

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DES ÉTUDES SUPÉRIEURES ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة البليدة 1

UNIVERSITE SAAD DAHLAB -BLIDA 1-

معهد الطيران والدراسات الفضائية



Institut d'Aéronautique Et Des Études Spatiales

قسم الملاحة الجوية



DEPARTEMENT DE NAVIGATION AERIENNE

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de
Master en aéronautique

Option : Exploitation Aéronautique

Thème :

**L'EXPLOITATION DE L'AÉRODROME DE HASSI
MESSAOUD KRIM BELKACEM DURANT LES TRAVAUX
DE RENFORCEMENT DE LA PISTE PRINCIPALE 18/36 ET
SES ANNEXES**

Réalisée par :

HAMNACHE Fatma Insaf

AZIZI Soundes

Dirigée par :

Mr. REZAGUI Walid

Md. LAHRECH Bahia

DEDICACE

Avant toute chose, nous remercions « **Allah** », Le Tout-Puissant, pour nous avoir guidées, donné la force, la patience et la persévérence tout au long de ce parcours.

Nous dédions ce travail à nous-mêmes, « **Soundes** » et « **Insaf** », un binôme uni, complémentaire et persévérant, qui a su surmonter les défis avec détermination.

Une pensée pleine de reconnaissance et d'amour à **nos parents, nos sœurs et frères**, pour leur soutien inconditionnel, leurs prières et leur amour constants, qui sont notre plus grande source de motivation.

Un grand merci à notre encadrant « **REZAGUI Walid** » **Chef Département Circulation aérienne DCA** au niveau de l'établissement National de la Navigation Aérienne pour son accompagnement et sa disponibilité, ainsi qu'à notre promotrice « **LAHRECHE Bahia** » pour sa bienveillance et ses conseils précieux.

Nous exprimons également toute notre gratitude à l'ingénieur « **GASMI LAHASSENI Abderrahim** » **Chef Service Contrôle et Coordination SCC**, dont l'aide et l'expertise ont été d'une importance capitale dans la réalisation de ce projet, et un remerciement tout particulier à l'ingénieur

« **BOUCHUAREB Hamza** », dont l'accompagnement et les conseils ont été d'une grande valeur et d'un grand réconfort tout au long de ce projet.

Nos sincères remerciements à nos amis « **Lydia** », « **Kamilia** », « **Yakine** », « **Imane** », ainsi qu'à tous nos collègues, en particulier **Suka**, pour leur soutien moral et leur bonne humeur qui ont rendu cette aventure plus agréable.

RESUME

Dans le cadre d'une dégradation de la chaussée de l'aire de mouvement de l'aérodrome de Hassi Massoud "**Krim Belkacem**" (**DAUH**), une décision prise pour engager des travaux de renforcement tout en maintenant l'activité aérienne, quelle que soit commerciale ou liée au travail aérien, vu que les bases de maintenance des compagnies aériennes situées sur DAUH.

A cet effet, plusieurs scenarios sont à l'étude. Ceux-ci impliquent des modifications de signalisation horizontale de l'aire de mouvement, la publication de SUP AIP (Aeronautical Information Publication Supplement), ainsi que l'élaboration de procédures locales pour la gestion des travaux et la sécurité des vols ou un PEC (Plan d'exploitation pendant la construction).

Mot clé : infrastructures, aire de mouvements, signalisation, procédures de vol, SUP AIP (Aeronautical Information Publication Supplement), PEC (Plan d'Exploitation pendant Construction).

ABSTRACT

Due to the deterioration of the pavement on the movement area of Hassi Messaoud "**Krim Belkacem**" (**DAUH**) aerodrome, a decision was made to undertake infrastructure reinforcement work while maintain air operations, whether commercial or related to aerial work, since the maintenance bases of the airlines are located at **DAUH**.

To this end, several scenarios are under study. These involve modification to the horizontal signage of the movement area.

The publication of SUP AIP and the development of procedures for the management of the works and flight safety (PAC Plan for operations During Construction) are also planned.

Keywords : infrastructure, movement area, signage, flight procedures, AIP SUP, supplément (Aeronautical Information Publication), PEC (Plan d'Exploitation pendant Construction).

ملخص

نظراً لتدور حالة المدرج في منطقة الحركة بمطار حاسي مسعود "كريم بالقاسم" تم اتخاذ قرار بتنفيذ اعمال تعزيز للبنية التحتية مع الحفاظ على استمرار النشاط الجوي، سواء كان تجاري او متعلقاً بالأعمال الجوية نظراً لوجود قواعد صيانة شركات الطيران في هذا المطار.

ولهذا الغرض، يتم دراسة عدة سenarios تشمل تعديلات على العلامات الافقية لمنطقة الحركة.
كما يشمل نشر الإشارات المكملة (SUP AIP) بالإضافة إلى إعداد إجراءات محلية لإدارة الأعمال وضمان سلامة الطيران: (PEC خطة التشغيل أثناء الانشاء).

الكلمات المفتاحية: البنية التحتية، منطقة الحركة، الإشارات، إجراءات الطيران.

ABREVIATIONS

A

AC : Aircraft.

ACN : Aircraft classification Number.

ACR : Cote de classification d'aéronef. **AD** : Aérodrome.

AIP : Publication d'information Aéronautique.

AIRAC : Aeronautical information régulation and control

ALT: Altitude.

ASDA: Accelerate-Stop Distance Available.

AYW : Voie aérienne.

ARP : Aérodrome référence point (point de référencé de l'aérodrome)

AFIS :(Airport Flight Information Service): service' information de vol d'aérodrome.

APAPI :(Abbreviated Precision Approach Path Indicator).

ANAC : Agence Nationale de L'aviation Civile.

B

BNI : Bureaux Nationale D'information.

BPFA : Brigade de Police de Frontières Aérienne.

C

CWY: Clear way

CAT: catégorie

CTTP : L'organisme de contrôle technique des travaux publics.

CSA : Centre de Surveillance Aéronautique.

D

DME : Distance Measuring Equipment

DAUH : Indicateur d'emplacement de Hassi Messaoud.

DACM : Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie.

DOC : Document.

DTP : Direction des travaux publics.

DER : Départeur End of Runway (Extimité de la piste).

E

E : Est

ENNA : Établissement National de la Navigation Aérienne.

EGSA : Établissement de Gestion des Services Aéroportuaire.

F

FOD : Foreign Object Debris (Débris d'objets Étrangers).

G

GP: Glide Path

I

ILS: Instrument Landing System

ID: Identification.

IFR: Instrument Flight Rules.

ITAC : Instructions Techniques aux Aérodromes Civils.

IAB : Institut d'aéronautique de Blida.

IA : Indice de Service.

L

LTPS : Laboratoire de contrôle technique des travaux publics.

LDA : Landing Distance D'atterrissage.

N

NDB : Non Directional beacon.

N : Nord

NOTAM : Notice to Airmen.

O

ONM : office National de Matéologies.

OGSA : Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique.

OACI : Organisation Internationale de l'Aviation Civile.

P

PAPI : Indicateur de pente d'approche.

PCN : Pavement Classification Number.

PCR : Cote de classification de chaussée.

Q

QFU : Orientation de la piste.

QNH : Pression atmosphérique au niveau de la mer.

R

RESA: Runway End Safety Area.

RWY : Piste.

S

SIA : Service D'information aéronautique.

SUP AIP : Supplément AIP.

SAR : Search and rescue (Recherche et sauvetage).

SSLI : Service de sauvetage et lutte contre l'incendie.

SWY : Stop way.

SMC : Sécurité de Circulation au sol.

T

TODA: Take Off Distance Available.

TORA: Take Off Run Available.

TWR: Tower.

THR: Threshold.

TWY: Taxiway (voie de circulation).

VFR: Visual Flight Rules

DEDICACE

RESUME

ABREVIATION

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES ET LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE -----	1
1. PRÉSENTATION DE L'ENNA ET GÉNÉRALITÉS SUR LES INFRASTRUCTURES AÉROPORTUAIRES -----	4
1.1 INTRODUCTION -----	4
1.2 PRESENTATION DE L'ENNA -----	4
1.2.1 DEFINITION -----	4
1.2.2 MISSIONS-----	5
1.2.3 L'ORGANISATION DE L'ENNA -----	6
1.3 LES INFRASTRUCTURES AEROPORTUAIRES-----	7
1.3.1 CLASSIFICATION DES AERODROMES-----	7
1.3.2 TERMINOLOGIE AEROPORTUAIRE -----	9
1.3.3 LES DISTANCES DECLAREES D'UNE PISTE-----	15
1.3.4 LES CHAUSSEES AERONAUTIQUES -----	15
1.4 AIDES VISUELLES A LA NAVIGATION AERIENNE-----	17
1.4.1 INDICATEURS ET DISPOSITIFS DE SIGNALISATION -----	17
1.4.2 MARQUAGES AU SOL -----	18
1.5 CONCLUSION-----	29
2. PRESENTATION DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD -----	31
2.1 INTRODUCTION -----	31
2.2 HISTORIQUE-----	31
2.3 DESCRIPTION DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD -----	32
2.3.1 L'ACTIVITE AERIENNE A HASSI MESSAOUD -----	32

2.3.2 Situation géographique-----	32
2.3.3 Les statistiques de trafic d'aérodrome -----	33
2.3.4 infrastructure -----	35
2.4 L'ETAT ACTUEL DE LA PISTE 18/36 DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD -----	38
2.4.1 Les dégradations constatées sur la piste -----	38
2.4.2 l'indice de service (IS) -----	40
2.4.3 Résultats de calcul de l'indice de service IS -----	41
2.5 L'IMPACT SUR L'EXPLOITATION ET PROBLEMATIQUE -----	42
2.6 SCENARIOS DU MAINTIEN DE L'EXPLOITATION DURANT LES TRAVAUX -----	43
2.6.1 Le premier scénario-----	43
2.6.2 Le deuxième scénario -----	44
2.7 CONCLUSION -----	46
3. PLANIFICATION ET REALISATION DES TRAVAUX AU NIVEAU DE L'AERODROME-----	47
3.1 INTRODUCTION-----	47
3.2 PHASE PREPARATOIRE DES TRAVAUX-----	47
3.3 PLAN D'EXPLOITATION PENDANT UNE CONSTRUCTION DANS L'AERODROME PEC-----	47
3.4 CONTENU DU PEC PLAN D'EXPLOITATION PENDANT UNE CONSTRUCTION-----	48
3.4.1 Texte décrivant de façon concise et précise :-----	48
3.4.2 Plan des étapes ou phases de construction-----	48
3.4.3 Définition du périmètre du chantier -----	48
3.4.4 Plan de communication -----	48
3.4.5 Sécurité du chantier-----	49
3.5 PLAN D'EXPLOITATION PENDANT UNE CONSTRUCTION DANS L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD (TRAVAUX DE RENFORCEMENT DE LA PISTE 18/36 ET SES ANNEXES)-----	50
3.5.1 Description des travaux de construction-----	50
3.5.2 Différentes phases du projet-----	51
3.5.3 HORAIRES PLANIFIES DE TRAVAIL-----	63
3.5.4 DEPOT DES PLANS PRELIMINAIRES-----	63

3.5.5 PLAN DE COMMUNICATION -----	66
3.5.6 SECURITE DU CHANTIER -----	68
3.6 CONCLUSION -----	72
4. Réalisation des plans du projet par AutoCAD -----	73
4.3 IMPORTATION D'IMAGE GOOGLE EARTH DANS AUTOCAD -----	74
4.3.1 ENREGISTRER IMAGE GOOGLE EARTH -----	74
4.3.2 INSERER L'IMAGE GOOGLE EARTH DANS AUTOCAD -----	74
4.4 DIFFERENTES PHASES DU PROJET -----	75
4.4.1 PHASE 00 -----	75
4.4.2 PHASE 01 -----	82
4.4.3 PHASE 02 -----	85
4.4.4 PHASE 03 -----	86
4.5 CONCLUSION -----	87
CONCLUSION GENERALE -----	87

LES ANNEXES

- Annexe A : Présentation de l'ENNA ;
- Annexe B : Marquages ;
- Annexe C : SUP AIP ;
- Annexe D : NOTAM ;
- Annexe E : AutoCAD.

RÉFÉRENCES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 1 : organigramme générale de l'ENNA.	6
Figure 1 2 : Representation d'un piste	11
Figure 1 3 : Aire de sécurité d'extrémité de piste lorsque le chiffre de code est 3 ou 4	13
Figure 1 4 : Seuil de piste	13
Figure 1 5 : prolongement d'arrêt	14
Figure 1 6 : Les distances déclarées d'une piste	15
Figure 1.7 : Montre les couches qui composent les deux types de chaussées.	16
Figure1. 8 : Marques d'identification de piste, d'axe de piste et de seuil de piste	19
Figure 1. 9 : Marques de zone de toucher des roues	21
Figure 1.10 : Bande latérale.	23
Figure 1.11 : Voix de circulation.	23
Figure 1 12 : Prolongement d'arrêt.....	24
Figure 1 13 : Indicateur visuel de pente d'approche.	27
Figure 1 14 : Balises de bord de piste.	28
Figure 1 15 : Balisage du seuil de piste.	28
Figure 1 16 : Balisage de l'extrémité de piste.....	29
Figure 1 17 : Direction d'exploitation et de la navigation aérienne.	91
Figure 1 18 : Département de la Circulation aérienne.	92
Figure 1 19 : Organisation de DIA.....	94
Figure 2 1 : Statistique de trafic par aérodrome	35
Figure 2 2 : Carte de l'aérodrome de Hassi Messaoud.	36
Figure 2 3: La voie de circulation AE.	43
Figure 3. 1 : La signalisation horizontale de la voie de circulation AE.	55
Figure 3. 2 : travaux sur la piste principale18/39 et l'utilisation temporaire de la voie AE.	57

Figure 4. 1 : Présentation de l'interface de Google Earth.....	74
Figure 4. 2 : Intégration d'une image google Earth dans AutoCAD.	75
Figure 4. 3 : Marquage de la nouvelle piste 18/36.....	75
Figure 4. 4 : Plan conforme à la phase 00 lors de la réalisation du projet.	76
Figure 4. 5 : Marquage seuil de piste.....	77
Figure 4.6 : Marquage Lattre et chiffre.....	78
Figure 4. 7 : Marquage d'identification de piste 36R	79
Figure 4. 8 : Marquage d'identification de piste 18L	80
Figure 4. 9 : Marquage de l'axe de piste.....	81
Figure 4. 10 : Marquage point cible.....	81
Figure 4. 11 : Marquage zone de toucher des roues.....	82
Figure 4. 12 : la nouvelle temporaire piste 18L/36R	82
Figure 4. 13 : Plan respectant les exigences de la phase 01 au cour de la réalisation du projet ...	84
Figure 4. 14 : Plan établi selon la phase 02 durant l'exécution du projet.	86
Figure 4. 15 : Plan conforme à l'étape 03 pendant la mise en œuvre du projet.....	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1. 1 : Code de référence de l'aérodrome.	8
Tableau1. 2: Nombre des bandes variera en fonction de la largeur de la piste	20
Tableau1. 3 : Distance utilisable à l'atterrissage en fonction de la distance entre seuils paires de Marques.	22
Tableau2. 1 : caractéristiques physiques de la piste.	37
Tableau2. 2: Distances déclarées.	37
Tableau2. 3: Balisage et dispositifs lumineux.	38
Tableau2. 4: Aides de radionavigation et atterrissage.	38
Tableau2. 5: Indice de service.	41

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'infrastructure aéroportuaire désigne l'ensemble des installations et services nécessaires au fonctionnement des aéroports. Elle joue un rôle crucial dans la gestion et la sécurité du trafic aérien, tout en influençant l'économie locale, la connectivité nationale et internationale.

De plus une infrastructure bien conçue et entretenue garantit un niveau élevé de sécurité, de fluidité des opérations aériennes et de confort des passagers, alors elle est plus attrayant pour les compagnies aériennes, ce qui peut entraîner une augmentation du nombre de vols et de destinations., contribuant à la croissance économique et à la compétitivité d'une région.

Toutefois, en raison de l'utilisation intensive et des conditions climatiques locales, ces infrastructures nécessitent un entretien régulier et des interventions de renforcement, afin de préserver le facteur le plus crucial en aéronautique : la sécurité. Malheureusement, c'est le cas pour l'aérodrome de Hassi Messaoud.

L'aérodrome de Hassi Messaoud Krim Belkacem DAUH, est le troisième aérodrome en Algérie, en terme de densité du trafic et le premier dans son secteur. En plus, il est situé dans une région stratégique au cœur des activités pétrolières et gazières en Algérie, constitue un hub essentiel pour les multinationales opérant dans ce domaine, et il est caractérisé par un flux de trafic hétérogène, dû aux types d'aéronefs desservant l'aérodrome.

Cependant, la piste 18/36, l'une des infrastructures clés de cet aéroport, subit des dégradations majeures qui compromettent les normes de sécurité et perturbent les opérations aériennes, notamment celles de Tassili Airlines. La fermeture temporaire de cette piste entraîne des conséquences économiques considérables, soulignant l'urgence d'une intervention ciblée et efficace, tout en maintenant l'activité aérienne.

Une analyse approfondie de l'état actuel de la piste 18/36 et ses annexes, nous a permis, après traitement des réclamations des usagers de cet espace aérien et coordination avec les experts, de déterminer les dégradations subies, d'évaluer l'impact de ses dégradations sur les opérations aériennes, et d'en déduire les travaux de renforcement à envisager.

Pour remédier aux contraintes persistantes, nous apporterons des solutions d'ordre pratique résumées en la proposition de plusieurs scénarios du maintien de l'exploitation durant les travaux de renforcement et la mise en place, d'un PEC (Plan d'Exploitation pendant une Construction) qui aura pour objet de fixer les modalités de planification et de réalisation des travaux de renforcement au niveau de la piste 18/36, des voies de circulations et des aires de stationnement, ainsi que les mesures prises par chaque intervenant, afin d'assurer la continuité des opérations aériennes en toute sécurité, conformément au règlementation de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) et à l'instruction technique de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC) n° 26-25 correspondent au 30 janvier 2025.

Afin de réaliser ce travail un stage pratique de six (06) mois a été effectué au sein de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA), au niveau du Départements de la Circulation Aérienne (DCA) au Service Contrôle et Coordination (SCC), essentiellement responsable sur la mise à jour et la tenue de la réglementation en vigueur sur le plan national et l'analyse des anomalies d'exploitation dans l'espace aérien relatives aux avis d'incidents, accidents, comptes rendu d'irrégularité d'exploitation, d'où l'établissement de ce mémoire intitulé « l'exploitation de l'aérodrome de Hassi Messaoud Krim Belkacem durant les travaux de renforcement de la piste principale 18/36 et ses annexes», qui sera organisé en quatre chapitres, dont le premier présente le lieu de stage l'ENNA et des généralités sur les infrastructures aéroportuaires.

Le deuxième est un recueil de données en terme de l'activité aérienne, des statistiques du trafic, d'infrastructure, des aides radios et d'analyse de l'état actuel de la piste 18/36 de l'aérodrome de Hassi Messaoud, afin que nous pouvons proposer des solutions sous forme de deux scénarios d'exploitation pendant les travaux de renforcement.

Le troisième chapitre s'est fondé sur l'élaboration d'un PEC, pour le scénario favorable, qui inclus trois parties essentielles : une description précise des étapes ou les phases, les travaux à achever ainsi que les dates de réalisation de chaque phase , un plan de communication pour assurer de la disponibilité en temps réel de l'information aéronautique concernant les travaux et des mises à jour éventuelles auprès des services d'information aéronautique et la sécurité du chantier où le processus pour gérer la sécurité de l'exploitation de l'aérodrome durant les travaux, est établi.

Enfin, le dernier chapitre est consacré à la réalisation des différentes phases de renforcement sur les plans 2D à l'aide du logiciel AutoCad afin de définir le périmètre du chantier qui contient les zones inutilisables, les voies d'accès, la zone de travaux et la séparation de la zone de travaux par rapport aux aires de mouvement opérationnels.

1. PRÉSENTATION DE L'ENNA ET GÉNÉRALITÉS SUR LES INFRASTRUCTURES AÉROPORTUAIRES

1.1 Introduction

Le développement du domaine d'exploitation aéronautique et du transport aérien en général repose sur la fiabilité des infrastructures aéroportuaires ainsi que sur l'efficacité des services de navigation aérienne. En Algérie, ces missions sont assurées par l'ENNA, chargée d'assurer la sécurité de la navigation aérienne. Ce chapitre vise à présenter l'ENNA, ses missions et services, tout en introduisant les éléments fondamentaux qui composent un aérodrome : la classification des aérodromes, la constitution de leurs infrastructures, les types de chaussées, ainsi que les aides visuelles à la navigation aérienne, cruciales à la sécurité de la navigation aérienne.

1.2 Présentation de l'ENNA

1.2.1 Définition

L'Établissement National de la Navigation Aérienne (ENNA), est un Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle du Ministère des Transports et soumis aux règles du droit commercial. Il a pour mission d'assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien Algérien pour le compte et au nom de l'État Algérien. [1]

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

- Agence nationale de l'aviation Civile (ANAC) ;
- Ministère des Transports ;
- Direction de l'aéronautique et de Météo ;
- Université Saad Dahlab / Institut de l'Aéronautique et des études spatiale de Blida (IAB) ;
- Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) ;
- AEFMP : organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal ;
- ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;
- EUROCONTROL : Organisation Européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne ;
- École Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse (ENAC). [1]

1.2.2 Missions

Les principales missions de l'Établissement National de la Navigation Aérienne consistent à :

- Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'état Algérien ;
- Mettre en œuvre la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées ;
- Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie dans le cadre d'accords internationaux ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- L'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique, notamment par l'organisation et le fonctionnement des différents services, en vue de garantir la sécurité aéronautique ;
- Assurer le contrôle de la circulation aérienne ;
- Assurer l'information aéronautique en vol et au sol et la diffusion des informations météorologiques nécessaires à la navigation aérienne ;
- Assurer la gestion des moyens de télécommunications aéronautiques ;

- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre l'incendie au niveau des aérodromes ;
- Gérer le domaine aéronautique constitué par l'espace aérien, les terrains, bâtiments et installations nécessaires à l'accomplissement de sa mission ;
- Contribuer à l'effort de développement en matière de recherche appliquée dans les techniques de la navigation aérienne ;

ENNA s'engage dans le cadre de la réalisation des objectifs retenus par les plans de développement et de production, à garantir :

- ✓ Les performances d'exploitation notamment par la prise en charge efficiente de la sécurité du trafic aérien,
- ✓ La gestion et la valorisation du patrimoine qui lui est affecté,
- ✓ L'amélioration de la qualité des prestations de sécurité de la navigation aérienne. [1]

1.2.3 L'organisation de l'ENNA

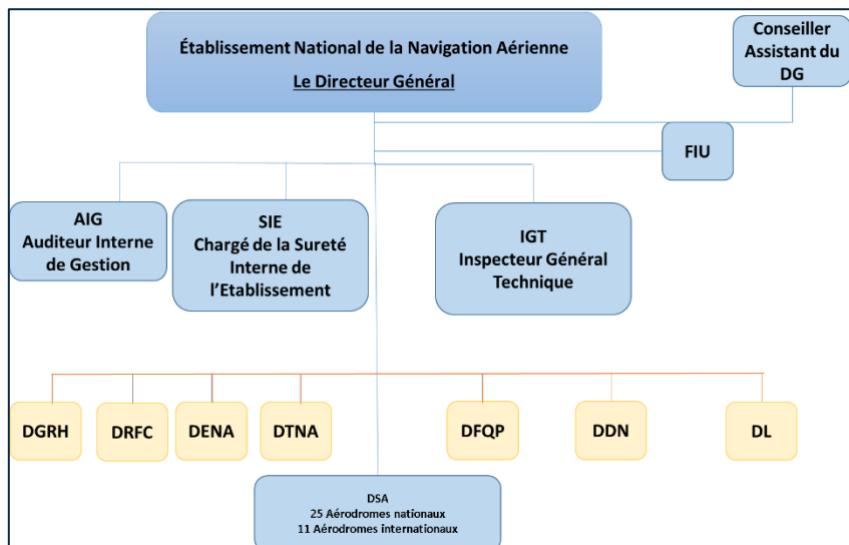


Figure 1 1 : organigramme générale de l'ENNA. [1]

DJRH : Direction Juridique et Ressources Humaine ;

DRFC : Direction des Ressources, Finances et de la Comptabilité ;

DENA : Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne ;

DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne ;

DFQP : Direction de Formation et Qualification des Personnelles ;

DDNA : Direction de Développement de la Navigation Aérienne ;

CQRENA : Centre de Qualification de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne ;

DL : Direction de la Logistique.

Pour plus de détail sur l'organisation et les missions de chaque direction consulté **l'annexe A.**

1.3 Les Infrastructures aéroportuaires

L'infrastructure aéroportuaire regroupe l'ensemble des moyens techniques au sol mis à la disposition des aéronefs, pour décoller, atterrir, ainsi que les aides à la navigation et à l'atterrissement.

1.3.1 Classification des aérodromes

La classification des aérodromes revêt une grande importance pour les concepteurs et l'utilisateur de l'aérodrome.

a) Code de référence d'aérodrome

Le code de référence a été créé dans l'intention de fournir une méthode simple permettant d'établir une relation entre les nombreuses spécifications concernant les caractéristiques d'un aérodrome, afin de garantir que l'installation conviendront aux avions qui seront appelés à utiliser cet aérodrome.

Le code de référence se compose de deux éléments liées aux caractéristiques de performances et aux dimensions de l'avion, L`élément 1 est une chiffre fondée sur la distance de référence de l'avion et l'élément 2 est une lettre ou fondée sur l'envergure de l'avion et la largeur hors de tout de son train principal.

La lettre ou chiffre de code est rattaché aux caractéristiques de l'avion critique pour lequel l'installation est fournie.

Le chiffre code correspondant à l'élément 1 est déterminé d'après le tableau 1.1, en choisissant le chiffre de code correspondant à la plus grande des distances de référence dès l'avion auxquels la piste est destinée. La distance minimale au décollage certifiée, au niveau de la mer et en atmosphère type, par vent nul et avec une pente de piste nulle, ainsi qu'il est indiqué dans le manuel de vol approprié de l'avion prescrit par l'autorité compétente ou dans une documentation équivalente du constructeur de l'avion.

La lettre code pour l'élément 2 est déterminée d'après le tableau 1.1, en choisissant la lettre de code qui correspond à la plus grande envergure ou la plus grande largeur hors de tout du train principal, selon la valeur qui donne la lettre de code la plus exigeante des avions auxquelles l'installation est destinée.

b) Distance de référence

La longueur minimale nécessaire pour le décollage à la masse maximale certifiée au décollage, au niveau de la mer, dans les conditions correspondant à l'atmosphère type, en air calme, et avec une pente nulle. La longueur en question représente, lorsque cette notion s'applique, la longueur de piste équilibrée pour les avions et dans les autres cas, la distance de décollage. [3]

Tableau1. 1 : Code de référence de l'aérodrome. [3]

Élément de code 1		Élément de code 2	
Chiffre code	Distance de référence de l'avion	Lettre Code	Envergure
1	Moins de 800m	A	Moins de 15 m
2	De 800 m à 1200m exclus	B	De 15 m à 24 m exclus De 24
3	De 1200 m à 1800 exclus	C	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

1.3.2 Terminologie aéroportuaire

a) L'aire de mouvement :

L'aire de mouvement se compose de :

- ❖ L'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. Elle contient : [2]

- Les pistes : aires rectangulaires définies, sur un aérodrome terrestre, aménager afin de servir ou décollage et à l'atterrissement des aéronefs. [13]
- Les voies de circulation (taxiways, voie de sortie rapide) : Ce sont des voies délimitées qui permettent aux appareils de se déplacer entre les parkings et les pistes ;

- ✓ Entrées-sorties de piste ;
- ✓ Point d'attente, aire d'attente : aménagée à proximité d'un point d'arrêt précédent une entrée de piste de manière à permettre à des aéronefs de s'immobiliser sans interdire la circulation d'autres aéronefs ;
- ✓ Voie de relation : non accolée à une aire de stationnement (50 à 60 km/h) ;
- ✓ Voie de desserte : accolée à une aire de stationnement (30 à 35 km/h) ;
- ✓ Surlargeur : partie de voie de circulation rajoutée à l'intérieur du virage dans une courbe ;
- ✓ Congé de raccordement : partie rajoutée à l'intersection de 2 voies de circulation ou d'une seule voie avec une piste ou une aire.

❖ L'aire du trafic

Elle est destinée à recevoir les aéronefs pendant les opérations d'escale et d'assistance et qui comprend :

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

❖ Aire d'atterrissement et ses protections

La piste est une surface rectangulaire sur un aérodrome préparée pour les atterrissages et les décollages des aéronefs. [2]



Figure 1 2 : Représentation d'une piste. [4]

Cette aire se caractérisé par :

➤ Identification de la piste

La détermination de l'orientation, de l'emplacement et du nombre des pistes. Un facteur important est le coefficient d'utilisation, déterminé par le régime de vent et l'alignement de la piste (Direction magnétique en dizaines de degrés ou QFU). [3]

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

- ✓ À réduire les risques de dommages matériels au cas où un aéronef sortirait de la piste ;
- ✓ À assurer la protection des aéronefs qui survolent cette aire au cours des opérations de décollage ou d'atterrissage. [13]

➤ Bandes 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. [3]

➤ Bandes 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.

➤ L'aire de demi-tour

Cette aire 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°. Elle est construite du côté gauche ou du côté droit de la piste à chacune de ses extrémités comme illustre sur la figure 1.6, et si on le juge nécessaire, à des points intermédiaires, en joignant les chaussées pour cette aire : [3]

- L'angle d'intersection de l'aire de demi-tour avec la piste ne soit pas supérieur à 30° et l'angle de braquage du train avant utilise pour la conception de l'aire de demi-tour sur piste ne soit pas supérieur à 45°.
 - ✓ La résistance des aires de demi-tour sur piste doit être au moins égale à celle des pistes qu'elles desservent, compte dûment tenu du fait que des avions effectuant un virage serré à faible vitesse exercent sur la chaussée des contraintes plus élevées ;
 - ✓ La surface des aires de demi-tour sur piste ne présentera pas d'irrégularités susceptibles d'endommager les avions. [3]

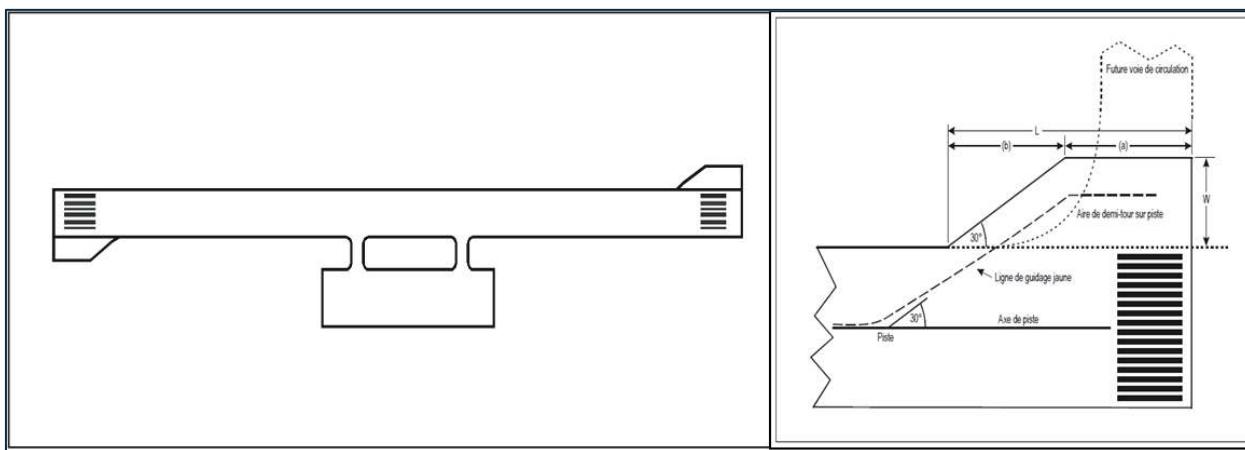


Figure 1.9 : L'aire de demi-tour. [3]

➤ L'aire de sécurité d'extrémité de piste « RESA »

Les comptes rendus d'accident/incident (ADREP) de l'OACI montrent que les aéronefs qui atterrissent trop court ou trop long subissent d'importants dommages. Pour réduire ces dommages au minimum, il faut aménager une aire supplémentaire au-delà des extrémités de la bande de piste c'est « RESA » ; celle-ci devrait être libre de tout équipement et de toute installation non frangible.

Cette aire supplémentaire sera aménagée lorsque :

- ✓ Le chiffre de code est 1 ou 2 et que la piste est une piste aux instruments ;
- ✓ Le chiffre de code est 3 ou 4, dans ce cas des recommandations sur les dimensions de cette aire sont indiquées dans la figure ci – après. [3]

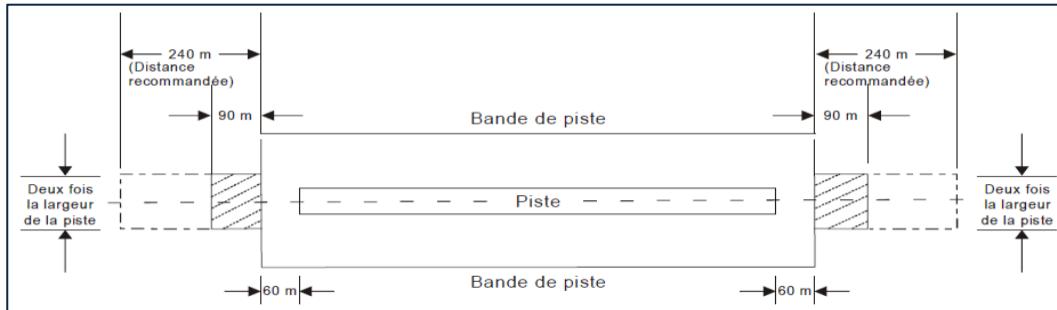


Figure 1 3: Aire de sécurité d'extrémité de piste lorsque le chiffre de code est 3 ou 4. [3]

➤ Accotements d'une piste

Partie des abords de piste traités de façon à offrir une surface de raccordement entre cette chaussée et le terrain environnant ; limiter le risque d'ingestion de corps étranger par des tétra-moteurs. Ils permettent de : [3]

- ✓ Protéger les extrémités latérales de la piste ;
- ✓ Contribuer à freiner l'érosion du sol par le souffle des réacteurs ;
- ✓ Atténuer les dommages occasionnés aux réacteurs par des débris ;
- ✓ Largeur appliquée ; 7,5m.

➤ Seuil décalé



Figure 1 4: Seuil de piste. [4]

Le seuil de piste est généralement situé à l'extrémité de la piste. Cependant, dans quelques cas (pour permettre le franchissement d'obstacle en courte finale par exemple), le seuil de piste peut être déplacé. On parle alors de seuil de piste décalé (displaced threshold - DTHR). [4]

Remarque :

La zone de piste située avant le seuil décalé ne peut être utilisée que pour le roulage et le décollage. Aucun atterrissage ne peut y être effectué.

➤ Prolongements d'arrêt (SWY pour Stopway)

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. [13]

Elle est souvent moins résistante que la piste principale et doit répondre aux critères suivants :

- ✓ Doit être au moins aussi large que la piste ;
- ✓ Doit être centrée sur le prolongement de l'axe de piste ;
- ✓ Doit être capable de supporter les avions pendant un arrêt décollage sans causer de dommage structurel à l'aéronef.



Figure 1 5: Prolongement d'arrêt. [4]

Remarque : Il est interdit de circuler ou de stationner sur cette zone, sauf en cas d'urgence.

➤ 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. [13]

1.3.3 Les distances déclarées d'une piste

L'aménagement de prolongements d'arrêt et de prolongements dégagés ainsi que l'emploi de seuils décalés sur les pistes ont rendu nécessaire d'exprimer de façon précise les différentes distances de pistes applicables à l'atterrissement et au décollage des avions. A cette fin, on utilise l'expression « distances déclarées » pour désigner les quatre distances ci-après qui caractérisent une piste donnée :

- a) Distance de roulement utilisable au décollage (TORA) (**T**ake-off **R**un **A**vailable) : 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) (**T**ake-off **D**istance **A**vailable) : distance de roulement utilisable au décollage, augmentée de la longueur du prolongement dégagé, s'il y lieu.
- c) Distance utilisable pour l'accélération-arrêt (ASDA) : (**a**cceleration **s**top **D**istance **A**vailable) : 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'atterrissement (LDA) (**L**anding **D**istance **A**vailable) : Longueur de piste déclarée comme étant utilisable et convenant pour le roulement au sol d'un avion à l'atterrissement. [13]

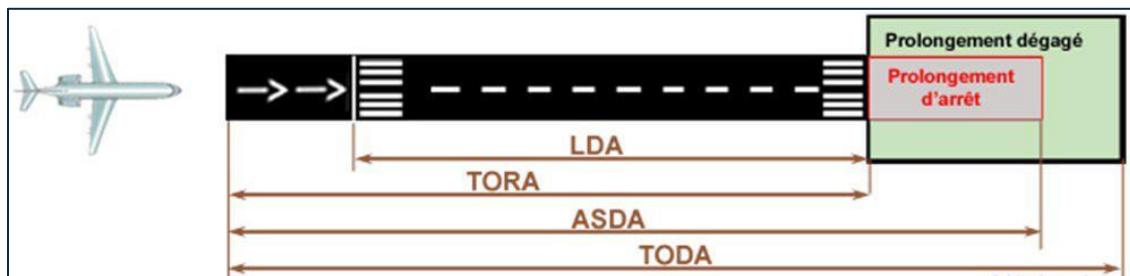


Figure 1 6 : Les distances déclarées d'une piste. [4]

1.3.4 Les chaussées aéronautiques

Les chaussées aéronautiques représentent l'ensemble des aires sur lesquelles circulent, manœuvrent et stationnent des avions. [5]

a) Différents types de chaussées

On distingue principalement deux types de chaussées : les chaussées souples et les chaussées rigides. Par le jeu des renforcements successifs, d'autres cas complexes se présentent (couches bitumineuses sur dalles en béton, superposition de dalles de béton) mais dans le cadre de ce document, ils ne seront pas abordés. [5]

- Chaussées souples

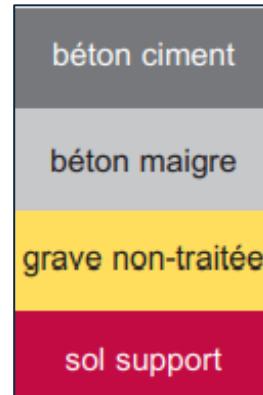
On appelle chaussées souples, les chaussées constituées principalement de couches de matériaux traités aux liants hydrocarbonés (matériaux bitumineux) qui reposent sur des couches de matériaux non traités. Le dimensionnement de ce type de chaussées est basé sur l'hypothèse que l'endommagement de la chaussée provient durant de la rupture du sol support, ça dure de vie est estimée à 10 ans. [5]

- 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, ça dure de vie est 20 ans.



Chaussées souples



Chaussées rigides

Figure 1.7: Montre les couches qui composent les deux types de chaussées. [5]

b) Choix du type de chaussée

Le choix de type de chaussées dépend essentiellement de :

- Conditions climatiques ;
- Conditions locales d'approvisionnement en matériaux ;
- Sol support ;
- Coût de construction ;
- Trafic au sol. [3]

1.4 Aides visuelles à la navigation aérienne

1.4.1 Indicateurs et dispositifs de signalisation

- Indicateur de la direction du vent

La manche est un instrument de mesure directionnelle et visuelle du vent, elle est un dispositif cylindrique en tissu, souvent composé de cinq (05) bandes alternées pour améliorer la visibilité. (Il est recommandé de n'utiliser si possible, qu'une seule couleur, de préférence le blanc ou l'orangé ; dans le cas où une combinaison de deux (02) couleurs s'impose à garantir à l'indicateur de direction du vent un contraste suffisant sur un fond variable, assurant ainsi une visibilité optimale ; l'orangé et le blanc ; le rouge et le blanc ou le noir et le blanc). [3]

- Indicateur de direction d'atterrissement

Indicateur de direction d'atterrissement indique aux aéronefs la direction à utiliser pour l'atterrissement et le décollage, ceux-ci s'effectuant dans une direction parallèle à la grande barre du T, vers la barre transversale du T. Lorsqu'il est utilisé de nuit, le "T" d'atterrissement devrait être soit éclairé, soit entouré de feux blancs. [2] [3]

- Projecteur de signalisation

Sur un aérodrome contrôlé, la tour de contrôle sera équipée d'un projecteur de signalisation ; il est recommandé qu'un projecteur de signalisation puisse émettre des signaux rouges, verts, et blancs. [3]

- Aire à signaux et signaux visuels au sol

L'aire à signaux sera une surface carrée, plane et horizontale d'au moins 9 m de côté. [3]

Il est recommandé que la couleur de l'aire à signaux soit choisie de manière à faire contraste avec les couleurs des signaux utilisés. [3]

1.4.2 Marquages au sol

- Marquages et chiffres sur une piste

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

Il existe quatre groupes de marquages aux sols :

- Marquages blancs sur la piste (Runway marking) ;
- Marquages jaunes sur les bretelles et voies de circulation (Taxiway marking) ;
- Marquage de position d'arrêt ou d'attente (holding position marking) ;
- Marquage divers (other marking). [4]

- Interruption des marques de piste

❖ Numéro d'identification de piste

Les marques d'identification de piste seront placées au seuil de piste. Si le seuil de piste est décalé, un signe indiquant le numéro d'identification de la piste peut être disposé à l'intention des avions qui décollent. [3]

Les pistes sont identifiées par un nombre de deux chiffres indiquant leur orientation magnétique en dizaine de degrés (arrondi au plus proche).

Lorsqu'un aérodrome possède plusieurs pistes (plus ou moins parallèles) portant le même chiffre d'identification, on utilisera une lettre supplémentaire :

- L pour Left = gauche ;
- R pour Right = droite ;
- C pour Center = centre.

L'indication gauche/droite (L/R) se fait toujours selon la direction d'atterrissement. [3]

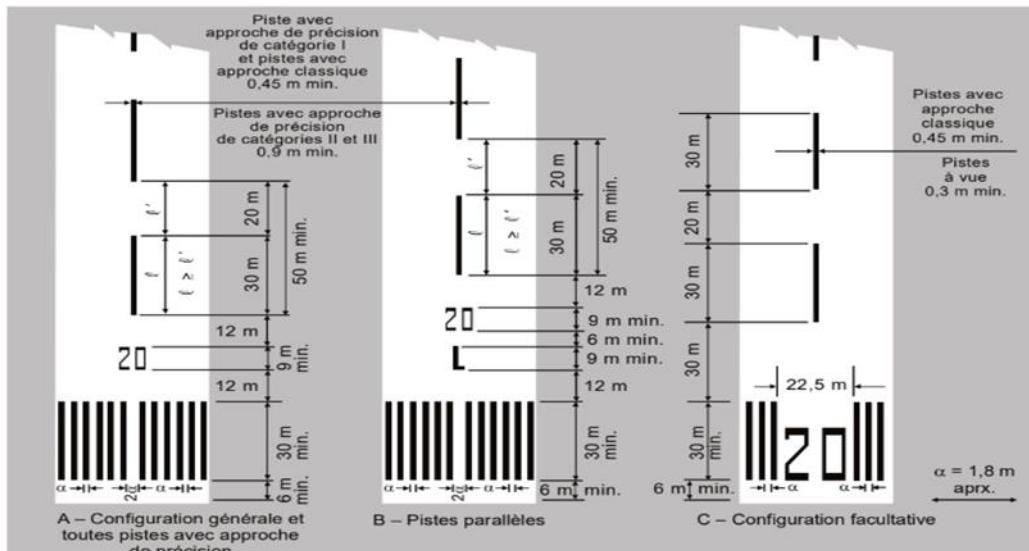


Figure 1.8 : Marques d'identification de piste, d'axe de piste et de seuil de piste. [3]

❖ Marques d'axe de piste : (Runway center Line)

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 longueur de chaque trait sera au moins égale à la longueur de l'intervalle ou à 30 m si la longueur de l'intervalle est inférieure à 30 m. [3]

La largeur des bandes ne devrait pas être inférieur a :

- ✓ 0.90m sur les pistes de catégorie II et III a approche de précision ;
- ✓ 0.45m sur les pistes d'approche de non-précisons dont le numéro de code est 3 ou 4, et les pistes d'approche de précision de catégorie I ;
- ✓ 0.30 m sur les pistes d'approche de non-précision dont le numéro de code est 1 ou 2. et sur les pistes sans instruments ;
- ✓ Lorsque le contraste piste/accotements est juge insuffisant des bandes latérales de chaque côté de la piste marquent les limites. [3]

❖ Marques de seuil (threshold)

Les marques de seuil de piste seront constituées par un ensemble de bandes longitudinales de mêmes dimensions, disposées symétriquement par rapport à l'axe de piste.

Le nombre des bandes variera en fonction de la largeur de la piste comme suit : [3]

Tableau1. 2: Nombre des bandes variera en fonction de la largeur de la piste.

Largeur de piste	Nombres de bandes
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

❖ Marque de point cible

Une marque de point cible sera disposée à chaque extrémité d'approche d'une piste aux instruments en dur dont le chiffre de code est 2, 3 ou 4.

La marque de point cible sera constituée par deux bandes bien visibles. Lorsque la piste est dotée de marques de zone de toucher des roues l'écartement entre les bandes doit être le même que l'écartement entre la zone de toucher les roues. [13]

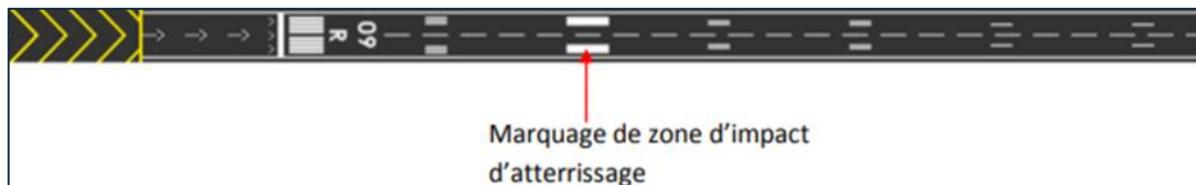


Figure 1. 9 : Marques de zone de toucher des roues. [4]

❖ Marques de zone de toucher des roues

Partie de la piste située au-delà au seuil, où il est prévu que les avions qui atterrissent entrent en contact avec la piste. [13]

Les marques de zone de toucher des roues se présenteront sous forme de paires de marques rectangulaires symétriquement disposées de part et d'autre de l'axe de la piste. [13]

Le nombre de ces paires de marques variera en fonction de la distance utilisable à l'atterrissement 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, comme suit :

Tableau1. 3 : Distance utilisable à l'atterrissement en fonction de la distance entre seuils paires de Marques. [13]

Distance utilisable à atterrissage ou Distance entre seuils	Paires de marques
Inférieure 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
Supérieure à 2400 m	6

❖ Marque d'aire de demi-tour sur piste ou Raquette

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. [3]

❖ Marques latérales de piste

Les bandes latérales de piste sont peintes en blanc et sont des bandes continues situées de chaque côté de la piste, des marques latérales sur une piste avec approche de précision, quel que soit le contraste qui existe entre les bords de la piste et les accotements ou le terrain environnant.

- Les marques latérales de piste doivent avoir une largeur totale d'au moins 0,9 m sur les pistes d'une largeur égale ou supérieure à 30 m et d'au moins 0,45 m sur les pistes plus étroites.
- Les marques latérales de piste soient constituées par deux bandes disposées le long des deux bords de la piste, le bord extérieur de chaque bande coïncidant approximativement

avec le bord de la piste sauf lorsque celle-ci a une largeur supérieure à 60 m auquel cas les bandes devraient être disposées à 30 m de l'axe de piste.[13]



Figure 1.10: bande latérale. [4]

❖ Aires de circulation

Les marques axiales soient disposées le long de l'axe de cette voie et que, dans les courbes, ces marques fassent suite à la ligne axiale de la partie rectiligne de cette voie, en demeurant à une distance constante du bord extérieur du virage, lorsque la voie de circulation est utilisée comme sortie de piste. [3]

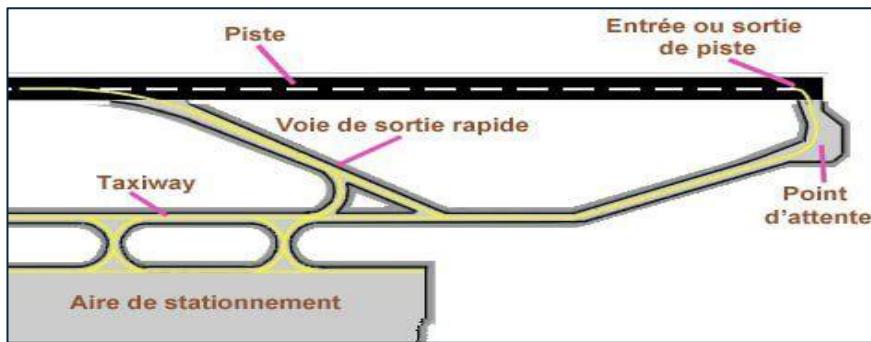


Figure 1.11: Voies de circulation. [4]

• Zone anti-soufflet Prolongement d'arrêt

Lorsque la surface avant un seuil n'est pas adaptée à une utilisation normale par les aéronefs, et dépasse 60 m, toute la longueur avant le seuil doit être marquée par un marquage en chevrons.

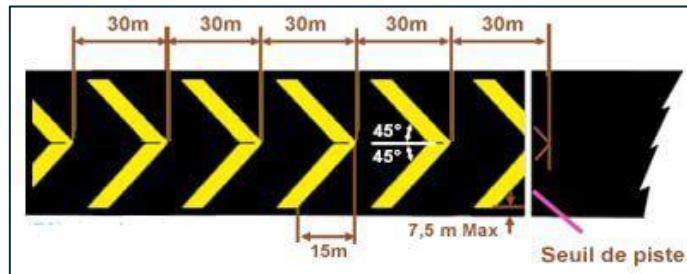


Figure 1 12 : prolongement d'arrêt. [4]

Pour plus de détaillé, voir **l'annexe B**.

1.4.3 Feux et Balisage

a) Feux

Les feux de piste constituent une composante essentielle des infrastructures aéroportuaires, notamment pendant la nuit et dans des conditions de faible visibilité.

Ces lumières guident les pilotes tout au long du décollage et de l'atterrissement et constituent de solides ressources visuelles.

Les couleurs, l'espacement et les fonctions distincts de chaque feu de piste fournissent un système permettant aux pilotes de prendre des directions et d'effectuer des atterrissages en toute sécurité.

❖ Feux hors sol

Les feux hors sol de piste, de prolongement d'arrêt et de voie de circulation seront frangibles. Leur hauteur sera assez faible pour laisser une garde suffisante aux hélices et aux fuseaux-moteurs des aéronefs à réaction. [3]

❖ Feux encastrés

Les feux encastrés à la surface des pistes, des prolongements d'arrêt, des voies de circulation et des aires de trafic seront conçus et montés de manière à supporter le passage des roues d'un aéronef sans dommages pour l'aéronef ni pour les feux. [3]

❖ Intensité lumineuse

L'intensité des feux de piste sera suffisante pour les conditions minimales de visibilité ou de luminosité ambiante dans lesquelles la piste est destinée à être utilisée et sera compatible avec celle des feux de la section la plus proche du dispositif lumineux d'approche éventuellement installé.

Les dispositifs lumineux à haute intensité seront dotés de moyens de réglage permettant d'adapter l'intensité lumineuse aux conditions du moment. Des réglages d'intensité distincts ou d'autres méthodes appropriées seront prévus afin que les dispositifs ci-après, lorsqu'ils sont installés, puissent fonctionner avec des intensités compatibles :

- Dispositifs lumineux d'approche ;
- Feux de bord de piste ;
- Feux de seuil de piste ;
- Feux d'extrémité de piste ;
- Feux d'axe de piste ;
- Feux de zone de toucher des roues ;
- Feux axiaux de voie de circulation. [3]

❖ Un indicateur visuel de pente d'approche

Un indicateur visuel de pente d'approche sera installé, lorsqu'une ou plusieurs des conditions ci-après existent :

- La piste est utilisée par des avions à turboréacteurs ou autres avions qui exigent un guidage analogue dans l'approche ;
- Le pilote d'un avion quelconque risque d'éprouver des difficultés pour évaluer son approche. [3]

Les indicateurs visuels de pente d'approche normalisés seront les suivants : [3]

- PAPI (Precision Approach Path Indicator) et APAPI (Abbreviated Precision Approach Path Indicator)

Le dispositif PAPI/APAPI sera constitué par une barre de flanc formée de quatre ensembles lumineux à transition franche, à lampes multiples (ou à lampes individuelles groupées par paires), également espacés. Il sera situé sur le côté gauche de la piste à moins que cette disposition ne soit physiquement impossible. [3]

La barre de flanc d'un PAPI sera construite et disposée de manière qu'un pilote qui exécute une approche et dont l'avion se trouve :

- Sur la pente d'approche ou tout près de celle-ci, voie les deux ensembles les plus rapprochés de la piste en rouge et les deux ensembles les plus éloignés de la piste en blanc ;
- Au-dessus de la pente d'approche, voie l'ensemble le plus rapproché de la piste en rouge et les trois ensembles les plus éloignés de la piste en blanc ; et plus au-dessus, voie tous les ensembles en blanc ;
- Au-dessous de la pente d'approche, voie les trois ensembles les plus rapprochés de la piste en rouge et l'ensemble le plus éloigné de la piste en blanc ; et plus au-dessous, voie tous les ensembles en rouge.

b) Balisages lumineux

Le balisage lumineux est l'ensemble des feux lumineux installés pour guider les pilotes lors du décollage, de l'atterrissage et du roulage, en particulier la nuit ou en cas de faible visibilité.



Figure 1 13: indicateur visuel de pente d'approche. [4]

- ❖ Types de balisage : le balisage peut être :
 - BI (Basse Intensité) utilisés sur les pistes de non-précision ;
 - HI (Haute Intensité) requis pour les pistes de catégorie CAT I, II, III.

- ❖ Balises de bord de piste

Des balises plates, de forme rectangulaire, ou des balises coniques, de manière à délimiter nettement la piste, que les balises rectangulaires mesurent au minimum 1 m sur 3 m et soient placées de manière que leur plus grande dimension soit parallèle à l'axe de la piste. Les balises coniques ne devraient pas avoir plus de 50 cm de hauteur. [3]

Généralement, les feux de bord de piste sont de différentes couleurs. Les plus souvent utilisés sont les feux blanc/blanc, jaune, blanc/rouge et jaune/rouge. Cette différenciation des couleurs des feux de bord de piste s'explique par la catégorie de la piste, sa longueur et d'autres facteurs.



Figure 1 14: Balises de bord de piste. [4]

❖ Balisage du seuil de piste

Les feux de seuil de piste sont placés stratégiquement pour garantir aux pilotes un point de référence visuel clair pour le début et la fin de la piste.

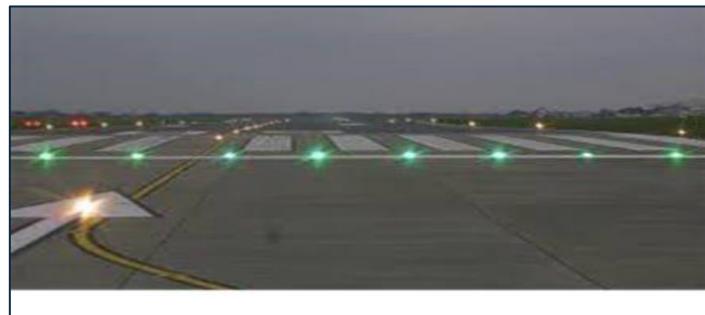


Figure 1 15: Balisage du seuil de piste.

❖ Balisage de l'extrémité de piste

Les feux d'extrémité de piste de couleur rouge identifient la fin d'une piste. Après ces feux, il n'y a plus d'endroit pour continuer le roulage.

Lorsque la piste est utilisable de nuit dans les deux sens, le balisage de l'extrémité est composé d'une barre de feux rouges unidirectionnels (fin de piste) et d'une barre de feux verts unidirectionnels (seuil de piste).



Figure 1 16: Balisage de l'extrémité de piste.

- Les couleurs et leurs significations

- Blanc: La lumière blanche indique la piste que vous pouvez utiliser. Pendant le roulage, l'atterrissement et le décollage, les lumières blanches constantes vous aident à rester dans la ligne et à connaître les bords de la piste.
- Rouge: Cela signifie que les pilotes doivent être attentifs à la limite et que la fin de la piste est proche. Les pilotes peuvent utiliser les feux rouges pour faire les ajustements nécessaires pour atterrir en toute sécurité ou ne pas être dépassés.
- Vert: Cela signifie que le début de la piste est ouvert à l'atterrissement. Les feux de seuil verts aident les pilotes à identifier le début de la piste afin qu'ils puissent atterrir dans la zone d'atterrissement désignée.
- Jaune: Le voyant jaune avertit les pilotes qu'ils se trouvent sur les 2 000 derniers pieds, soit la moitié de la longueur totale.
- Bleu: Dirige les avions vers la piste. Les pilotes peuvent naviguer entre les pistes et les autres installations de l'aéroport en suivant les itinéraires définis marqués par les feux de piste et de voie de circulation.

1.5 Conclusion

Ce premier chapitre permet d'établir les bases théoriques nécessaires à la compréhension du fonctionnement d'un aérodrome. À travers la présentation de l'ENNA, acteur incontournable de la navigation aérienne en Algérie, et des principaux éléments des infrastructures aéroportuaires, nous avons évoqué les aspects techniques et organisationnels qui déterminent la sécurité et la

performance du transport aérien. La classification des aérodromes, les caractéristiques des chaussées, les aides visuelles et les dispositifs de balisage, entre autres, sont autant de paramètres essentiels qui entrent en compte dans la conception, l'exploitation et la modernisation d'un aérodrome. Ces préalables doivent nous permettre d'aborder les problématiques qui seront traitées dans les prochains chapitres, en particulier l'aménagement, la maintenance et l'exploitation durable des pistes à l'aide des aéroports.

2. PRESENTATION DE L'AERODROME DE HASSI MESSAOUD

2.1 Introduction

Ce chapitre présente une description de l'aérodrome de Hassi Messaoud ainsi qu'une analyse de l'état actuel de la piste principale 18/36. L'objectif est d'évaluer les dégradations existantes afin de proposer des scénarios permettant de maintenir l'exploitation aérienne durant les travaux de renforcement de la piste et de ses annexes.

2.2 Historique

- ❖ La plateforme aéroportuaire de Hassi Messaoud, l'un des plus importants aéroports dans le pays, a été réalisé dans les années 50 et classé comme pétrolier privé.
- ❖ Le 09 février 1962, L'aéroport de Hassi Messaoud a été racheté par l'État au profit du secrétariat général de l'aviation civile.
- ❖ Dès mars 1962, un riche programme, portant sur l'ensemble des infrastructures, a été mis en place, durant lequel ont été lancées plusieurs opérations, telles que la réalisation d'une aérogare passagère et d'une aérogare fret, l'extension et le renforcement de la piste qui est passée de 1800m à 2200m puis à 3000m ×45m ainsi que les travaux d'un parking autos en mesure d'accueillir 360 places. Les travaux ont touché également l agrandissement de l'aire de trafic, la finalisation de des travaux de réalisation de la station d'observation météo ainsi que le traitement des accotements.
- ❖ En 1998, au vu de l'évolution du trafic aérien dans la région, il a été décidé la réalisation d'une nouvelle aérogare de 5800 m².

L'aéroport de Hassi Messaoud appelé « Aéroport de Hassi Messaoud Krim Belkacem » depuis 1999 qui occupe une superficie de 235 ha, a été fermé à la circulation aérienne durant 07 mois à compter du premier septembre 2003 pour la réalisation des travaux de renforcement de l'infrastructure aéroportuaire de base. [6]

2.3 Description de l'aérodrome de Hassi Messaoud

2.3.1 L'activité aérienne à Hassi Messaoud

L'aérodrome de Hassi Messaoud est un aéroport international ouvert à la circulation 24h/24h, il est désigné sous le nom d'Oued-Irara Krim Belkacem avec l'indicateur de l'emplacement DAUH. Ce dernier représente le deuxième aéroport en Algérie en termes de densité de trafic après l'aéroport de Houari Boumediene, où il reçoit des petits aéronefs tels que :

- Bombardier Q200/Q400 ;
- Beechcraft B150 ;
- Let L-400 ;
- XL 560 ;
- Jet privé (ENNA, STAR Aviation...).

Ainsi que grands aéronefs tels que :

- Boeing 737-800 qui présente l'avion critique ;
- Boeing 747-400 ;
- Ilyushin IL-76.

Ces derniers volent en régime de vol IFR et VFR rendant le trafic hétérogène, complexe et difficile dans sa gestion.

2.3.2 Situation géographique

L'aéroport d'Hassi Messaoud est un aéroport civil international desservant la ville d'Hassi Messaoud, au centre de la wilaya d'Ouargla et desservant principalement la zone pétrolifère d'Hassi Messaoud.

Les paramètres géographiques sont les suivants :

- Coordonnées du point de référence de l'aérodrome : 31°40'26" N 006°08'26" E ;
- Altitude : 140 M ;
- Température de référence : 41.8°C ;
- Déclinaison magnétique : 2.2° E (2023) avec variation annuelle 0.12° ;
- Type de trafic : IFR / VFR.

2.3.3 Les statistiques de trafic d'aérodrome

D'après les statistiques publiées par ENNA pour l'année 2023 concernant le trafic par aérodrome, l'aérodrome de Hassi Messaoud est classé troisième aérodrome en Algérie.

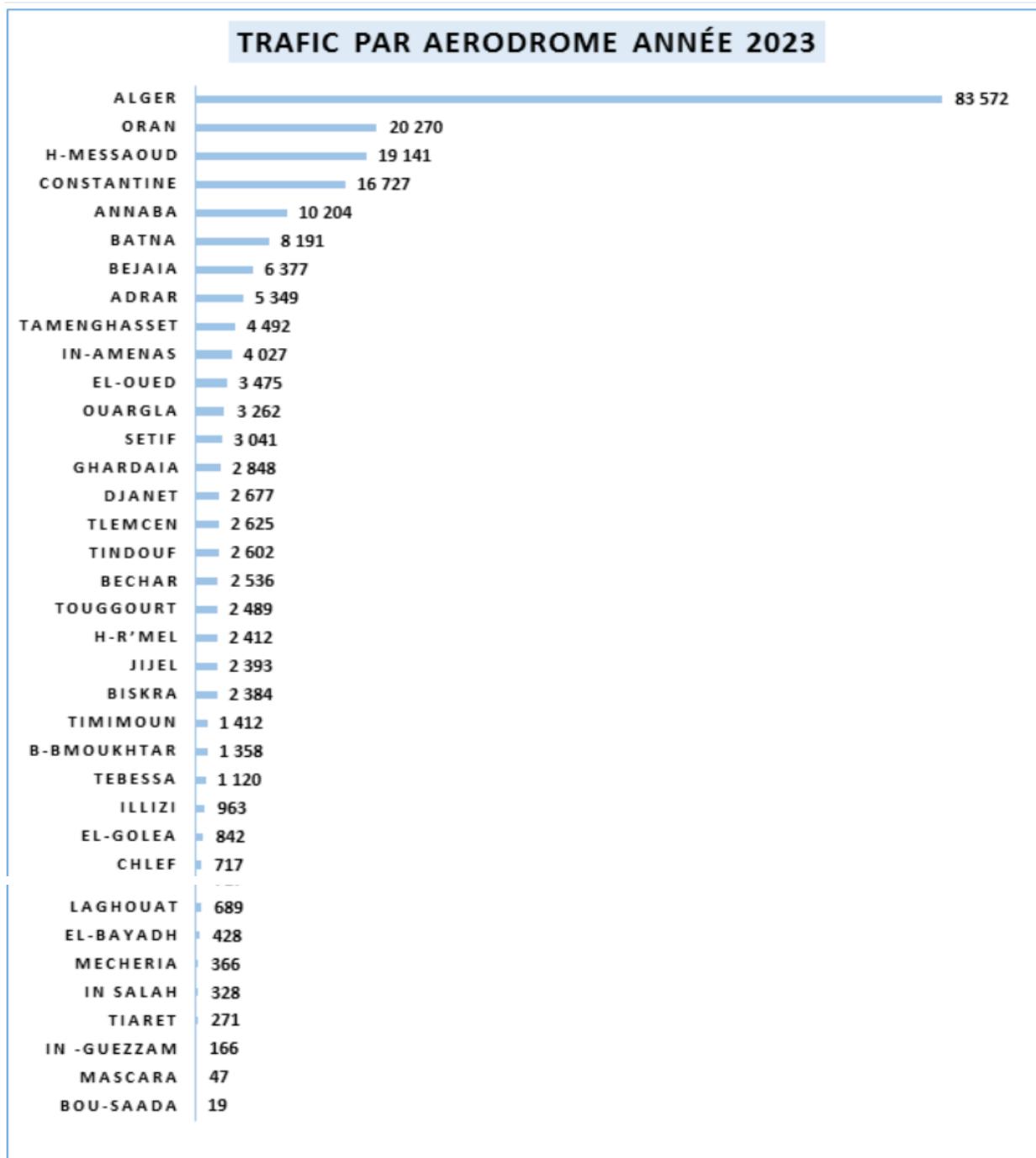


Figure 2.1 : Trafic par aérodrome en Algérie pour l'année 2023. [1]

D'après les statistiques publiées par EGSA (Établissement de Gestion des Services Aéroportuaire d'Alger) pour les années 2018 à 2020 :

- Hassi Messaoud est l'aéroport le plus actif en termes de mouvements d'avion, ce qui montre son importance stratégique dans la région ;
- Confirmant son rôle central dans la région, l'aéroport de Hassi Messaoud est une fois de plus le leader du trafic passagers ;
- L'aéroport Krim Belkacem représente la part la plus importante et se distingue nettement par un volume de fret largement supérieur à celui des autres plateformes aéroportuaires, ce qui reflète son rôle logistique crucial.



Figure 2.2 : Statistiques du trafic pour le Secteur Sud-Est. [6]

2.3.4 Infrastructure

L'aérodrome inclut les infrastructures suivantes :

- Une piste principale de 3000 mètres de longueur et de 45 mètres de largeur avec un revêtement en béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 66 F/A/X/T ;
- Six voies de circulation (AE, A, B, C, D, E) De 25 mètres de largeur avec un revêtement en béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 66 F/A/X/T POUR AE et PCN 78 F/A/X/T pour A, B, C, D ;
- Une aire de trafic de 980×105 mètres, avec revêtement en béton bitumineux et une résistance de chaussé PCN 70 F/A/X/T et qui comprend 2 parkings : (A) de 23 postes de stationnement avec l'avion critique BE 1900 et (B) de 6 postes avec l'avion critique B 737-800.

- Aire d'atterrissement d'hélicoptères.

Les différents composants infrastructurels de l'aérodrome de Hassi Messaoud sont illustrés dans la figure ci-après.

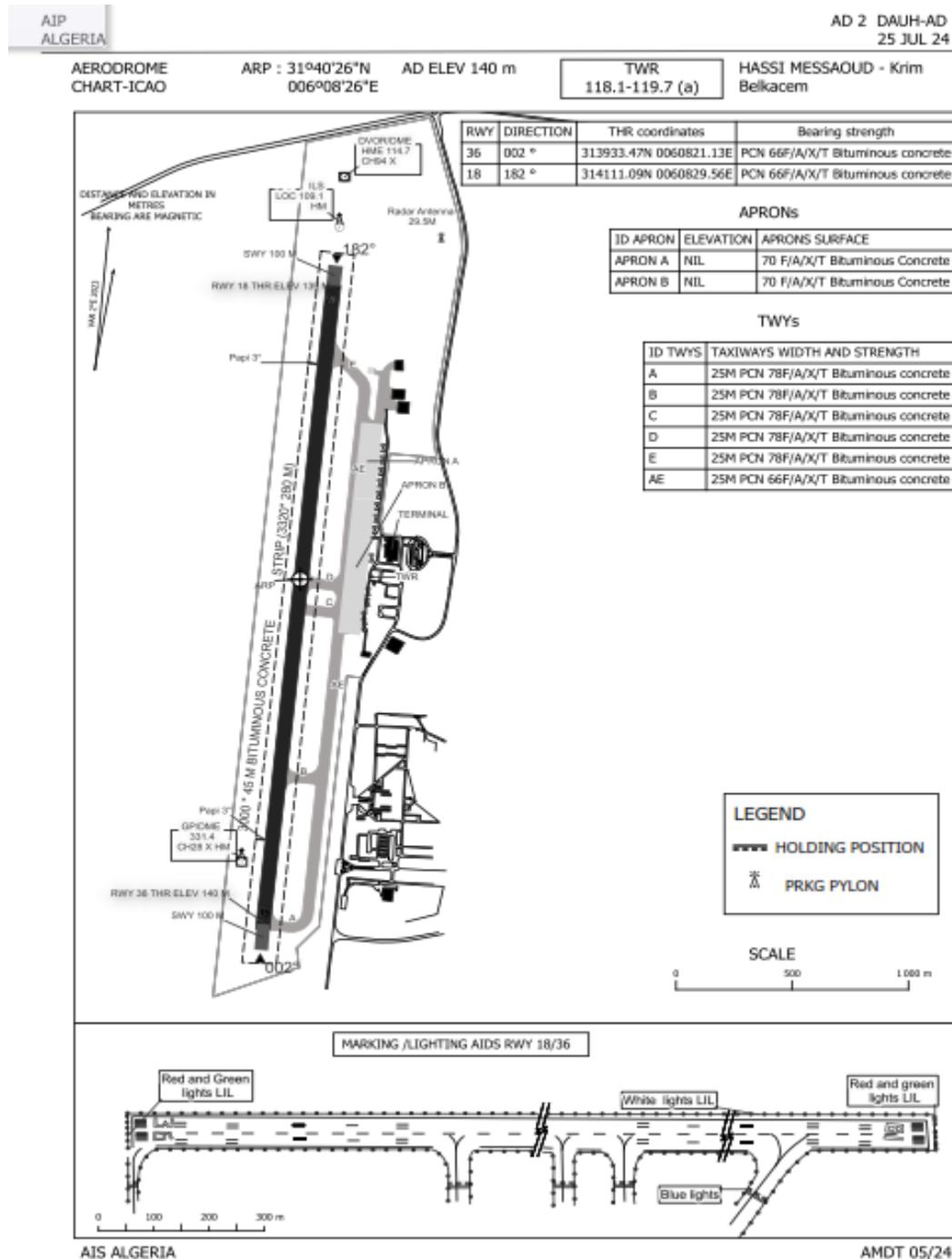


Figure 2 3 : Carte de l'aérodrome de Hassi Messaoud. [12]

a) Caractéristiques physiques de la piste

Le tableau montre les différentes caractéristiques physiques de la piste principale RWY 18/36 tel que l'orientation vrai, les pentes, l'altitude du seuil, coordonnées du seuil, les dimensions SWY et les dimensions de la bande.

Tableau 2. 1 : caractéristiques physiques de la piste. [7]

Piste	Orientation vrai	Pentes	Altitude du seuil	Coordonnées du seuil	Dimension SWY (m)	Dimension de la bande
RWY 18	184°	+0.034	139M	31°41'11,03"N 006°08'29,57"E	100×45	3320×150
RWY 36	004°	-0.034	140M	31°39'33,50"N 006°08'21,13"E	100×45	3320×150

b) Distances déclarées

Le tableau ci-dessous montre les différentes distances déclarées tel que : TORA, TODA, ASDA, LDA.

Tableau 2. 2 : Distances déclarées. [7]

Piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
RWY 18	3000	3000	3100	3000
RWY 36	3000	3000	3100	3000

c) Balisage de la piste et dispositifs lumineux d'approche

Le tableau ci-dessous montre les différents balisages lumineux de la piste 18/36 et les dispositifs d'approche :

Tableau2. 3 : Balisage et dispositifs lumineux. [7]

Piste	THR	PAPI	Feux de bord de piste	Feux d'extrémité de piste
RWY 18	Vert	PAPI 3°	Blanc	Rouge
RWY 36	Vert	-	Blanc	Rouge

Cet aérodrome ne dispose pas de rampe d'approche (NIL).

d) Aides de radionavigation et d'atterrissement

Le tableau ci-dessous montre les différents aides de radionavigation et d'atterrissement :

Tableau2. 4 : Aides de radionavigation et atterrissage. [7]

Type d'aide CAT d'ILS/MLS	Identification ID	Fréquence	Coordonnées d'emplacement	Altitudes de l'entente d'émission DME	Remarques
DVOR/DME (2.2°E 2023)	HME	114.7 Mhz CH 94 X	314127.7N 0060830.88E	149 M	-
NDB	HMD	390 KHz	313856N 0060818E	-	-
LOC 36/ILS CAT 1 (2,2°E 2023)	HM	109.1 Mhz	314121N 0060830E	-	-
GP 36	-	331.4 Mhz	313945N 0060817E	-	-
DME-P	HM	CH 28X	313945N 0060817E	-	Co-implanté avec GP36

2.4 L'état actuel de la piste 18/36 de l'aérodrome de Hassi Messaoud

2.4.1 Les dégradations constatées sur la piste

La piste 18/36 de l'aérodrome de Hassi Messaoud est soumise à un relevé visuel rigoureux (un document ou rapport technique qui consiste à identifier et décrire les anomalies constatées sur une infrastructure) qui détecte des signes de dégradations importants.

Les résultats du relevé de dégradation, effectué sur la piste, indiquent que celle-ci est affectée par :

- a) Fissure de joint : (fissure avec départ de matériaux).
- b) Fissure de retrait : Fissure transversale se rencontrant à un intervalle régulier (variable de 3 à 20m) sur une partie ou totalité de la largeur de la chaussée. Elle peut s'accompagner de déformation (gonflements ou tassements).

Les causes possibles sont l'écart et la fatigue thermique. Le niveau de gravité, de cette anomalie, est généralement élevée (fissure avec départ de matériaux).

- c) Faïençage de retrait : Ensemble de fissures formant un maillage, les mailles étant sensiblement rectangulaires, de largeur inférieure à 3 m et généralement supérieure à 60 cm. Cette dégradation peut se rencontrer indifféremment sur toute la largeur de la chaussée, même dans les zones non circulées.

Ses causes possibles sont les effets thermiques dans la couche de roulement.

- d) Fissure de fatigue : Fissure longitudinale apparaissant généralement dans les traces des atterrisseurs. Elle est souvent accompagnée de fissures transversales à intervalle aléatoire et d'une dépression.

Les causes possibles sont : Fatigue avancée de la chaussée ou sous-dimensionnement d'une ou plusieurs couches ; Diminution de portance du sol support (drainage déficient, défaut d'étanchéité de la surface) ; Mauvais mode de fonctionnement de la structure (couches décollées...) ; Qualité médiocre de certains matériaux.

- e) Faïençage de fatigue : Ensemble de fissures formant un maillage, les mailles ayant la forme de polygones dont la plus grande diagonale ne dépasse pas 60 cm. Généralement cette dégradation est située dans les traces des atterrisseurs et elle est accompagnée d'une dépression.

Les causes possibles sont : Fatigue excessive de la chaussée (répétition de charges avoisinant ou dépassant la limite admissible) ou sous-dimensionnement du corps de chaussée ; Mauvaise qualité de certaines couches de la chaussée ; Évolution d'une façade de retraite.

- f) Ornière : Dépression longitudinale de faible rayon transversal, apparaissant dans les traces des atterrisseurs et éventuellement accompagnée d'un fluage des enrobés se matérialisant par un bourrelet en bordure de la déformation.

Les causes possibles de cette anomalie sont le vieillissement du liant et la mise en œuvre sous conditions météorologiques défavorables.

- g) Désenrobage : Séparation du mastic (liant ± fines) et des granulats avec éventuellement départs de ces derniers.

Les causes possibles sont : Vieillissement du liant ; Mise en œuvre sous conditions météorologiques défavorables.

- h) Dépôt de gomme : Dépôt de caoutchouc focalisé dans la zone de toucher des roues. La cause possible est l'usure des pneumatiques des avions lors de la mise en rotation des roues aux atterrissages. [8]

2.4.2 L'Indice de Service (IS)

Le suivi des chaussées aéronautiques consiste à évaluer périodiquement d'indicateur d'état de surface ou l'Indice de Service (IS) qui caractérisent notamment la portance, l'uni, l'adhérence, l'état de surface.

L'IS est déterminé à partir d'un relevé visuel des dégradations. Il est un indicateur numérique représentatif de l'état de la chaussée. Il peut prendre des valeurs comprises entre 0 (chaussée hors service) et 100 (chaussée neuve). Ainsi sa valeur croît-elle avec le niveau de service offert par la chaussée, les correspondances sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau2. 5: Indice de service. [8]

IS	NIVEAU DE SERVICE
0 – 10	Hors service
10 – 25	Très Mauvais
25 – 40	Mauvais
40 – 55	Passable
55 – 70	Moyen
70 – 85	Bon
85 – 100	Très bon

2.4.3 Résultats du calcul de l'indice de service IS

- Nom de l'aérodrome : Hassi Messaoud Krim Belkacem DAUH ;
- Nom de l'aire : piste ;
- Date de relevé : 05/12/2024.

Tableau2. 6 : Résultats du calcul d'IS. [8]

IS	Structural	Superficiel	Global
Moyenne	43	30	23

L'indice de service de la piste 18/36 de l'aérodrome de Hassi Massoud est de 23% ce qui correspond un niveau de service très mauvais ($10 < IS < 25$).

Il est clair que la majorité de la surface se trouve dans un état critique et nécessite des travaux de réfection importants pour améliorer son indice de service et assurer la sécurité des vols.

Il est essentiel de planifier et d'exécuter ces travaux dans les plus brefs délais pour éviter tout risque.

2.5 L'impact sur l'exploitation et problématique

L'aéroport de Hassi Messaoud Krim Belkacem est une plateforme essentielle pour les compagnies aériennes assurant le transport du personnel et du fret, selon l'analyse des statistiques du trafic effectuée précédemment. Il joue un rôle important à l'échelle régionale et nationale en contribuant à la connectivité aérienne. La fermeture temporaire de la piste principale 18/36 entraînera :

- a) Pour les entreprises pétrolières et gazières :
 - ✓ Diminution de la connectivité aérienne essentielle aux opérations des grandes compagnies ;
 - ✓ Risque de ralentissement des activités d'exploitation et de maintenance des sites ;
 - ✓ Difficulté à acheminer du matériel et du personnel spécialisé.
- b) Risques de saturation des infrastructures alternatives :
 - ✓ Potentielle surcharge des infrastructures voisines ;
 - ✓ Augmentation de la demande pour les transports terrestres (coût et durée de trajet accrus).
- c) Difficulté à maintenir les opérations de maintenance :
 - ✓ Base de maintenance aéronautique locale impactée ;
 - ✓ Risque de délai prolongé pour les réparations et la maintenance des aéronefs.
- d) Perturbation des opérations aériennes :
 - ✓ Difficulté à assurer la continuité du trafic aérien régional et national ;
 - ✓ Réduction ou Suspension des vols commerciaux et cargo ;
 - ✓ Impact direct sur Tassili Airlines et autres compagnies opérant sur la plateforme.
- e) Conséquences économiques :
 - ✓ Augmentation des coûts logistiques pour les multinationales opérant dans la région ;
 - ✓ Annulation ou retard des vols des travailleurs vers les sites pétroliers et gaziers ;
 - ✓ Pertes financières pour les compagnies aériennes et les entreprises dépendantes du transport aérien.

2.6 Scénarios du maintien de l'exploitation durant les travaux

Pour une exploitation plus sûre et plus efficace, ainsi que pour assurer la continuité des opérations aériennes, les travaux de renforcement de la piste 18/36 de l'aéroport de Hassi Messaoud sont essentiels. L'impact sur le trafic sera minimisé grâce à une gestion efficace des travaux, conforme aux normes de l'OACI.

À cet effet, après discussion avec les expertes de service de contrôle et coordination (SCC) et les différents usagers de l'espace aérien de l'aérodrome de Hassi Messaoud, nous suggérons des solutions développées sous forme de scénarios permettant le maintien de l'exploitation durant les travaux.

2.6.1 Le premier scénario

La fermeture totale de la piste 18/36 et l'exploitation de la voie de circulation AE sur une longueur de 1600M comme piste à vue par l'aviation légère (18L/36R).

Pour la gestion temporaire des opérations aériennes, nous proposons également d'utiliser les postes 7, 8 et 9 adaptés pour l'aviation légère et de fermer les postes 1 à 6, servant de zone de sécurité.

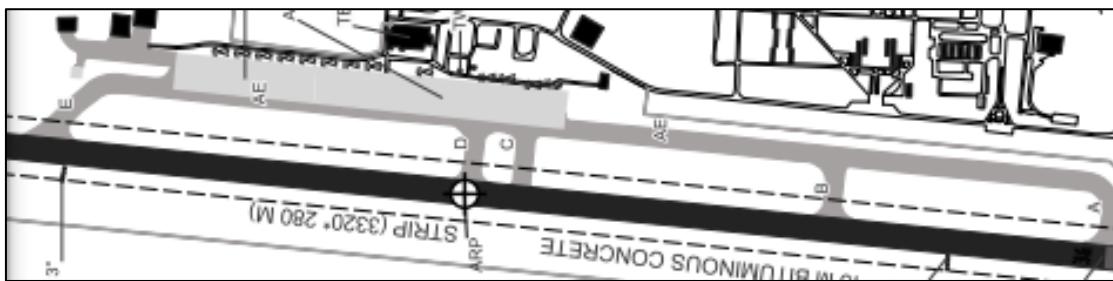


Figure 2.4 : La voie de circulation AE. [7]

La réalisation des travaux se fait en quatre phases successives :

- Phase 00 : Travaux de Signalisation horizontale de la nouvelle piste 18L/36R
 - Signalisation horizontale pour l'aviation légère (Distance totale de 1600 mètres et une largeur de 25 mètres) ;
 - Mise à niveau et renforcement d'une bande de 40 mètres de chaque côté de l'axe de la piste pour améliorer la sécurité des aéronefs ;

- Adaptation de la signalisation horizontale du parking avions moyen tonnage (pour 22 postes de stationnement). La signalisation comprendra une ligne de sécurité claire.

b) Phase 01 : Renforcement de la piste 18/36

- Réhabilitation complète de la piste sur une longueur de 3 000 mètres et une largeur de 45 mètres ;
- Mise en place et stabilisation des bandes latérales sur une largeur de 140 mètres de chaque côté ;
- Réalisation d'une raquette au niveau du seuil 18 pour les avions de catégorie 4E ;
- Renforcement des voies de circulation A, B, C, D et E sur une distance de 140 mètres.

c) Phase 02 : Renforcement des voies de circulation et postes de stationnement

- La piste 18/36 sera remise en service après homologation par l'ANAC (l'agence nationale de l'aviation civile) ;
- Renforcement des voies de circulation : Mise en œuvre de nouvelles couches de revêtement, correction des défauts de niveling, installation de nouvelles bordures de sécurité et de balisage ;
- Réhabilitation des postes de stationnement : Renforcement de la structure, mise à niveau des installations de balisage lumineux, optimisation des systèmes de drainage.

d) Phase 04 : Finalisation des Travaux

- Voies AE et E : Réhabilitation complète, mise à niveau des équipements de balisage ;
- Postes de Stationnement 06 à 09 : Renforcement des surfaces, adaptation des infrastructures pour l'installation des systèmes hydrants ;
- Parking de l'Aviation Légère : Aménagement du parking pour faciliter l'accès et le stationnement des aéronefs légers.

2.6.2 Le deuxième scénario

La réalisation des travaux en Cinq phases successives, cela permettrait l'exploitation partielle de la piste, avec 2100 mètres réservés aux opérations aériennes, tout en maintenant une distance de sécurité de 300 mètres par rapport aux zones de travaux. Les phases sont :

- a) Phase 00 : Travaux sur la section côté seuil 18 (Travaux sur une section de 600 m x 45 m côté seuil 18)
 - Réhabilitation de la section de 600 mètres côté seuil 18, incluant l'aménagement de bandes stabilisées de 140 mètres de part et d'autre. Mise en place d'un prolongement d'arrêt (stopway) de 100 mètres ;
 - Réalisation des travaux sur la voie de circulation E, jusqu'à une distance de 140 mètres par rapport à l'axe de piste (aménagement des voies de circulation).
- b) Phase 01 : Travaux sur la section côté seuil 36 (Travaux sur une section de 600 m x 45 m côté seuil 36)
 - Réhabilitation de la section de 600 mètres côté seuil 36, incluant l'aménagement de bandes stabilisées de 140 mètres de part et d'autre. Mise en place d'un prolongement d'arrêt (stopway) de 100 mètres ;
 - Réalisation des travaux sur la voie de circulation A, jusqu'à une distance de 140 mètres par rapport à l'axe de piste (aménagement des voies de circulation).
- c) Phase 02 : Renforcement de la piste principale et ses annexes (Renforcement de la piste 18/36 et les voies de circulation B, C et D)
 - Réhabilitation d'une section de 1 800 mètres x 45 mètres ;
 - Prolongement de la zone d'arrêt au seuil 36 sur une longueur de 100 mètres ;
 - Aménagement de bandes stabilisées de 140 mètres de chaque côté de la piste, conformément aux exigences réglementaires ;
 - Renforcement structurel des voies B, C, et D sur une distance de 140 mètres à partir de l'axe de piste 18/36.
- d) Phase 03 : Modernisation des voies de circulation et des postes de stationnement (Travaux de renforcement des voies de circulation et des postes de stationnement moyen tonnage (1 au 5) :
 - Réouverture de la piste après obtention de l'homologation par l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC) ;
 - Mise à niveau des revêtements des voies de circulation ;

- Renforcement des zones de roulage et de stationnement ;
 - Ajustements des infrastructures et des équipements au sol pour optimiser les opérations aériennes.
- e) Phase 04 : Renforcement des voies AE et E et Réhabilitation des postes restants
- Déclenchement des Travaux : Lancement des opérations sous supervision, organisées en sous-phases pour minimiser l'impact sur les opérations aériennes ;
 - Renforcement des Infrastructures : Travaux de renforcement des voies AE et E, et des postes de stationnement 06 à 09, travaux du balisage nocturne, diurne et systèmes hydrants ;
 - Gestion des Sous-Phases : Mise en œuvre d'un plan rigoureux de circulation des engins et de coordination avec NAFTAL pour l'installation des conduites hydrantes.

2.6.3 Conclusion

L'aéroport de Hassi Messaoud est situé dans une région stratégique en Algérie. Parmi ses infrastructures, la piste 18/36, présente des dégradations majeures compromettant les normes de sécurité. Cependant, l'auscultation visuelle, le relevé des dégradations et le calcul de l'indice de service de la piste 18/36 ont mis en évidence la nécessité de planifier et d'exécuter des travaux de renforcement dans les plus brefs délais. La fermeture de l'aérodrome durant ces travaux entraînerait des impacts inacceptables. Afin de minimiser ces conséquences, deux scénarios ont été proposés.

Nous retenons le premier scénario proposé car il garantit une meilleure durabilité des chasses, minimise l'existence de joints et de dégradations prématuées, et présente une durée de vie supérieure à l'autre option. De plus il est compatible avec les types d'avions envisagés dans le cadre de cette proposition.

En terme de sécurité, le premier scenario présente un avantage important : il permet de séparer clairement la zone de travaux de la zone des opérations aériennes, assurant ainsi qu'aucun contact ne se produise entre les engins, les matériaux de chantier et les activités aériennes.

3. PLANIFICATION ET REALISATION DES TRAVAUX AU NIVEAU DE L'AERODROME

3.1 Introduction

Les travaux de réhabilitation sont essentiels pour remettre en état et prolonger la durée de vie des surfaces et chaussées des aires de mouvements. Afin d'assurer la durabilité de l'infrastructure, il est nécessaire d'éviter toute forme de joints. Pour cela, la mise en œuvre du premier scénario proposé dans le chapitre précédent sera effectuée. Ce scénario consiste à la fermeture totale de la piste 18/36, et l'exploitation de la voie de circulation AE sur une longueur de 1600M comme piste à vue par l'aviation légère.

3.2 Phase préparatoire des travaux

Il est obligatoire d'élaborer et de suivre un plan chaque fois que des travaux de constructions ou de reconstructions importants ayant une incidence sur les opérations, côté piste, doivent avoir lieu. [9]

3.3 Plan d'exploitation pendant une construction dans l'aérodrome PEC

Le plan d'exploitation pendant une construction est un document élaboré par l'exploitant d'un aérodrome en cas d'intervention significative ayant un impact sur la sécurité de l'exploitation de l'aérodrome pendant les travaux.

Un PEC est une forme de communication entre tous les acteurs évoluant sur la plateforme. Il a pour but d'assurer la sécurité des opérations aériennes pendant une construction dans l'aérodrome. Il doit aussi spécifier de quelle façon les opérations seront menées pendant les travaux de construction afin de ne pas déroger aux règlements nationaux. [9]

3.4 Contenu du PEC Plan d'Exploitation pendant une Construction

3.4.1 Texte décrivant de façon concise et précise :

L'objet de l'opération, les services à l'origine de l'opération, les sous traitements intervenants, la date de début et fin des travaux.

3.4.2 Plan des étapes ou phases de construction

Pour expliquer les étapes ou les phases ainsi que les dates de réalisation, le planning des travaux doit être détaillé, en précisant la durée de chaque tache mentionnée. [10]

3.4.3 Définition du périmètre du chantier

Un PEC doit :

- Définir les zones inutilisables ;
- Définir les voies : moyens d'accès à la zone de travaux, les aires de stationnement des véhicules et engins de travaux ;
- Prêter une attention particulière lors du choix des circuits et moyens d'accès à la zone de travaux susceptibles de causer des interférences sur les aides à la navigation aérienne et de perturber leur fonctionnement ;
- Résigner les moyens de balisage et signalisation concernant la zone de travaux, les zones inutilisables et les obstacles temporaires, ainsi que les moyens mis en œuvre pour assurer l'isolement et la séparation de la zone de travaux, par rapport aux aires aéronautiques en opération (protection contre les effets de souffle des réacteurs).

[10]

3.4.4 Plan de communication

Il se divise en deux parties :

❖ Communication pré-construction

NOTAM (notice to air men) et ATIS (Automatic Terminal Information Service) correspondant aux différentes phases de construction avec une précision de la durée de publication ;

❖ Communication pendant la construction

Planification des réunions (pour assurer que les exigences de sécurité sont respectées), émissions des communiqués. [10]

3.4.5 Sécurité du chantier

Pour gérer la sécurité de l'exploitation d'aérodrome durant les travaux, il doit comprendre au minimum les procédures relatives aux éléments suivants :

- Circulation des véhicules et des personnes (contrôle d'accès à la zone de travaux, aires de stationnement et d'utilisation des véhicules) ;
- Gestion et contrôle des débris et gravats (FOD Foreign Object Debris) : définir les procédures et les équipements à mettre en place destinés à limiter la propagation de débris et gravats susceptibles d'endommager les aéronefs sur les pistes, voies de circulation ou aire du trafic (il convient néanmoins de procéder à des inspections pour s'assurer de la propreté générale de surface) ;
- Moyens généraux : ensemble des équipements de protection individuelle (Casque de sécurité, lunettes de protection) mis en place pour le personnel ainsi pour les véhicules (pour se protéger contre les risques de sécurité) ;
- Limitation des travaux de construction ou d'entretien à proximité des aides visuels (procédures et mesures à suivre dans les conditions de visibilité réduite) ;
- Émission des laissez-passer : décrire l'entité chargée de délivrance des laissez passer, et les procédures à suivre ;
- Environnement : description des procédures permettant le respect des normes d'environnement dans l'utilisation, l'entreposage et la disposition des matériaux ;

- Signalisation : signalisation adéquate des zones de travaux (une surveillance accrue : le cas d'une piste fermée, d'une réduction de piste ou d'un seuil décalé temporairement le cas de présence d'obstacles temporaires qui percent la trouée d'atterrissement/décollage) ;
- Vérification avant remise en service : l'exploitant d'aérodrome doit renseigner une liste de contrôle applicable à l'établissement de chantier et à la remise en exploitation des zones affectées ;
- Validation : cette section regroupe les cas des représentants des différents intervenants concernés par les travaux pour la validation du présent plan d'exploitation pendant une construction (PEC). [10]

3.5 Plan d'exploitation pendant une construction dans l'aérodrome de Hassi Messaoud (Travaux de renforcement de la piste 18/36 et ses annexes)

Ce document stratégique a pour vocation de préciser les modalités selon lesquelles les opérations seront menées pendant la période des travaux, de manière à respecter scrupuleusement les réglementations nationales et internationales applicables. L'élaboration et l'application d'un tel plan sont impératives à chaque fois que des travaux de construction ou de reconstruction d'envergure, ayant un impact direct sur les opérations côté piste, sont programmés.

L'objectif principal de ce plan d'exploitation est de maintenir la sécurité des opérations aériennes et la continuité des activités de l'aéroport tout au long des travaux, ce projet a été initié en réponse à la dégradation avancée de la chaussée actuelle, nécessitant une intervention urgente pour moderniser et sécuriser les infrastructures de l'aérodrome. Ce plan a été élaboré en coordination avec le service DTP (direction de travaux publics) afin d'assurer une planification et une exécution optimales des travaux. [09]

3.5.1 Description des travaux de construction

Les travaux de grande ampleur se déroulent sur huit (08) mois pendant lesquels les procédures décrites dans ce plan permettront le maintien de l'activité sur la plateforme aéroportuaire.

L'**ODS** (Ordre de Service) relatif à l'opération des travaux de renforcement de la piste 18/36 et ses annexes a été notifié à l'entreprise COSIDER TP en date du 05 novembre 2024.

Les sous traitements intervenants sont :

- Bureau d'Étude SAETI de sa part, a été chargé d'établissement de l'étude d'exécution ;
- Bureau d'Étude SET SETIF, a été chargé du suivi Technique des Travaux ;
- Laboratoire de Contrôle Technique des Travaux Publics (LTPS), a été chargé du contrôle Géotechnique des Travaux ;
- L'organisme de Contrôle Technique des Travaux Public (CTTP), a été chargé du visa du dossier d'exécution. [09]

3.5.2 Différentes phases du projet

Nous avons mené à l'adaptation de la voie de circulation AE pour son exploitation en tenant que piste a vue dédiée à l'aviation légère. Nos propositions ont été soigneusement élaborées et intégrées afin d'assurer une transition efficace et sécurisée.

a) Phase 00

Dans le cadre de l'adaptation de la voie de circulation AE, des nouvelles caractéristiques techniques à prendre en considération sont définies :

- Avion critique pris en considération : Beechcraft 1900D (code de référence 2B) ;
- Type d'exploitation : Vol à vue (VFR). ;
- Identification de la piste 18L/36R : Longueur opérationnelle : 1600 m, avec la possibilité d'un prolongement d'arrêt de 100 m côté 18L ;
- Aménagement d'une raquette de retournement au seuil 36R pour permettre des manœuvres de demi-tour sécurisées ;
- Bande de piste : Dégagement de 40 m de chaque côté de l'axe de piste, libre de tout obstacle ;

- Obstacles identifiés : Certains obstacles pénétrant légèrement les surfaces de dégagement aéronautique ; des mesures d'atténuation sont proposées.

Des mesures opérationnelles et techniques seront mises en œuvre par les parties prenantes afin d'assurer une exploitation conforme aux normes et règlement :

❖ Direction des Travaux Publics (DTP)

Élaboration et mise en œuvre d'un plan de signalisation horizontale conforme aux normes pour une piste de code 2B, incluant :

- Une ligne de guidage pour demi-tour côté seuil 36R ;
- Un prolongement d'arrêt de 100 m avec marquage en chevrons côté seuil 18L ;
- Adaptation de la signalisation horizontale du parking dédié à l'aviation légère en coordination avec les intervenants locaux ;
- Aménagement de la bande de piste de 40 m de chaque côté de l'axe de la piste 18L/36R.

❖ ENNA (Établissement National de la Navigation Aérienne)

- Installation du balisage lumineux pour une éventuelle exploitation nocturne de la piste et de ses annexes ;
- Restriction des manœuvres côté Est de l'aérodrome ;
- Réduction potentielle de la hauteur des quatre premiers pylônes d'éclairage du parking en cas de contraintes identifiées ;
- Élaboration des consignes SMC (Sécurité de circulation au sol) en lien avec les travaux ;
- Publication d'un NOTAM pour exclure Hassi Messaoud comme aérodrome de dégagement pendant les travaux ;
- Coordination avec les services de la circulation aérienne et les compagnies aériennes pour établir des procédures fluides ;
- Préparation et publication de l'AIP SUP relatif aux travaux après validation de l'ANAC.

❖ Compagnies d'Aviation Légère

- Respect des procédures de remise des gaz dans l'axe de piste à une altitude de sécurité ;

- Révision des programmes de vols pour espacer les créneaux et optimiser la gestion du trafic.

❖ EGSA (Gestionnaire de l'Aéroport)

Balisage diurne (rouge et blanc) des guérites situées à l'Est de l'aérodrome.

❖ ONM (Office National de la Météorologie)

Balisage de la toiture de la bâtisse ONM située au sud-est du seuil 36R.

❖ Sonatrach DP/HMD

Élagage des arbres à l'Est pour dégager le champ visuel pour la tour de contrôle et les pilotes.

Les travaux de la phase 00 sont :

- Travaux de Signalisation horizontale de la piste temporaire 18L/36R

Nous avons entrepris les travaux nécessaires pour préparer l'exploitation de la nouvelle piste 18L/36R, dédiée aux opérations de l'aviation légère. La signalisation horizontale de la voie de circulation AE a été mise en place conformément aux normes en vigueur pour garantir une utilisation optimale.

La piste, classée de code chiffre 2B, est désormais prête à accueillir des aéronefs légers pour des opérations à vue. Nous avons aménagé une raquette de retournement au seuil 36R, offrant ainsi une solution sécurisée pour les manœuvres de demi-tour. Par ailleurs, un prolongement d'arrêt de 100 mètres a été ajouté côté seuil 18L afin de sécuriser les procédures d'arrêt, notamment lors des phases critiques d'atterrissement.

Toutes ces mesures ont été soigneusement pensées et mises en œuvre pour assurer un environnement opérationnel sûr et conforme aux exigences du secteur aéronautique.

- Travaux d'aménagement de la bande stabilisée de la piste temporaire 18L/36R

Nous avons achevé l'aménagement de la bande stabilisée de la piste 18L/36R, garantissant une amélioration significative de la sécurité des aéronefs conformément aux exigences de l'Annexe 14 de l'OACI.

La mise à niveau et le renforcement de cette bande, étendue sur 40 mètres de chaque côté de l'axe de la piste sur une longueur de 1600 mètres, offrent désormais une surface nivelée et stable, réduisant ainsi les risques de dommages aux avions en cas de sortie de piste. Chaque étape a été méticuleusement exécutée pour assurer un environnement sécurisé et conforme aux normes aéronautiques.

Notre engagement envers la qualité et la sécurité se reflète pleinement dans ces travaux. Les travaux incluent :

➤ Nivellement de la bande stabilisée :

L'intervention vise à corriger les irrégularités du terrain sur la bande de 40 mètres de large afin d'assurer une surface uniforme et stable, depuis l'axe central de la piste jusqu'aux extrémités latérales.

➤ Sécurisation des zones critiques :

En plus de la bande stabilisée, une attention particulière est accordée au prolongement de l'axe de la piste, garantissant que cette zone reste libre d'obstructions susceptibles de mettre en danger un aéronef en cas de sortie. [09]

Cela inclut l'élimination des obstacles, la correction de la pente et le compactage du sol.

Sécurisation des zones critiques : en plus de la bande stabilisée, une attention particulière est accordée au prolongement de l'axe de la piste, garantissant que cette zone reste libre d'obstructions susceptibles de mettre en danger un aéronef en cas de sortie. [09]

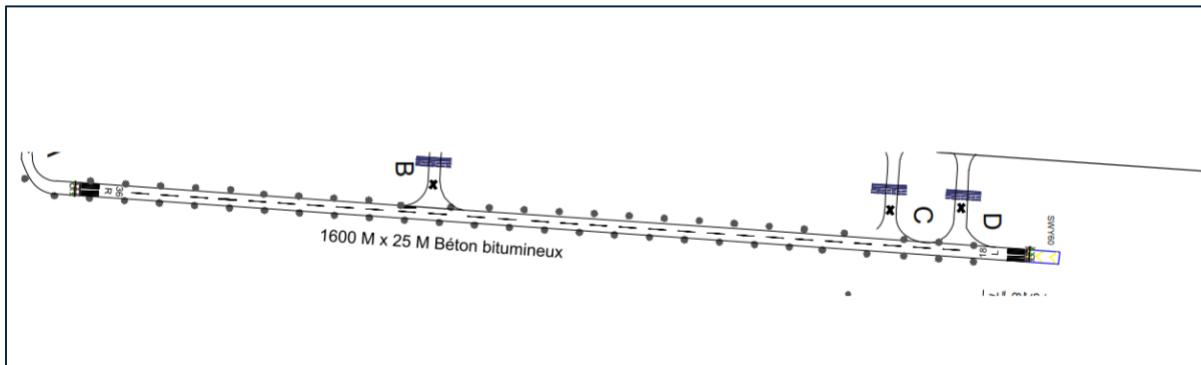


Figure 3. 1 : La signalisation horizontale de la voie de circulation AE.

- Travaux de Signalisation horizontale du parking avions

Nous avons achevé les travaux de signalisation horizontale du parking avions, assurant une capacité d'accueil optimisée de vingt-deux postes de stationnement. L'entreprise adjudicataire a procédé aux adaptations nécessaires conformément à l'étude de matérialisation des postes de stationnement, spécifiquement conçue pour l'aviation légère.

Afin de garantir une exploitation sécurisée, nous avons mis en place une signalisation claire, incluant la matérialisation d'une ligne de sécurité distincte pour séparer efficacement l'aire de trafic des autres zones aéroportuaires. Cette initiative contribue à une gestion fluide des flux opérationnels, réduisant ainsi les risques de conflits entre aéronefs et autres activités au sol.

De plus, une route de service dédiée a été aménagée pour faciliter la circulation des véhicules sur le parking avions, améliorant la fluidité des mouvements tout en respectant les normes de sécurité et d'efficacité des opérations aéroportuaires.

Ces travaux ont été réalisés avec rigueur et conformément aux exigences opérationnelles, garantissant une transition efficace et sécurisée.

Délai d'Exécution : Le délai estimé pour cette phase est de 20 jours. [09]

b) Phase 01

Avant le démarrage des travaux, les services techniques de l'E.N.N.A procéderont aux opérations suivantes :

- Démontage du balisage lumineux situé sur la piste et ses abords, afin de libérer l'espace de travail pour les travaux de renforcement ;
- Déconnexion et sécurisation des circuits électriques alimentant le balisage lumineux, garantissant ainsi un environnement sécurisé pour l'exécution des travaux.

Dans le cadre du projet de renforcement de la piste 18/36, l'entreprise **COSIDER TP** est mandatée pour réaliser les travaux suivants :

- Renforcement de la piste principale 18/36

Il sera réalisé par :

- Réhabilitation complète de la piste sur une longueur de 3 000 mètres et une largeur de 45 mètres, en conformité avec les normes de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI)
- Exécution des travaux de prolongement des zones d'arrêt (stopways) situées aux deux seuils de la piste, sur une longueur de **140** mètres de chaque côté, destinées à améliorer la sécurité lors des phases de décollage et d'atterrissement ;
- Aménagement des bandes stabilisées, Mise en place et stabilisation des bandes latérales sur une largeur de 140 mètres de chaque côté de la piste, conformément aux exigences réglementaires ; Réalisation d'une raquette au niveau du seuil 18, spécifiquement conçue pour les manœuvres des avions de catégorie 4E, tels que les Airbus A350-1000, en respectant les dimensions et les rayons de virage requis pour cette catégorie d'aéronefs.

- Renforcement des voies de circulation (taxiways)

Par le renforcement des parties des voies de circulation A, B, C, D et E sur une distance de 140 mètres depuis l'axe central de la piste 18/36.

- Installation du balisage lumineux de la piste 18/36

Une fois les travaux de renforcement exécutés par l'entreprise COSIDER, les services techniques de l'ENNA (DTNA et DSA de Hassi Messaoud) procéderont à l'installation du nouveau balisage lumineux de la piste 18/36 ainsi que de la rampe d'approche 18 sur une distance de 900 mètres.

- Gestion temporaire

Pendant cette phase, les dispositions suivantes seront mises en œuvre pour assurer la continuité des activités aériennes :

- La voie de circulation AE sera temporairement utilisée comme piste à vue, avec l'identification 18L/36R, pour les besoins opérationnels ;
- Une partie du parking avions, notamment les postes 7, 8 et 9, sera adaptée pour permettre l'exploitation par les avions de l'aviation légère ;
- Les postes 1 à 6 seront fermés et considérés comme une zone de sécurité pour la nouvelle piste 18L/36R.

Le délai estimé pour l'ensemble des travaux de renforcement de la piste 18/36, est de 150 jours, À cela s'ajoute une période de 30 jours pour l'installation du balisage lumineux par les services techniques de l'ENNA après achèvement des travaux de génie civil. [09]

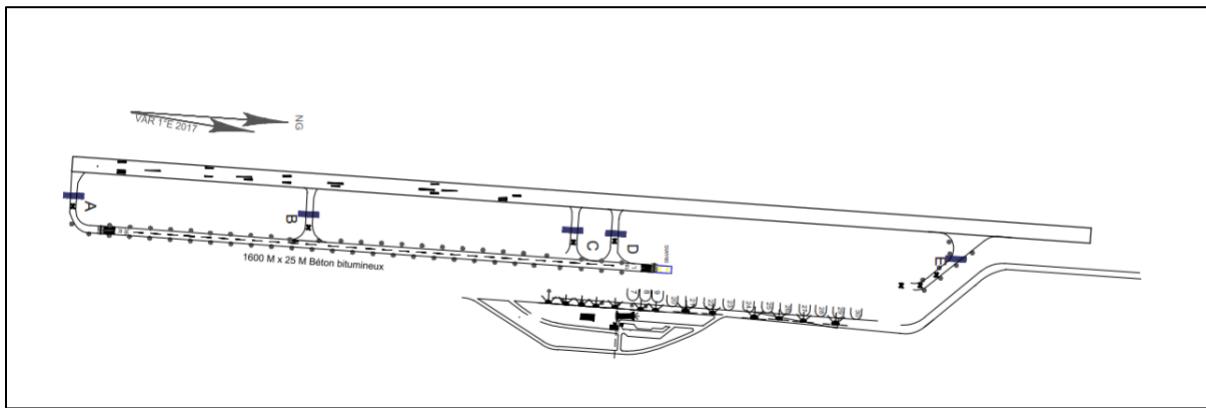


Figure 3. 2 : travaux sur la piste principale 18/39 et l'utilisation temporaire de la voie AE.

c) Phase 02

Nous avons mené à bien la Phase 02 du projet de modernisation de l'infrastructure aéroportuaire, en mettant en œuvre le renforcement des voies de circulation AE, A, B, C et D ainsi que la réhabilitation des postes de stationnement 01 à 05. Cette étape, qui suit la réouverture de la piste 18/36, a été réalisée avec une coordination technique et opérationnelle rigoureuse afin d'assurer la sécurité et la continuité des activités aériennes.

Les travaux de cette phase incluent alors :

- Réouverture de la piste principale 18/36
 - Les travaux de renforcement réalisés lors de la phase précédente ayant été finalisés, la piste 18/36 sera remise en service pour les opérations aériennes ;
 - Cette réouverture sera effectuée après l'homologation par l'ANAC (Agence Nationale de l'Aviation Civile), qui validera la conformité de la piste ;
 - La réouverture de la piste permettra de transférer l'ensemble des opérations aériennes sur cette infrastructure, libérant ainsi les voies de circulation et les postes de stationnement pour le lancement des travaux de cette phase.

- Renforcement des voies de circulation

Les voies de circulation AE, A, B, C et D feront l'objet d'un renforcement structurel, incluant :

- La mise en œuvre de nouvelles couches de revêtement pour garantir la durabilité et capacité portante face aux charges des aéronefs modernes ;
- La correction des défauts de nivellation et le respect des pentes longitudinales et transversales pour un drainage efficace ;
- L'installation de nouvelles bordures de sécurité et de balisage pour répondre aux normes opérationnelles ;
- Ces travaux visent à améliorer la résistance des surfaces, leur sécurité et leur Compatibilité avec les aéronefs de catégories 4E et inférieures ;

- Réhabilitation des postes de stationnement

Les postes de stationnement **01 à 05** seront entièrement réhabilités pour :

- Renforcer leur structure, incluant les zones de roulage et d'immobilisation, afin de supporter les aéronefs « moyen tonnage » ;
- Mettre à niveau les installations de balisage lumineux ;
- Optimiser les systèmes de drainage pour prévenir l'accumulation d'eau sur les surfaces pavées ;
- Le poste **06** sera fermé temporairement et transformé en **zone de sécurité**. Cette zone servira à isoler les espaces de travaux de la zone d'exploitation opérationnelle, minimisant ainsi les risques d'interférences entre les travaux et les activités aériennes.

- Aménagement des postes pour aéronefs moyen tonnage

Les postes **07, 08 et 09** seront adaptés pour recevoir des aéronefs « moyen tonnage ».

- Les actions spécifiques comprennent

- La configuration de la signalisation horizontale et verticale selon les normes spécifiques à ce type d'aéronef ;
- Le repositionnement des équipements au sol, tels que les bras de ravitaillement, les générateurs électriques et les panneaux de guidage, pour optimiser leur accessibilité.

- Gestion des cheminements et circulation des engins

Nous avons mis en place un plan de cheminement des engins afin d'assurer un transport sécurisé des matériaux, équipements et personnels vers la zone de travaux.

Ce plan, établit :

- Les itinéraires spécifiques à emprunter ;
- Les zones de stationnement temporaire des engins de chantier ;

- Les points d'accès et de sortie autorisés pour éviter toute intrusion dans les zones opérationnelles.

- Coordination des travaux avec l'entreprise NAFTAL

Durant cette phase, l'entreprise **NAFTAL** interviendra pour installer les conduites du système hydrant, destiné à l'approvisionnement en carburant des aéronefs stationnés sur le parking avions, les travaux incluront :

La pose de conduites souterraines en respectant les distances minimales de sécurité avec les autres infrastructures ;

- Le raccordement au réseau principal de distribution de carburant ;
- Des tests d'intégrité et de mise en service après l'installation.

Ces travaux seront réalisés en coordination étroite avec les services techniques de la **DTP d'Ouargla** (Direction des Travaux Publics), qui valideront les étapes clés et les méthodologies.

- Finalisation des travaux des voies de circulation A, B, C et D

Les travaux de renforcement des parties restantes des voies de circulation A, B, C et D seront réalisés en parallèles pour respecter le calendrier global du projet.

Délai d'Exécution : Le délai estimé pour cette phase est de 50 jours. [09]

d) Phase 03

La phase 03 du projet est consacrée au renforcement des voies de circulation **AE** et **E**, ainsi qu'à la réhabilitation des postes de stationnement **06 à 09** et du parking dédié à l'aviation légère. Cette étape débute après l'achèvement des travaux et la réouverture des infrastructures de la phase **02**, incluant leur homologation par l'**ANAC**.

Une fois la phase **02** finalisée et les infrastructures mises en exploitation, les travaux de la phase 03 commenceront immédiatement sous la supervision de l'entreprise **COSIDER** ;

Les opérations seront organisées en sous-phases pour permettre la continuité et la fluidité du trafic aérien, en particulier pour l'aviation légère.

Les travaux de cette phase incluent :

- Renforcement des infrastructures

- Voies de circulation AE et E

- Réhabilitation complète incluant le renforcement des couches structurelles pour améliorer la durabilité et la résistance aux charges des aéronefs ;
- Mise à niveau des équipements de drainage et de balisage pour assurer une exploitation sécurisée dans toutes les conditions météorologiques.

- Postes de stationnement 6 à 9

- Renforcement des surfaces pour répondre aux exigences des avions moyen tonnage ;
- Adaptation des infrastructures pour l'installation des systèmes hydrants, en coordination avec les travaux de l'entreprise NAFTAL.

- Parking de l'aviation légère

- Aménagement du parking pour faciliter l'accès et le stationnement des aéronefs légers, tout en maintenant l'interopérabilité avec les hangars de maintenance ;
- Optimisation des voies d'accès pour une transition fluide entre les hangars et le parking.

- Gestion des sous-phases

Les travaux seront organisés en sous-phases successives pour minimiser l'impact sur l'exploitation des installations aéroportuaires, notamment :

- Maintien d'un accès fonctionnel aux hangars de maintenance pour l'aviation légère ;
- Planification dynamique et mise à jour des schémas opérationnels pour s'adapter aux besoins des exploitants.

Les détails des sous-phases, incluant les zones d'intervention spécifiques et les échéanciers, feront l'objet d'une actualisation régulière en fonction de l'évolution des travaux et des impératifs opérationnels.

- Plan de cheminement des engins de chantier

Nous avons conçu et mis en place un plan de cheminement sécurisé afin d'organiser efficacement le déplacement des engins et des matériaux vers les zones de travaux.

Ce plan vise à :

- Assurer la sécurité des zones d'exploitation en activité ;
- Optimiser les délais de livraison des matériaux et équipements nécessaires aux travaux.

- Coordination avec l'entreprise NAFTAL

L'entreprise NAFTAL interviendra sur les postes 6 à 9 pour l'installation des conduites du système hydrant, destinées au ravitaillement en carburant des aéronefs moyen tonnage.

Ces travaux incluront :

- L'installation des conduites restantes avec raccordement aux infrastructures principales ;
- La réalisation de tests fonctionnels pour garantir l'intégrité du système.

Les opérations seront réalisées en coordination étroite avec la DTP d'Ouargla, qui validera les procédures et les installations conformément aux réglementations en vigueur. [09]

Le délai d'exécution estimé pour cette phase est de 40 jours et la durée totale des Travaux est de huit (08/ Mois).

Ce plan assure la modernisation des infrastructures tout en maintenant la sécurité des opérations. [09]

3.5.3 Horaires planifiés de travail

L'entreprise prévoit une organisation de travail structurée pour une durée de **vingt (20)** heures par jour sur une base de 7 jours par semaine. Cette approche vise à :

- ✓ Accélérer la progression des travaux dans les délais contractuels ;
- ✓ Optimiser les ressources humaines et matérielles grâce à une planification continue et fluide.

3.5.4 Dépôt des plans préliminaires

Les travaux effectifs de construction devraient être conduits selon le calendrier de construction et les plans de phasage rigoureux pour limiter l'impact opérationnel sont préparés par l'entreprise COSIDER TP de réalisation, après approbation du maître d'ouvrage.

Le calendrier et les détails des phases de travaux peuvent être révisés, au besoin, au cours du projet, si des conditions défavorables sur le terrain empêchent les entreprises de réaliser les travaux dans les délais prescrits ; les modifications demandées doivent être réexaminées et approuvées.

- Plan d'opération ou d'exploitation

La piste 18/36 en première phase sera fermée à la circulation aérienne en totalité et la voie de circulation AE est aménagée temporairement durant la phase 01 comme piste en exploitation de la circulation aérienne 18L/36R.

Il est donc nécessaire de limiter la zone de travail sur toute la longueur de la piste sur le côté de la voie de circulation AE.

Une étroite coordination entre les différents intervenants est donc indispensable durant des phases de planification, de la conception et de la construction.

- Obstacles

Afin d'assurer la sécurité des vols sur la voie de circulation AE (piste à vue 18L/36R), les travaux d'aménagement de la bande stabilisé entre les deux pistes seront réalisés après coordination avec les services de la circulation aérienne d'une façon d'assurer la sécurité des vols.

A cet effet, aucune restriction concernant la hauteur maximale permise pour les véhicules et les engins n'est à déterminer.

- Balisage des engins

Les véhicules doivent être munis en permanence d'un gyrophare pour les travaux de nuit ; tandis que les engins doivent être munis de deux gyrophares, l'un installé à l'avant et l'autre à l'arrière. Ces gyrophares seront de couleur jaune.

En situation de mauvaise condition de visibilité, les véhicules et engins peuvent circuler avec feux de croisement allumés ; mais l'usage des feux de route (phares) est interdit en toute circonstance.

- Procédure d'évacuation

Aucune procédure d'évacuation.

- Brouillage radioélectrique

Les travaux doivent respecter les servitudes radioélectriques (station D/VOR – DME- ILS). Ainsi, il est strictement interdit de circuler ou de stationner à proximité de ces installations conformément au plan des travaux pour chaque phase de réalisations des travaux.

- Balisage lumineux

L'ensemble du balisage lumineux de la piste 18/36 et les voies de circulations : A, B, C, D et E doit être désinstallé par les services énergie/ Direction de la Sécurité Aéronautique afin de procéder aux travaux de renforcement de la piste 18/36, le circuit du balisage sera branché uniquement sur les parties d'exploitation de l'aire de mouvement de la voie de circulation AE (piste à vue 18L/36R).

- Marquage provisoire de la piste

La mise à la norme du balisage diurne adaptée à la mise en place d'une nouvelle signalisation de la voie de circulation « AE » pour son exploitation comme piste à vue avec une ligne de guidage pour demi-tour côté seuil 36R et un prolongement d'arrêt de côté seuil 18L, après avoir été approuvée par le Bureau d'études SAET, le gestionnaire de l'Aéroport (EGSA), l'exploitant d'Aérodrome (ENNA) et l'ANAC.

- Cartographie de la zone des travaux

Les entreprises doivent définir, en concertation avec les services de l'ENNA, l'EGSA et la DTP, les zones des travaux, les zones inutilisables, les voies d'accès et les moyens d'accès à la zone des travaux ainsi que les aires de stationnement des véhicules et engins des travaux.

Ils doivent renseigner les moyens de balisage et signalisation concernant la zone des travaux, les zones inutilisables et les obstacles temporaires.

A cet effet, les entreprises formaliseront, par le biais de cartographies, l'ensemble des éléments, cités ci-dessous, relatifs au chantier.

Il s'agit de :

- Plan de la zone des travaux ;
- Plan du cheminement et d'accès à la zone des travaux ;
- Plan des aires de stationnement des véhicules et engins ;
- Plan de l'ensemble des moyens de balisage et signalisation concernant la zone des travaux, les zones inutilisables.

Ces plans devraient être mis à jour hebdomadairement au cours de l'avancement du calendrier des travaux.

- Planning de réalisation des travaux

Les différentes phases sont décrites plus en détail dans le planning de réalisation des travaux établi par l'entreprise COSIDER TP en coordination avec le maître d'ouvrage (DTP).

Les dates sont sujettes à variation.

3.5.5 Plan de communication

Il est important que l'Exploitant de l'Aérodrome, le Gestionnaire de l'Aéroport, la BPFA, le CSA, les compagnies aériennes, les entreprises et le maître d'ouvrage (DTP) aient un système de communication fiable et une bonne compréhension du projet et de ses répercussions potentielles sur l'opération globale de l'aéroport et une coordination continue entre toutes les parties prenantes.

a) Communication pré-construction

- Analyse de type et fréquence de trafic de l'exploitation pendant les travaux

La partie en exploitation de la circulation aérienne de la voie de circulation (piste à vue 18L/36R) sur une distance de 1600M et une partie du parking pour l'aviation légère sera uniquement pour les vols VFR et l'aéroport sera fermé pendant les nuits uniquement pour les vols d'urgence ou évacuation sanitaire avec dérogation.

- Procédures d'accès, d'évacuation et reprise des travaux

Les travaux seront effectués dans une zone définie de l'aire de mouvement de la piste 18/36 et les voies de circulation A, B, C, D et E comme il est défini sur plan de limitation du chantier jointe en annexes pour chaque phase de planification des travaux.

- Il est strictement interdit au personnel de sortir de la zone des travaux définie sur le plan des travaux pour ne pas pénétrer la zone d'exploitation délimitée sur le plan ;
- Lors des travaux de renforcement de la piste 18/36 et sa bande stabilisée sur une distance de 140M de largeur par rapport à l'axe de piste coté voie de circulation AE, les engins et le personnel doivent impérativement rester à l'intérieur des limites de la bande de 140 mètres, afin de ne pas constituer un risque pour la voie de circulation AE (piste à vue 18L/36R) ;
- Une vigilance particulière sera observée pendant le renforcement de la piste 18/36, et l'entreprise bénéficiera de l'assistance en cas de besoin de l'équipe SSLI de l'aéroport durant les vols.

De plus, une formation de familiarisation sera dispensée au personnel afin de les sensibiliser aux spécificités et aux exigences des zones aéroportuaires, garantissant ainsi le respect des procédures de sécurité et une adaptation optimale à l'environnement opérationnel.

- Rapport des rencontres avec les exploitants et les utilisateurs

Des réunions hebdomadaires de construction doivent se tenir pour discuter l'efficacité du plan d'exploitation et apporter des ajustements nécessaires pour la bonne marche des travaux.

Il convient d'identifier et de désigner des correspondants des différents intervenants ; ces correspondants devraient également se réunir régulièrement pour surveiller l'avancement des travaux, et éventuellement étudier la nécessité de modifier la réalisation des travaux mis en œuvre afin de répondre notamment aux besoins de l'exploitation.

L'ENNA, représenté par la D.S.A de Hassi Messaoud, veillera à la bonne coordination entre les différents intervenants de la plateforme aéroportuaire impactés par les travaux, ainsi qu'au rappel des consignes et procédures et au maintien des conditions de sécurité. [09]

- Diffusion de l'information aéronautique (NOTAM, SUP AIP et ATIS)

Nous avons prévu la diffusion des informations aéronautiques essentielles avant et pendant la réalisation des travaux, via un Sup AIP et/ou un NOTAM. Tous les intervenants seront informés dans un délai de 15 jours précédent chaque demande de publication de l'information.

La liste des informations qui seront diffusées durant la période des travaux sont :

- Diffusion NOTAM de Fermeture de la piste 18/36 ;
- Diffusion NOTAM de Fermeture des voies de circulation A, B, C, D et E ;
- Diffusion NOTAM de Fermeture des postes de stationnement 1, 2, 3, 4, 5, et 6 ;
- Diffusion NOTAM d'ouverture de la voie de circulation « AE » pour son exploitation comme piste à vue après achèvement des travaux de la signalisation. Des travaux de la mise en place du marquage final.

Diffusion d'un SUP AIP de la modification de l'exploitation de la circulation aérienne de l'Aéroport.

Nous avons rédigé un exemple de NOTAM et SUP AIP mentionnez dans les **ANNEXES D et E**.

b) Communication pendant la construction

Des lignes de communications doivent être établies par l'ENNA pour maintenir la coordination et le contrôle de fermeture et de réouverture de la piste 18/36 si nécessaire durant toutes les phases du projet.

Une procédure adéquate de communications doit permettre que les organisations et les individus soient tenus informés de l'échéancier des travaux et fournir les intrants requis dans les moments critiques des travaux. [09]

- Planification des réunions de chantier

Des réunions hebdomadaires sur l'avancement des travaux devrait se tenir par le Comité de Coordination et de Pilotage, regroupant les représentants de l'ENNA, l'EGSA, la DTP, CSA, la BPFA, l'entreprise COSIDER, et le bureau d'études SET Sétif, pour discuter les conditions de travail, les problèmes opérationnels rencontrés ou qui pourraient survenir et tout autre aspect opérationnel des travaux selon les besoins.

Ces réunions devraient également permettre la mise à jour du plan d'exploitation.

- Émission des communiqués

Toutes les réunions du Comité de Coordination et de Pilotage devraient être consignées dans des procès-verbaux ; rédigés par le président du comité, en l'occurrence, le D.S.A de Hassi Messaoud, et approuvés par les membres du comité. Une copie de chaque P.V devrait être transmise à la Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne (D.E.N.A / E.N.N.A), que de son côté la transmise à l'ANAC.

3.5.6 Sécurité du chantier

- Contrôle des accès

Dans le cadre de la sécurité aéronautique et de la réalisation des travaux au sein de l'aéroport, la Brigade de Police des Frontières Aérienne (BPFA), en collaboration avec les différents intervenants, est chargée de définir et de formaliser les modalités d'accès des entreprises à la zone des travaux, elle veille à ce que ces modalités soient rigoureusement respectées.

L'accès des véhicules et des personnes impliqués dans les travaux doit être strictement contrôlé afin de prévenir toute intrusion non autorisée sur la plateforme aéroportuaire.

Il est impératif que seuls les itinéraires spécifiquement désignés dans le plan de cheminement et d'accès à la zone des travaux soient utilisés.

- Escorte de véhicule

Nous avons mis en place un processus rigoureux visant à sensibiliser l'ensemble du personnel impliqué dans le projet aux risques majeurs liés aux incursions imprévues dans l'aire de mouvement en exploitation, afin de préserver la sécurité de la circulation aérienne. Dans cette optique, nous avons prévu l'affichage, sur des emplacements dédiés, d'un plan détaillé de la zone des travaux ainsi que des itinéraires sécurisés permettant d'y accéder.

Chaque phase de construction est strictement délimitée et isolée de la zone d'exploitation afin d'assurer une séparation claire des activités.

En conséquence, l'escorte des engins dédiés aux travaux n'est pas systématiquement requise. Toutefois, dans le cas où un véhicule devrait traverser la zone d'exploitation, un véhicule d'escorte appartenant au service SSLI ou à la BPFA sera mobilisé afin de sécuriser cette opération.

- Barricade

Pour assurer la sécurité et l'efficacité des opérations durant les phases de construction dans une zone aéroportuaire, un **plan de sécurité technique** détaillant les accès, barricades, et autres mesures doit être établi. Ce plan vise à protéger les zones opérationnelles tout en minimisant les perturbations pour les activités aéronautiques.

Ces directives techniques visent à garantir une séparation effective entre les zones de travaux et les zones opérationnelles tout en assurant un niveau de sécurité optimal pour les aéronefs, les équipages et le personnel. La mise en œuvre rigoureuse de ces mesures permettra d'assurer le respect des normes internationales et de prévenir les incidents potentiels.

Les objectifs et principes fondamentaux de ces barricades sont :

- Délimitation stricte des zones de travaux ;
- Prévention des risques opérationnels et humains.

- Signalisation complémentaire des zones inutilisables

Les zones inutilisables (notamment sur les voies de circulation fermées ou postes de stationnement neutralisés) doivent être marquées par des balises répondant aux critères suivants :

- Cônes : Dispositifs réfléchissants ou lumineux pour garantir une signalisation effective sous toutes les conditions d'éclairage ;
- Panneaux verticaux : Panneaux indiquant clairement "Zone interdite" ou "Zone de travaux" dans les langues appropriées (arabe, français, anglais).

- Évaluation des risques et mesures de mitigation

a) Proximité avec les aéronefs

- Prise en compte du souffle des réacteurs, hélices et rotors pour déterminer les distances minimales entre les barricades et les zones d'opération ;
- Simulation des turbulences de sillage pour adapter les mesures de sécurisation des barrières.

b) Conditions climatiques

- Les systèmes de barricades doivent être testés pour leur résistance au vent, notamment dans les environnements soumis à des vents latéraux forts ;
- L'utilisation de ballast (sable, eau, béton) pour assurer la stabilité lorsque requis.

- Contrôle des FOD

Dans le cadre des travaux de renforcement de la piste 18/36 et de ses annexes, réalisés par l'entreprise COSIDER TP, la gestion des Débris d'Objets Étrangers (FOD) constitue une priorité absolue pour garantir la sécurité des aéronefs et des opérations aériennes.

La présence des débris sur l'aire de trafic représente un risque potentiel pour la sécurité des aéronefs, la gestion de ce danger nécessite une action globale pour l'atténuation des risques.

Les Débris d'Objets Étrangers, plus communément connus comme FOD, sont tous les articles sur un aérodrome qui peuvent se retrouver aspirés par un moteur d'avion ou provoquer des dégâts

au niveau de la structure de l'avion, constituant ainsi un danger pour les aéronefs tels qu'un matériel en vrac, cadenas, verres, plastics, étiquettes, métal, outils, fragments de pierre, pièces de monnaie, canettes...etc.

L'Entreprise (COSIDER) doit gérer les déchets, gravats et débris qui mettent en péril la sécurité des avions et du personnel. A cet effet, elle doit mettre en place un système rigoureux de collecte et d'élimination immédiate des débris générés sur la zone de chantier.

Les services de la DTP sont tenus d'effectuer des inspections régulières pour s'assurer de la propreté générale de l'enceinte aéroportuaire et limiter la propagation des débris et gravats.

En raison de la proximité immédiate de la zone d'exploitation par rapport à la zone des travaux, les services de l'E.N.N.A procèdent à des inspections permanentes de la piste 18L/36R et de l'aire de trafic pendant les vols pour identifier et retirer tout FOD potentiel, et pour prévenir toute présence de débris et gravats pouvant endommager les aéronefs.

- Entreposage des matériaux de construction côté air

Les entreprises doivent désigner, en concertation avec les services de l'ENNA, l'EGSA et la DTP, un lieu de stockage sécurisé pour les matériaux de construction, le plus loin possible de la bande dégagée de la piste.

- Stationnement de l'équipement côté air

Les entreprises doivent veiller au respect des aires de stationnement des véhicules et engins de construction, afin de limiter l'impact sur l'aire de mouvement et sur les aides à la navigation aérienne. Il convient de s'assurer que les restrictions concernant l'emplacement, l'utilisation soient respectées et la hauteur limite des véhicules et engins est de quatre (04) mètres au max.

- Émission des laissez-passer côté air

La BPFA, en collaboration avec l'EGSA et en coordination avec les entreprises responsables de l'exécution des travaux, sera chargée de procéder au recensement et à l'identification des travailleurs, ainsi que de statuer sur l'attribution des laissez-passer temporaires.

- Interdictions des travaux de construction ou d'entretien à proximité des aides visuelles

Il est formellement interdit d'entreprendre des travaux de construction ou d'entretien à proximité des aides visuelles, afin de préserver leur intégrité et de garantir leur fonctionnement optimal, indispensable à la sécurité des opérations aériennes.

Cette mesure vise à éviter toute perturbation des équipements de navigation ou de guidage aérien, les interventions prévues seront réalisées par l'entreprise COSIDER, en coordination préalable avec les services techniques de l'E.N.N.A.

- Environnement

Les entreprises détaillent les mesures prises visant à la protection de l'environnement, Notamment :

- Limitation des nuisances ;
- Protection de l'environnement direct du chantier ;
- Prévention des pollutions accidentelles.

Ainsi que les moyens qu'elles envisagent de mettre en œuvre pour respecter la chartre chantier propre.

3.6 Conclusion

En résumé, pour permettre le maintien de l'exploitation de l'aérodrome tout au long des travaux de renforcement, le scénario choisi consiste à l'utilisation temporaire de la voie de circulation AE comme piste 18L/36R. Cette option suppose une organisation stricte, découpée en une phase de préparation (phase 0) et trois phases opérationnelles consécutives. Dans cette optique, l'élaboration d'un Plan d'Exploitation en cours de Construction (PEC) devient une nécessité évidente afin d'assurer la sécurité des opérations aériennes, coordination des différentes parties prenantes, et une communication efficace pendant toute la durée de travaux.

4. Réalisation des plans du projet par AutoCAD

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter dans un premier temps, le fonctionnement général du logiciel AutoCAD, en mettant en évidence ses principales fonctionnalités, qui nous serviront à tracer les plans correspondant aux différentes phases de scénario détaillé dans le chapitre précédent.

4.2 Présentation AutoCAD

L'AutoCAD, est un logiciel de dessin assisté par ordinateur, créé par la société AUTODESK basée à San Raphael en Californie existe depuis 1982. Les mises à jour se sont rapidement succédé, si bien que depuis 2004, Autodesk lance une nouvelle version de son logiciel tous les ans.

De plus, des versions ciblées "métiers" sont apparues depuis 2004 :

- AutoCAD Architecture (bâtiment) ;
- AutoCAD Mechanical (industrie) ;
- AutoCAD ;
- Electrical (électricité) ;
- AutoCAD Map 3D (cartographie) ;
- AutoCAD Civil 3D.

Il est aussi caractérisé par la vitesse et la facilité avec les quelles un dessin peut être préparé et modifié sur un ordinateur, présente un immense avantage par rapport au dessin à la main.

Pour en savoir plus sur les principes de base du fonctionnement de ce logiciel, vous pouvez consulter l'**Annexe E**.

4.3 Importation d'image Google Earth dans l'AutoCAD

4.3.1 Enregistrer image Google Earth

Accédez à un lieu sur le globe puis double-cliquez sur le repère ou l'élément que vous souhaitez afficher.

Accédez à la barre d'icônes au-dessus de la carte et cliquez sur Enregistrer l'image :

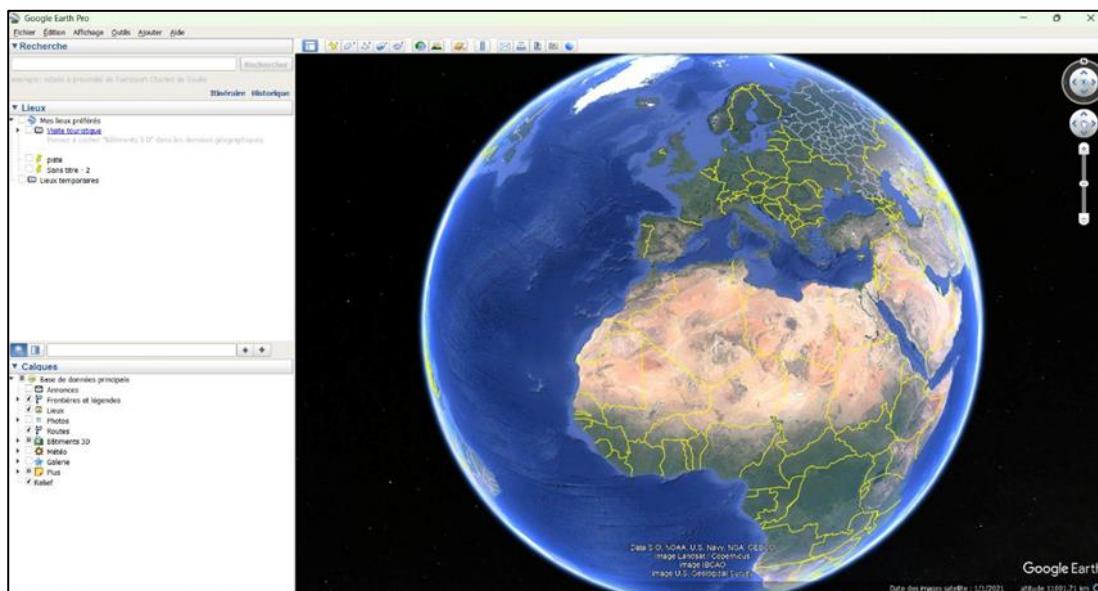


Figure 4. 1 : Présentation de l'interface de Google Earth.

4.3.2 Insérer l'image Google Earth dans l'AutoCAD

- Cliquez sur l'onglet Insertion le groupe de fonctions Références Attacher ;
- Dans la boîte de dialogue Sélectionner un fichier image, choisissez un nom de fichier dans la liste ou complétez le champ Nom. Cliquez sur Ouvrir ;
- Dans la boîte de dialogue Image, indiquez un point d'insertion, une échelle ou une rotation ;
- Sélectionnez Spécifier à l'écran pour insérer l'image à l'aide du périphérique de pointage, à l'emplacement et selon le facteur d'échelle ou l'angle voulus ;
- Désactivez l'option Spécifier à l'écran, puis entrez les valeurs voulues dans les zones Point d'insertion, Échelle et Rotation.
- Cliquer sur OK.

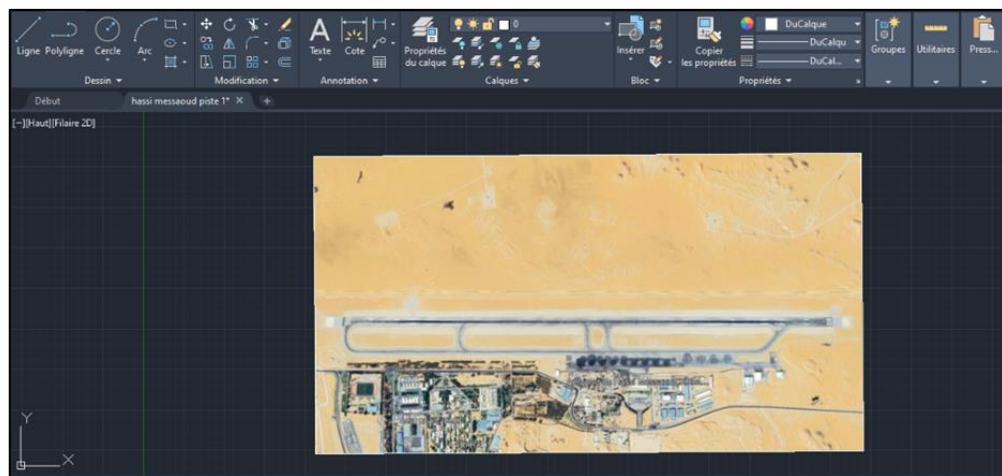


Figure 4. 2 : Intégration d'une image google Earth dans AutoCAD.

4.4 Différentes phases du projet

4.4.1 Phase 00

Dans le cadre de la mise en services de la nouvelle piste temporaire 18L/36R, réservée à l'aviation légère, des travaux de signalisation horizontale sont prévus sur la voie de circulation AE. Cette piste, de catégorie 2B, sera destinée aux aéronefs légers.

Les marquages au sol s'étendront sur 1600 mètres de long et 25 mètres de large, conformément aux normes applicables. Pour faciliter les manœuvres à l'extrémité Nord (seuil 36R). Au côté Sud (seuil 18L), un prolongement de 100 mètres sera aménagé pour garantir un arrêt sécurisé des avions, surtout lors des atterrissages critiques.



Figure 4. 3 : Marquage de la nouvelle piste 18/36.

Pour réaliser cette phase, la voie AE est fermée afin d'effectuer le marquage, conformément au plan suivant :

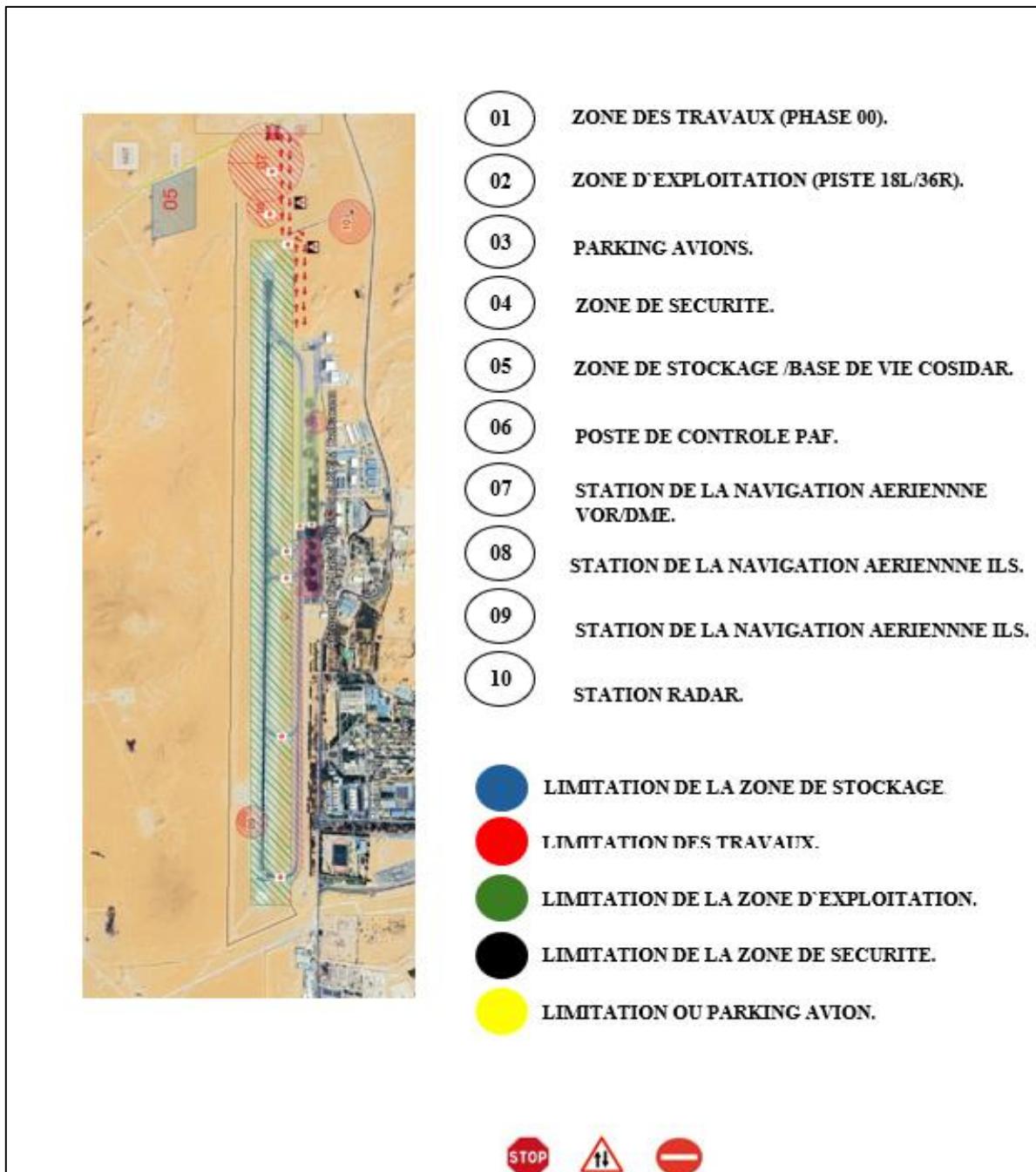


Figure 4. 4 : Plan conforme à la phase 00 lors de la réalisation du projet.

a) Seuil de piste

- Le nombre des bandes variera en fonction de la largeur de la piste (Voir le tableau 1.2) ;
- Les bandes qui marquent le seuil commenceront à 6 m du seuil ;
- Les bandes auront au moins 30 m de longueur et environ 1.8 m de largeur. [3]



A



B

Figure 4. 5 : Marquage seuil de piste.

- Le marquage horizontal sur la piste temporaire 18L/36R sera réalisé en peinture blanche ;
- 12 mètres après les bandes de piste, le numéro de piste dessine selon des dimensions précises définies dans l'annexe 14 de l'OACI, comme représenté dans la figure suivante, avec un espace de 6 mètres entre les lettres et les numéros, comme illustré dans la figure 1.16 :

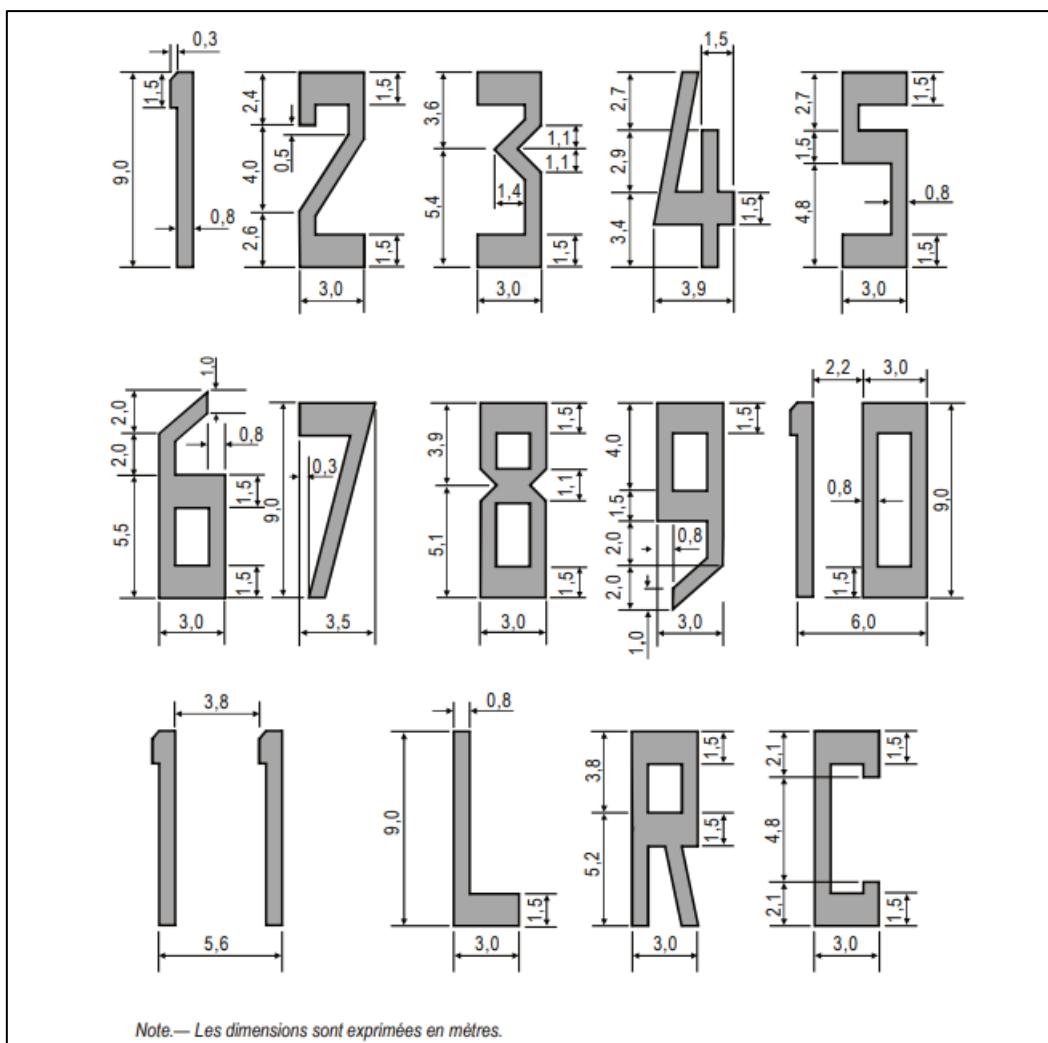
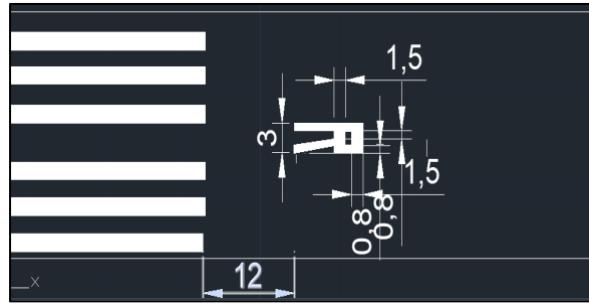
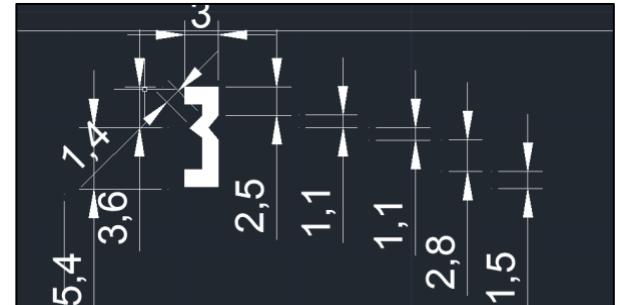


Figure 4.6 : Marquage Lettre et chiffre.

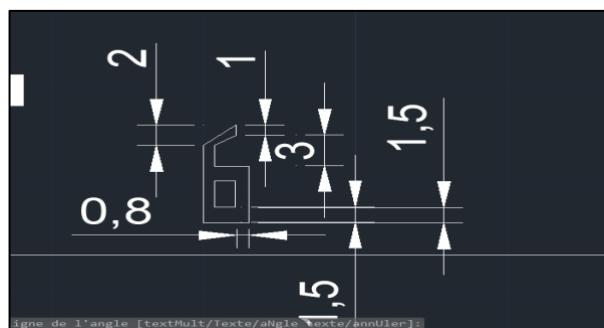
Les captures d'écran suivantes montrent les étapes de réalisation du marquage pour le seuil 36R sur AutoCAD :



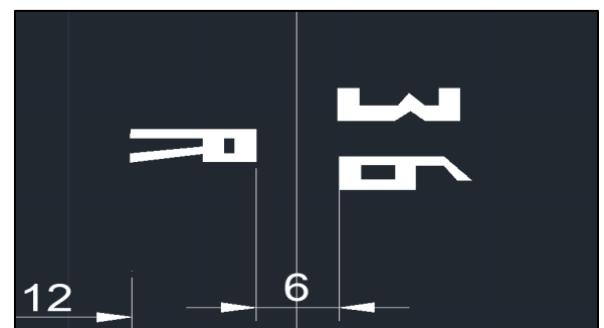
A



B



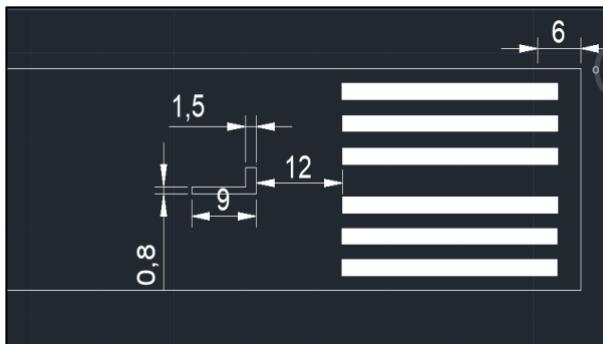
C



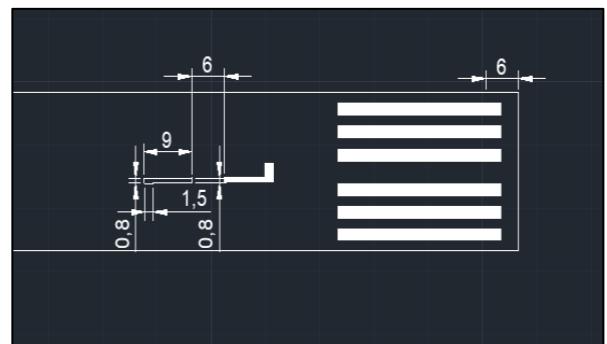
D

Figure 4. 7 : Marquage d'identification de piste 36R.

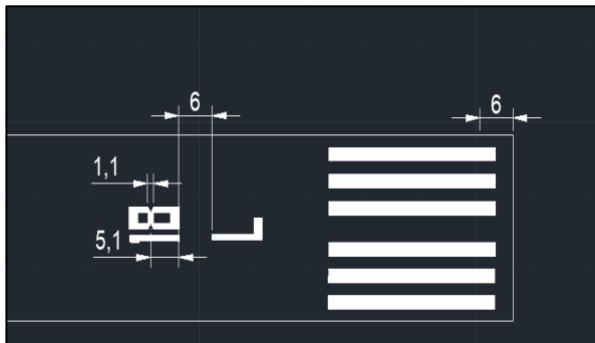
Et voici une représentation progressive du dessin du marquage de seuil de piste 18L sur AutoCAD :



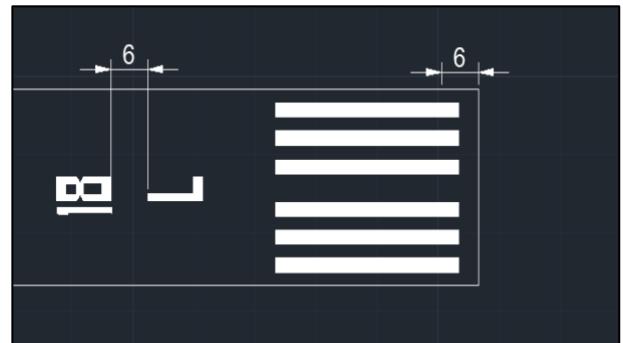
A



B



C

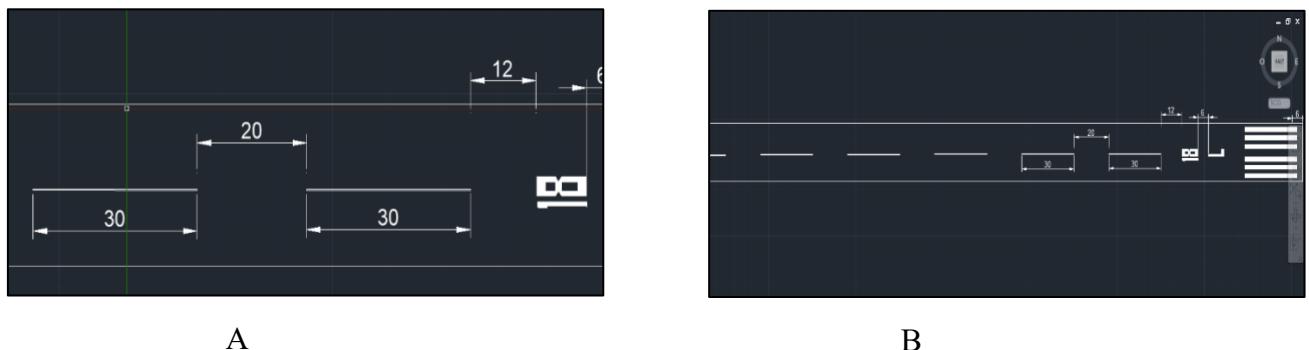


D

Figure 4. 8 : Marquage d’identification de piste 18L.

b) L’axe de piste

Dans les captures suivantes du logiciel AutoCAD, le marquage axial de la piste a été dessiné sur l’axe centrale, avec une longueur de 30 mètres une largeur de 0.3 mètres, séparés les uns des autres par un espacement de 20 mètres.



A

B

Figure 4. 9 : Marquage de l'axe de piste.

c) Point de cible

Le marquage du point cible est positionné à 6.5 mètres de l'axe de piste, avec un espace de 150 mètres entre les deux points cibles, comme illustré la capture suivante :

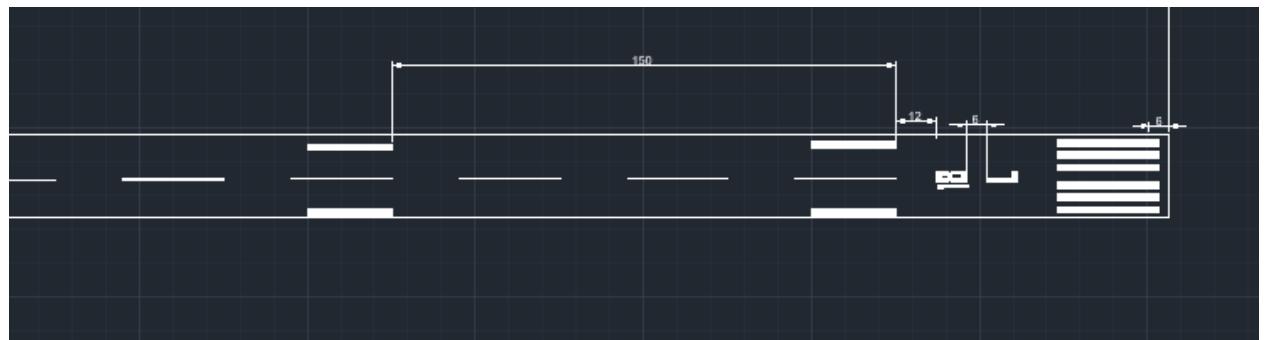


Figure 4. 10 : Marquage de point cible.

d) Marquage latérale

Le marquage latéral de la piste a une largeur de 0.9 mètres, comme dans la figure suivante :



e) Marquage de zone de toucher des roues

Le marquage de la zone de toucher des roues a une longueur de 25 mètres et largeur de 1.8 mètres, situe à 400 mètres de l'extrémité de la piste, comme cela est clairement visible dans le dessin AutoCAD suivant :

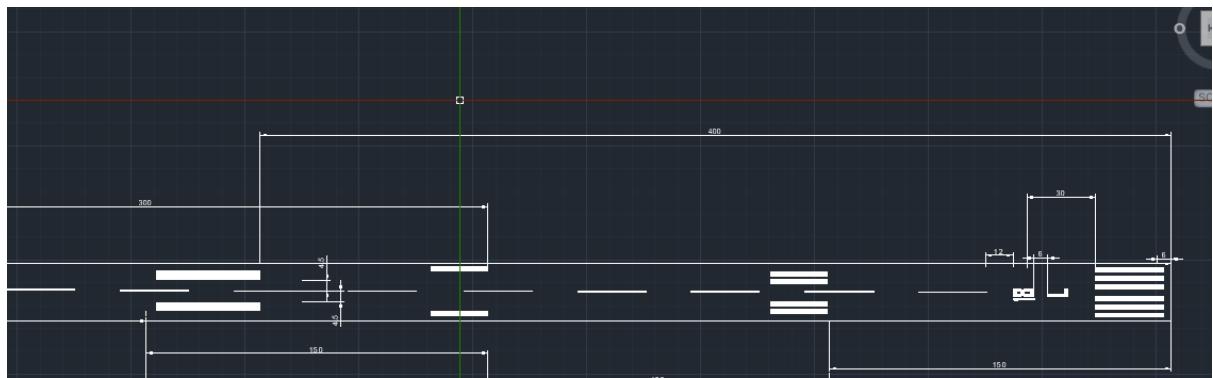


Figure 4. 11 : Marquage zone de toucher des roues.

Globalement, le schéma de la piste 18L/36R remplaçant la voie de circulation AE est présenté dans la figure suivante :

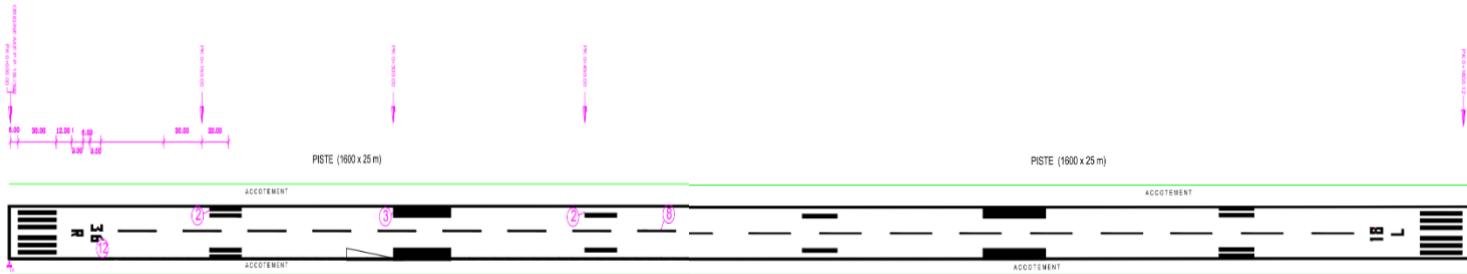


Figure 4. 12 : la nouvelle piste temporaire 18L/36R.

4.4.2 Phase 01

Dans le cadre du projet de renforcement de la piste 18/36, l'entreprise COSIDER a été mandatée pour réaliser les travaux suivants :

- Renforcement de la piste principale : réhabilitations complète de la piste sur une longueur de 3000 mètres et une largeur de 45 mètres, prolongement des zones d'arrêt

- (stopways) de 140 mètres à chaque extrémité de la piste afin d'améliorer la sécurité pendant les phases de décollage et atterrissage ;
- Aménagement des bandes stabilisées : mise en œuvre et stabilisation des bandes latérales sur une largeur de 140 mètres de chaque côté de la piste ;
 - Construction d'une raquette d'extrémité : aménagement d'une raquette au niveau du seuil 18, spécialement conçue pour permettre les manœuvres des avions de catégorie 4 E, notamment les airbus A350-1000 ;
 - Renforcement des voies de circulation (taxiways) : consolidation des tronçons des voies de circulation A, B, C, D et E sur une longueur de 140 mètres à partir de l'axe central de la piste 18/36 ;
 - Préalables techniques et mesures de sécurité : avant le démarrage des travaux, les services techniques de l'ENNA effectueront les opérations suivantes :
 - ✓ Démontage du balisage lumineux situe sur la piste et ses abords, afin de libérer la zone de travail pour les opérations de renforcement ;
 - ✓ Déconnexion et sécurisation des circuits électriques alimentant le balisage lumineux, garantissant ainsi un environnement sécurisé pour l'exécution des travaux.
 - Gestion temporaire des opérations aériennes : la voie de circulation AE sera provisoirement utilisée comme piste à vue, identifiée sous le nom 18L/36R, pour répondre aux besoins opérationnels, une partie du stationnement les postes 7, 8 et 9, sera réaménagée pour accueillir les opérations des avions d'aviation légère.

Durant cette phase, la piste principale 18/36 sera fermée et la nouvelle piste 18/36 sera mise en service, comme illustré dans le plan ci-dessous :

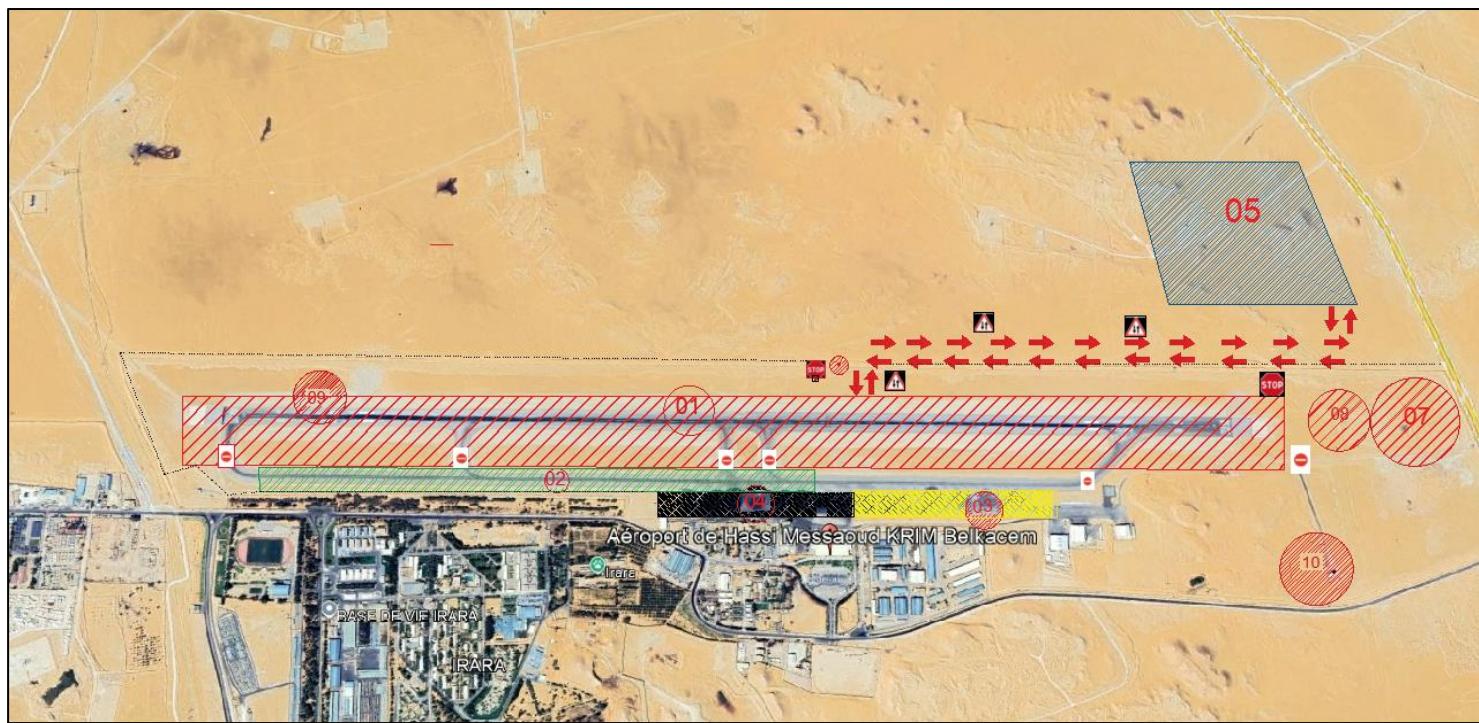


Figure 4. 13 : Plan respectant les exigences de la phase 01 au cours de la réalisation du projet.

4.4.3 Phase 02

La phase 02 du projet de modernisation des infrastructures aéroportuaires porte sur le renforcement des taxiways AE, A, B, C et D et sur la réhabilitation des postes de stationnement 01 à 05. Cette phase intervient après la remise en service de la piste 18/36 et nécessite une coordination technique et opérationnelle rigoureuse afin d'assurer la sécurité et la continuité des opérations aériennes.

- La piste 18/36 sera remise en service après homologation, permettant le transfert des opérations aériennes ;
- Les voies A, B, C et D seront renforcées avec un nouveau revêtement (ces améliorations garantiront la durabilité) ;
- Les postes 01 à 05 seront renforcés pour accueillir des aéronefs moyen tonnage, avec une mise à niveau du balisage et du drainage ;
- Le poste 06 sera temporairement fermé pour servir de zone de sécurité ;
- Les postes 08 et 09 seront aménagés avec une signalisation adaptée à ces aéronefs ;
- Un plan de circulation sera mis en place pour garantir le transport sécurisé des engins et matériaux vers la zone de travaux ;
- Les travaux restants de renforcement des voies A, B, C et D seront menés simultanément afin de respecter le calendrier du projet.

Dans cette phase, la piste est mise en exploitation pour les opérations aériennes. Par conséquent, la voie de circulation AE, correspondant à l'ancienne piste temporaire, est fermée à la circulation comme illustré dans le plan suivant :

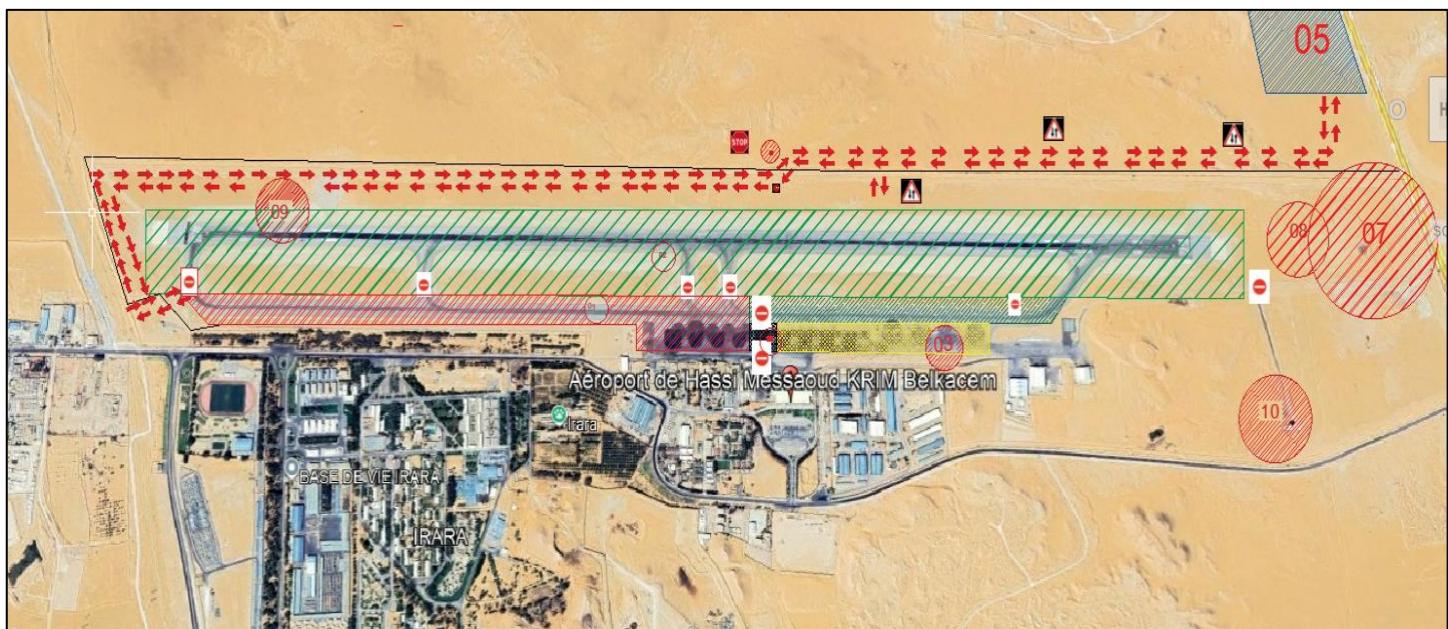


Figure 4. 14 : plan établi selon la phase 02 durant l'exécution du projet.

4.4.4 Phase 03

La troisième phase du projet porte sur la modernisation des voies de circulation AE et E, ainsi que sur la réhabilitation des postes de stationnement numérotés de 06 à 09 et du parking destiné à l'aviation légère. Cette phase n'est pas engagée qu'après l'achèvement complet des travaux de la phase 02, incluant leur remise en service et leur homologation par l'ANAC.

- Dès la finalisation et la mise en exploitation des infrastructures de la phase 02, les travaux de la phase 03 seront enclenchés ;
- Réhabilitation des taxiways AE et E avec renforcement structurel, modernisation du drainage et du balisage ;
- Renforcement des postes de stationnement 6 à 9 pour les avions de moyen tonnage ;
- Réaménagement du parking aviation légère pour faciliter l'accès ;
- Réalisation des travaux en sous-phases successives pour garantir la continuité des travaux ;
- Mise en place d'un plan sécurisé pour organiser les déplacements des engins et matériaux vers les zones de travaux ;
- Garantir la sécurité des zones exploitées ;
- Intervention de l'entreprise NAFTAL aux postes 6 à 9 pour l'installation des conduites au système hydrant destiné au ravitaillement des aéronefs.

Finalement, dans la dernière phase du projet, la piste renforcée 18/36 reste en exploitation, tandis que les voies de circulation AE et E font l'objet de travaux de modernisation, en parallèle avec la réhabilitation des postes de stationnement 06 à 09, comme illustrée dans la figure suivante :



Figure 4. 15 : plan conforme à l'étape 03 pendant la mise en œuvre du projet.

4.5 Conclusion

En conclusion, l'intégration d'AutoCAD dans notre projet a été un atout majeur. Grâce à la précision des plans réalisés et la délimitation claire des zones de travaux, nous pouvons assurer la sécurité des opérations aériennes pendant la rénovation de l'infrastructure de l'aérodrome de Hassi Messaoud DAUH.

L'utilisation de ce logiciel a non seulement optimisé le processus de conception, mais a également favorisé une coordination efficace avec tous les partenaires impliqués dans ce projet de renforcement.

Enfin, ce dernier chapitre a mis en lumière l'importance d'AutoCAD pour la réussite de ce projet, en nous permettant d'atteindre nos objectifs avec précision et efficacité.

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire a permis d'analyser les enjeux liés à l'exploitation de l'aérodrome de Hassi Messaoud – Krim Belkacem (DAUH) dans un contexte critique de dégradation avancée de sa piste principale 18/36. À travers une approche méthodique combinant un diagnostic technique après une analyse approfondie de l'état actuel de la piste, une analyse réglementaire et proposition de solutions opérationnelles, ce travail a mis en lumière l'urgence d'une intervention tout en garantissant la continuité des activités aériennes sachant que les volumes du trafic enregistrés et la présence des bases de maintenance sur l'aérodrome rendent impossible la fermeture complète de l'aérodrome.

Ainsi, pour concilier sécurité, continuité d'exploitation et efficacité des travaux, plusieurs mesures ont été proposées : l'élaboration d'un Plan d'Exploitation pendant les travaux d'un Construction (PEC), permettant l'utilisation temporaire de la voie de circulation AE comme piste, offre une réponse structurée aux défis identifiés. Ce PEC intègre :

- Une planification rigoureuse des travaux par phases ;
- Un dispositif de communication en temps réel avec les usagers (compagnies aériennes, services de navigation), par la publication des NOTAM et de suppléments AIP spécifiques ;
- Des mesures de sécurité renforcée, comme mise en place d'une signalisation horizontale adaptée, pour éviter tout incident durant les travaux.

La modélisation 2D des travaux, via AutoCAD, a par ailleurs permis de visualiser les zones critiques et d'optimiser l'organisation du chantier, en minimisant les perturbations pour les opérations aériennes.

Il est important de souligner que cette approche innovante d'exploitation d'un aérodrome, en pleine phase de travaux sur la piste et ses annexes, n'avait jamais été mise en œuvre auparavant en Algérie, notamment dans un aérodrome aussi important comme Hassi Messaoud et elle marque une première dans la gestion des infrastructures aéroportuaires nationales.

Ce projet de fin d'étude ouvre donc la voie à une réflexion élargie sur les stratégies d'exploitation aéroportuaire en période de travaux, tout en assurant le niveau de sécurité, de performance et de durabilité. Cette méthodologie pourrait s'appliquer à d'autres aéroports

confrontés à des problèmes similaires, en Algérie. Par ailleurs, afin de prévenir de futures dégradations et renforcer la résilience de la plateforme, nous proposons également une nouvelle conception pour la création d'une piste parallèle à la piste principale renforcée 18/36 de Hassi Messaoud.

ANNEXES

- Annexe A : Présentation des département de l'ENNA ;
- Annexe B : Marquages ;
- Annexe C : SUP AIP ;
- Annexe D : NOTAM ;
- Annexe E : AutoCAD.

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

La DENA est chargée d'assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne, de veiller à la bonne gestion technique au niveau des aérodromes.

Ses principales missions se résument comme suit :

- 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 ;
- 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.
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aérodromes.

La DENA se compose comme illustré dans la figure 1.2 de six (06) Départements et d'un Centre de Contrôle Régional :

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

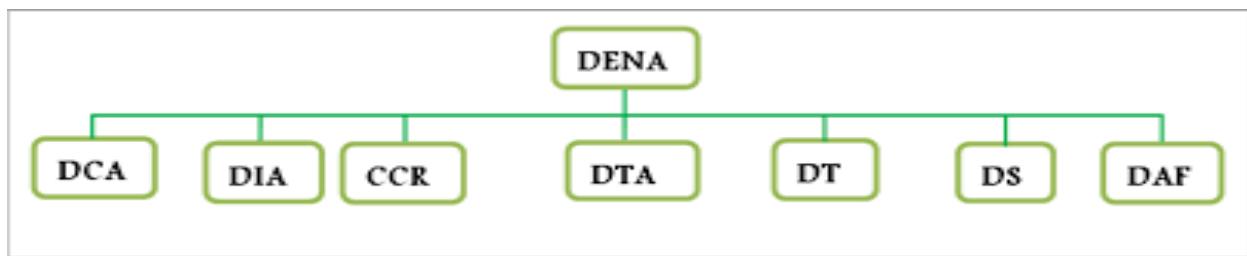


Figure 1 17: Direction d'exploitation et de la navigation aérienne. [1]

1.1 Département de la circulation aérienne (DCA)

La DCA est chargée du contrôle et de la coordination des différents aérodromes et des Centres de Contrôle (régional, approche, TWR (Tour de Control) ainsi que des études liées au développement de la navigation aérienne, conformément aux normes de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).

Au sein de ce département on trouve deux services :

- SED : Service Études et Développement.
- SCC : Service Contrôle et Coordination. [1]

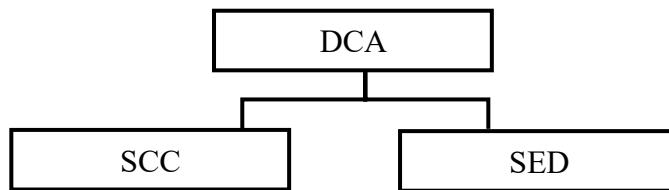


Figure 1 18: Département de la Circulation aérienne.

- Le Service des Études et Développement (SED)

Le service des études et développement (SED) est chargé des tâches suivantes :

- Élaboration des cartes d'obstacles d'aérodrome ;
- Étude des schémas de la circulation aérienne ;
- Conception des procédures de départs et d'arrivées aux instruments (SID et STAR) pour les services de contrôle d'approche ;
- Conception des procédures d'approche aux instruments (classique, précision et à vue) pour L'ensemble des aérodromes ;
- Études de la circulation aérienne au niveau des aérodromes ;
- Choix de sites pour l'installation et le déplacement des moyens de radionavigation ;
- Participation aux projets concernant le développement de la navigation aérienne (RVSM, l'exploitation de la catégorie III à l'aéroport d'Alger, le contrôle radar, etc....) ;
- Traitement des données statistiques du trafic aérien pour les besoins des études. [1]

- Le Service Contrôle et Coordination (SCC)

Il assure les fonctions suivantes :

- Prise en charge de la tenue à jour du fichier informatisé « l'état des Aérodromes » relatif à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national.
- Analyse des anomalies d'exploitation dans l'espace aérien relatives aux avis d'incidents, accidents, comptes rendus d'irrégularité d'exploitation (AIR PROX, réclamations, déroutements, alertes, Procédures et infractions) concernant les aéronefs et leurs équipages.
- Mise à jour et tenue de la réglementation en vigueur sur le plan national.
- Veille à l'application de la réglementation internationale de (OACI) concernant l'exploitation des aérodromes.
- Représentation de la Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA) auprès des Services de recherche et de sauvetage des aéronefs en détresse (SAR).
- Inspection technique de tous les aérodromes sur le territoire national conformément à l'instruction de la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie (DPCM).
- Élaboration des plans des servitudes aéronautiques et des dégagements des aérodromes.
- Études des obstacles à la navigation aérienne.
- Examen des dossiers de l'homologation des pistes des aérodromes. [1]

- Le Département d'information Aéronautique DIA :

Le DIA est organisé de la façon suivante :

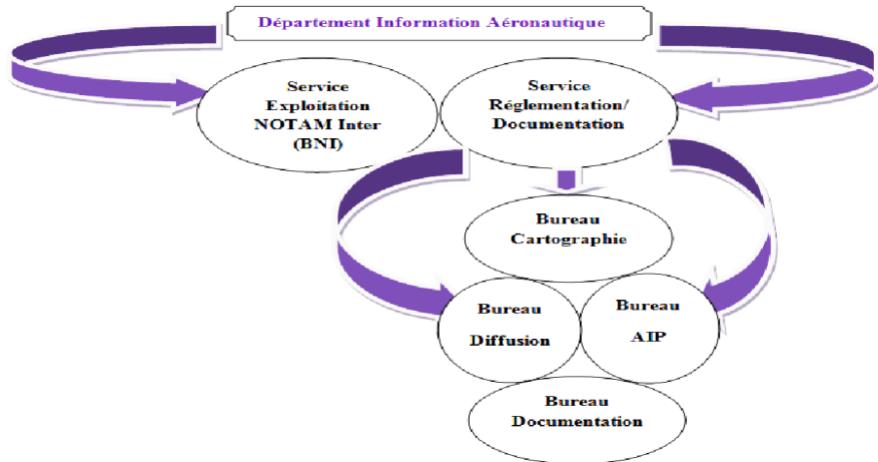


Figure 1 19 : Organisation de DIA.

❖ Le Service Exploitation NOTAM

Représenté par le Bureau NOTAM International (BNI), il est chargé des travaux de centralisation, rédaction, diffusion, et exploitation des NOTAM.

Le BNI est un bureau désigné par le SIA pour échanger des NOTAM sur le plan national et international, ce bureau fonctionne 24 heures sur 24 heures, car c'est dans cet organisme où sont centralisés tous les NOTAM (NOTAM diffusés et reçus). [6]

❖ Le Service Documentation et Réglementation

Il est chargé de la collecte, la rédaction, la diffusion centralisation, la mise en forme de l'information aéronautique (AIP, AMDT, SUP AIP, AIC, AMDT AIRAC, LR SUP). [6]

- Bureau AIP

Il est chargé des tâches suivantes :

- L'élaboration et la publication des informations aéronautiques (AIP Algérie), concernant l'ensemble des aérodromes algériens et l'espace aérien y compris ses mises à jour ;
- L'élaboration et publication des amendements AIP, amendements AIRAC, suppléments AIP, Suppléments AIRAC et des circulaires d'information aéronautique ;

- La collecte des informations aéronautiques auprès des DSA aérodromes, CCR Alger et les différents départements de la DENA.
- Il est chargé de la gestion et la mise à jour de site internet de service information aéronautique (www.sia-enna.dz) ;
- Veille au respect des normes internationales de l'aviation civile de l'organisation OACI concernant les informations contenues dans l'AIP Algérie ;
- Mettre à la disposition des usagers les textes législatifs de l'aviation civile Algérienne publiés dans le journal officiel de l'Algérie

- Bureau diffusion

Il est chargé de :

- Diffuser les informations aéronautiques contenues dans l'AIP Algérie pour les besoins des aérodromes et des usagers de l'espace aérien ;
- De mettre à la disposition des usagers de l'espace aérien, les informations aéronautiques et notamment l'AIP Algérie d'une manière permanente ;
- La vérification et mise à jour des adresses des abonnés nationaux et internationaux ;
- Le suivi des réabonnements aux publications d'information aéronautiques ;
- Le timbrage des publications (AMDT AIP, AMDT AIRAC, AIC, AIP) par la voie postale ;
- La dotation des amendements des AIP étrangers pour le BNI, CCR Alger, et DSA Alger.

- Le bureau cartographie

Il est chargé de :

- La conception des cartes aéronautiques contenues dans l'AIP Algérie tels que : Carte de croisière, cartes d'aérodrome, cartes de procédures d'approche aux instruments, cartes de procédures de départs et l'arrivées, carte d'approche à vue et cartes d'obstacles.
- Elaboration des cartes aéronautiques pour les besoins des usagers locaux (CCR Alger, DFQP, et DCA) tel que cartes croisière et cartes IAC.
- La saisie des données des aérodromes dans le nouveau logiciel Sky Data.

- La conception des cartes aéronautiques de l'AIP Algérie dans le nouvel ARC GIS-Charting. [6]

- Le bureau documentation

Il est chargé de :

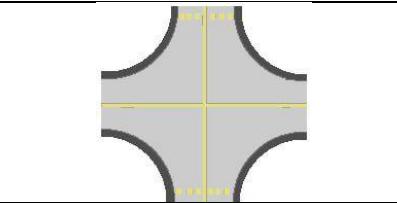
- Mettre à la disposition des usagers locaux de la documentation dans le domaine de l'aviation civile et notamment celle de l'OACI (manuels, docs et annexes) ;
- Mettre à la disposition des DSA des aérodromes de la documentation OACI sur support CD ROM ;
- La centralisation et le contrôle des renseignements aéronautiques communiqués par les informateurs locaux et régionaux ;
- La compilation des renseignements reçus et leur officialisation sous forme d'information aéronautique ;
- Mise à jour de la documentation OACI disponible ;
- La diffusion des informations aéronautiques ;
- L'échange de la documentation de base et de ses amendements avec les autres Etats. [6]

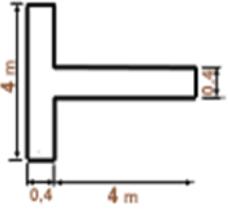
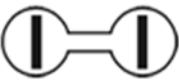
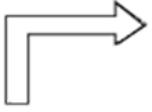
2. Direction de la Sécurité Aéronautique au niveau de l'aérodrome

La Direction de la Sécurité Aéronautique (DSA) est la représentation locale de l'ENNA au niveau de chaque aérodrome ouvert à la CAP (circulation aérienne publique). Elle est chargée d'assurer la sécurité aérienne au niveau de l'aérodrome et dans l'espace aérien délégué à l'organisme de contrôle aérien de cet aérodrome.

Au niveau de chaque Direction de la Sécurité Aéronautique, on trouve des services chargés :

- De la circulation aérienne et du contrôle aérien ;
- Du sauvetage et la lutte contre l'incendie (SSLI) ;
- Des moyens de radionavigation de télécommunication et de surveillance ;
- De l'énergie et des aides visuelles.

	POINT D'ARRÊT STANDARD Dernier point d'arrêt avant la piste. Dans le sens Taxiway vers la piste : Arrêt obligatoire hors conditions LVP et traversée sur autorisation du contrôle.
	POINT D'ARRÊT CAT II /III Installé si la piste est CATII et /ou CAT III. Dans le sens Taxiway vers la piste : Arrêt obligatoire en CAT II /III et traversée sur autorisation du contrôle.
	POINT D'ARRÊT INTERMÉDIAIRE Placé aux croisements de taxiways. Arrêt sur demande du contrôle.
	Point d'arrêt entre deux voies de circulation. Arrêt facultative.

	<p>Un T d'atterrissement devrait être soit de couleur blanche soit orange, le choix dépendant de la couleur qui contraste le mieux avec le fond. Il indique aux aéronefs la direction à utiliser pour l'atterrissement et le décollage, ceux-ci s'effectuant dans une direction parallèle à la grande barre du T, vers la barre transversale du T. Lorsqu'il est utilisé de nuit, le "T" d'atterrissement devrait être soit éclairé, soit entouré de feux blancs.</p>
06	<p>Un groupe de deux chiffres, placés verticalement sur la tour de contrôle d'aérodrome ou près de celle-ci, indique aux aéronefs la direction du décollage, exprimée en dizaines de degrés du compas magnétique, arrondie à la dizaine la plus proche.</p>
	<p>Un panneau horizontal blanc en forme d'halte indique, qu'il est prescrit aux aéronefs d'atterrir, de décoller et de circuler exclusivement sur les pistes et voies de circulation.</p>
	<p>Un panneau horizontal blanc en forme d'halte comportant une bande noire perpendiculaire à la barre transversale dans chacune des extrémités circulaires de l'halte indique, qu'il est prescrit aux aéronefs d'atterrir et de décoller sur les pistes seulement, mais que les autres manœuvres peuvent être effectuées ailleurs que sur les pistes et voies de circulation.</p>
	<p>Une flèche de couleur voyante, dirigée vers la droite, placée sur l'aire à signaux ou disposée horizontalement à l'extrémité de la piste ou de la bande en service, indique que les virages doivent être exécutés à droite avant l'atterrissement et après le décollage. L'absence de cette flèche indique que l'on fera un circuit main gauche (Réglementation Française). C'est le sens habituel des circuits dans 99% des cas.</p>
 <i>Pistes</i>  <i>Voies de circulation</i>	<p>Des croix d'une couleur jaune ou blanche, disposées horizontalement sur des pistes ou sur des parties de piste, ou sur des voies de circulation ou sur des parties de voie de circulation indiquent que ces zones sont inexploitables aux manœuvres des aéronefs.</p>
	<p>Une double croix blanche, disposée horizontalement dans l'aire à signaux, indique que l'aérodrome est utilisé par des planeurs et que des vols sont en cours.</p>

	Parachutage en cours.
	Aire pour hélicoptères.
	Aire d'atterrissement pour avions légers.
	Un panneau carré rouge à diagonales jaunes indique, que la piste est fermée et que les atterrissages sont interdits et que l'interdiction peut se prolonger. Des croix de couleur blanche doivent être posées sur les deux extrémités de la piste.
	Un panneau carré rouge avec une seule diagonale jaune indique, que des précautions spéciales doivent être prises au cours de l'approche ou au cours de l'atterrissement, en raison du mauvais état de l'aire de manœuvre ou pour toute autre raison.
	La lettre C en noire sur fond jaune, placée verticalement, indique l'emplacement du bureau de piste des services de la circulation aérienne

TEL/FAX : 00 213 21 67 96 46 AFTN : DAAAYNYX, DAAAYNYE Site Web : http://www.sia-enna.dz E-mail: algerian.ais@sia-enna.dz	الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE DIRECTION D'EXPLOITATION DE LA NAVIGATION AERIENNE SERVICE DE L'INFORMATION AERONAUTIQUE Route de Cherarba BP 70D Dar El Beida Alger- Algérie	AIP SUP NR --- 25
---	---	---

OBJET: Travaux de renforcement de la piste 18/36 et de ses annexes de l'aérodrome de Hassi Messaoud.

Début de validité : --- 2025

Fin de validité : UFN

NOTAM(s) :

- La voie de circulation AE, parallèle à la piste 18/36 du coté Est, est exploitée comme piste pour l'aviation légère durant les travaux de renforcement de la piste 18/36.
- La piste est identifiée « 18L/36R », destinée aux opérations de décollage et d'atterrissement ainsi que la circulation au sol des aéronefs de l'aviation légère ayant le code de référence inférieure ou égale à 2B.
- Type d'exploitation : VFR du jour.
- Les caractéristiques physiques de la piste 18L/36R sont :

Numéro De piste	Relèvement VRAI	Dimensions (M)	Résistance (PCN)	Coordonnées géographiques WGS84 du seuil	Altitude du seuil
18L	004°	1600x25	66 /F/A/X/T Béton bitumineux	31°40'29.80"N 006°08'33.08"E	142M
36R	184°			31°39'38.02"N 006°08'28.55"E	140M

Numéro De piste	Dimensions SWY (M)	Dimensions bande de piste (M)	Observations
18L	NIL	1780x80	▪ Accotements : 7.5M. ▪ Aire de demi-tour au seuil 36R.
36R	60x25		

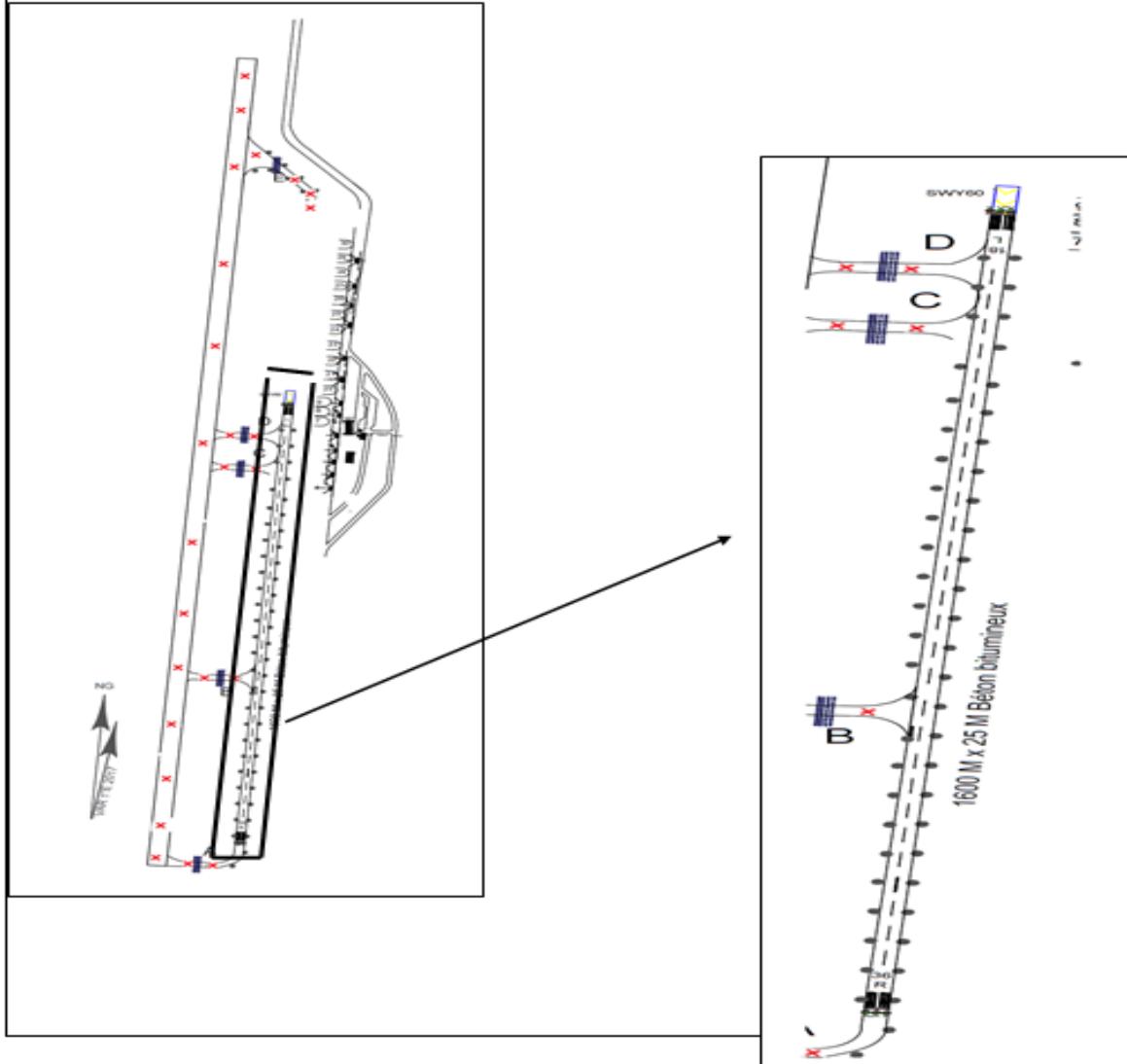
5. Les nouvelles distances déclarées sont :

Désignation de la piste	TORA (M)	TODA(M)	ASDA(M)	LDA(M)
18L	1600	1600	1600	1600
36R	1600	1600	1660	1600

6. Le dispositif lumineux d'approche et balisage lumineux de piste 18L/36R est :

ID RWY	Feux de bord de piste				Feux de seuils de piste	Feux d'extrémité de piste	Voir les schémas ci-après ;
	Longueur	Espacement	Couleur	Intensité	Couleur	Couleur	
18L	1600	30M	Blanc	LL	Vert	Rouge	
36R					Vert	Rouge	

TEL/FAX : 00 213 21 67 96 46 AFTN : DAAAYNYX, DAAAYNYE Site Web : http://www.sia-enna.dz E-mail: algerian.ais@sia-enna.dz	الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE DIRECTION D'EXPLOITATION DE LA NAVIGATION AERIENNE SERVICE DE L'INFORMATION AERONAUTIQUE Route de Cherarba BP 70D Dar El Beida Alger- Algérie	AIP SUP NR --/- -- --- 25
---	---	-------------------------------------

Shémas explicatifs:

A0601/25 NOTAMN**Q)DAAA/QFALT/IV/NBO/A/000/999/314026N0060826E****A) DAUH****B) 2507010600 C) 2512311800****E) AERODROME DAUH NOT AVBL AS ALTN DUE TO RWY 18/36
REHABILITATION WIP.****CREWS SHALL NOT FILE DAUH AS ALTN AERODROME. FURTHER INFO
VIA AIP SUPPLEMENT.**

- Décodage :

A0601/25 NOTAMN : numéro fictive du NOTAM N l'année 2025) ;

DAAA : la FIR d'Alger ;

QFALT : Aérodrome non disponible comme aérodrome de dégagement ;

IV/NBO/A : informations valables pour IFR/VFR non planifiées pour aérodrome ;

000/999 : du sol à illimite (altitudes concernées) ;

314026N0060826E : coordonnées de DAUH ;

A) DAUH : code OACI de Hassi Messaoud ;

B) 2507010600 : début de validité le 01 juillet 2025 à 06h00 UTC ;

C) 2512311800 : fin de validité 31 décembre 2025 à 18h00 UTC ;

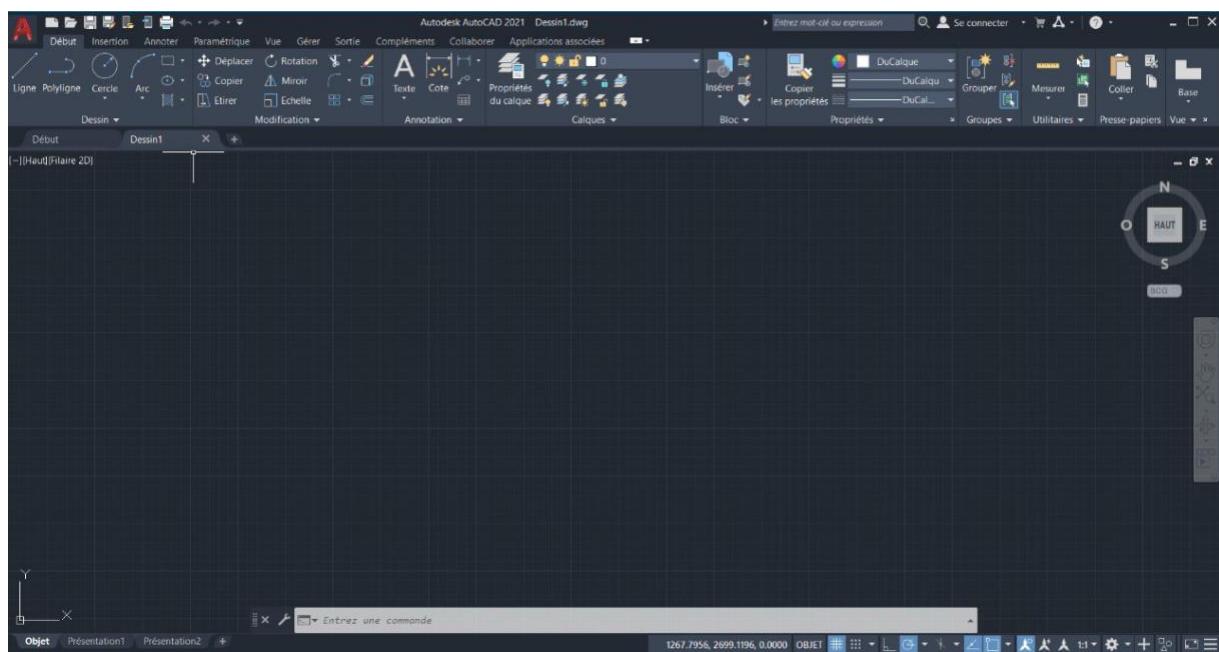
E) DAUH n'est pas disponible comme aérodrome de dégagement à cause de travaux sur la piste 18/36. Les équipages ne doivent pas planifier altérante DAUH comme.

Des informations complémentaires sont disponibles via le SUP AIP.

- L'interface

Depuis les dernières versions, l'espace de travail d'AutoCAD peut se présenter de différentes manières... On retrouve ces différents affichages dans le menu "Outils > Espaces de travail" ou simplement en cliquant sur l'icône avec un symbole d'engrenage en bas à droite de l'interface.

L'interface par défaut sur la version 2021, l'espace de travail "Dessin 2D et Annotation" avec son ruban :



- Principe de base

Les icônes standards apparaissent horizontalement sous les menus. On y retrouve les commandes de base (nouveau, ouvrir, sauver, imprimer, aperçu, copier/coller, annuler, pan, zoom, propriétés, etc.)



Sous la zone de travail (fenêtre principale) se trouve une zone de texte (fenêtre de commandes) ...

Il est vivement conseillé de se familiariser à son utilisation ! Non seulement pour s'habituer aux outils grâce à l'assistance étape par étape, mais surtout pour gagner en temps et en précision en limitant les actions de la souris (alias et autres raccourcis clavier).

Cette fenêtre répertorie toutes les commandes effectuées depuis l'ouverture ou la création du projet. Chaque action s'affiche dans la zone de texte et l'historique de ces opérations reste accessible jusqu'à la fermeture du fichier.



- La navigation

- a) Sélection bouton gauche de la souris :

Permet de choisir la commande sur le menu, de sélectionner et de créer des éléments.

- b) Contexte (bouton de Droite) :

Permet d'interrompre une commande en cours ou d'accéder aux options et aux menus contextuels.

- c) Molette :

Zoom +/- (en roulant) Zoom étendu (double-clic) Déplacement Panoramique.

- Les valeurs

Il est actuellement très facile dans AutoCAD d'assigner les valeurs d'une distance ou d'un angle grâce au principe de saisie dynamique...

Lorsque l'on dessine une ligne, par exemple, on clique le 1er point, puis pour placer le second point, on dirige la souris dans la direction voulue et on tape directement la valeur de la longueur souhaitée. Pareil pour un déplacement ou une duplication.

De même, il suffit de taper "<30" pour qu'aussitôt le trait s'incline de 30°. On peut ensuite renseigner la longueur de la ligne dans cette direction.

- Les alias

Il existe une méthode pour aller plus vite : les alias (ou commandes et raccourcis claviers)

Voici quelques exemples de commandes les plus souvent utilisées :

L	Ligne	T	Texte
DO	Droite	H	Hachure
PO	Poly ligne	E	Etirer
A	Arc de cercle	ES	Extrusion
C	Cercle	EH	Echelle
EL	Ellipse	ME	Mesurer
CYL	Cylindrique	AJ	Ajuster
REC	Rectangle	ALI	Aligner
B	Bloc (dans le fichier actuel)	DP	Déplacer
W	WBloc (dans un fichier externe)	DC	Décaler
AI	Aire	RI	Rotation
BI	Biseau	MI	Miroir
CN	Contour	RG	Régénérer
CL	Couleur	MA	Matériaux
GR	Grouper	AP	Aperçu
CP	Copier	OP	Options
I	Insérer	P	Pan
EF	Effacer	Z	Zoom

- Les touches de fonctions

- F1 : Appel l'aide du logiciel ;
- F2 : Affichage de la liste des commandes précédemment utilisées ;
- F3 : Active ou désactive l'accrochage aux objets ;
- F4 : Calibrage de la tablette (pour la digitalisation) ;
- F5 : Changement de la grille isométrique (haut, droite ou gauche) ;
- F6 : Active ou désactive le SCU Dynamique ;
- F7 : Affichage de la grille ;
- F8 : Active ou désactive le mode orthogonal ;
- F9 : Active ou désactive l'accrochage à la grille (curseur "aimanté" à la résolution) ;
- F10 : Active ou désactive le repérage polaire ;
- F11 : Active ou désactive le repérage d'accrochage aux objets ;
- F12 : Active ou désactive la saisie dynamique au clavier.

- Outils de dessin et d'édition

Les outils de dessin les plus couramment utilisés sont repris dans la boîte d'outils. Comme pour la plupart des fonctions dans AutoCAD, la fenêtre de commandes vous aidera à utiliser efficacement ces outils.

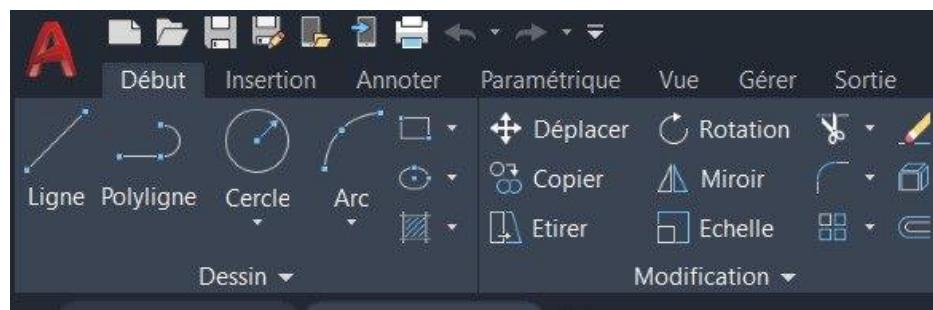
- La ligne : Du point, au point. Il est nécessaire de spécifier les points de départ et d'arrivée de l'entité ligne, soit en précisant un mode d'accrochage ou en indiquant une cote.
- La droite : La droite est une entité permettant de donner une direction, intéressante pour débuter un projet.
- La polyligne : La polyligne (à ne pas confondre avec "multiligne") est un objet fondamental pour AutoCAD, car il sert de base pour les calculs divers (aire, périmètre, etc.) et aussi pour la 3D (création de solides). Il est composé d'une suite de lignes et d'arcs continus.
- Le rectangle : Le rectangle est aussi une entité de type polyligne. Il suffit de préciser le 1er, puis le 2^{ème} point. La distance représente donc la diagonale du rectangle. Pour retrouver les 4 lignes, il faut décomposer l'objet. L'alias "C" (pour "Cotes") permet de donner les dimensions du rectangle, sans l'arobase.

- L'arc : L'arc est un objet très souvent utilisé, mais parfois difficile à créer tel quel. Il existe de nombreuses options, selon les données dont on dispose : point de départ, angle, longueur ou point d'arrivée. Il est fréquent d'utiliser plutôt la création d'un cercle suivie de la commande "Ajuster" ou "Raccord" pour aller plus vite.
- Le cercle : Point de centre - Diamètre - Rayon - 2 Points - TTR - 3 Points. Ces 5 options permettent de créer un cercle par son diamètre ou son rayon (par défaut, le rayon), de créer un cercle passant par 2 points (la distance séparant ces 2 points donnant ainsi le diamètre), par 3 points (exemple du cercle tangent à 3 entités) ou enfin de préciser 2 tangences si on connaît déjà le rayon (cas de raccordement).



- Habillage

- Cotation : Toutes sortes de cotation sont envisageables : "Linéaire", "Alignée", "Angulaire", "Rayon", "Diamètre".
- A chaque fois la méthode est la même : dans les icônes de cotation, choisir l'option désirée, puis désigner les éléments à coter, positionner la ligne de cote et valider. La mesure s'inscrit automatiquement, mais il est bien sûr possible de l'éditer (arrondir, changer l'unité, modifier le style, le caractère, la couleur, etc.)
- Le texte : Les icônes de texte permettent d'accéder à l'implantation des lettrages (légendes, notes, données, etc.) Comme pour les styles de cote, il est possible de créer son propre style de texte. Par contre, la méthode est encore plus simple.



RRÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

- [1] Site officiel de l'Établissement National de la Navigation Aérienne « www.enna.dz », février 2025.
- [2] Ministère de transport, Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC), « Instruction technique N° 20-25 relative à la conception et l'exploitation technique des aérodromes », 30 janvier 2025.
- [3] Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), Annexe 14, « Aérodrome », Volume 1, 8ème Edition, Version juillet 2022.
- [4] Site avionnaire.fr/Pistes Marquages, (<https://www.avionnaire.fr/Sommaire.php>); Janvier 2025.
- [5] DGAC, Service Technique de l'Aviation Civile (STAC), « Les chaussées aéronautiques » ; Janvier 2007.
- [6] EGSA (Établissement de Gestion des Services Aéroportuaires d'Alger), site internet, 02/2025.
- [7] Service d'Informations Aéronautique (SIA), Publication d'Information Aéronautique- Algérie (AIP- Algérie), 2025 .
- [8] Laboratoire des travaux public du Sud, Rapport d'expertise DAUH, « l'Auscultation visuelle (Relevé des dégradations) et les calculs de l'indice service de la piste 18/36 » ; Décembre 2024.
- [9] Note DACM n°1888 , portant sur le plan d'exploitation pendant une construction dans l'aérodrome ; 05 juin 2011.
- [10] Ministère de transport, Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC), « Instruction technique N° 20-25 relative au guide d'élaboration du manuel d'aérodrome », 30 janvier 2025.
- [12] Site du service de l'Information Aéronautiques Algérie « www.sia-enna.dz », janvier 2025.
- [13] Ministère de transport, Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC), Instruction technique relative à la conception et l'exploitation technique des aérodromes. 30 janvier 2025