

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

UNIVERSITE DE BLIDA 1



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

MEMOIRE DE MASTER II

Option : Exploitation aéronautique

Thème :

Aménagement de l'aéroport international Houari
Boumediene d'Alger pour accueillir les avions du type
référence 4F

Réalisé par

Benhamouda Abderrahmane
Hani

Hamoudi Mohamed Nadjib

Promoteur

LAGHA Mohand

Encadreur

Rezagui Walid

Promotion 2020

Remerciements

On tient tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté à l'effet de réaliser ce projet de fin d'études.

On remercie Mr LAGHA LMOHAND d'avoir bien voulu encadrer notre travail, pour ses précieux conseils et sa disponibilité.

Aussi, on tient particulièrement à remercier le chef département à l'établissement national de la navigation aérienne Mr REZAGUI WALID, qui fut la première à nous faire découvrir le sujet, qui a guidé notre mémoire, et pour son aide et le temps qu'il nous a consacré, et pour ses conseils avisés et précieux.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements à tous les enseignants qui nous ont aidés pendant le cursus universitaire, à nos parents pour leur soutien et leur Douâa.

On remercie enfin l'ensemble de nos proches qui nous ont supporté

Table des matières

Table des matières

Remerciements	1
Table des matières	2
Liste des figures	4
Liste des tableaux	5
Liste des abréviations	6
Résumé	9
I.Introduction générale	11
CHAPITRE II. Présentation de l'établissement d'accueil « l'ENNA »	12
II.1.Historique.....	12
II.2. Missions de l'ENNA.....	13
II.3. Organisation de l'ENNA	14
II.4. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DNA)	14
II.4.1. Le Département de la Circulation Aérienne (DCA).....	15
II.4.2. Le Département de l'Information Aéronautique (DIA)	16
II.4.3. Centre de Contrôle Régional (CCR)	17
II.4.4. Département Télécommunication Aéronautique (DTA).....	17
II.4.5. Département Technique (DT)	17
II.4.6. Département Système (DS).....	17
Conclusion	18
Chapitre III. Généralités de la réglementation en vigueur des aérodromes et des publications aéronautiques.....	19
III.1. Définitions :	19
III.2. Infrastructures aéroportuaires	21
III.2. 1.Code de référence d'aérodrome	21
III.2. 2. Les parties d'un aérodrome.....	22
III.2.3. Chaussées aéronautiques :	23
Chapitre IV. Présentation de l'aérodrome d'Alger et description des infrastructures existantes....	32
IV.1. Présentation de l'aérodrome d'Alger	32
IV.1.1. Les distances déclarées des pistes :	33
IV.1.2. L'aire de trafic :	34
IV.1.3. Les voies de circulation :	34
IV.1.4. Les aides visuelles :	37
IV.1.5. Les moyen (s) de radionavigation :	37
IV.1.6. Exigences de l'Airbus A380 :	38

IV.2. Présentation générale de projet.....	43
Chapitre V. Travaux d'aménagement des infrastructures pour les avions de code 4F.....	45
V.1. Introduction.....	45
V.2 Situation de l'aérodrome.....	45
V.2.1 Situation géographique :	45
V.2.1.2. Altitudes des seuils de piste d'atterrissage 05/23:	45
V.2. 3. Caractéristiques géométriques	46
V.2.3.1. La piste 05/23	46
V.2.3.2 voies de circulation D1, E1 et F1.....	46
V.2.3.3 les voies de circulation C2 C4.	46
V.2.3.4 voie de circulation D3.....	47
V.2.3.5 les voies de circulation d'accès à la piste 05-23	47
V.2.3.6-Caractéristique du Profil en long.....	47
V.3. Description des travaux	48
V.3.1 la piste principale 05/23.....	48
V.3.1.1. Chaussée.....	48
V.3.1.2. Accotements.....	49
V.3 .2 Les voies de circulation D1, E1, F1, c2, C4, D3 ET E3	49
V.3.2.1. Chaussée.....	49
V.3.2.2. Accotement :	50
V.4. Les voies de circulation C3, D2, E2, F2, G1	50
a-Chaussée:	50
b-Accotement.....	51
V.5. Analyse des résultats de l'essai HWD.....	51
V.6. Analyse des résultats relatifs à la campagne de nivellement.....	52
V.7. Analyse des résultats de l'essai d'adhérence	52
V.8. Implantation des marques relatives aux zones critiques et sensibles de l'ILS CAT II/III..	53
V.9. Les marques implantées sur la piste 05/23 et ses annexes.....	53
Conclusion générale	65
Annexe 1 : Trace du profil en long	66
Bibliographie.....	71

Liste des figures

<i>Figure 1 : Organisation de l'ENNA</i>	14
<i>Figure 2 : Organisation de la DENA</i>	15
<i>Figure 3 : Organisation de DCA</i>	16
<i>Figure 4 : Organisation du DIA</i>	16
<i>Figure 5 : Organisation du CCR</i>	17
<i>Figure 6 : type de bandes de piste</i>	22
<i>Figure 7: Plan type OACI d'une aire de demi-tour sur piste</i>	23
<i>Figure 8: les types de chaussées</i>	23
<i>Figure 9: les couches d'une chaussée souple</i>	24
<i>Figure 10 : les couches d'une chaussée rigide</i>	24
<i>Figure 11: les distances déclarées de la piste</i>	25
<i>Figure 12 : Indicateur de direction des vents</i>	26
<i>Figure 13 : Indicateur de pente d'approche (PAPI)</i>	26
<i>Figure 14 : Forme et proportions des lettres et chiffres des marques d'identification de piste</i> ...	27
<i>Figure 15: Marques de point cible et de zone de toucher des roues pour une piste d'une longueur est égale ou supérieure à 2 400 m</i>	30
<i>Figure 16 : Marques de point d'attente</i>	31
<i>Figure 17 : Situation géographique de l'aéroport Houari Boumediene d'Alger</i>	32
<i>Figure 18 : La piste secondaire 09/27 et ses annexes</i>	35
<i>Figure 19 : La piste principale 05/23 et ses annexes</i>	36
<i>Figure 20 : Les parkings avions de l'aérodrome d'Alger</i>	36
<i>Figure 21 : Carte d'aérodrome OACI de l'aérodrome d'Alger</i>	38
<i>Figure 22 : distance et caractéristique de longueur A380</i>	41
<i>Figure 23 : distance de bout en bout horizontal A380</i>	42
<i>Figure 24 : distance de bout en bout vertical</i>	43
<i>Figure 25 : Marque du prolongement de la ligne de guidage des voies de circulation sur l'axe de piste</i>	55
<i>Figure 26: Marques de point d'attente schéma A2 (jaune) détail « B »</i>	56
<i>Figure 27: Marques de point d'attente intermédiaire (jaune) détail « C »</i>	57
<i>Figure 28 : Marques de point d'attente schéma B2 (jaune) détail « D »</i>	58
<i>Figure 29 : Marques d'identification de piste</i>	59
<i>Figure 30 : Marques latéral de pistes, voie de circulation et d'axe de voie de circulation</i>	60
<i>Figure 31 : Marque de zone de toucher des roues (Blanche)</i>	61
<i>Figure 32: Marque de seuil de piste (Blanche)</i>	62
<i>Figure 33 : Marque de point cible (Blanche)</i>	63
<i>Figure 34: Bande transversale de seuil de piste</i>	64

Liste des tableaux

Tableau 1 : code de référence de l'aérodrome	21
Tableau 2 : marques de seuil	28
Tableau 3 : Distances déclarées des pistes de l'aérodrome d'Alger	33
Tableau 4 : Distances déclarées des pistes de l'aérodrome d'Alger	34
Tableau 5 : Distances des caractéristiques des voies de circulation.....	35
Tableau 6 : Le tableau suivant présente les caractéristiques des modèles A380-800, ces données sont spécifiques à chacun Variante de poids :.....	38
Tableau 7 : Caractéristiques des modèles A380-800. Ces données sont communes à chaque variante de poids :	40

Liste des abréviations

AD	: Aérodrome.
AC	: Aircraft
AIP	: Aeronautical Information Publication (Publication d'information aéronautique).
ALT	: Altitude.
API:	Approche Interrompue.
APP	: Centre de contrôle d'approche.
ARP	: Aérodrome Reference Point (Point de référence de l'aérodrome).
ATIS	: Automatic Terminal Information Service .
ATS	: Air Traffic Services (Services de la circulation aérienne).
CAP	: Circulation aérienne public.
CAT	: Catégorie.
CRM	: Modèle de risque de collision.
CTA	: Région de contrôle.
CTR:	: Zone de contrôle.
DAAG	: Indicateur d'emplacement de l'aérodrome d'Alger.
DER	: Departure End of Runway (Extrémité de la piste).
DME	: Distance Measuring Equipment (Dispositif de mesure de distance).
DME-P	: DME-Précision.
DOC	: Document.
DVOR	: Doppler VOR (VOR dopplaire).
E	: Est.
ENNA	: Etablissement national de la navigation aérienne.
FAF/FAP	: Final Approach Fix (Repère d'approche finale).
FT	: Feet (pied).
FTT	: Flight Technical Tolerance (Tolérances techniques de vol).

FL : Fly Level.

GND : Ground (sol).

GP : Glide Path (Alignement de descente).

H : Hauteur.

HAP : Heure d'Approche Prévues.

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

IATA : Association internationale du transport aérien.

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

IF : Intermediate Approach Fix (Repère d'approche intermédiaire).

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

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

J/UJ : Routes ATS domestiques inférieures / supérieures.

LDA : Landing Distance Available (Distance d'atterrissage).

LLZ/LOC : Radiophare d'alignement de piste Localizer.

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

MDA/H : Minimum Discant Altitude / Height (Altitude / Hauteur minimale de descente).

MFO : Marge minimale de franchissement d'obstacle.

MLS : Microwave Landing System (Système d'atterrissage hyperfréquence).

MOA : Minimum Opérationnel d'Aérodrome

MOCA/H : Altitude / Hauteur minimale de franchissement d'obstacles.

MSA : Minimum Sector Altitude (Altitude Minimale de secteur).

MSL : Niveau moyen de la mer.

MVL : Manœuvres à Vue Libres (Visual maneuvering without prescribed track).

N : Nord.

NDB : Non-Directional radio Beacon (Radiophare non directionnel).

NPA : Non Precision Approach (Approche de non précision).

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.
Obs : Obstacle.

OCA/H : Obstacle Clearance Altitude / Height (Altitude / Hauteur de franchissement d'obstacle).
OAS : Surfaces d'évaluation d'obstacles.

PA : Precision Approach (Approche de Précision).
PANS-OPS: Procedures For Air Navigation Services – Aircraft Operations (Procédures pour les services de la navigation aérienne – Opérations aériennes).

PAPI : Precision Approach Path Indicator (Indicateur de trajectoire d'approche de précision).

QDM : Route magnétique.
QDR : Relèvement magnétique.
QNH : Calage altimétrique requis pour lire une fois au sol l'altitude de l'aérodrome.
QDM : Route magnétique.

RADAR : Radio Detection And Ranging.
RDL : Radiale.

RM :Route magnétique
RNAV :. Navigation de surface
RVR : Porté visuel de la piste
RVSM : Reduced Vertical Separation Minima.
RWY : Run way (piste).

Résumé

Les aéroports opèrent aujourd'hui dans un environnement hautement concurrentiel et leur performance s'évalue tant par le nombre de passagers que par la diversité des types d'avions qu'ils peuvent accueillir.

En Algérie le transport aérien constitue un instrument privilégié de développement et d'échanges et occupe une place importante dans le système de transport algérien du fait de l'étendue du territoire national, et le nombre de voyageurs qui ne cesse d'augmenter,

A ce titre, il a été décidé par les autorités de procéder aux travaux d'aménagement de la piste 05/23 et ses annexes à l'effet de se conformer aux exigences des aéronefs de code 4F, avec une nouvelle exigence en matière d'exploitation par des procédures d'approche aux instruments de précision ILS CAT III, ayant engendré ce qui suit ;

- Le renforcement de la chaussée aéronautique de la piste 05/23 et des voies de circulation ;
- Elargissement des rayons des virages au niveau des intersections piste/voie de circulation ;
- Elargissement des voies de circulation « G F1, E1, D1, B6, B5, A5, B3, B4 » destinées aux cheminements de l'A380 au sol et ce, lors de la circulation entre les seuils « 05, 23 » et les postes de stationnement « W20, W21 » ;
- La réalisation des aires de sécurité d'extrémité de piste (RESA) au niveau de chaque QFU ;
- L'implantation des points d'attente avant piste schéma A2 et des points d'attente intermédiaires conformément à l'annexe 14-OACI, volume1.

L'implémentation des points d'attente en conformité avec le schéma B2 de l'annexe 14-OACI, volume1, relatifs à la zone critique et sensible de l'ILS23 lors des opérations d'approche aux instruments de précision CAT III.

Abstract

Airports today operate in a highly competitive environment and their performance is measured both by the number of passengers and the diversity of aircraft types they can accommodate.

In Algeria, air transport constitutes a privileged instrument of development and exchanges and has an important place in the Algerian transport system due to the extent of the national territory and the ever-increasing number of passengers,

As such, it was decided by the authorities to proceed with the development work on Runway 05/23 and its annexes in order to comply with the requirements for Code 4F aircraft, with a new requirement for operations using ILS CAT III precision instrument approach procedures, which has resulted in the following;

- The reinforcement of the aeronautical pavement of runway 05/23 and taxiways ;
- Widening of turn radii at runway/taxiway intersections;

- Widening of the taxiways "G F1, E1, D1, B6, B5, A5, B3, B4" intended for the A380's taxiways on the ground and this, during traffic between the thresholds "05, 23" and the parking areas "W20, W21";
- The creation of runway end safety areas (RESA) at each QFU;
- The installation of holding points before runway A2 and intermediate holding points in accordance with ICAO Annex 14, Volume 1.

The implementation of holding points in accordance with ICAO Annex 14, Volume 1, Diagram B2, relating to the ILS23 critical and sensitive area during CAT III precision instrument approach operations.

I.Introduction générale

Le transport aérien est le plus récent de tous les moyens de transport, il est apparu au début du 20^{ème} siècle comme nouvelle technique de transport, et a enregistré la croissance la plus impressionnante au cours des dernières années. Aujourd'hui, il prend en charge la très grande majorité des liaisons internationales à l'intérieur des continents dans le cas d'un aéroport international, et de plus en plus les liaisons à l'intérieur des pays dans le cas d'un aéroport national.

L'aéroport constitue une zone d'activité que joue un rôle économique et social, il constitue bien souvent un enjeu pour le développement économique d'une région car il est au cœur du transport des passagers et de marchandise, créé de nombreux emplois dans des domaines techniques, commerciaux entre autres et favorise le développement des infrastructures.

L'Algérie dont la superficie est de 2 381 741 km² a besoin de renforcer ce type d'infrastructure en vue de faciliter les communications entre les plus importantes villes du nord, du sud, d'est et d'ouest.

Compte tenu de l'augmentation du trafic aérien et de sa densité conduisant à la saturation des installations de l'aéroport international d'Alger, notre étude vise à l'analyse de l'étude d'une nouvelle infrastructure permettant la prise en charge de cette augmentation de trafic, via la réception des avions du type 4F.

Ce réaménagement touche l'infrastructure principale de l'aéroport à savoir la piste d'envol, la bretelle de liaison ainsi que les marquages des chaussées. L'étude se base l'accueil des avions de type 4F Airbus A380

CHAPITRE II. Présentation de l'établissement d'accueil « l'ENNA »

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

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

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

- Le Ministère des Transports ;
- L'Université Saad Dahlab /Institut d'aéronautique et des études spatiales (IAES) ;
- L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) ;
- L'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) ;
- L'Organisation Européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne (EUROCONTROL) ;
- L'Ecole Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse (ENAC).

II.1.Historique

Depuis l'indépendance, cinq (05) organismes ont été chargés de la gestion, de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie. Il s'agit de :

- L'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA) ;
- L'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM) ;
- L'Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (ENEMA)
- L'Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique par abréviation (ENESA) ;
- L'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA).

➤ De 1962 à 1968 :

L'ensemble des services d'Exploitation de l'Aviation Civile en Algérie a été géré par l'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA), organisme Algéro-Français.

➤ Le 1^{er} Janvier 1968 :

L'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA) a été remplacée par l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM).

➤ **De 1969 à 1991 :**

En 1969, l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM) a été remplacé par l'Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (ENEMA) lequel a géré la navigation aérienne jusqu'à 1983.

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

Dans le cadre du **décret n°83-311 du 7 mai 1983**, l'Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (**ENEMA**) a pris la dénomination de « Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique » par abréviation (ENESA) et désignée comme une entreprise nationale à caractère économique, conformément aux principes de l'organisation socialiste des entreprises à caractère économique et aux dispositions de l'ordonnance n°71-74 du 16 novembre 1971 relative à la gestion socialiste des entreprises et les textes pris pour son application.

A sa dernière restructuration, par **décret n°91-149 du 18 mai 1991** portant réaménagement des statuts de l'Entreprise Nationale d'Exploitation et Sécurité Aéronautique, celle-ci a pris une dénomination nouvelle « Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA)» et les prérogatives de l'établissement ont été actualisées dans le cadre de la mise en œuvre de la loi concernant l'autorité financière des entreprises. L'ENNA, est un Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous tutelle du Ministère des Transports, est dirigé par un Directeur Général et administré par un Conseil d'Administration.

II.2. Missions de l'ENNA

Les principales missions de l'ENNA consistent à :

- Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'État ;
- Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- Mettre en œuvre la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées ;
- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation aérienne et à l'implantation des aérodromes, aux installations et équipements relevant de sa mission ;
- Assurer l'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- Assurer la concentration, la diffusion ou la retransmission au plan national et international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.

II.3. Organisation de l'ENNA

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

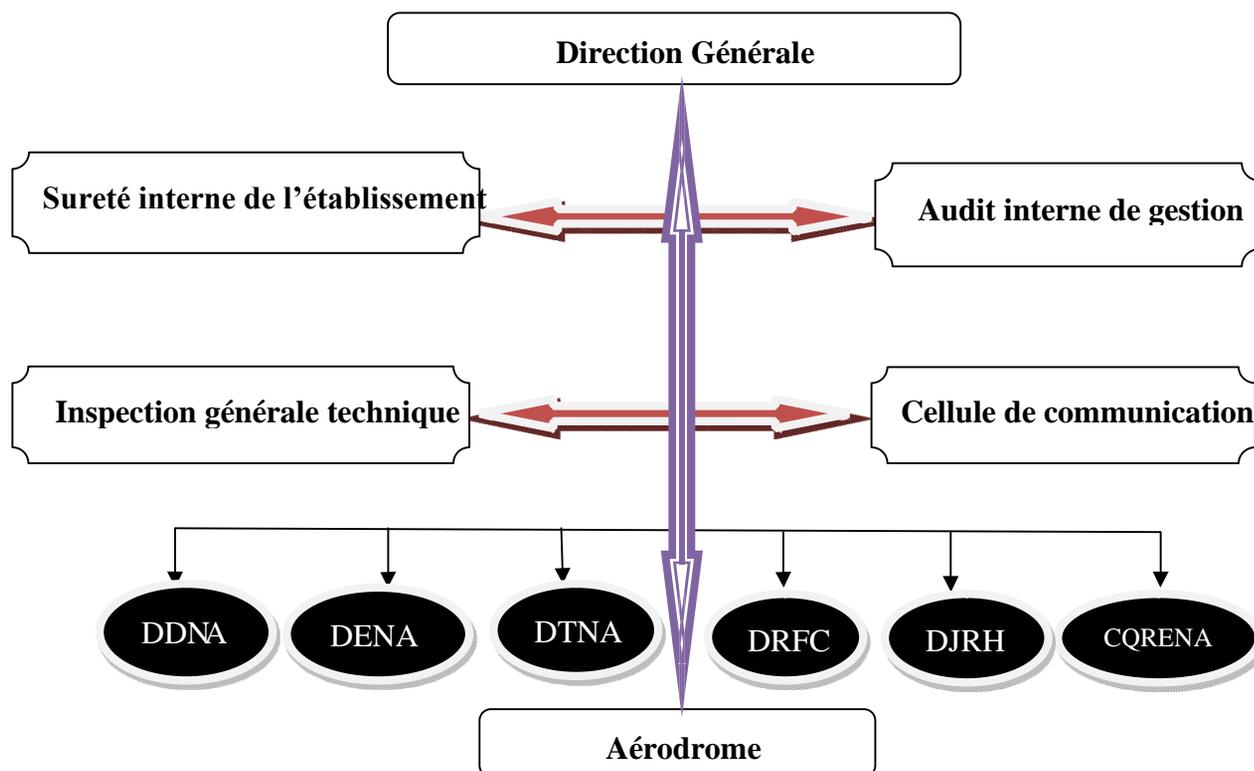


Figure 1 : Organisation de l'ENNA

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

II.4. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA)

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

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

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne comprend sept (07) Départements et un Centre de Contrôle Régional.

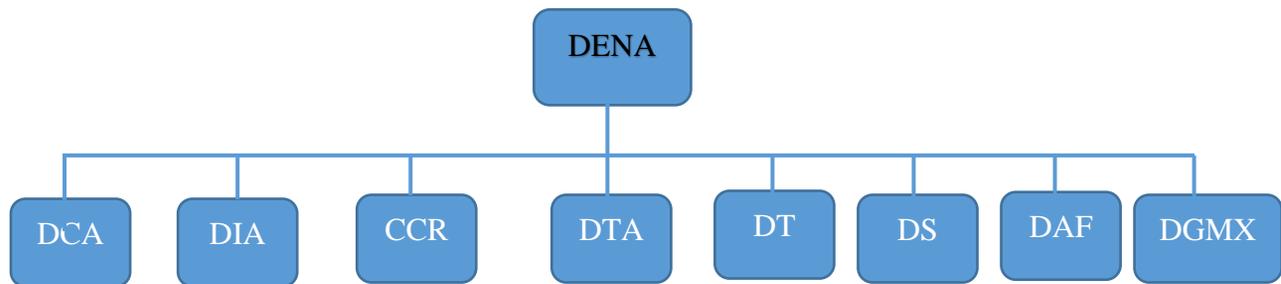


Figure 2 : Organisation de la DENA

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

II.4.1. Le Département de la Circulation Aérienne (DCA)

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

- Le Service Etudes et Développement (SED) ;

- Le Service Contrôle et Coordination (SCC).

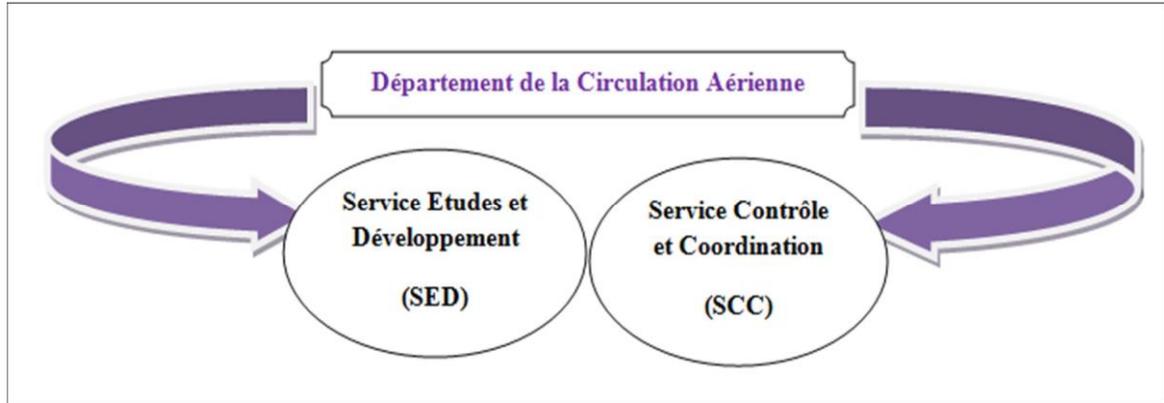


Figure 3 : Organisation de DCA.

II.4.2. Le Département de l'Information Aéronautique (DIA)

Le département d'information aéronautique supervise deux services qui lui sont directement rattachés :

- Le Service Exploitation NOTAM ;
- Le Service Documentation et Réglementation.

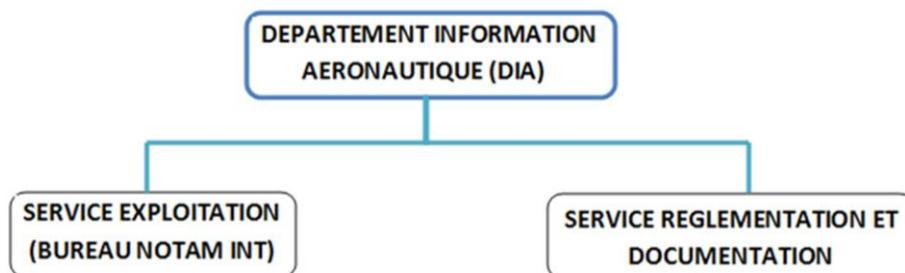


Figure 4 : Organisation du DIA

II.4.3. Centre de Contrôle Régional (CCR)

Le Centre de Contrôle Régional d'Alger centralise cinq (05) divisions principales pour assurer l'exploitation journalière du trafic aérien :

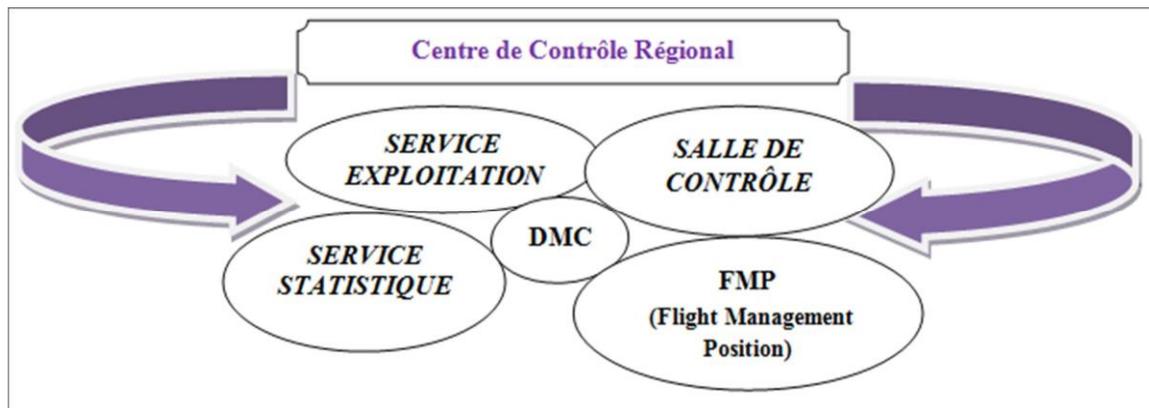


Figure 5 : Organisation du CCR

II.4.4. Département Télécommunication Aéronautique (DTA)

Le département télécommunication aéronautique, appelé communément Bureau Central de Télécommunication (BCT) à vocation national et international, est défini comme un service de télécommunication entre deux points fixes pour la sécurité de la navigation aérienne.

Le réseau du service fixe des télécommunication aéronautique RSFTA est défini au chapitre 1 du volume 2 de l'annexe 10 de l'OACI comme un réseau de circuit fixe aéronautique coordonné sur le plan mondial destiné dans le cadre du service fixe aéronautique à l'échange de communications entre les stations aéronautiques de ce réseau.

II.4.5. Département Technique (DT)

Le département technique travaille en système brigadier et joue un rôle très important dans l'organisation et la coordination entre les différentes structures afin d'assurer :

- La continuité de l'information messagerie entre les différents organes qui exploite la navigation aérienne ;
- La continuité de communication vocale entre les avions, les aérodromes, les centres de contrôles nationaux et internationaux ;
- La continuité des informations RADAR, pour bien gérer et organiser l'espace aérienne et la circulation aérienne ;
- L'approvisionnement en énergie électrique pour les différentes structures de la DENA.

II.4.6. Département Système (DS)

Le département système (DS) de la direction de l'exploitation de la navigation aérienne est structuré en deux services :

- Le Service Maintenance Système (SMS) ;
- Le Service Intégration et Développement (SID).

Conclusion

L'Établissement National de la Navigation Aérienne ENNA exploite non seulement des aéroports mais fournit aussi des installations et des services de navigation aérienne aux aéroports algériens, dont la prestation de ses services est fondée sur le volume de trafic à l'aéroport.

L'État examine actuellement ces services pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins des milieux de l'aviation tout en assurant la sécurité tant sur le plan national qu'international.

Il consulte également les milieux en question et les parties visées sur les possibilités de commercialisation du réseau de navigation aérienne.

Chapitre III. Généralités de la réglementation en vigueur des aérodromes et des publications aéronautiques.

Les aéroports sont un maillon dans le système de transport aérien et ils doivent s'adapter à son évolution. Leurs missions essentielles sont la mise en place des infrastructures nécessaires aux transporteurs aériens et la planification, l'organisation et la gestion. Dans ce chapitre nous allons exposer des généralités sur les infrastructures des aérodromes, la composition d'un aérodrome, les caractéristiques des pistes.

III.1. Définitions :

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.

Accotement : Bande de terrain bordant une chaussée et traitée de façon à offrir une surface de raccordement entre cette chaussée et le terrain environnant.

Aire d'atterrissage : Partie d'une aire de mouvement destinée à l'atterrissage et au décollage des aéronefs.

Aire de demi-tour : sur piste. Aire définie sur un aérodrome terrestre, contiguë à une piste, pour permettre aux avions d'effectuer un virage à 180° sur la piste.

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.

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.

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.

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

Distances déclarées :

a) Distance de roulement utilisable au décollage (TORA) : Longueur de piste déclarée comme étant utilisable et convenant pour le roulement au sol d'un avion au décollage.

b) Distance utilisable au décollage (TODA) : Distance de roulement utilisable au décollage, augmentée de la longueur du prolongement dégagé, s'il y en a un.

c) Distance utilisable pour l'accélération-arrêt (ASDA) : Distance de roulement utilisable au décollage, augmentée de la longueur du prolongement d'arrêt, s'il y en a un.

d) Distance utilisable à l'atterrissage (LDA) : Longueur de piste déclarée comme étant utilisable et convenant pour le roulement au sol d'un avion à l'atterrissage.

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

Poste de stationnement d'aéronef : Emplacement désigné sur une aire de trafic, destiné à être utilisé pour le stationnement d'un aéronef.

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.

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.

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

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

Voie de circulation : Voie définie, sur un aérodrome terrestre, aménagée pour la circulation à la surface des aéronefs et destinée à assurer la liaison entre deux parties de l'aérodrome, notamment :

a) Voie d'accès de poste de stationnement d'aéronef : Partie d'une aire de trafic désignée comme voie de circulation et destinée seulement à permettre l'accès à un poste de stationnement d'aéronef.

b) 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

c) Voie de sortie rapide : Voie de circulation raccordée à une piste suivant un angle aigu et conçue de façon à permettre à un avion qui atterrit de dégager la piste à une vitesse plus élevée que celle permise par les autres voies de sortie, ce qui permet de réduire au minimum la durée d'occupation de la piste.

Voie de service : Route de surface aménagée sur l'aire de mouvement et destinée à l'usage exclusif des véhicules.

Zone de toucher des roues : Partie de la piste, située au-delà du seuil, où il est prévu que les avions qui atterrissent entrent en contact avec la piste.

DME (Distance Mesurions Equipment) : équipement associé à un VOR permettant à un pilote d'aéronef de connaître la distance qui le sépare du radiophare.

Système d'Atterrissage aux Instruments (ILS) : Informations de trafic fournies à un pilote par un organisme de la circulation aérienne pour l'avertir que d'autres aéronefs, dont la présence est connue ou observée, peuvent être suffisamment près de sa position ou de sa route prévue, afin de l'aider à prévenir un abordage en appliquant les règles de l'air.

Localier (LLZ) : éléments d'un ILS définissant le plan vertical passant par l'axe d'une piste ; cette définition est reçue par le pilote atterrissant aux instruments.

Glide Path (GP): est constitué par un ensemble d'antennes situées à 120 m sur le côté de de l'axe de piste, près du seuil, qui émettent une porteuse UHF entre 328,65 et 335,40 MHz appariée à la fréquence du « localizer ».

QFU : Orientation magnétique de chacune des deux directions d'utilisation d'une piste ; cette orientation est portée sur les extrémités de piste sous forme de deux chiffres représentant, en dizaines de degrés, l'orientation de la piste, telle qu'elle est vue par un observateur placé du côté de l'approche ; ces chiffres représentent la marque d'identification de la direction considérée.

Contrôleur aérodrome : Agent contrôlant les mouvements des aéronefs sur l'aérodrome et dans ses espaces associés en donnant les autorisations nécessaires.

III.2. Infrastructures aéroportuaires

III.2. 1.Code de référence d'aérodrome

Le code de référence fournit une méthode simple permettant d'établir une relation entre les nombreuses spécifications qui traitent des caractéristiques d'un aérodrome afin de définir une série d'installations adaptées aux avions qui seront appelés à utiliser cet aérodrome.

Ce code ne sert pas à déterminer les spécifications de longueur de piste ou de résistance des chaussées. Le code de référence se compose de deux éléments liés aux caractéristiques de performances et aux dimensions de l'avion. :

- L'élément 1 est un chiffre fondé sur la distance de référence de l'avion.
- L'élément 2 est une lettre fondée sur l'envergure de l'avion.

La lettre ou le chiffre de code est rattaché aux caractéristiques de l'avion critique pour lequel l'installation est fournie. On détermine en premier lieu les avions que l'aérodrome est destiné à recevoir et ensuite les deux éléments du code de référence d'aérodrome « chiffre et lettre de code » sont choisis à des fins de planification d'aérodrome.

Tableau 1 : code de référence de l'aérodrome

Element de code 1		Element de code 2	
Chiffre de code	Distance de reference de l'avion	Lettre de code	envergure
1	Moins de 800m	A	Moins de 15 m
2	De 800 m à 1200 m exclus	B	De 15 m à 24 m exclus
3	De 1200 m à 1800 m exclus	C	De 24 m à 36 m exclus
4	1800 m et plus	D	De 36 m à 52 m exclus
		E	De 52m à 65 m exclus
		F	De 65 m à 80 m exclus

III.2. 2. Les parties d'un aérodrome

Un aérodrome se compose des bâtiments techniques (tour de contrôle, blocs technique, abris SSLI,..etc) et de l'aire de mouvement qui contient :

A) L'aire de manœuvre : elle contient ;

- Les pistes (aire de décollage et d'atterrissage).
- Les voies de circulation.
- Voie de sortie rapide.
- Les aires de demi-tour.

B) L'aire de trafic : pour les opérations d'escale et d'assistance et elle contient ;

- Les postes de stationnement (Embarquement et débarquement des passagers et du Fret).
- Les voies de circulation d'aires de trafic (taxilines).

C) Les aires de protection d'une piste :

Les bandes de piste :

Une piste, ainsi que les prolongements d'arrêt, qu'elle comporte éventuellement, sera placée à l'intérieur d'une bande. Il existe deux types de bandes de piste ;

- **Bande de piste dégagée** ; une aire dégagée de tout obstacle qui peut constituer un danger pour les avions, à l'exception des aides visuelles nécessaires à la navigation aérienne et des objets nécessaires à la sécurité des aéronefs qui doivent être situés qui répondent à la spécification de frangibilité.
- **Bande de piste aménagée** ; une aire nivelée à l'intention des avions auxquels la piste est destinée, pour le cas où un avion sortirait de la piste.



Figure 6 : type de bandes de piste.

- **Accotement** : Les accotements de piste se sont des aires revêtues qui s'étendent symétriquement de part et d'autre de la piste ayant une largeur minimale de 7,5m.
- **Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA)** : Une aire aménagée à chaque extrémité de la bande de piste et elle a des dimensions minimales de 90*90m.
- **Prolongement d'arrêt (SWY)** : Le prolongement d'arrêt aura la même largeur que la piste à laquelle il est associé.

- **Aire de demi-tour** : Une aire de demi-tour sera aménagée aux extrémités des pistes qui ne sont pas desservies par une voie de circulation afin de faciliter l'exécution de virages à 180°. Il est recommandé qu'elle soit sur la partie gauche de la piste du côté pilote commandant de bord.

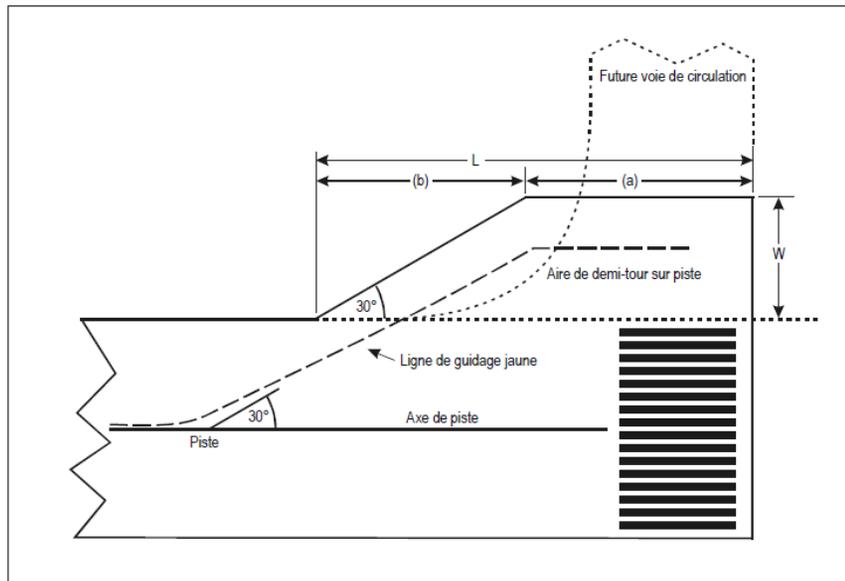


Figure 7: Plan type OACI d'une aire de demi-tour sur piste.

III.2.3. Chaussées aéronautiques :

On distingue principalement deux types de chaussées : les chaussées souples et les chaussées rigides.



Figure 8: les types de chaussées.

III.2.2.1-Chaussées souples :

On appelle chaussées souples, les chaussées constituées principalement de couches de matériaux traités aux liants hydrocarbonés (matériaux bitumineux) qui reposent sur des couches de matériaux non traités. Le dimensionnement de ce type de chaussées est basé sur l'hypothèse que l'endommagement de la chaussée proviendrait de la rupture du sol

III.2.2.2-Chaussées rigides :

On appelle chaussées rigides, des chaussées comportant en couche supérieure des matériaux traités au liant hydraulique (béton de ciment essentiellement). La nature du béton hydraulique fait que la rigidité des dalles qui constituent la partie supérieure de la chaussée protège le sol support des sollicitations mécaniques. La rupture de la chaussée s'amorce en premier lieu dans la dalle par excès de contraintes.

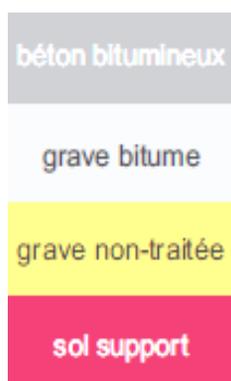


Figure 9: les couches d'une chaussée souple

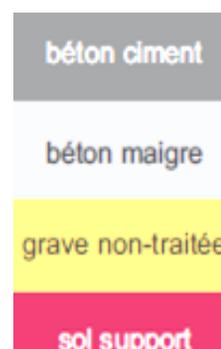


Figure 10 : les couches d'une chaussée rigide

III.2.2.3. Dimensionnement des chaussées et méthode ACN/PCN

- Le dimensionnement des chaussées a pour objet d'établir l'épaisseur et la nature des différentes couches nécessaires à l'accueil d'un trafic attendu.
- La durée de vie retenue, avec une hypothèse de 10 mouvements par jour de l'aéronef critique, pour une chaussée souple est de 10 ans, contrairement à une chaussée rigide qui elle est dimensionnée pour une durée de vie 20 ans.
- La méthode ACN/PCN est le système international normalisé élaboré par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) qui vise à fournir des renseignements sur l'admissibilité d'un avion en fonction de la résistance des chaussées de la plateforme concernée.
- L'ACN (Aircraft Classification Number) est un nombre exprimant l'effet d'un avion de type donné sur une chaussée de type donnée (souple ou rigide).
- Le PCN (Pavement Classification Number) est un nombre exprimant la portance d'une chaussée donnée.
- Le principe général de cette méthode est le suivant : un avion dont l'ACN est inférieur ou égal au PCN d'une chaussée peut utiliser cette chaussée sans autre restriction que celle pouvant être liée à la pression de ses pneumatiques.

NB : il est à signaler qu'à partir de 28/11/2024, la méthode « ACN/PCN » pour le calcul de la résistance des chaussées aéronautiques sera obsolète et elle sera remplacée par la nouvelle méthode adoptée par l'OACI qui est la méthode « ACR / PCR » selon l'amendement n°15 de l'annexe 14-OACI, volume 1.

III.2.2.4-Distances déclarées de la piste :

Pour chaque direction de piste, les distances à calculer sont la distance de roulement utilisable au décollage (TORA), la distance utilisable au décollage (TODA), la distance utilisable pour l'accélération-arrêt (ASDA) et la distance utilisable à l'atterrissage (LDA).

- TORA=La longueur utilisable de la piste.
- TODA= La longueur utilisable de la piste '+' la longueur du prolongement dégagée (CWY).
- ASDA= La longueur utilisable de la piste '+' la longueur du prolongement d'arrêt (SWY).
- LDA= La longueur utilisable de la piste '-' la distance de décalage du seuil décalée.

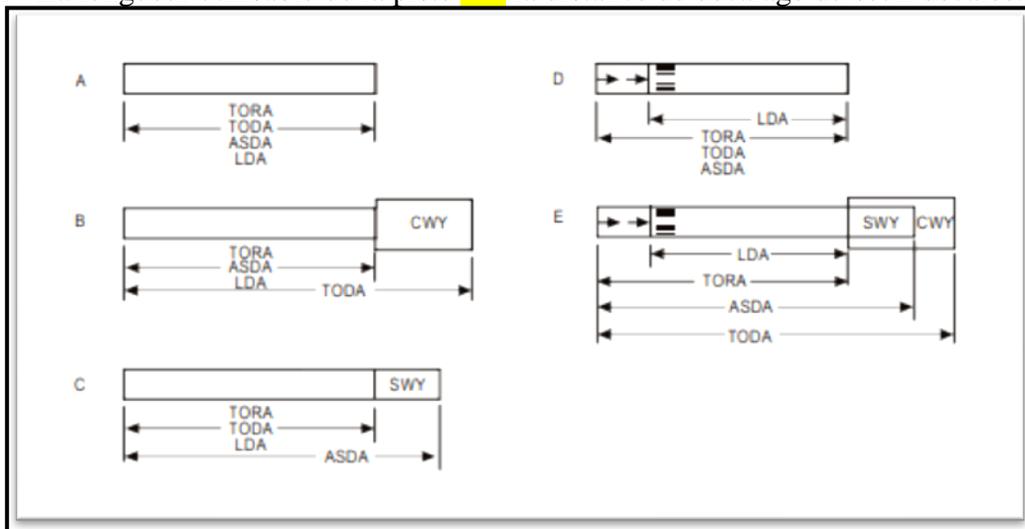


Figure 11: les distances déclarées de la piste.

III.2.2.5- Aides visuelles :

1) Indicateur de direction du vent :

- Au niveau de l'aérodrome, chaque QFU de piste doit être équipé de d'un indicateur de direction du vent.
- L'indicateur de direction du vent sera placé de façon à être visible d'un aéronef en vol ou sur l'aire de mouvement, et aussi placé de manière à échapper de toute perturbation de l'air causée par des objets environnants.



Figure 12 : Indicateur de direction des vents

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

Le PAPI est un indicateur de pente d'approche permettant de visualiser la position de l'avion dans le plan vertical lors d'une procédure d'atterrissage, il est généralement calibré en fonction de l'angle du segment final de la procédure d'approche aux instruments.

- 4 feux blancs : avion trop haut
- 3 feux blancs et 1 feu rouge : avion légèrement au-dessus du plan nominal.
- 2 feux blancs et 2 feux rouges : avion sur le plan de descente normal.
- 1 feu blanc et 3 feux rouges : avion légèrement au-dessous du plan nominal.
- 4 feux rouges : avion sous le plan nominal 'Danger'.

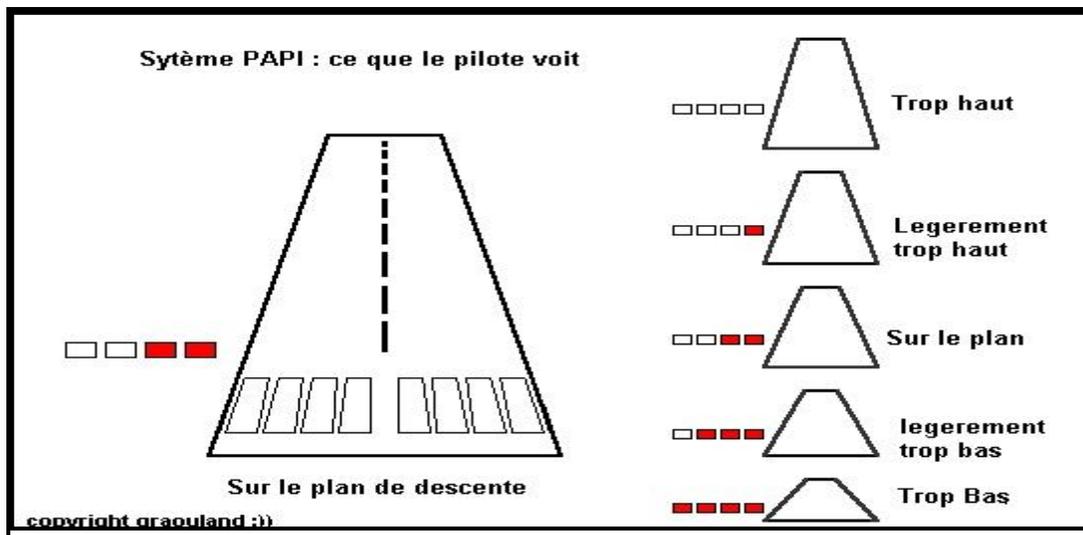


Figure 13 : Indicateur de pente d'approche (PAPI).

III.2.2.6. Les Marques :

1) Interruption des marques de piste :

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

Les marques latérales de la piste la plus importante peuvent être conservées ou interrompues dans l'intersection. L'ordre décroissant de l'importance des pistes est comme suit:

- Pistes avec approche de précision.
- Pistes avec approche classique.
- Pistes à vue.

À l'intersection d'une piste et d'une voie de circulation, les marques de piste seront conservées et les marques de la voie de circulation seront interrompues ; toutefois les marques latérales de piste peuvent être interrompues.

2) Couleur et visibilité :

- Les marques de piste seront de couleur blanche.
- Les marques des voies de circulation, les marques des aires de demi-tour sur piste et les marques de poste de stationnement d'aéronef seront de couleur jaune.
- Les lignes de sécurité d'aire de trafic seront de couleur bien visible, contrastant avec la couleur utilisée pour les marques de poste de stationnement d'aéronef, généralement en couleur blanche.
- Les marques du périmètre de protection de l'aéronef (ZEC) sur le poste de stationnement seront en couleur rouge.

3) Marques d'identification de piste :

Les seuils d'une piste avec revêtement porteront des marques d'identification.

- Les marques d'identification de piste seront composées d'un nombre de deux chiffres et, sur les pistes parallèles, ce nombre sera accompagné d'une lettre.

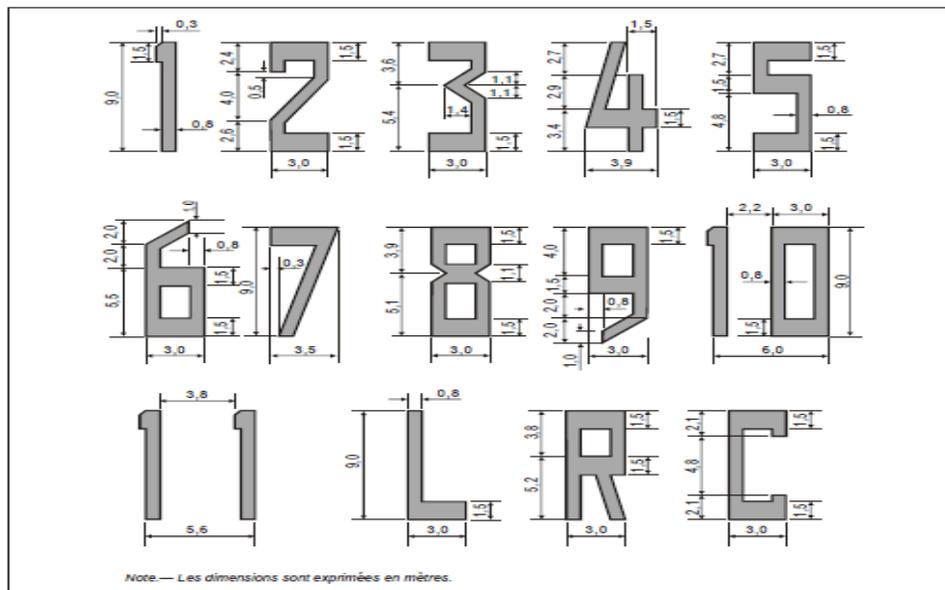


Figure 14 : Forme et proportions des lettres et chiffres des marques d'identification de piste.

4) Marques d'axe de piste :

- Les pistes avec revêtement seront dotées de marques d'axe de piste.

- Les marques d'axe de piste seront constituées par une ligne de traits uniformément espacés. La longueur d'un trait et de l'intervalle qui le sépare du trait suivant ne sera pas inférieure à 50 m ni supérieure à 75 m.
- La largeur des traits ne sera pas inférieure à 0,9m ou 0,45 m selon le chiffre de code de l'aérodrome et le type d'exploitation de la piste (à vue, aux instruments classiques ou de précision).

5) Marques de seuil :

- Des marques de seuil seront disposées sur les pistes revêtues et les bandes de ces marques commenceront à 6 m du seuil.
- Les bandes auront au moins 30 m de longueur et environ 1,8 m de largeur, leur écartement étant d'environ 1,8 m.
- Le nombre de piste de bandes est en fonction de la largeur de la piste en question ;

Tableau 2 : Marques des seuils

Largeur de la piste	Nombre de bandes du seuil
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

6) La Bande transversale :

- Il est recommandé, lorsque le seuil est décalé, ou lorsque l'entrée de piste n'est pas perpendiculaire à l'axe, qu'une bande transversale soit ajoutée aux marques de seuil, comme il est indiqué sur la figure.
- La largeur d'une bande transversale est de 1,8 m avec une longueur égale à la longueur de la piste.

7) Marques du seuil décalé :

- Lorsqu'un seuil de piste est décalé à titre permanent, des flèches semblables à celles représentées sur la Figure ci-après seront disposées sur la partie de la piste située en avant du seuil décalé.

8) Marque de point cible :

- Une marque de point cible sera disposée à chaque extrémité d'approche d'une piste aux instruments en dur et à chaque extrémité d'approche :
- La marque de point cible ayant les caractéristiques définies dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : *Emplacement et dimensions de la marque de point cible*

Distance utilisable à l'atterrissage				
Emplacement et dimensions	Inférieur à 800 m	Egale ou supérieure à 800 m mais inférieurs à 1200m	Egale ou supérieure à 1200 m mais inférieurs à 2400m	Egale ou supérieure à 2400 m
Distance entre le seuil et le début de la marque	150 m	250 m	300 m	400 m
Longueur des bandes	30-45 m	30-45 m	45-60 m	45-60 m
Largeur des bandes	4 m	6 m	6-10 m	6-10 m
Ecartement entre les bords intérieurs des bandes	6 m	9 m	18.22.5 m	18-22.5 m

9) Marques de zone de toucher des roues :

- Des marques de zone de toucher des roues seront disposées dans la zone de toucher des roues d'une piste en dur.
- Le nombre des paires de marques variera en fonction de la distance utilisable à l'atterrissage et lorsque les marques doivent être disposées sur une piste pour les approches dans les deux sens, en fonction de la distance entre les seuils.

Tableau 4 : *marques des zones de toucher des roues*

Distance utilisable à l'atterrissage ou distance entre les seuils Paires de marques	
Inférieur à 900 m	1
De 900 m à 1200 m non compris	2
De 1200 m à 1500 m non compris	3
De 1500 m à 2400 m non compris	4
Supérieur à 2400 m	6

10) Marques latérales de piste :

- Les marques latérales de piste ayant une largeur totale d'au moins 0,9 m ou 0,45m en fonction de la largeur de piste.
- Les marques latérales de piste seront continues entre la piste et l'aire de demi-tour, et entre la piste et les voies de circulations lorsque ses annexes de piste sont prévues.

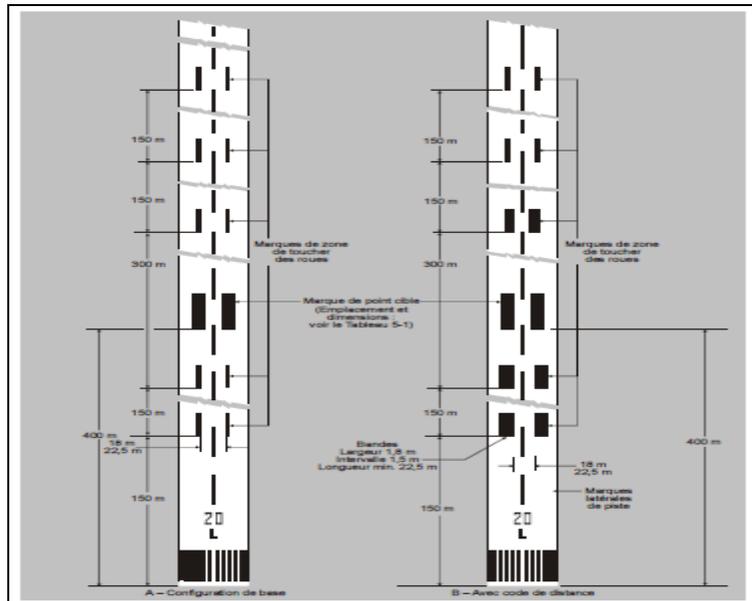


Figure 15: Marques de point cible et de zone de toucher des roues pour une piste d'une longueur est égale ou supérieure à 2 400 m

11) Marque d'aire de demi-tour sur piste :

- Lorsqu'une aire de demi-tour sur piste est prévue, une marque d'aire de demi-tour sur piste sera disposée de manière à assurer un guidage continu afin de permettre aux avions d'effectuer un virage de 180° et de s'aligner sur l'axe de piste.
- La marque axiale d'aire de demi-tour sur piste aura au moins 15 cm de largeur et sera continue dans la longueur.

12) Marques axiales de voie de circulation :

- Des marques axiales seront disposées sur les voies de circulation pour assurer un guidage continu entre l'axe de la piste et les postes de stationnement d'aéronef.
- Les marques axiales de voie de circulation auront au moins 15 cm de largeur et d'une couleur jaune. Elles seront ininterrompues, sauf lorsqu'elles coupent des marques de point d'attente.

13) Marques de point d'attente avant piste :

- Des marques de point d'attente avant piste seront disposées pour indiquer l'emplacement d'un point d'attente avant piste.
- Les marques de points d'attente conformes au schéma A2 seront implantées pour définir le dégagement de la piste et les marques conformes au schéma « B2 » seront implantées pour délimiter la zone critique/sensible de l'équipement de radionavigation « ILS » pour les catégories d'exploitation « CAT II et CAT III ».

14) Marque de point d'attente intermédiaire :

- Ces marques seront disposées à l'intersection des voies de circulation.

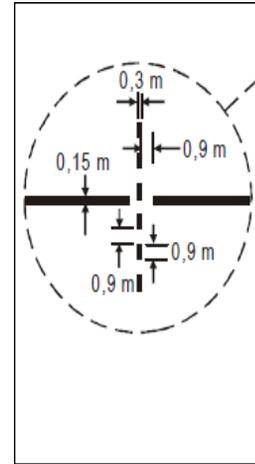
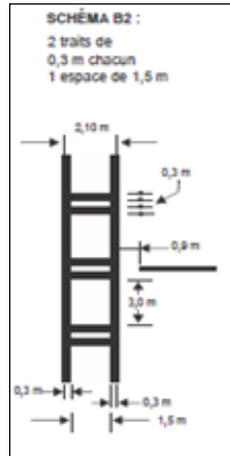
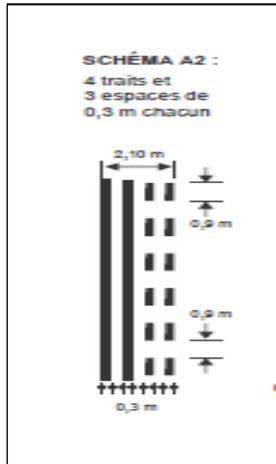


Figure 16 : Marques de point d'attente

Chapitre IV. Présentation de l'aérodrome d'Alger et description des infrastructures existantes.

IV.1. Présentation de l'aérodrome d'Alger

L'aéroport international d'Alger-Houari-Boumediene (code IATA : ALG) ayant l'indicateur d'emplacement OACI: DAAG, dénommé « Aéroport International d'Alger/Houari Boumediene », est un aéroport algérien, situé sur la commune de Dar El-Beida et à 16 km à l'Est d'Alger. C'est le premier aéroport algérien vu le trafic aérien en croissance continue et son importance et emplacement stratégique dans la région Nord Afrique.

L'aéroport d'Alger est un aéroport international civil desservant la capitale Alger et sa région (wilayas de Tipaza, de Blida, de Médea, d'Aïn Defla Boumerdès et de Tizi Ouzou). Il est le plus important de tous les aéroports algériens. Sa capacité actuelle est d'environ 18 millions de passagers par an pour un flux réel de plus ou moins 9 millions en 2013.



Figure 17 : Situation géographique de l'aéroport Houari Boumediene d'Alger

Il est composé de deux aérogares pour les vols internationaux, d'un terminal pour les vols domestiques, et d'un troisième terminal pour les vols charters, utilisé notamment pour les pèlerinages.

Les caractéristique des pistes 05/23 et 09/27 et ses annexes de l'aérodrome d'Alger:

Les pistes :

L'aérodrome d'Alger est doté de deux pistes :

- Une piste principale 05/23, et ;
- Une piste secondaire 09/27.

Chaque piste est reliée aux parking avions avec des voies de circulation ayant des appellations différentes.

Les pistes sont construites en dur, le revêtement est en béton bétumineux. Les deux pistes servent à la fois à l'atterrissage et au décollage en fonction de la direction du vent dominant.

Les deux pistes peuvent recevoir des aéroenfs ayant le code de référence 4 E tels que l'A330, A340 et B747.

La piste principale 05/23 n'est pas dotée ni des prolongements d'arrêt, ni des prolongements dégagés, ni des accotements.

La piste secondaire 09/23 est dotée d'un prolongement dégagé desservant l'QFU 27 et d'un accotement de 7,5m au niveau des deux coté de la piste.

IV.1.1. Les distances déclarées des pistes :

Tableau 5 : Distances déclarées des pistes de l'aérodrome d'Alger

Désignation de la piste	TORA	TODA	ASDA	LDA
05	3500	3500	3500	3500
23	3500	3500	3500	3500
09	3500	3500	3500	3500
27	3500	3500	3810	3500

Tableau 6 : Distances déclarées des pistes de l'aérodrome d'Alger

Désignation de la piste	Dimension des RWY (M)	PCN/Type de chaussée	Coordonnées géographiques WGS84 des seuils	Altitude du seuil (M)
05	3500 x 60	75 F/D/W/T Béton bitumineux	36°41'38.02''N 003°13'12.79''E	22
23	3500 x 60	75 F/D/W/T Béton bitumineux	36°42'46.61''N 003°15'05.18''E	25
09	3500 x 45	78 F/D/W/T Asphalte	36°41'31.42''N 003°10'14.88''E	17
27	3500 x 45	78 F/D/W/T Asphalte	36°41'28.10''N 003°12'35.80''E	20

IV.1.2. L'aire de trafic :

L'aérodrome d'Alger est doté de 14 parking avions avec des postes de stationnement de différentes catégories destinés aux aéronefs ayant le code A jusqu'au F, dont deux postes sont destinés pour les avions de type A380 ayant le code 4F (W20, W21) et un parking avions P15 pour les vols étatique présidentielles.

IV.1.3. Les voies de circulation :

Des voies de circulation ont été réalisées pour relier les pistes aux postes de stationnement, où ces voies de circulation ont des largeurs et des valeurs PCN différentes qui sont publiées dans l'AIP Algérie.

Tableau 7 : Distances des caractéristiques des voies de circulation

Caractéristiques des voies de circulation			
Description	largeur	Type de chaussée	PCN
Reliant RWY 05/23	25 M	Béton bitumineux	43 T/SIWL
Reliant RWY 09/27	25 M	Béton bitumineux	45 T/SIWL
A7, A9, J, J4, J5	25 M	Béton bitumineux	74 F/D/W/T
J7 (1)	37 M	Béton bitumineux	74 F/D/W/T
J6, J8, J12	37 M	Béton bitumineux	98 F/C/W/T
J13	NIL	Béton	65 R/B/W/T
J9, J10	23 M	Béton 98	F/C/W/T

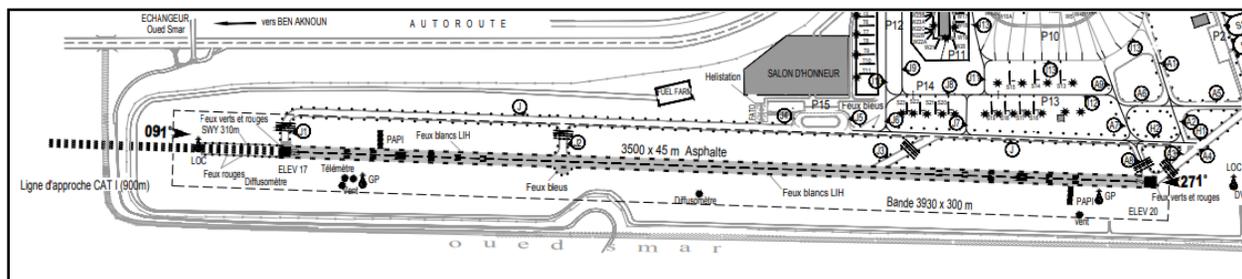


Figure 18 : La piste secondaire 09/27 et ses annexes.

IV.1.4. Les aides visuelles :

- Quatre (04) indicateurs de pente d'approche ; PAPI 05, PAPI 23, PAPI 09 et PAPI 27.
- Manches à air (indicateur de direction du vent).
- Balisage lumineux pour chaque pistes (feux latéraux), d'une couleur blanche sur 3500m, espacement ; 60m.
- Feux d'extrémité de piste, au niveau des seuils ; 05, 23, 09 et 27, d'une couleur rouge.
- Feux de seuil, au niveau des seuils ; 05, 23, 09 et 27, d'une couleur verte.
- Feux latéraux des voies de circulation et des parkings avions, d'une couleur bleue.

IV.1.5. Les moyen (s) de radionavigation :

1). Radiobalises situées à l'intérieur de l'enceinte aéroportuaire

- DVOR/ DME « ALR ».
- ILS23 CAT I « AG » pour le QFU Préférentiel 23.
- DME-P « AG » Co-implanté avec le GP23 de l'ILS23.
- ILS 09 CAT I « HB » pour le QFU Préférentiel 09.
- DME-P « HB » Co-implanté avec le GP 09 de l'ILS 09.
- ILS 27 CAT I « AL » pour le QFU Préférentiel 27.
- DME-P « AL » Co-implanté avec le GP 29 de l'ILS 27.
- OM 23.
- MM 23.
- OM 09.

2). Radiobalises situées à l'extérieur de l'enceinte aéroportuaire :

- DVOR/ DME « ZEM ».
- DVOR/ DME « SDM ».
- NDB « SMR ».
- NDB « ZEM ».
- NDB « MAR ».
- LOCATOR « OA ».

Des procédures d'approche aux instruments basées sur ces moyens de radionavigation sont conçues et publiées dans l'AIP Algérie.

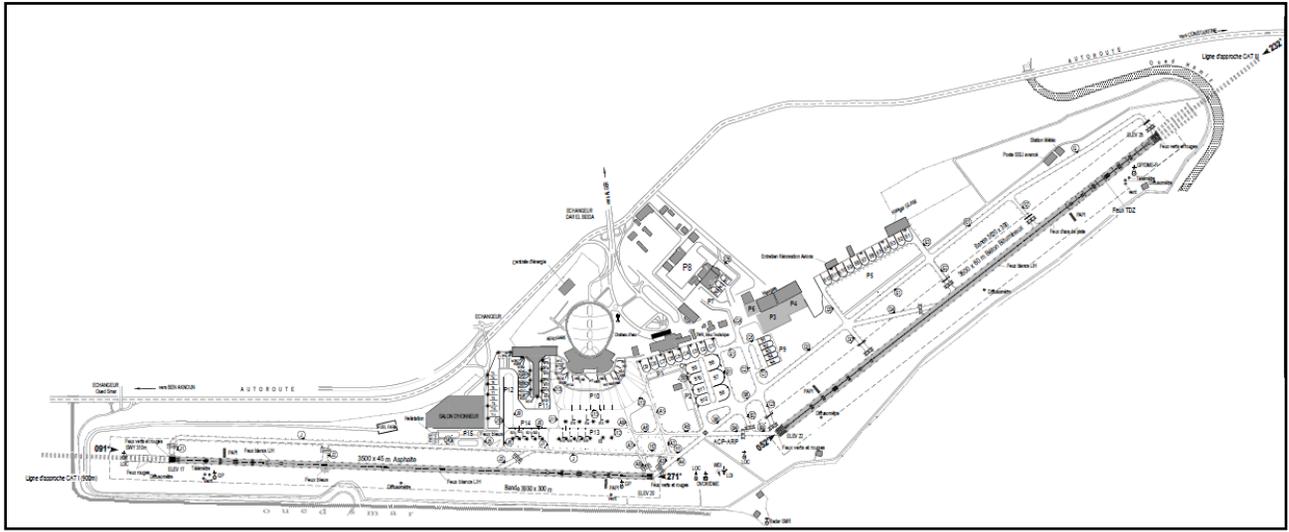


Figure 21 : Carte d'aérodrome OACI de l'aérodrome d'Alger

IV.1.6. Exigences de l'Airbus A380 :

Données sur les caractéristiques générales des aéronefs

Tableau 8 : Le tableau suivant présente les caractéristiques des modèles A380-800, ces données sont spécifiques à chacun Variante de poids :

Aircraft Characteristics					
	WV000	WV001	WV002	WV003	WV004
Maximum Ramp Weight (MRW)	562 000 kg	512 000 kg	571 000 kg	512 000 kg	562 000 kg
Maximum Taxi Weight (MTW)	(1 238 998 lb)	(1 128 766 lb)	(1 258 839 lb)	(1 128 766 lb)	(1 238 998 lb)
Maximum Take-Off Weight (MTOW)	560 000 kg	510 000 kg	569 000 kg	510 000 kg	560 000 kg
	(1 234 588 lb)	(1 124 357 lb)	(1 254 430 lb)	(1 124 357 lb)	(1 234 588 lb)
Maximum Landing Weight (MLW)	386 000 kg	394 000 kg	391 000 kg	395 000 kg	391 000 kg
	(850 984 lb)	(868 621 lb)	(862 007 lb)	(870 826 lb)	(862 007 lb)
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	361 000 kg	372 000 kg	366 000 kg	373 000 kg	366 000 kg
	(795 869 lb)	(820 119 lb)	(806 892 lb)	(822 324 lb)	(806 892 lb)

Aircraft Characteristics					
	WV005	WV006	WV007	WV008	WV009
Maximum Ramp Weight (MRW) Maximum Taxi Weight (MTW)	562 000 kg (1 238 998 lb)	575 000 kg (1 267 658 lb)	492 000 kg (1 084 674 lb)	577 000 kg (1 272 067 lb)	512 000 kg (1 128 766 lb)
Maximum Take-Off Weight (MTOW)	560 000 kg (1 234 588 lb)	573 000 kg (1 263 248 lb)	490 000 kg (1 080 265 lb)	575 000 kg (1 267 658 lb)	510 000 kg (1 124 357 lb)
Maximum Landing Weight (MLW)	386 000 kg (850 984 lb)	393 000 kg (866 416 lb)	395 000 kg (870 826 lb)	394 000 kg (868 621 lb)	386 000 kg (850 984 lb)
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	366 000 kg (806 892 lb)	368 000 kg (811 301 lb)	373 000 kg (822 324 lb)	369 000 kg (813 506 lb)	361 000 kg (795 869 lb)

Aircraft Characteristics					
	WV010	WV011	WV012	WV013	WV014
Maximum Ramp Weight (MRW) Maximum Taxi Weight (MTW)	482 000 kg (1 062 628 lb)	577 000 kg (1 272 067 lb)	571 000 kg (1 258 839 lb)	494 000 kg (1 089 083 lb)	574 000 kg (1 265 453 lb)
Maximum Take-Off Weight (MTOW)	480 000 kg (1 058 219 lb)	575 000 kg (1 267 658 lb)	569 000 kg (1 254 430 lb)	492 000 kg (1 084 674 lb)	572 000 kg (1 261 044 lb)
Maximum Landing Weight (MLW)	386 000 kg (850 984 lb)	395 000 kg (870 826 lb)	395 000 kg (870 826 lb)	386 000 kg (850 984 lb)	391 000 kg (862 007 lb)
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	361 000 kg (795 869 lb)	369 000 kg (813 506 lb)	366 000 kg (806 892 lb)	361 000 kg (795 869 lb)	366 000 kg (806 892 lb)

Tableau 9 : Caractéristiques des modèles A380-800. Ces données sont communes à chaque variante de poids :

Aircraft Characteristics	
Standard Seating Capacity	555
Usable Fuel Capacity (density = 0.785 kg/l)	323 546 l (85 472 US gal)
	253 983 kg (559 937 lb)
Pressurized Fuselage Volume (A/C non equipped, main and upper deck)	2 100 m ³ (74 161 ft ³)
Passenger Compartment Volume (main deck)	775 m ³ (27 369 ft ³)
Passenger Compartment Volume (upper deck)	530 m ³ (18 717 ft ³)
Cockpit Volume	12 m ³ (424 ft ³)
Usable Volume, FWD CC (Based on LD3)	89.4 m ³ (3 157 ft ³)

Aircraft Characteristics	
Usable Volume, AFT CC (Based on LD3)	71.5 m ³ (2 525 ft ³)
Usable Volume, Bulk CC	14.3 m ³ (505 ft ³)
Water Volume, FWD CC	131 m ³ (4 626 ft ³)
Water Volume, AFT CC	107.8 m ³ (3 807 ft ³)
Water Volume, Bulk CC	17.3 m ³ (611 ft ³)

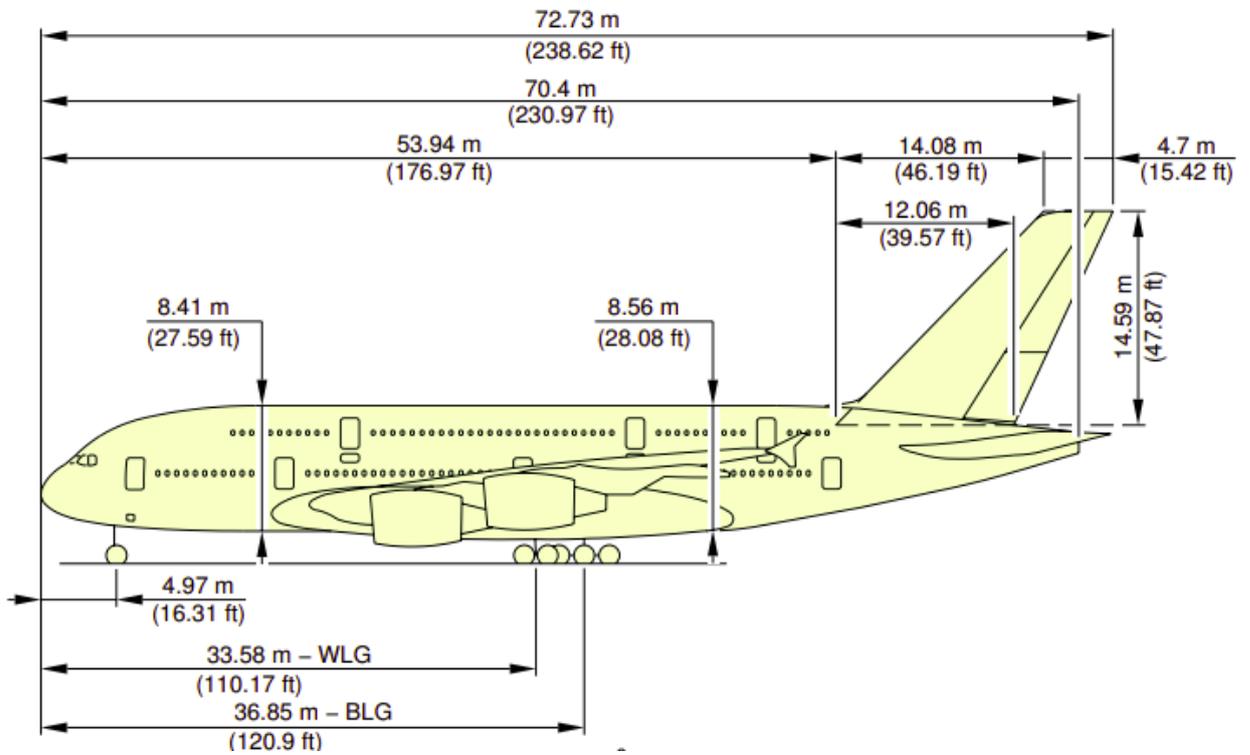


Figure 22 : distance et caractéristique de longueur A380

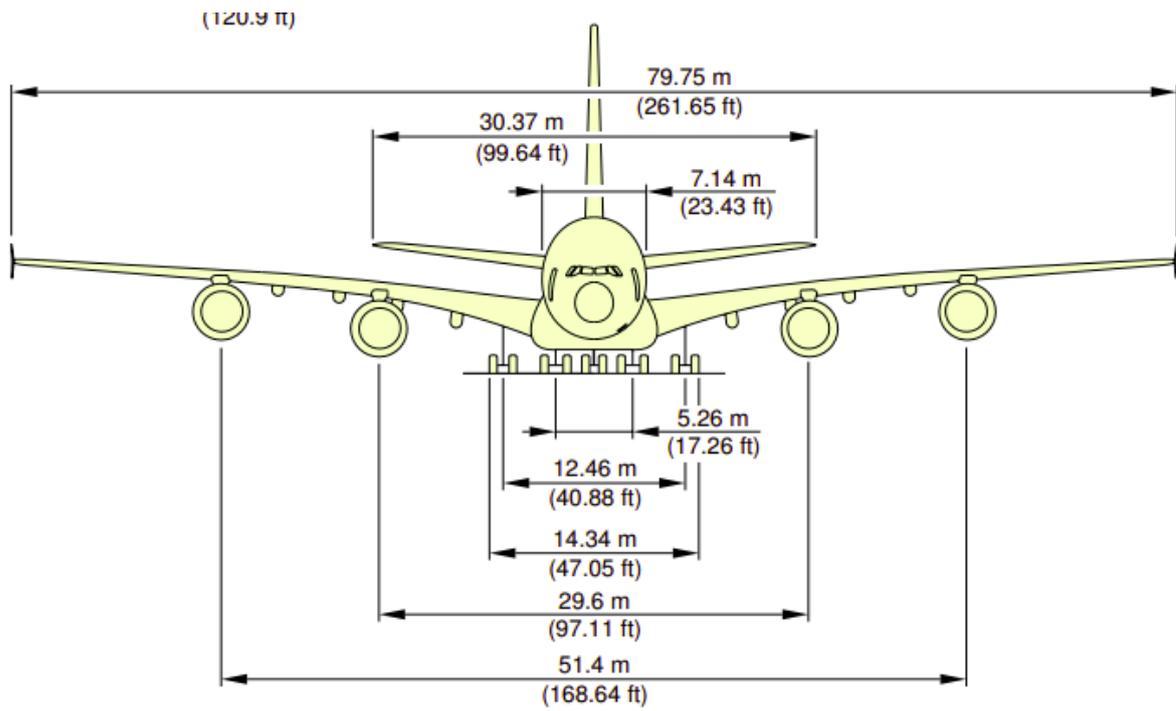


Figure 23 : distance de bout en bout horizontal A380

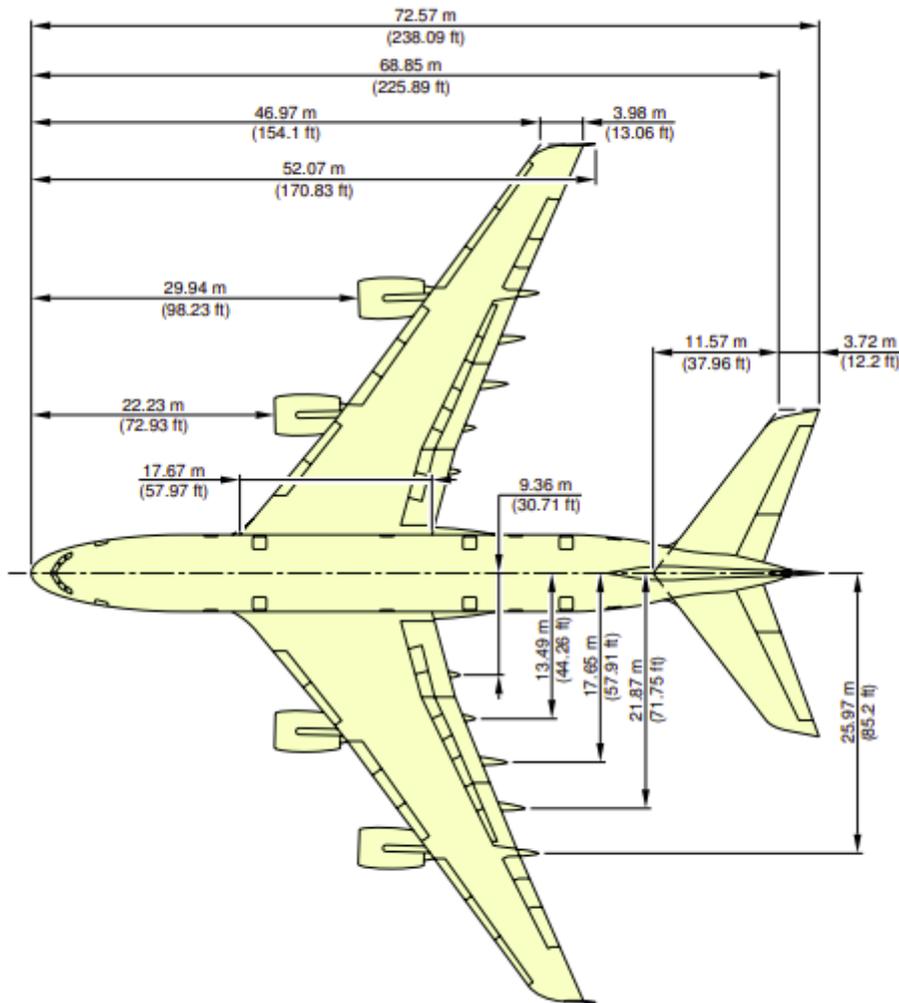


Figure 24 : distance de bout en bout vertical

IV.2. Présentation générale de projet

L'état de chaussée aéronautique de la piste principale 05/23 de l'aérodrome d'Alger était très dégradée et nécessite des travaux de renforcement afin que l'aéroport d'Alger puisse recevoir le trafic aérien en croissance continue, notamment les prévisions du gestionnaire de l'aérodrome pour recevoir des avions ayant le code 4F à l'instar de l'Airbus A380 et qui a déjà aménagé deux postes de stationnement au niveau de la nouvelle aérogare destiné à cette catégorie des avions.

A cet effet, il a été décidé par les autorités de procéder aux travaux d'aménagement de la piste 05/23 et ses annexes pour qu'elle sera conforme aux exigences des avions de code 4F avec une nouvelle exigence en matière d'exploitation par des procédures d'approche aux instruments de précision ILS CAT III et qui a engendrée ce qui suit ;

- Le renforcement de la chaussée aéronautique de la piste 05/23 et des voies de circulation.
- Elargissement des rayons des virages au niveau des intersections piste/voie de circulation.

- Elargissement des voies de circulation « G F1, E1, D1, B6, B5, A5, B3, B4 » destinées aux cheminements de l'A380 au sol lors de la circulation entre les seuils « 05, 23 » et les postes de stationnement « W20, W21 »
- La réalisation des aires de sécurité d'extrémité de piste (RESA) au niveau de chaque QFU.
- L'implantation des points d'attente avant piste schéma A2 et des points d'attente intermédiaires conformément à l'annexe 14-OACI, volume1.
- L'implémentation des points d'attente conforme au schéma B2 de l'annexe 14-OACI, volume1, relatives à la zone critique et sensible de l'ILS23 lors des opérations d'approche aux instruments de précision CAT III.

Chapitre V. Travaux d'aménagement des infrastructures pour les avions de code 4F.

V.1. Introduction

Le présent chapitre a pour objet l'homologation des travaux du renforcement de la piste principale et ses annexes de l'aéroport international Houari Boumediene/ Alger tout en prenant en compte la recevabilité des aéronefs dont le code de référence d'infrastructure est le 4F telles que l'A380 et l'AN 124-100.

Les travaux de renforcement se résument en :

Les infrastructures renforcées :

- Piste principale 05/23 de 3510 mètres de longueur et de 60 mètres de largeur avec élargissement des accotements de piste de 8 mètres de part et d'autre.
- Taxiway (voies de circulation D1, E1, F1 et G1) de 2400 x 25m avec élargissement des accotements de la voie de circulation G1 ainsi que le rayon de virage à l'intersection seuil 23/TWY G1.
- Voies de circulation d'accès à la piste 05/23 ; C3, D2, E2, F2.
- Voies de circulation C2, C4, D3, E3.

V.2 Situation de l'aérodrome

L'aéroport international d'Alger houari Boumediene (DAR EL BEIDA) se trouve au fond d'immense cuvette qui est la plaine de Mitidja entre l'atlas et les collines côtières.

Il est situé à l'Est de la capitale Alger ses limites sont :

- Au Nord: la rocade sud (autoroute)
- Au sud et à l'ouest : Oued Smar
- A l'est Oued Hamiz

L'aéroport houari Boumediene situe a une vingtaine de kilomètre à l'est d'Alger constitué d'infrastructure aéroportuaire civile unique de la capitale algérienne et reçoit de ce fait un trafic très important.

L'aérodrome d'Alger est composé d'une piste principale (05/23) de 3510 x 60 m, d'une piste secondaire (09/27) de 3500 x 45 m, de deux taxiways, de quatre parkings et de différentes voies de circulation

V.2.1 Situation géographique :

Les coordonnées géographiques du point de référence de l'aérodrome sont :

- Latitude : 36 41'40" Nord
- Longitude : 3°13'01" Est

V.2.1.2. Altitudes des seuils de piste d'atterrissage 05/23:

Les nouvelles altitudes des seuils de piste 05/23 sont :

Pk seuil	Altitude	Numéro
Pk0+000	20.64m	05
PK3+510	24.36m	23

L'altitude de référence de l'aérodrome d'Alger est de 25 m.

L'aérodrome est classé : 4F

V.2. 3. Caractéristiques géométriques

V.2.3.1. La piste 05/23

La piste 05-23 a une longueur de 3510 m et 60 m de largeur, avec des accotements qui seront élargis à 8m de largeur. Elle est dotée de caniveaux de drainage des deux côtés.

La construction de la piste a été faite en deux phases entre le pk 0+000 (seuil 05) et Pk 2+428, la chaussée originale était en dalles de béton précontraint de 18cm d'épaisseur ; entre les pks 2+428 et PK 3+510 la chaussée était en dalles de béton de 37cm d'épaisseur.

Au début de la piste 05 et au PK 2+400m sont installées des jointes de dilatation métalliques.

V.2.3.2 voies de circulation D1, E1 et F1

Ces voies de circulation correspondent au taxiway 05-23 entre les Pk 0+000 et PK 2+400. Le taxiway se connecte aux voies de circulations d'accès à la piste C3, D2, E2 et F2, à la voie de circulation C2, qui donne accès au parking et aux voies de circulations D3 et E3 que donnent accès au GLAM2 se prolonge par le G1 jusqu'au seuil 23 de la piste.

- Le premier tronçon du taxiway 05-23 est désigné D1 et s'étend du chemin de roulements C3 (accès au seuil 05 de la piste) au chemin de roulement E1. Il a une largeur de 25m avec des accotements de 9.5m de largeur.
- Le deuxième tronçon du taxiway 05-23 est désigné E1 et s'étend entre les chemins de roulement D1 et F1. Il a une largeur de 25m avec des accotements de 9.5m de largeur.
- Le troisième tronçon du chemin de roulement est désigné F1. Il a une largeur de 25m et des accotements qui sont élargis à 17.5m de largeur.

V.2.3.3 les voies de circulation C2 C4.

La voie de circulation C2 connecte les chemins de roulement C4 et C3, donnant aussi accès au parking 41. Les trois chemins de roulement sont en alignement.

Cette voie de circulation est en chaussée souple, a une largeur de 25m, avec des accotements en chaussée souple de 9,5m de largeur.

La voie de circulation C4 donne accès au GLAM1 et se connecte le parking P7. L'aménagement de ce chemin de roulement était prévu entre le chemin de roulement C2 et l'accès au GLAM1, mais on a reçu d'indication de considérer son aménagement en toute son extension.

Ce chemin de roulement est en chaussée souple avec une largeur de 25m, il a des accotements en chaussée souple de 9,5m de largeur.

V.2.3.4 voie de circulation D3

La voie de circulation D3 connecte le parking GLAM2 avec le chemin de roulement parallèle à la piste, elle a une largeur variable, 18m sur la plupart de la longueur, des accotements de 9,5m de largeur et la chaussée en enrobé bitumineux.

V.2.3.5 les voies de circulation d'accès à la piste 05-23

Les voies de circulation à intervenir et leurs caractéristiques sont :

-Voie de circulation C3.

Cette voie de circulation se connecte au seuil 05 de la piste faisant un angle de 71.9° a une longueur de 307,6m et 25 m de largeur, avec des accotements de 9,5 m de largeur.

-Voie de circulation D2.

Cette voie de circulation se connecte à la piste à 993m du seuil 05 de la piste faisant un angle de 909 a une longueur de 300m et 25 m de largeur, avec des accotements de 9,5m de largeur.

-Voie de circulation E2

Cette voie de circulation se connecte à la piste à 1740m du seuil 05 de la piste faisant un angle de 909 a une longueur de 300m et 25 m de largeur, avec des accotements de 9,5 m de largeur.

-Voie de circulation F2

Cette voie de circulation se connecte à la piste à 2518m du seuil 05 de la piste faisant un angle de 909 a une longueur de 300m et 25 m de largeur, avec des accotements de 9,5 m de largeur.

-Voie de circulation G1

La voie de circulation G1, entre le seuil 23 de la piste et le chemin roulement E1, correspond au tronçon nord-est du chemin de roulement parallèle à la piste. Elle a une largeur de 25m, des accotements qui sont élargis a 17.5m de Largeur.

V.2.3.6-Caractéristique du Profil en long

1-La piste

Le rayon minimal de la piste est de 30 000 m. Il est égal au rayon minimal admissible qui est de 30 000 m.

La pente moyenne de la piste obtenue en divisant par la longueur totale la différence entre la côte maximale et la côte minimale du profil en long est de :

$$(24.75-20.00) / 3510 = 0.0011 = 0,11\%$$

La pente maximale 0,58 % prévue pour la piste est inférieure à la pente admissible de 1,25 %.

Les pentes des premiers et derniers quarts de la piste sont inférieures à la pente admissible de 0,8%.

2- les voies de circulation

Le rayon minimal est de 3000 m égal au rayon admissible. La pente maximale est de 0,8 % à la pente admissible de 1,5%.

V.3. Description des travaux

V.3.1 la piste principale 05/23

V.3.1.1. Chaussée

Le renforcement de la piste comprend les travaux suivants :

-Fraisage de la chaussée existante

Le fraisage de la chaussée existante est exécuté dans une épaisseur de 8cm, afin de retirer les couches trop vieilles d'enrobé, et créer une surface rugueuse adéquate à l'accrochage des couches d'enrobé.

Du côté sud-est de la piste, pour environ les 15m à partir de l'accotement, l'épaisseur de couches d'enrobé est quelquefois inférieure à 8cm. A cette zone le fraisage doit être fait de façon soignée pour ne pas abimer les dalles en béton et l'épaisseur totale de fraisage est alors inférieure à 8cm.

Du côté gauche de la piste, surtout aux alignements à 15, 20 et 25m de l'axe le fraisage est, par endroits, supérieur à 8cm. Comme ces zones sont celles qui ont une couche d'enrobé plus épaisse, cette situation ne cause pas de problèmes.

La surface de la piste présente un profil en travers composé, la partie latérale a des pentes de 1,5 % et même plus et la partie centrale une pente réduite de 1% ou même moins.

L'objectif est d'avoir une surface régulière en toit, avec des pentes de 1,5% comme recommandé par l'Annexe 14 - OACI. En conséquence, il faut augmenter les cotes de l'axe de piste et de son bord. Pour éviter une augmentation excessive de ces cotes et réduire la quantité de nouveau enrobé, les zones latérales de la piste ont un fraisage plus profond, d'auteur variable.

La surface de fraisage est nettoyée soigneusement avec des brosses mécaniques.

-Scellement des fissures

La surface de la piste après fraisage est examinée pour détecter les fissures ouvertes existantes. On procède au nettoyage des bords des fissures et au scellement de ces fissures avec un mastic bitumineux.

-Couche d'accrochage

La couche d'accrochage en émulsion bitumineuse est appliquée sur la surface de fraisage. Elle est aussi exécutée sur chaque couche de renforcement en béton bitumineux à module élevé (BBME) avant l'application de la couche supérieure.

-Couche de régularisation

La couche de régularisation est en béton bitumineux à module élevé (BBME). L'enrobé sera appliqué avec une épaisseur nécessaire pour permettre d'exécuter la couche finale de roulement avec une épaisseur constant de 8cm. Cette couche de régularisation est faite en deux applications si l'épaisseur est supérieure à 10cm, car les couches de BBME devront avoir 10cm d'épaisseur maximale.

Les tableaux d'annexe 1 indiquent les épaisseurs totales (couche de régularisation plus couche de roulement) de renforcement à considérer pour les différentes zones de la piste.

-Géo-grille de RENFORCEMENT

Une géo-grille de renforcement est appliquée sous la couche de roulement en béton bitumineux module élevé pour éviter la propagation des fissures. La grille est en fibre de verre, du type GEOTER FNG 50/50.

On considère essentiel d'appliquer cette grille de renforcement sur toute la surface de la piste.

-Couche de roulement en béton bitumineux a module élevé

La couche de roulement de la chaussée est en béton bitumineux à module élevé (BBME). L'enrobé est appliqué en couches uniforme de 8 cm d'épaisseur pour obtenir les cotes de projet indiquées aux plans.

V.3.1.2. Accotements

Le renforcement des accotements comprend les travaux suivants :

- Scarification de la couche de roulement en béton bitumineux (si nécessaire)
- Nivellement de l'accotement par addition de grave concassée (GNT) ou produits de fraisage sélectionnés et compactage.
- Couche d'accrochage en Cut Back.
- Couche de roulement en béton bitumineux.

V.3 .2 Les voies de circulation D1, E1, F1, c2, C4, D3 ET E3

V.3.2.1. Chaussée

Le renforcement de ces voies de circulations comprend les travaux suivants :

-Fraisage de la chaussée existante

Le fraisage de la chaussée existante est exécuté dans une épaisseur constante de 8cm pour les voies de circulations D1,E1, F1, C2, et C4 et de 10cm pour les voie de circulations D3 et E3, afin de retirer les couches trop vieilles d'enrobé, et créer une surface rugueuse adéquate à l'accrochage des couches d'enrobé.

La surface de fraisage est nettoyée soigneusement avec des brosses mécaniques.

-Scellement des fissures

La surface de la chaussée après fraisage est examinée pour détecter les fissures ouvertes existantes. On procédera au nettoyage des bords des fissures et au scellement de ces fissures avec un mastic bitumineux.

-Couche d'accrochage

La couche d'accrochage en émulsion bitumineuse est appliquée sur la surface de fraisage. Elle est aussi exécutée sur chaque couche de renforcement en béton bitumineux à module élevé (BBME) avant l'application de la couche supérieure.

-Renforcement en béton bitumineux à module élevé

Les couches de renforcement de chaussée sont en béton bitumineux à module élevé (BBME). L'enrobe est appliqué en couches de 10cm d'épaisseur maximale pour obtenir les cotes de projet indiquées aux plans.

La couche finale – couche de roulement- est appliquée en épaisseur constante de 8cm.

V.3.2.2. Accotement :

A réhabilitation/renforcement des accotements comprend les travaux suivants:

- Scarification de la couche de roulement en béton bitumineux
- Nivellement de l'accotement par addition de grave concassée (GNT) si nécessaire et compactage ;
- Couche d'accrochage en Cut Back
- Couche de roulement en béton bitumineux.

V.4. Les voies de circulation C3, D2, E2, F2, G1

a-Chaussée:

La réhabilitation/renforcement de ces voies de circulations comprend les travaux suivants :

-Fraisage de la chaussée existante

Le fraisage de la chaussée existante est exécuté dans une épaisseur constante de 8cm, afin de retirer les couches trop vieilles d'enrobé, et créer une surface rugueuse adéquate à l'accrochage des couches d'enrobé.

La surface de fraisage est nettoyée soigneusement avec des brosses mécaniques.

-Scellement des fissures

La surface de la piste après fraisage est examinée pour détecter les fissures ouvertes existantes. On procède au nettoyage des bords des fissures et au scellement de ces fissures avec un mastic bitumineux.

-Couche d'accrochage

La couche d'accrochage en émulsion bitumineuse est appliquée sur la surface de fraisage. Elle est aussi exécutée sur chaque couche de renforcement en béton bitumineux à module élevé (BBME) avant l'application de la couche supérieure.

-Renforcement en béton bitumineux a module élevé

Les couches de renforcement de chaussée sont en béton bitumineux à module élevé (BBME). L'enrobé est appliqué en couches de 10cm d'épaisseur maximale pour obtenir les cotes de projet indiquées aux plans.

La couche finale -couche de roulement sera appliquée en épaisseur constante de 8cm.

b-Accotement

La réhabilitation/renforcement des accotements comprend les travaux suivants:

- Scarification de la couche de roulement en béton bitumineux ;
- Nivellement de l'accotement par addition de grave concassée (GNT) si nécessaire et compactage ;
- Couche d'accrochage en Cut Back ;
- Couche de roulement en béton bitumineux.
-

V.5. Analyse des résultats de l'essai HWD

Suite aux travaux de renforcement de la piste principale 05/23 de l'aérodrome d'Alger, la portance de la chaussée a été déterminée par la méthode HWD, qui permet l'estimation de la déflexion mesurée en surface de la chaussée, et qui donnera par la suite les modules de rigidité des différentes couches constituant le corps de chaussée ainsi que la valeur du PCN. L'intervention a été effectuée sur huit (8) profils répartis sur la bande axiale jusqu'à 20 m de part et d'autre de l'axe.

L'analyse Des résultats obtenus révèle que:

- Les déflexions moyennes enregistrées par Je géophone central sont acceptables et très proches entre elles, de l'ordre de 300 um dans l'ensemble, et voire 475 um et 530 um sur les profils 20d et 12d respectivement, ce qui dénote un comportement plus au moins homogène de la structure de chaussée de la piste.
- Les modules de surface présentent des valeurs moyennes qui varient de 1377MPA à 2275MPA, et sont inversement proportionnels aux déflexions, confirmant l'homogénéité de la structure de chaussée.
- Les couches traitées au liant hydrocarboné, sont caractérisées par des modules de rigidité acceptables, et qui varient de 6349MPA à 12127 MPA mettant en évidence des enrobés bitumineux conformes reflétant la nature du matériau. La dalle en béton présente des modules variables de 18748MPA à 31966MPA, ces valeurs sont acceptables mettant en évidence de bonnes caractéristiques résiduelles des dalles malgré leurs âges qui dépasse 60 ans.
- La couche de fondation en matériaux non traitée montre des modules de rigidité qui varient entre 1109 MPA et 1509 MPA reflétant de très bonnes propriétés de portance et le sol support de la chaussée présente de bonnes caractéristiques de portance avec des modules moyens de 84MPA à 108MPA reflétant des plates-formes de classe PF2.

Calcul de PCN

Le PCN est calculé par la méthode empirique qui tient compte de l'épaisseur équivalente totale de la chaussée et de la portance du sol support, en appliquant la formule suivante :

$$\text{PCN} = \text{RSI} \times \text{H}(\text{CBR})$$

RSI: Roue simple isolée en tonne.

H(CBR): Coefficient en fonction du CBR et de la catégorie de résistance du sol support donné par l'abaque.

Le RSI est calculé par la formule suivante :

$$\text{RSI} = \frac{e^2}{1000} \times \frac{6,12}{\left[\left((4,231 - 5,013 \text{Log}\left(\frac{\text{CBR}}{0,6}\right)) + 2,426x(\text{Log}\left(\frac{\text{CBR}}{0,6}\right))^2 - 0,473(\text{Log}\left(\frac{\text{CBR}}{0,6}\right))^3 \right) \right]^2}$$

CBR : indice de portance du sol support égale à 5 (catégorie C)

Le coefficient H(CBR) est égal à 1,50 pour la catégorie B et un CBR de 5

E=120,2 et CBR =5 On a RSI= 70,76 et PCN =70,76 x 1,50 =106,

PCN= 106 F/C, cette valeur est supérieure à l'ACN de l'Airbus A380 et de le Boeing B747-400 qui présente des valeurs de l'ACN égale à 75 et82 respectivement pour la classe de portance C.

V.6. Analyse des résultats relatifs à la campagne de nivellement

La campagne de nivellement au niveau de la piste principale 05/23 de l'aérodrome d'Alger, a été effectuée par un appareil de type profilomètre, qui donne des résultats sous forme de profil en long, dont l'uni est évalué par un indice de planéité ou de confort au roulement « IRI » qui se calcule tous les 10 m et qui varie entre 0m/km et 10m/km. La valeur moyenne obtenue est de l'ordre de 2,37 m/Km mettant en évidence un état de planéité moyen et acceptable du point de vue confort des usagers.

La détection des irrégularités sous forme de bosses a été faite par la méthode des bosses de Boeing (méthode adoptée par la FAA et OACI) dont le paramètre de l'évaluation est le BBI(Boeing Bump Index) qui stipule que l'uni d'une chaussée est acceptable quand le BBI est inférieur à 1. Les mesures ont été effectuées sur 17 profils répartis sur les 50m centraux de la piste et l'examen de l'ensemble des résultats montre que toutes les valeurs obtenues sont inférieures à1 mettant en évidence un uni acceptable

V.7. Analyse des résultats de l'essai d'adhérence

La macro texture est évaluée par la mesure du coefficient de frottement longitudinal CFL à des vitesses de glissement de 65 Km/h, et de 95 Km/h, un taux de glissement de 15% et une hauteur d'eau de 1mm conformément à la norme NF P 98-220-2. L'analyse de l'ensemble des résultats montre un niveau correct d'adhérence, hormis quelques valeurs qui se situent dans le seuil de

maintenance à la vitesse de 95 Km/h dont le CFL F est de 0,27 avec une seule valeur de 0,25 qui dénote un seuil de réfection.

V.8. Implantation des marques relatives aux zones critiques et sensibles de l'ILS CAT II/III

Dans le but de permettre l'exploitation de l'ILS en catégories CAT II et CAT III, il est primordial de mettre des points d'attente relatifs aux zones critiques et sensibles de cet équipement en prenant en compte les données suivantes:

Catégorie d'exploitation ; approche de précision CAT III.

Code de référence ; 4F.

Après étude et examen, il a été retenu ce qui suit :

1. Les marques des points d'attente qui seront implantées sur les voies de circulation « C3, D2, E2, F2 et G » doivent être conformes aux schémas « A2 » de l'annexe 14-OACI (Volume 1).
2. Les marques des points d'attente conformes au schéma « A2 » seront complétées par des panneaux d'identification de piste à une distance de 150m par rapport à l'axe de piste 05/23.
3. Une marque de point d'attente conforme au schéma « B2 » sera complétée sur la voie de circulation "G" pour à une distance de 240m par rapport à l'axe de piste principale 05/23.
4. Aucune marque du point d'attente ne doit être implantée sur la voie de sortie rapide « D4 ».
5. Pour des raisons de sécurité, une barre d'arrêt lumineuse sera implantée sur la voie de sortie rapide « D4 », vu qu'elle est exploitée à un sens unique de circulation au sol.

V.9. Les marques implantées sur la piste 05/23 et ses annexes

On distingue plusieurs types de marques qui doivent être implantées sur la nouvelle chaussée de la piste principale 05/23 et ses voies de circulation tout en prenant en compte le code de référence d'infrastructure de l'aérodrome ; 4F, et une approche de précision ILS CAT III.

Les marques de la piste sont généralement d'une couleur blanche avec des épaisseurs différentes à l'exception des prolongements des lignes de guidage des voies de circulation sur la piste qui doivent être continues dans la longueur et parallèles aux marques axiales de piste.

Les marques des voies de circulation (latérales et axiales) doivent être en couleur Jaune et les lignes de guidage doivent être ininterrompues à l'exception des intersections de ces lignes avec les différentes marques des points d'attente à savoir :

Marque de point d'attente avant piste relative aux dégagements de la piste (schéma A2 de l'annexe 14-OACI).

Marque de point d'attente avant piste relative aux zones critiques et sensible de l'ILS CAT III (schéma B2 de l'annexe 14-OACI).

Marque de point d'attente intermédiaire à l'intersection des voies de circulation (détail C).

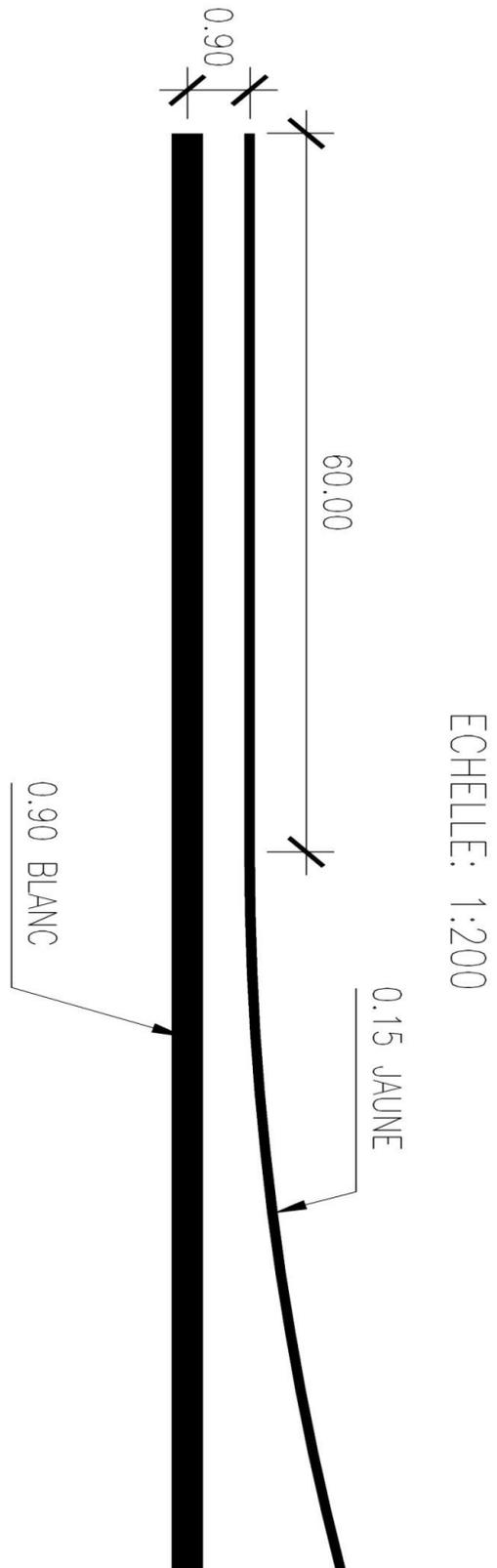
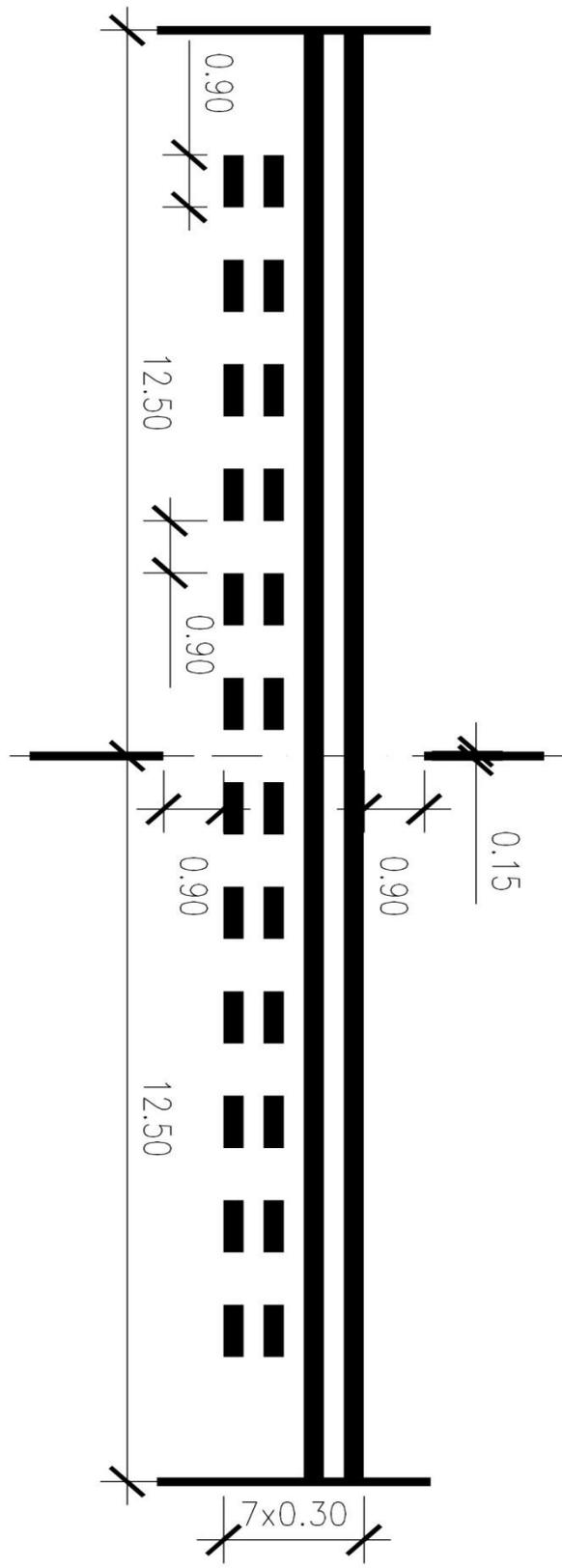


Figure 25 : Marque du prolongement de la ligne de guidage des voies de circulation sur l'axe de piste



ECHELLE: 1:200

Figure 26: Marques de point d'attente schéma A2 (jaune) détail« B »

ECHELLE: 1:200

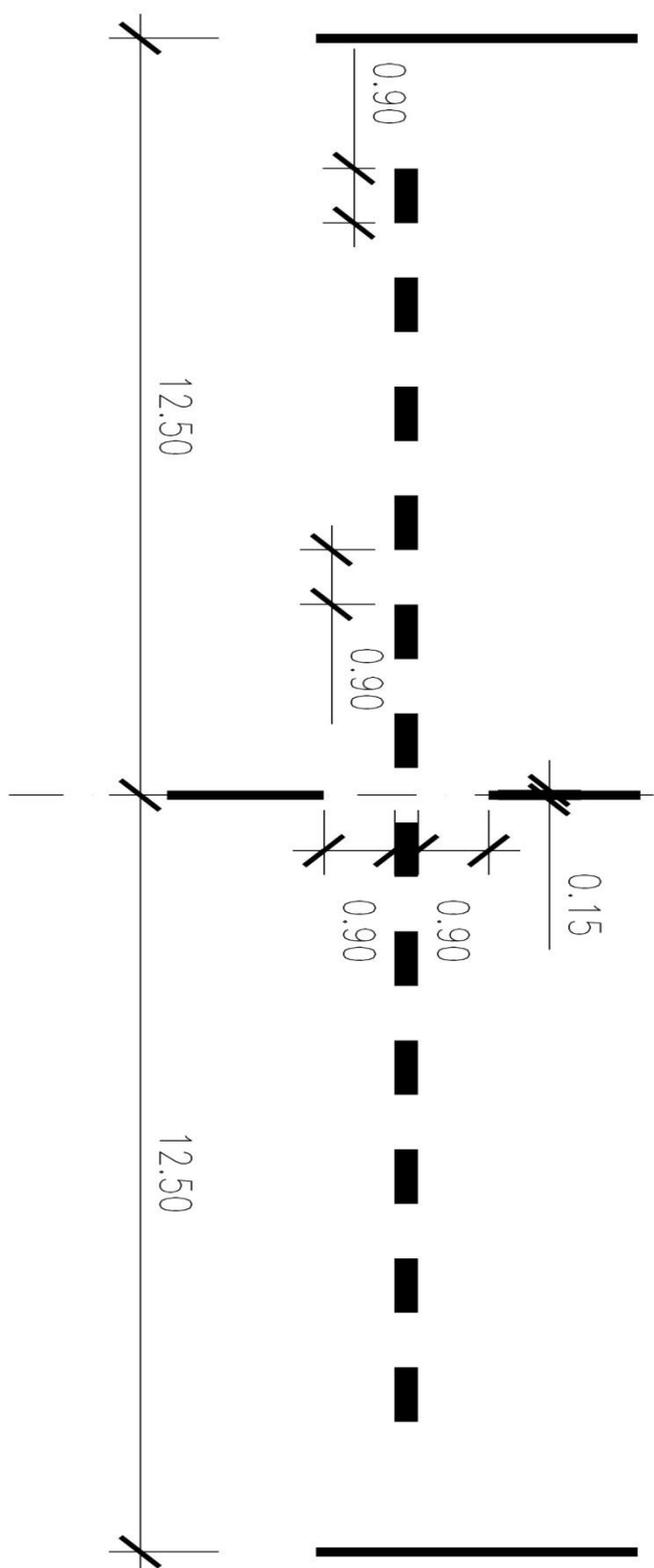


Figure 27: Marques de point d'attente intermédiaire (jaune) détail « C »

DETAIL "D"

MARQUES DE POINT D'ATTENTE SCHEMA B2 (JAUNE)

ECHELLE: 1:200

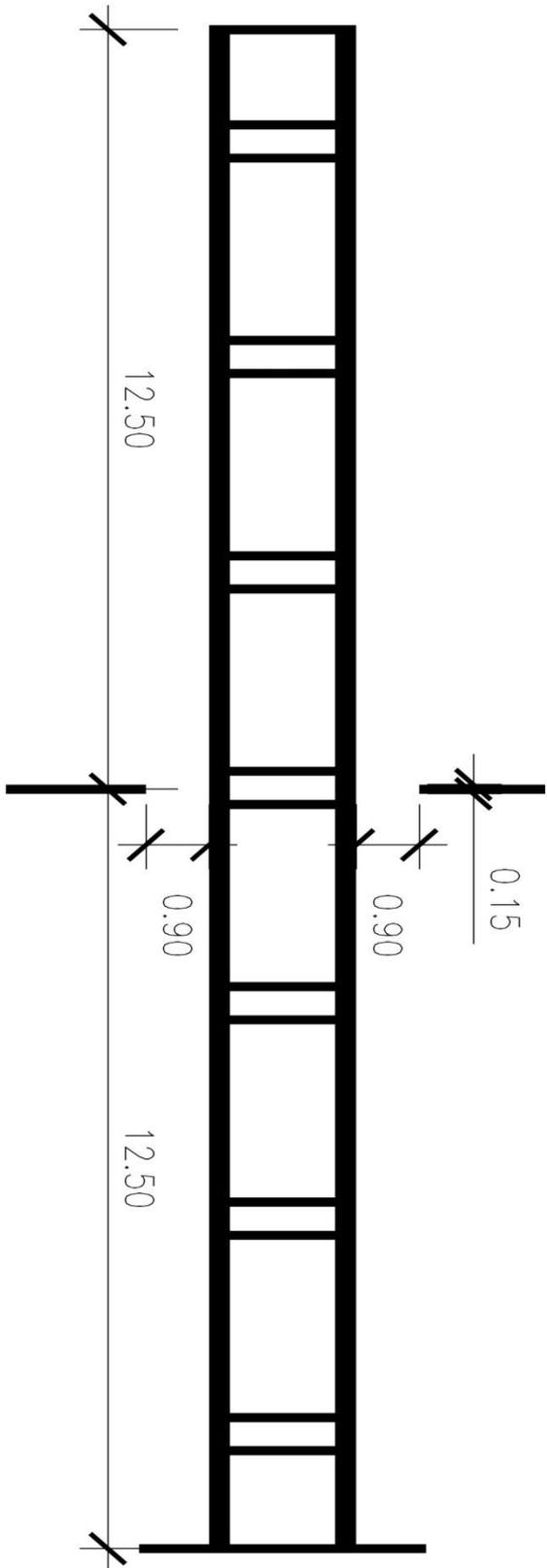


Figure 28 : Marques de point d'attente schéma B2 (jaune) détail« D

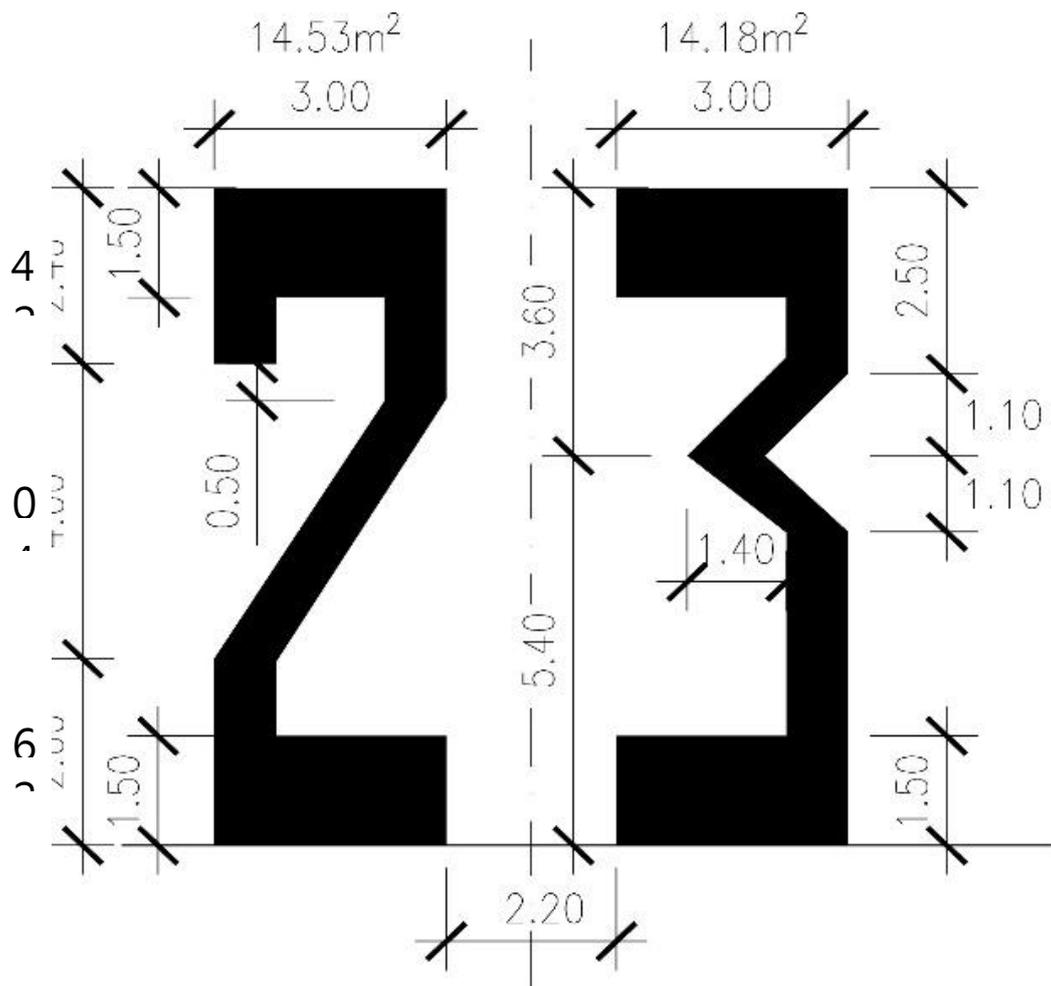
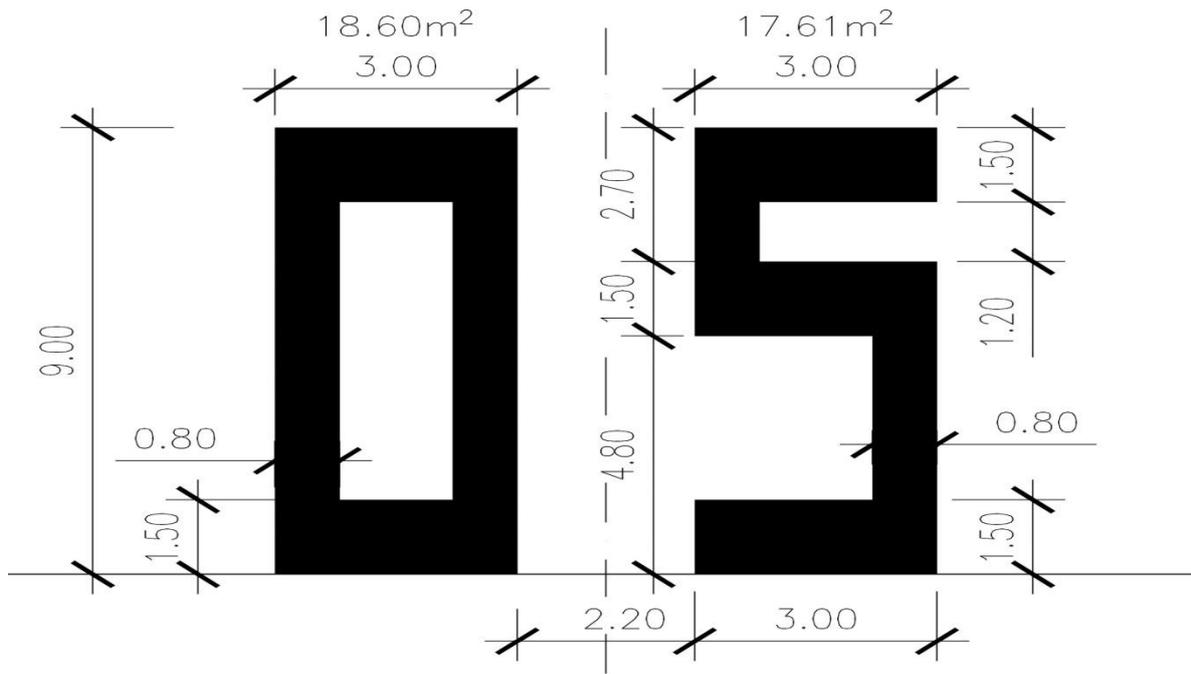
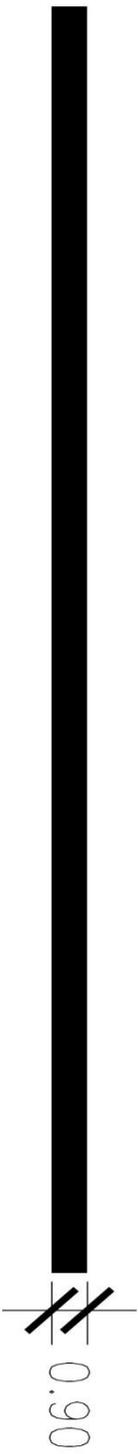


Figure 29 : Marques d'identification de piste

1

MARQUEGE LATERAL DE PISTE (BLANCHE)

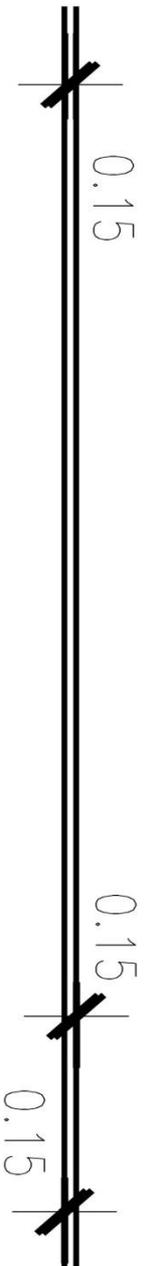
ECHELLE: 1:500



2

MARQUE LATERAL DE VOIE DE CIRCULATION (JAUNE)

ECHELLE: 1:500



3

MARQUE D'AXE DE VOIE DE CIRCULATION (JAUNE)

ECHELLE: 1:500



Figure 30 : Marques latéral de pistes, voie de circulation et d'axe de voie de circulation

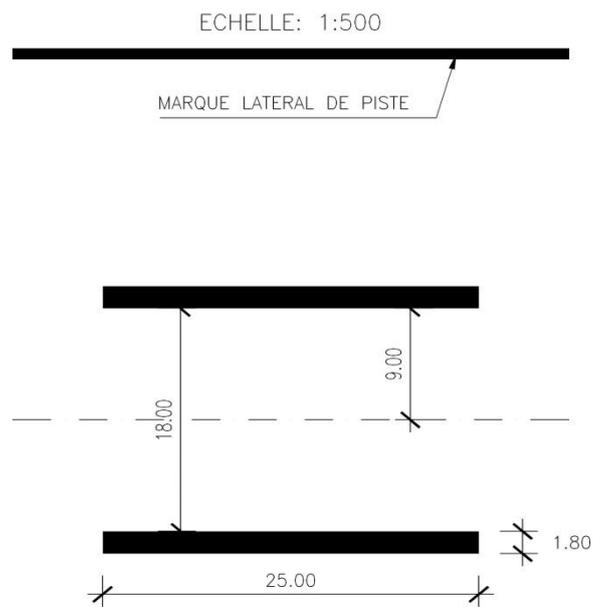
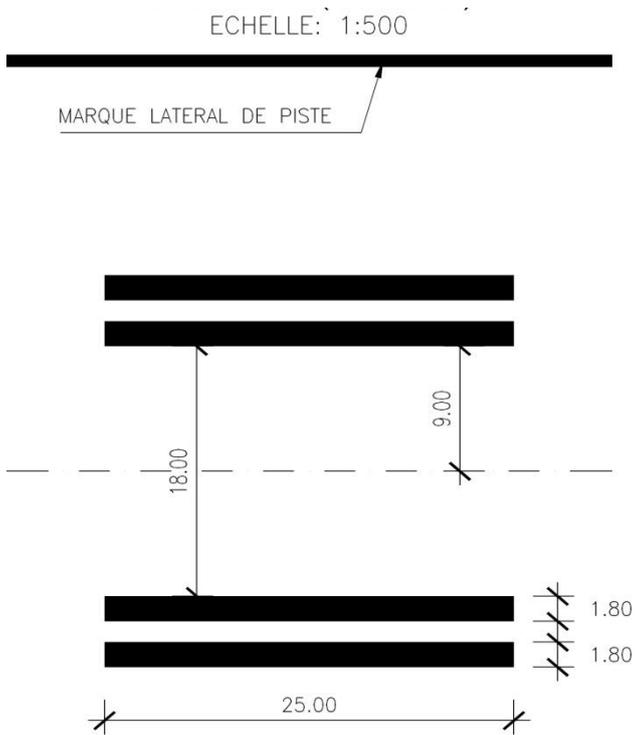
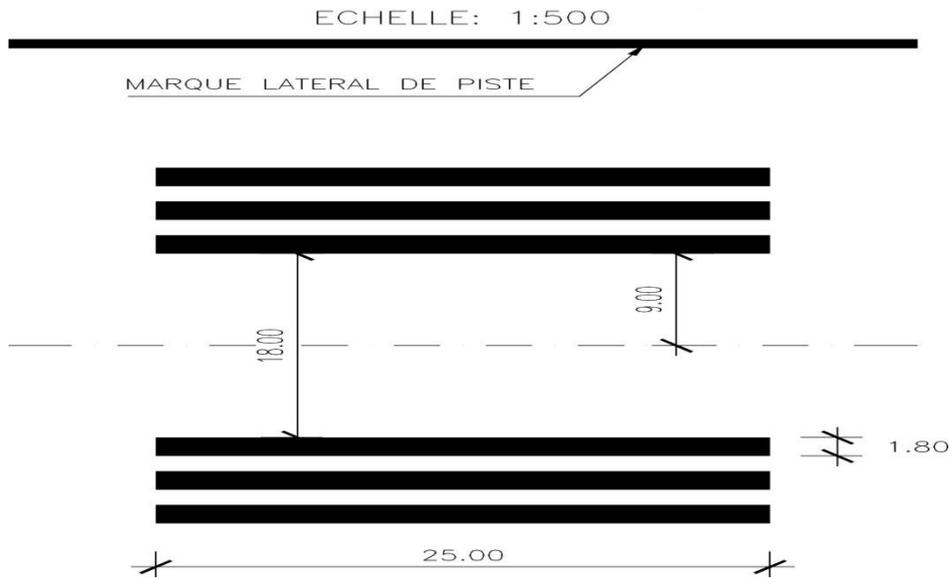


Figure 31 : Marque de zone de toucher des roues (Blanche)

ECHELLE: 1:500

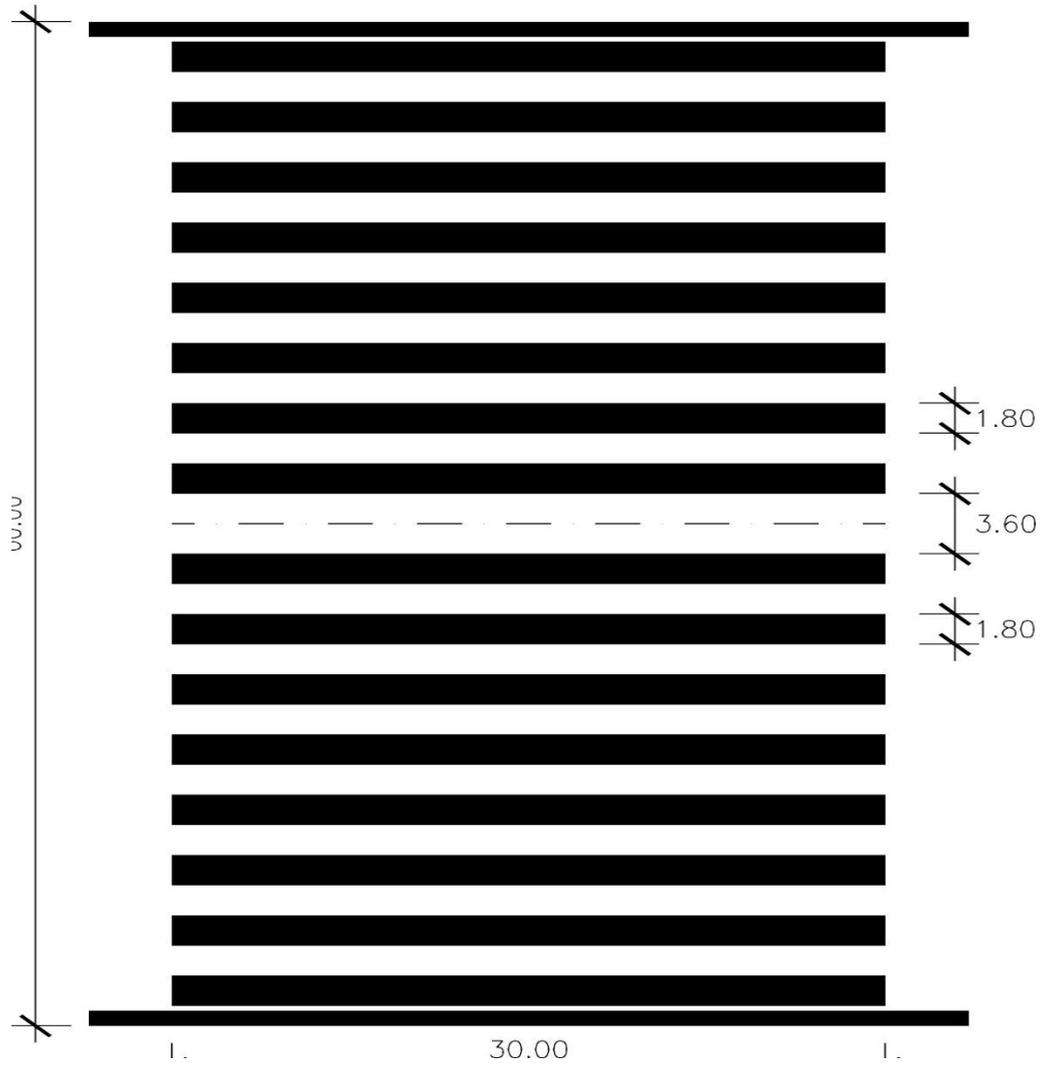


Figure 32: Marque de seuil de piste (Blanche)

ECHELLE: 1:500

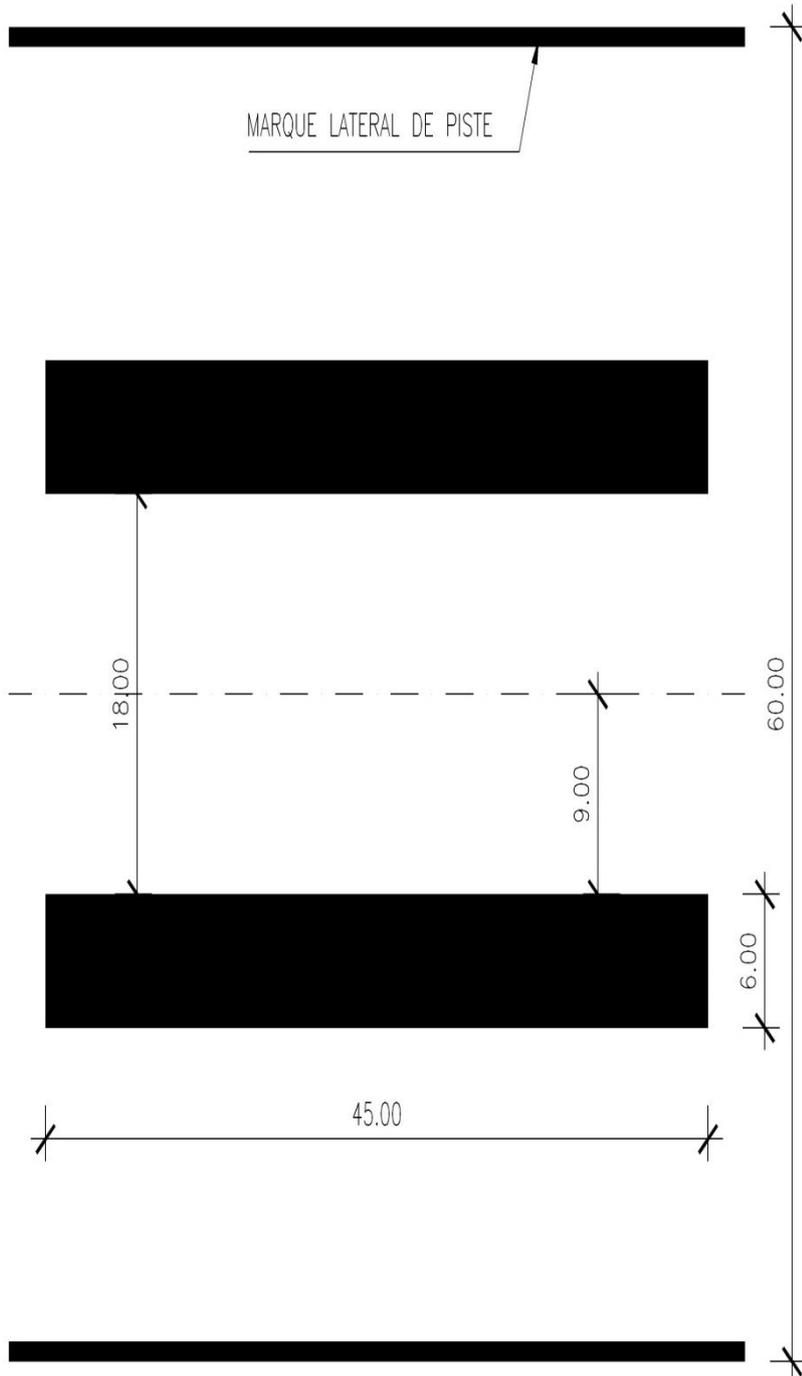


Figure 33 : Marque de point cible (Blanche)

ECHELLE: 1:500

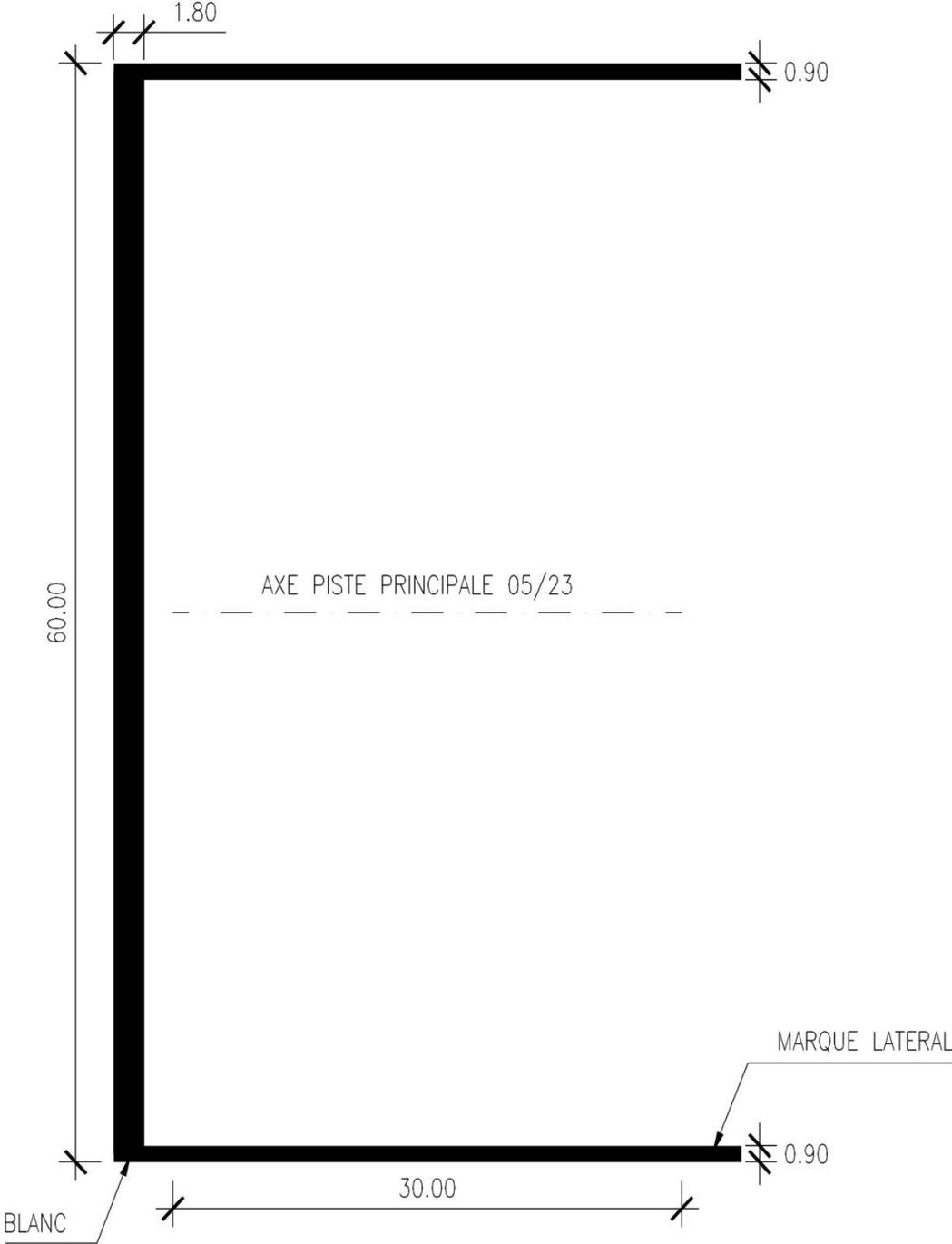


Figure 34: Bande transversale de seuil de piste

Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet de fin d'études, on a réalisé l'étude relative à la piste 05/23 et ses voies de circulation, ayant pour but la réception des avions de code de référence d'infrastructures 4F.

La réalisation de ce travail a débuté par le renforcement de la piste 05/23, ainsi que les voies de circulation. Il est à signaler que le renforcement de la piste et les voies comprennent le fraisage de la chaussée, les scellements des fissures, la couche d'accrochage et le renforcement en béton bitumineux et ses accotements.

Une fois les renforcements réalisés, il y a lieu de procéder au marquage. On distingue plusieurs types de marques qui doivent être implantées sur la nouvelle chaussée de la piste principale 05/23 et ses voies de circulation, tout en prenant en compte le code de référence d'infrastructure de l'aérodrome ; 4F, et une approche de précision ILS CAT III.

Enfin, l'aéroport international houari Boumediene de Dar Beida (Alger) peut recevoir les avions de type de référence 4F.

Annexe 1 : Trace du profil en long

		PK	Elévation (z)
Elément : Déclivité			
	DEBUT	0+050.000	20,641
	FIN	0+100.000	20,912
Pente (%)	5.420‰		
Longueur (m)			
Elément : Déclivité			
	DEBUT	0+100.000	20,912
	FIN	0+285.900	21,366
Pente (%)			
Longueur (m)			
Elément : Courbe			
	DEBUT	0+285.900	21,366
	Sommet	0+300.000	21,4
	FIN	0+314.100	21,418
Rayon (m)	24521,74		
Longueur (m)	28,2		
Pente d'entrée (%)	2.440‰		
Pente de sortie (%)	1.290‰		
Point Bissecteur (m)	-0,004		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	0+314.100	21,418
	FIN	0+392.650	21,52
Pente (%)	1.290‰		
Longueur (m) .	78,55		
Elément : Courbe			
	DEBUT	0+392.650	21,52
	Sommet	0+400.000	21,529
	FIN	0+407.350	21,542
Rayon (m)	-30000		
Longueur (m)	14,7		
Pente d'entrée (%)	1.790‰		
Pente de sortie (%)	1.780‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0,001		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	0+407.350	21,542
	FIN	0+593.100	21,873
Pente (%)	1.780‰		
Longueur (m).	185,75		
Elément : Courbe			

	DEBUT	0+593.100	21,873
	Sommet	0+600.000	21,885
	FIN	0+606.900	21,9
Rayon (m)	-30000		
Longueur (m)	13,8		
Pente d'entrée (%)	1.780‰		
Pente de sortie (%)	2.240‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0,001		
Élément : Déclivité			
	DEBUT	0+606.900	21,9
	FIN	0+671.200	22,044
Pente (%)	2.240‰		
Longueur (m).	64,3		
Élément : Courbe			
	DEBUT	0+671.200	22,044
	Sommet	0+700.000	22,109
	FIN	0+728.800	22,23
Rayon (m)	-29327,902		
Longueur (m)	57,6		
Pente d'entrée (%)	2,240‰		
Pente de sortie (%)	4.204‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0,014		
Élément : Déclivité			
	DEBUT	0+728.800	22,23
	FIN	0+940.900	23,122
Pente (%)	4.204‰		
Longueur (m).	210,1		
Élément : Courbe			
	DEBUT	0+940.900	23,122
	Sommet	0+950.000	23,16
	FIN	0+959.100	23,192
Rayon (m)	28556,485		
Longueur (m)	18,2		
Pente d'entrée (%)	4.204‰		
Pente de sortie (%)	3.567‰		
:			
Point Bissecteur (m)	-0,001		
Élément : Déclivité			
	DEBUT	0+959.100	23,192
	FIN	1+340.357	24,552
Pente (%)	3.567‰		

Longueur (m).	381,257		
Elément : Courbe			
	DEBUT	1+340.357	24,552
	Sommet	1+400.000	24,765
	FIN	1+459.643	24,739
	Point d'inflexion	1+446.468	24,742
Rayon (m)	29750,594		
Longueur (m)	119,286		
Pente d'entrée (%)	3.567‰		
Pente de sortie (%)	-0.443‰		
:			
Point Bissecteur (m)	-0,06		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	1+459.643	24,739
	FIN	1+741.743	24,614
Pente (%)	-0.443‰		
Longueur (m).	282,1		
Elément : Courbe			
	DEBUT	1+741.743	24,614
	Sommet	1+750.000	24,61
	FIN	1+758.257	24,601
Rayon (m)	27655,502		
Longueur (m)	16,514		
Pente d'entrée (%)	-0.443‰		
Pente de sortie (%)	-1.040‰		
:			
Point Bissecteur (m)	-0,001		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	1+758.257	24,601
	FIN	1+876.250	24,479
Pente (%)	-1.040‰		
Longueur (m).	117,993		
Elément : Courbe			
	DEBUT	1+876.250	24,479
	Sommet	1+900.000	24,454
	FIN	1+923.750	24,468
	Point d'inflexion	1+906.189	24,463
Rayon (m)	-28787,879		
Longueur (m)	47,5		
Pente d'entrée (%)	-1.040‰		
Pente de sortie (%)	0.610‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0,01		

Elément : Déclivité			
	DEBUT	1+923.750	24,468
	FIN	1+985.350	24,506
	0.610‰		
	61,6		
Elément : Courbe			
	DEBUT	1+985.350	24,506
	Sommet	2+000.000	24,515
	FIN	2+014.650	24,51
	Point d'inflexion	2+004.522	24,512
Rayon (m)	31430,274		
Longueur (m)	29,3		
Pente d'entrée (%)	0.610‰		
Pente de sortie (%)	-0.322‰		
:			
Point Bissecteur (m)	-0,003		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	2+014.650	24,51
	FIN	2+450.000	24,37
Pente (%)	-0.322‰		
Longueur (m).	435,35		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	2+450.000	24,37
	FIN	2+693.700	24,292
Pente (%)	-0.320‰		
Longueur (m).	243,7		
Elément : Courbe			
	DEBUT	2+693.700	24,292
	Sommet	2+700.000	24,29
	FIN	2+706.300	24,29
Rayon (m)	-49736,842		
Longueur (m)	12,6		
Pente d'entrée (%)	-0.320‰		
Pente de sortie (%)	-0.067‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	2+706.300	24,29
	FIN	2+845.800	24,28
Pente (%)	-0.067‰		
Longueur (m).	139,5		
Elément : Courbe			
	DEBUT	2+845.800	24,28
	Sommet	2+850.00	24,28

	FIN	2+854.200	24,279
Rayon (m)	60000		
Longueur (m)	8,4		
Pente d'entrée (%)	-0.067‰		
Pente de sortie (%)	-0.207‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	2+854.200	24,279
	FIN	2+994.500	24,25
Pente (%)	-0.207‰		
Longueur (m).	140,3		
Elément : Courbe			
	DEBUT	2+994.500	24,25
	Sommet	3+000.000	24,249
	FIN	3+005.500	24,25
	Point d'inflexion	3+000.700	24,249
Rayon (m)	-30000		
Longueur (m)	11		
Pente d'entrée (%)	-0.207‰		
Pente de sortie (%)	0.160‰		
:			
Point Bissecteur (m)	0,001		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	3+005.500	24,25
	FIN	3+200.00	24,281
Pente (%)	0.160‰		
Longueur (m).	194,5		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	3+200.000	24,281
	FIN	3+500.000	24,33
Pente (%)	0.162‰		
Longueur (m).	300		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	3+500.000	24,33
	FIN	3+610.000	24,36
Pente (%)	0.276‰		
Longueur (m).	110		
Elément : Déclivité			
	DEBUT	3+610.000	24,36
	FIN	3+650.000	23,88
Pente (%)	-12.000‰		
Longueur (m).	40		

Bibliographie

- ❖ OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Doc 8168
- ❖ DTNA, direction technique de la navigation aérienne, Polycopie de généralité sur les moyens de radionavigation.
- ❖ AIP ALGERIE
- ❖ ENNA, Etablissement Nationale de Navigation Aérienne [<https://www.enna.dz/>]
- ❖ Annexe 14 de l'OACI : Aérodromes, Volume 1..
- ❖ E-Link (Airport Directory)
- ❖ Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A380-Déc.2016.
- ❖ ODS-May-2018-Airbus-Commercial-Aircraft.
- ❖ Doc 9157 partie 1 : Pistes. Troisième édition 2006.
- ❖ Doc 9157 partie 2 : Voies de circulations. Deuxième édition 1983
- ❖ Doc 9157 partie 3 : Chaussées. Deuxième édition 1983
- ❖ Dossier d'homologation PEC
- ❖ www.lavionnaire.fr
- ❖ www.aeroport-d-alger-houari-boumediene.com/
- ❖ [hhttps://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9roport_d%27Alger_-_Houari-Boum%C3%A9di%C3%A8ne](https://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9roport_d%27Alger_-_Houari-Boum%C3%A9di%C3%A8ne)
- ❖ <http://www.egsa-alger.dz>