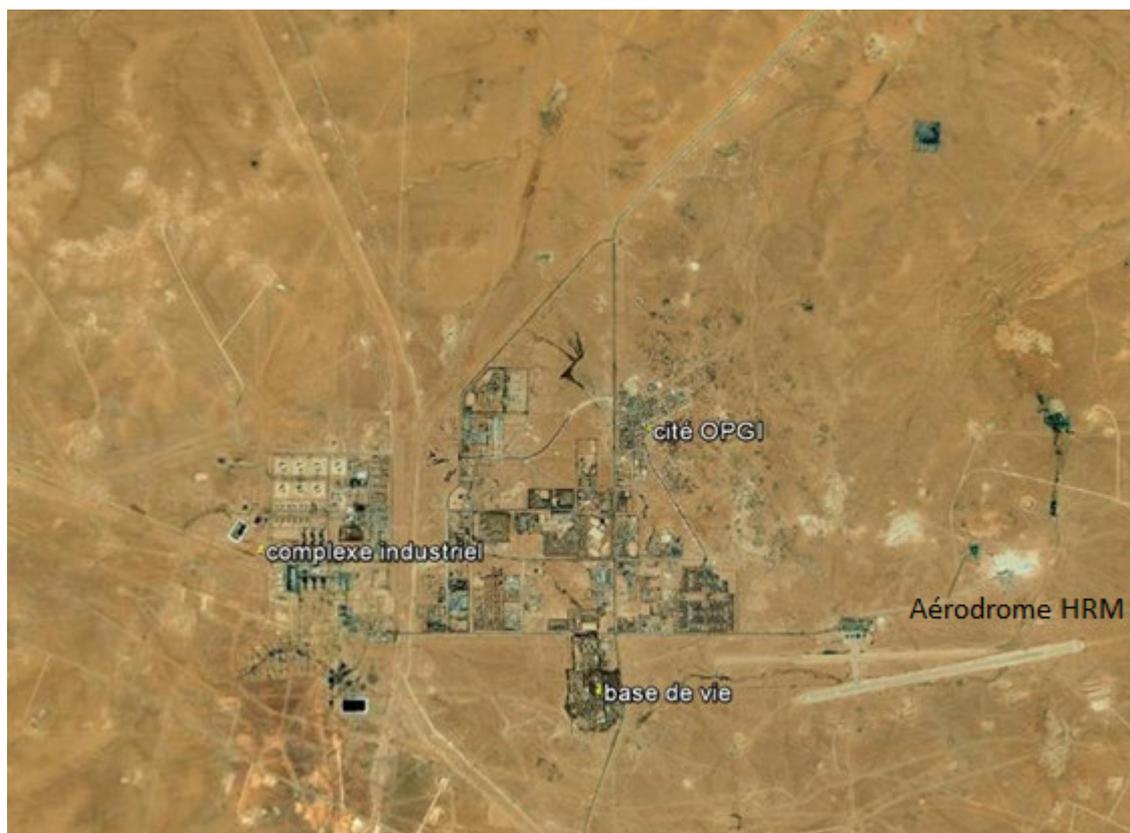


Figure II.2 : Position géographique de l'aérodrome de HassiR'mel.

### II.4.2 Renseignements météorologiques :

Il existe un centre météorologique associé à l'aérodrome, c'est le centre météorologique de HassiR'mel. Ce centre est fonctionnel de 06 :00 à 18 :00, en dehors de ces heures le centre météorologique responsable est le centre météorologique de Dar El Beida.

Les types de prévisions d'atterrissage disponibles sont : le METAR à intervalle régulier de 60 minutes, et les TAFS sur demande. Ces renseignements sont fournis à la tour de contrôle de l'aérodrome de HassiR'mel. [12]

L'un des Phénomènes météorologiques local de l'aérodrome de HassiR'mel est : Chasse Sable

### II.4.3 Services de sauvetage et de lutte contre l'incendie (SSLI):

La catégorie SSLI de l'aérodrome de HassiR'mel est : CAT 5 requise, et la CAT 6 disponible, avec deux camions VMA80 et VMA71 équipés de matériel de désincarcération, la capacité totale en eau est de 12300 L et 2800 L/min d'émulseur.

La quantité de poudre disponible est de 500Kg disposée dans 5 réservoirs de 100 kg chacun et tractables.

## Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel

---

Des extincteurs tractables en CO<sub>2</sub> d'une capacité de 10 kg chacun. Ils sont disponibles autour du parking avion et à côté de tous les bâtiments de l'aéroport.

Les poteaux d'incendie sont disposés selon le plan de masse des installations, ils sont au nombre de sept, alimentés par trois pompes : deux électriques et une Diesel, reliées à la réserve d'eau.

Une réserve d'eau de deux grandes citernes d'une capacité totale de 200 m<sup>3</sup> alimente le réseau incendie.

Les moyens humains sont :

- 02 Conducteurs.
- 02 Servants (agent SSLI).

Les camions SSLI sont dotés de moyens de communication VHF. La fréquence sol est : 119.7 Mhz.

Une sirène (buzzer) reliant la tour de contrôle à la salle de permanence SSLI dont le code d'alerte a été institué afin de permettre une efficacité d'intervention comme suit :

- Un coup de sonnerie : exercice journalier SSLI.
- Deux coups de sonnerie : veille locale.
- Trois coups de sonnerie : cas d'urgence.
- Un coup discontinu de sirène : accident d'aviation.

L'affichage du code des alertes sera à la tour de contrôle et dans la salle de permanence SSLI.

### II.4.4 Présentation de la piste 08/26 :



Figure II.3: Piste 08/26 de l'aérodrome de HassiR'mel.

## Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel

Longueur (m)	3000
Largeur (m)	45
Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	52 F/A/X/T Béton bitumineux
Dimensions de la bande (m)	3200 × 150
TORA (m)	3000
TODA (m)	3000
ASDA (m)	3100
LDA (m)	3000

Tableau II.1: Caractéristiques physiques de la piste 08/26.[12]

Seuil de piste	Relèvements	Altitude du seuil	Coordonnées du seuil	Dimensions du prolongement d'arrêt (SWY)
08	080°(VRAI)/081°(MAG)	765m	32°55'40.60"N 003°17'46.60"E	100 × 100m
26	260° (VRAI)/261° (MAG)	758m	32°55'58.40"N 003°19'38.60"E	100 × 100m

Tableau II.2 : Caractéristiques des seuils 08/26. [12]

### II.4.5 Voie de circulation :

Lalongueur et la largeur de la voie de circulation est de : 493 × 25m.

Le type de surface : Béton bitumineux.

Résistance : PCN 52 F/A/X/T. [12]

### II.4.6 Balisage diurne de l'aérodrome :

#### II.4.6.1 Piste 08/26 :

Le balisage diurne de la piste principale 08/26 est composé de :

- Marques de seuil de piste (seuil 08 et 26).
- Marques NR d'identification.
- Marques latérales de piste.
- Marques axiales.
- Marque de zone de toucher des roues.[12]

## **Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel**

---

### II.4.6.2 Voie de circulation :

La voie de circulation est dotée de :

- Marques axiales.
- Marques latérales.
- Marques de point d'attente avant piste.[12]

### II.4.7 Balisage lumineux de l'aérodrome :

#### II.4.7.1 Piste 08/26 :

Le balisage lumineux de la piste 08/26 est composé de :

- Feux de seuils (THR) de couleur vert.
- Feux de bord de piste de couleur blanche, espacés de 30m.
- Feux d'extrémité de piste et WABRAR de couleur rouge.
- Ligne d'approche CAT I pour le seuil 26.

Les deux seuils possèdent aussi un PAPI (Precision approach path Indicator).[12]

#### II.4.7.2 Voie de circulation :

Le balisage lumineux de la voie de circulation comporte :

- Feux de bord de couleur bleu.
- Feux axiales.[12]

### II.4.8 Aire de trafic :

La longueur et la largeur de l'aire de trafic est de : 200× 100m.

Le type de surface : Béton bitumineux.

Résistance : PCN 52 F/A/X/T.

Trois postes de stationnement. [12]

### II.4.9 Aides de radionavigation et d'atterrissage :

#### II.4.9.1 VOR/DME :

Identification : HRM.

Fréquences : 115,4. CH 101 X.

Heures de fonctionnement : H24.

## Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel

### II.4.9.2 NDB :

Identification : HRM.

Fréquences : 331.

Heures de fonctionnement : H24.[12]

### II.4.10 Installation de télécommunication des services de la circulation aérienne :

Tour de contrôle de (TWR) l'aérodrome de HassiR'mel :

- Indicatif d'appel : HassiR'mel tour.
- Fréquences : 118,3-119,7 (s).
- Heures de fonctionnement : 0600/1800.[12]

### II.4.11 Obstacles d'aérodromes :

#### II.4.11.1 Aire d'approche et de décollage :

Obstacle	Hauteur	Altitude	Marquage et balisage	Coordonnées
<b>Seuil 08 : Antenne NDB</b>	10m	790m	Balisé jour et nuit	32°56'15.62"N 003°21'24.50"E
<b>Seuil 26 : Antenne VOR/DME</b>	15m	788m	Balisé jour et nuit	32°55'26.24"N 003°16'17.46"E

Tableau II.3: Obstacles dans l'aire d'approche et de décollage.[12]

#### II.4.11.2 Aire de manœuvres à vue et aérodrome :

Obstacle	Hauteur	Altitude	Marquage et balisage	Coordonnées
<b>Pylône</b>	50m	821m	Balisé jour et nuit	32°57'08.79"N 003°16'44.20"E
<b>Antenne CA PTT</b>	37m	812m	Balisé jour et nuit	32°55'52.50"N 003°16'19.03"E
<b>Antenne TDA</b>	100m	856m	Balisé jour et nuit	32°58'21.55"N 003°16'28.16"E
<b>O3 pylônes PRKG</b>	22m	787m	Balisés jour et nuit	32°56'04.08"N 003°18'03.96"E
<b>TWR</b>	18m	783m	Balisée jour et nuit	32°56'05.98"N 003°18'06.83"E
<b>Pylône de télécommunication</b>	47m	828m	Balisé jour et nuit	32°55'58.58"N 003°16'15.50"E

## Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel

<b>Château d'eau</b>	50m	834m	Balisé jour et nuit	32°56'14.25"N 003°16'20.54"E
<b>Torche 1</b>	38m	783m		32°55'50.95"N 003°14'19.66"E
<b>Torche 2</b>	28m	778m		32°56'13.13"N 003°14'16.21"E
<b>Tour télécom FIR</b>	35m	812m	Balisée jour et nuit	32°56'04.17"N 003°16'04.88"E
<b>Tour GSM</b>	40m	812m	Balisée jour et nuit	32°55'54.72"N 003°15'59.75"E
<b>Tour tétra</b>	47m	777m		32°55'57.06"N 003°16'13.07"E
<b>Puits de gaz</b>				32°55'29.06"N 003°17'59.99"E

Tableau II.4: Obstacles dans l'aire de manœuvres à vue et aérodrome. [12]

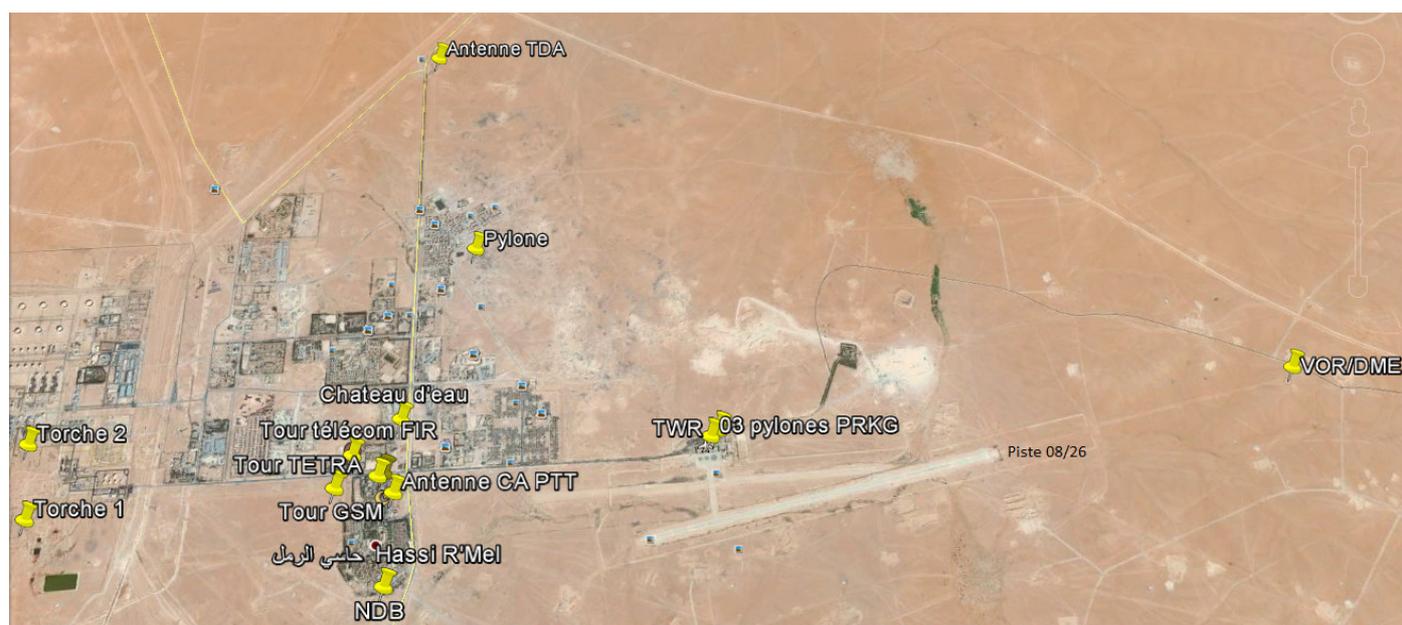


Figure II.4: Présentation des obstacles à partir de Google earth.

### II.4.12 Aires d'atterrissage d'Hélicoptères :

Les Coordonnées TLOF ou THR de la FATO : 32°56'4.25"N 003°18'12.09"E.

L'Altitude TLOF/ FATO:765m.

Les dimensions de TLOF+ FATO : 20×20m.

Le type de surface : Béton bitumineux.

Relèvement vrai et magnétique de la FATO : Vrai : 080°/260°. Magnétique : 081°/261°. [12]

## **Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel**

---

### II.4.13 Espace aérien ATS :

Désignation : CTR HassiR'mel

Limites latérales : cercle de 10NM de rayon, centré sur le VOR/DME HRM.

Limites verticales : 900m /GND.

Classification de l'espace aérien :D.

Indicatif d'appel et langue de l'organe ATS : HassiR'mel Tour/ FR.EN.

Altitude de transition : 1660m.[12]

### II.4.14 Autres dispositifs lumineux, alimentation électrique auxiliaire :

Emplacement et éclairage de l'anémomètre/ Indicateur de sens d'atterrissage : Té et manche à air.

Alimentation électrique auxiliaire/ Délai de commutation : 02 Groupes électrogènes de 400 KVA / 15 Secondes.[12]

### II.4.15 Renseignements supplémentaires :

- ➔ Présence de fumée noire mais faible du côté Ouest de l'aérodrome.
- ➔ Proximité de puits de gaz au bord de l'aérodrome, activité de dégorge ment des puits de gaz fréquente, suivre les instructions du contrôle de la CA, l'information de dégorge ment des puits aux abords immédiats de l'aérodrome est donnée aux vols locaux, les arrivées, les départs et les transitaires de la CTR à basse altitude (moins de 2000 ft QFE).[12]

### II.5 Cartes relatives à l'aérodrome :

Les cartes relatives à l'aérodrome de HassiR'mel comprennent : les cartes d'approche aux instruments, et la carte d'approche à vue pour la piste 08/26 :

- ➔ Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D. (Annexe 2)
- ➔ Carte d'approche aux instruments, moyen VOR, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D.(Annexe 3)
- ➔ Carte d'approche aux instruments, moyen NDB, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D.(Annexe 4)
- ➔ Carte d'approche à vue.(Annexe. 5)[12]

## Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel

---

### II.6 Exploitation d'aérodrome:

#### II.6.1 Nombre de mouvements d'avion par mois :

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
Trafic	273	230	264	312	295	228	257	289	275

Mois	Octobre	Novembre	Décembre
Trafic	309	280	338

Tableau II.5: Statistiques du trafic de l'année 2014 de l'aérodrome de HassiR'mel.

#### II.6.2 Avion critique :

L'avion le plus contraignant que peut recevoir l'aérodrome de HassiR'mel est le : Boeing 737-800.

Le Boeing 737 est un avion de ligne, bimoteur, court et moyen-courrier, à partir des pistes au niveau de la mer d'une longueur de moins de 1830m. [3]

Le 737-800 a une longueur de 39,47 m, et peut transporter jusqu'à 184 passagers, biréacteur (deux moteurs de type CFM56-7b, un sous chaque aile). Ces moteurs (CFM56-7) génèrent plus de poussée et leur taux de bruit est plus faible que les normes du bruit actuel.[3]



Figure II.5 : Boeing 737-800 de Tassili Airlines à HassiR'mel.

## Chapitre II : Présentation de l'aérodrome de Hassi R'mel

<b>Masse maximale de structure au roulage (KG)</b>	70,760
<b>Masse maximale de structure au décollage (KG)</b>	70,534
<b>Masse maximale de structure à l'atterrissage (KG)</b>	65,317
<b>Masse maximale sans carburant (KG)</b>	61,689
<b>Masse de base (masse à vide en ordre d'exploitation) (KG)</b>	41,413
<b>Charge marchande (KG)</b>	20,276
<b>Distance de référence (m)</b>	2090

Tableau II.8 : Les caractéristiques du B737-800. [3]

<b>Longueur (m)</b>	39,47
<b>Hauteur (m)</b>	12,55
<b>Empattement (m)</b>	15,60
<b>Largeur hors tout du train principal (m)</b>	5,72
<b>Envergure (m)</b>	34,32

Tableau II.9 : Les dimensions du B737-800. [3]

### II.7 Code de référence de l'aérodrome :

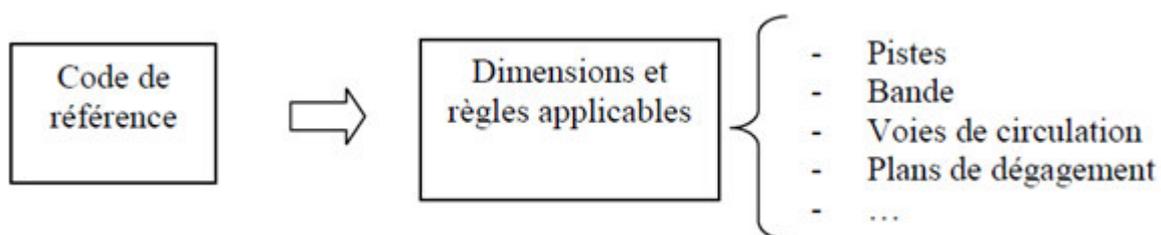
D'après les dimensions de l'avion critique illustrés dans le tableau précédent (distance de référence de l'avion, envergure, largeur hors-tout de train principal), nous pouvons connaître le code de référence de l'aérodrome de Hassi R'mel, et ce grâce au tableau 1 : Code de référence de l'aérodrome.

Le chiffre de code est : 4, et la lettre de code est : C.

ÉLÉMENT DE CODE 1		ÉLÉMENT DE CODE 2		
Chiffre de Code	Distance de référence de l'avion	Lettre de Code	Envergure	Largeur hors-tout de train principal (a)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	moins de 800 m	A	moins de 15 m	moins de 4,5 m
2	800 m à 1 200 m exclus	B	15 m à 24 m exclus	4,5 m à 6 m exclus
3	1 200 m à 1 800 m exclus	C	24 m à 36 m exclus	6 m à 9 m exclus
4	1 800 m et plus	D	36 m à 52 m exclus	9 m à 14 m exclus
		E	52 m à 65 m exclus	9 m à 14 m exclus
		F	65 m à 80 m exclus	9 m à 16 m exclus

(a) Distance entre les bords extérieurs des roues du train principal

Grâce à ce code nous pouvons déterminer les règles applicables sur l'infrastructure.



### II.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'aérodrome qui a fait l'objet de notre étude, ainsi que le choix de l'assiette nécessaire à la réalisation de la nouvelle piste et des réaménagements.

### III.1 Introduction :

Dans l'aérodrome de HassiR'mel il va y avoir lieu la réfection de la piste 08/26. Lors de la réfection de cette dernière, l'aérodrome est contraint d'être fermé, nous devons donc trouver une solution pour ne pas fermer l'aérodrome au moment des travaux dans cette piste. Cette solution est la création d'une nouvelle piste.

Nous avons proposé trois variantes. Chacune des variantes fera l'objet d'une étude comprenant trois aspects, à savoir : dégagement, infrastructure, procédure.

La variante choisie, représentera un compromis entre tous ces aspects, et sera développée dans le chapitre suivant.

Le but de la proposition de trois variantes est d'effectuer une étude comparative. Nous devons étudier différentes positions pour la piste à créer par rapport à la piste existante.

### III.2 Présentation des variantes :

Le présent mémoire constitue une explication et une étude pour les différentes variantes proposées, à savoir : le renforcement de l'ancienne piste 09/27, ou bien la création de deux variantes parallèles à la piste existante 08/26 en service. Une figure descriptive de ces variantes est dans l'annexe 6.

#### III.2.1 Variante 01 : Piste abandonnée 09/27 :

Il s'agit de la réhabilitation de l'ancienne piste abandonnée avec une orientation 09/27, qui a 2000m de longueur sur 30m de largeur. La distance qui sépare l'axe de l'ancienne piste 09/27 et l'axe de la voie de circulation d'aire de trafic existante est de 161,54m.

#### III.2.2 Variante 02 : Piste parallèle à la piste existante 08/26 du côté Nord:

Il s'agit de la création d'une piste de même orientation que l'existante, c'est-à-dire la piste 08/26, parallèle à cette dernière et implantée du côté Nord. La distance qui sépare l'axe de cette variante et l'axe de la voie de circulation d'aire de trafic existante est de 302 m.

#### III.2.3 Variante 03 : Piste parallèle à la piste existante 08/26 du côté Sud:

Il s'agit de la création d'une parallèle à la piste existante de même orientation que cette dernière et implantée du côté Sud. La distance qui sépare l'axe de cette variante et l'axe de la voie de circulation d'aire de trafic existante est de 722 m.

Une bande de piste sera aménagée autour de chacune des variantes, selon les normes de l'annexe 14 :

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

Une piste, ainsi que les prolongements d'arrêt, qu'elle comporte éventuellement, sera placée à l'intérieur d'une bande. [6]

La bande de piste s'étendra en amont du seuil et au-delà de l'extrémité de la piste ou du prolongement d'arrêt jusqu'à une distance d'au moins 60m lorsque le chiffre de code est le 4. [6]

Autant que possible, toute bande à l'intérieur de laquelle s'inscrit une piste avec approche de précision s'étendra latéralement, sur toute sa longueur, jusqu'à au moins 150m lorsque le chiffre de code est le 4 de part et d'autre de l'axe de la piste et du prolongement de cet axe. [6]

Concernant le prolongement d'arrêt, et toujours selon l'annexe 14 :

Le prolongement d'arrêt aura la même largeur que la piste à laquelle il est associé. [6]

La longueur du prolongement d'arrêt pour chacune des variantes est de 60m.

### III.3 L'étude :

#### III.3.1 Aspect Dégagement :

Les servitudes aéronautiques de dégagement sont reportées sur un plan de dégagement. Les surfaces de dégagement, figurant sur ce plan, permettent de déterminer les altitudes que doivent respecter les obstacles.

Les servitudes peuvent entraîner :

- ✧ Une limitation de hauteur pour les constructions, les arbres ou diverses installations (pylônes, antennes, obstacles filiformes, etc.)
- ✧ La possibilité, pour l'administration, de demander la suppression des obstacles gênants existants. [4]

Leurs caractéristiques varient en fonction du code de référence de la piste ou des pistes de l'aérodrome et de leur mode d'exploitation (à vue de jour et de nuit, aux instruments). Les surfaces de dégagement définissent les hauteurs que ne devraient pas dépasser les objets de manière à ne pas porter atteinte à la sécurité des aéronefs.

Afin d'élaborer les plans de servitudes aéronautiques (les PSA), pour chaque variante, il faudra suivre les instructions de l'annexe 14, chapitre 4 :

- **Surface horizontale intérieure :**

Le rayon ou les limites extérieures de la surface horizontale intérieure seront mesurés à partir d'un ou de plusieurs points de référence établis à cet effet.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

La hauteur de la surface horizontale intérieure sera mesurée au-dessus d'un élément de référence d'altitude établi à cet effet. [6]

- **Surface conique :**

Les limites de la surface conique comprendront :

a) une limite inférieure coïncidant avec le contour de la surface horizontale intérieure.

b) une limite supérieure située à une hauteur spécifiée au-dessus de la surface horizontale intérieure.

La pente de la surface conique sera mesurée dans un plan vertical perpendiculaire au contour de la surface horizontale intérieure. [6]

- **Surface d'approche :**

La surface d'approche sera délimitée :

a) par un bord intérieur de longueur spécifiée, horizontal et perpendiculaire au prolongement de l'axe de la piste et précédant le seuil d'une distance spécifiée.

b) par deux lignes qui, partant des extrémités du bord intérieur divergent uniformément sous un angle spécifié par rapport au prolongement de l'axe de la piste.

c) par un bord extérieur parallèle au bord intérieur.

Le bord intérieur sera situé à la même altitude que le milieu du seuil.

La pente (ou les pentes) de la surface d'approche sera mesurée (seront mesurées) dans le plan vertical passant par l'axe de la piste et continuera (continueront) en incluant l'axe de toute route sol décalée latéralement ou curviligne. [6]

- **Surface de transition :**

Une surface de transition sera délimitée :

a) par un bord inférieur commençant à l'intersection du côté de la surface d'approche avec la surface horizontale intérieure et s'étendant sur le côté de la surface d'approche jusqu'au bord intérieur de cette dernière et, de là, le long de la bande, parallèlement à l'axe de la piste.

b) par un bord supérieur situé dans le plan de la surface horizontale intérieure. [6]

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

- **Surface de montée au décollage :**

La surface de montée au décollage sera délimitée :

a) par un bord intérieur horizontal, perpendiculaire à l'axe de la piste et situé, soit à une distance spécifiée au-delà de l'extrémité de la piste, soit à l'extrémité du prolongement dégagé, lorsqu'il y en a un et que sa longueur dépasse la distance spécifiée.

b) par deux côtés qui, partant des extrémités du bord intérieur divergent uniformément sous un angle spécifié par rapport à la route de décollage, pour atteindre une largeur définitive spécifiée, puis deviennent parallèles et le demeurent sur la longueur restante de la surface de montée au décollage.

c) par un bord extérieur horizontal, perpendiculaire à la route de décollage spécifiée. [6]

Les valeurs (les hauteurs, les distances, les pentes, les rayons...etc) des surfaces de limitations d'obstacles se trouvent dans les tableaux suivants, tirés de l'annexe 14 :

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

### PISTES UTILISÉES POUR L'APPROCHE

Surface et dimensions <sup>a</sup> (1)	PISTE								Approche de précision		
	Approche à vue Chiffre de code				Approche classique Chiffre de code				Catégorie I Chiffre de code		Catégorie II ou III Chiffre de code
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	1,2 (9)	3,4 (10)	3,4 (11)	
<b>SURFACE CONIQUE</b>											
Pente	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	
Hauteur	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m	
<b>SURFACE HORIZONTALE INTÉRIEURE</b>											
Hauteur	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	
Rayon	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	
<b>SURFACE INTÉRIEURE D'APPROCHE</b>											
Largeur	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>d</sup>	120 m <sup>d</sup>	
Distance au seuil	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m	
Longueur	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m	
Pente	—	—	—	—	—	—	—	2,5 %	2 %	2 %	
<b>SURFACE D'APPROCHE</b>											
Longueur du bord intérieur	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m	
Distance au seuil	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	
Divergence (de part et d'autre)	10 %	10 %	10 %	10 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	
<b>Première section</b>											
Longueur	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	
Pente	5 %	4 %	3,33 %	2,5 %	3,33 %	2 %	2 %	2,5 %	2 %	2 %	
<b>Deuxième section</b>											
Longueur	—	—	—	—	—	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m	12 000 m	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>	
Pente	—	—	—	—	—	2,5 %	2,5 %	3 %	2,5 %	2,5 %	
<b>Section horizontale</b>											
Longueur	—	—	—	—	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>	
Longueur totale	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	
<b>SURFACE DE TRANSITION</b>											
Pente	20 %	20 %	14,3 %	14,3 %	20 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	
<b>SURFACE INTÉRIEURE DE TRANSITION</b>											
Pente	—	—	—	—	—	—	—	40 %	33,3 %	33,3 %	
<b>SURFACE D'ATTERRISSAGE INTERROMPU</b>											
Longueur du bord intérieur	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>d</sup>	120 m <sup>d</sup>	
Distance au seuil	—	—	—	—	—	—	—	c	1 800 m <sup>d</sup>	1 800 m <sup>d</sup>	
Divergence (de part et d'autre)	—	—	—	—	—	—	—	10 %	10 %	10 %	
Pente	—	—	—	—	—	—	—	4 %	3,33 %	3,33 %	

a. Sauf indication contraire, toutes les dimensions sont mesurées dans le plan horizontal.

b. Longueur variable, voir les § 4.2.9 ou 4.2.17.

c. Distance à l'extrémité de la bande.

d. Ou distance à l'extrémité de piste, si cette distance est plus courte.

e. Lorsque la lettre de code est F [colonne (3) du Tableau 1-1], la largeur est portée à 155 m. Voir la Circulaire 301-AN/174, *Avions très gros porteurs — Pénétration de la zone dégagée d'obstacles : Mesures opérationnelles et étude aéronautique*, pour des renseignements sur les avions correspondant à la lettre de code F qui sont équipés d'une avionique numérique produisant des directives de pilotage pour maintenir une trajectoire stabilisée lors d'une manœuvre de remise des gaz.

Tableau III.1 : Dimensions et pentes des surfaces de limitation d'obstacles.[6]

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

### PISTES DESTINÉES AU DÉCOLLAGE

Surface et dimensions <sup>a</sup> (1)	Chiffre de code		
	1 (2)	2 (3)	3 ou 4 (4)
<b>SURFACE DE MONTÉE AU DÉCOLLAGE</b>			
Longueur du bord intérieur	60 m	80 m	180 m
Distance par rapport à l'extrémité de piste <sup>b</sup>	30 m	60 m	60 m
Divergence (de part et d'autre)	10 %	10 %	12,5 %
Largeur finale	380 m	580 m	1 200 m 1 800 m <sup>c</sup>
Longueur	1 600 m	2 500 m	15 000 m
Pente	5 %	4 %	2 % <sup>d</sup>

a. Sauf indication contraire, toutes les dimensions sont mesurées dans le plan horizontal.  
b. La surface de montée au décollage commence à la fin du prolongement dégagé si la longueur de ce dernier dépasse la distance spécifiée.  
c. 1 800 m lorsque la route prévue comporte des changements de cap de plus de 15° pour les vols effectués en conditions IMC ou VMC de nuit.  
d. Voir § 4.2.24 et 4.2.26.

Tableau III.2 : Dimensions et pentes des surfaces de limitation d'obstacles.[6]

La colonne à choisir dans le tableau III.1 est : Piste : Approche classique, étant donné que les 03 variantes sont des pistes avec approche classique. Le chiffre de code à choisir dans les tableaux III.1 et III.2 est le 4, le chiffre de code de l'aérodrome de HassiR'mel est le : 4 (Ceci a été démontré dans le chapitre 2).

Les Plans de servitudes aéronautiques se trouvent dans les annexes:

- Plan de servitudes aéronautiques de la variante 01 (Annexe 7)
- Plan de servitudes aéronautiques de la variante 02 (Annexe 8)
- Plan de servitudes aéronautiques de la variante 03 (Annexe 9)

- **Altitude de référence des PSA :**

D'après la réglementation à l'ENNA : l'altitude de référence des plans de servitudes aéronautiques d'un aérodrome comportant plusieurs pistes, est celle du point le plus bas des pistes recevant des aéronefs.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

### III.3.1.1 Vérification des dégagements :

Après avoir élaboré les plans de servitudes aéronautiques pour les 03 variantes, il faut vérifier s'il y a des obstacles qui préexistants puissent faire saillie au-dessus de ces surfaces pour chacune des variantes.

#### III.3.1.1.1 Surface horizontale intérieure :

Pour vérifier s'il y a des obstacles qui percent la surface horizontale intérieure, il y a lieu de comparer l'altitude de la surface horizontale intérieure avec celle de l'obstacle.

L'altitude de la surface horizontale intérieure est obtenu en additionnant la hauteur de cette surface (45m) et l'altitude de référence, qui est l'altitude la plus basse entre les 04 altitudes des seuils des pistes utilisées (la piste existante avec l'une des variantes).

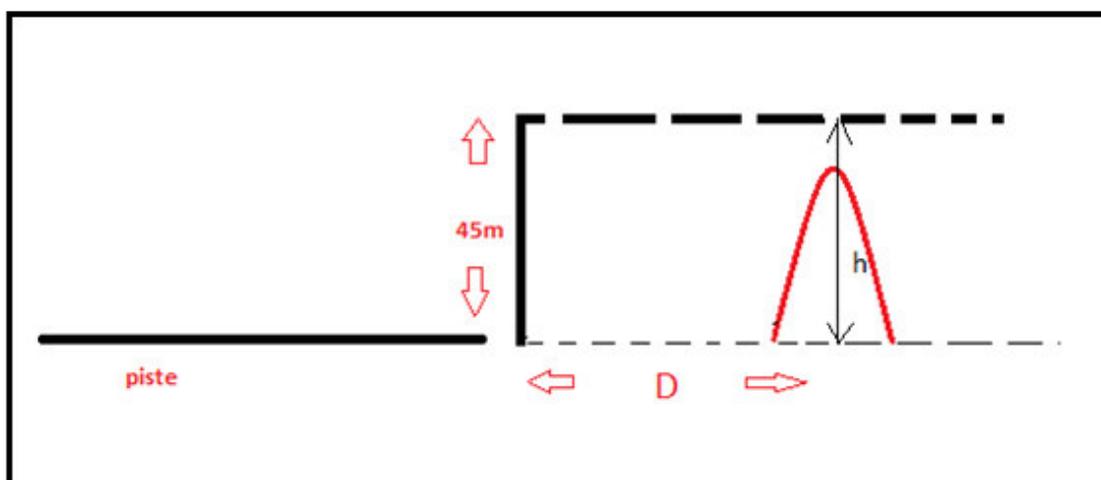


Figure III.1 : Vue en profil de la surface horizontale intérieure.

#### III.3.1.1.1.1 Variante 01 :

L'altitude la plus basse entre les 04 seuils des pistes est : 755m.

L'altitude de la surface horizontale intérieure pour la variante 01 est : la hauteur de la surface et l'altitude la plus basse entre les 04 seuils des pistes :  $45\text{m} + 755\text{m} = 800\text{m}$ .

Obstacle : Pylône d'altitude = 821m. :

$800\text{m} - 821\text{m} = -21\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Château d'eau d'altitude = 835m.

$800\text{m} - 835\text{m} = -35\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

### III.3.1.1.1.2 Variante 02 :

L'altitude la plus basse entre les 04 seuils des pistes est : 758m.

L'altitude de la surface horizontale intérieure pour la variante 02 est : la hauteur de la surface et l'altitude la plus basse entre les 04 seuils des pistes :  $45\text{m} + 758\text{m} = 803\text{m}$ .

Obstacle : Pylône d'altitude = 821m :

$803\text{m} - 821\text{m} = -18\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Château d'eau d'altitude = 835m :

$803\text{m} - 835\text{m} = -32\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour télécom FIR d'altitude = 812 m :

$803\text{m} - 812\text{m} = -9\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour GSM d'altitude = 812m :

$803\text{m} - 812\text{m} = -9\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour TETRA d'altitude = 824m :

$803\text{m} - 824\text{m} = -21\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Antenne CA PTT d'altitude = 812m :

$803\text{m} - 812\text{m} = -9\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

### III.3.1.1.1.3 Variante 03 :

L'altitude la plus basse entre les 04 seuils des pistes est : 757m.

L'altitude de la surface horizontale intérieure pour la variante 03 est : la hauteur de la surface et l'altitude la plus basse entre les 04 seuils des piste :  $45\text{m} + 757\text{m} = 802\text{m}$ .

Obstacle : Pylône d'altitude = 821m :

$802\text{m} - 821\text{m} = -19\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Château d'eau d'altitude = 835m :

$802\text{m} - 835\text{m} = -33\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour télécom FIR d'altitude = 812 m :

$802\text{m} - 812\text{m} = -10\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Pylône de télécommunication d'altitude = 828m :

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

802m – 828m = - 26m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour TETRA d'altitude = 824m :

802m – 824m = -22m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Antenne PTT d'altitude = 812m :

802m – 812m = -10m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour GSM d'altitude = 812m :

802m – 812m = -10m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : TWR d'altitude = 783m :

802m – 783m = 19m. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : 03 Pylônes PRKG d'altitude = 787m :

802m – 787m = 15m. L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.2 Surface conique :

Afin de savoir si un obstacle perce la surface conique, il est nécessaire de vérifier l'altitude de l'obstacle avec l'altitude de la surface conique en ce point (la position de l'obstacle).

La surface conique a une pente de 5% à partir de la surface horizontale intérieure qui a une hauteur de 45 m. La hauteur maximal de la surface conique est 100m.

Il existe un calcul simple pour pouvoir comparé l'altitude de l'obstacle avec l'altitude de la surface conique en ce point :  $\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$

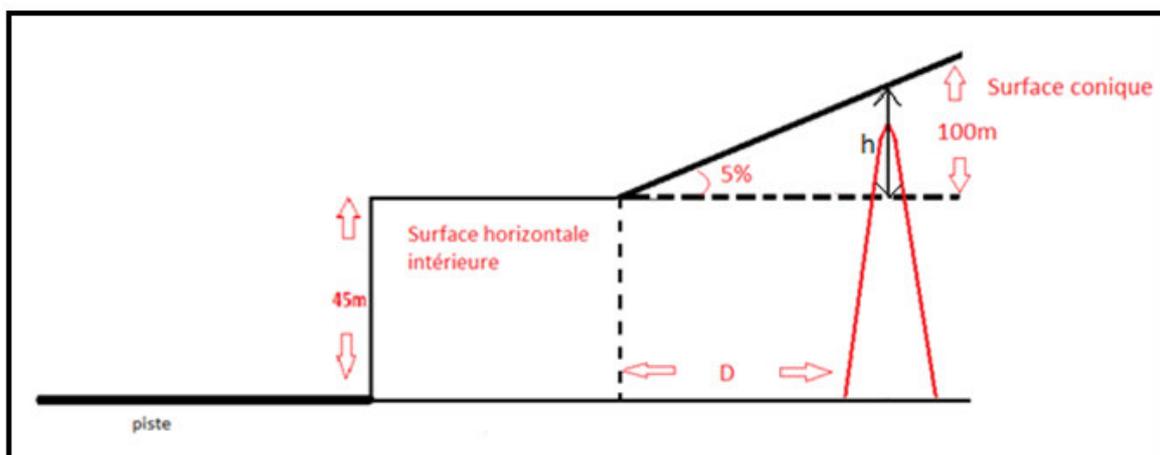


Figure III.2 : Vue en profil de la surface horizontale intérieure et la surface conique.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

### III.3.1.1.2.1 Variante 01 :

L'altitude de la surface horizontale intérieure pour la variante 01 est = 800m.

Obstacle : Antenne TDA d'altitude = 856m :

La distance D est de 1000m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de l'antenne TDA :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1000 = 50\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est : 50m + 800m = 850m.

850m – 856m = -6m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Torche 2 d'altitude = 778m.

La distance D est de 1350m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de la torche 2 :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1350 = 67,5\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est : 67,5m + 800m = 867,5m.

867,5m – 778m = 89,5m. L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.2.2 Variante 02 :

L'altitude de la surface horizontale intérieure pour la variante 02 est = 803m.

Obstacle : Antenne TDA d'altitude = 856m :

La distance D est de 1212,5m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de l'antenne TDA :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1212,5 = 60,62\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est : 60,62m + 803m = 863,62m.

863,62m – 856m = 7,62m. L'obstacle ne perce pas la surface.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

Obstacle : Torche 2 d'altitude = 778m.

La distance D est de 1375m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de la torche 2 :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1375 = 68,75\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est : 68,75m + 803m = 871,75m.

871,75m – 778m = 93,75. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Torche 1 d'altitude = 783m.

La distance D est de 1150m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de la torche 1 :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1150 = 57,5\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est : 57,5m + 803m = 860,5m.

860,5m – 783m = 77,5. L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.2.3 Variante 03 :

L'altitude de la surface horizontale intérieure pour la variante 03 est = 802m.

Obstacle : Antenne TDA d'altitude = 856m :

La distance D est de 1325m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de l'antenne TDA :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1325 = 66,25\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est : 66,25m + 802m = 868,25m.

868,25m – 856m = 12,25. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Torche 2 d'altitude = 778m.

La distance D est de 1325m.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de la torche 2 :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1325 = 66,25\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est :  $66,25\text{m} + 802\text{m} = 868,25\text{m}$ .

$868,25\text{m} - 778\text{m} = 90,25$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Torche 1 d'altitude = 783m.

La distance D est de 1100m.

$\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface conique à l'emplacement de la torche 1 :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,05 \times 1100 = 55\text{m.}$$

L'altitude de la surface conique ou se trouve l'obstacle est :  $55\text{m} + 802\text{m} = 857\text{m}$ .

$857\text{m} - 783\text{m} = 74\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.3 Surface d'approche :

La vérification des obstacles dans la surface d'approche se fait avec le même calcul effectué dans la surface conique pour la première section et la deuxième section de la surface d'approche. A savoir :  $\tan \alpha = 5\% = \frac{h}{D}$

Pour la section horizontale, on effectue juste une comparaison de l'altitude de l'obstacle avec l'altitude de la surface d'approche dans cette section.

$$h_1 = D_1 \times \tan \alpha = 3000\text{m} \times 0,02 = 60\text{m.}$$

$D_1$  : est la longueur de la première section.

$\tan \alpha$  : est la pente de la première section = 2%

$$h_2 = D_2 \times \tan \alpha = 600\text{m} \times 0,025 = 15\text{m.}$$

$D_2$  : est la longueur de la deuxième section.

$\tan \alpha$  : est la pente de la deuxième section = 2,5%

$$h_1 + h_2 = 75\text{m}$$

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

L'altitude de la section horizontale est : 75m plus l'altitude du seuil de piste pour laquelle est élaborée la trouée d'atterrissage.

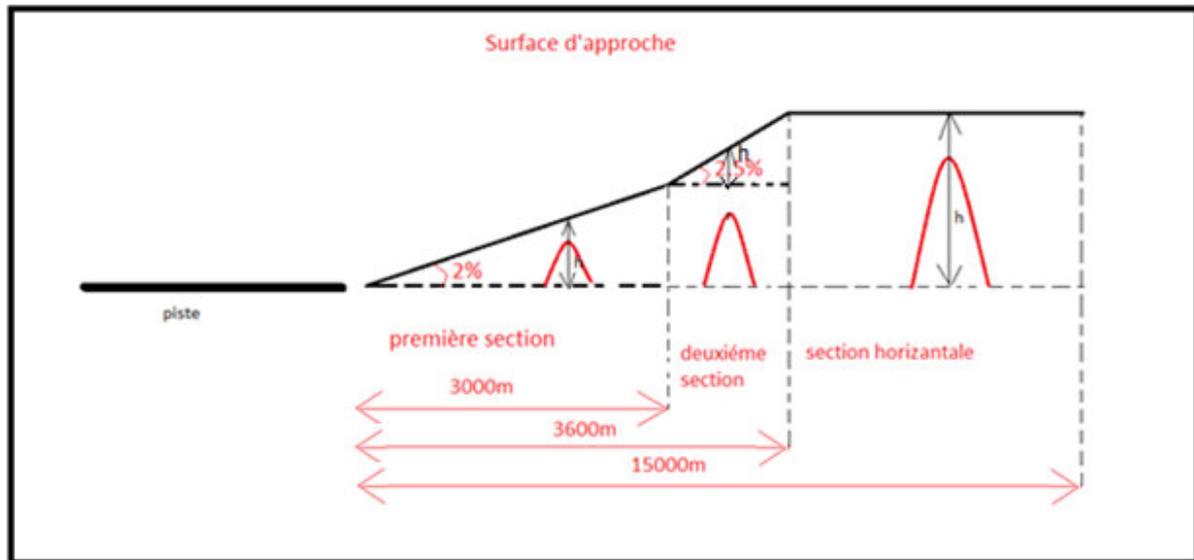


Figure III.3: Vue en profil de la surface d'approche.

### III.3.1.1.3.1 Variante 01 :

L'altitude du seuil de piste à partir duquel est construite la première surface d'approche est : 764m, pour la deuxième surface d'approche, le second seuil avec une altitude de : 755m

Obstacle : Torche 1 d'altitude = 783m.

La torche 1 se trouve dans la section horizontale de la surface d'approche. Dans ce cas nous allons effectuer une simple comparaison d'altitude.

L'altitude de la section horizontale est : 75m (la hauteur de la section) + 764m (altitude du seuil) = 839m.

$839\text{m} - 783\text{m} = 56\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Tour GSM d'altitude = 812m.

La distance D est de 2800m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de la tour GSM :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2800 = 56\text{m}.$$

L'altitude de la surface d'approche où se trouve l'obstacle est :  $56\text{m} + 764\text{m} = 820\text{m}$ .

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

820m – 812m = 8m. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Tour TETRA d'altitude = 824m.

La distance D est de 2350m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de la tour TETRA :

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2350 = 47\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est : 47m + 764m = 811m.

811m – 824m = -13m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Tour télécom FIR d'altitude = 812m.

La distance D est de 2650m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de la tour télécom FIR:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2650 = 53\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est : 53m + 764m = 817m.

817m – 812m = 5m. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Pylône de télécommunication d'altitude = 828m.

La distance D est de 2350m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement du pylône de télécommunication:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2350 = 47\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est : 47m + 764m = 811m.

811m – 828m = -17m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Antenne CA PTT d'altitude = 812m.

La distance D est de 2150m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de l'antenne CA PTT:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2150 = 43\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est :  $43\text{m} + 764\text{m} = 807\text{m}$ .

$807\text{m} - 812\text{m} = -5\text{m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Antenne VOR/DME d'altitude = 790m.

La distance D est de 3575m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de l'antenne VOR/DME:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 3575 = 71,5\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est :  $71,5\text{m} + 755\text{m} = 826,5\text{m}$ .

$826,5\text{m} - 790\text{m} = 36,5\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.3.2 Variante 02 :

L'altitude du seuil de piste à partir duquel est construite la première surface d'approche est : 761m, pour la deuxième surface d'approche, le second seuil, son altitude est de : 760m

Obstacle : Antenne VOR/DME d'altitude = 790m.

La distance D est de 2350m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de l'antenne VOR/DME:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2350 = 47\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est :  $47\text{m} + 760\text{m} = 807\text{m}$ .

$807\text{m} - 790\text{m} = 17\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Antenne NDB d'altitude = 788m.

La distance D est de 2588m. La pente de la surface d'approche, première section est de : 2%.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ ,  $h$  est la hauteur de la surface d'approche, première section à l'emplacement de l'antenne NDB:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2588 = 51,76\text{m.}$$

L'altitude de la surface d'approche ou se trouve l'obstacle est :  $51,76\text{m} + 761\text{m} = 812,76\text{m}$ .

$812,76\text{m} - 788\text{m} = 24,76\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.3.3 Variante 03 :

Il n'y pas d'obstacles dans la surface d'approche pour la variante 03.

### III.3.1.1.4 Surface de transition :

A partir de la bande piste, la surface de transition a une pente de 14,3%. La hauteur maximale de cette surface est de 45m (la hauteur de la surface horizontale intérieure).

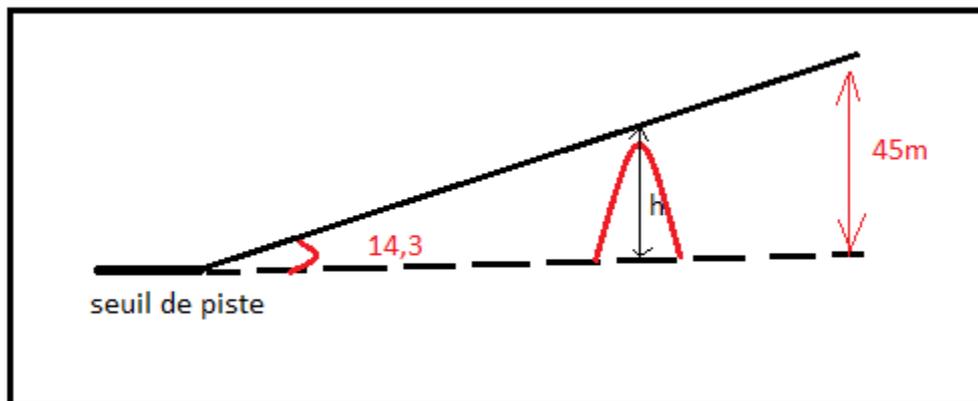


Figure III.4: Vue en profil de la surface de transition.

### III.3.1.1.4.1 Variante 01 :

L'altitude du seuil est : 755m.

Obstacle : TWR d'altitude = 783m.

La distance  $D$  est de 175m. La pente de la surface de transition, est de : 14,3%.

$\tan \alpha = 14,3\% = \frac{h}{D}$ ,  $h$  est la hauteur de la surface de transition à l'emplacement de la TWR:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,143 \times 175 = 25,02 \text{ m.}$$

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

L'altitude de la surface de transition ou se trouve l'obstacle est :  $25,02\text{m} + 755\text{m} = 780,02\text{m}$ .

$780,02\text{m} - 783\text{m} = -2,97\text{ m}$ . L'obstacle perce la surface.

Obstacle : 03 pylônes PRKG d'altitude = 787m.

La distance D est de 125m. La pente de la surface de transition, est de : 14,3%.

$\tan \alpha = 14,3\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de transition à l'emplacement des 03 pylônes PRKG:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,143 \times 125 = 17,87\text{ m}.$$

L'altitude de la surface de transition ou se trouve l'obstacle est :  $17,87\text{m} + 755\text{m} = 772,87\text{m}$ .

$772,87\text{m} - 787\text{m} = -14,13\text{ m}$ . L'obstacle perce la surface.

### III.3.1.1.4.2 Variante 02 :

L'altitude du seuil est : 758m.

Obstacle : TWR d'altitude = 783m.

La distance D est de 212,5m. La pente de la surface de transition, est de : 14,3%.

$\tan \alpha = 14,3\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de transition à l'emplacement de la TWR:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,143 \times 212,5 = 30,38\text{ m}.$$

L'altitude de la surface de transition ou se trouve l'obstacle est :  $30,38\text{m} + 758\text{m} = 788,38\text{m}$ .

$788,38\text{m} - 783\text{m} = 5,38\text{ m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : 03 pylônes PRKG d'altitude = 787m.

La distance D est de 175m. La pente de la surface de transition, est de : 14,3%.

$\tan \alpha = 14,3\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de transition à l'emplacement des 03 pylônes PRKG:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,143 \times 175 = 25,02\text{ m}.$$

L'altitude de la surface de transition ou se trouve l'obstacle est :  $25,02\text{m} + 758\text{m} = 783,02\text{m}$ .

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

783,02m – 787m = -3,97 m. L'obstacle perce la surface.

### III.3.1.1.4.3 Variante 03 :

Il n'y pas d'obstacles dans la surface de transition pour la variante 03.

### III.3.1.1.5 Surface de montée au décollage :

Le traitement des obstacles dans cette surface est effectué avec la même démarche que dans la surface d'approche.

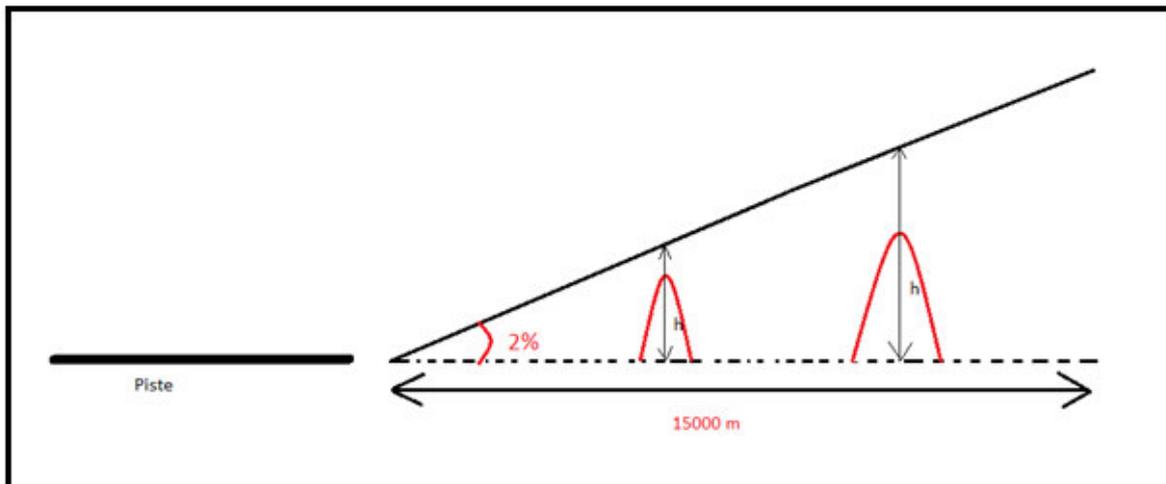


Figure III.5: Vue en profil de la surface de montée au décollage.

### III.3.1.1.5.1 Variante 01 :

L'altitude du seuil de piste à partir duquel est construite la première surface de montée au décollage est : 764m, pour la deuxième surface de montée au décollage, le second seuil, son altitude est de : 755m

La pente de la surface de montée au décollage est de : 2%.

Obstacle : Torche 1 d'altitude = 783m.

La distance D est de 5200m.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$  , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de la torche 1:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 5200 = 104\text{m.}$$

L'altitude de la surface de montée au décollage où se trouve l'obstacle est : 104m + 764m = 868m.

868m – 783m = 85 m. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Tour GSM d'altitude = 812m.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

La distance D est de 2800m.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de la tour GSM:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2800 = 56\text{m.}$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est : 56m + 764m = 820m.

820m – 812m = 8 m. L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Tour TETRA d'altitude = 824m.

La distance D est de 2350m.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de la tour TETRA:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2350 = 47\text{m.}$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est : 47m + 764m = 811m.

811m – 824m = -13 m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Antenne CA PTT d'altitude = 812m.

La distance D est de 2100m.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de l'antenne CA PTT:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2100 = 42\text{m.}$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est : 42m + 764m = 806m.

806m – 812m = -6 m. L'obstacle perce la surface.

Obstacle : Antenne VOR/DME d'altitude = 790m.

La distance D est de 3575m.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de l'antenne VOR/DME:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 3575 = 71,5\text{m.}$$

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est :  $71,5\text{m} + 755\text{m} = 826,5\text{m}$ .

$826,5\text{m} - 790\text{m} = 36,5\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.5.2 Variante 02 :

L'altitude du seuil de piste à partir duquel est construite la première surface de montée au décollage est :  $761\text{m}$ , pour la deuxième surface de montée au décollage, le second seuil, son altitude est de :  $760\text{m}$

Obstacle : Antenne VOR/DME d'altitude =  $790\text{m}$ .

La distance D est de  $2350\text{m}$ .

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de l'antenne VOR/DME:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2350 = 47\text{m}.$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est :  $47\text{m} + 760\text{m} = 807\text{m}$ .

$807\text{m} - 790\text{m} = 17\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Antenne NDB d'altitude =  $788\text{m}$ .

La distance D est de  $2588\text{m}$ .

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de l'antenne NDB:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2588 = 51,76 \text{ m}.$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est :  $51,76\text{m} + 761\text{m} = 812,76\text{m}$ .

$812,76\text{m} - 788\text{m} = 24,76\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.1.5.3 Variante 03 :

L'altitude du seuil de piste de la variante 03 à partir duquel est construite la première surface de montée au décollage est :  $768\text{m}$ , pour la deuxième surface de montée au décollage, le second seuil, son altitude est de :  $757\text{m}$

Obstacle : Antenne VOR/DME d'altitude =  $790\text{m}$ .

La distance D est de  $2725\text{m}$ .

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de l'antenne VOR/DME:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2725 = 54,5\text{m.}$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est :  $54,5\text{m} + 757\text{m} = 811,5\text{m}$ .

$811,5\text{m} - 790\text{m} = 21,5\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

Obstacle : Antenne NDB d'altitude = 788m.

La distance D est de 2275m.

$\tan \alpha = 2\% = \frac{h}{D}$ , h est la hauteur de la surface de montée au décollage à l'emplacement de l'antenne NDB:

$$\rightarrow h = \tan \alpha \times D = 0,02 \times 2275 = 45,5\text{m.}$$

L'altitude de la surface de montée au décollage ou se trouve l'obstacle est :  $45,5\text{m} + 768\text{m} = 813,5\text{m}$ .

$813,5\text{m} - 788\text{m} = 25,5\text{m}$ . L'obstacle ne perce pas la surface.

### III.3.1.2 Résultat de la vérification des dégagements:

Des tableaux récapitulatifs de la vérification d'obstacles pour chacune des variantes se trouvent dans l'annexe 10, 11, 12.

Nous remarquons après avoir effectué la vérification des obstacles que : dans la variante 01 plusieurs obstacles percent les surfaces de dégagements, notamment dans la surface d'approche du seuil 09.

Pour la variante 03, les surfaces d'approche et de montée au décollage pour les deux seuils, ainsi que la surface de transition sont complètement dégagés de tous obstacles. Cependant il existe un obstacle : un puits de gaz dans la bande piste de la variante 03, alors que d'après l'annexe 14 : aucun matériel, ni aucune installation, n'est placé sur la bande de piste si ce matériel ou cette installation risque de constituer un danger pour les aéronefs, à moins que ses fonctions n'imposent un tel emplacement pour les besoins de la navigation aérienne.

De fait, la bande de piste est destinée à réduire les risques de dommages matériels en cas de sortie de piste d'un aéronef.

Quant à la variante 02, aucun obstacle ne perce les surfaces d'approche et les surfaces de montée au décollage pour les deux seuils. Ce qui fait d'elle un bon choix, reste à voir le reste des aspects.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

### III.3.2 Aspect infrastructure :

Dans cet aspect, nous allons voir l'impact des variantes sur l'infrastructure existante.

#### III.3.2.1 Variante 01 :

Pour la variante 01, la longueur de l'ancienne piste 09/26 est de 2000m, alors que la distance de référence de l'avion critique B 737-800 est de 2090m, l'avion critique ne pourra pas décoller à partir de cette piste.

La distance entre l'axe de l'ancienne piste et l'axe d'une voie de circulation d'aire de trafic est de : 161,54m, alors que d'après le doc 9157, « manuel de conception des aérodromes, partie 2 : voie de circulation, aires de trafic et plates-formes d'attente de circulation »: la distance minimale entre l'axe d'une piste aux instrument et l'axe d'une voie de circulation d'aire de trafic est de : 168m en fonction de la lettre du code et du chiffre de code de l'aérodrome, illustrée dans le tableau 1-5 du manuel [9] :

Chiffre de code Lettre de code	1		2		3			D	C	4		
	A	B	A	B	A	B	C			D	E	F
½ envergure (Y) + ½ largeur de bande (piste avec approche à vue)	7,5	12	7,5	12	7,5	12	18	26	18	26	32,5	40
Total	37,5	42	47,5	52	82,5	87	93	101	93	101	107,5	115
ou												
½ envergure (Y) + ½ largeur de bande (piste avec approche aux instruments)	7,5	12	7,5	12	7,5	12	18	26	18	26	32,5	40
Total	82,5	87	82,5	87	157,5	162	168	176	168	176	182,5	190

Tableau III.3 : Distances minimales de séparation entre l'axe d'une voie de circulation ou d'une voie d'aire de trafic et l'axe d'une piste (en mètres).[9]

#### III.3.2.2 Variante 02 :

On remarque que la distance entre l'axe de la piste parallèle à la piste existante au Nord et l'axe de la voie de circulation d'aire de trafic est de : 302m, ce qui est conforme aux normes décrit dans le tableau précédent, le tableau III.3 : Distances minimales de séparation entre l'axe d'une voie de circulation ou d'une voie d'aire de trafic et l'axe d'une piste (en mètres), tiré du manuel de conception des aérodromes, partie 2.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

### III.3.2.3 Variante 03 :

La variante 03 se trouve très éloignée de l'aérogare avec une distance de séparation entre l'axe de piste et l'axe de la voie de trafic de : 722m.

### III.3.4 Aspect procédure :

L'approche finale et son guidage sur trajectoire devraient être, dans toute la mesure du possible, alignés sur une piste. Une approche finale décalée augmente la complexité du pilotage. Une telle approche ne devrait donc être prévue que lorsque des problèmes d'implantation ou d'obstacles ne donnent pas le choix. [7]

Sur une distance de 1 400m à partir du seuil d'une piste, on trace une droite à partir de ce point jusqu'au point de l'emplacement du moyen, après on mesure l'angle formé par le prolongement de l'axe de piste et la trajectoire d'approche finale, nommé  $\theta$ , comme illustré dans la figure ci-dessous :

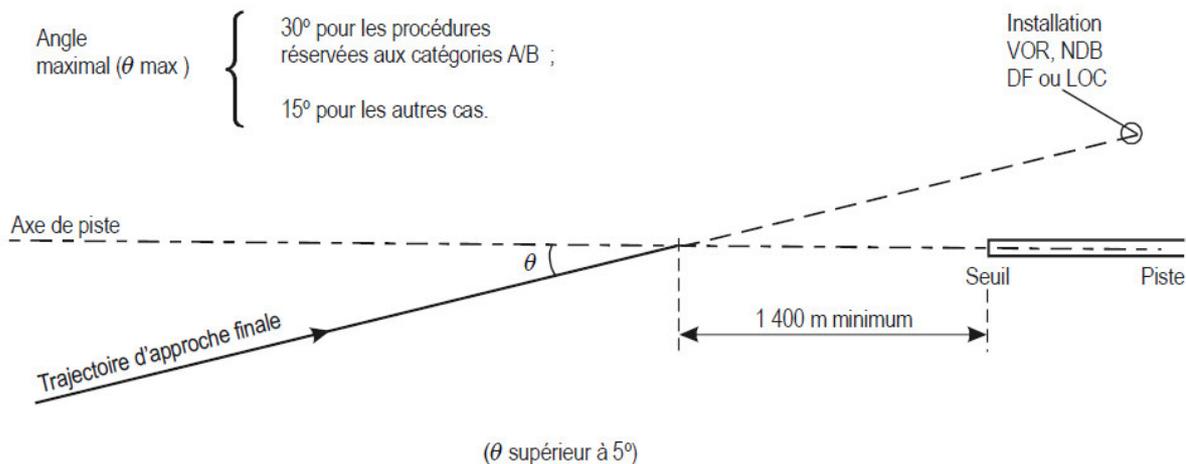


Figure III.6: Alignement d'approche finale en ligne droite.[7]

Cet angle  $\theta$  devrait être le plus petit possible, afin de diminuer la complexité du guidage de l'approche finale, le décalage dans l'approche finale devrait être le plus petit possible.

### III.3.4.1 Variante 01 :

L'angle  $\theta$  pour la variante 01 seuil 27, moyen VOR/DME est de : 12°. Du côté du moyen NDB, seuil 09, l'angle est de : 37°.

### III.3.4.2 Variante 02 :

On effectue la même opération que dans la variante 01, on trouve l'angle  $\theta$  : 9° pour les deux seuils de la variante 02, moyens VOR/DME et NDB.

## Chapitre III : Analyse et examen du dit projet

---

### III.3.4.3 Variante 03 :

L'angle  $\theta$  pour le seuil 08 moyen NDB est de :  $11^\circ$ . Pour le seuil 26 moyen VOR/DME, l'angle  $\theta$  est égale à  $12^\circ$ .

Ainsi, nous remarquons que l'angle  $\theta$  pour la variante 02 a la valeur la plus faible, le segment d'approche finale de la procédure d'approche aux instruments sera plus facile à exécuter.

### III.4 Conclusion :

Au final, d'après l'étude effectuée, nous concluons que la variante 02 représente plus d'avantages que les deux autres variantes 01 et 03.

La variante 02 est la variante la plus dégagée d'obstacles, notamment dans sa trouée d'atterrissage et de décollage. La distance entre l'axe de piste et l'axe de la voie de circulation d'aire de trafic respecte les normes du manuel de conception des aérodromes partie 2, cette distance est supérieure à la distance minimale prescrite dans le manuel, et en même temps cette piste se trouve assez près de l'aérogare, contrairement à la variante 03 ce qui réduit la distance de roulage, donc d'après ces deux aspects la variante 02 est la plus avantageuse. Ceci s'est confirmé par l'aspect procédure. La procédure d'approche aux instruments de la variante 02, respecte le critère de la simplicité, l'angle  $\theta$  de cette variante est inférieur à l'angle  $\theta$  de la variante 01, ce qui rend la procédure d'approche aux instruments moins complexe dans la variante 02.

Donc, notre choix se porte sur la variante 02, la piste parallèle à la piste existante 08/26 au Nord, pour les avantages cités ci-dessus. La piste projetée sera développée dans le chapitre suivant avec tous les réaménagements nécessaires, et une procédure d'approche aux instruments sera conçue.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

### IV.1 Introduction :

L'étude technique pour la réalisation d'une nouvelle piste dans l'aérodrome de HassiR'mel, s'est traduite par la proposition de trois variantes. Ces trois variantes ont été analysées selon trois aspects (dégagement, infrastructure, procédure). L'analyse a démontré que la variante 02 représente le plus d'avantage que les deux autres variantes (01 et 03). Cette variante a été retenue comme la piste projetée parallèle à la piste existante 08/26, entre cette dernière et le parking.

Avec l'élaboration de la piste projetée 08/26 (N), certains réaménagements sont nécessaires à effectuer dans l'aérodrome, sans oublier la conception d'une nouvelle procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour la piste 08/26 (N).

Pour cette raison, nous allons répartir ce chapitre en deux parties : la première concerne le réaménagement de l'aérodrome de HassiR'mel, et la seconde partie concerne la conception d'une procédure d'approche aux instruments VOR/DME seuil 26R de la piste projetée.

### IV.2 Présentation de la piste projetée 08/26 (N) :

Avant de passer aux points qui seront abordés dans ce dernier chapitre, nous allons d'abord faire une récapitulation de la piste projetée 08/26 (N) précédemment la variante 02, en présentant certaines caractéristiques physiques de la piste 08/26 (N) et de ses seuils.

<b>Longueur de piste</b>	3000m
<b>Largeur de piste</b>	45m
<b>Distance entre l'axe de la piste et l'axe de la voie de circulation d'aire de trafic</b>	302 m
<b>Distance entre l'axe de la piste projetée et l'axe de la piste existante</b>	210m
<b>Dimensions de la bande de piste</b>	3120m × 345m

Tableau IV.1: Caractéristiques physiques de la piste projetée 08/26 (N).

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

Seuil de piste	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil	Dimensions du prolongement (SWY) du d'arrêt
08 (L)	32°55'49.45"N 003°18'00.49"E	761m	45m × 60m
26 (R)	32°56'07.67"N 003°19'54.14"E	760m	45m × 60m

Tableau IV.2: Caractéristiques des seuils de la piste projetée 08/26 (N).

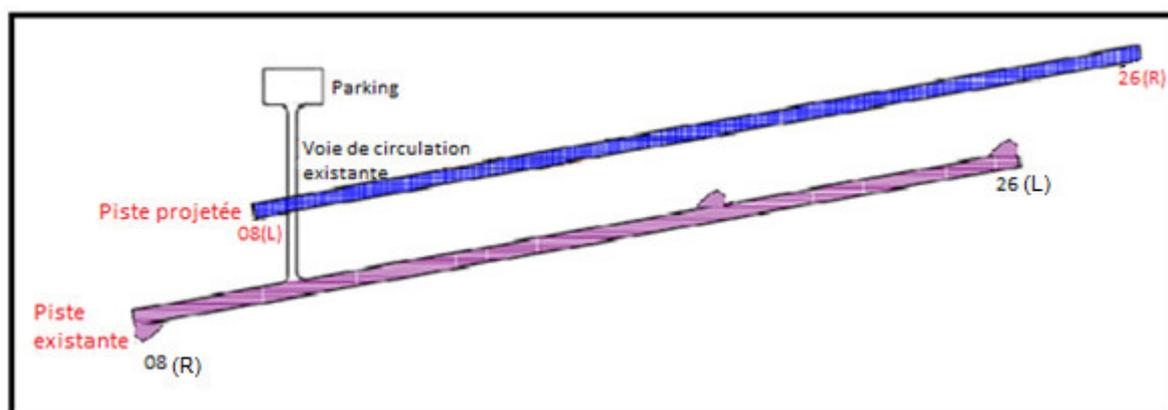


Figure IV.1 : Présentation de la piste projetée 08/26 (N).

- **Accotements**

L'annexe 14 recommande que les accotements de piste s'étendent symétriquement de part et d'autre de la piste de telle sorte que la largeur totale de la piste et de ses accotements ne soit pas inférieure à 60m.

Donc la largeur des accotements pour la piste projetée 08/26 (N) est de 7,5m de part et d'autre de la piste.

- **Aire de demi-tour :**

Afin de faciliter le dégagement des aéronefs à l'atterrissage. Une aire de demi-tour est définie comme une aire sur un aérodrome terrestre, contiguë à une piste, permettant aux avions d'effectuer un virage à 180° sur la piste lorsqu'il n'existe pas de voies de circulation. [8]

Les aires de demi-tour sur piste devraient être placées des deux côtés de la piste, à chacune des extrémités de piste et, si on le juge nécessaire, à des points intermédiaires. [8]

Nous avons décidé d'aménager deux aires de demi-tour aux deux extrémités de la piste projetée, et une autre aire de demi-tour intermédiaire.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

Cette aire de demi-tour se trouve à 1954 m du seuil 08L de la piste projetée 08/26 (N).

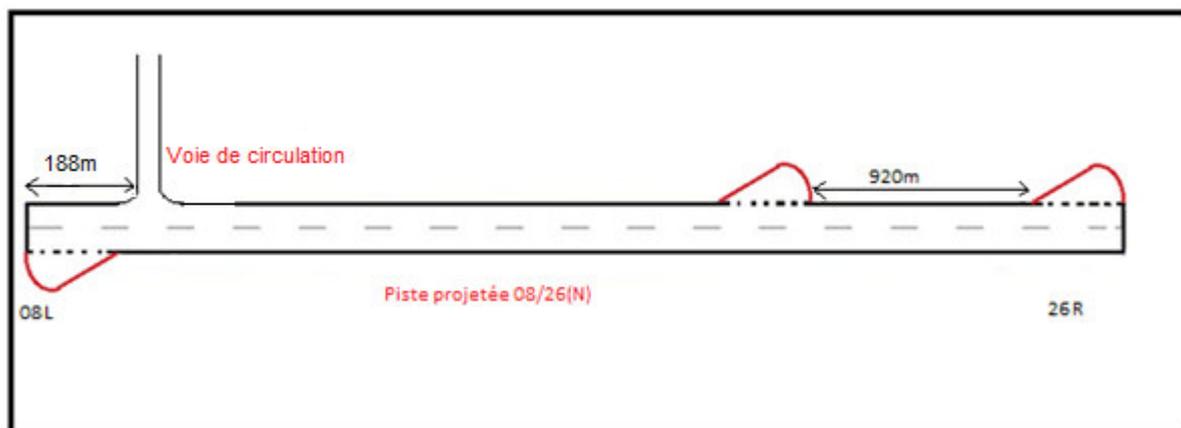


Figure IV.2 : Les aires de demi-tour de la piste projetée 08/26 (N).

- **Aire de sécurité d'extrémité de piste :**

La piste projetée 08/26 (N) sera dotée de deux aires de sécurité d'extrémité de piste, aménagées au-delà des extrémités de la bande de piste.

Une aire de sécurité d'extrémité de piste doit s'étendre à partir de l'extrémité d'une bande de piste sur une distance aussi grande que possible, mais au moins sur 90 m. [8]

La largeur d'une aire de sécurité d'extrémité de piste doit être au moins égale au double de la largeur de la piste correspondante. [8]

La largeur de la piste projetée 08/26 (N) est de 45m, donc la largeur de l'aire de sécurité d'extrémité de piste est égale à 90m. Sa longueur est aussi de 90m

### Partie 1 : Réaménagement de l'aérodrome de HassiR'mel :

La réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel ne porte pas seulement sur la conception d'une nouvelle piste, mais aussi sur quelques réaménagements importants.

Les réaménagements nécessaires à effectuer dans l'aérodrome de HassiR'mel sont:

- Deux voies de circulation.
- Un poste de stationnement.
- Modification de la clôture.

## **Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel**

---

### **1.1 Poste de stationnement :**

L'aire de trafic de l'aérodrome de HassiR'mel, comprend trois postes de stationnement. Chaque poste de stationnement est pourvu d'une bouche d'avitaillement carburant.

Pour les besoins de certaines opérations militaires ainsi que des occasions de visites présidentielles ou autres délégations, des C130 ou des Iliouchine 76 sont à prévoir, raison pour laquelle nous avons décidé d'aménager un nouveau poste de stationnement.

D'après le doc 9157 Manuel de conception des aérodromes, partie 2 : Voies de circulation, aires de trafic et plates-formes d'attente de circulation :

La taille d'un poste de stationnement doit correspondre aux dimensions de types d'avions qui utiliseront l'aire de trafic. [9]

La longueur totale et l'envergure peuvent être prises pour déterminer la superficie du poste de stationnement. [9]

Donc la taille du nouveau poste de stationnement doit avoir les mêmes dimensions que l'Iliouchine 76 soit : 55,5m × 46,59m.

L'annexe 14 recommande qu'un poste de stationnement d'aéronef assure des dégagements minimaux. Ces dégagements dépendent de la lettre de code de référence.

D'après les dimensions de l'Iliouchine 76, la valeur de ce dégagement est de 7,5 m.

### **1.2 Voies de circulation :**

Dans l'aérodrome de HassiR'mel, il existe déjà une voie de circulation reliant la piste existante au parking, elle se trouve à 559m du seuil 08R de la piste existante 08/26.

Etant donné que la piste projetée 08/26 (N) est parallèle à la piste existante 08/26, et est placée au Nord de cette dernière, entre elle et le parking, cette voie de circulation peut aussi servir au roulage des aéronefs entre le parking et la piste projetée 08/26 (N).

Cependant, deux nouvelles voies de circulation sont nécessaires à aménager.

## **Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel**

---

### 1.2.1 La première voie de circulation :

Durant les travaux de construction de la piste projetée 08/26 (N), et ce dans la partie où se trouve la voie de circulation déjà existante (seuil 08L), il est important de penser à la conception d'une autre voie de circulation pour permettre aux avions d'accéder au poste de stationnement et vice versa. Nous avons pensé que cette voie pourrait être placée au seuil 08R de la piste existante 08/26, ainsi elle sera assez éloignée de la zone des travaux.

A partir du seuil de piste 08R de la piste existante 08/26, l'avion entame son roulage en vue d'atteindre le parking, après avoir parcouru une distance de 490m, il effectuera un virage de 90° afin de poursuivre son trajet jusqu'au poste de stationnement. Au moment où l'avion commencera son virage, il y a un élargissement de la voie de circulation pour ménager la marge spécifiée entre les roues et le bord de la voie de circulation (4,5m).

### 1.2.2 La seconde voie de circulation :

Après les travaux de construction de la piste projetée 08/26 (N), et une fois la réfection de la piste existante 08/26 terminée, une autre voie de circulation sera placée au niveau de la piste existante 08/26 à 996 m du seuil 26L. Entre la piste projetée et la piste existante. Afin de faciliter le dégagement de la piste existante 08/26.

Concernant les dimensions des deux voies de circulation, cela dépend de la lettre de code de l'aérodrome de HassiR'mel qui est la lettre C, cependant il est souhaitable de prendre des dimensions en fonction de la lettre F au cas où l'on envisagerait l'exploitation de nouveaux avions de plus grandes dimensions.

Donc, selon l'annexe 14 : la conception d'une voie de circulation soit telle que lorsque le poste de pilotage de l'avion auquel la voie de circulation est destinée reste à la verticale des marques axiales de cette voie, la marge entre les roues extérieures de l'atterrisseur principal de l'avion et le bord de la voie de circulation ne soit pas inférieure à la valeur de 4,5m pour la lettre de code F. [6]

La largeur des deux voies de circulation pour la lettre de code F est de 25m. [6]

Des accotements seront aménagés de part et d'autre des deux voies de circulation, afin d'empêcher que des projections de pierres ou autres objets puissent endommager les réacteurs qui passent au-dessus du bord d'une voie de circulation.

La largeur de l'accotement est de 17,5m pour la lettre de code F, de chaque côté des deux voies de circulation

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

L'infrastructure projetée de l'aérodrome de HassiR'mel (Poste de stationnement, et voies de circulation) se trouvent dans l'annexe 13.

### 1.3 Clôture :

La conception de la piste projetée 08/26 (N) exige la modification de la clôture existante.

La limite de la clôture du côté du seuil 26L de la piste existante 08/26 sera prolongée de 216m vers le Nord, puis reliée sur 2265 m à l'intersection avec l'ancienne clôture.

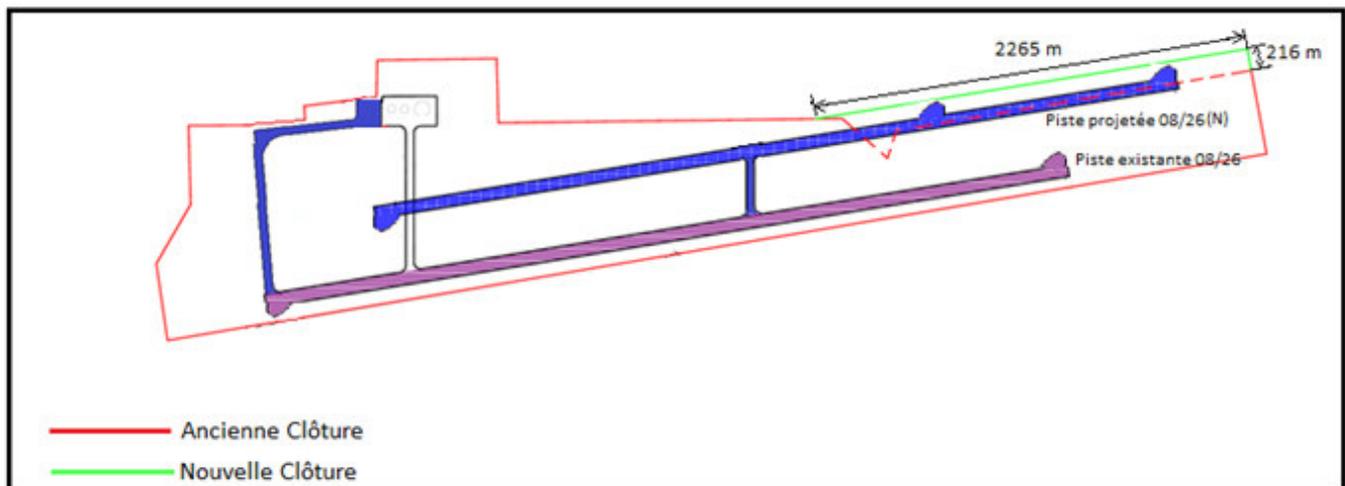


Figure IV.3 : Modification de la clôture.

### 1.4 Balisage diurne et nocturne :

Le balisage est un dispositif normé d'aide visuelle : il permet au pilote d'un aéronef de bien se situer tant à proximité de l'aérodrome lors des phases d'approche et d'atterrissage que sur un aérodrome lorsqu'il se déplace ausol.

On distingue :

- 1 - Le balisage par marques.
- 2 - Les panneaux de signalisation (panneaux d'obligation et d'indication).
- 3 - Le balisage lumineux.

#### 1.4.1 Balisage diurne :

Le balisage diurne peut être réalisé soit par des marques, soit par des balises et marques suivant qu'il s'agit de partie revêtues ou non revêtues.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

### 1.4.1.1 Pistes :

La piste projetée 08/26 (N) sera munie d'un balisage diurne et lumineux, selon les dispositions de l'annexe 14 :

Le balisage diurne est composé de :

Balisage diurne	Configuration
<b>Marques d'identification de piste</b>	constituées par un nombre à deux chiffres, accompagné d'une lettre dans le cas de pistes parallèles :  08 R et 26 L pour la piste existante 08/26.  08 L et 26 R pour la piste projetée 08/26 (N).
<b>Marques de seuil de piste</b>	ils commencent à 6m du seuil et sont constituées par des bandes de 30m de longueur et 1,8m de largeur. Le nombre de bandes est : 12 pour une largeur de piste de 45m.
<b>Marques d'axe de piste</b>	constituées par une ligne discontinue de traits de 30m de longueur, espacés de 30m et centrés sur l'axe de piste, la largeur des traits est de 0,45m.
<b>Marques latérales de piste</b>	se présentant sous la forme d'une ligne continue tracée entre les deux seuils, le long du bord de piste.  Ces marques mesurent au moins 0,90m de large.
<b>Marques de point cible</b>	constituées d'une paire de marques rectangulaires disposées longitudinalement et symétriquement par rapport à l'axe de piste.  La marque de point cible commencera à une distance du seuil au moins égale à 400 m, la longueur des bandes est de 60m et leur largeur et de 10m, l'écartement entre les bords intérieurs des bandes est de 22,5m.
<b>Marques de zone de toucher des roues</b>	constituées de marques rectangulaires disposées symétriquement de part et d'autre de l'axe de piste et parallèlement à celui-ci.  Chaque marque a une longueur de 22,5m et une largeur de 1,8m. L'écartement de ces marques est 22,5m. Le nombre de paires est de 6. Ces marques sont disposées à intervalles longitudinaux de 150m à partir du seuil de piste.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

<b>Marques d'aire de demi-tour</b>	<p>La marque axiale s'incurve depuis l'axe de piste vers l'aire de demi-tour, cette marque se prolonge en parallèle avec la marque axiale de piste sur une distance d'au moins 60m. La largeur de cette marque est de 0,15m.</p> <p>La marque latérale d'aire de demi-tour débute au point de tangence avec le bord de piste et se termine lorsqu'elle rencontre à nouveau le bord de piste.</p> <p>Les marques d'aire de demi-tour sont de couleur jaune.</p>
------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tableau IV.3: Configuration du balisage diurne de la piste projetée 08/26 (N).

Bien entendu les valeurs des dimensions et des espacements des marques sont tirés de l'annexe 14.

La figure suivante montre assez bien le marquage de la piste projetée 08/26 (N) :

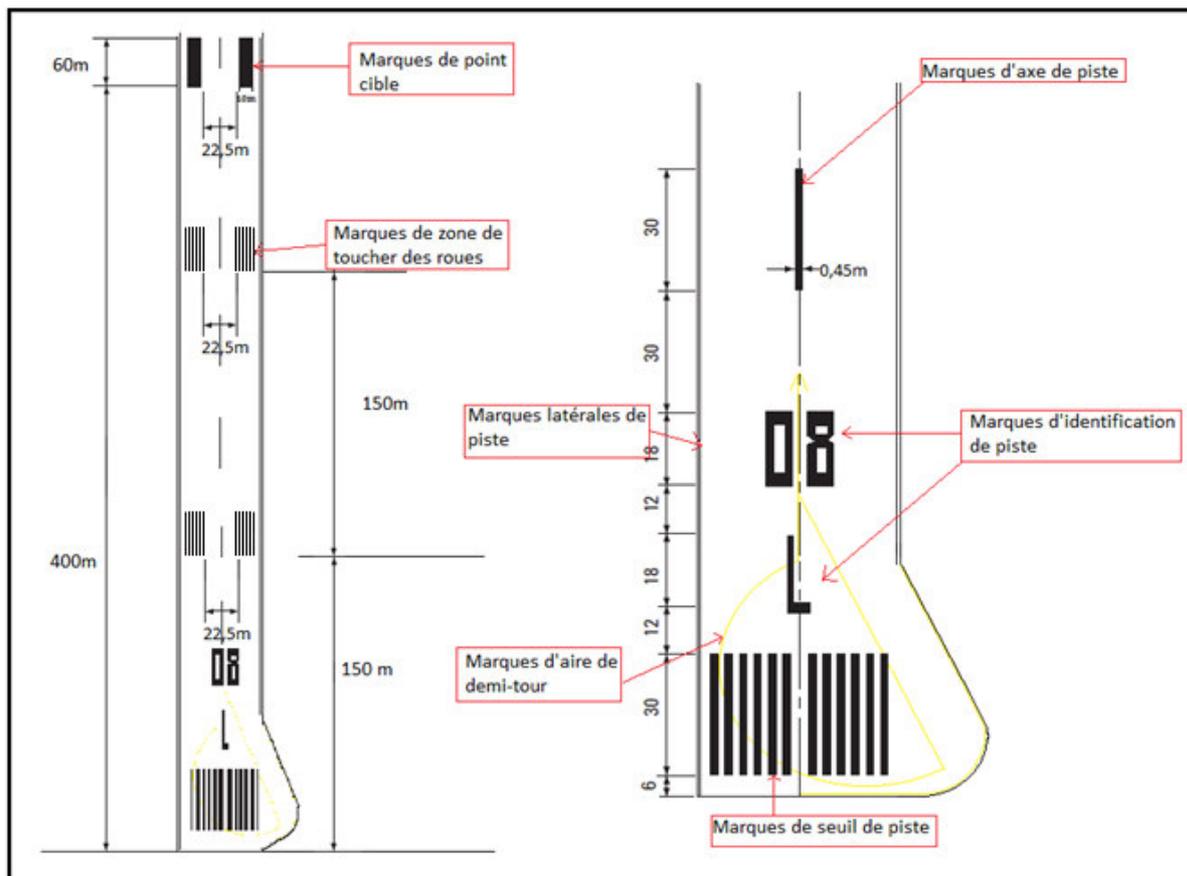


Figure IV.4: Configuration du balisage diurne de la piste projetée 08/26(N)

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

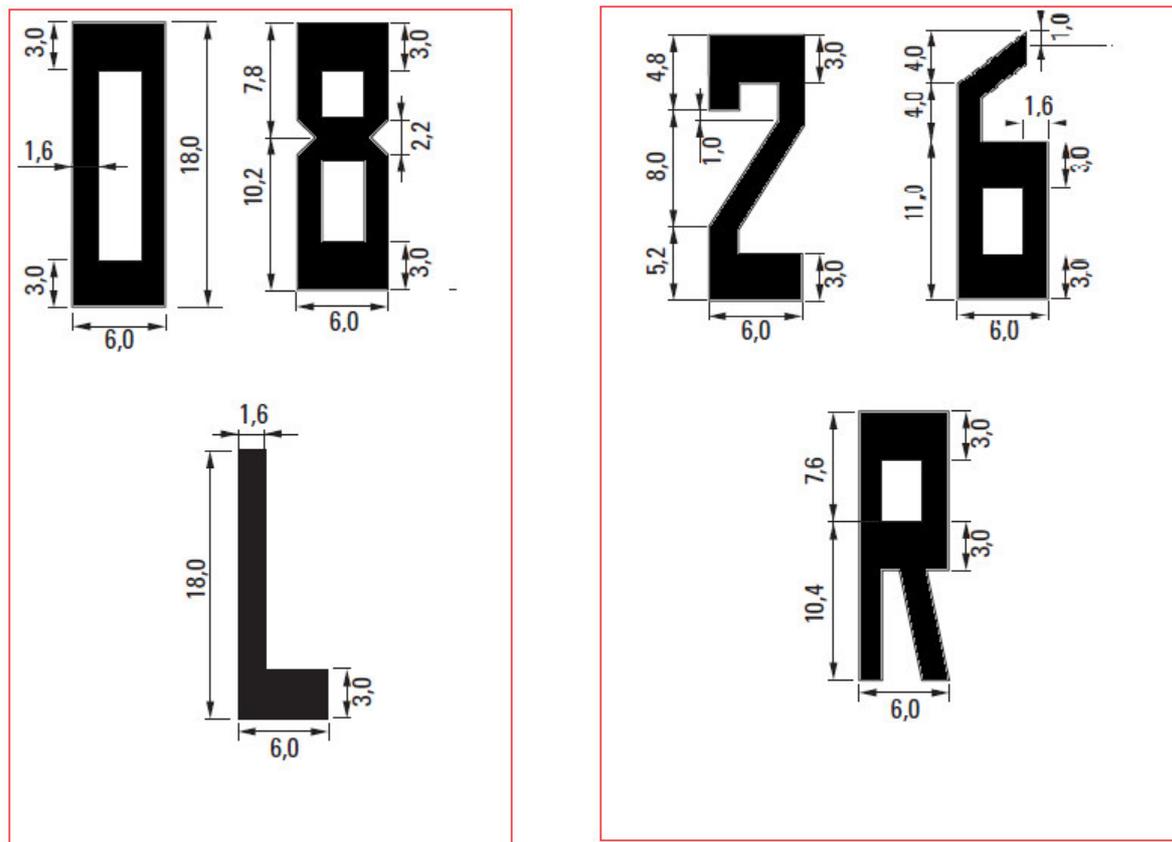


Figure IV.5 : Dimensions des marques d'identification de la piste projetée 08/26(N).

### 1.4.1.2 Voie de circulation :

Les voies de circulation sont dotées du balisage diurne, mais aussi de panneaux de signalisation.

Les marques des voies de circulation comprennent les marques : axiales, de point d'arrêt avant piste, et latérales :

Balisage diurne	Configuration
<b>Marques axiales de voie de circulation</b>	constituées par une ligne d'une largeur minimale de 0,15 m continue.  A l'intersection d'une piste les marques axiales de voie de circulation sont raccordées aux marques d'axe de piste et sont prolongées parallèlement à celles-ci sur une distance au-delà du point de tangence d'au moins 60 m.
<b>Marque de point d'arrêt avant piste</b>	Cette marque est disposée perpendiculairement à l'axe de la voie de circulation, en respectant la distance

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

	75m entre la marque et l'axe de piste.
<b>Marques latérales de voie de circulation</b>	constituées de deux bandes continues de couleur jaune de 0,15 m de large.

Tableau IV.4: Configuration du balisage diurne de la voie de circulation.

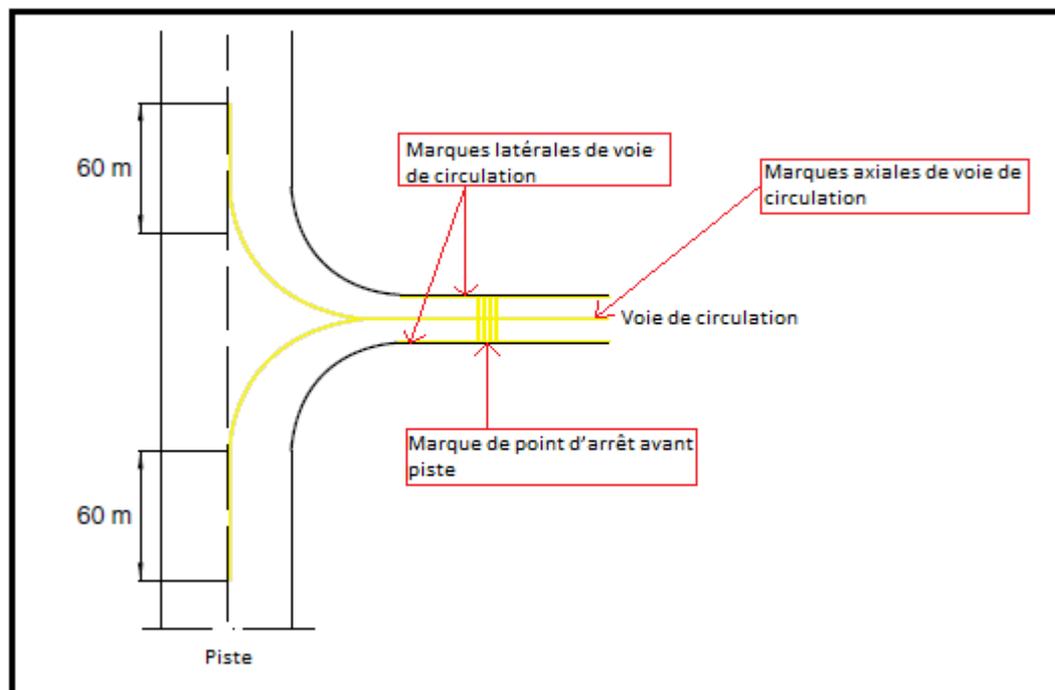


Figure IV.6 : Configuration du balisage diurne d'une voie de circulation.

En plus du balisage diurne, une voie de circulation est aussi dotée de panneaux de signalisation. La sécurité et l'efficacité des aéronefs et des véhicules qui circulent sur l'aire de mouvement des aérodromes exigent la mise en place d'un système de panneaux destinés à leurs pilotes et conducteurs.

Les panneaux de signalisation sont composés de deux groupes distincts : les panneaux d'obligation et les panneaux d'indication.

Les voies de circulation sont identifiées par un indicatif comprenant une lettre : la voie de circulation existante sera identifiée par la lettre A, la seconde voie qui se trouve à l'extrémité de la piste existante seuil 08R sera identifiée par la lettre B, et la dernière voie entre la piste existante 08/26 et la piste projetée 08/26 (N) sera identifiée par la lettre C.

Les panneaux dépendent du trajet que parcourt l'aéronef : si l'aéronef se déplace de la piste vers le parking il y a des panneaux conformes à son trajet, et s'il se déplace du parking vers la piste il y a d'autres panneaux qui correspondent à son trajet.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

Par ailleurs, nous avons séparé les panneaux selon le trajet que prend l'aéronef :

- **De la piste vers le parking :**

Panneaux	Configuration
<b>Panneaux indicateur de dégagement de piste :</b> composé d'un panneau d'emplacement associé à un panneau de dégagement de piste.	Ils seront placés dans chaque voie de circulation, au niveau du prolongement des marques de point d'arrêt avant piste, du côté droit et du côté gauche de la voie, fessant face à la piste (existante et projetée)
<b>Panneaux de direction</b>	Un panneau de direction sera placé sur 490m dans la voie de circulation B, pour indiquer un virage à droite.
<b>Panneaux d'identification de piste :</b> composé d'un panneau d'emplacement associé à un panneau d'identification de la piste.	Ils seront placés au niveau des marques de point d'arrêt avant piste, à gauche et à droite de la voie de circulation C et la voie de circulation A, avant la piste projetée 08/26(N).

Tableau IV.5: Configuration des panneaux (de la piste vers le parking).

Une figure qui illustre assez bien la configuration de ces panneaux se trouve dans l'annexe 14 au mémoire.

- **Du parking vers la piste :**

Panneaux	Configuration
<b>Panneaux d'identification de piste:</b> composé d'un panneau d'emplacement associé à un panneau d'identification de la piste.	Ils seront placés au niveau des marques de point d'arrêt avant piste, à gauche et à droite des voies de circulation A, B et C, avant la piste projetée 08/26(N), et la piste existante 08/26.
<b>Panneaux de direction.</b>	Un panneau de direction sera placé dans la voie de circulation B, pour indiquer un virage à gauche. Un autre panneau sera placé au niveau de la piste projetée 08/26(N), avant un virage pour atteindre la voie de circulation C.
<b>Panneaux indicateur de dégagement de piste :</b> composé d'un panneau d'emplacement associé à un panneau de dégagement de piste.	Ils seront placés au niveau des marques de point d'arrêt avant piste, à gauche et à droite de la voie de la circulation C, et la voie de circulation A, juste après la piste projetée 08/26(N).

Tableau IV.6 : Configuration des panneaux (du parking vers la piste).

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

Une figure montrant la configuration de ces panneaux se trouve dans l'annexe 15.

### 1.4.1.3 Aire de trafic :

Les marques de poste de stationnement d'aéronef comprennent des lignes de guidage pour indiquer la trajectoire à suivre par l'aéronef et des barres de référence pour fournir des indications complémentaires. Les lignes de guidage peuvent comprendre :

- des lignes d'entrée.
- des lignes de virage.
- des lignes de sortie.

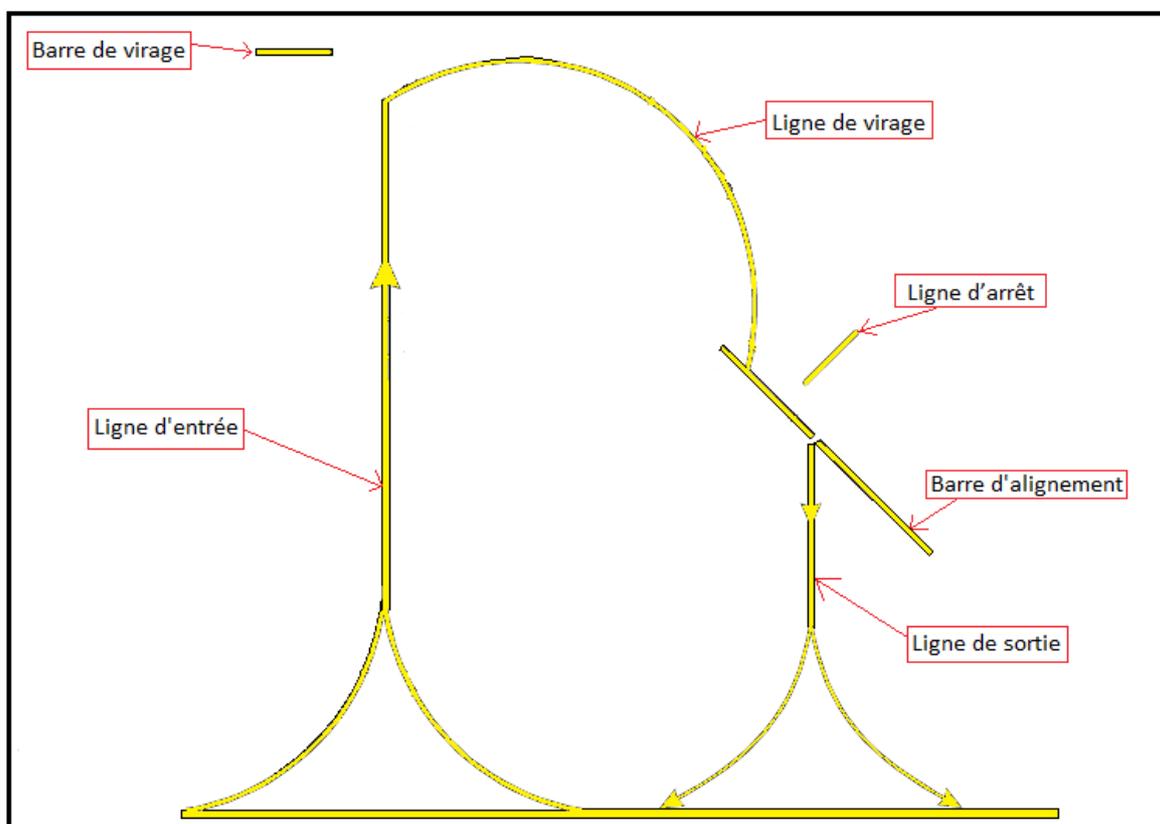


Figure IV.7: Marques de poste de stationnement.

### 1.4.2 Balisage Nocturne :

La nouvelle infrastructure de l'aérodrome de HassiR'mel nécessite aussi un balisage lumineux afin de reconstituer artificiellement les références visuelles minimales nécessaires aux manœuvres d'approche, d'atterrissage, de circulation au sol et de décollage.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

Bien évidemment la réalisation de ce balisage sera effectuée en suivant les instructions et les recommandations spécifiées dans l'annexe 14.

### 1.4.2.1 Piste :

Sachant que la piste est utilisée pour les approches classiques, le balisage lumineux de cette dernière doit comporter les éléments suivants :

Balisage nocturne	Configuration
<b>Feux d'identification de seuil de piste</b>	Des feux à éclat blanc disposés symétriquement par rapport à l'axe de la piste.  Ils seront placés pour les deux seuils de la piste projetée 08/26 (N).
<b>Feux de bord de piste</b>	Feux blancs fixe installés à des intervalles longitudinaux de 60 m sur toute la longueur de la piste en deux rangées parallèles équidistantes.
<b>Feux de seuil de piste</b>	Feux verts fixe visibles dans le sens d'approche perpendiculaires à l'axe de piste, situés au seuil de piste. Etant donné que l'approche s'effectue dans les deux sens, ces feux seront positionnés dans les deux seuils 08L et 26R de la piste projetée.
<b>Feux d'extrémité de piste</b>	Rangée de feux d'extrémité de piste et perpendiculaire à l'axe de piste, de couleur rouge, fixe. ces feux seront aussi positionnés dans les deux seuils de la piste projetée.
<b>Feux d'aire de demi-tour de piste</b>	Ils sont placés sur les marques d'aire de demi-tour. Sur la partie rectiligne ils seront implantés à intervalles longitudinaux n'excédant pas 15 m, quant à la partie curviligne ils seront espacés de 7,5 m. Ce sont des feux fixes unidirectionnels de couleur verte.
<b>Dispositif lumineux d'approche</b>	Constitué par une rangée de feux disposée dans le prolongement de l'axe de piste et s'étendant si possible sur une distance de 900 m à partir du seuil de piste.

Tableau IV.7: Configuration du balisage nocturne de la piste 08/26 (N).

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel



Figure IV.8: configuration du balisage lumineux de la piste projetée 08/26 (N)

### 1.4.2.2 Voie de circulation :

Pour une exploitation plus sécurisée, un balisage lumineux sera installé au niveau des bords et l'axe des voies de circulation :

Balisage nocturne	Configuration
<b>Feux axiaux de voie de circulation</b>	Les feux seront alternativement verts et jaunes, depuis l'emplacement où ils commencent, à proximité de l'axe de la piste, jusqu'à la limite de la bande piste, ils seront tous verts au-delà.
<b>Feux de bord de voie de circulation</b>	feux fixes omnidirectionnels de couleur bleue, disposés à intervalles uniformes de 60 m, au moment du virage de 90°, l'espacement sera réduit à 40m

Tableau IV.8: Configuration du balisage nocturne de la voie de circulation.

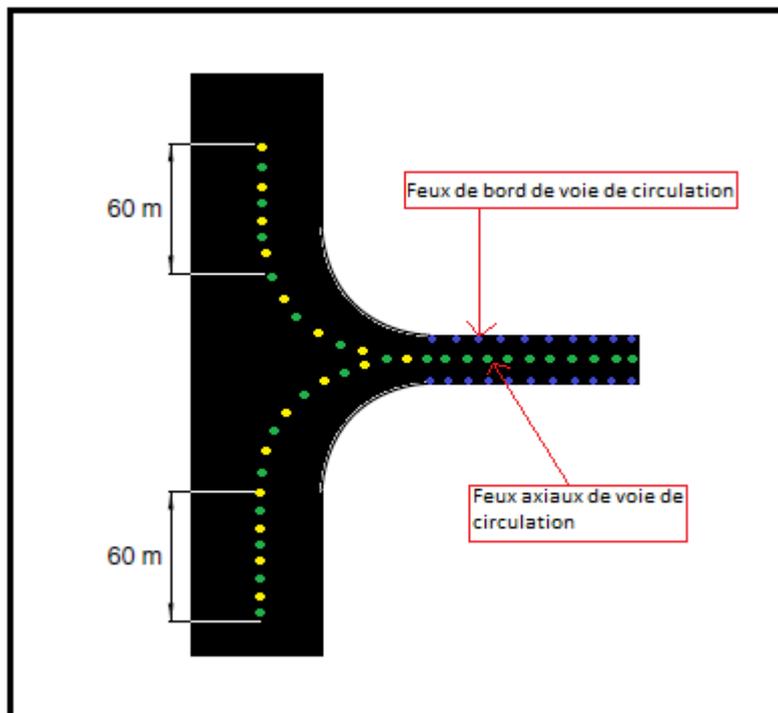


Figure IV.9 : Configuration du balisage lumineux d'une voie de circulation.

### 1.4.2.3 Aire de trafic :

Le balisage lumineux d'aire de trafic est utilisé pour compléter, de nuit et par mauvaise visibilité, le guidage fourni par les marques d'aire de trafic.

Les feux de guidage pour les manœuvres sur poste de stationnement seront coïmplantés avec les marques de poste de stationnement d'aéronef. [6]

Ce sont des feux jaunes fixes visibles sur toutes les sections où ils sont destinés à fournir un guidage. Les feux indiquant un point d'arrêt seront de couleur rouge. [6]

L'annexe 14 recommande que les feux utilisés pour définir les lignes d'entrée, de virage et de sortie soient disposés à des intervalles n'excédant pas 7,5 m dans les courbes et 15 m sur les sections rectilignes.

### 1.5 Indicateurs visuels de pente d'approche :

Concernant les indicateurs visuels de pente d'approche, un indicateur visuel de pente d'approche sera installé pour la piste projetée. Cet indicateur est le PAPI (Precision approach path Indicator) : Indicateur de trajectoire d'approche de précision.

Le PAPI est un dispositif qui comprend une barre de flanc de quatre ensembles lumineux alignés perpendiculairement à la piste qui émettent un signal lumineux dont la moitié inférieure est rouge et la moitié supérieure est blanche. [10]

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

Le bord intérieur de l'ensemble du PAPI le plus proche de la piste devrait se trouver à 15 m ( $\pm 1$  m) du bord de piste. Les ensembles ne devraient jamais se trouver à moins de 14 m d'une voie de circulation, d'une aire de trafic ou d'une autre piste. L'espacement entre deux ensembles consécutifs sera en principe de 9 m. [10]

Le dispositif devrait être placé du côté gauche de la piste. [10]

### Partie 2 : Procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour le seuil de la piste projetée 26R :

Une procédure d'approche est élaborée dans le cas où il y a :

- Implantation d'un nouveau moyen.
- Apparition d'un nouvel obstacle.
- Construction d'une nouvelle piste.

Dans cette partie, une procédure d'approche aux instruments VOR/DME sera établie pour la piste projetée 08/26 (N) seuil 26R, en tenant compte des différents paramètres opérationnels.

Avant de passer aux étapes de la construction, nous devons tout d'abord localiser la piste 08/26 (N) ainsi que le moyen utilisée à savoir le VOR/DME sur la carte topographique, grâce aux coordonnées géographiques.

#### 2.1 Etude des arrivées omnidirectionnelles ou par secteur :

##### 2.1.1 Conception :

En prenant le moyen VOR/DME comme centre on trace un cercle de 25NM, et puis un autre de 30NM. On découpe le cercle en 4 secteurs selon les quadrants du compas (on prend en compte la déclinaison magnétique, mais pour l'aérodrome de HassiR'mel elle est de 0°). De part et d'autre des limites des secteurs on ajoute 5NM, et un autre cercle de 5 NM ayant comme centre le moyen VOR/DME.

Remarque : l'échelle de la conception de toute la procédure est : 1 : 200 000.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

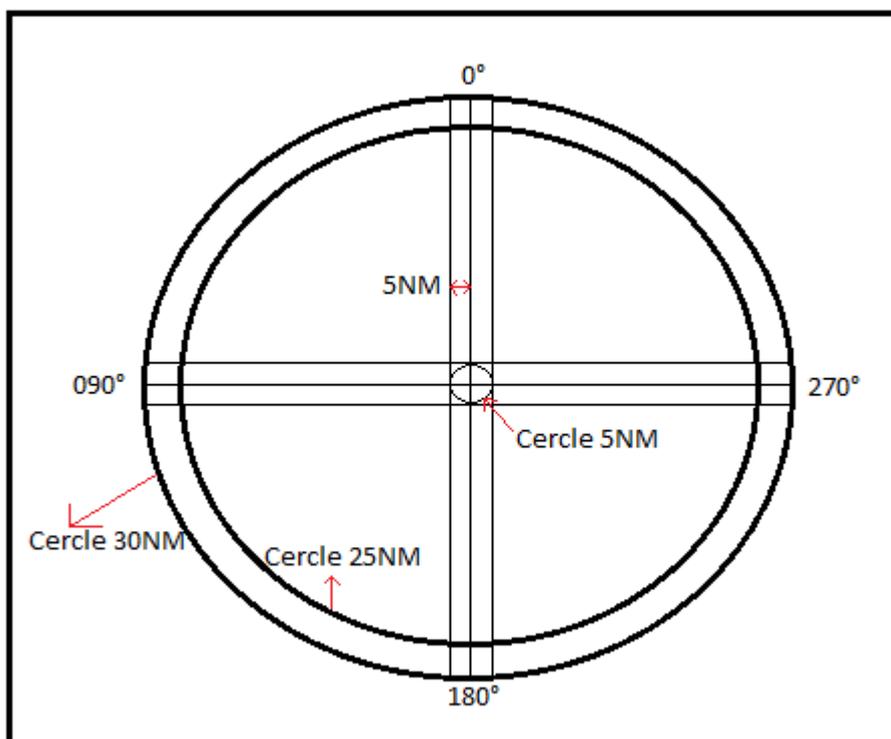


Figure IV.10: Sectorisation.

Après avoir effectué le dessin on passe à l'étude des obstacles, on relève les obstacles dans les 04 secteurs. Dans chaque secteur on prend l'obstacle le plus pénalisant.

### 2.1.2 Calcul des MSA :

Afin de calculer les MSA : on ajoute à l'obstacle le plus pénalisant une MFO de 300m, si la hauteur de l'obstacle le plus pénalisant ne dépasse pas 1500 m. Mais si la hauteur de l'obstacle le plus pénalisant dépasse 1500m, on ajoute une MFO de 600m pour tous les secteurs.

Dans notre cas, aucun obstacle ne dépasse les 1500 m, donc la MFO à ajouter est de 300m.

Remarque : On arrondie les MSA à 50m.

Secteur N°1 : 0° - 090° : 815 (Obs) + 300 (MFO) = 1 115 m ≈ 1 150m.

Secteur N°2 : 090° - 180° : 803 (Obs) + 300 (MFO) = 1 103m ≈ 1 150m.

Secteur N°3 : 180° - 270° : 803 (Obs) + 300 (MFO) = 1 103m ≈ 1 150m.

Secteur N°4 : 270° - 0° : 803 (Obs) + 300 (MFO) = 1 103m ≈ 1 150m.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

Après avoir calculé les MSA, nous remarquons que nous avons un seul secteur, avec une MSA de 1 150m. Cependant nous avons décidé de majorer cette valeur à 1 660m (Altitude de transition de l'aérodrome).

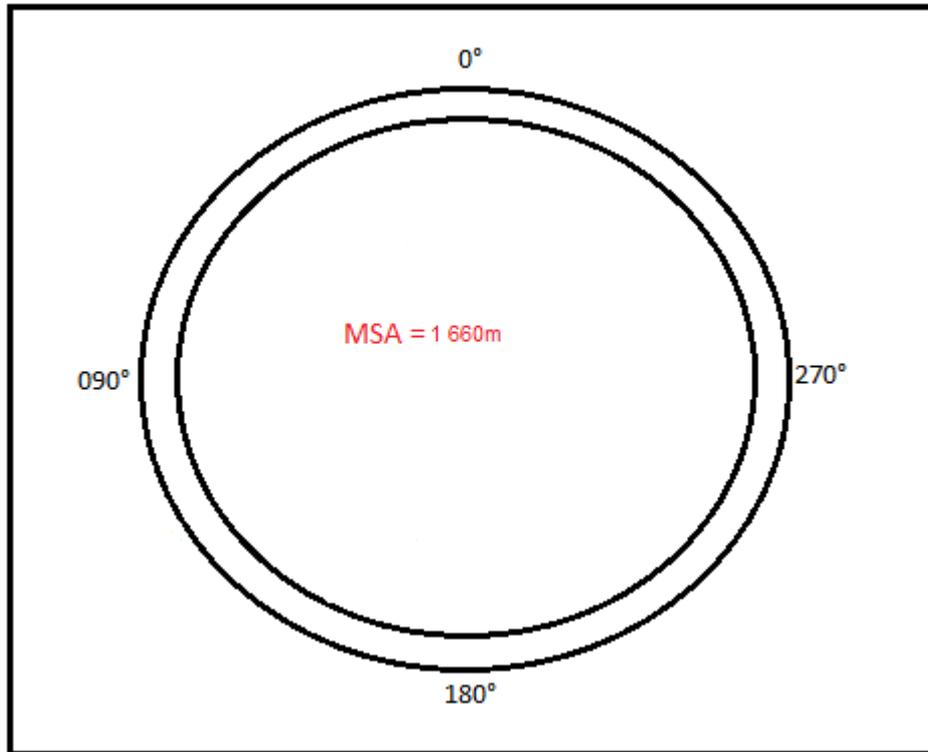


Figure IV.11: Un seul secteur avec une MSA de 1 660m.

### 2.2 Attente :

#### 2.2.1 Conception :

La conception d'une attente, se fait en suivant les étapes décrites en détails dans le document 8168 (Procédures pour les services de navigation aérienne) Volume 2.

Cependant avant de passer à la conception de l'attente, il faudrait d'abord effectuer quelques calculs. Ces calculs nécessitent l'utilisation des données comme : altitude, température, vitesse indiquée, temps.

- **Altitude (ZPmax)** :

En Algérie, l'altitude (ZPmax) pour l'attente est de 10 000ft au Nord et de 8 000ft au Sud. L'aérodrome de HassiR'mel se trouve au Sud, en plus il est situé dans un terrain dégagé d'obstacle, donc l'altitude (ZPmax) est de 8 000ft.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

- **Température :**

La température de référence de l'aérodrome de HassiR'mel est 40°C.

- **Vitesse indiquée (VI) :**

La vitesse indiquée pour la construction de l'attente est tirée du doc 8168 : selon la catégorie d'aéronef utilisant l'aérodrome de HassiR'mel, et pour un niveau de vol 80 (FL80) : la vitesse indiquée à prendre est de 425 km/h (230kt).

- **Temps :**

Le temps en éloignement dépend de l'altitude, d'après le doc 8168:

a) une minute jusqu'à 4 250 m (14 000 ft) inclusivement ;

b) une minute et demie au-dessus de 4 250 m (14 000 ft) ;

On remarque clairement que le ZPmax à utiliser est inférieur à 14 000ft donc le temps est d'une minute (1min).

Une fois trouvé ces données nous pouvons passer aux calculs dont on aura besoin pour la construction de l'attente.

Données :

VI= 425 km/h (230kt)

Altitude (ZPmax) = 8 000ft

Temps (T) = 1min

Température= 40°C (ISA+20)

paramètre	Formule	Valeur
<b>K</b>	Selon l'altitude et la température	1,1686
<b>Vitesse vraie V</b>	$K \times \text{Vitesse indiquée (VI)}$	525,87 km/h.
<b>v</b>	$V \div 3600$	0,1467km/s.
<b>R (vitesse angulaire de virage)</b>	$943,27 \div V$	1,79°/s.
<b>r (rayon de virage)</b>	$V \div 62,83R$	4,67 km.
<b>h (altitude en milliers de mètres)</b>	8 000ft convertie en m : 2438,4m	2,4384.
<b>w (vitesse du vent)</b>	$12h + 87$	116,16km/h.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

<b>w'</b>	$w \div 3600$	0,03226 km/s.
<b>E<sub>45</sub></b>	$45w' \div R$	0,811 km.
<b>t</b>	$60 \times T$	60s.
<b>L</b>	$v \times t$	8,80 km.
<b>ab</b>	$5 \times v$	0,73 km.
<b>ac</b>	$11 \times v$	1,61 km.
<b>g<sub>i1</sub> = g<sub>i3</sub></b>	$(t - 5) \times v$	8,06 km.
<b>g<sub>i2</sub> = g<sub>i4</sub></b>	$(t + 21) \times v$	11,88 km.
<b>W<sub>b</sub></b>	$5 \times w'$	0,16 km.
<b>W<sub>c</sub></b>	$11 \times w'$	0,35 km.
<b>W<sub>d</sub></b>	$W_c + E_{45}$	1,16 km.
<b>W<sub>e</sub></b>	$W_c + 2E_{45}$	1,97 km.
<b>W<sub>f</sub></b>	$W_c + 3E_{45}$	2,78 km.
<b>W<sub>g</sub></b>	$W_c + 4E_{45}$	3,59 km.
<b>W<sub>h</sub></b>	$W_b + 4E_{45}$	3,40 km.
<b>W<sub>o</sub></b>	$W_b + 5E_{45}$	4,21 km.
<b>W<sub>p</sub></b>	$W_b + 6E_{45}$	5,02 km.
<b>W<sub>i1</sub> = W<sub>i3</sub></b>	$(t + 6)w' + 4E_{45}$	5,37 km.
<b>W<sub>i2</sub> = W<sub>i4</sub></b>	$W_{i1} + 14w'$	5,82 km.
<b>W<sub>j</sub></b>	$W_{i2} + E_{45}$	6,63 km.
<b>W<sub>k</sub> = W<sub>l</sub></b>	$W_{i2} + 2E_{45}$	7,44 km.
<b>W<sub>m</sub></b>	$W_{i2} + 3E_{45}$	8,25 km.
<b>W<sub>n3</sub></b>	$W_{i1} + 4E_{45}$	8,61 km.
<b>W<sub>n4</sub></b>	$W_{i2} + 4E_{45}$	9,06 km.
<b>XE</b>	$2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195 \div R)w'$	26,63 km.
<b>YE</b>	$11v \times \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \times \tan 5^\circ + (t + 26 + 125 \div R)w'$	13,77 km.

Tableau IV.9: Calculs liés à la construction du gabarit de circuit d'attente.

Avec ces valeurs, on passe au tracé de l'attente, en suivant les étapes qui se trouvent dans l'annexe 16.

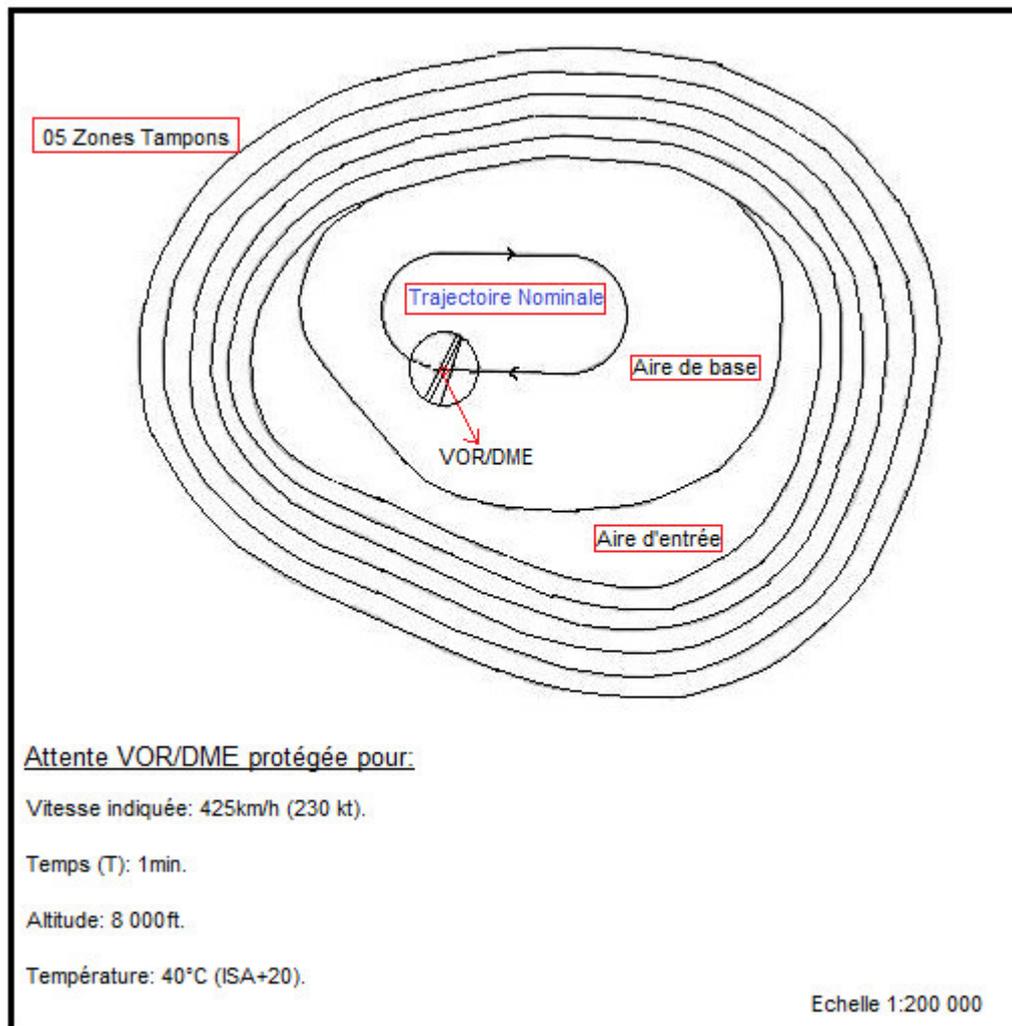


Figure IV.12 : Dessin de l'attente.

### 2.2.2 Calcul de l'altitude minimale de l'attente :

Après le tracé de l'attente, il est important d'effectuer un traitement d'obstacle afin d'obtenir une altitude minimale de l'attente, nécessaire pour la suite de notre travail.

L'attente sera placée à ce que l'angle entre la branche de rapprochement de l'attente et la branche d'éloignement du virage de base ne dépasse pas  $30^\circ$  :

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

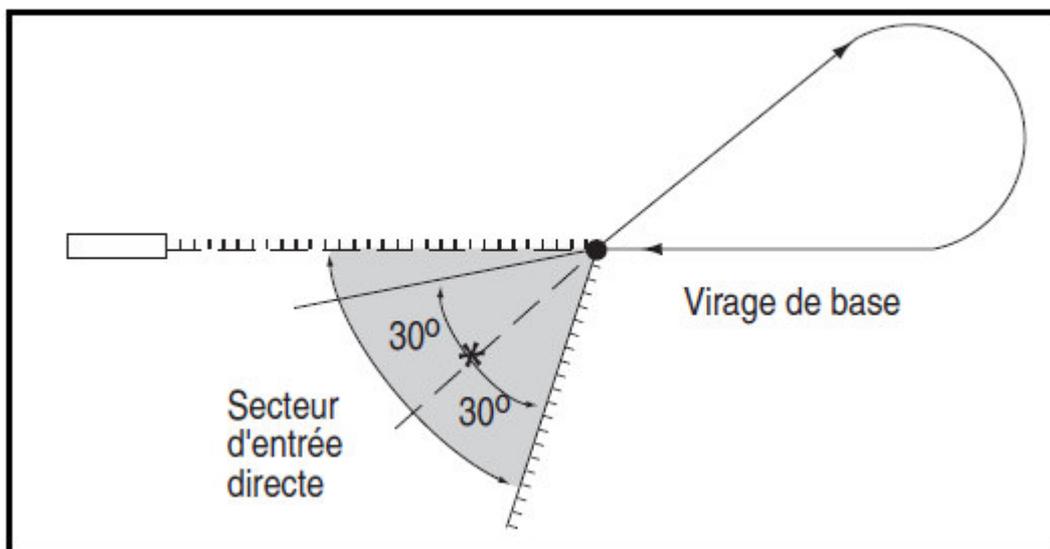


Figure IV.13 : Entrée dans un virage de base.

De ce fait deux positions sont possible pour l'attente, nous allons prendre la position dans laquelle l'altitude minimale de l'attente est faible (une altitude minimale moindre signifie un terrain plus dégagé d'obstacle).

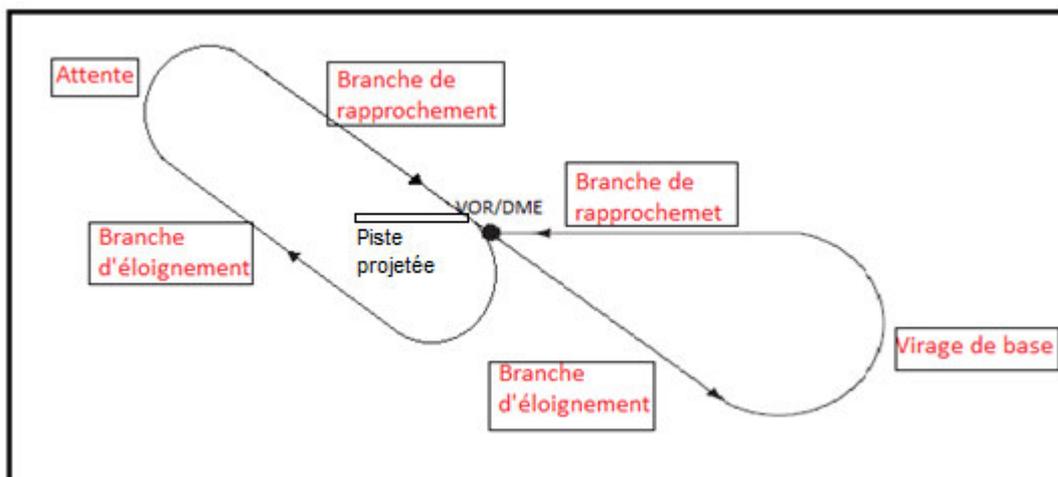


Figure IV.14: Position de l'attente et du virage de base.

L'altitude minimale est calculée comme suit :

- Aire de base :  $793\text{m (Obs)} + 300\text{m (MFO)} = 1093\text{m}$
- Aire d'entrée :  $783\text{m} + 300\text{m} = 1083\text{m}$
- Zone tampon 1 :  $788\text{m} + 300\text{m} = 1088\text{m}$
- Zone tampon 2 :  $763\text{m} + 150\text{m} = 913\text{m}$
- Zone tampon 3 :  $777\text{m} + 120\text{m} = 897\text{m}$
- Zone tampon 4 :  $789\text{m} + 90\text{m} = 879\text{m}$

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

→ Zone tampon 5 :  $759\text{m} + 60\text{m} = 819\text{m}$

Donc l'altitude minimale de l'attente est 1 093m.

Cependant, vu que l'altitude de transition de l'aérodrome de HassiR'mel est de 1 660m, cette altitude se trouve entre 8 000 ft (2438,4 m l'altitude maximale de l'attente ZPmax) et 1100m (l'altitude minimale de l'attente), donc le pilote devra changer de calage altimétrique durant l'attente, pour éviter ce désagrément nous avons décidé de prendre l'altitude de transition 1 660m (5 446ft) comme altitude minimale de l'attente.

Ainsi, nous avons 2 niveaux d'attente : FL80, FL70 (la séparation entre chaque niveau étant de 1 000 ft).

### 2.3 Virage de base :

#### 2.3.1 Conception :

Avant de procéder à la troisième phase de la conception de notre procédure, il est nécessaire de trouver certaines données afin d'effectuer des calculs relatifs à la conception du virage de base.

- **Altitude:**

L'altitude à prendre en compte, est l'altitude minimale de l'attente. Précédemment dans la phase d'attente, nous avons conclu que l'altitude minimale de l'attente est de : 1 660m.

- **Température :**

La température de référence de l'aérodrome de HassiR'mel est 40°C.

- **Vitesse indiquée (VI) :**

La vitesse indiquée pour la construction du virage de base est tirée du doc 8168 : il y a deux vitesses à prendre en compte :

→ VI = 465km/h pour la CAT C/D (Segment initial)

→ VI = 335 km/h pour la CAT A/B (Segment initial)

Nous allons donc effectués deux calculs, pour la construction de deux virages de base selon la catégorie d'aéronef.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

- **Temps :**

Le temps aussi dépend de la catégorie d'aéronef. En effet le taux de descente varie selon la catégorie d'aéronef. Avec les formules suivantes nous allons pouvoir déterminer, le temps d'éloignement et de rapprochement du virage de base :

$$5\,446,19 - (1\,197 \times T) = 2\,542,65 + (590 \times T)$$

5 446,19 : Altitude minimale de l'attente (1 660m) en pied.

1 197 : Descente maximale pour la catégorie d'aéronef C/D dans le parcours d'éloignement (ft/min) tiré du tableau-4-3-1 du document 8168 :

		<i>Maximale*</i>	<i>Minimale*</i>
Parcours d'éloignement	Cat A/B	245 m/min (804 ft/min)	S/O
	Cat C/D/E/H	365 m/min (1 197 ft/min)	S/O
Parcours de rapprochement	Cat A/B	200 m/min (655 ft/min)	120 m/min (394 ft/min)
	Cat H	230 m/min (755 ft/min)	S/O
	Cat C/D/E	305 m/min (1 000 ft/min)	180 m/min (590 ft/min)

Tableau IV.10 :Descente maximale/minimale à spécifier dans une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome.

2 542,65 : Altitude du seuil + 15m = 760m + 15m= 775m→ 2542,65 ft

590 : Descente minimale pour la catégorie d'aéronef C/D dans le parcours de rapprochement tirée du tableau IV.11.

$$T = \frac{5\,446,19 - 2\,542,65}{1\,197 + 590} = 1,62 > 1,50 ; \text{ donc le temps à prendre est 2 minutes.}$$

Pour la catégorie d'aéronef A/B, on effectue le même calcul mais, les descentes changent en fonction de la catégorie d'aéronef :

$$T = \frac{5\,446,19 - 2\,542,65}{804 + 394} = 2,42 > 2 ; \text{ donc le temps à prendre est 2 minutes 30 secondes.}$$

Une fois les données trouvées, nous pouvons passer aux calculs, afin de construire les deux virages de base (CAT A/B, et CAT C/D) :

### 2.3.1.1 Calculs pour le virage de base catégorie A/B :

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

Données :

VI= 335 km/h (180kt).

Altitude = 1 660 m.

Temps (T) = 2min30s.

Température= 40°C (ISA+20).

paramètre	Formule	Valeur
<b>K</b>	Selon l'altitude et la température	1,123152
<b>Vitesse vraie V</b>	$K \times \text{Vitesse indiquée (VI)}$	376,25 km/h.
<b>v</b>	$V \div 3600$	0,1045 km/s.
<b>R (vitesse angulaire de virage)</b>	est la plus petite entre : $R = 943,27 \div V$ et $1,98 \text{ }^\circ/\text{s}$	1,98°/s.
<b>r (rayon de virage)</b>	$V \div 62,83R$	3,02 km.
<b>h (altitude en milliers de mètres)</b>	1 660m	1,66.
<b>w (vitesse du vent)</b>	$12h + 87$	100,2 km/h.
<b>w'</b>	$w \div 3600$	0,027 km/s.
<b>E</b>	$45w' \div R$	0,01 km.
<b>∅</b>	$\emptyset = 0,116V \div T (2,5)$	17,45°.
<b>zV</b>	$h \text{ tg } 50^\circ$	1,97 km
<b>t</b>	$60 \times T$	150 s
<b>L</b>	$v \times t (150)$	15,67 km.
<b>ab1 = ab3</b>	$D - d1 + 5 (v - w')$	13,26 km
<b>ab2 = ab4</b>	$D + d1 + 11 (v + w')$	15,58 km
<b>W<sub>d</sub> = W<sub>g</sub></b>	50 E	0,5 km.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

$W_e = W_f = W_h$	100 E	1km.
$W_i$	190 E	1,9 km.
$W_j$	235 E	2,35 km.
<b>Angle de dérive d</b>	$\text{arc sin } (w \div V)$	15.44°
$N_{31}$	11 v	1,14 km.
$W_l$	11 w'	0,29 km.
$W_m$	$W_l + 50E$	0,79 km
$W_n$	$W_l + 100E$	1,29 km.

Tableau IV.11 : Calculs liés à la construction du gabarit de virage de base catégorie A/B.

### Remarque :

$$D = t \times v = 2 \text{ min } 30 \text{ s } (150 \text{ s}) \times 335 \text{ km/h } (90,05 \text{ m/s}) = 13507,5 \text{ m}$$

$$d_1 = 0,46 \text{ km} + 0,0125 D = 0,4768.$$

### 2.3.1.2 Calculs pour le virage de base catégorie C/D :

Données :

VI = 465 km/h (250 kt).

Temps (T) = 2 min.

Altitude = 1660 m.

Température = 40°C (ISA+20).

paramètre	Formule	Valeur
<b>K</b>	Selon l'altitude et la température	1,123152
<b>Vitesse vraie V</b>	$K \times \text{Vitesse indiquée (VI)}$	522,26 km/h
<b>v</b>	$V \div 3600$	0,1450 km/s.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

<b>R (vitesse angulaire de virage)</b>	est la plus petite entre : $R = 943,27 \div V$ et $1,98 \text{ }^\circ/\text{s}$	1,80°/s.
<b>r (rayon de virage)</b>	$V \div 62,83R$	4,61 km.
<b>h (altitude en milliers de mètres)</b>	1 660m	1,66.
<b>w (vitesse du vent)</b>	$12h + 87$	100,2 km/h.
<b>w'</b>	$w \div 3600$	0,027 km/s.
<b>E</b>	$45w' \div R$	0,01 km.
<b><math>\emptyset</math></b>	$\emptyset = 0,116V \div T (2,5)$	30,29°.
<b>zV</b>	$h \text{ tg } 50^\circ$	1,9 km.
<b>t</b>	$60 \times T$	120 s
<b>L</b>	$v \times t (150)$	17,4 km.
<b>ab1 = ab3</b>	$D - d1 + 5 (v - w')$	15,43 km
<b>ab2 = ab4</b>	$D + d1 + 11 (v + w')$	17,45 km
<b><math>W_d = W_g</math></b>	50 E	0,5 km.
<b><math>W_e = W_f = W_h</math></b>	100 E	1km.
<b><math>W_i</math></b>	190 E	1,9 km.
<b><math>W_j</math></b>	235 E	2,35 km.
<b>Angle de dérive d</b>	$\text{arc sin } (w \div V)$	11.06°
<b><math>N_{31}</math></b>	11 v	1,59 km.
<b><math>W_l</math></b>	11 w'	0,29 km.
<b><math>W_m</math></b>	$W_l + 50E$	0,79 km.
<b><math>W_n</math></b>	$W_l + 100E$	1,29

Tableau IV.12: Calculs liés à la construction du gabarit de virage de base catégorie C/D.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

### Remarque :

$$D = t \times v = 2 \text{ min } (120 \text{ s}) + 465 \text{ km/h } (129,16 \text{ m/s}) = 15500 \text{ m}$$

$$d1 = 0,46 \text{ km} + 0,0125 D (15,5 \text{ km}) = 0,65375 \text{ km}$$

Grâce aux calculs effectués dans les deux tableaux précédents « Tableau IV.12 et IV.13), nous pouvons faire la conception des deux virages de base, les étapes de construction se trouvent dans l'annexe 17.

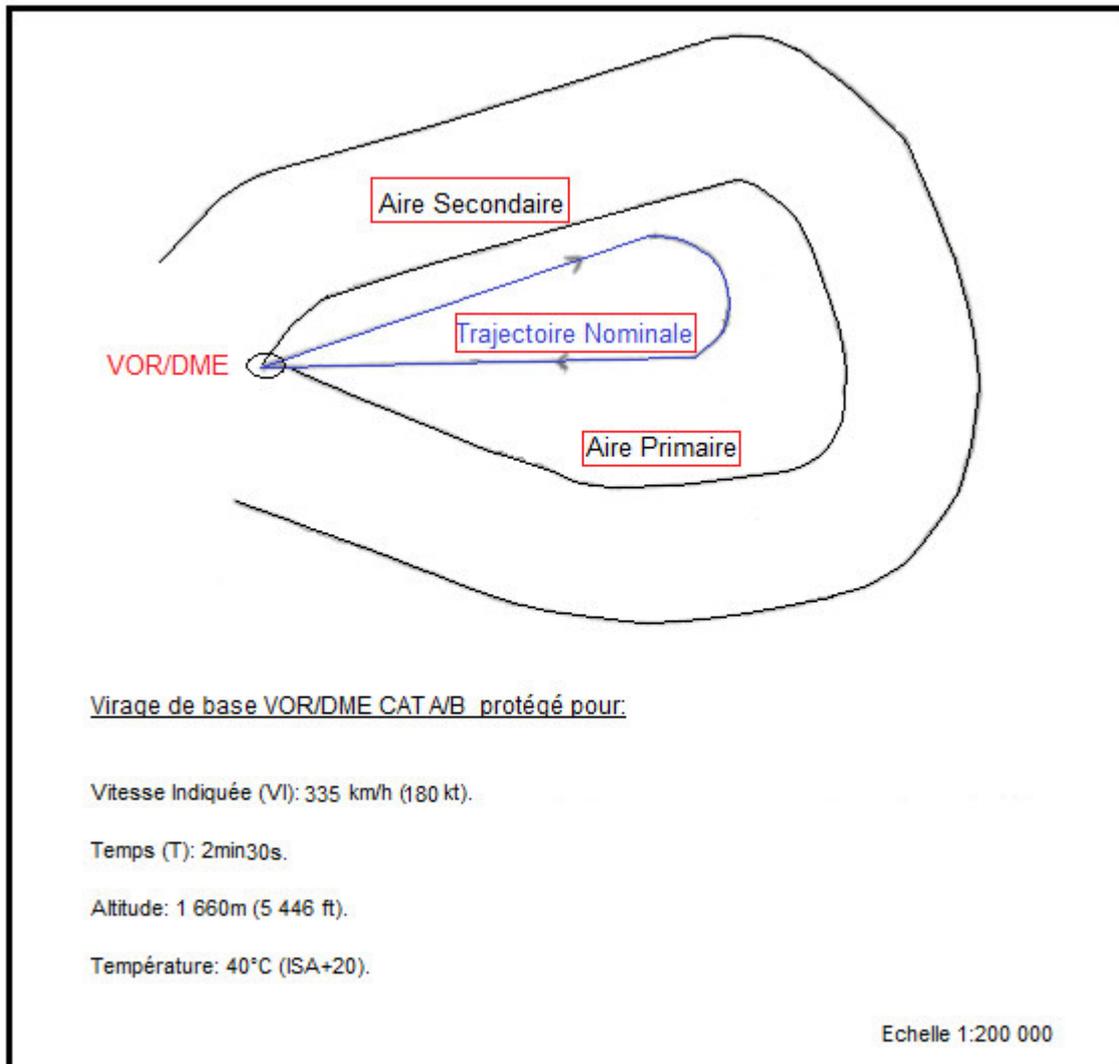


Figure IV.15: Dessin du virage de base catégorie A/B.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

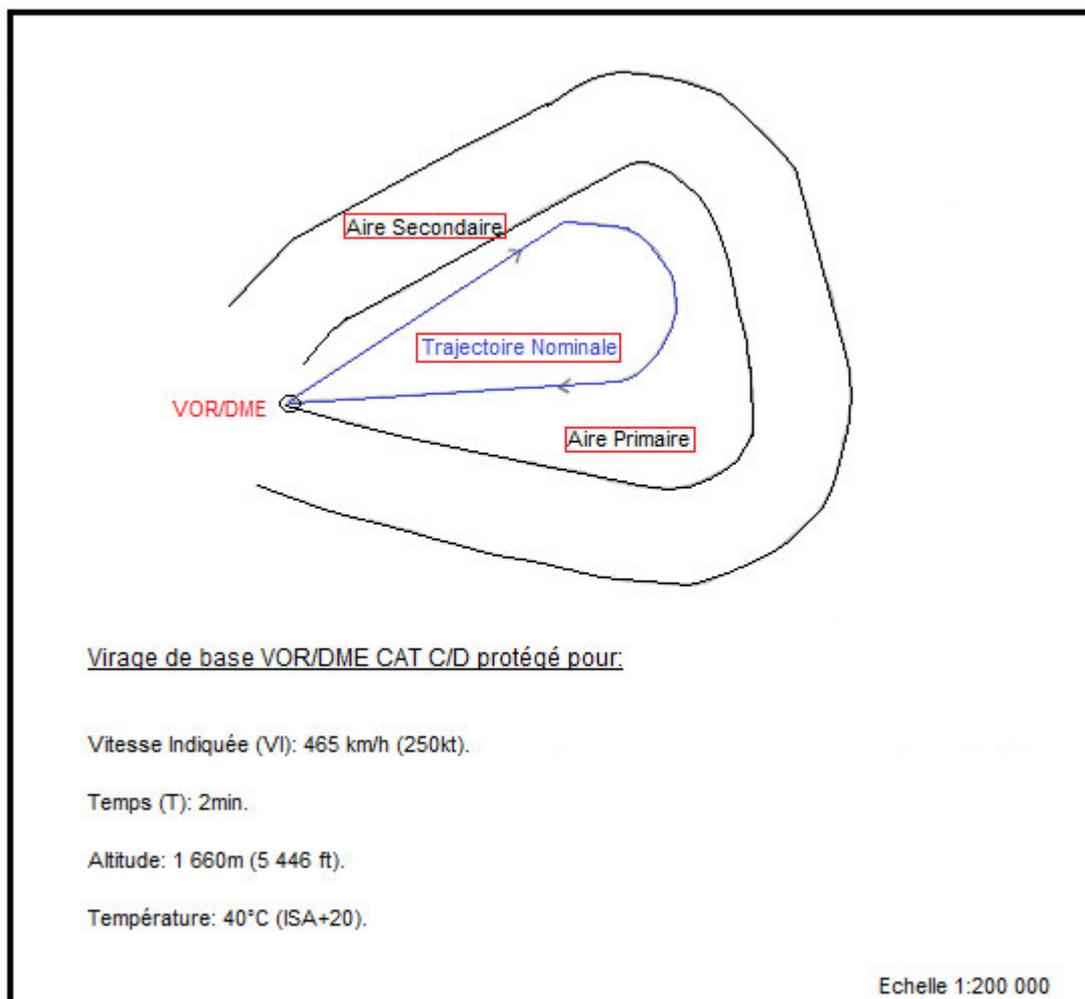


Figure IV.16 : Dessin du virage de base catégorie C/D.

### 2.3.2 Calcul de MOCA/H du virage de base :

Une fois les deux virages conçus, nous devons calculer la MOCA/H des virages :

	OBS (m)	MFO (m)	MOCA/H (m)
<b>Aire primaire</b>	793	300	1 093
<b>Aire secondaire</b>	757	247,82	1004,82
	797	221,73	1018,73
	795	169,56	964,56

Tableau IV.13: Calculs de la MOCA/H du virage de base CAT A/B.

Donc la MOCA/H dans le virage de base catégorie A/B est : 1093m  $\approx$  1 100m.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

	OBS(m)	MFO(m)	MOCA/H(m)
Aire primaire	793	300	1 093
Aire secondaire	769	234,78	1003,78
	789	208,69	997,69
	797	169,56	966,56

Tableau IV.14: Calculs de la MOCA/H du virage de base CAT C/D.

Donc la MOCA/H dans le virage de base catégorie C/D est : 1093m  $\approx$  1 100m.

### 2.3.3 Calcul de l'OCA/H du segment final:

Avant de passer au calcul de l'OCA/H, il faut d'abord faire la construction de l'aire d'approche du segment final, ou bien la branche de rapprochement du virage de base.

L'aire d'approche finale a une largeur de 3,7 km (2,0 NM) à l'installation et s'évase sous un angle de 7,8° de part et d'autre. Les aires secondaires, comprenant chacune 25 % de la largeur totale, se situent de part et d'autre de l'aire primaire.

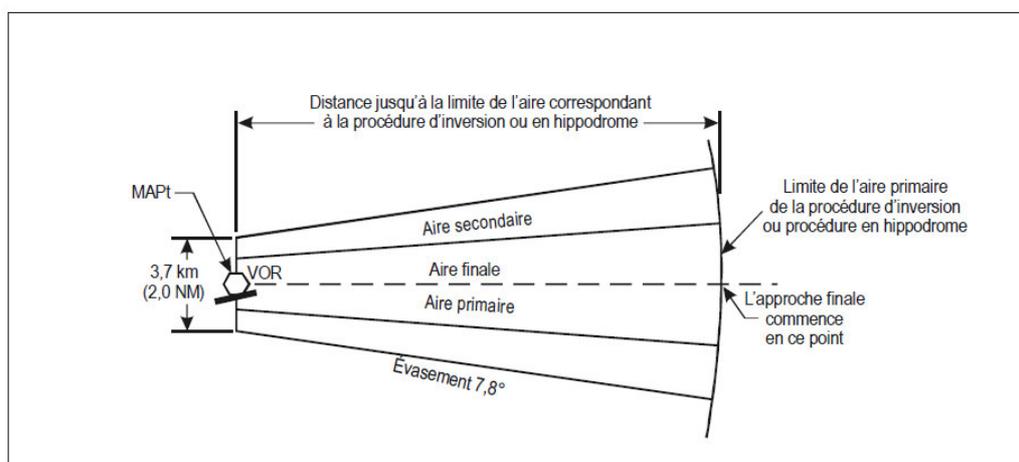


Figure IV.17 :Aire d'approche finale (VOR)

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

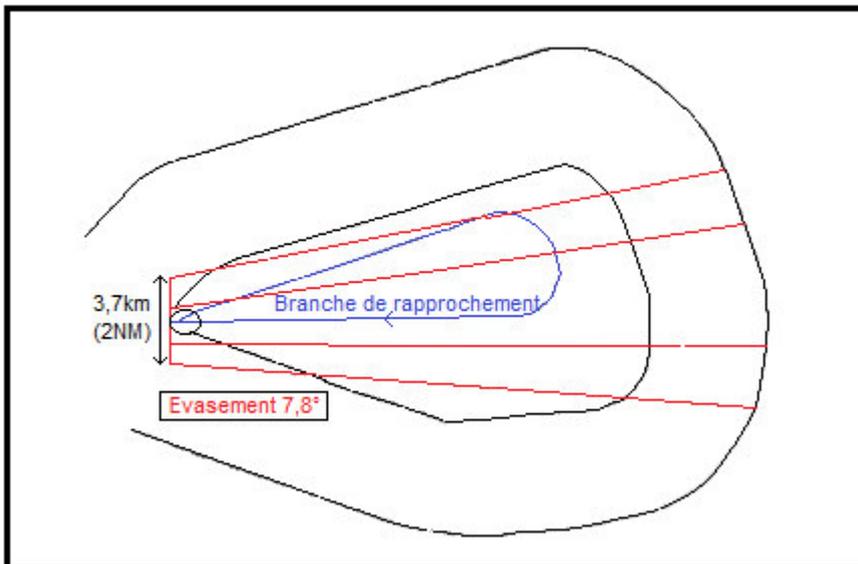


Figure IV.18 : Dessin de l'aire d'approche du segment final pour le virage de base CAT A/B.

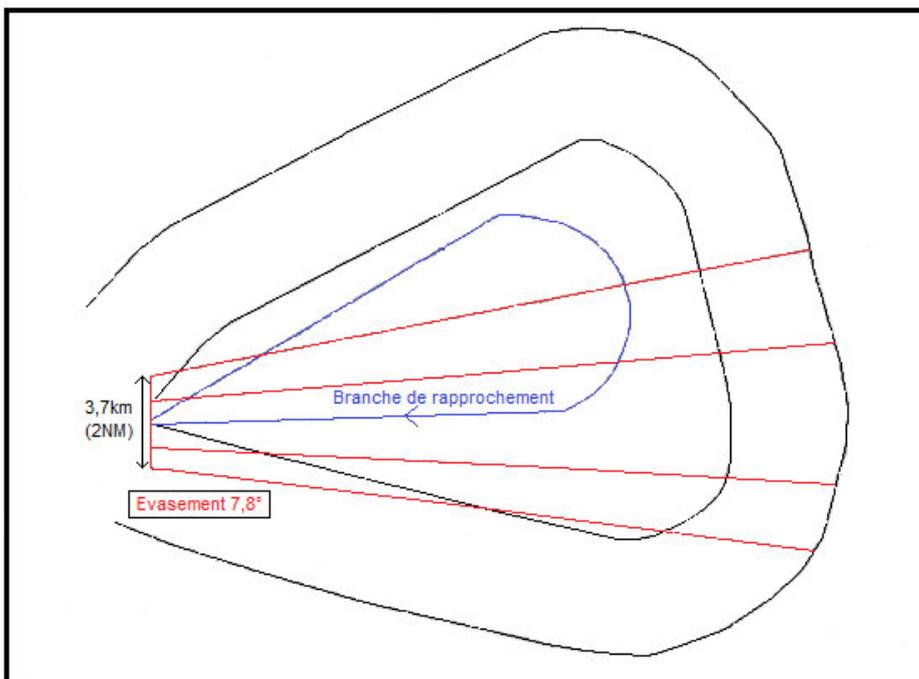


Figure IV.19 : Dessin de l'aire d'approche du segment final pour le virage de base CAT C/D.

L'aire d'approche finale construite, on passe aux calculs de l'OCA/H :

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

	OBS (m)	MFO (m)	OCA/H (m)
<b>Aire primaire</b>	793	75	868
<b>Aire secondaire</b>	788	18,75	806,75
	741	50	791
	733	16,66	749,66

Tableau IV.15: Calculs de l'OCA/H du segment d'approche final CAT A/B.

	OBS (m)	MFO (m)	OCA/H (m)
<b>Aire primaire</b>	793	75	868
<b>Aire secondaire</b>	788	50	838
	733	52,5	785,5
	628	50	678

Tableau IV.16 : Calculs de l'OCA/H du segment d'approche final CAT C/D

Donc l'OCA/H pour les deux catégories A/B et C/D est de 868m  $\approx$  870m

### 2.4 Approche interrompue :

#### 2.4.1 Conception :

Une procédure interrompue sera établie pour notre approche aux instruments, ce sera une procédure d'approche interrompue avec virage amorcé à un point de virage (TP). Le virage est effectué pour retourner vers la station VOR/DME, afin de faire une autre attente, ou de recommencer la procédure.

##### 2.4.1.1 Segment initial :

Le segment initial d'une approche interrompue commence au MAPT et se termine au SOC. Nous avons choisi la position du MAPT en amont de l'installation de radionavigation VOR/DME, à 2NM de cette dernière. Car notre approche n'est pas dans l'axe (le moyen n'est pas aligné avec l'axe de la piste projetée), donc il faudrait un certain temps (une certaine distance) au pilote afin qu'il puisse s'aligner correctement pour effectuer l'approche.

Le SOC, se trouve à une certaine distance du MAPT. Cette distance est calculée grâce à la formule suivant:

$$D = \frac{(3+15) \times (185+10) \times 1852}{3600} = 1\ 805,7\text{m.}$$

3 : 3 secondes de vol à la vitesse maximale d'approche finale pour la catégorie d'aéronefs dont il s'agit.

15 : 15 secondes de vol à une VV (Vitesse vraie) basée sur la vitesse d'approche finale la plus élevée pour chaque catégorie d'aéronefs.

185 : Vitesse indiquée d'approche finale en nœuds.

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

10 : Facteur vent arrière de 19 km/h (10 kt).

Donc le SOC se trouve à 1 805,7m du MAPT, la longueur du segment initial de l'approche interrompue.

### 2.4.1.2 Segment intermédiaire :

Le segment intermédiaire se trouve entre le SOC et le TP (le point de virage). Le TP se trouve à 2NM du moyen VOR/DME.

### 2.4.1.3 Segment finale :

Le segment finale commence au TP, et se termine au moyen (VOR/DME), les données de construction du virage sont :

- **Vitesse :**

La vitesse indiquée (VI) pour l'approche interrompue finale, selon la catégorie d'aéronef utilisant l'aérodrome est : 490 km/h.

- **Altitude :**

C'est l'altitude topographique de l'aérodrome de HassiR'mel plus 300m :

758m + 300m = 1056m.

- **Température :**

La température de référence de l'aérodrome de HassiR'mel est : 40°C.

- **Inclinaison :**

Angle moyen effective d'inclinaison latérale : 15°

- **Tolérance technique du vol :**

Distance (c) équivalant à 6 secondes de vol (3 secondes de réaction du pilote et 3 secondes de temps d'établissement de l'inclinaison latérale) à la vitesse d'approche interrompue finale plus 56 km/h (30 kt) de vent arrière ;

Grâce à ces données citées ci-dessus, nous pouvons effectuer le calcul nécessaire à la conception du virage :

<b>VV (Vitesse vraie)</b>	$VI \times K$	533,85 km/h
<b>C (6secondes)</b>	$(VV+56) \times \frac{6}{3600}$	0,87 km
<b>R</b>	$\frac{542}{VV}$	1,01°/s



## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

$$\text{OCA/H} = \text{OBS} + \text{Végétation} + \text{MFO} - (d_0 + \text{tg}\alpha)$$

$d_z$  = distance horizontale depuis le SOC jusqu'au premier TP (4,4 km).

$$\text{Tg}\alpha = 2\%.$$

OBS (m)	Végétation (m)	distance la plus courte depuis l'obstacle jusqu'à la ligne K-K	$d_0$ = distance la plus courte depuis l'obstacle jusqu'à la ligne K-K + $d_z$	MFO	OCA/H
782	15	2	6,4	50	846,75
789	15	1,2	5,6	50	853,86
727	15	10,6	15	50	791,62
786	15	12,6	17	50	850,57
757	15	17,8	22,2	50	821,44

Tableau IV.18: Calcul de l'OCA/H dans le segment final d'approche interrompue.

Donc l'OCA/H pour l'approche interrompue est de 853,86m  $\approx$  860m.

### 2.5 Aire de manœuvre à vue (approche indirecte) :

#### 2.5.1 Conception :

La taille de l'aire de manœuvre à vue (approche indirecte) varie selon les catégories d'aéronefs. Pour délimiter l'aire :

- tracer un arc à partir du centre du seuil de chaque piste utilisable, d'un rayon approprié à la catégorie d'aéronefs ;
- à partir des extrémités des arcs adjacents, tracer des tangentes aux arcs ;
- raccorder les tangentes. [7]

Nous avons établis des aires de manœuvre à vue pour les 04 catégories d'aéronef (CAT A, B, C et D) :

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

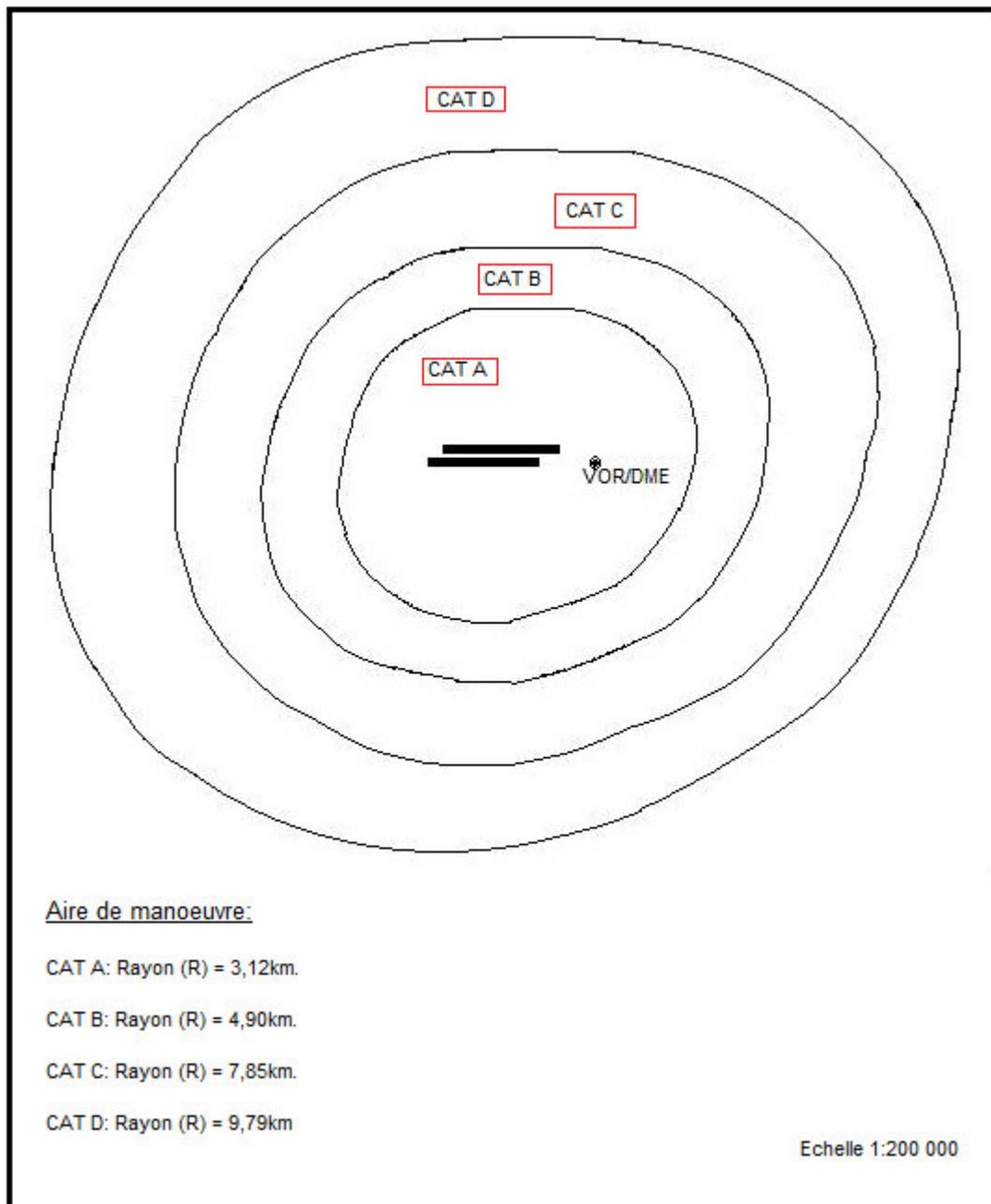


Figure IV.21 : Dessin de l'aire de manoeuvre à vue, CAT A/B/C/D.

### 2.5.2 L'OCA/H :

L'OCA/H de l'aire de manoeuvre à vue, dépend de la catégorie d'aéronef :

Catégorie d'aéronef	OCA/H
A	120 m
B	150 m
C	180 m

## Chapitre IV : Projet sommaire technique de la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel

---

D	210 m
---	-------

Tableau IV.20: OCA/H de la manoeuvre à vue selon la catégorie d'aéronef.

### 4.3 Conclusion :

La réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel nécessite certains réaménagements que nous avons projeté dans la première partie de ce chapitre. La seconde partie porte sur la conception d'une nouvelle procédure d'approche VOR/DME (Catégorie A/B et C/D) pour le seuil 26R de la piste projetée 08/26(N). Le tracé final de la procédure se trouve dans les annexes 19 et 20.

## Conclusion générale

---

Dans le cadre du projet de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme de Master, option : Exploitation Aéronautique, nous avons présenté dans ce mémoire la réhabilitation de l'aérodrome de HassiR'mel.

Cette étude théorique nous a permis de réaliser une nouvelle piste parallèle à celle existante 08/26 au Nord de cette dernière. Ainsi on assure l'exploitation continue de l'aérodrome lors du renforcement de la piste existante 08/26.

En plus de la réalisation d'une nouvelle piste, nous avons aussi proposé quelques réaménagements que nous avons jugé nécessaires dans l'aérodrome de HassiR'mel, il s'agit de :

- La conception d'un nouveau poste de stationnement.
- La conception de deux voies de circulation.
- La modification de la clôture.

Pour terminer cette étude, nous avons décidé de finaliser ce travail par une procédure d'approche aux instruments VOR/DME pour la piste projetée 08/26 (N) seuil 26R.

Comme perspectives futures et dans la suite de notre travail, nous proposons de compléter ce travail par l'implantation d'un ILS pour la piste existante 08/26. Etant donné que nous avons voulu aussi proposer l'implantation d'un ILS, et faire une procédure de précision, mais cela nécessite de faire un projet à part entière, et par conséquent nous ne pouvons pas le réaliser dans notre mémoire.

En fin cette étude nous a permis de mettre en œuvre la phase pratique de notre cursus universitaire après avoir assimilé la phase théorique, notamment dans les infrastructures aéroportuaires et les procédures d'approche aux instruments. Ce stage de 03 Mois à l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA) nous a été très bénéfique.

En espérant qu'avec ce modeste travail, nous aurons pu trouver la solution au problème exposé au début du mémoire et répondre ainsi à la demande de Sonatrach qui était : de trouver une solution de manière à ne pas fermer l'aérodrome lors du renforcement de la piste 08/26 en service.

## **Bibliographie**

---

### Documents :

- [1] Abdelouahab Farouk H. 2014 – 2015. Cours 1 : Les Aéroports Algériens. Module : Gestion aéroportuaire.
- [2] Abdelouahab Farouk H. 2014 – 2015. Cours 5 : Planification et conception des aéroports. Module : Gestion aéroportuaire.
- [3] Boeing Commercial Airplane. 737 Airplane characteristics for airport planning. Septembre 2013.
- [4] Département études générales et d'aménagement. Service technique des bases aériennes. Septembre 1995. Les servitudes aéronautiques – Note d'information générale.
- [5] Instruction techniques sur les aérodromes. Chapitre 12 : Surfaces de dégagement - Balisage des obstacles
- [6] OACI. Annexe 14 : Aéroports. Volume I : Conception et exploitation technique des aérodromes. Sixième édition Juillet 2013.
- [7] OACI. Exploitation technique des aéronefs (Doc 8186). Volume II : Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments. Cinquième édition 2006.
- [8] OACI. Manuel de conception des aérodromes (Doc 9157). 1ère Partie : pistes. Quatrième édition 2006.
- [9] OACI. Manuel de conception des aérodromes (Doc 9157). 2ème Partie : voie de circulation, aires de trafic et plates-formes d'attente de circulation. Quatrième édition 2005.
- [10] OACI. Manuel de conception des aérodromes (Doc 9157). 4ème Partie : Aides Visuels. Quatrième édition 2004.
- [11] OACI. Manuel des services d'aéroport (Doc 9137). 6ème Partie : Réglementation des obstacles. Deuxième édition 1983.
- [12] SIA Algérie. AIP restreint Algérie. Partie aérodrome. 01 Février 2014.

## Bibliographie

---

Site \* :

[1]\* Office National de la Météorologie. [En ligne]. (Page consultée le 22/03/2015).

<http://www.meteo.dz/index.php>

# Annexe 1 : Plan actuel de l'aérodrome de HassiR'mel

AIP RESTREINT  
ALGERIE

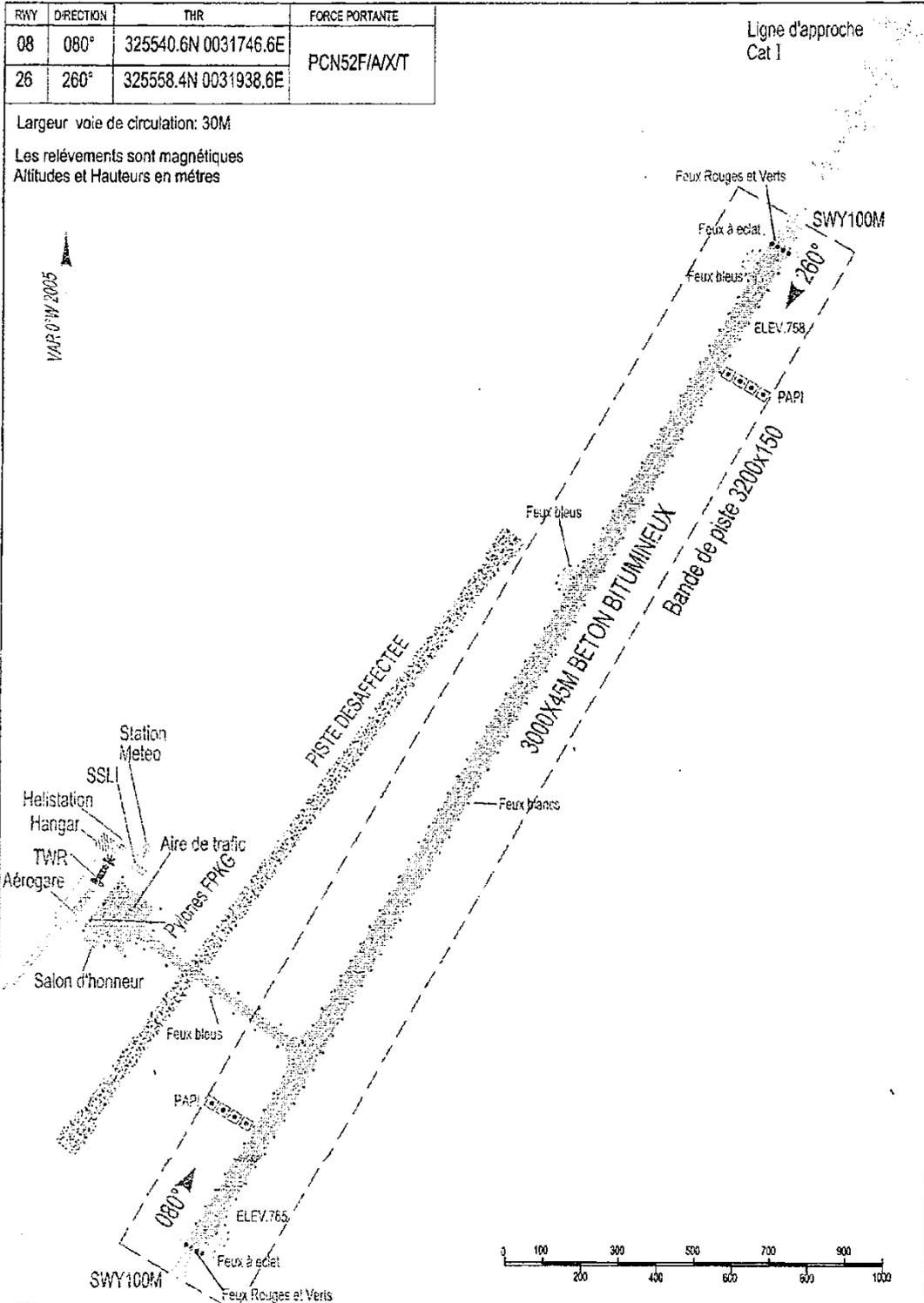
HASSI R'MEL / TILREMPT

AD 2 DAFH-AD  
08 MARS 15

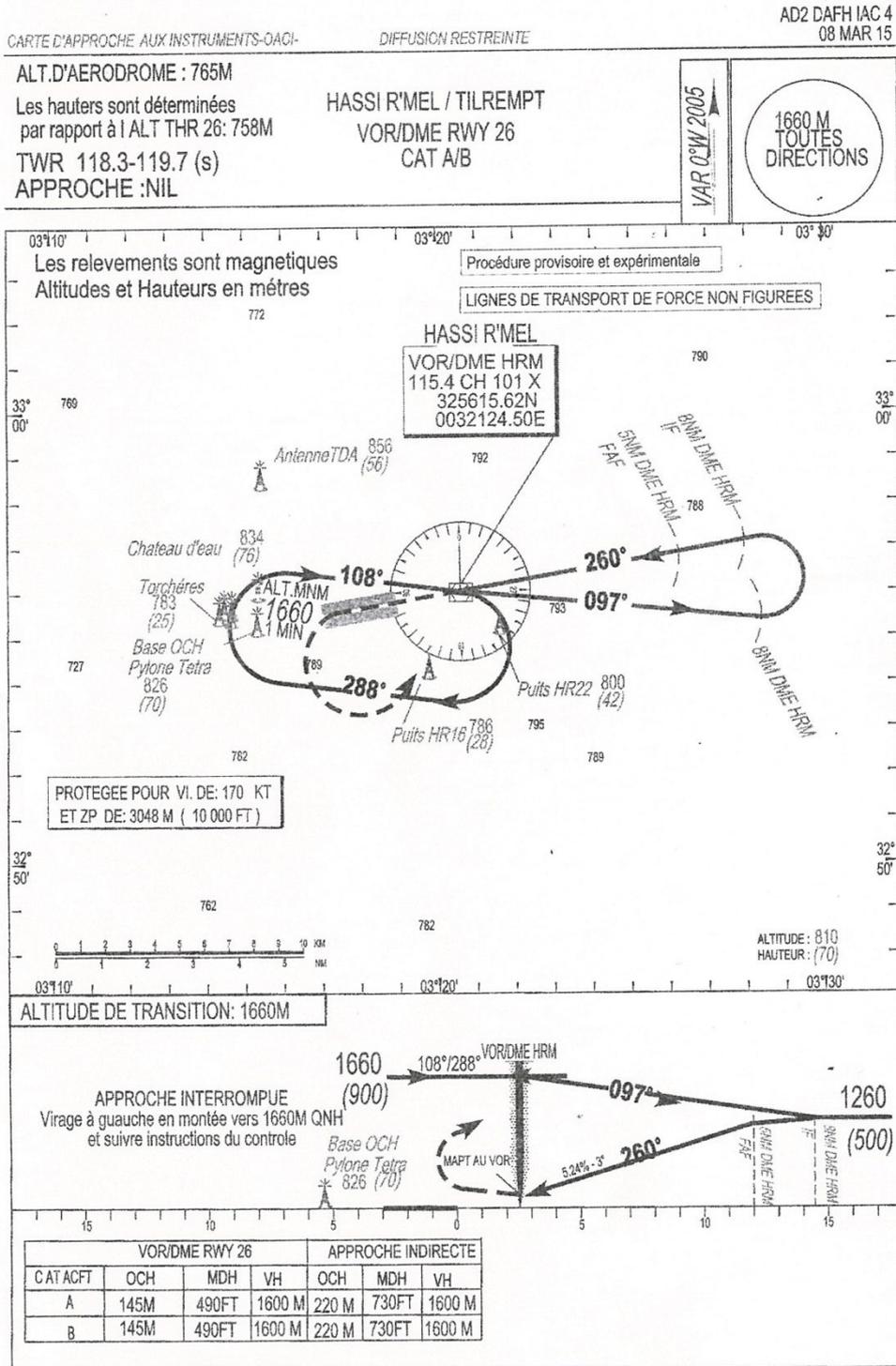
ARP: 325605.98N 0031806.83E  
ALT.D'AERODROME :765M

TWR :118.3 - 119.7(s)

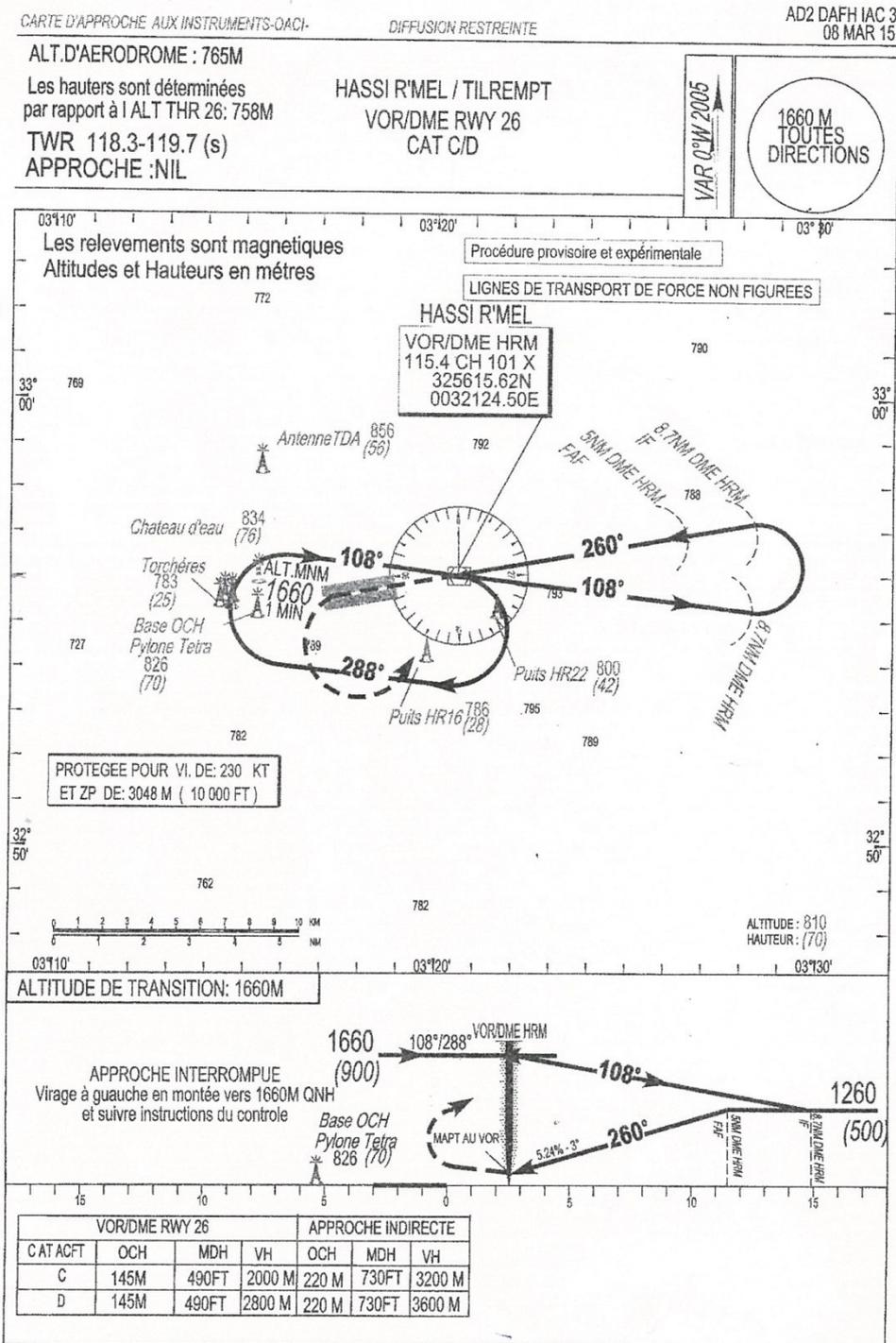
CARTE D'AERODROME -OACI



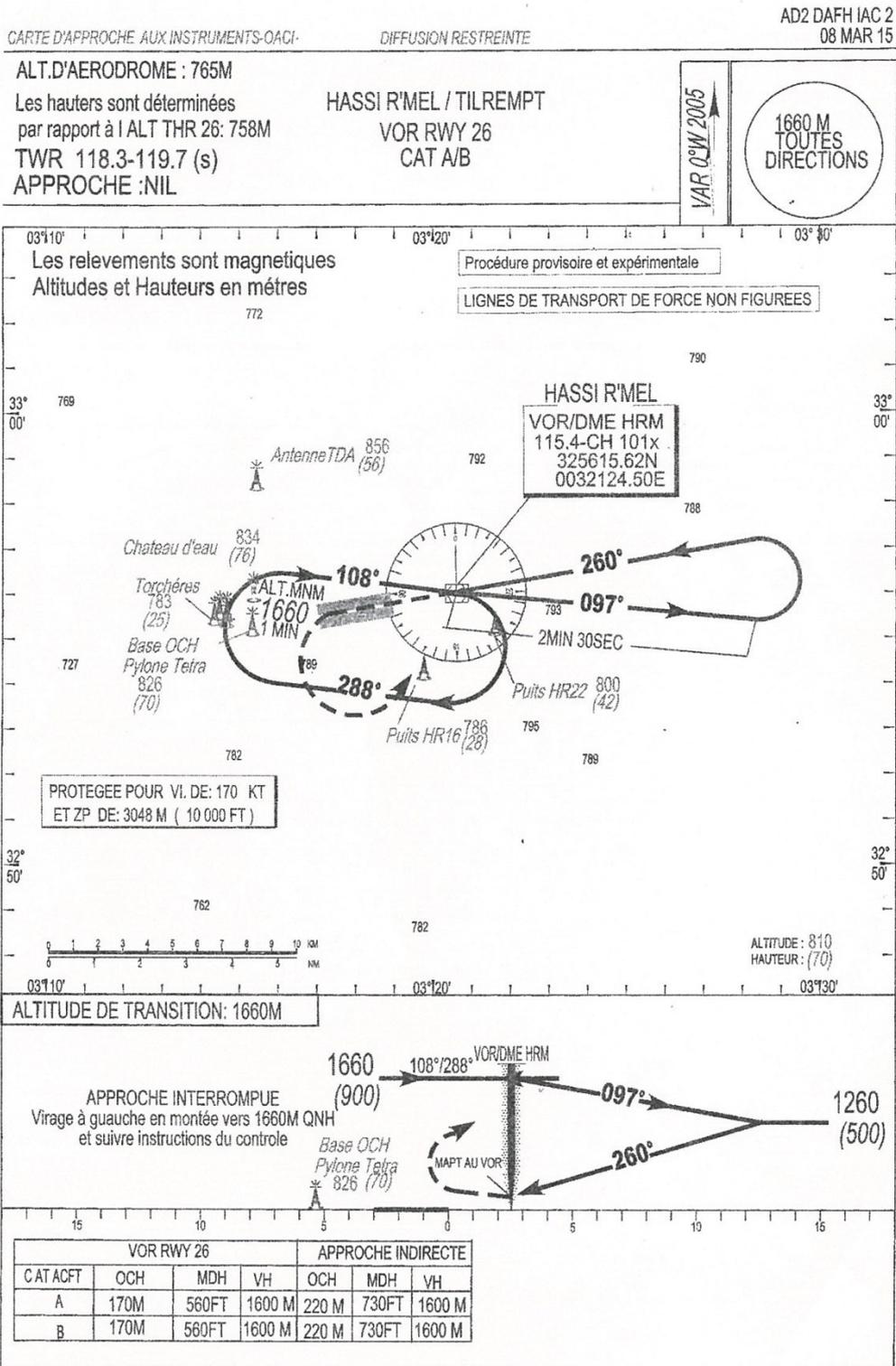
# Annexe 2 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D



# Annexe 2 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D



# Annexe 3 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D



# Annexe 3 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D

CARTE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS-CACI-

DIFFUSION RESTREINTE

AD2 DAFH IAC 1  
08 MAR 15

ALT.D'AERODROME : 765M

Les hauteurs sont déterminées  
par rapport à l'ALT THR 26: 758M

TWR 118.3-119.7 (s)

APPROCHE :NIL

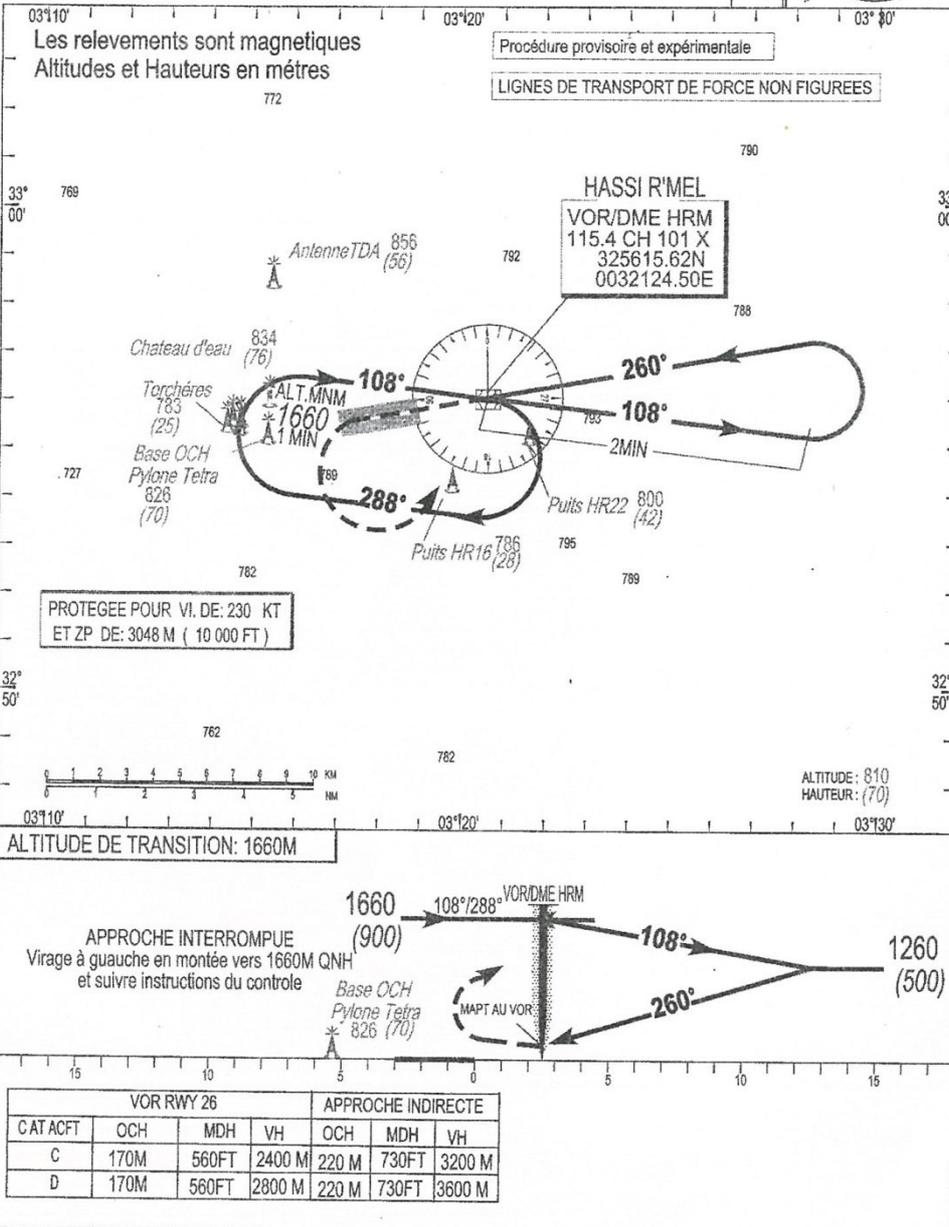
HASSI R'MEL / TILREMPT

VOR RWY 26

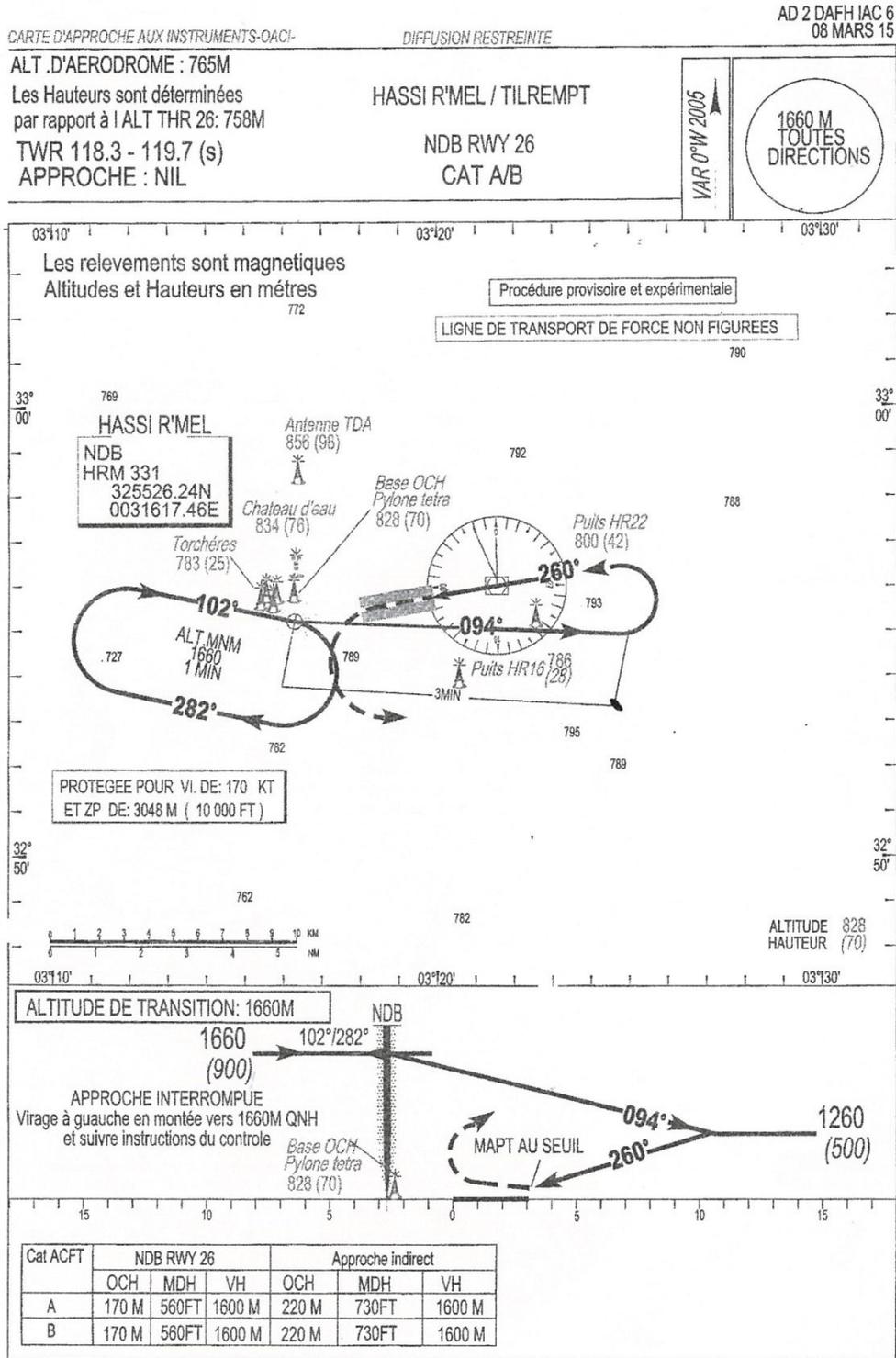
CAT C/D

VAR C/W 2005

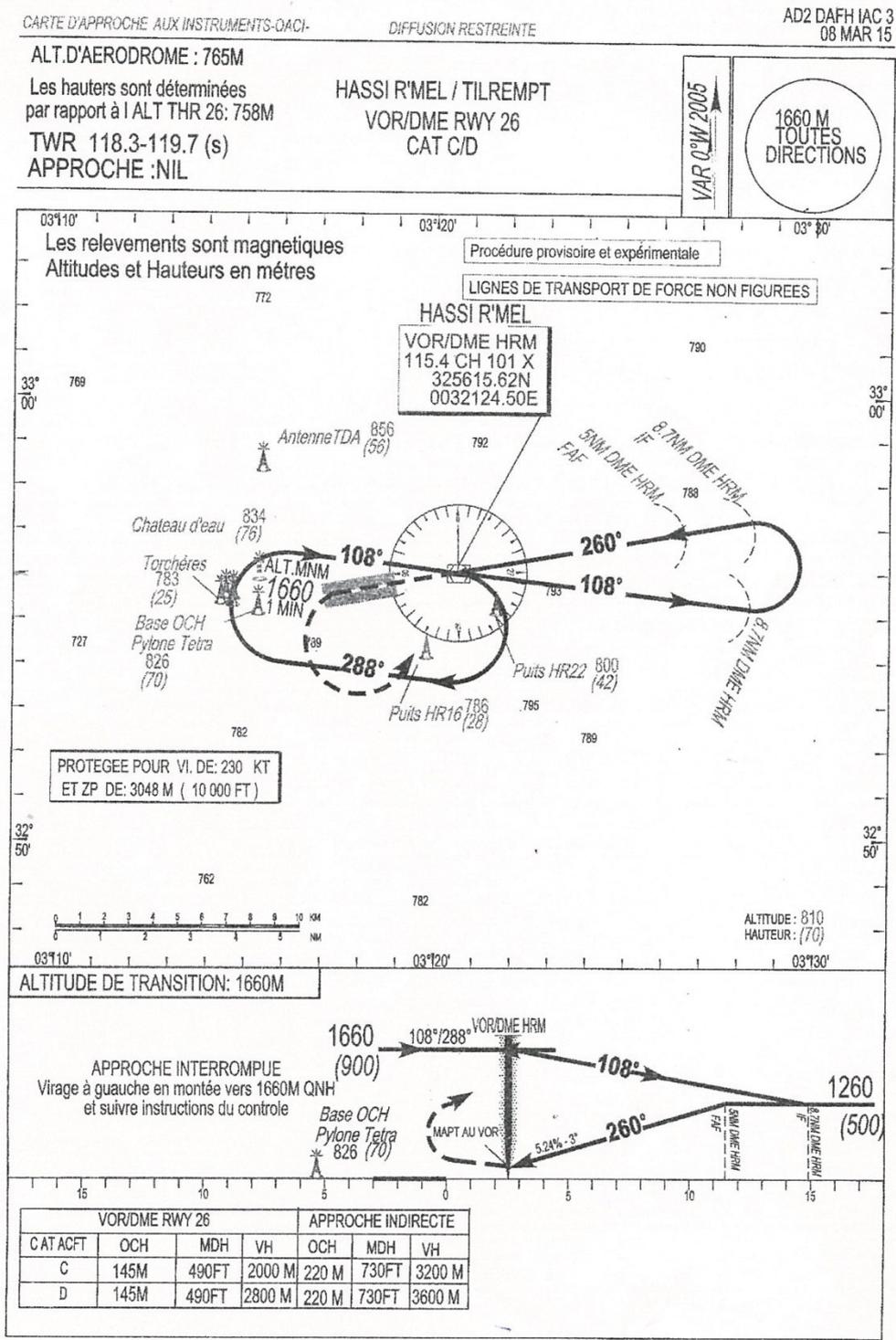
1660 M  
TOUTES  
DIRECTIONS



# Annexe 4 : Carte d'approche aux instruments, moyen NDB, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D



# Annexe 4 : Carte d'approche aux instruments, moyen NDB, seuil 26, CAT d'aéronef A/B et C/D



# Annexe 5 : Carte d'approche à vue

CARTE D'APPROCHE A VUE

DIFFUSION RESTREINTE

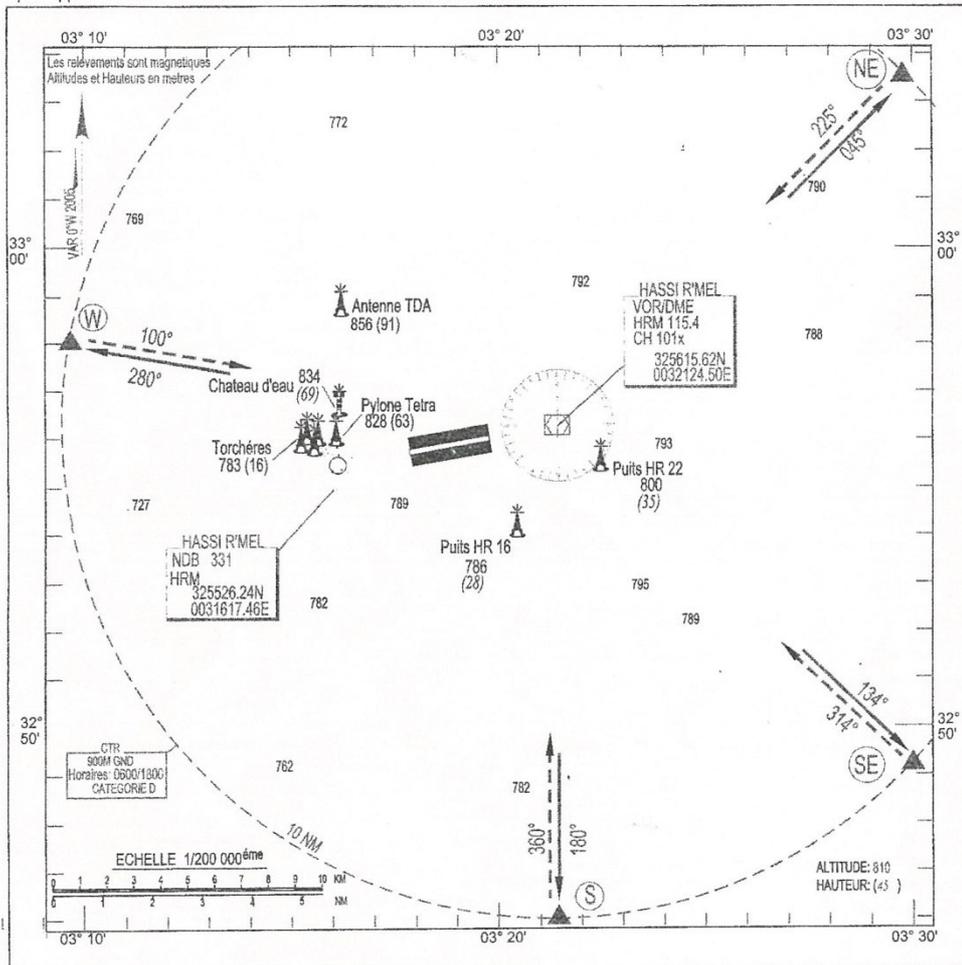
AD 2 DAFH VAC1  
08 MARS 15

ALT.AD: 765 M

Les hauteurs sont déterminées  
par rapport à l'altitude de l'AD

TWR : 118.3 - 119.7(s)

HASSI R'MEL / Tilrempt



NOTE: Aérodrome à usage restreint réservé à sonatrach.

- CHEMINEMENTS VFR:

---> ARRIVEES  
←--- DEPARTS

Points de report obligatoires :

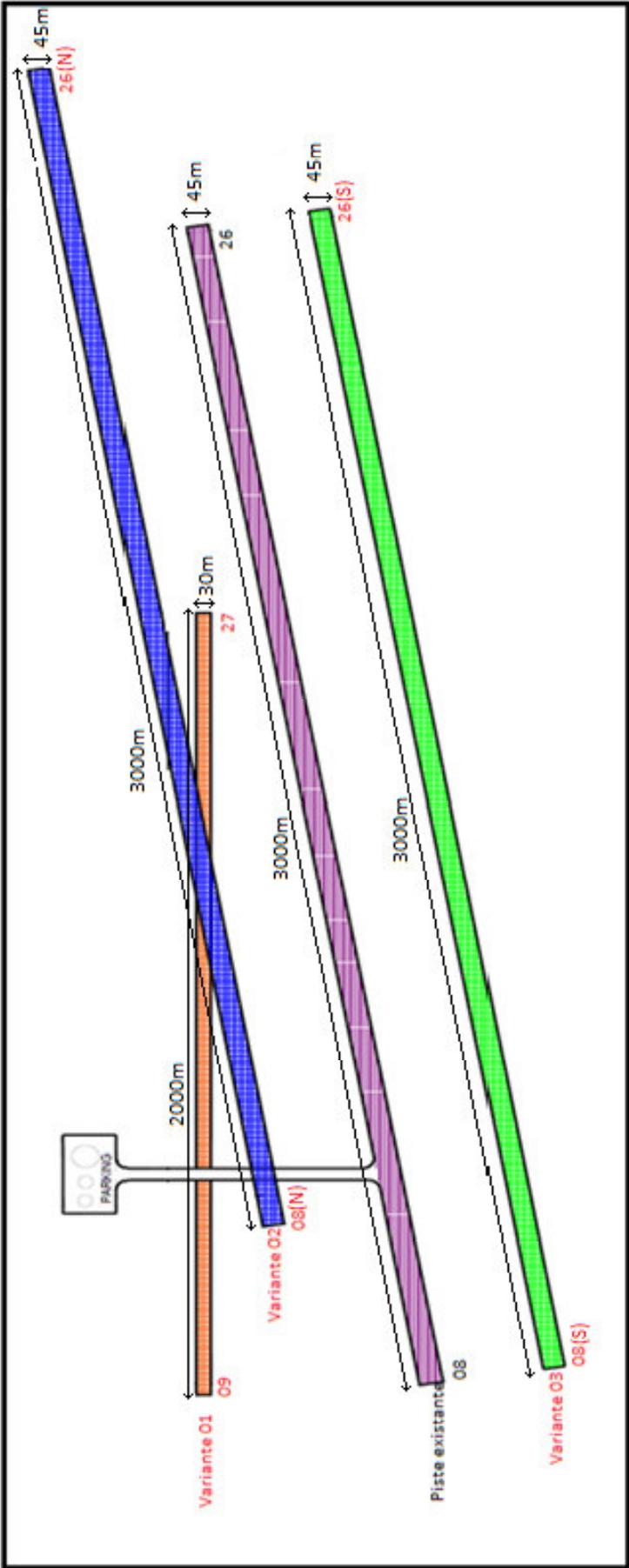
NE TELEM : 045°/225°

SE ZBAER : 134°/314°

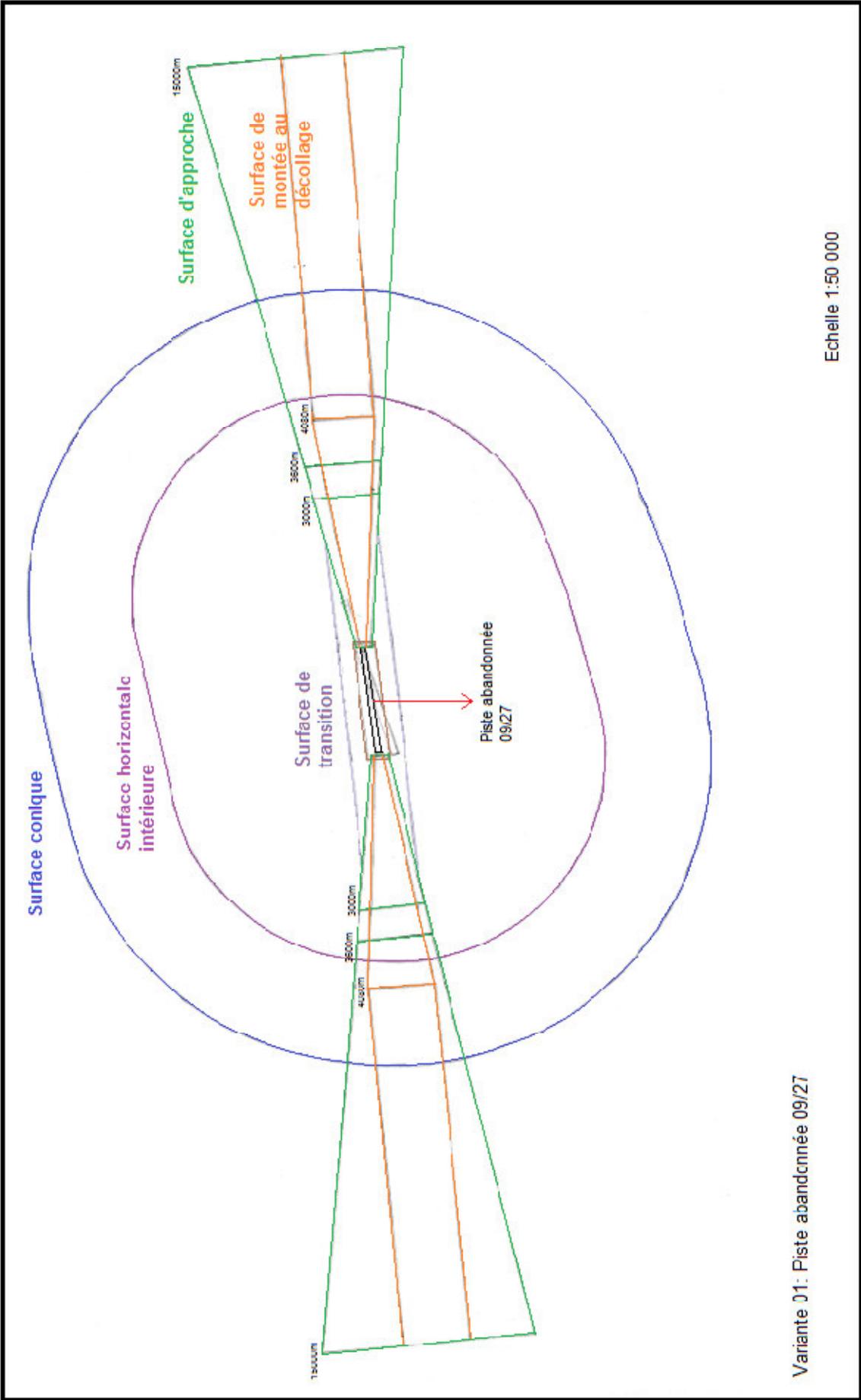
S AMORA : 180°/360°

W CHAFR : 280°/100°

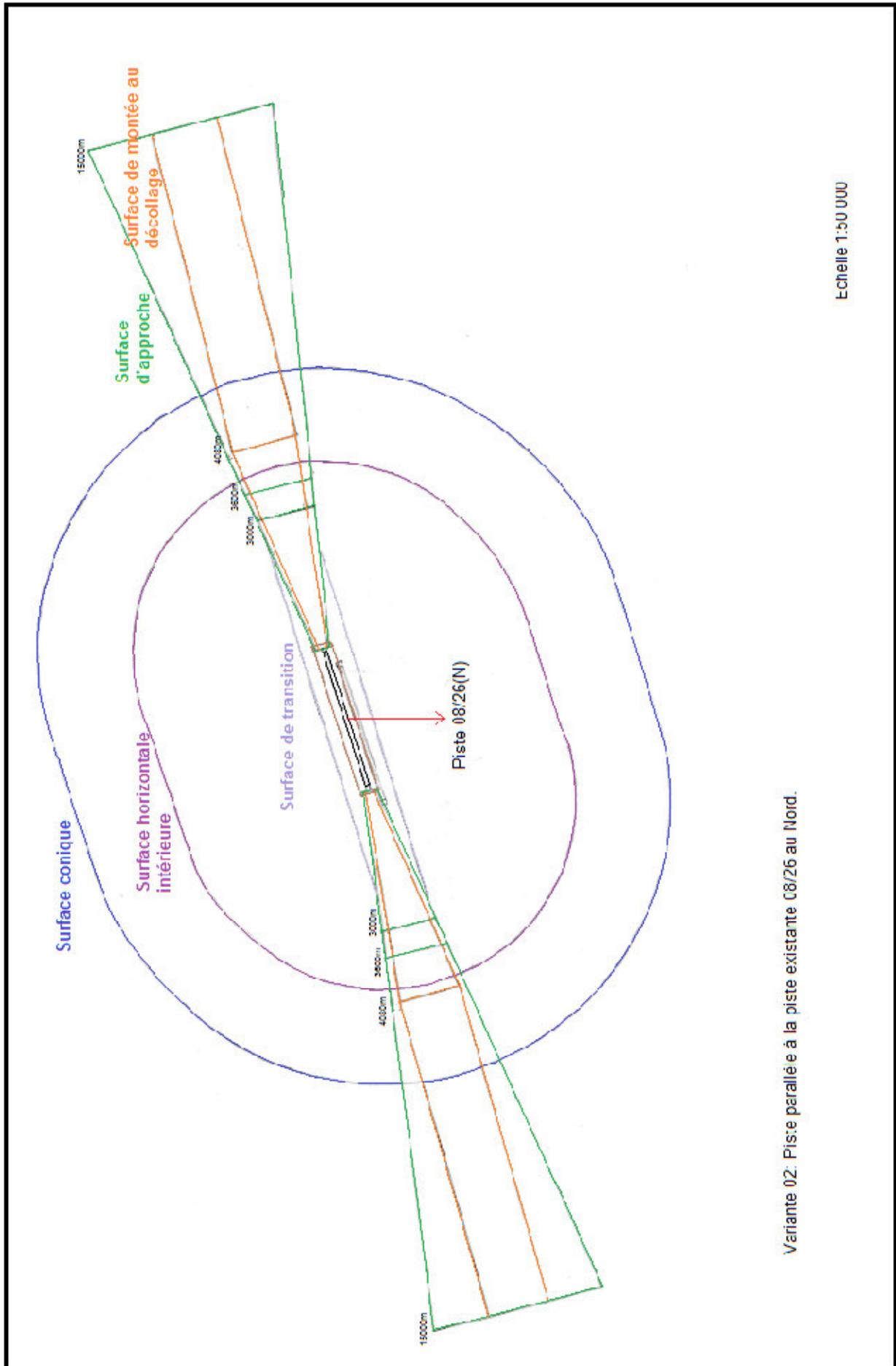
# Annexe 6: Présentation des variantes



**Annexe 7 : Plan de servitudes aéronautique de la variante 01**

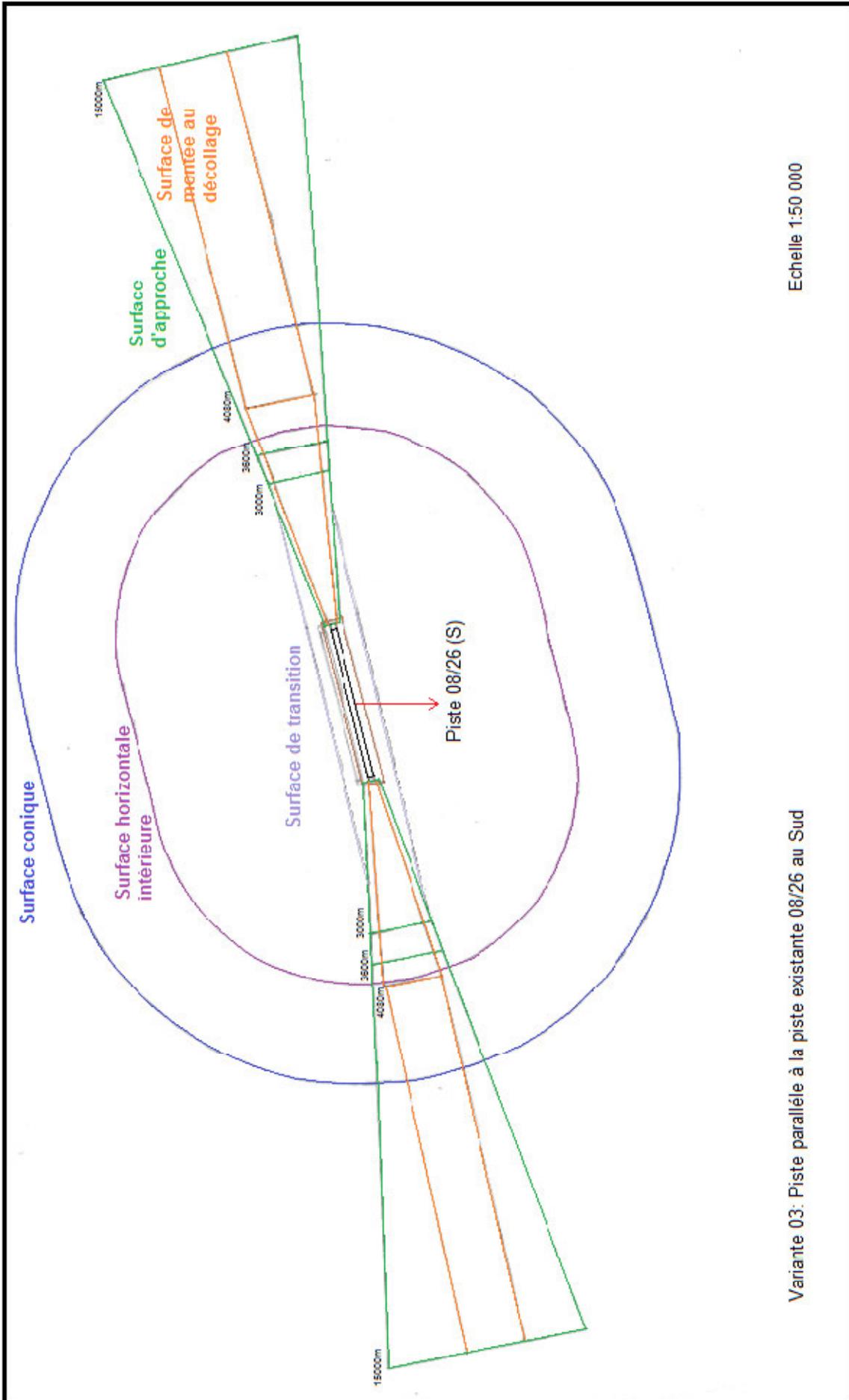


# Annexe 8 : Plan de servitudes aéronautiques de la variante 02



Variante 02. Piste parallèle à la piste existante 08/26 au Nord.

# Annexe 9 : Plan de servitudes aéronautiques de la variante 03



## Annexe 10 : Vérification des obstacles pour la variante 01

Surface	OBS	Altitude OBS(m)	Altitude de la surface (m)	Altitude de perception (m)
<b>Surface horizontale intérieure</b>	Pylône	821	800	-21
	Château d'eau	835	800	-35
<b>Surface conique</b>	Antenne TDA	856	850	-6
	Torche 2	778	867,5	89,5
<b>Surface d'approche</b>	Torche 1	783	839	56
	Tour GSM	812	820	8
	Tour TETRA	824	811	-13
	Tour télécom FIR	812	817	5
	Pylône de télécommunication	828	811	-17
	Antenne CA PTT	812	807	-5
	Antenne VOR/DME	790	826,5	36,5
<b>Surface de transition</b>	TWR	783	780,02	-2,97
	03 pylônes PRKG	787	772,87	-14,13
<b>Surface de montée au décollage</b>	Torche 1	783	868	85
	Tour GSM	812	820	8
	Tour TETRA	824	811	-13
	Antenne CA PTT	812	806	-6
	Antenne VOR/DME	790	826,5	36,5

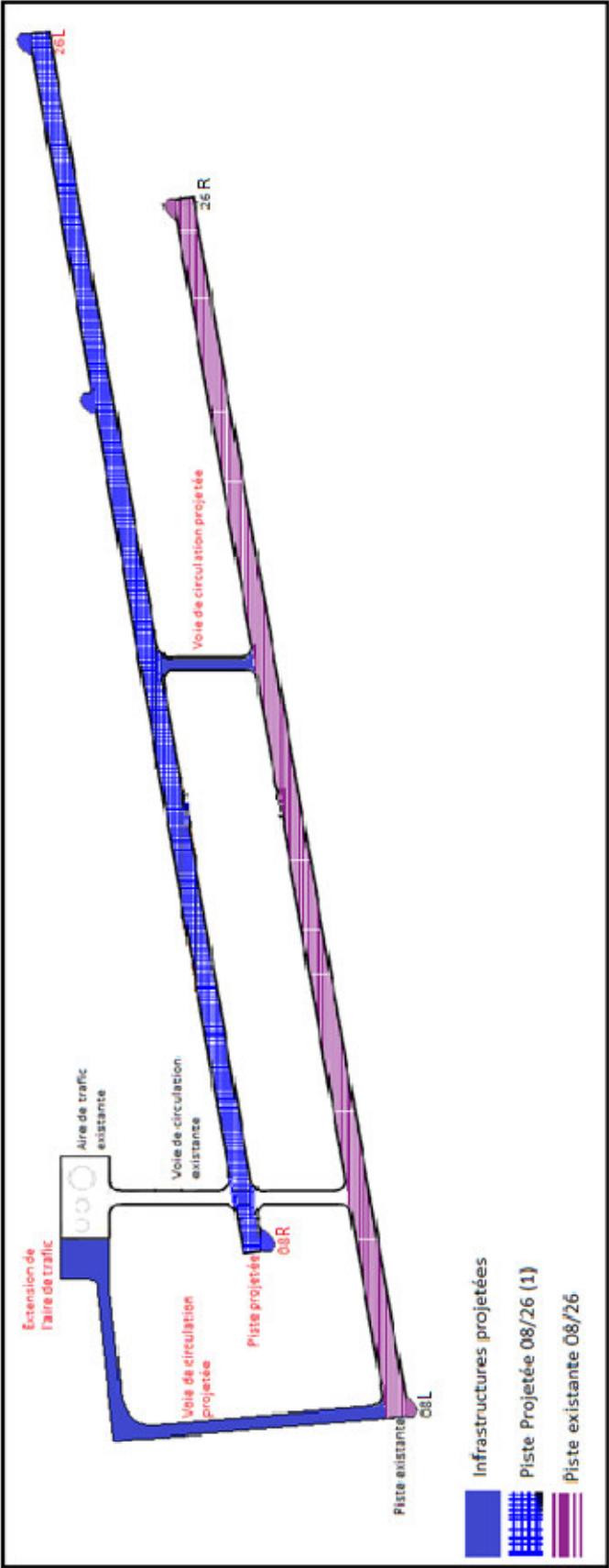
## Annexe 11 : Vérification des obstacles pour la variante 02

Surface	OBS	Altitude de l'OBS (m)	Altitude de surface (m)	Altitude de perception (m)
<b>Surface horizontale intérieure</b>	Pylône	821	803	-18
	Château d'eau	835	803	-32
	Tour télécom FIR	812	803	-9
	Tour GSM	812	803	-9
	Tour TETRA	824	803	-21
	Antenne CA PTT	812	803	-9
<b>Surface conique</b>	Antenne TDA	856	863,62	7,62
	Torche 2	778	871,75	93,75
	Torche 1	783	860,5	77,5
<b>Surface d'approche</b>	Antenne VOR/DME	790	807	17
	Antenne NDB	788	812,76	24,76
<b>Surface de transition</b>	TWR	783	788,38	5,38
	03 pylônes PRKG	787	783,02	-3,97
<b>Surface de montée au décollage</b>	Antenne VOR/DME	790	807	17
	Antenne NDB	788	812,76	24,76

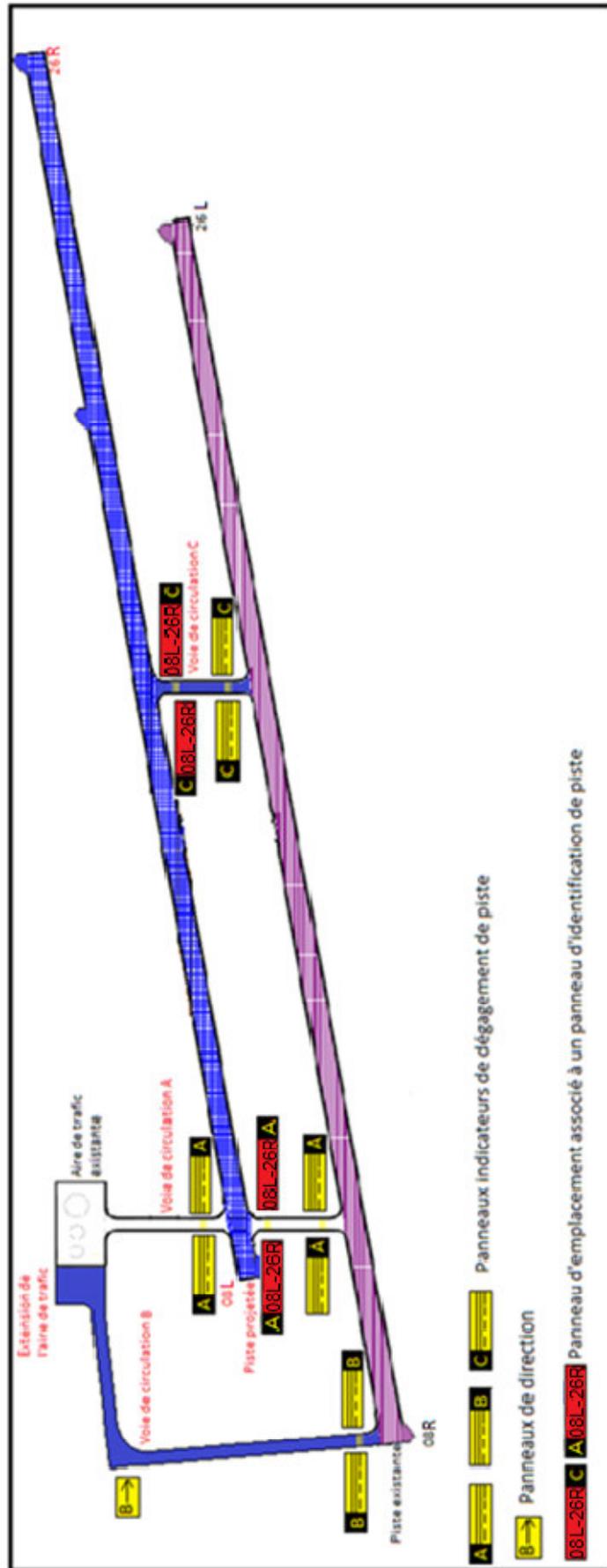
## Annexe 12 : Vérification des obstacles pour la variante 03

Surface	OBS	Altitude de l'OBS (m)	Altitude de la surface (m)	Altitude de perception (m)
<b>Surface horizontale intérieure</b>	Pylône	821	802	-19
	Château d'eau	835	802	-33
	Tour télécom FIR	812	802	-10
	Pylône de télécommunication	828	802	-26
	Tour TETRA	824	802	-22
	Antenne PTT	812	802	-10
	Tour GSM	812	802	-10
	TWR	783	802	19
	03 Pylônes PRKG	787	802	15
<b>Surface conique</b>	Antenne TDA	856	868,25	12,25
	Torche 2	778	868,25	90,25
	Torche 1	783	857	74
<b>Surface d'approche</b>	/	/	/	/
<b>Surface de transition</b>	/	/	/	/
<b>Surface de montée au décollage</b>	Antenne VOR/DME	790	811,5	21,5
	Antenne NDB	788	813,5	25,5

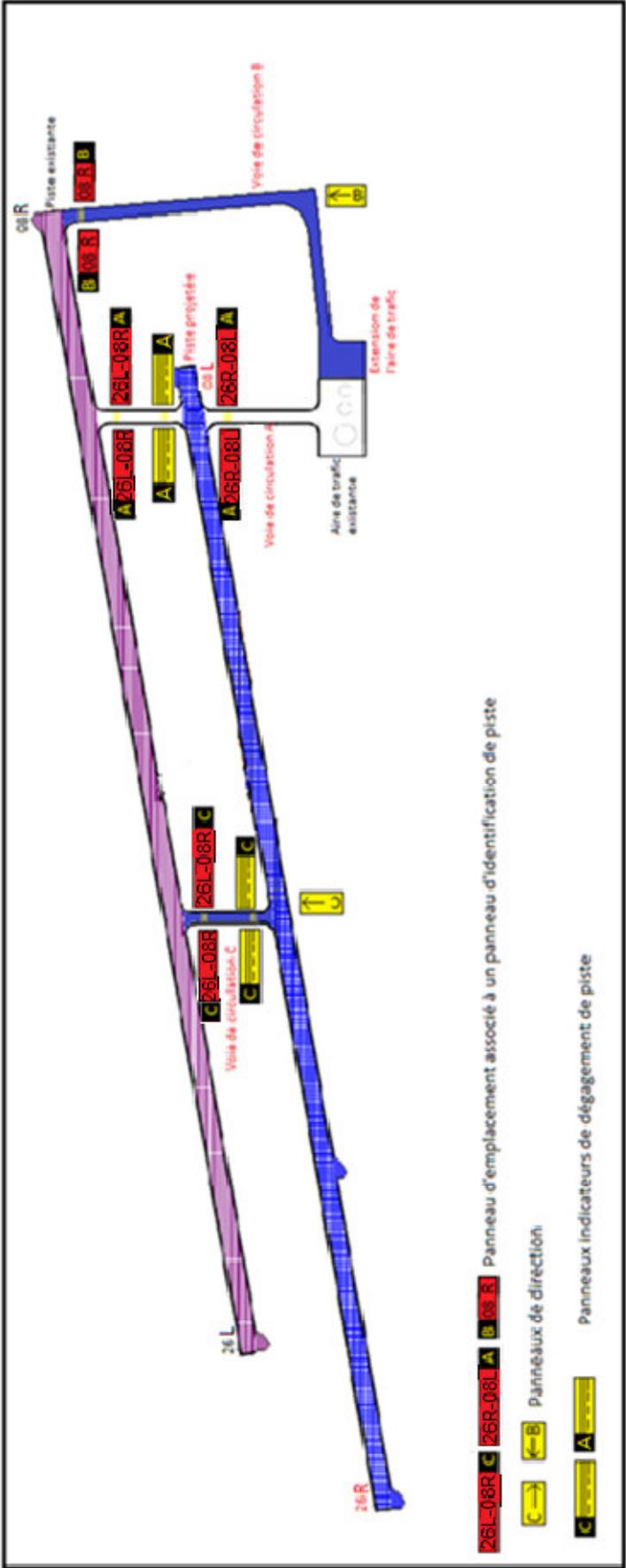
# Annexe 13 : Infrastructures projetées



# Annexe 14 : Panneaux de signalisation (Piste vers parking)



**Annexe 15 : Panneaux de signalisation (Parking vers piste)**



## **Annexe 16 : Etapes de construction de l'attente**

---

Les étapes de construction sont tirées du document : Instructions relative à l'établissement des procédures de départ, d'attente, et d'approche aux instruments, à la détermination et l'utilisation des minimums opérationnels (Direction de l'aviation civil Paris) :

La construction manuelle d'une aire d'attente ou d'une procédure en hippodrome se fait en deux étapes :

- La première étape consiste à construire un gabarit d'aire d'attente ou à en choisir un pré-calculé pour la vitesse et l'altitude appropriées.
- La seconde étape consiste à dessiner l'aire de protection du circuit d'attente en déplaçant le point d'attente du gabarit le long du périmètre de l'aire de tolérance du repère d'attente.

Première étape : Construction du gabarit :

- **Tracé du circuit nominal d'attente :**

A partir des éléments de protection de l'attente :

- vitesse indiquée maximale,
- altitude pression maximale,
- temps d'éloignement (T).

Le circuit nominal d'attente est tracé. (r est le rayon de virage).

Le point de référence du gabarit correspondant au repère d'attente est désigné par le symbole "a".

- **Influence des tolérances de navigation :**

Virage d'éloignement :

A partir de a, porter b à 5 s de vol de a (délai de mise en virage) et c à 11 s de vol de a (délai de perception du repère : 6 s + délai de mise en virage : 5 s).

Tracer un arc de 180°, de rayon r, tangent à l'axe de la procédure en c, qui représente le virage d'éloignement aval sans vent. Marquer les points d, e, f et g sur cet arc après 45°, 90°, 135° et 180° de virage.

Virage de plus de 180° :

Tracer un arc de 270°, de rayon r, tangent à l'axe de la procédure en b, qui représente le virage d'éloignement amont sans vent. Marquer les points h, o et p sur cet arc après 180°, 225° et 270° de virage.

Branche d'éloignement :

## **Annexe 16 : Etapes de construction de l'attente**

---

Tracer, à partir de g, deux demi-droites à  $5^\circ$  de part et d'autre de la branche d'éloignement (erreur de tenue de cap).

L'éloignement se termine et le virage de rapprochement commence dans la zone délimitée par les points  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  et  $i_4$  portés sur ces demi-droites.

Les points  $i_1$  et  $i_3$  sont placés à  $T-10s$  (erreur de minutage sur l'éloignement) +  $5s$  (délai de mise en virage) de g.

Les points  $i'_1$  et  $i'_3$  sont placés à  $T + 10s + 5s$  de g.

Les points  $i_2$  et  $i_4$  sont placés à  $T + 10s + 5s$  de h (ou  $T + 10 + 5 + 6$ ) de g.

### Virage de rapprochement :

En prenant pour centre un point situé à la distance  $r$  au-dessous de  $i_2$ , sur la perpendiculaire au parcours d'éloignement nominal, tracer un arc de  $180^\circ$ , de rayon  $r$ , commençant en  $i_2$  et finissant en  $n_2$ . Marquer les points  $j$  et  $k$  sur cet arc après  $45^\circ$  et  $90^\circ$  de virage. Tracer l'arc correspondant commençant en  $i_4$  et finissant en  $n_4$ . Marquer les points  $l$  et  $m$  sur cet arc après  $90^\circ$  et  $135^\circ$  de virage.

La fin du virage de rapprochement sans vent se trouve dans l'aire  $n_1$ ,  $n'_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n'_3$ ,  $n_4$ , déduite de  $i_1$ ,  $i'_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i'_3$ ,  $i_4$  par une translation égale au diamètre du virage nominal.

### Influence du vent :

L'effet du vent est calculé pour chaque point en multipliant la vitesse du vent par le temps de vol de a au point en question.

Influence du vent au cours de l'éloignement : tracer les arcs de centres :  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  et  $f$  et de rayons  $w_b$ ,  $w_c$ ,  $w_d$ ,  $w_e$  et  $w_f$ .

L'aire contenant la fin du virage d'éloignement est déterminée par deux arcs de centres  $g$  et  $h$  et de rayons  $w_g$  et  $w_h$  et par leurs tangentes communes.

L'aire contenant le début du virage de rapprochement est déterminée par les arcs de centres  $i_1$ ,  $i'_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i'_3$  et  $i_4$  et de rayons  $w_{i_1}$ ,  $w_{i'_1}$ ,  $w_{i_2}$ ,  $w_{i_3}$ ,  $w_{i'_3}$ ,  $w_{i_4}$  et par leurs tangentes communes.

Influence du vent au cours du virage de rapprochement : tracer les arcs de centres :  $j$ ,  $k$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $n_4$ ,  $n'_3$ ,  $n_3$  et de rayons  $w_j$ ,  $w_k$ ,  $w_l$ ,  $w_m$ ,  $w_{n_4}$ ,  $w_{n'_3}$ ,  $w_{n_3}$ .

Tracer les arcs de centres  $o$  et  $p$  et de rayons  $w_o$  et  $w_p$ .

- **Tracé final du gabarit :**

Le contour du gabarit se compose de :

(1) L'enveloppe des spirales des arcs centrés en  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$  et  $g$ .

## **Annexe 16 : Etapes de construction de l'attente**

---

(2) L'arc centré en  $i_1$  et la tangente commune à cet arc et l'enveloppe (1).

(3) Les arcs centrés en  $i'_1$  et  $i_2$  et les tangentes communes aux arcs centrés en  $i_1$ ,  $i'_1$  et  $i_2$ .

(4) L'enveloppe spirale des arcs centrés en  $i_2$ ,  $j$  et  $k$ . L'enveloppe spirale des arcs centrés en  $l$ ,  $m$ ,  $n_4$ ,  $n'_3$ ,  $n_3$  et leurs tangentes communes.

- **Indications complémentaires figurant sur le gabarit :**

Protection d'un virage de plus de 180° :

La spirale (1) complétée par la spirale enveloppe des cercles centrés en  $h$ ,  $o$ ,  $p$  de rayons  $wh$ ,  $wo$ ,  $wp$ , représente la protection d'un virage de plus de 180°.

Ligne "3" :

La limite du parcours d'éloignement, en supposant une dérive maximale du côté opposé à l'attente est représentée par la tangente aux zones de fin de virage d'éloignement (arc de cercle centré en  $g$  de rayon  $wg$ ) et d'éloignement (arc de cercle centré en  $i_3$ ).

Cette ligne est dénommée ligne 3 sur la figure représentant le gabarit.

Point E :

Le point E sert de référence pour le tracé des protections des procédures d'entrée pour les attentes VOR

La position de ce point est déterminée par la distance  $D_{xE}$  par rapport à la position extrême de la limite du gabarit dans la direction C et par la distance  $D_{yE}$  par rapport à la position extrême de la limite du gabarit dans la direction D.

$D_{xE}$  est le déplacement maximal, le long de l'axe C, d'un aéronef exécutant une procédure d'entrée. Il se produit, dans le cas d'une entrée de secteur 3, sous un angle de 90° par rapport à l'axe de la procédure, avec un vent soufflant dans la direction de l'axe C.

$D_{yE}$  est le déplacement maximal, le long de l'axe D, d'un aéronef exécutant une procédure d'entrée. Il se produit dans le cas d'une entrée de secteur 1 sous un angle de 70° par rapport à l'axe de la procédure, avec un vent soufflant dans la direction de l'axe D.

Point R :

Le point R est utilisé comme point de référence pour le tracé du radial de garde, lorsque celui-ci est nécessaire pour les attentes VOR DME en éloignement. Dans la construction du gabarit, une ligne issue de l'intersection de l'axe C avec la limite du

## **Annexe 16 : Etapes de construction de l'attente**

---

gabarit tangente l'aire de fin de virage d'éloignement (cercle centré en h de rayon wh) en R.

Deuxième étape : Construction de l'aire de base et des entrées d'une attente :

- **Aire de base :**

Tracer l'axe de rapprochement de l'attente, placer le point nominal d'attente A.

Tracer autour de A, la zone d'incertitude de verticale associée au moyen A1, A2, A3, A4

L'axe du gabarit étant parallèle à l'axe de rapprochement de l'attente, placer le point a du gabarit successivement en A1, A2, A3 et A4 et reporter à chaque fois la partie la plus pénalisante de la limite extérieure du gabarit. Relier ensuite les courbes extérieures (1, 2, 3, 4) par leurs tangentes communes.

- **Aire de protection associée aux entrées :**

Protection des entrées de secteur 3 du côté de l'attente :

Tracer une droite passant par A et faisant un angle de  $70^\circ$  avec l'axe de rapprochement de l'attente (cette droite représente la limite des secteurs 1 et 3).

Tracer l'aire d'incertitude de verticale associée au moyen et orientée sur l'entrée à  $70^\circ$  (E1, E2, E3, E4).

L'axe du gabarit étant maintenu parallèle à cette droite, placer successivement le point a du gabarit en E1 et E3 et reporter à chaque fois la partie la plus pénalisante de la protection du virage de plus de  $180^\circ$  (courbes 6 et 7).

Tracer ensuite un arc de cercle de centre A, tangent à la courbe précédente jusqu'à la rencontre de l'aire de base.

Retourner le gabarit et de la même manière que précédemment, tracer les courbes symétriques des courbes 6 et 7 par rapport à la droite à  $70^\circ$ . Dans le cas d'une protection des entrées omnidirectionnelles, on peut remplacer ce tracé par celui d'une tangente aux courbes 7 et 5

Protection des entrées de secteur 1, 2 et secteur 3 du côté opposé à l'attente :

Tracer le cercle de centre A passant par A1.

L'axe du gabarit étant parallèle à l'axe de rapprochement de l'attente, déplacer le point E le long de ce cercle et tracer la courbe 5, enveloppe de la limite extérieure du gabarit, au cours de ce déplacement

## **Annexe 17 : Etapes de construction du virage de base**

---

Les étapes de construction du virage de base sont tirées du document 8168, Volume II :

Première étape : Construction du gabarit de virage de base :

Tracer une ligne représentant l'axe de la procédure et marquer le point « a » à l'emplacement du repère —tracé le parcours d'éloignement nominal et le virage de rapprochement :

- ➔ Angle entre le parcours d'éloignement et l'axe de la procédure :  $\theta$
- ➔ Longueur du parcours d'éloignement : L
- ➔ Rayon de virage : r

- **Protection du parcours d'éloignement.**

À partir du point « a », tracer deux lignes formant un angle de  $5,2^\circ$  pour un VOR, de part et d'autre du parcours d'éloignement nominal. Marquer les points b1, b2, b3 et b4 sur ces lignes. Ces points déterminent l'aire dans laquelle est située le début du virage de rapprochement.

- **Protection du virage de rapprochement**

En prenant pour centre le point c2, à la distance r de b2 sur la perpendiculaire au parcours nominal d'éloignement et avec un rayon r, tracer un arc commençant en b2. Marquer les points d et e après  $50^\circ$  et  $100^\circ$  de virage depuis b2. Tracer également un arc commençant en b4 et marquer le point f après  $100^\circ$  de virage depuis b4 ; tracer un arc commençant en b3 et marquer les points i et j après  $190^\circ$  et  $235^\circ$  de virage depuis b3.

### Influence du vent

a) Calculer l'effet du vent pour chaque point du virage en multipliant E, l'effet du vent durant un degré, par le nombre de degrés de virage ;

b) tracer des arcs de centres d, e, f, i et j et de rayons  $W_d$ ,  $W_e$ ,  $W_f$ ,  $W_i$  et  $W_j$  ; l'arc centré sur f est appelé arc f ;

c) tracer une tangente à l'arc centré sur e (ou sur f si cela est plus prudent) et formant un angle d avec la perpendiculaire à la trajectoire de rapprochement et marquer le point k à son intersection avec la trajectoire de rapprochement ; en prenant pour centre C5 à une distance r de k sur la trajectoire nominale de rapprochement, et avec un rayon r, tracer un arc commençant en k ; marquer les points g et h après  $50^\circ$  et  $100^\circ$  de virage depuis k ;

d) tracer des arcs de centres g et h et de rayons  $W_g$  et  $W_h$

## **Annexe 17 : Etapes de construction du virage de base**

---

- **Tracé de l'aire de protection du virage de base.**

Le contour de l'aire de protection se compose de :

- a) l'enveloppe spirale des arcs centrés sur « d » et « e » ;
- b) l'enveloppe spirale des arcs centrés sur « g » et « h » ;
- c) l'enveloppe spirale des arcs centrés sur « i » et « j » ;
- d) la tangente à la spirale a) passant par « a » ;
- e) la tangente aux spirales a) et b) ou la tangente à la spirale a) et à l'arc f, une partie de l'arc f, et la tangente à l'arc f et b) ;
- f) la tangente aux spirales b) et c) ;
- g) la tangente à la spirale c) passant par « a ».

- **Protection de l'entrée**

Soit  $\theta$  l'angle entre le parcours de rapprochement de la procédure d'attente ou de la procédure enhippodrome et le parcours d'éloignement du virage de base. À partir de a, tracer la ligne E formant un angle  $\alpha$  avec le parcours d'éloignement nominal et tracer l'aire de tolérance du repère de position par rapport à cette ligne.

Tracer la ligne E' parallèle à E qui passe par V3 (respectivement N3) et marquer le point l. Tracer un arc de  $100^\circ$ , de rayon r, tangent à la ligne E' en l et marquer les points m et n après  $50^\circ$  et  $100^\circ$  de virage depuis l; tracer des arcs ayant pour centres l, m et n et pour rayons  $Wl$ ,  $Wm$  et  $Wn$

Tracer l'enveloppe spirale des arcs centrés sur l, m et n et sa tangente depuis V3 (respectivement N3).

Tracer la tangente entre la spirale d'entrée ci-dessus et l'aire de protection du virage de base.

### Deuxième étape : Aire secondaire

Tracer la limite de l'aire secondaire à une distance de 4,6 km (2,5 NM) de la limite de l'aire primaire.

## Annexe 18 : Etapes de construction du virage d'approche interrompue

---

Les étapes de construction du virage sont tirées du doc 8168 :

- **Aire de tolérance de point de virage.**

La longueur de l'aire de tolérance de TP est déterminée par :

a) les limites de l'aire de tolérance de virage ;

b) plus une distance additionnelle c (temps de réaction du pilote et d'établissement de l'inclinaison latérale) équivalant à 6 secondes de vol à la vitesse d'approche interrompue finale plus vent arrière de 56 km/h (30 kt).

- **Construction de l'aire de virage**

Les virages s'exécutent dans l'aire d'approche interrompue finale. Cette aire commence en un point A situé à la dernière limite de l'aire de tolérance de TP. Ses côtés commencent aux bords de l'aire d'approche interrompue en ligne droite

TP défini par un repère ou par une radiale, un relèvement ou une distance DME limitatifs.

b) *Limite intérieure :*

1) sur le bord intérieur de l'aire d'approche interrompue, à la première tolérance de TP, déterminer le point K ;

2) à partir du point K, tracer une ligne s'évasant vers l'extérieur sous un angle de 15° par rapport à la trajectoire nominale après le virage.

a) *Limite extérieure :*

1) sur le bord extérieur de l'aire d'approche interrompue, déterminer le point A

2) à partir du point A, construire la limite extérieure

La méthode de construction de la limite extérieure est la suivante :

1. Commencer au point A sur le bord extérieur de l'aire.

2. À une distance r du point A, par le travers de la trajectoire de vol nominale, construire un cercle de rayon E.

3. À partir du point X, tracer un arc ayant le rayon suivant :

$$r^2 + E^2$$

C'est là que commence la limite pour les virages compris entre 0 et 90 degrés.

4. Commencer au point A' sur le bord intérieur du virage.

## **Annexe 18 : Etapes de construction du virage d'approche interrompue**

---

5. À une distance  $r$  du point  $A'$ , par le travers de la trajectoire de vol nominale, construire un deuxième cercle de rayon  $E$ .

6. À partir du point  $X'$ , tracer un arc ayant le rayon suivant :

$$r^2 + E^2$$

C'est là que se termine la limite pour les virages compris entre 0 et 90 degrés.

7. Raccorder les deux arcs décrits aux étapes 3 et 6 ci-dessus.

8. À partir du point  $Y$ , tracer un arc ayant le rayon suivant :

$$r + E$$

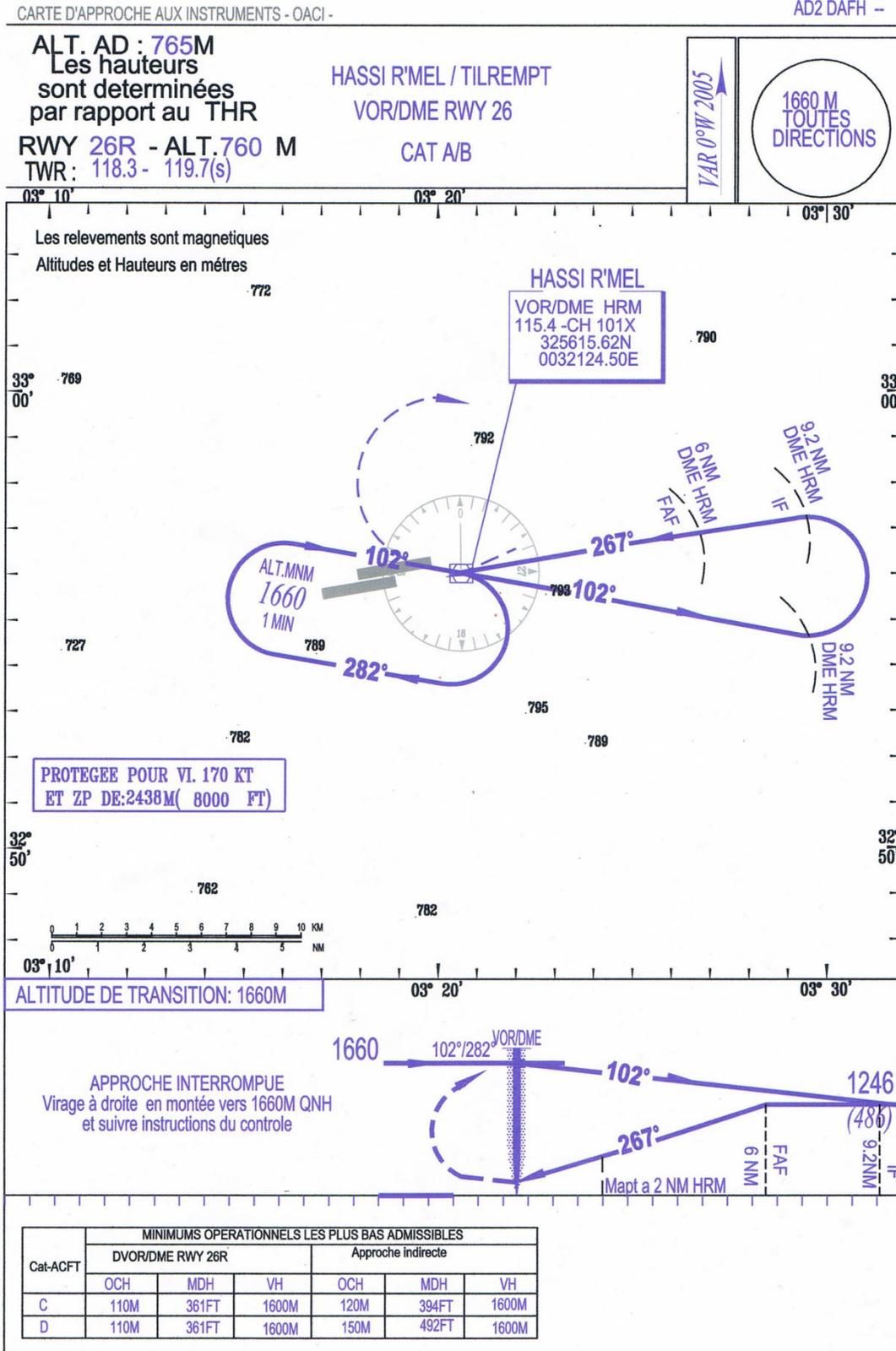
Cela prolonge la limite pour les virages compris entre 90 et 180 degrés.

9. À partir du point  $Z$ , tracer un arc ayant le rayon suivant :

$$r + 2E$$

Cela prolonge la limite pour les virages compris entre 180 et 270 degrés.

# Annexe 19 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26R, CAT d'aéronef A/B pour la piste projetée



# Annexe 20 : Carte d'approche aux instruments, moyen VOR/DME, seuil 26R, CAT d'aéronef C/D pour la piste projetée.

