

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : Génie Civil

Option : Voies et Ouvrages d'Art

Présenté par : Boubidi M^{ed} Lakhder, Mehira Badreddine & Aissaoui Badreddine

**Thème : Réaménagement de l'aérodrome de Guelma pour
recevoir des vols internes**

Sous la direction de : Dr. Bouteldja Fathe

Juin 2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, je remercie **Dieu** de m'avoir donné*

Le courage et la volonté pour mener à bien ce mémoire.

*Je tiens à remercier mon directeur de recherche **Dr.***

bouteldja

Pour ses précieux conseils, son aide et son encouragement.

Mes remerciements vont également à tous les enseignants

De l'université 8 mai 1945 qui ont contribué à notre

Formation.

Mes plus vifs remerciements vont aussi aux membres

Du jury pour l'intérêt qu'ils ont

Porté à mon travail.

Je ne saurai oublier mes parents, mes frères, mes sœurs,

Mes amis Et mes collègues pour leur soutien moral

Et leur précieuse aide.

Et enfin, je veux remercier tous ceux qui m'ont aidé de

prés Ou de loin dans l'élaboration

Et la finalisation de ce travail.

Boubidi m^{ed} lakhdar

Mehira badreddine

Aïssaoui badreddine

SOMMAIRE

SOMMAIRE	II
RERESUME	III
LISTES DES FIGURES	I
LISTES DES TABLEAUX	IV
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : generalites	2
1. DEFINITIONS	2
2. LES ELEMENTS D'UN AERODROME	2
3. CLASSIFICATION DES AERODROMES	4
4. NOTION DE LA BANDE D'ENVOL	5
5. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES PISTES	6
6. LES MARQUES AERONAUTIQUES	8
7. PROLONGEMENT D'UNE PISTE	8
8. LES AEROPORTS ALGERIENNE	9
chapitre 2 : données socio-économiques	13
1. HISTORIQUE	13
2. PRESENTATION GLOBALE DE LA REGION DE GUELMA	13
3. INFRASTRUCTURES ECONOMIQUES	14
4. DONNEES CLIMATOLOGIQUES	15
5. JUSTIFICATION ECONOMIQUE DU PROJET DE RAMENAGEMENT	19
Chapitre III : réaménagement proposés de l'aérodrome de Guelma	24
1. ETAT ACTUEL DE L'AERODROME	24
2. RECOMMANDATION D'O.A.C.I.	32
3. ORIENTATION DE LA PISTE	51
4. CLASSIFICATION DE L'AERODROME VISE	59
5. CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUES DE L'AERODROME	60
6. DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE	69
7. INSTALLATIONS TERMINALES ET BATIMENTS	83
CHAPITRE IV : SIGNALISATION ET ASSAINISSEMENT	84
1. SIGNALISATION	84
2. ASSAINISSEMENT	93
exécution des traveaux	100
1. PRESENTATION ET MODES D'EXECUTION DE TRAVAUX	100
2. AMENAGEMENTS DIVERS	103
3. CONCEPTION DE DALOT	103
CONCLUSION GENERALE	114

RESUME

Le présent mémoire consiste en l'étude du réaménagement des infrastructures aéroportuaires de l'aérodrome de Guelma situé dans la commune de Belkeir (5 km du centre de la ville). Ce réaménagement permettra l'aérodrome de recevoir des vols internes.

Les résultats de étude technique réalisée dans ce mémoire nous a conduit à réaménager totalement l'aérodrome et à prolonger la piste principale.

Mots clés : Aérodrome, Réaménagement, Guelma.

ABSTRACT

This submission is the study of the redevelopment of the airport infrastructure Guelma aerodrome in the town of Belkeir (5 km from the center of the city). This redevelopment will enable the airport to receive internal flights.

The results of technical study carried out in this paper led us to completely redevelop the airfield and extend the main runway.

Keywords: Airfield Redevelopment, Guelma. Keywords :

ملخص

نعالج في مذكرة التخرج هذه إعادة هيكلة مطار و بالأخص مدرج الإقلاع لمطار بلخير الواقعة عن بعد 5 كم عن وسط مدينة قالمة. إعادة الهيكلة هذه ستسمح باستقبال رحلات جوية محلية . نتائج الدراسة التقنية المنجزة في هذه المذكرة قادتنا إلى تطوير كامل للمطار و تمديد مدرج الإقلاع .

الكلمات المفتاحية: المدرج ، إعادة هيكلة، قالمة

LISTES DES FIGURES

FIGURE 1 : ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN AERODROME	3
FIGURE 2 : IMAGE SATELLITE DE L'AEROPORT DE ADRAR - ALGERIE	4
FIGURE 3 : PLAN DE LA WILAYA DE GUELMA	14
FIGURE 4 : PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES (STATION DE GUELMA 2001-2010)	16
FIGURE 5 : PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (STATION DE GUELMA 2001-2010)	17
FIGURE 6 : TEMPERATURES MOYENNES A GUELMA.....	17
FIGURE 7 : TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES A GUELMA.....	18
FIGURE 8 : TAUX DE VITESSE DES VENTS (PERIODE : 2001/2010).....	19
FIGURE 9 : ETAT DE LA PISTE PRINCIPALE	24
FIGURE 10 : ETAT DE LA COUCHE DE ROULEMENT	24
FIGURE 11 : ETAT DE LA BRETELLE DE RELATION ET L'AIRE DE STATIONNEMENT	25
FIGURE 12 : PHOTO DE L'HANGAR D'ENTRETIEN.....	25
FIGURE 13 : SCHEMA REPRESENTANT LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'AERODROME DE GUELMA .	26
FIGURE 14 : IMAGE SATELLITE DE L'AERODROME DE GUELMA.....	27
FIGURE 15 : AEROPORT DE LILLE - LESQUIN. RAQUETTE DE RETOURNEMENT AU SEUIL 08.....	36
FIGURE 16 : PRINCIPE DU TRACE D'UNE RAQUETTE DE RETOURNEMENT	36
FIGURE 17 :SCHEMA DES PENTES	39
FIGURE 18 : DETERMINATION DE LA LARGEUR D'UNE VOIE DE CIRCULATION	42
FIGURE 19 : INTERSECTION ENTRE UNE PISTE ET UNE VOIE DE RELATION A 90° ET 60°	43
FIGURE 20 : AEROPORT DE MARSEILLE-PROVENCE. ACCOTEMENTS D'UNE VOIE DE RELATION	44
FIGURE 21 : DISTANCE MINIMALE ENTRE L'AXE DE LA VOIE DE RELATION ET UN OBJET	44
FIGURE 22 : DISTANCE SEPARANT AXES DE PISTE ET DE VOIE DE RELATION	45
FIGURE 23 : DISTANCE SC DE SEPARATION ENTRE DEUX VOIES DE RELATION.....	46
FIGURE 24 : AEROPORT DE PARIS-CDG. PONT DE VOIE DE RELATION	47
FIGURE 25 : EXEMPLE D'AIRE D'ATTENTE	47
FIGURE 26 : LA DIRECTION DE LA PISTE	58
FIGURE 27 : LA ROSE DES VENTS.....	59
FIGURE 28 : SCHEMA DE L'AERODROME PROPOSE	68
FIGURE 29 : CAS D'UNE PISTE NON DOTEE D'UNE VOIE DE RELATION PARALLELE	70
FIGURE 30 : JUMELAGE DU BOEING 737-500.....	74
FIGURE 31 : ABAQUE DONNANT L'ÉPAISSEUR EQUIVALENTE MINIMALE DE MATERIAUX TRAITES.....	78
FIGURE 32:MARQUE D'IDENTIFICATION D'AZIMUT	84
FIGURE 33 : ABAQUE DONNANT L'ÉPAISSEUR EQUIVALENTE MINIMALE DE MATERIAUX TRAITES.....	85
FIGURE 34 : POSITION DU NUMERO D'IDENTIFICATION PAR RAPPORT A L'AXE DE LA PISTE	85

FIGURE 35 : DISPOSITION DES MARQUES DE SEUIL D'UNE PISTE DE 45 M	85
FIGURE 36 : MARQUES DE SEUIL, D'IDENTIFICATION ET D'AXE DE PISTE	87
FIGURE 37: MARQUES DE POINT D'ARRÊT	91
FIGURE 38 : MARQUE DE POINT D'ARRET SIMPLE	92
FIGURE 39: LA CONCEPTION DE DALOT	104

LISTES DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DIMENSION DE BASE DE BANDE DE PISTE [1].....	5
TABLEAU 2 : VALEUR DE « L » EN FONCTION DE LA CLASSE DE L'AERODROME [2].....	6
TABLEAU 3 : LARGEUR DE LA BANDE AMENAGEE [1].....	6
TABLEAU 4 : VALEURS DES PENTES DES PISTES [3].....	7
TABLEAU 5 : PAIRES DE MARQUES RECTANGULAIRES. [3].....	8
TABLEAU 6 : AERODROMES LIVRES ENTRE 2005 ET 2010[5].....	11
TABLEAU 7 : PARAMETRES HYDROLOGIQUES DE LA STATION PLUVIOMETRIQUE DE GUELMA[4].....	15
TABLEAU 8 : PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES (STATION DE GUELMA 2001-2010) [4].....	15
TABLEAU 9 : PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (STATION DE GUELMA 2001-2010) [4].....	16
TABLEAU 10 : TEMPERATURES MOYENNES A GUELMA [4].....	17
TABLEAU 11 : TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES A GUELMA[4].....	18
TABLEAU 12 : TAUX DE VITESSE DES VENTS (PERIODE : 2001/2010) [4].....	18
TABLEAU 13 : JOURS DE GELEE (2001-2010) [4].....	19
TABLEAU 14 : TABLEAU DES ESSAIS.....	29
TABLEAU 15 : LES AVIONS.	31
TABLEAU 16 : RECAPITULATIF DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UNE PISTE.....	35
TABLEAU 17 : MARGES DE SECURITE POUR LES RAQUETTES DE RETOURNEMENT.....	36
TABLEAU 18: DISTANCE D EN AMONT DU SEUIL (VALEURS EXPRIMEES EN METRES).....	37
TABLEAU 19: LARGEUR D'UNE BANDE (VALEURS EXPRIMEES EN METRES).....	38
TABLEAU 20: LARGEURS D'UNE BANDE AMENAGEE (VALEURS EXPRIMEES EN METRES).....	38
TABLEAU 21: PENTES MAXIMALES ADMISSIBLES POUR LE PROFIL EN TRAVERS D'UNE BANDE.....	39
TABLEAU 22: RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES BANDES.....	40
TABLEAU 23 : AVIONS CRITIQUES PAR CODE LETTRE.....	40
TABLEAU 24 : ÉCART LATERAL ADMISSIBLE S'APPLIQUANT AUX VOIES DE RELATIONS.....	41
TABLEAU 25 : LARGEURS DES VOIES DE RELATION.....	42
TABLEAU 26 : RAYONS MINIMAUX DES CONGES DE RACCORDEMENT.....	43
TABLEAU 27 : VALEURS DE SP POUR LES PISTES UTILISEES A VUE.....	45
TABLEAU 28 : RECAPITULATIF DES MARGES ENTRE DEUX VOIES DE RELATION.....	46
TABLEAU 29 : RECAPITULATIF DE LA VOIE DE RELATION.....	48
TABLEAU 30 : LA LARGEUR DE LA BANDE DEGAGEE DE VOIE DE DESSERTE AINSI DEFINIE.....	49
TABLEAU 31 : LARGEUR DE LA BANDE DE VOIE DE DESSERTE.....	49
TABLEAU 32: RAYONS DE RACCORDEMENT DE LA LIGNE D'ENTREE SUR LE POSTE A L'AXE DE LA VOIE DE DESSERTE.....	49
TABLEAU 33 : DES GRANDES FAMILLES D'AVIONS.....	50
TABLEAU 34 : RECAPITULATIF DE LA PROFONDEUR MINIMALE A RESPECTER.....	50

TABLEAU 35 : CLASSIFICATION DU CODE DE L'AVIATION CIVILE	51
TABLEAU 36 : AVIONS DE LA CLASSE C3	60
TABLEAU 37 : TABLEUR A L'AURE DE DEMI-TOUR	62
TABLEAU 38 : LARGEUR DE VOIE DE CIRCULATION	65
TABLEAU 39 : DEGAGEMENT SUR LES POSTES DE STATIONNEMENT D'AERONEF	67
TABLEAU 40 : NUMERO DE CLASSIFICATION DE L'AERONEF (ACN).....	72
TABLEAU 41 : COEFFICIENT EQUIVALENCE DES PRINCIPAUX TYPES DE MATERIAU	78
TABLEAU 42 : NOMBRE DE BANDES, LARGEUR ET ESPACEMENT D'UNE MARQUE DE SEUIL.....	86
TABLEAU 43 :MARQUE DE PISTE	89



Introduction générale :



INTRODUCTION GENERALE

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

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

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

La position géographique de la ville Guelma donne une importance capitale à son aéroport qui se trouve actuellement dans un état déplorable. L'objectif de notre étude est de trouver les solutions les plus adéquates pour le réaménagement de cet aéroport pour qu'il puisse recevoir dans un avenir proche des vols internes et pourquoi pas des vols externes plus tard. Ce réaménagement touche l'infrastructure principale de l'aéroport à savoir la piste d'envol, la bretelle de liaison ainsi que l'aire de stationnement des avions. La base des différents calculs ont été fait pour que l'aéroport pourra accueillir des avions de type Boeing 737-500.



Chapitre I :
Généralités



CHAPITRE I : GENERALITES

1. DEFINITIONS

Aérodrome

Un Aérodrome est une surface définie sur terre ou sur l'eau, destinée à être utilisée en totalité ou en partie, pour les évolutions des aéronefs (atterrissage, décollage, roulage) avec les installations et équipements nécessaires

Aérogare

L'Aérogare est un ensemble de bâtiments d'un aéroport réservé aux voyageurs et à la circulation des marchandises.

Aéroport

L'Aéroport est défini comme l'ensemble des infrastructures (bâtiments, aires de mouvement) destiné à l'usage des trafics aériens.

AEROPORT = AERODROME + AEROGARE
--

Aéronef

Tout appareil qui peut se soutenir dans l'atmosphère grâce aux réactions de l'air.

Avion

Aérodynamisme entraîné par un organe moteur et dont la sustentation en vol est assurée par des réactions aérodynamiques sur des surfaces qui restent fixes dans des conditions données de vol.

2. LES ELEMENTS D'UN AERODROME

Un Aérodrome est constitué principalement par trois éléments essentiels :

- l'aire de mouvement
- les installations- terminales
- les servitudes Aéronautiques

2.1. Aires de mouvement

C'est la partie d'un aérodrome utilisée pour servir : les décollages, les atterrissages et la circulation des appareils aéronautiques à la surface plane. L'aire de mouvement comprend :



a) Aire de manœuvre (pistes)

C'est une partie d'un aérodrome nécessaire aux décollages et aux atterrissages des aéronefs dans une surface plane.

b) Aire de trafic

Appelée aussi aire de stationnement dans un aérodrome terrestre, destiné aux aéronefs pendant l'embarquement ou le débarquement des voyageurs, le chargement ou le déchargement de la poste ou du fret, ainsi que le stationnement ou l'entretien de l'appareil.

c) Bretelle

Une bretelle est une chaussée aéronautique qui est destinée à servir les aéronefs pour le Passage de l'aire de manœuvre vers l'aire de trafic en cas d'atterrissage et de l'aire de Stationnement vers la piste d'envol pour le cas de décollage. En général, la largeur de celle-ci est inférieure à celle de la piste principale

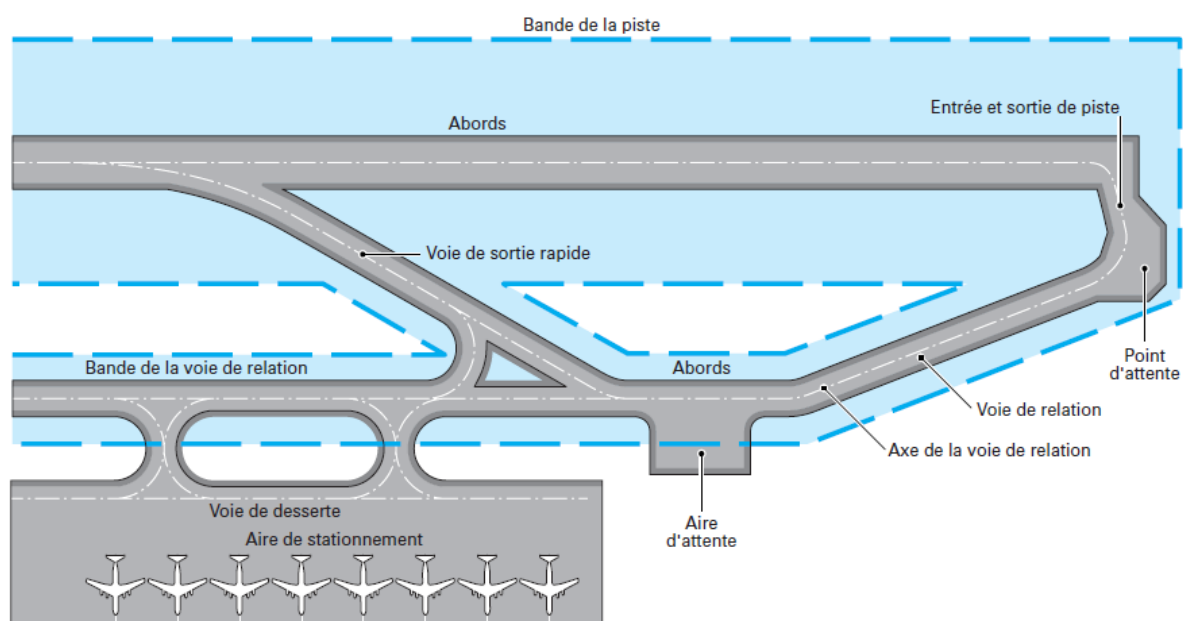


Figure 1 : Éléments constitutifs d'un aérodrome

2.2. Les installations terminales

Les zones d'installations sont les parties de l'aérodrome destinées à l'implantation des ouvrages. Rien n'impose qu'elles soient situées sur l'aire de mouvement. Généralement, il existe deux sortes de nature des installations :

- Les installations dites zones d'exploitations, où sont installées les ouvrages nécessaires au fonctionnement de l'aérodrome,
- Les installations dites zones d'exploitations où sont installés les ouvrages nécessaires au fonctionnement de l'aérodrome :



- Installation technique où on trouve : Bloc technique, Tour de contrôle, Sécurité incendie, Assistance météorologique.
- Installation commerciale ; là où sont installés : Aérogare passagère, Fret Hangars, Bureau de compagnie, Service de la police des douanes, Bureau pour les gestionnaires.

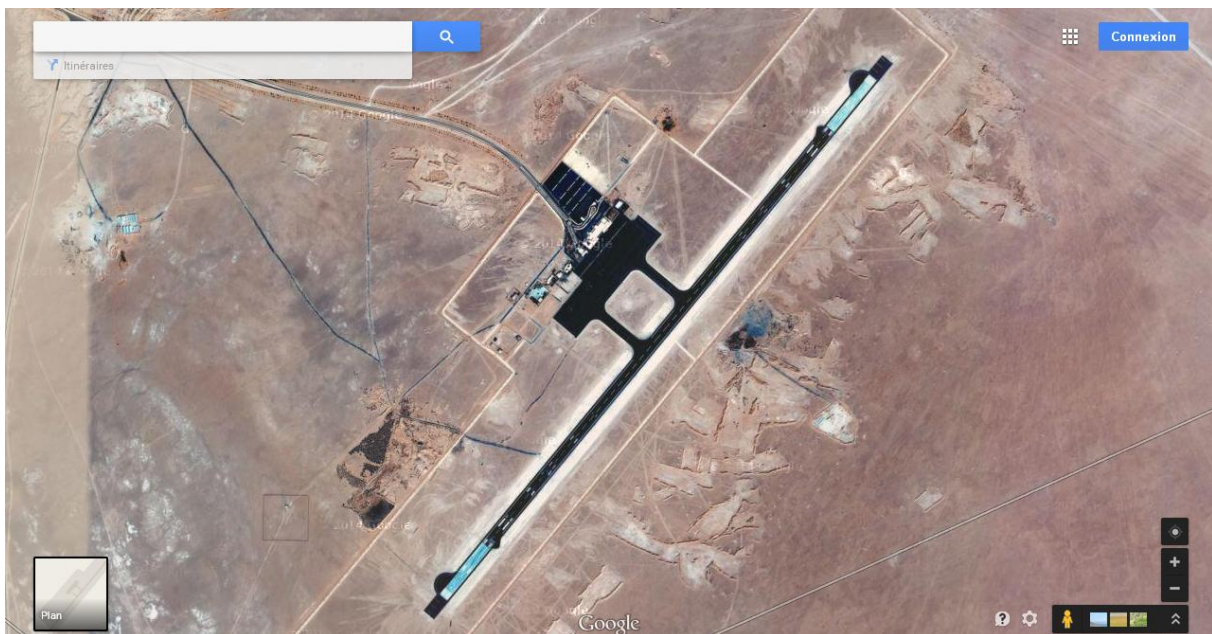


Figure 2 : Image satellite de l'aéroport de ADRAR - Algérie

3. CLASSIFICATION DES AERODROMES

L'utilité de classification des aérodrômes est importante pour les concepteurs et l'utilisateur de l'aérodrome. On a deux classifications fréquemment utilisées.

- Celle de l'OACI (Organisme de l'Aviation Civile Internationale) qui est basée sur la longueur de la piste principale.
- Celle de la réglementation Française, qui repose sur les caractéristiques des activités aériennes auxquelles l'aérodrome est destiné.

La classification Française appelée ITAC (Instructions Techniques aux Aérodrômes Civils) est basée sur la nature du trafic, la longueur d'étape au départ de l'aérodrome et la nécessité d'assurer normalement le service aérien en toutes circonstances. Le paramètre utilisé est caractérisé par catégories, suivant les types de lignes aériennes :

Catégorie A

Aérodrômes destinés aux vols long-courriers (supérieurs à 8 500 km, soit 4 heures de vol et plus) ne desservant que quelques escales intermédiaires (1, 2 ou 3, parfois aucune).

Catégorie B

Aérodrômes destinés aux vols moyen-courrier, (entre 700 et 3 500 Km, soit entre 1 heure et 4 heures de vol).



Catégorie C

Ce sont des Aérodrômes destinés aux services à courte distance et au grand tourisme.

Catégorie D

Aérodrôme destiné aux formations aéronautiques, aux supports aériens, au tourisme et à certain service aérien.

Catégorie E

C'est un Aérodrôme destiné aux giravions et aux aéronefs à décollage vertical ou oblique. A côté de cette classification, on a une autre classification qui est principalement basé sur la longueur de la piste.

Dimension de base [m]	Catégorie A	Catégorie B	Catégorie C		Catégorie D		
	Piste de classe A	Piste de classe A	Piste de classe C1	Piste de classe C2	Piste de classe D1	Piste de classe D2	Piste de classe D3
Longueur minimale (m)	2.620	2.220	1.320	1.620	560	1.120	920
Longueur maximale (m)	3.920	2.620	1.620	2.220	1.060	1.820	1.320
Largeur de la Bande							
Piste aux Instruments	300				300	300	300a150
Piste à vue	150				150 à 100	150	150
Largeur de la bande Aménagée	150				250 à 50	150 à 100	150

Tableau 1 : Dimension de base de bande de piste [1]

4. NOTION DE LA BANDE D'ENVOL

4.1. Bande de Piste

La bande de piste est une aire rectangulaire définie, encadrant la piste ou l'aire d'atterrissage, et est destinée à :

- réduire les risques de dommages auxquelles sont exposés les aéronefs, sortant accidentellement de la piste.



- rassurer la protection des aéronefs survolant cette aire au cours des opérations de décollage et d'atterrissage.

a) Longueur de la bande de piste

La longueur de la bande de piste est égale à la longueur de la piste revêtue entre seuils, le tableau suivant donne la valeur de (L) suivant la classe de l'aérodrome.

Classe	A	B	C	D1	D2
L (m)	60	60	60	30	60

Tableau 2 : Valeur de « L » en fonction de la classe de l'aérodrome [2]

b) La largeur de la bande de piste

La bande de piste associée à une piste aux instruments a une largeur de 300 (m), mais les types des aéronefs permettent de réduire la largeur qui peut aller jusqu'à 150 (m). La bande de piste associée à une piste à vue a en général, une largeur de 150 (m), mais cette largeur peut être réduite jusqu'à 100 (m) pour la classe D1.

c) Bande aménagée

Elle est généralement différente suivant le document de classification. La bande aménagée comprend la piste revêtue, le prolongement d'arrêt et leurs abords. Les tableaux suivants donnent la largeur de la bande aménagée suivant le document de classification ITAC.

Classe	A	B	C	D1	D2
L (m)	150	150	150	150 – 100	150 - 80

Tableau 3 : Largeur de la bande aménagée [1]

4.2. Limitation et suppression des obstacles

L'espace aérien autour des aérodromes à garder libre de tout obstacle permet aux avions d'évoluer avec la sécurité voulue et éviter que les aérodromes soient rendus inutilisables, parce que des obstacles s'élèvent à leurs bords. Cet aspect est atteint par l'établissement d'une série de surface de limitation d'obstacle qui délimite, les limites que peuvent atteindre les objectifs dans l'espace aérien.

5. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES PISTES

5.1. Pentes des pistes

La chaussée aéronautique est analogue avec celle de la chaussée routière, ce qui les différencie c'est que la chaussée aéronautique a besoin d'une pente longitudinale qui est l'un des paramètres nécessaires au calcul de la longueur réelle des pistes. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la pente d'une piste suivant les catégories de l'aérodrome.



De préférence, on adopte les profils en travers en toit, pour limiter la longueur d'écoulement des eaux de pluie sur la piste, qui sont généralement formés de deux versants plans et symétriques. Cependant, on admet parfois des profils en travers à un versant unique ou encore à deux versants dissymétriques, dans le cas où l'on élargirait une piste d'une seule côté si ces solutions permettent de diminuer considérablement le volume des travaux. La détermination des pentes à adopter aux versants plans doit suivre les exigences suivantes :

- assurer la stabilité des avions face à la fatigue de leur train d'atterrissage.
- faciliter l'évacuation des eaux de pluie.

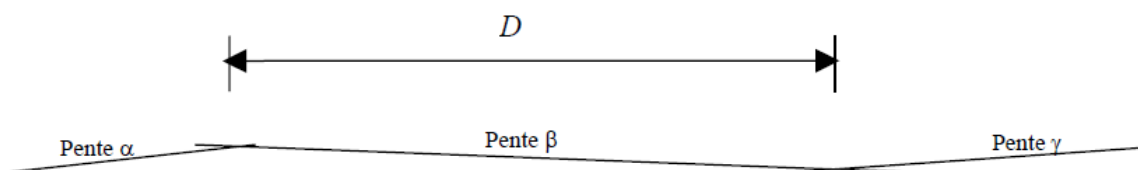
La stagnation des eaux de pluie entraîne le phénomène de glissance ou d'hydroplanage, et la plus dangereuse est l'infiltration des eaux à travers le corps de la chaussée.

Caractéristiques géométriques de la piste	Catégorie A	Catégorie B		Catégorie C			Catégorie D
	Classe A	Classe B1	Classe B2	Classe C1	Classe C2	Classe C3	
Profil en long							
Pente moyenne Maximale (%)	1	1	1,5	1,5	1,5	1	
Pente maximale en chaque point (%)	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,25	2
Changement des pentes maximales (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2
Rayon de courbure minimal (m)	20.000	15.000	15.000	5.000	10.000	15.000	3.000
Rayon de courbure minimal (m)	30.000	30.000	15.000	15.000	15.000	30.000	7.500
Rayon de courbure conseillé (m)	50.000	50.000	30.000	30.000	30.000	50.000	10.000
Rayon de courbure optimal (m)							
Profil en travers							
Pente normale (%)	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	
Pente minimale	1	1	1	1	1	1	
Pente maximale admissible (%)	2	2	2	2	2	2	

Tableau 4 : Valeurs des pentes des pistes [3]

5.2. Changement de pente longitudinale

Le passage d'une pente à une autre sera réalisé à l'aide d'une courbe, dont le rayon de courbure ne sera en aucun point inférieur aux valeurs minimales. Dans la mesure du possible, on prend les valeurs approchées des celles qui sont conseillées, à la limite des valeurs optimales. La distance entre deux points de changement de pente doit être déterminée de façon à éviter les ondulations, et les brusques changements de pentes le long d'une piste. Avec une condition où il n'y aurait pas de courbe de raccordement. Cette distance « D » doit être supérieure au maximum entre 45m et D_0 ($D = \text{Max} [45 \text{ m} ; D_0]$)



D : Distance de changement de pente.

R : Rayon de courbure conseillé pour la piste.

α et $\gamma > 0$: Pentes positives

$\beta < 0$: Pente négative

$$D_0 = (|\beta - \alpha| + |\gamma - \beta|) \times R$$

6. LES MARQUES AERONAUTIQUES

Les marques de zone de toucher des roues se présentent sous forme de paires de bandes rectangulaires symétriques disposées de part et d'autre de l'axe de la piste ; le nombre de ces paires de marques varient en fonction de la distance utilisable à l'atterrissage ou distance entre seuil.

Distance entre seuil L (m)	$L < 900$	$900 < L < 1200$	$1200 < L < 1500$	$1500 < L < 2400$	$2400 < L$
Paires de marques	1	2	3	4	5

Tableau 5 : Paires de marques rectangulaires. [3]

Ces paires de marques sont nécessaires pour le commandant de bord pour guider les roues des avions pendant son déplacement tout au long de la piste.

7. PROLONGEMENT D'UNE PISTE

Pour assurer la sécurité des avions et le minimum de dégât en cas d'accident, les concepteurs des aires de mouvement aéronautiques doivent prévoir un prolongement de piste.

Le prolongement dégagé d'une piste est une aire convenable, au-dessus de laquelle l'appareil peut exécuter une partie de sa montée initiale jusqu'à une hauteur spécifiée. En général, l'emplacement des prolongements dégagés doit commencer à l'extrémité de la longueur d'une piste utilisable au décollage. Le prolongement dégagé est caractérisé par :

- Sa longueur (60m, de part et d'autres des extrémités)
- Sa largeur (75m au moins, de part et d'autres du prolongement de l'axe de la piste).



8. LES AEROPORTS ALGERIENNE

8.1. Généralités [5]

Actuellement, le ministère des travaux publics s'est fixé comme objectif dans son programme d'action de mettre les infrastructures aéroportuaires, au diapason des normes internationales, par la modernisation et la sauvegarde. Ce programme d'action est basé sur la conception, la réalisation et la maintenance des infrastructures aéroportuaires par la préparation des schémas de développement et d'aménagement de ces infrastructures.

a) Maintenance et entretien des infrastructures aéroportuaires

Les infrastructures aéroportuaires de part leurs rôles primordiaux dans le développement de tout pays ainsi que leurs spécificités nécessitent la recherche permanente de leur modernisation, chose qui se traduit par la réadaptation des chaussées aéroportuaires aux nouvelles technologies des aéronefs.

L'état a alloué annuellement un budget pour la maintenance des chaussées aéroportuaires et l'entretien périodiques pour les aérodromes ouverts à la circulation aéroportuaires. Ces travaux concernent la prise en charge les travaux le colmatage des fissures, dégommage des pistes, etc... Ces travaux visent la sauvegarde, le prolongement de la durée de vie de nos infrastructures ainsi que le maintien d'un seuil de sécurité en adéquation aux normes internationales.

La mise en place d'un système de gestion des bases aériennes installé au niveau de toutes les Directions des Travaux Publics ; a permis de mieux gérer ces infrastructures par le biais une méthode basée sur l'évolution des indices de service « IS » des chaussées aéroportuaires calculés d'une manière périodique, sur la base d'un relevé de dégradations visuels de la chaussée. la création des sections aéroportuaire a permis également d'assurer une présence permanente de l'équipe chargée de l'entretien et être à proximité des infrastructures aéroportuaires.

b) Les études aéroportuaires

Les études sont l'une des phases les plus importantes dans la maturation des projets. La réussite de chaque projet (coût, délai et qualité) dépend en grande partie de la maîtrise de cette phase décisive. La situation actuelle relative aux études se présente comme suit :

- Etudes achevées en 2010
 - Etudes de renforcement des aérodromes de Oran, Alger, Touggourt et Jijel
 - Etude de drainage des aérodromes de Tébessa et Bejaia
 - Suivi de comportement des chaussées traitées avec les géosynthétique Djanet (Illizi) et Sétif ;
 - Etude de réhabilitation de l'aérodrome de Guelma, Mostaganem et Relizane
 - Sécurité aéronautique « mesure d'uni, portance et glissance » au niveau des aérodromes de Batna, In Salah, Ghardaïa et Hassi Messaoud
 - Etudes de développement des aérodromes de Touggourt/Ouargla et Alger
 - Etudes d'extension des parkings des aérodromes de Ghardaïa, Oran et Alger



- Etudes en cours
 - Etude de renforcement des aérodromes de Tamanrasset
 - Etudes de développement de l'aérodrome de M'Sila
 - Etude de renforcement de la piste secondaire de l'aérodrome d'Ouargla
 - Etudes de développement des aérodromes de Touggourt/Ouargla et Alger
- Etudes à lancer en 2011
 - Sécurité aéronautique « mesure d'uni, portance et glissance » au niveau des aérodromes de Bejaia
 - Suivi de comportement des chaussées traitées avec les géosynthétiques Djanet (Illizi) et Sétif (2ème tranche)
 - Suivi de comportement des chaussées traitées avec les géosynthétiques au niveau des aérodromes d'Adrar, Ouargla et Oran
 - Etude de réhabilitation de l'aérodrome d'Aoulef et Sidi Bel Abbas
 - Etudes d'extension des parkings des aérodromes de Bejaia
- Etudes de renforcements des aérodromes de Djanet, Batna, Constantine, Hassi Messaoud, Tindouf, In Salah, Ghardaïa.

c) Travaux aéroportuaires neufs et renforcements

Le programme de renforcement est établi sur la base de trois facteurs :

- l'âge (une limite de 10 ans à 15 ans)
- le relevé des dégradations
- l'étude d'expertise.

Les projets retenus durant le quinquennal 2010 – 2014 se distinguent au titre de plusieurs actions, préconisées dans le cadre de divers projets, dont les travaux sont identifiés comme suit :

- 14 projets de renforcement au niveau des aérodromes de Adrar, Timimoun, Bechar, Tébessa, Tiaret, Alger, Jijel, Annaba, Oran, Ouargla, Illizi et Ain Amenas, Tindouf et El Goléa.
- 1 projets de réhabilitation : Aérodrome de Mostaganem;
- 2 projets d'extension du parking au niveau des aérodromes de: El Goléa et Annaba;
- 1 projet d'extension de la piste au niveau de l'aérodrome de Sétif;
- 3 projets de réalisation de Taxi way au niveau des aérodromes de : Alger. Annaba, El Goléa;
- 10 projets de réalisation des bouts des pistes en béton hydraulique au niveau des aérodromes de : Adrar, B.B.Mokhtar, Chlef, Biskra, Tamanrasset, Boussaâda, El Bayadh, In Amenas, Tindouf et El-Goléa.
- 3 projets portant sur la protection de plateformes et l'assainissement des aérodromes de : Bejaia, Jijel et Tébessa.

d) Aéroports livrés entre 2005 – 2010



Aérodromes	Infrastructures livrées	Dimension m	Date de livraison
Ghardaïa	Piste principale	3100 x 45	14/09/2005
Djanet	Piste principale	3000 x 45	12/04/2007
	Piste secondaire	2400 x 45	23/06/2005
Chlef	Piste principale	2800 x 45	02/03/2006
Sétif	Piste principale	2400 x 45	26/03/2006
In Guezzam	Piste principale	2200 x 30	18/11/2006
El Bayadh	Piste principale	3000 x 45	14/11/2006
Bordj Badji Mokhtar	Piste principale	3000 x 45	18/12/2007
Mascara	Piste existante	1700 x 30	29/07/2007
Annaba	Piste principale	3000 x 45	23/06/2007
	Piste secondaire	2400 x 45	26/09/2006
Biskra	Piste existante	3000 x 45	23/05/2007
Bejaïa	Piste existante	2400 x 45	17/06/2007
Tlemcen	Piste existante	2600 x 45	19/06/2007
El Goléa	Piste principale	3000 x 45	23/06/2008
Saida	Piste existante	1300 x 30	15/02/2010
Mechria	Piste secondaire	3800 x 45	09/12/2009
Oran	Deuxième piste	3000 x 45	29/02/2009
Tébessa	Piste secondaire	2200 x 30	15/12/2009
Béni Abbes	Piste existante	1800 x 30	15/12/2009
Adrar	Piste existante	2400 x 45	27/08/ 2010
Ouargla	Piste principale	2400 x 45	Novembre 2010
Oran	Extension piste principale	A 600 x 45	Décembre 2010

Tableau 6 : Aérodromes livrés entre 2005 et 2010[5]

8.2. Organisation administrative de la gestion des aéroports

Les Établissements de Gestions de Services Aéroportuaires sont

- EGSA/Alger chargé de la gestion des aéroports du centre-nord et du sud de l'Algérie.
- EGSA/Oran chargé de la gestion des aéroports du nord-ouest et du sud-ouest de l'Algérie.
- EGSA/Constantine chargé de la gestion des aéroports du nord-est de l'Algérie.

Ces établissements sont issus d'une restructuration intervenue en 1983 au sein de l'ENEMA (Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique) devenu ENESA, puis ENNA en 1991, qui vit alors sa mission, à l'origine la gestion de l'ensemble des activités aéroportuaires et météorologiques, s'articuler exclusivement autour de la sécurité et à la navigation aérienne, se séparant d'abord des activités extra-aéronautiques de prestation de services et de gestion commerciale ou d'exploitation des infrastructures aéroportuaires et des aéroports, ensuite de l'activité météorologique.

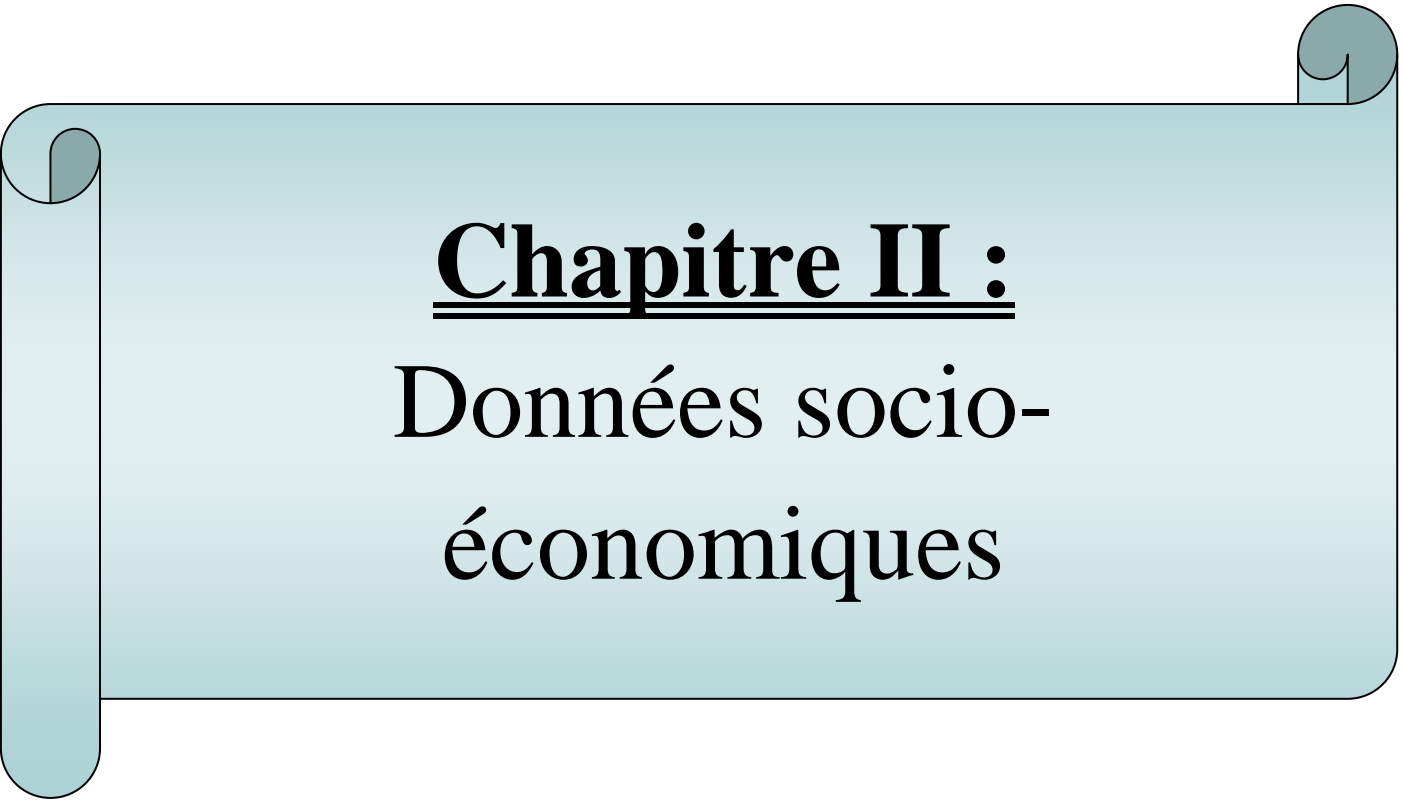
Cette restructuration donna naissance à la création de la direction centrale des aéroports (DCA), tûtelée par la compagnie Air-Algérie, vers laquelle furent transférés à titre transitoire, et à l'exclusion des services météorologiques, les personnels et l'ensemble des activités ainsi détachés de l'ENEMA, en attendant la mise en œuvre des structures appropriées.



Après dissolution de la DCA, Les EGSA voient officiellement le jour le 11 Août 1987 par décrets exécutifs, respectivement :

- N° 87-173 du 11-08-1987 - EGSA/Alger
- N° 87-174 du 11-08-1987 - EGSA/Oran
- N° 87-175 du 11-08-1987 - EGSA/Constantine

Ces Établissements sont placés sous la tutelle directe du ministère des transports auquel ils rendent compte. Ils sont dotés chacun de l'autonomie juridique et financière et sont dirigés par des directeurs généraux désignés par ce même ministère. Ils continuent depuis lors d'évoluer dans l'espace économique et public algérien.



Chapitre II :
Données socio-
économiques



CHAPITRE II : DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES

1. Historique

L'aérodrome de Guelma appelé autrefois aéro-club de Belkheïr occupe une position stratégique car il est situé au carrefour des RN 20, 21, et 80 et de l'ancienne voie ferrée. Il avait été aménagé en aérodrome militaire par les forces occupantes afin de faire transporter leurs troupes durant la guerre de libération nationale. Dès les premières années de l'indépendance et jusqu'à présent, cette infrastructure a perdu sa vocation et elle serve actuellement comme route aux engins agricoles de la ferme pilote Richi limitrophe de l'aérodrome. L'hangar de l'aérodrome sert également pour l'élevage des vaches et des moutons pour cette même ferme pilote.

2. Présentation globale de la région de Guelma

La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3686,84 km². Elle se situe au Nord Est du pays à 537Km de la capitale Alger. Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud. Guelma, classé une wilaya urbaine, exerce un rôle important dans la hiérarchie administrative; chef-lieu de wilaya regroupant sous sa coupole 10 daïras et 34 communes. Elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya d'Annaba.
- Au Nord Est par la wilaya d'El Tarf.
- Au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi.
- A l'Ouest par la wilaya de Constantine.
- Au Nord-Ouest par la wilaya de Skikda.

Sur le plan structural elle compte une population de 482 430 personnes selon le dernier RGPH 2008. La densité de peuplement est de 134 hab/km².



Figure 3 : Plan de la Wilaya de Guelma

3. Infrastructures économiques

La wilaya de Guelma dispose d'un réseau routier important et diversifié d'une longueur de 2010,61 km dont 296,2 Km de route nationale. La densité routière (tous types confondus) est de 0,45 km/km², soit une densité supérieure à celle enregistrée au niveau national.

a) Mines et carrières

Secteurs privés

Il existe 44 carrières d'agrégats appartenant au secteur privé dont 25 sont en exploitation. Elles totalisent près de 407 emplois. En matière d'agrégats, le secteur privé participe à la couverture du marché local et régional avec une production qui évolue à la hausse notamment suite aux nouvelles dispositions en matière d'exploitation des mines.

De plus, il existe 06 carrières d'agrégats appartenant au secteur public dont 2 sont en exploitation, totalisant près de 241 emplois.

La wilaya de Guelma compte également une carrière de marbre de Ben Djerrah (ENAMARBRE), et une mine de Kaolin à Roknia (ENOF).

b) Industrie

Le secteur est bien représenté par 5 entreprises publiques qui totalisent 557 postes d'emploi. Le recensement fait état d'environ 21 entreprises privés.

c) Agriculture

Le secteur de l'agriculture est considéré comme étant la principale activité économique de la wilaya. La superficie agricole utile représente 187 338 has soit 47,91 % de la superficie totale de la wilaya. La superficie irriguée est de 13 334 ha. . La production arboricole connaît une nette évolution due au programme de reconversion de la céréaliculture en arboriculture fruitière. Le potentiel de développement dans ce secteur se situe dans :



- l'élevage ovin et bovin
- les petits élevages
- l'aliment de bétail
- l'arboriculture
- les pépinières agricoles

d) Tourisme

La wilaya dispose d'atouts naturels importants tels que :

- le tourisme thermale : Hammam Debagh, Hammam Ouled Ali, Hammam Nbeil; Ain Larbi et Bouhachana, lac souterrain à Bir Osmane
- de magnifiques monuments naturels et historiques : forêts de la Maouna, grotte de Taya, cascade de Hammam Debagh, forêt récréative de Béni Selah a Bouchegouf, vestiges antiques de THIBLIS, Dolmens et grottes funéraires à Roknia, mosquée ELAtiq à Guelma, théâtre municipal (19ème siècle), Théâtre romain (4500 places).

Compte tenu des faibles disponibilités en termes d'infrastructures en ce domaine, la wilaya constitue un vecteur intéressant pour y développer des infrastructures aux normes pour répondre aux besoins et exploiter les opportunités touristiques.

4. Données climatologiques

4.1. Précipitations

La wilaya de Guelma se caractérise par un climat Sub humide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hivers et chaud humide en été. Les données climatiques de la wilaya de Guelma sont présentées dans le tableau ci-dessous [4]. Le tableau montre que la pluie moyenne annuelle du poste de Guelma, pour une série d'observation de 10 ans est de l'ordre de 637,33mm.

Nom de la station	Période de fonctionnement	Nombre d'années d'observations	Moyenne Arithmétique (mm)
Guelma	2001 - 2010	10 ans	637,33

Tableau 7 : Paramètres hydrologiques de la station pluviométrique de Guelma[4]

Les précipitations moyennes annuelles sont présentées dans le tableau ci-dessous. On remarque que les pluies moyennes annuelles au fil des années sont irrégulières dans le temps.

Année	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10
P(mm)	487,4	505,4	940	806,4	542,7	479	723,9	382,8	891,6	614,1

Tableau 8 : Précipitations moyennes annuelles (Station de Guelma 2001-2010) [4]

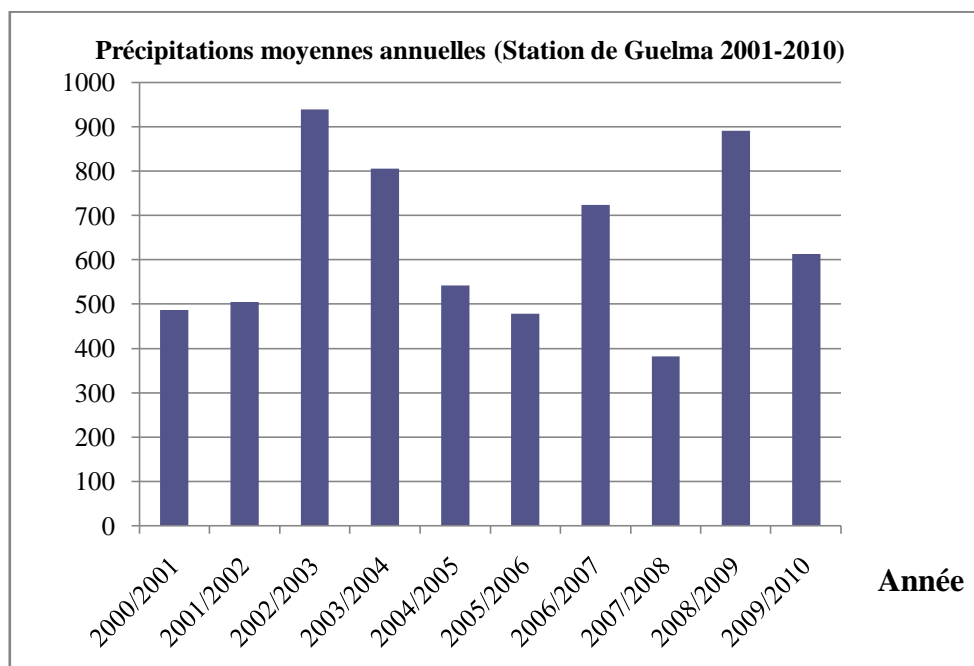


Figure 4 : Précipitations moyennes annuelles (Station de Guelma 2001-2010)

Concernant les précipitations moyennes mensuelles entre 2001 et 2010 qui sont calculé à partir des moyennes arithmétiques mensuelles de 12 mois (voir tableau ci-dessous) peuvent caractériser l'année hydrologique par trois périodes bien distinctes.

- une période pluvieuse : répartie sur trois mois de la saison hivernale, (novembre, décembre, janvier).
- une période relativement pluvieuse répartie sur la période la plus longue de l'année (septembre, octobre, février, mars, avril et mai). Automne et printemps.
- une période sèche représentant les mois de juin, juillet et août (été).

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
P(mm)	102,54	56,4	71,07	75,98	46,2	18,77	3,63	13,93	47,78	37,88	71,44	91,71	53,110

Tableau 9 : Précipitations moyennes mensuelles (Station de Guelma 2001-2010) [4]

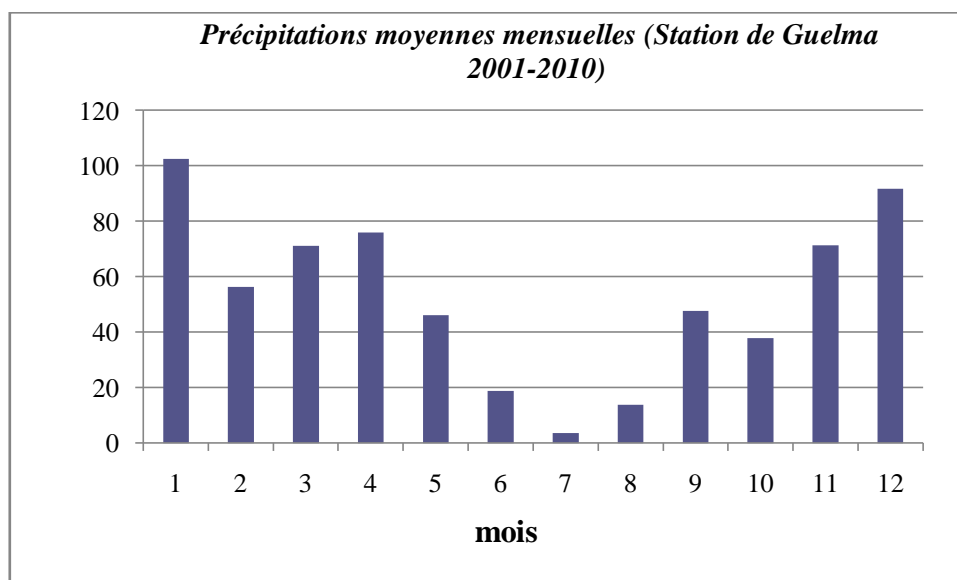


Figure 5 : Précipitations moyennes mensuelles (Station de Guelma 2001-2010)

4.2. Température

Les températures moyennes mensuelles et le moyen inter annuel relevé de la station météorologique de Guelma pour une période de 10 ans, sont dressés dans le tableau ci-dessous.

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
T(°c)	9.92	10.29	12.52	14.66	19.45	24.41	27.28	27.67	23.47	19.82	14.33	11.23	17.92

Tableau 10 : Températures moyennes à Guelma [4]

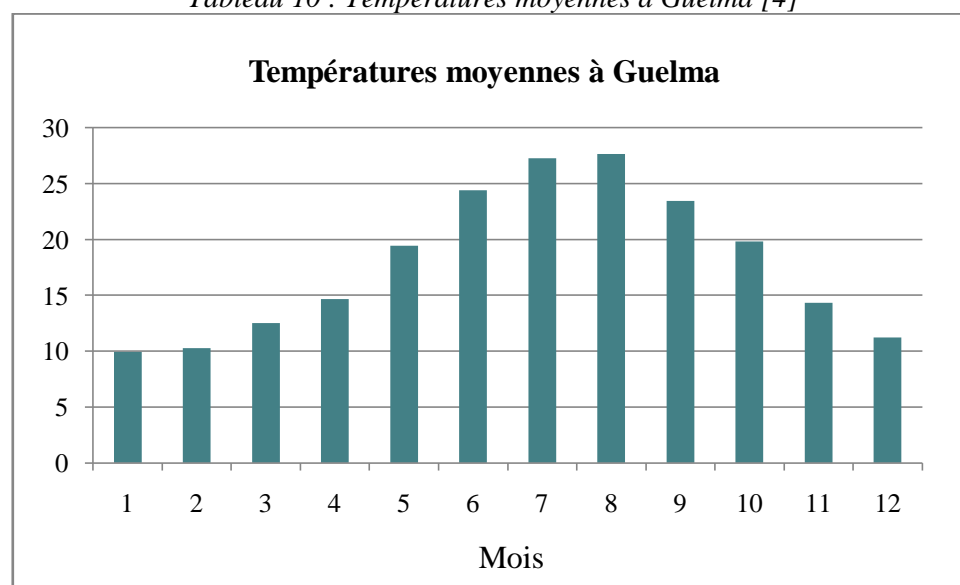


Figure 6 : Températures moyennes à Guelma



Les températures minimales et maximales mensuelles sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
T(°c)Min	5.08	4.63	6.08	7.83	12.05	15.99	18.44	20.12	17.35	13.78	10.03	6.53	11.49
T(°c)Max	15.90	16.84	19.67	21.82	26.91	32.74	35.77	36.31	31.02	27.29	20.25	16.38	25.08

Tableau 11 : Températures maximales et minimales à Guelma[4]

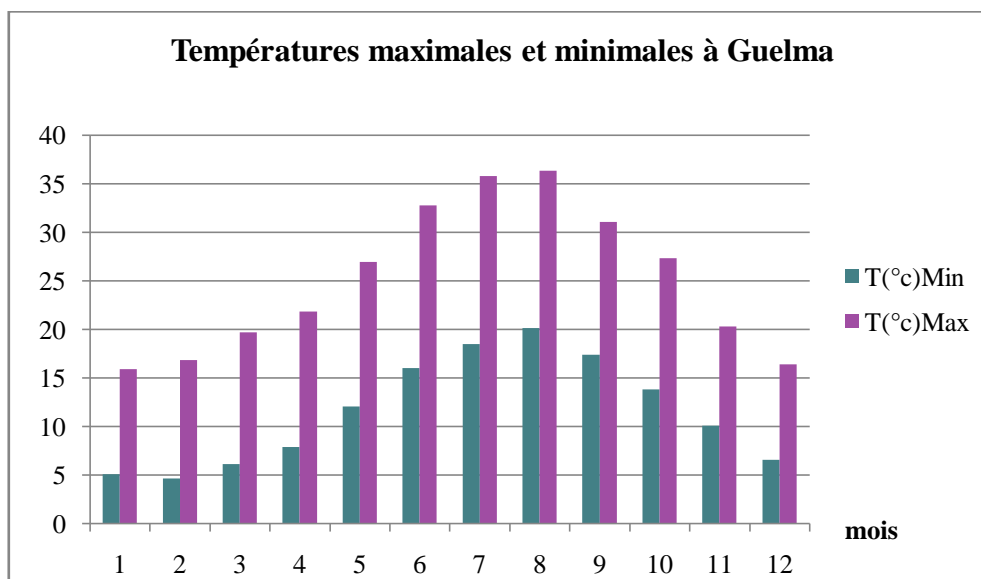


Figure 7 : Températures maximales et minimales à Guelma

La lecture des tableaux ci-dessus nous relève les conclusions suivantes :

- La température diffère d'une saison à l'autre, elle varie entre 6,53°C et 6,08°C en hiver contre 32,74°C et 36,31°C en été.
- La valeur de la température moyenne annuelle est de 17,92 °c.
- Les mois de Janvier et février sont les mois les plus froids de l'année avec une température allant de 5,08° C à 4,63° c; et les mois les plus chauds sont Juillet et Août avec 35,77°C à 36.31°C

4.3. Le vent

Les vents dominants sont du secteur Nord, les vitesses moyennes sont de 1,81 m/s environ sans grande variation d'un mois à l'autre (d'après les mesures de la station de météorologique de Guelma). Les vents du Sud sont rares et faibles et ne fréquentent la région qu'en été.

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
Vent	1.85	1.81	1.67	1.98	1.76	1.92	1.95	1.84	1.59	1.45	1.87	2	1.81

Tableau 12 : Taux de Vitesse des vents (période : 2001/2010) [4]

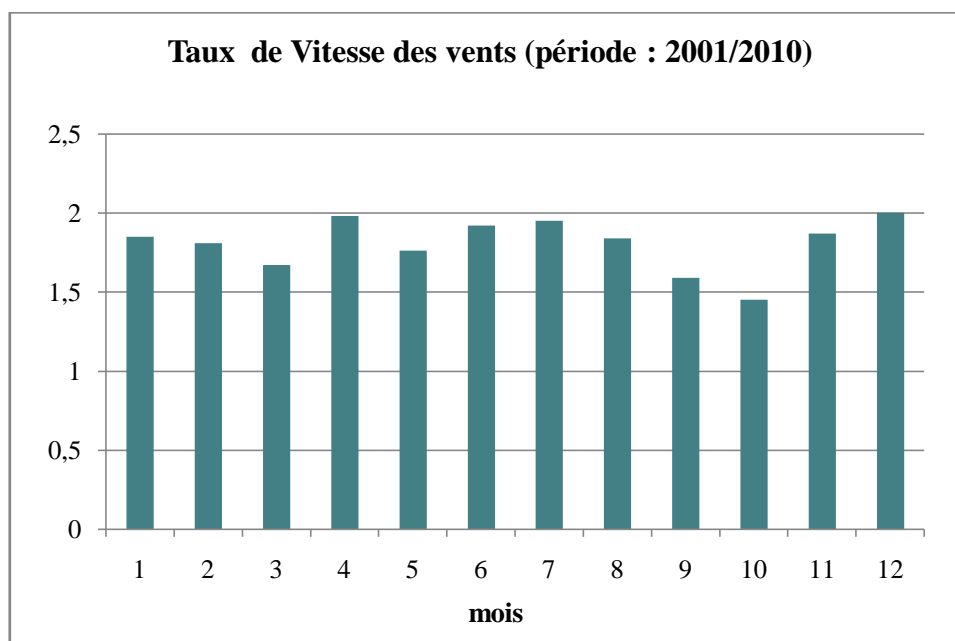


Figure 8 : Taux de Vitesse des vents (période : 2001/2010)

4.4. Gelée

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Jours de gelée	117	113	78	31	0	0	0	0	0	0	16	70
Taux mensuel	11.7	11.3	7.8	3.1	0	0	0	0	0	0	1.6	7

Tableau 13 : Jours de gelée (2001-2010) [4]

5. Justification économique du projet de raménagement

On c'est basé sur une étude impact économique réalisée par un bureau d'études spécialisé pour la rédaction de ce paragraphe du mémoire [6].

Cette étude d'impact économique a été réalisée selon une méthode d'estimation utilisée par de nombreux pays. Cette méthode repose sur la détermination de quatre types d'impacts (direct, indirect, induit, catalyseur) agissant sur l'économie du territoire étudié qui sera la ville de Guelma. Ce kit méthodologique énoncé un ensemble de points qui doivent être abordés et ajustés en fonction des caractéristiques de chaque aéroports et de son environnement économique. Un des intérêts de cette méthode d'estimation est de permettre, d'une part, des comparaisons entre les différents aéroports qui l'ont utilisée et en fonction d'autre part,



d'observer l'évolution d'une même infrastructure au fil de son développement et en fonction des différents types d'impacts :

Impact direct :

Création d'emploi, valeur ajoutés, output et revenus provenant de taxes liés entièrement ou dans une large mesure à l'exploitation de l'aéroport et générés par le site ou à proximité immédiate (société aéroportuaire ,compagnies aériennes ,agents d'assistance ,autorité de contrôle, agent de fret, concession, installation, destinées aux visiteurs, services de courrier, entrepreneurs de transport, service d'entretien, entreposage et distribution de carburant, stockage).

Impact indirect :

Emploi, valeur ajouté, output et revenus provenant de taxes générés dans l'économie au sein de la chaîne de fournisseur de biens et de service aux activités directs (service, produits au détail, publicité, entretien).

Impact induit :

Les flux financiers directs et indirects générés par l'activité aéroportuaire et injectés dans l'économie locale qui constituent une source de revenus pour les prestataires de bien et services régionaux .L'impact induit correspond au calcul des dépenses successivement effectuées par les bénéficiaires de ces ressources.

Impact catalyseur :

Emploi, valeur ajoutée, output et revenus provenant de taxes générés par l'attraction, le maintien ou l'expansion de l'activité économique étudiée, résultant de l'accessibilité aux marchés permise par l'aéroport.

5.1. Estimation de l'impact économique de l'aéroport

5.1.1. Le trafic aérien et l'impact des voyageurs

A raison de 04 vols par jours de 70 passagers par vol on a 100 000 passagers /ans.
Le trafic de l'aéroport de Belkheir-Guelma passe ainsi de 100 000 passagers à plus de 155 000 après 10 ans d'exploitation.

5.2. Impact économique direct

L'impact économique direct est défini par les revenus provenant de l'exploitation de l'aéroport et des revenus générés sur le site ou à proximité immédiate.

Cet impact est composé de quatre éléments que sont les frais de personnel, les consommations des entreprises, leur investissement et les produits de la fiscalité locale :

a) Frais de personnel

Les frais de personnel correspondent aux salaires bruts et aux charges sociales affectés au personnel. En moyenne on prend 100 salariés a raison de **360.000 DA**/employée/ans. La totalité des frais de personnel affiliés aux entreprises présentes sur le site de l'aéroport est estimée à **36 000 000 DA** .On évalue à 70% le personnel employé sur le site de l'aéroport et



résidant en Guelma. Ainsi, les frais de personnel des employés du site de résidant en Guelma sont estimés à **25 200 000 DA**.

b) Consommation

Les consommations des entreprises présentes sur le site de l'aéroport et effectuées auprès de l'ensemble des fournisseurs sont estimées à hauteur de **10 000 000 DA**. On estime que plus de 25% de ces dépenses sont réalisées auprès d'entreprises Guelma (hors site de l'aéroport afin d'éviter tout double compte), soit une valeur de **2500 000 DA**.

c) Investissements

Pour l'année de service, la totalité des investissements effectués par les structures présentes sur le site de l'aéroport est estimée à **5 000 000 DA**. Ne sont pris en compte dans le calcul d'impact économique régional que les investissements réalisés auprès de fournisseurs implantés en Guelma (hors site de l'aéroport afin d'éviter tout double compte).

Sachant qu'en moyenne la part des investissements réalisés auprès de fournisseurs de la wilaya de Guelma, site de l'aéroport exclu, est de 9%. Le montant des investissements effectués directement de fournisseurs locaux est estimé à 450 000 DA pour l'année de service.

d) Fiscalité locale

Les retombées de la fiscalité sur l'économie régionale ne sont repérables qu'à travers la fiscalité locale, à savoir la taxe d'apprentissage, la taxe professionnelle. Le montant de taxe professionnelle versée par les entreprises concernées auprès des communes, est estimé à **153 000 DA**.

e) Total d'impact économique direct :

L'ensemble des revenus (frais de personnel, consommation, investissements et fiscalité) générés via l'aéroport et sa zone d'activité est estimé à **52 300 000 DA** au total. L'impact économique direct au seul bénéfice de la région de Guelma est estimé à près de **29 680 000 DA**.

5.3. Impact économique indirect

L'impact indirect de l'activité économique est en général composé principalement des dépenses effectuées par les passagers non domiciliés sur le territoire étudié. Ce sont, pour l'essentiel, des frais de séjour (hébergement, restauration des personnes en transit...)

a) Frais de personnel

Les frais de personnel correspondent aux salaires bruts et aux charges sociales affectés au personnel. En moyenne on prend 125 salariés à raison de **360 000 DA** /employée/ans. La totalité des frais de personnel affiliés aux entreprises présentes sur le site de l'aéroport est estimée à **45 000 000 DA**.

b) Consommation

Les consommations des entreprises présentes sur le site de l'aéroport et effectuées auprès de l'ensemble des fournisseurs sont estimées à hauteur de **10 000 000 DA**.



c) Investissements

Pour l'année de service, la totalité des investissements effectués par les structures présentes sur le site de l'aéroport est estimé à **15 000 000 DA**. Ne sont pris en compte dans le calcul d'impact économique régional – prévisionnel en forfait – que les investissements réalisés de fournisseur implantés en Guelma (hors site de l'aéroport afin d'éviter tout double compte).

d) Fiscalité locale

Les retombées de la fiscalité sur l'économie régionale ne sont repérables qu'à travers la fiscalité locale, à savoir la taxe d'apprentissage, la taxe foncière et la taxe professionnelle. Le montant de la taxe professionnelle versée par les entreprises concernées auprès des communes, est estimé à **2 100 000 DA**. L'impact économique indirect est estimé à **72 100 000 DA**.

5.4. Impact économique induit

Cet impact économique se compose des flux financiers issus de l'impact direct et indirect (générés par les structures du site) qui bénéficient à l'économie régionale. son calcul repose sur un coefficient multiplicateur, il intègre les différents étapes de revenus supplémentaires.

Estimation du coefficient multiplicateur d'impact induit :

L'aéroport génère un revenu dont :

- une part « p » est consommée par l'économie régionale,
- une part « 1-p » s'évade du territoire régional

$$M = p + p^2 + \dots + p^n$$

$$M = (1 + p + \dots + p^{n+1})$$

$$M = p / (1 - p)$$

Cette part « p » consommée par ou dans l'économie régionale est obtenue en sommant pour chaque type de charges, le taux de répartition des dépenses au taux consommé en région, on obtient ainsi :

Le coefficient multiplicateur concernant l'impact induit correspond à : $M = p / (1 - p)$:

Impact induit = M (impact direct + impact indirect) = 2,00 x (29 680 000 + 72 100 000 DA)

L'impact économique induit est estimé à : **203 560 000 DA**.

5.5. Impact économique catalyseur

La méthode de calcul qualifié cet impact comme « les revenus provenant de taxes générées par attraction, le maintien ou l'expansion de l'activité économique au sein de la zone économique étudiée, résultant de l'accessibilité aux marchés permise par l'aéroport ».

Ce qui résulte purement de l'aéroport s'avère difficile à estimer quantitativement, une énumération qualitative et non exhaustive de cet impact a donc été préféré ici.

a) Un facteur d'attractivité

La présence d'un aéroport peut être déterminante dans le choix d'implantation d'une entreprise à proximité. En effet, une telle infrastructure peut apparaître comme garantie du dynamisme économique du territoire de Guelma ou de ses environs. Ce niveau attractivité,



difficile à déterminer précisément dans le choix d'une décision d'implantation, constitue néanmoins un élément catalyseur.

b) Impact sur le secteur de l'hôtellerie – restauration

Les retombées de l'aéroport sur la wilaya seront réelles. Plusieurs nuits d'hôtel seront dues à la présence de l'aéroport en 2010.

c) Impact sur le logement

L'aéroport a indirectement favorisé l'activité économique régionale.

5.6. Conclusion

En région, impact économique total s'élève à plus de **369 millions** de dinars en effet les retombées économique des différents impacts bénéficiant à la seule wilaya de Guelma se répartissent ainsi :

L'impact économique direct est estimé a : **29 680 000 DA**

L'impact économique indirect est estimé a : **72 100 000 DA**

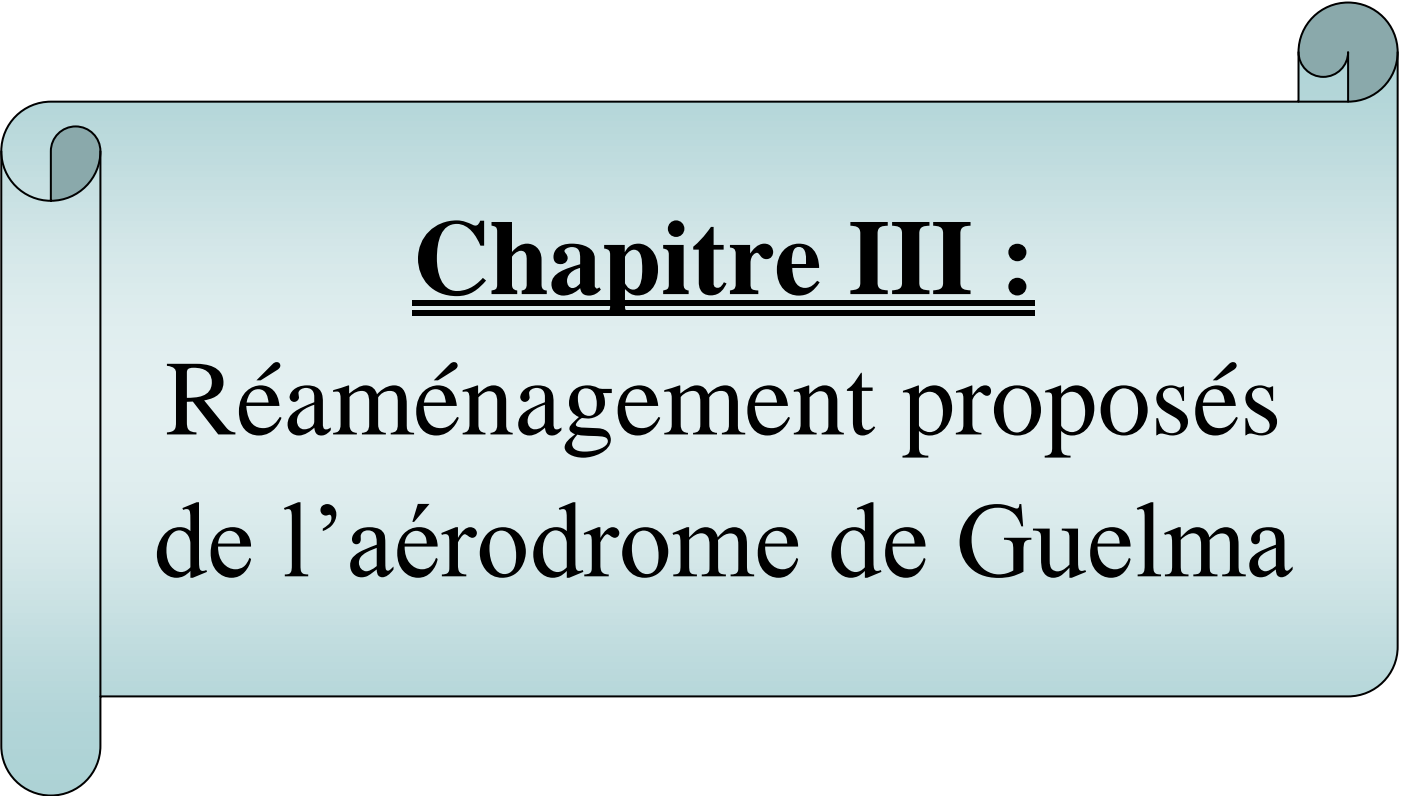
L'impact économique induit est estimé a : **203 000 000 DA**

Donc un Impact économique total = **305 340 000 DA**

Auquel s'ajoute plus de **22850000 DA** d'impact au bénéfice du reste du territoire national.

L'impact économique total de l'aéroport de Guelma sur l'économie régionale est estimé à plus de **300 millions** de dinars pour l'année de service.

S'y ajoutent 23 millions de dinars d'impact direct bénéficiant à d'autres territoires que la wilaya de Guelma (hors effets indirect et induits).



Chapitre III :
Réaménagement proposés
de l'aérodrome de Guelma



CHAPITRE III : REAMENAGEMENT PROPOSES DE L'AERODROME DE GUELMA

1. Etat actuel de l'aérodrome

L'aérodrome de Guelma se trouve actuellement dans un état déplorable. Ces différentes infrastructures servent à l'activité agricole d'une ferme pilote public (Richi). On a effectué une visite de l'aérodrome au mois d'avril 2015 pour voir l'état des lieux. Les photos suivantes montrent l'état de la piste, la bretelle, l'aire de stationnement et l'hangar.



Figure 9 : Etat de la piste principale

Cette piste principale est devenue une route pour les engins agricoles des exploitations voisines. La couche de roulement est complétement disparue par endroit.



Figure 10 : Etat de la couche de roulement



Même constat pour la bretelle de relation entre la piste et l'aire de stationnement et l'aire de stationnement des aéronefs (voir photo ci-dessous).



Figure 11 : Etat de la bretelle de relation et l'aire de stationnement

Concernant l'ancien hangar d'entretien de l'aérodrome, il sert actuellement à l'élevage des bovins et des ovins.



Figure 12 : Photo de l'hangar d'entretien

1.1. Données techniques de l'aérodrome

Dans sa configuration actuelle, l'aérodrome de Guelma comprend :

- une piste de 1500 m de longueur et 20 m de largeur orienté à 127/307 avec une pente d'environ 1%.
- une bretelle de 450 m d'environ de largeur de 15 m de largeur.
- un air de stationnement de 18000 m².

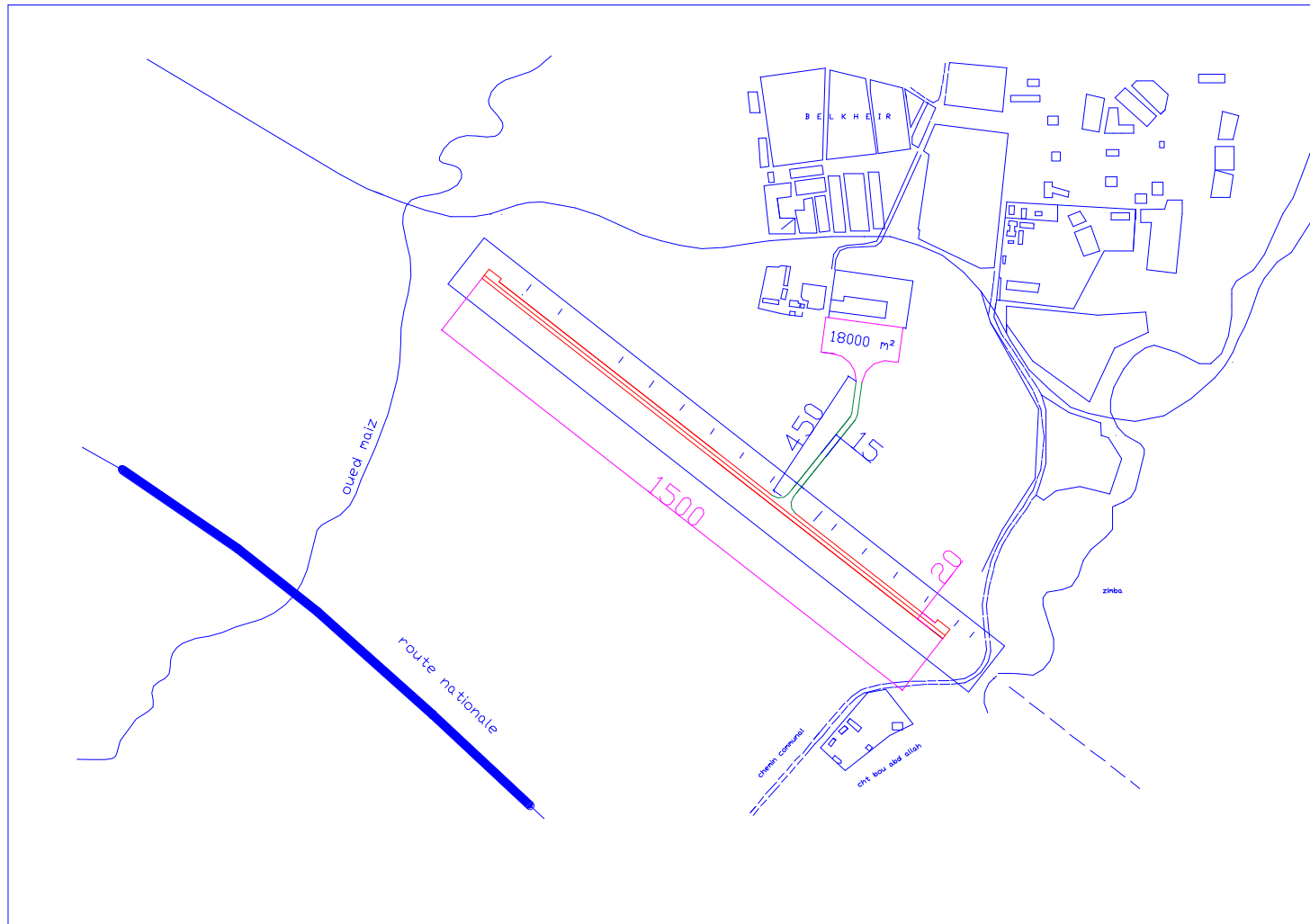


Figure 13 : Schéma représentant les caractéristiques techniques de l'aérodrome de Guelma

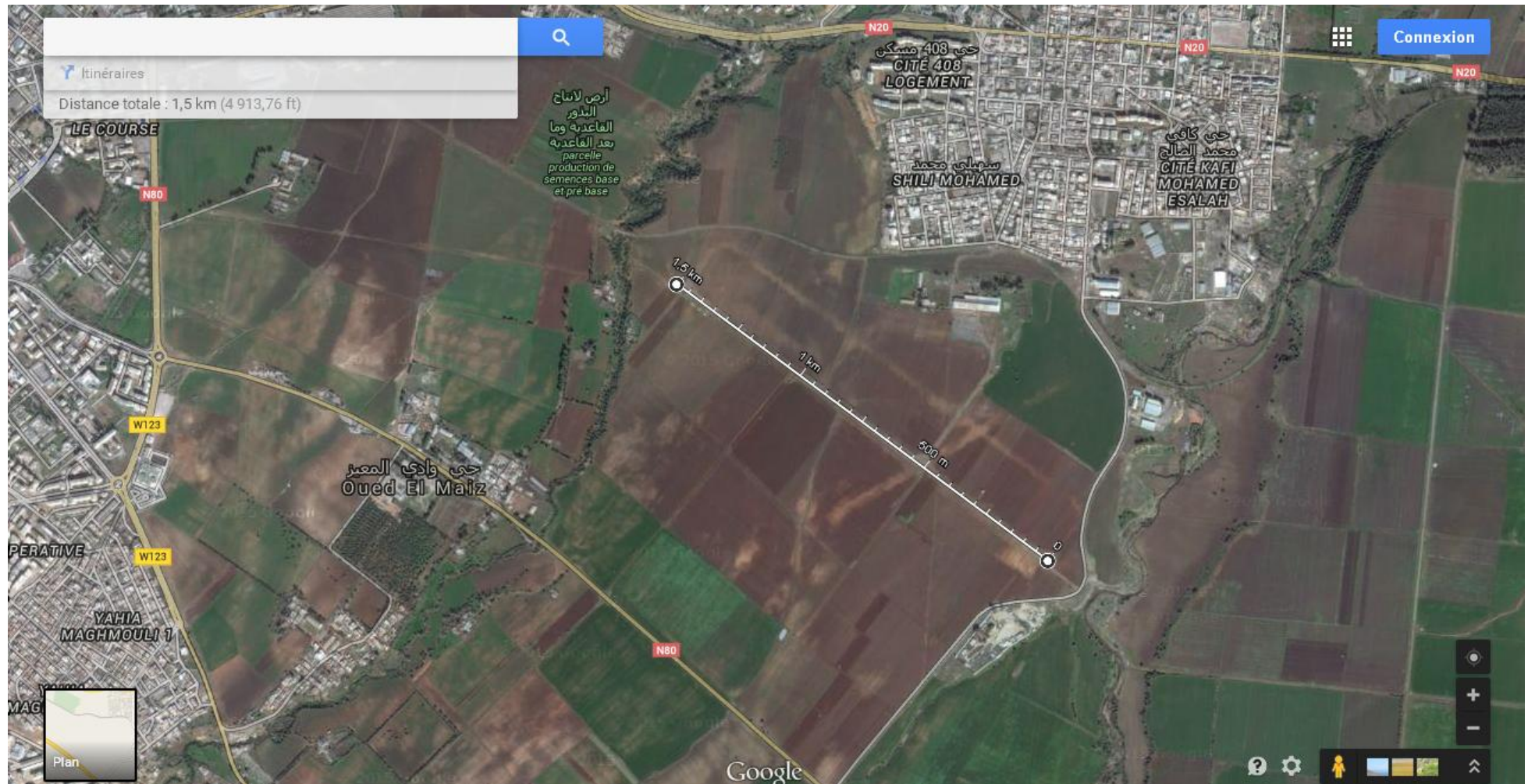


Figure 14 : Image satellite de l'aérodrome de Guelma



1.2. Données géotechniques

On a utilisé les données géotechniques d'une étude réalisée par un laboratoire spécialisé [7]. La synthèse des résultats des essais de l'investigation géotechnique sont présentés dans ce qui suit.

1.2.1. Essai in situ

Le laboratoire a réalisé 5 puits de 3m de profondeur, 4 sondages carottés de 4m de profondeur et 1 sondage piézométrique de 20m de profondeur. La description lithologique est Fournie ci-dessous :

a) Les puits :

Puits N 01 : (3m)

- 0-0.5m : terre végétale
- 0.5-1.2m : argile sombre
- 1.2-3m : argile jaune à rougeâtre graveleuse avec inclusion blanchâtre

Puits N 03 : (3m)

- 0-0.7m : remblai
- 0.7-3m : argile brun beige graveleuse+galets

Puits N 05 (3m)

- 0-0.5m : remblai
- 0.5-3m : argile brun chocolat légèrement graveleuse.

Puits N 09 : (3m)

- 0-0.6m : remblai
- 0.6-1.2m : argile sombre
- 1.2-3m : argile jaune à rougeâtre graveleuse.

Puits N 10 : (3m)

- 0-1m : terre végétale
- 1-1.7m : argile sombre
- 1.1-3m : argile jaune à rougeâtre graveleuse avec inclusion blanchâtre

b) Les sondages

Sondage N 02 : (4m)

- 0-1.6m : remblai
- 1.6-4m : argile rougeâtre graveleuse avec inclusions blanchâtres.

Sondage N 04 : (4m)

- 0-0.7 m : remblai
- 0.7-4m : argile rougeâtre graveleuse avec inclusions blanchâtres.

Sondage N 06 : (4m)

- 0-0.7 m : remblai
- 0.7-4m : argile rougeâtre graveleuse avec inclusions blanchâtres.

Sondage N 08 : (4m)

- 0-1m : remblai
- 1-4m : argile rougeâtre graveleuse avec inclusions blanchâtres.

Sondages piézométrique : (20m)



- 0-0.7 : remblai
- 0.7-13 : argile rougeâtre fortement graveleuse + blocs et galets légèrement sableuse.
- 13-19.5 : argile rougeâtre graveleuse
- 19.5-20 : argile rougeâtre fortement graveleuse + blocs et galets

Les puits de reconnaissance p1, p3, p5, p9, p10 montent une couche d'argile brun et graveleuse suivie parfois d'une couche d'argile sombre, surmontant d'une couche de remblai (environ 0.5m d'épaisseur).

Les coupes lithologiques des sondages S2, S4, S6, S8 montrent un faciès dans l'ensemble homogène généralement une couche d'argile rougeâtre graveleuse avec inclusion blanchâtres surmontant une couche de remblai.

Quant au sondage piézométrique, montrant des couches de différentes épaisseurs d'argiles rougeâtres graveleuses plus blocs et galets surmontant d'un remblai.

1.2.2. Essai en laboratoire :

Les échantillons extraits des puits ont été soumis à des essais d'identification physique et mécanique suivants : Analyse granulométrique, teneur en eau naturelle, Limites d'Atterberg, Valeur bleu de méthylène (VBS), Analyse chimique sommaire, Proctor modifié, Indice CBR
Les essais d'identification physique et mécanique sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage N		Prof (m)	<80 _{µm} (%)	<2 _m m (%)	IP	VBS	Classe GTR	CBR (%)	Analyse chimique		
									SO4	CaCO3	Obs.
aire de stationnement	P01	2-3	45.73	58	31.69	4.33	A3	5.93			
		3	42.62	56	31.69	4.33	A3		0.09	4.00	
	S02	1.6							0.03	3.20	
	P03	3	76.66	88	25.26	4.66	A2		0.05	40.00	
	S04										
bretelle	P05	1.5-3	54.10	72	14.42	4.33	A2	5.98	0.05	50.00	Agresivité nulle
		1.5	89.86	98	22.11	3.33	A2		0.07	3.20	
	S06										
	S08	1.30							0.03	38	
		1.50							0.05	12	
piste	P09	0.6-2	77.17	96	23.95	6	A2	5.11	0.09	4.00	
	P10	3	79.24	84	23.3	6.40	A2		0.06	4.00	

Tableau 14 : tableau des essais



L'analyse granulométrique montre que le pourcentage des éléments inférieurs à 80µm supérieurs à 35% dénotant un sol fin.

25 < IP < 40 ou 6 < VBS ≤ 8 : classe A3 (argiles et argiles marneuses, limons très plastiques)

12 < IP < 25 ou 2.6 < VBS ≤ 6 : (sables fins argileux, limons, argiles e marnes peut plastiques, arènes.

L'analyse chimique montrant que le sol n'est pas agressif.

L'estimation de la portance du sol par l'essai CBR imbibé à 4 jours de l'ordre de 5 reflétant le caractère de mauvaise portance du sol.

Remarque :

Le corps de chaussée existant est apparemment constitué de :

- Une couche mince (environ 2cm) de béton bitumineux
- Une couche épaisse noire d'argile noire fortement graveleuse + blocs et galets

1.3. Classification actuel de l'aérodrome

L'altitude considérée serait au niveau du point moyen de l'aérodrome.

Calcul de coefficient de correction C :

$$C = \left(1 + \frac{N_1}{100}\right) \left(1 + \frac{N_2}{100}\right) \left(1 + \frac{N_3}{100}\right)$$

*** N1 : Coefficient de correction d'ALTITUDE.**

D'après les informations obtenues au niveau du service aéronautique :

L'Altitude de référence de l'aérodrome : 235 m

(Source : DTP de Guelma et carte topographique)

$$N_1 = \frac{7h}{300}$$

$$AN: N1 = \frac{7 \times 235}{300} = 5.484$$

$$\left(1 + \frac{5.484}{100}\right) = 1.0548$$

*** N2 : Coefficient de correction de TEMPERATURE.**

On a :

N2 = T- t. Avec ; T : Moyenne des maxima quotidiens du mois le plus chaud.

t : Température en Atmosphère standard à l'Altitude moyenne.

- A partir des données du service météorologique :

T : 36.6°C

t : 15-0,0065 (235) = 13.47°C

AN : N2 = 36.6-13.47=23.13

$$\left(1 + \frac{23.13}{100}\right) = 1.231$$

Et l'on a:

$$\left(1 + \frac{N_1}{100}\right) \left(1 + \frac{N_2}{100}\right) \leq 1.35$$



$$AN : (1.0548) \cdot (1.231) = 1.298 \leq 1.35$$

***N3 : Coefficient de correction de pente.**

$N3 = 10 \cdot p$ Avec ;

p : pente moyenne de la piste exprimée en pour cent en divisant la distance d'altitude entre le point le plus haut et le point le plus bas de la piste

$$p_m = \frac{p_h - p_b}{L}$$

$$p_m = \frac{241 - 239}{1500} = 0.0013 = 0.13\%$$

$$AN : N3 = 0.13 \times 10 = 1.3$$

$$\left(1 + \frac{1.3}{100}\right) = 1.013$$

$$\text{Donc :} \left(1 + \frac{N_1}{100}\right) \left(1 + \frac{N_2}{100}\right) \left(1 + \frac{N_3}{100}\right)$$

$$C = 1.0548 \times 1.231 \times 1.013 = 1.315$$

Pour la configuration actuelle $L = 1500$

On a distance de référence de l'avion $L_r = 1500 / 1.315 = 1140$

Donc la piste peut recevoir :

AVION	TYPE	MTOW (kg)	Envergure (m)	Voie (m)	Lettre de code	Longueur Décollage *(m)	Chiffre de code
Beech 1900 D	Turboprop Bi	7 688	17,67	5,23	B	1	140
Shorts 330	Turboprop Bi	10 160	22,76	4,24	B	1 128	2
Dornier 328-100	Turboprop Bi	13 990	20,98	3,22	B	1100	2
DHC-8-400 Bombardier	Turboprop Bi	25 855	28,12	8,79	C	1 128	2
Cessna 550 Citation Bravo	Jet Bi	6 486	15,90	4,06	B	1 036	2
Fokker 60	Turboprop Bi	21 950	29,00	-	C	1 054	2
ATR 42-320	Turboprop Bi	16 700	24,57	4,10	C**	1 040	2
ATR 42-300	Turboprop Bi	16 700	24,57	4,10	C**	1 090	2
Beechcraft King Air 350	Turboprop Bi	6 804	17,65	-	B	1 006	2
Cessna 560 Citation V Ultra	Jet Bi	7 393	15,91	6,06	C	970	2
Cessna Citation II	Jet Bi	6 033	15,75	5,36	B	968	2
ATR 42-500	Turboprop Bi	18 500	24,57	4,10	C**	960	2
Swearingen Merlin III B	Turboprop Bi	5 670	14,10	4,57	B	904	2
Fokker 50	Turboprop Bi	19 950	29,00	7,20	C	890	2
Jetstream 31	Turboprop Bi	6 350	15,85	-	B	858	2
IL-76 T	Jet Quadri	170 000	50,50	6,10	D	850	2
C-212-300 Airlines*	Turboprop Bi	7 700	20,28	3,10	B	817	2

Tableau 15 : les avions.

Réaménagements proposés de l'aérodrome



2. Recommandation d'O.A.C.I.

2.1. La piste

2.1.1. LONGUEUR DE LA PISTE

a) CHOIX D'UNE LONGUEUR DE PISTE EQUILIBREE

Les types d'avion au départ envisagés par l'étude de trafic de l'aérodrome pourront être comparés entre eux en fonction de leurs longueurs de piste équilibrée correspondante.

Ainsi pourrait-il être, à l'examen de cette distribution, renoncé par avance à satisfaire intégralement les exigences des avions qui paraissent devoir présenter un caractère exceptionnel.

b) COEFFICIENTS DE CORRECTION

Les coefficients de correction sont donc respectivement :

- **le coefficient de correction d'altitude**
($1 + n_1/100$) pour le calcul duquel n_1 a pour valeur $n_1 = 7 h / 300 h$ étant l'altitude de référence, exprimée en mètres, de l'aérodrome
- **le coefficient de correction de température**
($1 + n_2/100$) pour le calcul duquel n_2 a pour valeur
 $n_2 = T - t$
T, température de l'aérodrome, étant la moyenne mensuelle des températures maximales quotidiennes, exprimées en degrés Celsius, du mois le plus chaud de l'année (ce dernier étant celui pour lequel la température moyenne mensuelle est la plus élevée),
t, température en atmosphère type à l'altitude de l'aérodrome, ayant pour valeur exprimée en degrés Celsius : $t = 15^\circ - 0,0065 h$;
- **le coefficient de pente**
($1 + n_3/100$) pour le calcul duquel $n_3 = 10 p$
p, pente moyenne de la piste exprimée en pour-cent, étant obtenu en divisant la différence d'altitude entre le point le plus haut et le point le plus bas par la longueur de la piste.
La longueur de piste obtenue en appliquant le coefficient global
 $N = (1 + n_1/100) (1 + n_2/100) (1 + n_3/100)$
- On portera attention à ce que les coefficients de correction, qui viennent d'être indiqués, ne sont valables que lorsque la correction cumulée d'altitude et de température ne dépasse pas 35 % :
 $(1 + n_1/100) (1 + n_2/100) \leq 1,35$
- Dans le cas contraire, une étude particulière s'impose pour laquelle il est conseillé de faire appel au S.T.B.A. En deca de son seuil de validité, il convient enfin de retenir que la correction ci-dessus est maximale en ce qu'elle prend en compte une température supérieure à celle qui règne le plus souvent sur l'aérodrome. Le choix d'un



coefficient plus faible pourra donc, si besoin était, être envisagé en concertation avec le S.T.B.A.

2.1.2. LARGEUR DE LA PISTE

a) PISTE REVÊTUE

La largeur d'une piste revêtue ne doit pas être inférieure à la dimension spécifiée dans le tableau récapitulatif

b) PISTE NON REVÊTUE

La largeur minimale d'une piste non revêtue est de 50 m ou de 80 m selon qu'il s'agit d'une piste pour avions ou d'une piste pour planeurs.

2.1.3. PROFIL EN LONG DE LA PISTE

a) PENTES LONGITUDINALES

La **pen**te moyenne **longitudinale**, obtenue en divisant, par la longueur de la piste, la différence entre les altitudes maximale et minimale mesurées sur son axe ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans le tableau récapitulatif

b) DISTANCE DE VISIBILITE

lorsque la lettre de code de l'aérodrome est C, D, E et F, tout point situé à 3 m au-dessus d'une piste soit visible de tout autre point situé également à 3 m au-dessus de la piste jusqu'à une distance au moins égale à la moitié de la longueur de la piste.

2.1.4. PROFILS EN TRAVERS DE LA PISTE

(Voir tableau récapitulatif)

2.1.5. TABLEAU RÉCAPITULATIF

Les caractéristiques géométriques stipulées ci-dessus sont, par commodité, regroupées dans le tableau N15



	Code lettre						Code chiffre
	A	B	C	D	E	F	
LARGEUR DES PISTES Piste équipée pour les approches de précision	30m	30m	30m	-	-	-	1
	30m	30m	30m	45	-	-	2
	30m	30m	30m	m	-	-	3
	-	-	45m	45	45	60	4
Piste revêtue équipée pour les approches classiques et à vue	18m	18m	23m	-	-	-	1
	23m	23m	30m	45	-	-	2
	30m	30m	30m	m	-	-	3
	-	-	45m	45	45m	60m	4
Piste non revêtue	50m	50m	-	-	-	-	1et2 planeur
	80m	80m	-	-	-	-	
PROFIL EN LONG Pente longitudinale moyenne	2 %	2 %	2 %	-	-	-	1
	2 %	2 %	2 %	1	-	-	2
	1 %	1 %	1 %	%	-	-	3
	-	-	1 %	1	1 %	1 %	4
Pente longitudinale ponctuelle	2 %	2 %	2 %	-	-	-	1
	2 %	2 %	2 %	1.5	-	-	2
	1.5 %	1.5 %	1.5 %	%	-	-	3
	-	-	1.25 %	1.2	1.25	1.25	4
Changement de pente longitudinale	2	2	2	-	-	-	1
	(%)	(%)	(%)	-	-	-	2
	2	2	2	1.5	-	-	3
	(%)	(%)	(%)	(%)	1.5	1.5	4
Rayon de raccordement Minimum	750	750	750	-	-	-	1
	0m	0m	0m	-	-	-	2



	750 0m 150 00m -	750 0m 150 00m -	750 0m 150 00m 300 00m	15 00 m 30 00 0m	- 300 00m	- 300 00m	3 4
Hauteur au-dessus de la piste (Distance de visibilité)	1.5 m	2m	2m	3m	3m	3m	1.2. 3.4
PROFILS EN TRAVERS Pentes transversales	2 (%)	2(%)	1.5(%)	1.5 (%)	1.5(%)	1.5(%)	1.2. 3.4

Tableau 16 : récapitulatif des principales caractéristiques géométriques d'une piste

2.1.6. ACCOTEMENTS DE PISTE

a) LARGEUR

Des accotements de piste s'étendent symétriquement de part et d'autre de la piste de telle sorte que la largeur totale de celle-ci et de ses accotements ne soit pas inférieure à 60 m lorsque la lettre de code est D ou E et à 75 m lorsque la lettre de code est F.

b) PENTES

Au raccordement de la piste et de son accotement, la surface de ce dernier doit être de niveau avec celle de la piste et sa pente transversale ne pas dépasser 2,5%.

Une pente négative allant jusqu'à 5 % peut toutefois être mise en œuvre sur les 3 premiers mètres d' accotements à l' extérieur du bord de piste afin de faciliter l' écoulement des eaux ou bien, lorsqu'il s'agit d'un renforcement de la piste, de se raccorder plus rapidement à l' existant.



2.1.7. RAQUETTE DE RETOURNEMENT



Figure 15 : Aéroport de Lille - Lesquin. Raquette de retournement au seuil 08

Pour les appareils ne pouvant effectuer un demi-tour sur la largeur de la piste, il est nécessaire de mettre en place une sur largeur de chaussée de forme particulière constituant une raquette de retournement,

	Code lettre					
	A	B	C	D	E	F
Marge e_R	1,50 m	2,25 m	3 m (a) ou 4,50 m (b)	4,50 m	4,50 m	4,50 m
Marge e'	1,50 m	2,25 m	5,70 m (a) ou 8,80 m (b)	8,80 m	8,80 m	8,80 m

(a) si la raquette est destinée à des avions dont l'empattement est inférieur à 18 m

(b) si la raquette est destinée à des avions dont l'empattement est supérieur ou égal à 18 m

Tableau 17 : Marges de sécurité pour les raquettes de retournement

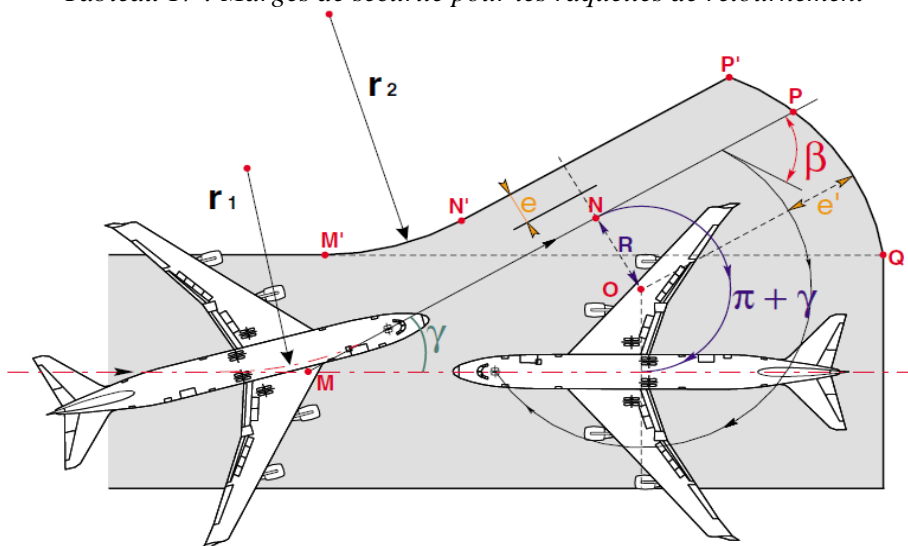


Figure 16 : Principe du tracé d'une raquette de retournement



Le trace de principe de la raquette s' établit en raccordant aux bords de piste et le segment de droite N' P' et l' arc de cercle P' PQ. Le rayon du congé de raccordement (r_2) entre le bord de piste et le bord rectiligne de la raquette sera pris égal a 50 m pour les avions de code lettre D, E, F et de 30 m pour les avions de code lettre A, B, C. Le rayon de raccordement (r_1) entre l'axe de piste et l'axe dévie de la raquette aura quant a lui une valeur de 30 m au moins (si possible 50 m) pour les avions de code lettre D, E, F et de 20 m (si possible 30 m) au moins pour les avions de code lettre

A, B, C. Le trace de principe est schématisé par le Figure N° 16.

Recommandations particulières :

- Du fait de la difficulté a réaliser un freinage précis sur un sol mouille et par sécurité dans les cas de mauvaise visibilité, la marge spécifique e est Majorée par rapport aux valeurs données par le Tableau N° 17.
- On s' efforcera de protéger les accotements de la raquette (mise en place de matériaux enrobes) contre le souffle des réacteurs (protection identique à celle préconisée pour les voies de circulation).
- Une protection particulière de l' extrémité de la raquette contre les effets de souffle des réacteurs est à prévoir. On s' efforcera de revêtir la zone en extrémité de piste sur une aire susceptible d' être soumise à un flux de la part des réacteurs excédant les 150 km/h.
- S' il est prévu d' installer à terme une voie de circulation parallèle à la piste, il est judicieux d' implanter la raquette de la même cote par rapport à la piste. Sinon, la raquette sera placée de la cote gauche de la chaussée.

2.1.8. BANDES DE PISTE

a) LONGUEUR DE LA BANDE

Une bande de piste doit s'étendre en amont du seuil et au-delà de l'extrémité de la piste ou du prolongement d'arrêt jusqu'a une distance **d** d'au moins :

	Code chiffre			
	1	2	3	4
Piste exploitée aux instruments	60	60	60	60
Piste revêtue exploitée à vue	30	60	60	60
Piste non revêtue	0	0	-	-

Tableau 18: Distance d en amont du seuil (valeurs exprimées en mètres)

b) LARGEUR DE LA BANDE

La largeur d'une bande de piste dépend des conditions d'utilisation pour lesquelles la piste est prévue. Ainsi sera-t-elle au moins égale aux valeurs du Tableau N° 19



	Code chiffre			
	1	2	3	4
Piste exploitée aux instruments	150	150	300	300
Piste revêtue exploitée à vue	60(a)	80	150	150

Tableau 19: Largeur d'une bande (valeurs exprimées en mètres)

c) BANDE AMENAGEE

La bande aménagée de **piste** est la partie de la bande englobant la piste - ainsi que le(s) prolongement(s) d'arrêt, lorsqu'il(s) existe(nt) - et dont la surface est aménagée pour accepter le roulement accidentel d'un avion.

	Code chiffre			
	1	2	3	4
Piste exploitée aux instruments	80	80	150	150
Piste revêtue exploitée à vue	60(a)	80	150	150

Tableau 20: largeurs d'une bande aménagée (valeurs exprimées en mètres)

d) PENTES DE LA BANDE

Les profils en long et en travers des bandes de piste doivent répondre a des conditions plus exigeantes dans la partie aménagée que dans la partie simplement dégagée.

➤ **PENTES LONGITUDINALES**

Hors partie aménagée, la pente longitudinale ne devra pas dépasser :

- 1,75% lorsque le chiffre de code est 3,

➤ **PROFIL EN TRAVERS DE LA BANDE**

Sur la bande aménagée, les pentes transversales doivent être suffisantes pour empêcher toute accumulation d'eau à la surface sans pour autant dépasser les valeurs de :

La Tableau suivant et le tableau qui lui est associe définissent pentes transversales ne devant pas être dépassées sur la bande.

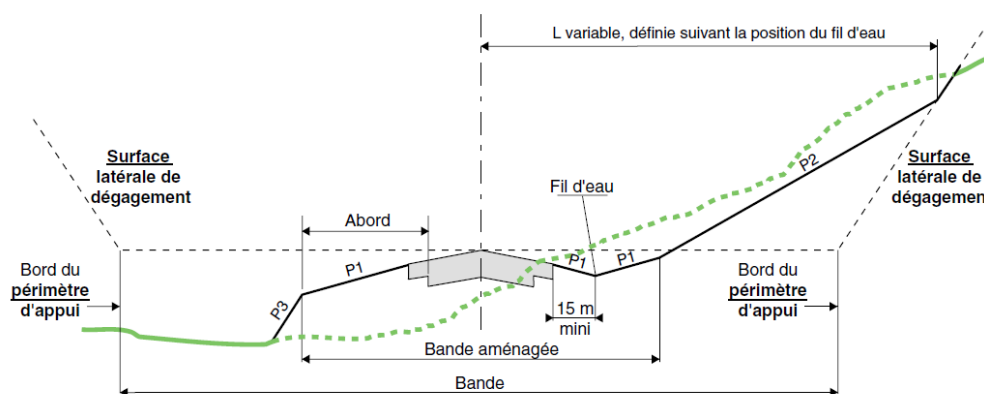


Figure 17 :schéma des pentes

Code chiffre	1 et 2	3 et 4
P1	3%	2,5%
P2	-	5%
P3	pente d'équilibre des talus	

Tableau 21: Pentas maximales admissibles pour le profil en travers d'une bande

2.1.9. Récapitulatif des caractéristiques géométriques des bandes

CODE CHIFFRE		1	2	3	4
Longueur minimale	Piste exploitée aux instruments	Piste + PA + 120 m (a)	Piste + PA + 120 m (a)	Piste + PA + 120 m (a)	Piste + PA + 120 m (a)
	Piste revêtue exploitée à vue	Piste + PA + 60 m (b)	Piste + PA + 120 m (a)	Piste + PA + 120 m (a)	Piste + PA + 120 m (a)
	Piste non revêtue	Piste + PA + PD	Piste + PA + PD	-	-
Largeur	Piste exploitée aux instruments	≥ 150 m	≥ 150 m	≥ 300 m	≥ 300 m
	Piste exploitée à vue	≥ 60 m (c)	≥ 80 m	≥ 150 m	≥ 150 m
Largeur de la partie Aménagée	Piste exploitée aux instruments	≥ 80 m	≥ 80 m	≥ 150 m	≥ 150 m
	Piste exploitée à vue	≥ 60 m (c) (d)	≥ 80 m	≥ 150 m	≥ 150 m



Pentes longitudinales	des parties dégagées et aménagée	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 1,75\%$	$\leq 1,5\%$
Pentes transversales	de la partie aménagée	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 2,5\%$	$\leq 2,5\%$

Tableau 22: récapitulatif des caractéristiques géométriques des bandes

PA : longueur du ou des prolongement(s) d'arrêt

PD : longueur du ou des prolongement(s) dégagé(s)

(a) si la piste possède un prolongement dégagé (≥ 60 m) a un seuil, la longueur de la bande sera de : piste + PD + 60m,

Si la piste possède un prolongement dégagé (≥ 60 m) a chaque seuil, la longueur de la bande sera de : piste + PD₁ + PD₂

(b) si la piste possède un prolongement dégagé (≥ 30 m) a un seuil, la longueur de la bande sera de : piste + PD + 30m,

Si la piste possède un prolongement dégagé (≥ 30 m) a chaque seuil, la longueur de la bande sera de : piste + PD₁ + PD₂

(c) 80 m pour les pistes pour planeurs

(d) 50 m pour les pistes non revêtues pour avions

2.2. LES VOIES DE CIRCULATION

Les voies de desserte appartenant à l'aire de trafic, seules seront considérées ci-après les voies de relation, dont l'ensemble appartient à l'aire de manœuvre et doit permettre une liaison aussi directe que possible entre les différents points de l'aire de mouvement afin de réduire au maximum le temps de roulage au sol des aéronefs (économie de carburant, gain de temps) et de contribuer à accroître la capacité du système.

Code Lettre	A	B	C	D	E	F
Avions critiques	Avions légers	CRJ-200/X GulfstreamII/IV	A-320/321 B-737 MD-80/90	A-300/310 B-757/767 DC-10 MD-11	A-330/340 B-747 B-777	Avions du futur (a)
Envergure Prise pour base	< 15 m	15 à 24 m	24 à 36 m	36 à 52 m	52 à 65 m	65 à 80 m
Largeur du train principal prise pour base	< 4,5 m	4,5 à 6 m	6 à 9 m	9 à 14 m	9 à 14 m	9 à 16 m

Tableau 23 : avions critiques par code lettre



2.2.1. TRACÉ DES VOIES DE RELATION

Destinées à permettre le déplacement rapide des aéronefs, les voies de relation doivent être le plus rectiligne possible et ne comporter qu'un minimum de courbes.

2.2.2. LARGEUR DES VOIES DE RELATION

La largeur d'une voie de relation doit être au moins telle que, le poste de pilotage de l'avion le plus exigeant devant l'emprunter étant supposé se déplacer à la verticale de l'axe de cette voie de relation, le flanc extérieur des roues de son train principal laisse entre lui et le bord de chaussée une distance respectant la marge de dégagement (dite également écart latéral admissible) e_R donnée par le Tableau ci dessous

Code lettre	Dégagement e_R
A	1,5 m
B	2,25 m
C	3 m, si la voie de relation est destinée à des avions dont l'empattement est inférieur à 18 m 4,5 m, si la voie de relation est destinée à des avions dont l'empattement est égal ou supérieur à 18 m.
D	4,5 m
E	4,5 m
F	4,5 m

Tableau 24 : Écart latéral admissible s'appliquant aux voies de relations

a) SECTIONS RECTILIGNES - LARGEUR DE BASE

En section rectiligne, la largeur minimale L d'une voie de relation est obtenue en ajoutant deux fois la marge de dégagement (ou écart latéral) e_R à la largeur hors tout T du train principal de l'avion le plus pénalisant.

La largeur minimale ($L = T + 2e_R$) d'une voie de relation en section rectiligne est schématisée par le Figure N° 19

La borne supérieure de la plage de largeur de train principal prise pour base de chaque lettre de code permet ainsi de faire correspondre à cette dernière une largeur minimale, dite largeur de base, figurant dans le Tableau N° 25

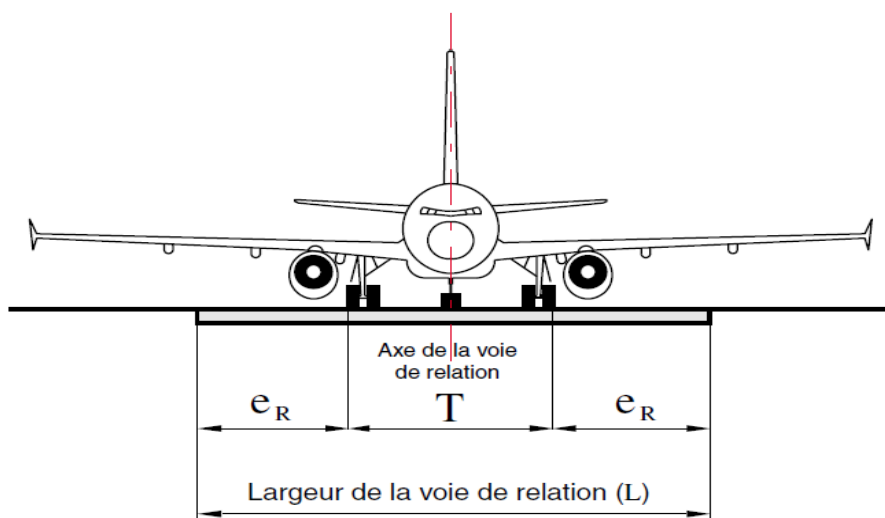


Figure 18 : Détermination de la largeur d'une voie de circulation

Code lettre	Largeur (L) des voies de relation
A	7,5 m
B	10,5 m
C	15 m si la voie de relation est destinée aux avions dont l'empattement est inférieur à 18 m (marge de 3 m), 18 m si la voie de relation est destinée aux avions dont l'empattement est égal ou supérieur à 18 m (marge de 4,5 m).
D	18 m si la voie de relation est destinée aux avions dont la largeur hors tout du train principal est inférieure à 9 m 23 m si la voie de relation est destinée aux avions dont la largeur hors tout du train principal est supérieure ou égale à 9 m
E	23m
F	25m

(a) la distinction faite ici tient à ce que la largeur hors tout T du train principal des avions relevant du code lettre D ne se situe pas toujours, pour ce critère, dans l'intervalle correspondant à ce même code lettre

Tableau 25 : Largeurs des voies de relation

b) SECTIONS COURBES - SURLARGEURS CONGÉS D'INTERSECTION

Dans les courbes, il convient de prévoir une sur largeur suffisante pour que, compte tenu du code de référence de l'aérodrome, les appareils pouvant y être accueillis respectent les marges de dégagement correspondant à la lettre de code.

La détermination des sur largeurs en section courbe doit faire l'objet d'une étude spécifique. Celle ci passe par le choix préalable du rayon R du cercle de raccordement d'axes, à l'aplomb duquel sont supposés devoir rester les postes de pilotage des avions qui



emprunteront la voie de relation et notamment de celui dont les caractéristiques doivent servir à la délimitation de la sur largeur.

Code lettre intérieurs	Rayons de congé minimaux
A	15 m
B	20 m
C	30 m
D	50 m
E	50 m
F	≥ 50 m

Tableau 26 : Rayons minimaux des congés de raccordement

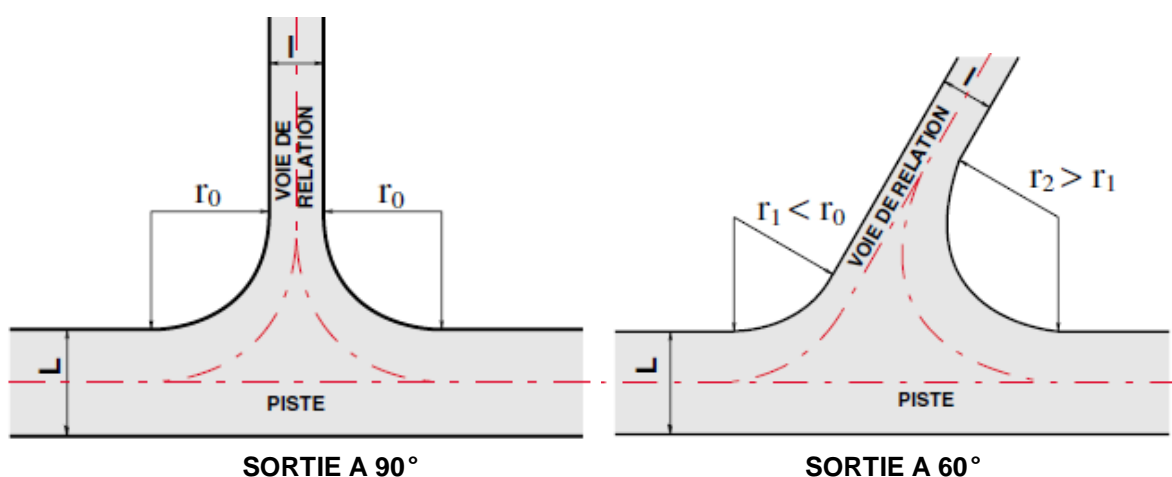


Figure 19 : Intersection entre une piste et une voie de relation à 90° et 60°

2.2.3. PENTES DES VOIES DE RELATION

2.2.3.1. PROFIL EN LONG

a) PENTE LONGITUDINALE

La pente longitudinale d'une voie de relation n'excèdera pas les valeurs cités dans le tableau de récapitulatif.

b) CHANGEMENT DE PENTE

Tout changement de pente longitudinale doit s'effectuer de manière à ce que le passage d'une pente à une autre soit réalisé par des surfaces courbes.

c) DISTANCE DE VISIBILITÉ

Lorsqu'un changement de pente sur une voie de relation est inévitable, la distance de visibilité doit être préservée de manière telle que, de tout point situé à une hauteur

2.2.3.2. PROFILS EN TRAVERS

De même que pour les pistes, les profils en travers des voies de relation sont de préférence composés de 2 versants plans symétriques formant toit. On peut toutefois, pour eux aussi,



admettre des profils en travers à pente unique, ou encore à 2 versants dissymétriques, si ces solutions conduisent à une diminution sensible du volume des travaux.

2.2.4. ACCOTEMENTS DES VOIES DE RELATION



Figure 20 : Aéroport de Marseille-Provence. Accotements d'une voie de relation

Désignée sous l'appellation de bande aménagée de voie de relation, la partie aménagée d'une voie de relation comprend la voie de relation elle-même et les parties traitées de part et d'autre en accotements de façon à éviter les projections ou ingestions de corps étrangers dans les groupes motopropulseurs et à permettre la circulation des véhicules terrestres de maintenance et d'entretien.

Les accotements de voies de relation doivent avoir les largeurs minimales les valeurs cités dans le tableau de récapitulatif de voies de relation.

2.2.5. BANDE DE VOIE DE RELATION

2.2.5.1. MARGE DE SÉPARATION

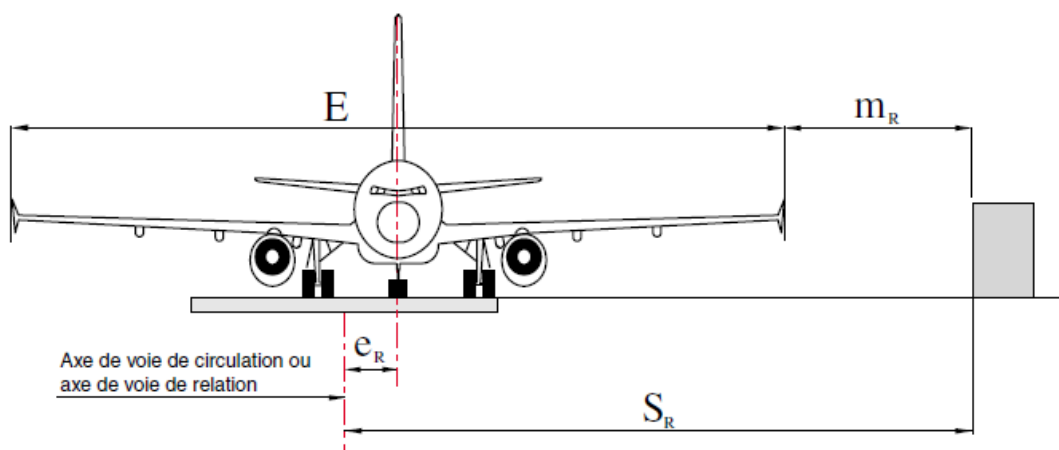


Figure 21 : Distance minimale entre l'axe de la voie de relation et un objet



La bande d'une voie de relation, dite également bande dégagée de la voie de relation, s'étend de part et d'autre de l'axe de cette voie, sur une largeur assurant une marge de séparation m_R entre tout obstacle extérieur et l'extrémité d'aile de l'appareil critique en circulation.

entre l'axe d'une voie de relation et un obstacle est par suite donnée par la relation :

$$S_R = \frac{E}{2} + M_R \text{ (avec } M_R = m_R + e_R)$$

Dans laquelle E est l'envergure de l'avion, e R e_R est l'écart latéral.

Le calcul de la distance minimale S_R est, pour chaque lettre de code, développé dans la figure N°25

Dans les courbes, une étude spécifique devra être effectuée au cas par cas pour s'assurer du respect de la marge de séparation ou de sécurité requise en fonction des caractéristiques de la voie considérée Le double de la distance minimale S_R constitue par

Les différentes valeurs possibles sont également rassemblées dans le tableau récapitulatif de vois de relation.

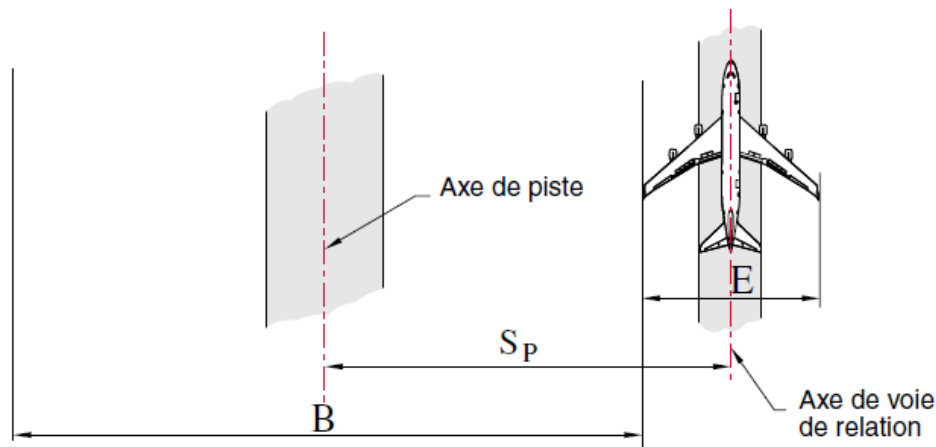


Figure 22 : Distance séparant axes de piste et de voie de relation

a) IMPLANTATION PAR RAPPORT À UNE PISTE

Obliger un appareil, circulant sur une voie de relation à respecter les dégagements des pistes desservies, aurait pour conséquence, compte tenu des hauteurs des empennages verticaux des avions (environ 20 m pour un B-737), d'éloigner considérablement des pistes les voies de relation. Cette condition préserve les possibilités d'atterrissage et de décollage sur la piste à laquelle la voie de relation est associée et permet de calculer l'espacement minimal S_P devant être ménagé entre axes de piste et de voie de relation par application de la relation suivante :

$$s_p = \frac{B+E}{2}$$

Code chiffre	Code lettre					
	A	B	C	D	E	F
1	37.5m	42m	48m	-	-	-
2	47.5m	52m	58m	-	-	-
3	-	-	93m	101m	-	-

Tableau 27 : Valeurs de S_P pour les pistes utilisées à vue



b) IMPLANTATION PAR RAPPORT À UNE VOIE DE RELATION PARALLÈLE

La distance S_C entre axes de deux voies de relation résulte de la conjugaison de leurs demi-bandes de manière à ne conserver entre elles qu'une seule fois la marge de sécurité M_R par rapport à un obstacle.

L'espacement minimal S_C entre axes de deux voies de relation parallèles est, par suite, donné par la relation :

$S_C = E + M_R$ (avec $M_R = m_R + e_R$) où m_R est la marge de séparation et est e_R l'écart latéral admissible.

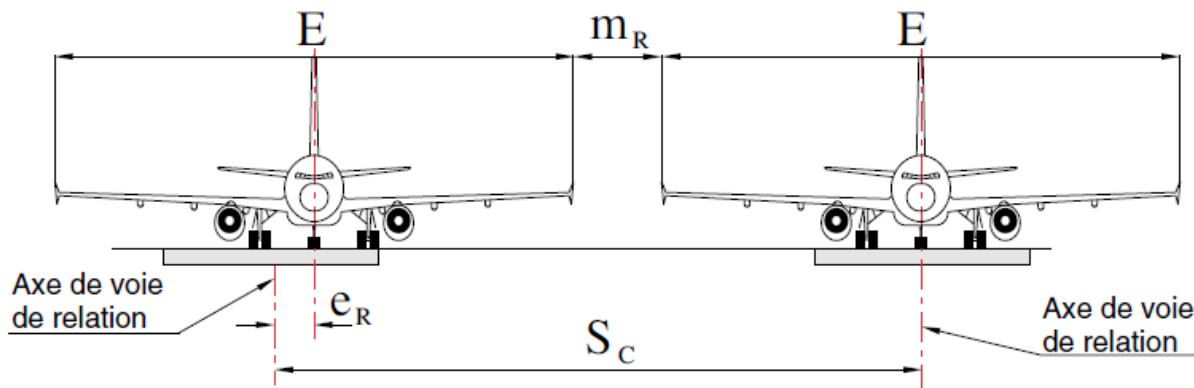


Figure 23 : Distance S_C de séparation entre deux voies de relation

Code Lettre	envergure e	Marge de séparation m_R	Ecart latéral e_R	Marge de sécurité M_R	Espacement S_C
A	15 m	4,5 m	1,5 m	6 m	21 m
B	24 m	7,25 m	2,25 m	9,5 m	33,5 m
C	36 m	7,5 m	3 m (a) ou 4,5 m	10,5 m (a) ou 12 m	46,5 m (a) ou 48 m
D	52 m	10 m	4,5 m	14,5 m	66,5 m
E	65 m	10,5 m	4,5 m	15 m	80 m
F	80 m	10,5 m	4,5 m	15 m	95 m

Tableau 28 : récapitulatif des marges entre deux voies de relation



1.2.6. SECTIONS PARTICULIÈRES D'UNE VOIE DE RELATION



Figure 24 : Aéroport de Paris-CDG. Pont de voie de relation

a) PONT DE VOIE DE RELATION

La largeur, mesurée perpendiculairement à l'axe, d'un pont de voie de relation, conçu pour supporter des avions, ne sera pas inférieure à celle de la bande aménagée de voie de relation sauf si une protection latérale est assurée par une méthode éprouvée ne présentant aucun danger pour les avions auxquels la voie est destinée.

b) AIRES D'ATTENTE

Dans le cas où l'aire d'attente est constituée par un élargissement de la voie, son dimensionnement doit respecter les caractéristiques des aires de stationnement. Dans le cas où l'aire d'attente est formée par un ensemble de voies, la distance entre axes de ces voies doit permettre de respecter les marges de sécurité définies précédemment.

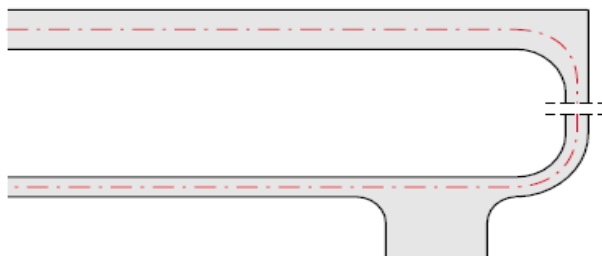


Figure 25 : Exemple d'aire d'attente

2.2.7. TABLEAU RECAPITULATIF

Les caractéristiques géométriques stipulées ci-dessus sont, par commodité, regroupées dans le Tableau ci dessous



		Code lettre					
		A	B	C	D	E	F
LARGEUR DES VOIES DE RELATION	Marges des abords (écart latéral) e_R	1,5 m	2,25 m	3 m (a) ou 4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m
	Largeur de base (L)	7,5 m	10,5 m	15 m (a) ou 18 m	18 m (b) ou 23 m	23 m	25 m
	Congés (rayon intérieur minimal)	15 m	20 m	30 m	50 m	50 m	≥ 50 m
PROFILS EN LONG	Pentes moyennes (maxima)	3%	3%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
	Changement de pente (maxima)	1% par 25 m	1% par 25 m	1% par 30 m	1% par 30 m	1% par 30 m	1% par 30 m
	de raccordement minimal	2500 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
	Distance de visibilité	h=1,5 m D=150m	h=2 m D=200m	h=3 m D=300m	h=3 m D=300m	h=3 m D=300m	h=3 m D=300m
PROFILS EN TRAVERS	Pente transversale minimale	2% (c)	2%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
ACCOTEMENTS DES VOIES DE RELATION	Largeur minimale	4,5 m	7,25 m	7,5 m	10 m	10,5 m	17,5 m
	Pente des abords	$3\% \leq p \leq 5\%$	$3\% \leq p \leq 5\%$	$2,5\% \leq p \leq 5\%$	$2,5\% \leq p \leq 5\%$	$2,5\% \leq p \leq 5\%$	$2,5\% \leq p \leq 5\%$
	Etat de surface	Non traitée	Non traitée	Traitée	Traitée	Traitée	Traitée
BANDE DES VOIES	Marges de sécurité (M_R)	6 m	9,5 m	10,5 m (a) ou 12 m	14,5 m	15 m	15 m
	Largeur (L_R)	27 m	43 m	57 m (a) ou 60 m	81 m	95 m	110 m
	Largeur de la bande aménagée (L_{BA})	16,5 m	25 m	30 m (a) ou 33 m	38 m (b) ou 43 m	44 m	60 m

Tableau 29 : Récapitulatif de la voie de relation

- (a) Si la voie de relation est destinée à des avions dont l'empattement est inférieur strictement à 18 m
- (b) Si la voie de relation est destinée à des avions dont la largeur hors tout du train principal est inférieure strictement à 9 m
- (c) 2,5% à 3% pour les voies non revêtues

2.3. Aire de stationnement

2.3.1. Circulation, manœuvres et guidage des avions

a) Circulation de desserte

C'est ainsi que, pour les voies de desserte, la marge de dégagement (dite également écart latéral admissible) e_d est réduite aux valeurs données dans le tableau 30 ci-après :



Code lettre	½ envergure 0,5 E	Marge de séparation m _D	Ecart latéral e _D	Marges de sécurité M _D = m _D + e _D	Distance minimale S _D entre axe de voie de desserte et un objet
A	7,5 m	+ 3 m	+ 1,5 m	4,5 m	12 m
B	12 m	4,5 m	+ 1,5 m	6 m	18 m
C	18 m	+ 6 m	+ 2 m	8 m	26 m
D	26 m	7,5 m	+ 2,5 m	10 m	36 m
E	32,5 m	7,5 m	+ 2,5 m	10 m	42,5 m
F	40 m	+ 7,5 m	+ 2,5 m	10 m	50 m

Tableau 30 : La largeur de la bande dégagée de voie de desserte ainsi définie

$L_D = E + 2 M_D$ est donc de :

	Code lettre					
	A	B	C	D	E	F
Largeur de bande(L _D)	24 m	36 m	52 m	72 m	85 m 100 m	24 m

Tableau 31 : Largeur de la bande de voie de desserte

Le raccordement de la ligne d'entrée sur le poste à l'axe de la voie de desserte conduit à distinguer : -la ligne de raccordement simple (système français),

Lettre de code	Rayon
C	15 m
D	25 m
E, F	30 m

Tableau 32: Rayons de raccordement de la ligne d'entrée sur le poste à l'axe de la voie de desserte

Note : Pour les avions légers, on prendra un rayon compris entre 3 m et 10 m.

2.3.2. Détermination de la surface globale nécessaire d'aire de trafic

Pour obtenir approximativement la superficie totale des N postes de stationnement, il suffit, en général, de raisonner sur leur répartition en six grandes familles de tailles homogènes, C₀, C₁, D₀, D₁, E et F, affinant, pour l'occasion et comme il apparaît sur le tableau 30 ci-après, la classification par lettre du code de référence de l'O.A.C.I.



familles d'avions	envergure (en m)
C ₀	24 ≤ E < 30
C ₁	30 ≤ E < 36
D ₀	36 ≤ E < 48
D ₁	48 ≤ E < 52
E	52 ≤ E < 65
F	E ≥ 65

Tableau 33 : des grandes familles d'avions

2.3.2. Détermination de la profondeur de l'aire de trafic

Il est recommandé à cette fin d'observer les minima données par le tableau 36 ci-après pour la distance séparant le bord intérieur de la bande de la voie de desserte de celui intérieur de la route de service longeant le front des installations.

Lettre de code	Profondeur minimale à réserver pour le long terme pour une position de stationnement	
	nez dedans à 90°	oblique arrière à 45°
A	25 m	
B	32,50 m	40 m
C	52 M	57 m
D	70 m	72 m
E	85 m	84 m
F	100 m	

Tableau 34 : récapitulatif de la profondeur minimale à respecter

2.4. Classification des aérodromes

2.4.1. Introduction

La première guerre mondiale avait ouvert la voie au transport aérien par les progrès qu'elle avait fait faire à l'aviation et par la mise sur le marché d'un parc important d'aéronefs qui ne demandaient qu'à être désarmés.

La seconde guerre mondiale a également métamorphosé le paysage aéronautique en produisant des avions banalisant les longues distances mais exigeant des infrastructures adaptées, accessibles en toutes circonstances.

Tenue à faire le tri entre les aérodromes qui lui étaient laissés et d'adapter ceux qu'elle conserverait aux prévisions du trafic, la France s'est engagée, dès 1946, dans une démarche de planification aéroportuaire.

C'est dans ce contexte que la loi du 2 octobre 1946 stipule que les aérodromes publics et privés « destinés à la circulation aérienne publique font l'objet d'une classification établie en tenant compte des caractères et de l'importance du trafic qu'ils doivent assurer ».



3.4.2. Classification du code de l'aviation civile

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

Tableau 35 : Classification du code de l'aviation civile

Nouvelle configuration de l'aérodrome

3. Orientation de la piste

3.1. INTRODUCTION

Notre projet se base sur l'aménagement des infrastructures aéroportuaires de manière que la plate forme pourra accueillir des avions de types porteurs en particulier le **B737-500**. Le site prévu pour l'aérodrome se situe dans les environs de la ville de **Guelma**, donc dans la partie de la plate forme de tellien au pied de l'atlas telli, il appartient au type de moyenne altitude dont la cote moyenne de 240 m.

3.1.2. INFRASTRUCTURE PROGETES

Les infrastructures à projeter consiste :

a) Piste principale

C'est une piste de décollage et d'atterrissage, les raquettes de retournement prévu aux seuils 13 et 31 sont du type Boeing737-500 (HM).

b) Voie de circulation

Ils sont conçus pour faciliter le mouvement des aéronefs. La largeur des voies est déterminée en fonction de la classe de l'aérodrome.

c) Un parking ou Aire de stationnement

Conçue pour le stationnement des aéronefs.

d) Bretelles de liaison

Se sont des bretelles liées à la piste principale.



3.1.3. NORME A RESPECTER

Dans le cadre des études des infrastructures du projet, nous **avant** pris en compte les règles techniques de conception et de calcul conformément aux normes internationales imposées par L'O.A.C.I concernant :

- Pentas longitudinales et transversales
- Aménagement des accotements
- Aménagement de bande de piste
- Raccordement entre bretelle et piste par courbe
- Distance entre changement de pente.

3.1.4. ETUDE PRELIMINAIRES

Des aérodromes sont classés selon la fonction prévue pour ce dernier, et selon les besoins à satisfaire :

La classification des aérodromes s'établissent selon les critères suivants :

- Nature du trafic assuré
- Infrastructures projetées
- Aides à la navigation et services au sol
- Services prévus dans l'intérêt de la sécurité aéronautiques en fonction des divers critères énumérés l'aérodrome de **Guelma** est de classe C tel que C représente la lettre de code et 3 représente le chiffre de code.
- Le trafic constitue un élément, de base pour l'étude d'un aérodrome. Il est aussi important pour les pistes que pour les routes. nous a proposé un trafic de 01 mouvements par jour (01 mvt) du 737-500 ou des avions équivalent, pour chaque nombre de mouvements donnés, il est nécessaire de faire une correction pour la charge exercée sur R.S.E (roue simple équivalente) ou sur jambe d'atterrisseur.

4.1.5. Climatologie

a) Température

A chaque avion correspond une longueur de base nécessaire pour le décollage ou l'atterrissage. Mais les longueurs de base sont souvent corrigées en fonction de la pression et de la température, cette dernière est elle-même liée directement à l'altitude ; la température est donc un facteur très important pour la réalisation d'un aérodrome du fait qu'elle influe directement sur les performances des avions (à l'atterrissage et au décollage). Le secteur étudié appartient aux terrains avec climat Sub humide c'est à dire le passage du climat de tell au les caractéristiques principales de ce climat est doux et pluvieux en hivers et chaud humide en été.

Dans le but d'une analyse plus détaillée on a pris comme approximation ces données de certains éléments du climat obtenu dans la situation météo climatologique de Guelma pour une période de plusieurs années :

- Température du mois le plus chaud : 36.31C°
- Température moyenne du même mois : 27.67C°



- Température moyenne annuelle : 17.92C°
- Température maximale moyenne annuelle : 25.08C°

b) Précipitations

Les sommes moyennes annuelles des précipitations atmosphériques dans une période donnée étaient de 635.74mm.

Les plus grandes sommes de précipitations tombent pendant le mois de janvier (en moyenne de 105.44

c) Vents

Les pistes des aérodromes sont généralement orientées dans la direction des vents dominant mais évitant les obstacles.

Les vents dominants sont du secteur Nord, les vitesses moyennes sont de 1,81 m/s environ sans grande variation d'un mois à l'autre. (D'après les mesures de la station de météorologique de Guelma).

d) Vents traversiers

Le vent traversier est la composante du vent perpendiculairement à la piste. L'atterrissage par vent traversier est une opération assez délicate qui dépend des caractéristiques et des performances de l'avion. Pour chaque classe d'aérodrome on adopte une valeur de vent traversier admissible exprimée en m/s.

$$v_e = v_v \cdot \sin\alpha \cdot u$$

Avec U : en fonction du poids de l'avion. (Plus le poids est important, plus U est élevé).

e) Coefficient d'utilisation

Les avions décollent et atterrissent suivant une ou plusieurs directions privilégiées, cette notion de direction d'envol privilégiée peut être matérialisée. On utilisant les expressions de fréquences d'utilisation les directions d'envol choisi sur un aérodrome seront d'autant meilleurs qu'elles pourront être plus. Fréquemment utilise. On caractérise cette fréquence par le coefficient d'utilisation est le rapport entre le nombre des cas pour lesquelles on à souhaitée utiliser une direction et nombre de ce ou on à pu réutiliser la direction considérée. Se coefficient d'utilisation est alors égale au pourcentage des cas ou les observations météorologiques ont étaient favorable. Si donc on dispose de N observation météo et si donc N1 cas on à pu sont volée dans la direction donnée le coefficient d'utilisation

$$c = \frac{N_1}{N} \times 100$$

N_1 : Nombres de cas admissibles.

N : Nombre d'observation total.

Cette définition des coefficients d'utilisation s'étant évidemment a un ensemble de direction lorsqu'un aérodrome comporte plusieurs pistes il n'est pas absolument indispensable et se serraient d'ailleurs très difficile qu'un aérodrome et un coefficient de 100% on admet que dans Certains cas exceptionnels la force et la direction du vent créés des difficultés pour l'utilisation de l'aérodrome ses difficultés sont raisonnées par l'utilisation des aérodromes de



dégagement ou de déroutement, le minima fixé par L'O.A.C.I comme coefficient d'utilisation sont pour chaque aéroport les suivantes :

- Cat A ▶ 95%
- Cat B ▶ 95%
- Cat C ▶ 80%
- Cat D ▶ 70%

Il faut donc connaître dans quel cas il est possible d'utiliser les directions données. La règle qui permet de déterminer la possibilité d'utilisation repose sur la considération du vent traversier.

Le vent traversier et la composante du vent perpendiculaire à la piste ont effet supposant un appareil en vol ayant une vitesse propre V_P et subissant un vent de vitesse V_V l'avion se déplacera suivant la direction V diagonale du parallélogramme vue du sol l'avion dont l'axe à la direction V_p et que se déplace suivant V semble voler obliquement.

- Cat A ▶ 13m/s ▶ 26 Noeuds
- Cat B ▶ 10m/s ▶ 20 Noeuds
- Cat C ▶ 7m/s ▶ 14 Noeuds
- Cat D ▶ 5m/s ▶ 10 Noeuds

Pour calculer le coefficient d'utilisation C , on doit disposer d'observation météo portant sur la direction et la force du vent faite pendant Sans au minimum. En raison de 8 observations par jour, suivant 16 directions. Les résultats seront après réunis à double entrée, comportant 16 colonnes, correspondant aux 16 directions de la rose du vent et dont les lignes correspondant aux vitesses d'accroissant du vent sur lequel en inscrit pour chaque direction et vitesse le nombre d'observation cumulée.

Nous avons établi la rose du vent pour calculer le coefficient d'utilisation C en utilisant seulement 8 orientations dont les observations ont été faites pendant 10 ans.

Direction (N-S)

Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés
totale	10118	9891
NNW	1671	1671
NW	1002	1002
WNW	411	411
W	389	388
WSW	187	187
SW	552	531
SSW	205	204
S	1304	1255
SSE	1172	1172
SE	530	530
ESE	196	196
E	425	414
ENE	86	86
NE	753	604
NNE	180	179
N	1082	1061



$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=9891+62369=72260$$

$$C_1 = \frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{72260}{72487} \times 100 = 99.69 \%$$

Direction (NNE-SSW)

Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés
Totale	10118	9740
NNW	1671	1579
NW	1002	851
WNW	411	411
W	389	371
WSW	187	187
SW	552	552
SSW	205	205
S	1304	1304
SSE	1172	1092
SE	530	517
ESE	196	195
E	425	375
ENE	86	86
NE	753	753
NNE	180	180
N	1082	1082

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=9740+62369=72108$$

$$C_2 = \frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{72108}{72487} \times 100 = 99.48 \%$$

Direction (NE-SW)

Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés
totale	10118	9390
NNW	1671	1389
NW	1002	794
WNW	411	411
W	389	386
WSW	187	187
SW	552	552
SSW	205	205
S	1304	1255
SSE	1172	988
SE	530	517
ESE	196	195
E	425	414
ENE	86	86
NE	753	753
NNE	180	180
N	1082	1078

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=9390+62369=71759$$

$$C_3 = \frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{71759}{72487} \times 100 = 98.99 \%$$

Direction (ENE-WSW)



Totale	10118	8962
NNW	1671	1304
NW	1002	841
W/NW	411	411
W	389	389
W/SW	187	187
SW	552	552
SSW	205	205
S	1304	1096
SSE	1172	936
SE	530	517
ESE	196	195
E	425	425
ENE	86	86
NE	753	753
NNE	180	180
N	1082	884
Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=8962+62369=71331$$

$$C_4=\frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{72108}{72487} \times 100 = 98.41 \%$$

Direction (E-W)

totale	10118	9148
NNW	1671	1389
NW	1002	978
W/NW	411	411
W	389	389
W/SW	187	187
SW	552	548
SSW	205	204
S	1304	1026
SSE	1172	980
SE	530	530
ESE	196	195
E	425	425
ENE	86	86
NE	753	736
NNE	180	179
N	1082	884
Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=9148+62369=71517$$

$$C_5=\frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{71517}{72487} \times 100 = 98.67 \%$$

Direction (ESE-WNW)

totale	10118
NNW	1671
NW	1002
W/NW	411
W	389
W/SW	187
SW	552
SSW	205
S	1304
SSE	1172
SE	530
ESE	196
E	425
ENE	86
NE	753
NNE	180
N	1082
Direction Du vent	Nombre d'observation



9592
1639
1002
411
389
187
539
203
1096
1120
530
198
425
86
656
178
933
Vents absorbés

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=9592+62369=71961$$

$$C_6 = \frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{71961}{72487} \times 100 = 99.27 \%$$

Direction (SE-NW)

Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés
totale	10118	10008
NNW	1671	1671
NW	1002	978
W/NW	411	411
W	389	363
W/SW	187	187
SW	552	549
SSW	205	205
S	1304	1304
SSE	1172	1172
SE	530	530
ESE	196	195
E	425	359
ENE	86	86
NE	753	736
NNE	180	180
N	1082	1082

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=10008+62369=72375$$

$$C_7 = \frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{72375}{72487} \times 100 = 99.84 \%$$

Direction (SSE-NNW)

Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés
totale	10118	9966
NNW	1671	1671
NW	1002	1002
W/NW	411	411
W	389	371
W/SW	187	187
SW	552	539
SSW	205	205
S	1304	1304
SSE	1172	1172
SE	530	530
ESE	196	196
E	425	375
ENE	86	85
NE	753	656
NNE	180	180
N	1082	1082

$$N=10118+62369=72487$$

$$N_1=9740+62369=72335$$

$$C_8 = \frac{N_1}{N} \times 100 = \frac{72108}{72487} \times 100 = 99.80 \%$$



f) Conclusion

D'après les résultats obtenus la direction pour laquelle correspond le milieu coefficient d'utilisation qui est $C = 99.84$ est la direction NW-SE donc notre piste sera orientée de $135^\circ - 315^\circ$

C'est-à-dire en nombre décimaux : $135^\circ - 315^\circ$

L'aérodrome existant orientée à un nombre décimaux $127^\circ - 307^\circ$

- Donc en garde la même orientation de l'aérodrome existant

PRESENTATION DU SUJET

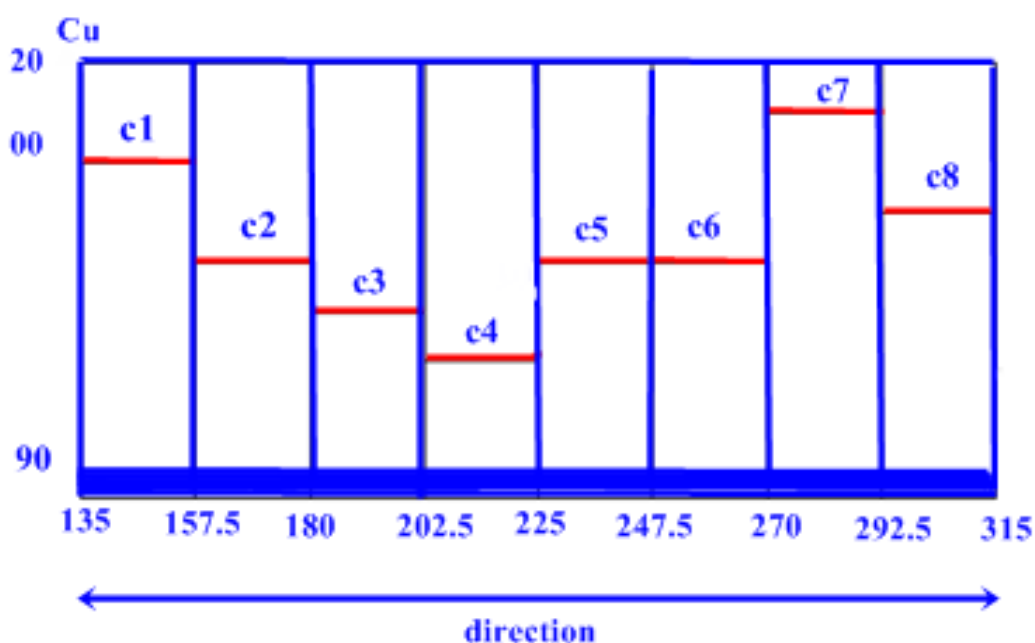


Figure 26 : la direction de la piste

$Cu_{max} = 99.84$

Direction Du vent	Nombre d'observation	Vents absorbés
N	1082	1082
NNE	180	180
NE	753	736
ENE	86	86
E	425	359
ESE	196	195
SE	530	530
SSE	1172	1172
S	1304	1304
SSW	205	205
SW	552	549
WSW	187	187
W	389	363
WNW	411	411
NW	1002	978
NNW	1671	1671
totale	10118	10008

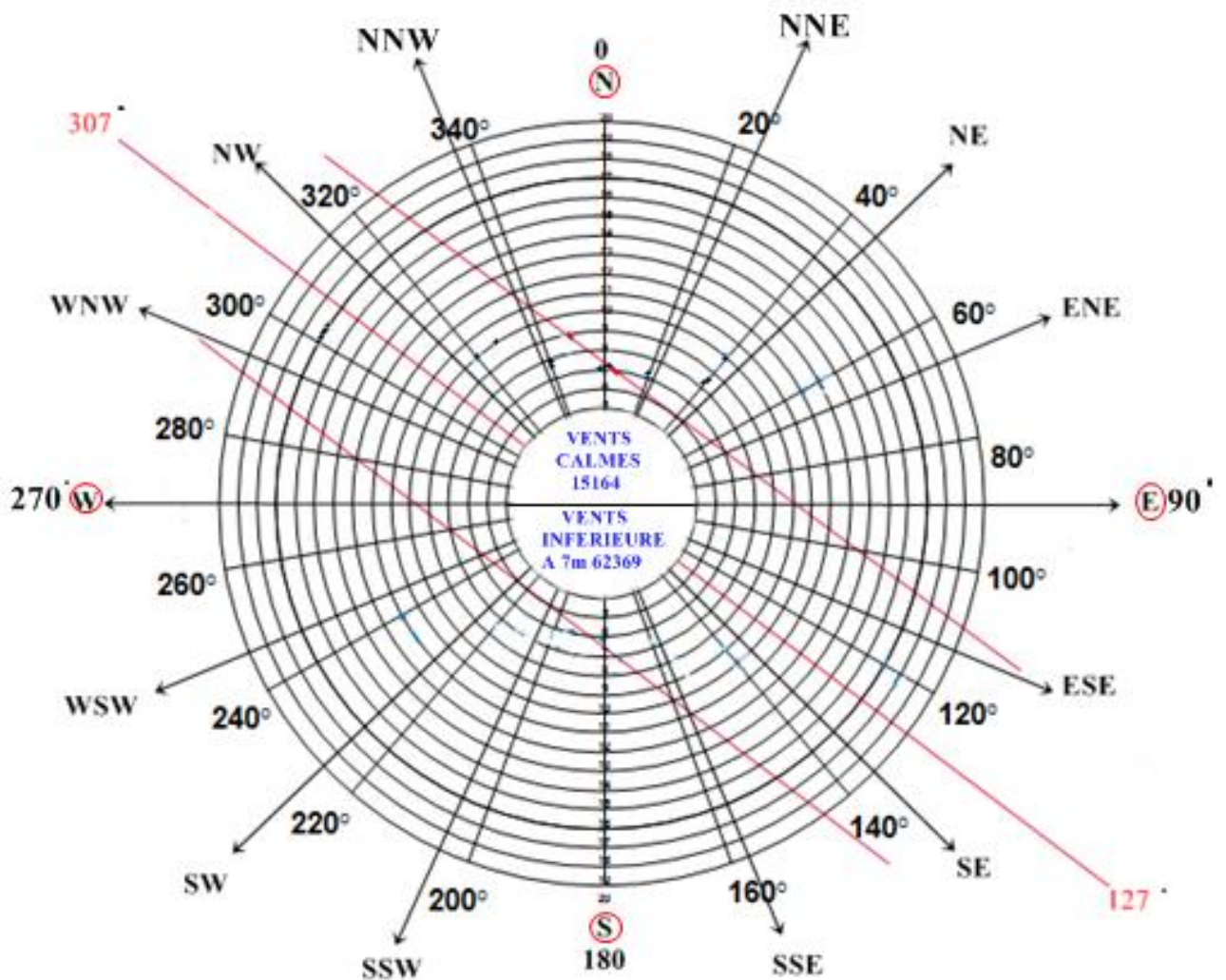


Figure 27 : La rose des vents

4. Classification de l'aérodrome visé

4.1. PROLONGEMENT DE LA PISTE EXISTANT

L'objectif du réaménagement de l'aérodrome est de lui donner un aspect d'une infrastructure de transport fiable (voyageur commercial,...)

Pour satisfaire ce besoin il faut tenir compte :

- les avions disponibles, (air Algérie ayant quelque type d'avion)
- la distance entre les aérodromes,
- Le trajet origine-destination prévisionnelle (ligne interne)

Les avions qui répondent à ces besoins sont **BOEING 737-500(HM)** et **ATR**

- **BOEING 737-500(HM)**



- Longueur d'écoulage $L_r = 1518$ m
- 106-108 passagères

Pour recevoir cet avion (Boeing 737-500 (HM)) il faut l'aérodrome ayant une longueur de : $1518 \times 1.315 = 1996.17\text{m} = > 2000$ m

Dont il recommandé que la piste de l'aérodrome doive être prolongée de 500 m afin de pouvoir reçu cet avion

Classification de l'aérodrome

L'aérodrome de Belkheir sera classé 3C

On plus du cet avion l'aérodrome peut recevra des nouveaux avions

AVION	TYPE	MTOW (kg)	Envergure (m)	Voie (m)	Lettre de code	Longueur Décollage *(m)	Chiffre de code
boeing737-500				5,23	C	1518	c
ATR 72 200							
Beech 1900 D	Turboprop Bi	7 688	17,67	5,23	B	1140	2
Shorts 330	Turboprop Bi	10 160	22,76	4,24	B	1 128	2
Dornier 328-100	Turboprop Bi	13 990	20,98	3,22	B	1100	2
DHC-8-400 Bombardier	Turboprop Bi	25 855	28,12	8,79	C	1 128	2
Cessna 550 Citation Bravo	Jet Bi	6 486	15,90	4,06	B	1 036	2
Fokker 60	Turboprop Bi	21 950	29,00	-	C	1 054	2
ATR 42-320	Turboprop Bi	16 700	24,57	4,10	C**	1 040	2
ATR 42-300	Turboprop Bi	16 700	24,57	4,10	C**	1 090	2

Tableau 36 : avions de la classe c3

5. caractéristique géométriques de l'aérodrome

Aménagement proposée :

- Piste principal 2000m
- Bretelle 300m
- Aire de stationnement 100x250m

Dans le cadre des études des infrastructures du projet, nous avons pris en compte les règles techniques de conception et de calcul conformément aux normes internationales imposées par L'O.A.C.I concernant :

5.1 La piste

5.1.1. Profil en long.

- Le profil en long des pistes doit être aussi plat que possible. il est recommandé que la pente obtenue en divisant la différence entre le niveau maximal et minimal le long de l'axe de piste par la longueur de la piste ne dépasse pas 1% lorsque le chiffre de code est 3 et 4



- Il est recommandé qu'aucune portion de piste ne présente une pente longitudinale dépassant 1.5% lorsque le code est 3, En outre, sur les premier et dernier quarts de la longueur de la piste, la pente longitudinale ne doit pas dépasser 0,8% dans les cas suivants :
- Lorsque le chiffre de code est 3 et avec une approche de précision de catégorie II ou III,
- Il est recommandé de réaliser le passage d'une pente à une autre par des courbes de raccordement le long desquelles la pente ne varie pas de plus de 0.2% par 30m (rayon de courbure minimal de 15.000m) lorsque le chiffre de code est 3

Lorsqu'ils sont inévitables, les changements de pente longitudinales devraient être tel que lorsque la lettre de code est C, D ou E, tout point situé à 3m au-dessus d'une piste soit visible de tout autre point situé également à 3m au-dessus de piste jusqu'à une distance au moins égale à la moitié de la longueur de la piste

- Il est recommandé que la distance entre les points d'intersection de deux courbes successives ne soit pas inférieure à la plus grande des valeurs suivantes
- Produit de la somme des valeurs absolues des changements de pente correspondant par la longueur appropriée 15000 m lorsque le chiffre de code est 3.

La projection de la ligne rouge a été faite de manière à respecter les critères arrêtés dans les hypothèses de base. La ligne rouge généralement soulevé de 50 cm de qu'il existe, Sur l'ensemble du tracé la ligne rouge a été aménagée de telle sorte qu'on relève cette dernière afin d'assurer l'écoulement des eaux de surface et d'assurer la coordination dans la limite du possible entre le tracé en plan et le profil en long.

5.1.2. Profil en travers :

- Largeur de la chaussée revêtue : 30m pour la piste.
- Accotements de 7.50m de largeur chacun,
- bande

Pour assurer un assèchement aussi rapide que possible, il est recommandé que la pente transversale soit de 1.5% lorsque la lettre d'identification de la piste est C.

La pente transversale ne devrait en aucun cas être supérieur aux valeurs susmentionnée, ni inférieure à 1%, sauf aux intersections de piste à de voie de circulation, auquel de pente moins prononcée peuvent être nécessaires.

- Il recommandé que la pente transversale soit sensiblement la même tout le long d'une piste, sauf aux intersections avec une autre piste ou avec une voie de circulation. Où il conviendra d'assurer une transition régulière, compte tenu de la nécessité d'un bon d'écoulement des eaux

5.1.3. Accotements de piste :

- Il recommandé qu'au raccordement d'un accotement et de la piste, la surface de l'accotement soit de niveau avec la surface de la piste et que la pente transversale de l'accotement ne dépasse pas 2.5%.



5.1.4. Aires de demi-tour sur piste

a) Généralités

- Il est recommandé qu'une aire de demi-tour soit aménagée aux extrémités des pistes qui ne sont pas desservies par une voie de circulation ou par une voie de demi-tour et où la lettre de code est A, B ou C, afin de faciliter l'exécution de virages à 180°.
- Il est recommandé de construire l'aire de demi-tour du côté gauche ou du côté droit de la piste à chacune de ses extrémités et, si on le juge nécessaire, à des points intermédiaires, en joignant les chaussées.
- Le virage serait plus facile à amorcer si l'aire de demi-tour était située du côté gauche, étant donné que le siège gauche est la place normale du pilote commandant de bord.
- Il est recommandé que l'angle d'intersection de l'aire de demi-tour sur piste avec la piste ne soit pas supérieur à 30°.
- Il est recommandé que l'angle de braquage du train avant utilisé pour la conception de l'aire de demi-tour sur piste ne soit pas supérieur à 45°.
- L'aire de demi-tour sur piste sera conçue de telle manière que lorsque le poste de pilotage de l'avion auquel elle est destinée reste à la verticale des marques de l'aire, la marge entre les roues extérieures de l'atterrisseur principal de l'avion et le bord de l'aire de demi-tour ne sera pas inférieure à la valeur indiquée dans le tableau ci-dessous :

Lettre de code	Marge (m)
A	1.5
B	2.25
C	3 m si l'aire de demi-tour est destinée à des avions dont l'empattement est inférieur à 18 m 4.5 m, si l'aire de demi-tour est destinée à des avions dont l'empattement est égal ou supérieur à 18 m
D	4.5
E	4.5
F	4.5

Tableau 37 : Tableau a l'Aire de demi-tour

b) Pentés des aires de demi-tour sur piste :

- Il est recommandé que les pentes longitudinale et transversale des aires de demi-tour sur piste soient suffisantes pour empêcher l'accumulation d'eau sur la surface et permettre l'écoulement rapide de l'eau de surface. Il est également recommandé que les pentes soient les mêmes que celles des surfaces des chaussées des pistes adjacentes.

c) Surface des aires de demi-tour sur piste :

- La surface des aires de demi-tour sur piste ne présentera pas d'irrégularités susceptibles d'endommager les avions.



- Il est recommandé que la surface des aires de demi-tour sur piste soit construite de manière à offrir de bonnes caractéristiques de frottement lorsqu'elle est mouillée,

d) Accotements des aires de demi-tour sur piste :

- Il est recommandé de doter les aires de demi-tour sur piste d'accotements d'une largeur suffisante permettant d'éviter l'érosion superficielle due au souffle des réacteurs des avions les plus exigeants auxquels l'aire de demi-tour est destinée, ainsi que toute possibilité d'endommagement des moteurs d'avion par l'impact de corps étrangers.
- Note. La largeur des accotements devra au moins englober le moteur extérieur de l'avion le plus exigeant; elle pourrait donc être supérieure à celle des accotements de la piste desservie par l'aire de demi-tour.
- Il est recommandé que les accotements d'une aire de demi-tour sur piste soient capables de résister au passage occasionnel de l'avion pour lequel l'aire a été prévue sans que cet avion subisse de dommages structurels et qu'ils soient aussi capables de supporter le poids des véhicules terrestres qui pourraient circuler sur eux.

5.1.5. Bandes de piste

a) Généralités

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

b) Longueur des bandes de piste

- La bande de piste s'étendra en amont du seuil et au-delà de l'extrémité de la piste ou du prolongement d'arrêt jusqu'à une distance d'au moins :
 - 60 m lorsque le chiffre de code est 3 .

Autant que possible, toute bande à l'intérieur de laquelle s'inscrit une piste avec approche de précision s'étendra latéralement, sur toute sa longueur, de part et d'autre de l'axe de la piste et du prolongement de cet axe, jusqu'à au moins :

- 150 m lorsque le chiffre de code est 3 ou 4.
- Il est recommandé que toute bande à l'intérieur de laquelle s'inscrit une piste avec approche classique s'étende latéralement, sur toute sa longueur, de part et d'autre de l'axe de la piste et du prolongement de cet axe, jusqu'à au moins
 - 150 m lorsque le chiffre de code est 3 ou 4.
- Il est recommandé que toute bande à l'intérieur de laquelle s'inscrit une piste à vue s'étende latéralement, sur toute sa longueur, de part et d'autre de l'axe de la piste et du prolongement de cet axe, jusqu'à une distance, par rapport à cet axe, au moins égale à :
 - 75 m lorsque le chiffre de code est 3.

c) Nivellement des bande de piste

- Il est recommandé que la partie d'une bande à l'intérieur de laquelle s'inscrit une piste aux instruments présente, une aire nivelée à l'intention des avions auxquels la piste est



destinée, pour le cas où un avion sortirait de la piste, sur une distance par rapport à l'axe et à son prolongement d'au moins :

- 75 m lorsque le chiffre de code est 3 ou 4;

Note.- Le Supplément A, section 8, contient des éléments indicatifs sur le nivellement d'une aire plus étendue à l'intérieur d'une bande dans laquelle s'inscrit une piste avec approche de précision lorsque le chiffre de code est 3 ou 4

- Il est recommandé que la bande dans laquelle se trouve une piste à vue présente, à partir de l'axe de la piste et du prolongement de cet axe, une aire nivelée à l'intention des avions auxquels la piste est destinée, pour le cas où un avion sortirait de la piste, sur une distance d'au moins :
 - 75 m lorsque le chiffre de code est 3

La surface de la partie d'une bande attenante à une piste, un accotement ou un prolongement d'arrêt sera de niveau avec la surface de la piste, de l'accotement ou au prolongement d'arrêt.

Il est recommandé, pour protéger les avions qui atterrissent contre le danger de formation d'une dénivellation abrupte à l'extrémité de la piste, que la surface de la bande située en amont du seuil, sur une distance d'au moins 30 m soit traitée contre l'érosion due au souffle des moteurs.

d) Pentes longitudinales

Il est recommandé qu'une pente longitudinale, sur la partie d'une bande qui doit être nivelée, ne dépasse pas :

- 1,75 % lorsque le chiffre de code est 3.

e) Changements de pente longitudinale

- Il est recommandé que, sur la partie d'une bande qui doit être nivelée, les changements de pente soient aussi graduels que possible et que tout changement brusque ou inversion soudaine de la pente soit évité.

f) Pentes transversales

- Il est recommandé que, sur la partie d'une bande devant être nivelée, les pentes transversales soient suffisantes pour empêcher l'accumulation d'eau sur la surface mais ne dépassent pas
 - 2,5 % lorsque le chiffre de code est 3 ou 4;
 - Toutefois, pour faciliter l'écoulement des eaux, la pente sur les trois premiers mètres à l'extérieur du bord de la piste, des accotements ou du prolongement d'arrêt devrait être négative, lorsqu'elle est mesurée en s'écartant de la piste, et peut atteindre 5 %.
- Il est recommandé que, sur toute partie d'une bande située au-delà de la portion qui doit être nivelée, les pentes transversales ne dépassent pas une valeur positive de 5 %



5.2. Voie de circulation

5.2.1. Largeur des voies de circulation

Il est recommandé que la largeur d'une partie rectiligne de voie de circulation ne soit pas inférieure à la valeur indiquée dans le tableau ci-dessous.

Lettre	Largeur de voie de code de circulation
A	7.5m
B	10.5m
C	15 m si la voie de circulation est destinée aux avions dont l'empattement est inférieur à 18m ; 18m si la voie de circulation est destinée aux avions dont l'empattement est égal ou supérieure à 18m
D	18m si la voie de circulation est destinée aux avions dont la largeur hors tout du train principal est inférieure à 9m 23m si la voie de circulation est destinée aux avions dont la largeur hors tout du train principal est égal ou supérieure à 9m
E	23m
F	25m

Tableau 38 : Largeur de voie de circulation

Note.- des éléments indicatifs sur la largeur des voies de circulation figurent dans le manuel de conception des aérodomes

-Largeur de bretelle est de 15 m

5.2.2. Virages des voies de circulation

Il est recommandé que les changements de direction sur les voies de circulation soient aussi peu nombreux et aussi faibles que possible .les rayons de virage devraient être compatibles avec les possibilités de manœuvre et les vitesses normales de circulation des avions auxquels la voie de circulation est destinée.les virages devraient être conçus de telle façon que, lorsque le poste de pilotage des avions reste à la verticale des marques axiales de la voie de circulation , la marge minimale entre les roues .

5.2.3. Pentes longitudinales

Il est recommandé que la pente longitudinale d'une voie de circulation n'excède pas la valeur suivante :

-1.5 % lorsque la lettre de code est C, D, E ou F

Le profil en long ayant une pente maximale de

-09 % et une pente moyenne de 0.41 %

5.2.4. Changements de pente longitudinale

Lorsqu'il est impossible d'éviter les changements de pentes d'une voie de circulation, il est recommandé de réaliser le passage d'une pente à une autre par des surfaces curvilignes le long desquelles la pente ne varie pas de plus de : Tableau N°15



- 1 % par 30 m (rayon de courbure minimal de 3000 m) lorsque la lettre de code est C,D,E ou F ;

-Rayon de courbure minimale de 20000 m.

5.2.5. Distance de visibilité

Il est recommandé que, lorsqu'un changement de pente sur une voie de circulation est inévitable, ce changement de pente soit tel que, de tout point situé a :

- 3 m au dessus de la voie de circulation, il soit possible de voir toute la surface de la voie de circulation sur une distance d'au moins 300 m, lorsque la lettre de code est C,D,E ou F

5.2.6. Pentes transversales

Il est recommandé que les pentes transversales d'une voie de circulation soient suffisantes pour éviter l'accumulation des eaux sur la chaussée, mais n'excèdent pas :

La pente transversale est de l'ordre de 1.5 %

5.2.7. Accotements de voie de circulation

Il est recommandé que les portions rectilignes d'une voie de circulation, lorsque la lettre de code est C,D,E ou F soient dotées d'accotements qui s'étendent symétriquement de part et d'autre de la voie de telle manière que largeur totale de portion rectilignes de la voie de circulation et ses accotements ne soient pas inférieure a :

- 25 m lorsque la lettre de code est C.

➤ **La largeur de la voie de circulation est 15 m**

L'accotement de 7.5 m largeur totale des portions rectilignes de la voie de circulation et ses accotements égales a 30 m.

5.2.8. Caractéristiques géométriques des Aires de trafic

La superficie nécessaire pour un agencement donné d'aire de trafic dépend des facteurs ci-après:

- dimensions et caractéristiques de maniabilité des avions utilisant l'aire de trafic;
- volume de trafic escompté ;
- distances de séparations requises ;
- type d'accès (et de départ) aux postes de stationnement;
- agencement de base de l'aérogare ou autres utilisations de l'aéroport;
- opérations requises sur les avions au sol ;
- voies de circulation et voies de service

Il est recommandé que, sur une aire de trafic, et notamment sur une voie d'accès de poste de stationnement d'aéronef, les pentes d'une aire de trafic soient suffisantes pour empêcher l'accumulation d'eau à la surface de l'aire mais que l'aire reste aussi voisine de l'horizontale que le permettent les conditions d'écoulement des eaux.

Il est recommandé que la pente maximale d'un poste de stationnement d'aéronef n'excède pas 1 %.



Les pentes d'une aire de trafic doivent être suffisantes pour prévenir une accumulation d'eau à la surface mais doivent néanmoins être aussi peu accentuées que le permettent les exigences du drainage. Un drainage efficace des eaux de pluie sur les grandes aires de trafic revêtues en dur est normalement réalisé en prévoyant une pente prononcée et de nombreux drains de secteur. Toutefois, une pente trop forte posera des problèmes de maniabilité pour les avions et les véhicules de service. De plus, le ravitaillement en carburant d'un avion exige une surface presque horizontale pour réaliser une bonne répartition de la masse de carburant dans les divers réservoirs de l'avion. Les pentes et les drains devraient être conçus de manière à éloigner des bâtiments et des zones de service le carburant répandu sur l'aire de trafic. Afin d'établir un compromis entre les exigences du drainage, de la maniabilité et du ravitaillement en carburant, la pente d'une chaussée d'aire de trafic devrait être de 0,5 à 1 % dans le secteur des postes de stationnement et ne devrait pas dépasser 1,5 % dans les autres secteurs ¹.

La pente transversale est de l'ordre de 0,5%

5.2.9. Dégagement sur les postes de stationnement d'aéronef

Il est recommandé qu'un poste de stationnement d'aéronef assure les dégagements minimaux ci-après entre un aéronef stationné à ce poste et toute construction voisine, tout aéronef stationné à un autre poste et tout autre objet :

Lettre de code	Dégagement
A	3 m
B	3 m
C	4.5 m
D	7.5 m
E	7.5 m
F	7.5 m

Tableau 39 : Dégagement sur les postes de stationnement d'aéronef

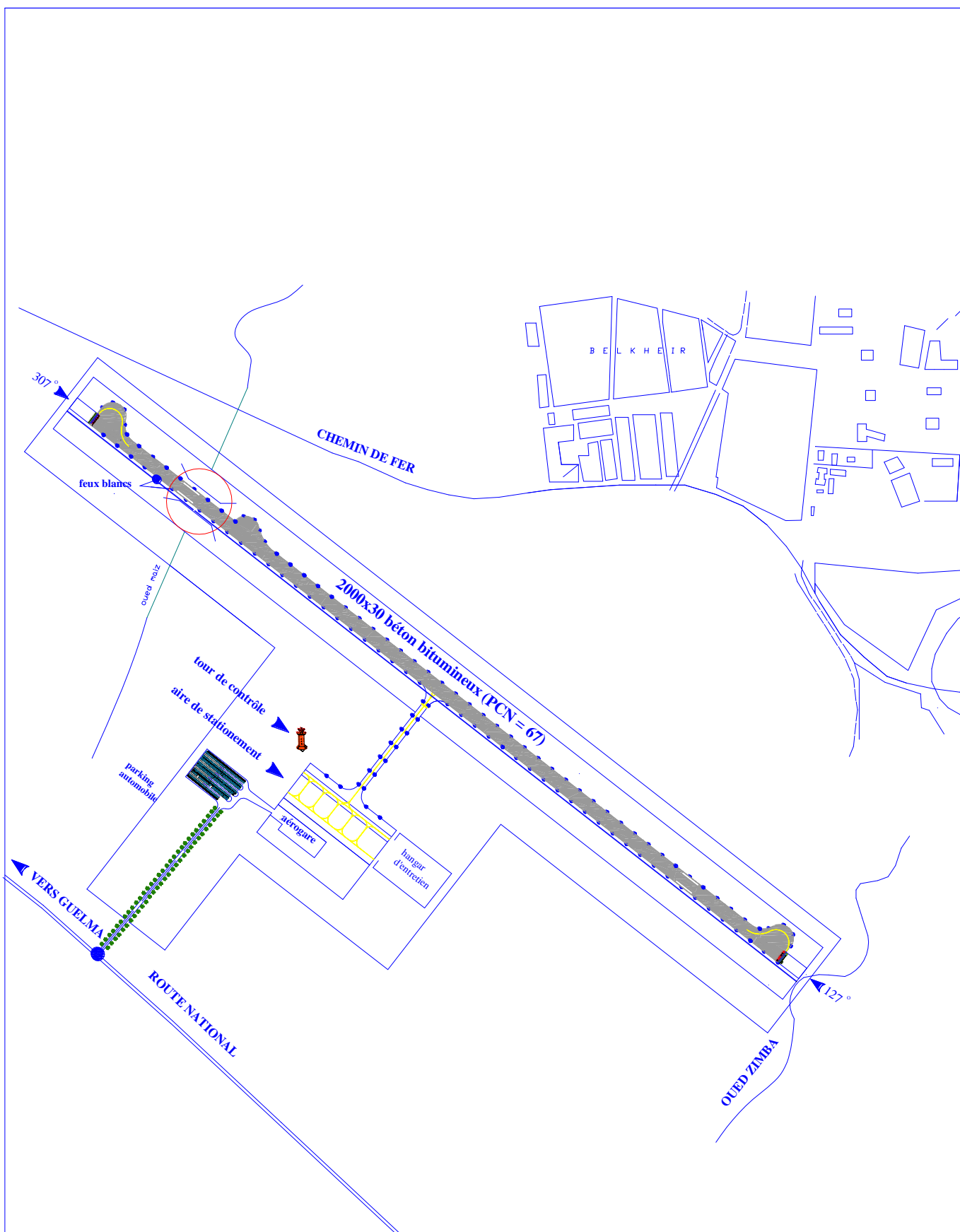


Figure 28 : schéma de l'aérodrome proposé



6. dimensionnement de corps de chaussée

6.1. Généralité

Il existe deux types de chaussée auxquels leurs structures, tout à fait différentes, ont conduit autrefois à attribuer des modes de fonctionnement correspondant à la fois aux matériaux alors employés et aux outils de calcul alors disponibles.

Il s'agit, d'une part, des chaussées rigides qui répartissent les charges appliquées sur une surface très étendue du sol support au moyen d'une dalle de béton fléchissant élastiquement. Du fait de cette large répartition, le sol support est peu contraint, de sorte que la ruine de la chaussée s'amorcera ici, non dans le sol support, mais dans la dalle lorsque celle-ci, perdant ses caractéristiques mécaniques par effet de fatigue, ne pourra plus résister à la déformation due au trafic.

Il s'agit, d'autre part, des chaussées souples qui superposent au sol support plusieurs couches de matériaux offrant de meilleures qualités mécaniques sans pour autant être supposées davantage capables de travailler à la traction. Vulnérables là où les qualités mécaniques sont les plus faibles, ces chaussées sont destinées à périr non par usure de leurs constituants mais par rupture de leurs sols supports.

L'introduction des matériaux enrobés, à la fin des années cinquante, de même que leur évolution font que la tranche supérieure des chaussées souples fonctionne dans des conditions se rapprochant davantage de celles d'une dalle de chaussée rigide (notion de chaussée semi-rigide).

Alors que le dimensionnement des chaussées souples s'est, dans le domaine routier, adapté à cette réalité, celui des chaussées aéronautiques s'en remet encore à la méthode C.B.R. pour définir leur épaisseur équivalente et à l'expérience de l'Ingénieur pour déterminer leur constitution.

6.2. Charge de calcul et méthode de dimensionnement

La masse d'un avion est la somme de :

- sa masse à vide opérationnelle,
- sa charge marchande (passagers, fret, poste),
- sa masse de carburant dépendant elle-même, au décollage, de la longueur d'étape et ne conservant plus, à l'atterrissage, que la partie des réserves non consommées.

Les différences entre masses réelles au décollage et à l'atterrissage pouvant être importantes, distinction pourra être faite entre les unes et les autres suivant la distribution du trafic sur l'aire de mouvement, le taux d'utilisation de chaque seuil de piste et le cheminement des appareils qui en résulte sur les différentes chaussées.

Sera par contre systématiquement prise en compte la répartition de la masse de l'avion entre ses atterrisseurs. Fonction du centrage de l'avion, cette répartition varie peu. En l'absence d'indications précises, 46 % de la masse totale de l'avion sont admis comme étant distribués entre les atterrisseurs principaux.



Une distinction par zones de l'aire de mouvement peut encore être faite, qui s'attache au déplacement de l'avion sur la chaussée. Ainsi le passage d'un avion n'est-il qu'accidentel sur certaines parties de l'aire de mouvement (parties latérales de la piste, prolongement d'arrêt).

Les avions sollicitent les matériaux de chaussée avec des fréquences et des vitesses différentes suivant les aires. Lorsque l'avion est à l'arrêt (postes de stationnement), la sollicitation est plus forte que lorsqu'il circule à faible vitesse (voies de relation et de desserte, extrémités de la piste voire même sur toute sa longueur si elle est utilisée comme voie de relation) et, a fortiori, que lorsqu'il se déplace rapidement (piste dans les phases de décollage ou d'atterrissage), la charge étant alors réduite par la sustentation des ailes. C'est ainsi que, contrairement à une perception largement répandue, la zone d'impact compte parmi les moins sollicitées compte tenu de la masse réduite à l'atterrissage.

La sophistication des voilures, de leurs dispositifs hypersustentateurs et destructeurs de portance ainsi que le calage négatif de l'aile avec ces dispositifs rentrés, lorsque l'avion repose sur l'ensemble de ses atterrisseurs, rendent difficile la prise en compte combinée de ces différents éléments lors d'un décollage ou d'un atterrissage.

Néanmoins, les charges seront pondérées, dans les zones où les différences de situations ci-dessus peuvent être appliquées, selon les indications rassemblées dans la figure suivante :

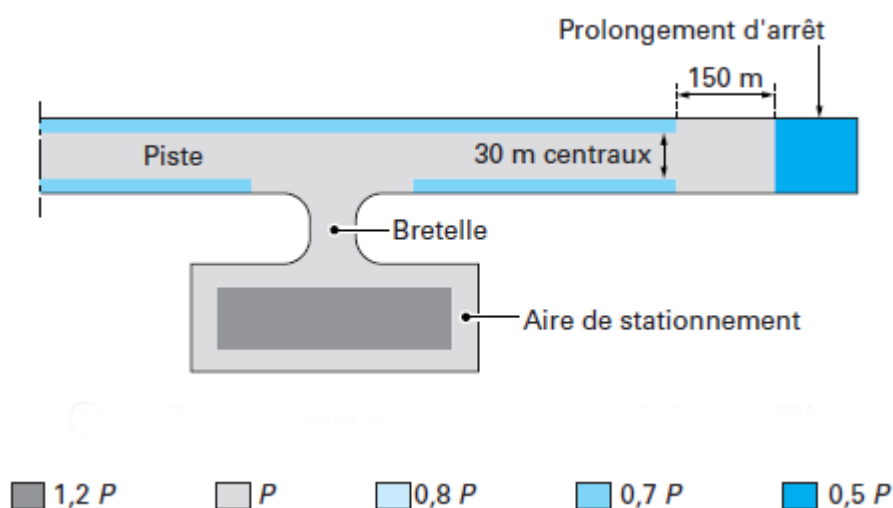


Figure 29 : Cas d'une piste non dotée d'une voie de relation parallèle

Cette pondération de charge sera généralement (-Cette majoration peut par contre ne pas être appliquée aux aires de stationnement des aéroports à fort trafic compte tenu des faibles durées de stationnement liées à la rotation des avions

-Généralement, un atterrissage (ou un décollage) correspond à un mouvement. Il y a cependant lieu d'être ici attentif à ce qu'un atterrissage (ou un décollage) peut, en certains cas (segment de piste compris entre une entrée-sortie et une raquette d'extrémité) correspondre à deux mouvements.) au moins appliquée là où elle constitue majoration.

Ailleurs - hors donc les zones de stationnement de l'aire de trafic - il est recommandé de confronter l'économie pouvant être espérée de cette prise en compte aux difficultés qui pourraient en résulter à l'exécution (les décrochements dans les profils du fond de forme sont



particulièrement déconseillés) voire même ultérieurement (possibilité ménagée d'allonger la piste sur un prolongement d'arrêt).

L'intensité, pondérée ou non, de la charge transmise à une chaussée aéronautique par l'atterrisseur principal d'un avion de type donné ne suffit toutefois pas pour déterminer l'aptitude de cette chaussée à accueillir cet avion.

L'application répétée d'une même charge P à une chaussée a en effet conduit depuis longtemps à observer que :

La déformation sous charge comme la déformation résiduelle après déchargement croissent à peu près linéairement avec le logarithme du nombre d'applications,

Les constantes intervenantes dans ces relations sont elles-mêmes fonctions de la charge P, lorsque ce nombre d'applications dépasse une certaine valeur, les relations précédentes laissent place à une rapide accélération des déformations annonçant elle-même la ruine de la chaussée.

Les « outils de dimensionnement » étant, dans un cas comme dans l'autre, calé sur une durée de vie de 10 ans, on se replacera au besoin dans ce cadre en posant que n mouvements* par jour pendant 20ans équivalent à 2 n mouvements par jour pendant 10 ans.

Le trafic normal pris pour hypothèse par les «outils de dimensionnement », a, quant à lui, été fixé à 10 mouvements par jour.

6.3. CRITERES D'ADMISSIBILITE

a)Méthode ACN/PCN

La vérification des critères d'admissibilité s'avère nécessaire, afin que la charge des aéronefs puisse être conforme à celle préconisée par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O.A.C.I).

La méthode ACN/PCN a été développée à l'initiative de L'O. A. C. I, afin de normaliser l'accueil des aéronefs sur les aérodromes. Le principe de la méthode consiste à comparer l'effet produit par l'aéronef appelé à venir, caractérisé par son **ACN, (Aircraft Classification Number)** à la portance de la chaussée de l'aérodrome, exprimée par un **PCN, (Pavement Classification Number)** :

-Deux cas peuvent se présenter :

- si $ACN \leq PCN$: L'avion est admissible.

- si $ACN > PCN$: On a recours à la procédure d'admissibilité en dérogation de charge.

Tableau : numéro de classification de l'aéronef (ACN)

BOEING 737-500(HM)				
Charge opérationnelle (KN)	numéro de classification de l'aéronef			
	terrain de fondation des chaussées souples			
	Elevé A	moyen B	faible C	Très faible D
	15	10	6	3
Max60.5(KN)	33	35	39	43
min32.0(KN)	16	16	18	21
VS= 0.46 (46% de la charge totale est supportée par l'atterrisseur)				



Tableau 40 : numéro de classification de l'aéronef (ACN)

A : portance élevée : $13 < \text{CBR}$

B : portance moyenne : $8 < \text{CBR} < 13$

C : portance faible : $4 < \text{CBR} < 8$

D : portance ultra faible : $\text{CBR} < 4$

CBR : Portance (Chaussée souple).

Il se peut qu'on ait des valeurs intermédiaires pour les numéros d'ACN, alors on procède à une interpolation linéaire entre les numéros d'ACN et les masses de l'appareil

$P_{\text{Max}} \Rightarrow \text{ACN}_{\text{MAX}}$

$P \Rightarrow \text{ACN}$

$P_{\text{Min}} \Rightarrow \text{ACN}_{\text{MIN}}$

Soit : $\text{ACN} = \text{ACN}_{\text{MIN}} + (\text{ACN}_{\text{MAX}} - \text{ACN}_{\text{MIN}}) \times \left(\frac{\text{CBR}_{\text{MAX}} - \text{CBR}_n}{\text{CBR}_{\text{MAX}} - \text{CBR}_{\text{MIN}}} \right)$

b) Définition et détermination du PCN :

Le PCN d'un aéroport traduit la nature et la portance de la chaussée. La force portante est exprimée par un numéro et, ce numéro est suivi de 4 lettres de codes indiquant :

- Le type de chaussée.

F : Chaussées souples (Flexible pavement).

R : Chaussées rigides (Rigide pavement).

- La classe de portance du sol support.

A : portance élevée : $13 < \text{CBR}$

B : portance moyenne : $8 < \text{CBR} < 13$

C : portance faible : $4 < \text{CBR} < 8$

D : portance ultra faible : $\text{CBR} < 4$

- La pression maximale admissible des pneumatiques.

W : pas de limite de pression. **X** : Pression limitée à 1,5Mpa

Y : pression limitée à 1 MPa. **Z** : pression limitée à 0,5MPa.

-Le mode d'évaluation du PCN.

T : évaluation de la portance des chaussées reposant sur des études spécifiques, lorsqu'on dispose de renseignements techniques précis.

U : Evaluation empirique basée sur l'expérience du trafic accueilli régulièrement, par faute de connaissances fiables de la portance de la chaussée

-La formulation écrite du PCN d'un aéroport est telle que :

$\text{PCN} = 35 \text{ F} / \text{B} / \text{W} / \text{T}$

$$\text{PCN} = \frac{1}{500k} \left(\frac{e^2}{0.57\text{CBR} - 0.025} \right)$$

Avec ; k = 1 (pour une piste)



6.4. Dimensionnement de corps chaussée

a) Définitions

Le dimensionnement de la chaussée est la détermination de l'épaisseur de chacune des couches constituant le corps de chaussée. Pour y arriver, il faut nécessairement connaître au préalable le type de structure, la durée de vie, le trafic, les CBR du sol support et des matériaux d'apport...

b) Structure d'une chaussée aéronautique

Comme la chaussée routière, la chaussée aéronautique comporte de haut en bas :

➤ Types de structures

On distingue les types de structures **SOUPLES** et **RIGIDES**.

- On appelle **chaussée souple**, une chaussée comportant des matériaux bitumineux et constituée des structures suivantes :

Couche de roulement :	Béton bitumineux	⇒	
Assise de chaussée :	Grave naturel	⇒	
Plate forme :	Sol	⇒	

Couche de roulement :	Béton bitumineux	⇒	
Assise de chaussée :	Grave bitume	⇒	
Plate forme :	Grave naturel	⇒	
	Sol	⇒	

Ce type de structure travaille en répartissant la pression sur le sol. Le critère de dimensionnement est la contrainte admissible au niveau de la plate-forme, en tenant compte des données physiques telles que le CBR.

Critères de choix des types de structures

Avant de fixer le choix sur le type de structure, on doit tenir compte des facteurs ci-après :

- Destination de la chaussée.
- Coût d'investissement.
- Techniques et savoir faire.
- Disponibilité des matériaux.
- Qualité du sol support.
- Conditions climatiques.
- Conjonctures.

A **Guelma**, la plupart des chaussées à réhabiliter ou nouvellement construites, sont réalisées en structures souples du fait de :

- L'investissement moins coûteux.
- La maîtrise des techniques et savoir faire.
- La facilité et rapidité de l'entretien.

Ainsi, nous ferons le choix d'une **STRUCTURE SOUPLE** pour l'aménagement de la piste d'envol.

En termes de construction de chaussées aéronautiques, on utilise couramment ce type de structure.



6.5. Durée de vie

La durée de vie d'une chaussée aéronautique souple est, par convention, de dix (10) ans avec un trafic de dimensionnement de dix (10) mouvements par jour.

La charge de calcul est déterminée pour chaque avion ; elle est fonction de la masse totale de l'avion, de la répartition de la masse sur les atterrisseurs et du coefficient de pondération dépendant des aires considérées.

6.6. Élément dimensionnant

Dans le domaine de l'aéronautique, il n'existe pas d'essieu de référence comme dans le domaine routier. Toutefois, l'élément de base de dimensionnement est l'atterrisseur d'avion ; il est constitué par l'ensemble des roues montées sur une même jambe. Un avion comporte un ou plusieurs atterrisseurs principaux et un atterrisseur secondaire, à l'avant.

Il existe trois (3) types d'atterrisseur :

- Roue simple
- Jumelage
- Boggie

L'atterrisseur du B737-500 est de type jumelage ; voir figure.



Figure 30 : jumelage du Boeing 737-500



Schéma général du dimensionnement

Données physiques :
(Etude géotechnique,
CBR).

+

Données de trafic :
(Nombre de mouvements,
Fréquence).

↓

**Choix du type de
chaussées**
⇒ (Souple, Rigide).

↓

**Choix de la méthode de
dimensionnement**
⇒ Méthode par abaque.
⇒ Méthode analytique.

↓

**Calcul de l'épaisseur
équivalente**

↓

**Choix des constituants de
la structure**



6.7. Dimensionnement de corps de chaussée

Le dimensionnement de la chaussée est la détermination de l'épaisseur de chacune des couches constituant le corps de chaussée

a) Application de la méthode de dimensionnement forfaitaire

Hypothèse de la méthode du dimensionnement

Les chaussées sont dimensionnées pour l'avion de référence **BOEING 737-500(HM)** dont la masse totale au décollage est **60500 kg**.

Le nombre de mouvements réels à prendre en compte varie selon l'emplacement de la chaussée et la configuration de l'aérodrome.

En effet le nombre de mouvements dépend de l'aire étudiée.

Pour notre cas l'aérodrome se compose en piste et une seule bretelle et un seul aire de stationnement.

Sur le poste de stationnement et la bretelle: 1 décollage donne 1 mouvement réel

Sur une demi-piste (selon seuil de décollage) : 1 décollage donne 2 mouvements réels.

Compte tenu de l'égale répartition des décollages sur les deux seuils, deux décollages donnent en moyen de **3** mouvements réel sur la piste

Par conséquent le nombre moyen de mouvements réel à prendre en compte pour les dix années :

Piste **n= 1.5 mvt/j**

Bretelle, aire de stationnement **n= 1 mvt/j**

b) Calcule de la charge réelle P

Le tableau de caractéristiques de **BOEING 737-500(HM)** indique que 46% de la charge totale est supportée par l'atterrisseur principal

P=M x Vs

P : charge réelle (kg)

M : masse maximale de roulage (kg) (pour l'avion)

Vs : pourcentage de répartition de la charge totale sur l'atterrisseur principale(%) (Roue)

M=60500 kg =60.5 t

Vs =0.46 ⇒ Vs = 0.46

AN : P= 60.50 x 0.46= 27.83 t

(t : tonne)

c) Calcule de la charge réelle pondérée P' selon la configuration des aires

Pondération de la charge P'

Il s'agit d'affecter les coefficients de pondération associés à chaque aire, à la charge P', pour déterminer la charge normale de calcul. Le tableau ci-dessous donne les charges pondérées selon les différentes aires.

Tableau: Pondération de la charge de calcul



Aires	Charge réelle P(t)	Coefficient de pondération de la charge réelle	Charge réelle pondérée(t)
Piste (30cm centraux)	27.83	1.0	27.830
accotements	27.83	0.7	19.481
Poste de stationnement	27.83	1.2	33.396
Bretelle aire de stationnement	27.83	1.0	27.830
P.O.R	27.83	0.5	13.915

d) Calcul de la charge réelle pondérée P''

Pour chacune des aires considérées les n mouvements réels de la charge réelle pondérée P'' sont convertis en 10 mouvements par jour réel d'une charge de calcul P'' ;
 Nous proposons 10 mouvements par jour.

Aires	Charge réelle pondérée	Nombre de mouvements	Coefficient de correction	Charge normal de calcul P''
Piste (30cm centraux)	27.830	10x1,5=15	0.8	22.264
accotements	19.481	10x1,5=15	0.8	19.481
Poste de stationnement	33.396	10x1=10	1	33.396
Bretelle aire de stationnement	27.830	10x1=10	1	27.830
P.O.R	13.915	10x1=10	1	13.915

e) Détermination d'une épaisseur équivalente (chaussée souple)

Type de train principal : roue simple équivalente

Le matériau choisi pour cette chaussée équivalente mono couche étant une grave non traitée, concassée, bien graduée et ayant une module de déformation de 500 MPa, son épaisseur minimale e(cm) devant être interposée entre une charge de calcul P(kg) – elle – même transmise par une roue d'atterrisseur gonflé a q(MPa)-appliquée 10000fois et un sol support d'indice portante noté CBR est donnée par la formule :

$$e = \sqrt{P \times \frac{1}{0.57 \times CBR} - \frac{1}{32 \times q}}$$

Avec q = 1.34

Dans cette formule P=P'' (kg)

f) Tableau récapitulatif avec CBR=5

A partir de la formule ci-dessus en

Tableau récapitulatif avec CBR=5		
Aires	Charge normal de calcul P'' (kg)	e (cm)
Piste (30cm centraux)	22264	86
accotements	19481	80
Poste de stationnement	33396	105
Bretelle aire de stationnement	27830	96
P.O.R	13915	68



Choix d'une constitution de chaussée

Coefficient équivalence des principaux types de matériau

Les valeurs des coefficients d'équivalence des principaux types de matériau pouvant entrer dans la constitution d'un corps de chaussée souple à usage aéronautique sont les suivant :

Matériaux	Coefficients d'équivalence
- Béton bitumineux à module élevé (BBME).	2,5
- Béton bitumineux (BB).	2
- Enrobé à module élevé (EME).	1,9
- Grave bitume (GB).	1,5
- Béton maigre.	
- Grave traitée au liant Hydraulique.	
- Grave émulsion.	1,2
- Grave concassée non traitée (GCNT).	1
- Sable ciment.	0,75
- Grave roulée.	
- Sable.	0,5

Tableau 41 : Coefficient équivalence des principaux types de matériau

Epaisseur équivalente des matériaux traités

Globalement, une épaisseur suffisante de matériaux traités est nécessaire pour assurer un bon comportement des couches supérieures de la chaussée.

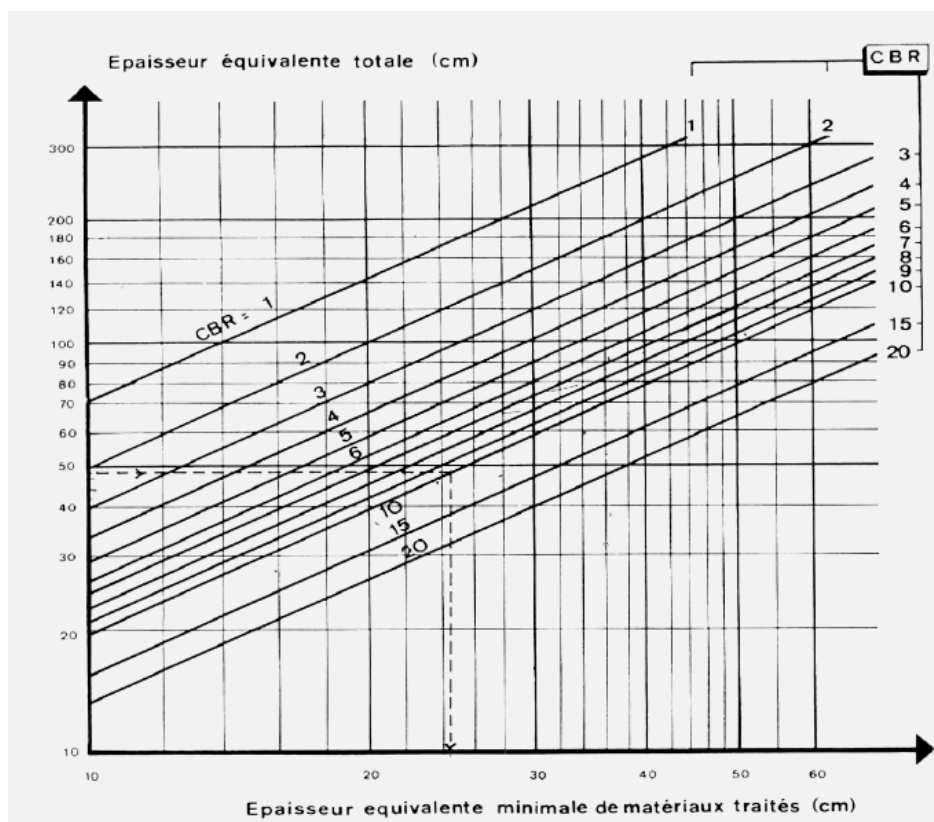


Figure 31 : Abaque donnant l'épaisseur équivalente minimale de matériaux traités



Ainsi l'abaque de la figure ci dessus donne –t-il l'épaisseur équivalente minimale recommandée de matériaux traités en fonction de l'épaisseur équivalente totale de la chaussée et de l'indice CBR du sol support.

L'épaisseur minimale de matériaux traités pour chaque aire est déterminée en fonction de l'épaisseur équivalente totale à l'aire de l'abaque.

Pour \rightarrow CBR = 5 et e BOEING 737-500

Aires	e BOEING 737-500 (cm)	Epaisseur équivalente totale (cm)
Piste (30cm centraux)	86	28
accotements	80	26
Poste de stationnement	105	34
Bretelle aire de stationnement	96	32
P.O.R	68	24

Prolongement occasionnellement rouable (P.O.R)

Choix d'une épaisseur équivalente

D'après les méthodes utilisées l'épaisseur de calcul est 105cm

L'épaisseur équivalent $e_{eq}105 = 34$ cm (épaisseur équivalent minimal de matériaux traités)

Choix d'une structure du corps de chaussée

- Le rôle d'une chaussée est de reporter sur le sol support, en les répartissant convenablement, les efforts dus au des charges appliquée par un mouvement d'avion.
 - D'après le calcule, deux couches suffisent structurelle (10cm en BB 30cm G.N.T) mais si en prend la structure traditionnelle d'un corps de chaussée souple (couche de roulement, couche de base et couche de fondation), la cohésion entre les couche (interface), la transmission graduelle la charge et la répartition et l'épaisseur technologique minimum de chaque matériaux (8cm de BB, 10cm de GB et de 18cm de G.N.T).
 - La chaussée doit avoir une épaisseur telle que la pression verticale transmise au sol soit suffisamment faible afin que celui-ci puisse la supporter sans dégradation.
 - comme la pression dans la couche granulaire décroît régulièrement en profondeur, on peut constituer une chaussée par la superposition de couches de caractéristiques mécaniques croissantes.
- En générale, on rencontre les couches suivantes à partir du sol.



Calcul des couches

Piste (30cm centraux)accotement

$e_{eq} = 86\text{cm} = 28\text{cm}$ (épaisseur équivalente minimale de matériaux traités)

BB=10cm

GB=20cm

G.N.T=36cm

$(10 \times 2) + (20 \times 1,5) + (36 \times 1) = 86$ épaisseur équivalente de dimensionnement)

Accotement

$e_{eq} = 80\text{cm} = 26\text{cm}$ (épaisseur équivalente minimale de matériaux traités)

GB=24cm

G.N.T=44cm

$(10 \times 2) + (20 \times 1,5) \approx 50 > 26$ (épaisseur minimale de matériaux traités)

$(24 \times 1,5) + (44 \times 1) \approx 80$ (épaisseur équivalente de dimensionnement)

Poste de stationnement

$e_{eq} = 105\text{cm} = 34\text{cm}$ (épaisseur équivalente minimale de matériaux traités)

BB10cm

GB=25cm

G.N.T=47cm

$(10 \times 2) + (25 \times 1,5) \Rightarrow 58$ (épaisseur minimale de matériaux traités)

$(10 \times 2) + (25 \times 1,5) + (47 \times 1) = 105$ (épaisseur équivalente de dimensionnement)

Bretelle aire de stationnement

$e_{eq} = 96\text{ cm} = 32\text{cm}$ (épaisseur équivalente minimale de matériaux traités)

BB10cm

GB=20cm

G.N.T=46cm

$(10 \times 2) + (20 \times 1,5) \approx 50 > 32$ (épaisseur minimale de matériaux traités)

$(10 \times 2) + (20 \times 1,5) + (46 \times 1) = 96$ (épaisseur équivalente de dimensionnement)

P.O.R

$e_{eq} = 68\text{ cm} = 24\text{cm}$ (épaisseur équivalente minimale de matériaux traités)

BB=8cm

GB=16cm

G.N.T=28cm

$(8 \times 2) + (16 \times 1,5) = 40 > 24$ (épaisseur minimale de matériaux traités)

$(8 \times 2) + (16 \times 1,5) + (28 \times 1) = 68$ (épaisseur équivalente de dimensionnement)



structures	couche de roulement	couche de base	couche de fondation
Méthode ACN/PCN	10	20	35
accotement	0	24	50
Piste (autre piste)	10	20	27
Poste de stationnement	10	25	47
Bretelle aire de stationnement	10	20	46
P.O.R	08	16	28

Ce tableau présente l'épaisseur de chaque couche dans les deux méthodes.

Couche de roulement

Cette couche est en contact directe avec les pneumatique des avions et la charge extérieure. Elle a un rôle fonctionnel (étanchéité uni, rugosité) et un rôle structurel (répondre les efforts verticaux).

Cette couche est constituée par béton bitumineux(BB) avec une épaisseur moyen pour toutes les structure **e = 10cm (POR=8cm)**

Couche de base :

La couche de base a pour le rôle répandre les efforts verticaux et de répartir les contraintes normales qui résultent sur les couches sous jacentes (couche de fondation, sol support)

Cette couche est constituée par des matériaux traités en liant hydrocarbonés (bitume)

On utilise les graves bitumineux(GB) avec une épaisseur :

- e = 20 pour tous les structures (poste de stationnement =25cm, POR=8cm)

Couche de fondation :

Le rôle de la couche de fondation est d'assurer un support à la couche de base et permet un bon compactage. Elle répond les contraintes normales et les repartis sur sol support.

Cette couche est constituée par grave non traités(GNT) avec épaisseur :

- e = 36 pour la piste (30cm centraux)
- e = 44 pour la piste (autre piste –accotement-)
- e = 47 pour le Poste de stationnement
- e = 46 pour le Bretelle aire de stationnement
- e=28 pour POR

- Le choix d'une structure du corps de la chaussée : on prend en compte le poste de stationnement comme structure de corps de chaussée pour la facilité de calcul le PCN(RSE)

Couche de forme :

Le sol terrassé est de faible portance donc nous proposons une couche de forme d'épaisseur de matériaux non traités disponible dans la région (TVN/TVO)

Dont le rôle est triple permet

- Permet d'obtenir un bon uni des couches inferieurs.
- Augmenter la portance du sol.
- Permet la circulation des engins de chantier lors des constructions.



Compte tenue des données précédentes, on adoptera pour la structure de chaussée les épaisseurs suivantes :

Couche de la chaussée	Epaisseur réel (cm) (poste de stationnement)	Coefficient d'équivalence	Epaisseur équivalente
Béton bitumineux aéronautique	10	2	20
Grave bitume standard	25	1.5	37
Grave concassé bien gradué	47	1	47
Epaisseur totale réel-épaisseur équivalente	82	-	104

CRITERES D'ADMISSIBILITE

Méthode ACN/PCN

D'après le principe générale de la méthode ACN / PCN de ci-dessus

D'après le tableau du numéro d'ACN

Pour $CBR_n = 5$:

On a: $CBR = 6 \Rightarrow CBR_{MAX}$, $CBR = 3 \Rightarrow CBR_{MIN}$

On a: $ACN = ACN_{MIN} + (ACN_{MAX} - ACN_{MIN}) \times \left(\frac{CBR_{MAX} - CBR_n}{CBR_{MAX} - CBR_{MIN}} \right)$

AN: $ACN = 39 + (43-39) \times \frac{6-5}{6-3} \Rightarrow 40.33 \approx 40$

Boeing 737-500 ACN max = 43

Calcul de PCN

$$PCN = \frac{1}{500K} \left[\frac{e_q^2}{\frac{1}{0.57CBR} - 0.025} \right]$$

e_q^2 : Épaisseur équivalente (104cm)

K=1 pour une piste

CBR = 5

AN : Alors $\rightarrow PCN = 66.38$ en adopte 67 F/C/X/T.

Tableau de modélisation :

Epaisseur équivalente	105 (cm)
Indice CBR	5
PCN	67
ACN boeing737-500	40



ACN<PCN : L'avion est admissible.

Conclusion

Compte tenue des données présidentes, on adoptera pour épaisseurs suivantes :

Structure de la chaussée proposée :

- Couche de roulement 10
- Couche de base 25
- Couche de fondation 45
- Coche de forme (optionnelle) 30 TVO/TVN

Avec PCN=67

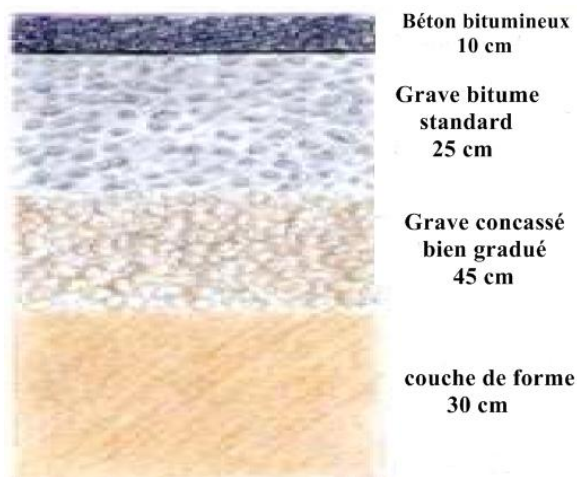


Figure 32 : Présentation de corps de chaussées

7. INSTALLATIONS TERMINALES ET BATIMENTS

7.1. Aérogare

C'est un bâtiment comprenant un comptoir d'enregistrement national et international, Un buffet bar, le bureau de la Police, une boutique, un hall public...

7.2. AIRES DE MOUVEMENTS

Les Infrastructures aéronautiques existantes sont composées :

- d'une piste d'envol
- d'une bretelle
- d'une aire de stationnement

7.3. La piste

L'Aéroport de Guelma dispose d'une piste d'envol, correspondant à la Déclinaison 13/31, c'est à dire 127°/307° dans la direction Nord-sud, où la direction du vent est la plus favorable au choix de l'emplacement de la piste.

-La piste a une dimension de (2000 m x 30 m), et est en chaussée revêtue en enrobé bitumineux.

Elle dispose de prolongement dégagé de (60 m x 30 m) au-delà du Seuil 13, et l'autre de même dimension au-delà du seuil 31,

-Trois (3) raquettes de manœuvre, deux au des seuils 13,31 et l'autre a distance de 400 m du seuil 31

-Des balisages matérialisés par des marquages au sol et des feux de bordures de piste permettent aux exploitants de guider leurs appareils dans la bonne direction.



La bretelle.

C'est une voie de circulation de 15 m de large et de 300 m de longueur, se trouvant à 1000 m du seuil 13, et qui relie la piste avec l'aire de stationnement

L'Aire de stationnement

L'aire de stationnement fait partie de l'aire de mouvement couvrant une surface de (250m x 100m), et est recouverte de béton bitumineux. L'aire de stationnement se réserve à l'emplacement des avions effectuant les vols nationaux - régionaux



Chapitre IV :
SIGNALISATION ET
ASSAINISSEMENT



CHAPITRE IV : SIGNALISATION ET ASSAINISSEMENT

1. SIGNALISATION

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

1.1. MARQUES DE PISTE

1.1.1. MARQUES D'IDENTIFICATION

Les marques d'identification de piste doivent être apposées aux seuils des pistes revêtues. Les marques d'identification de piste sont constituées sur chaque seuil par un nombre à deux chiffres.

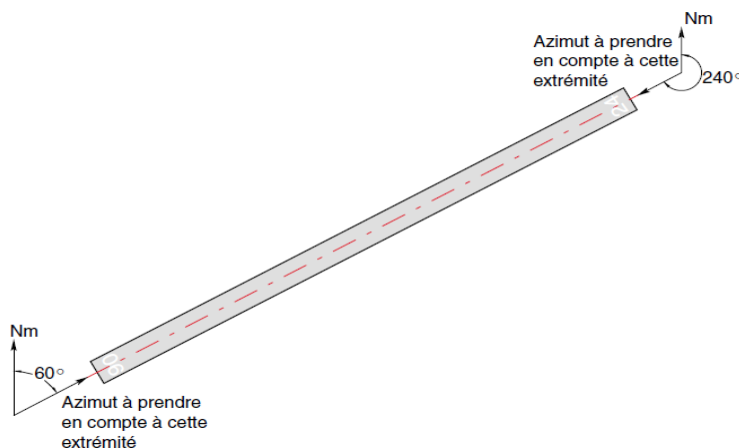


Figure 33:marque d'identification d'azimut

Détermination des marques d'identification de piste

Fixé par l'autorité aéronautique, ce nombre de deux chiffres est le nombre entier de 01 à 36 le plus proche du dixième de l'azimut magnétique de l'axe de la piste pris dans le sens de l'atterrissage sur ce seuil et mesuré en degrés à partir du nord magnétique dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans les cas où le nombre obtenu est inférieur à dix, ce nombre est précédé d'un zéro.

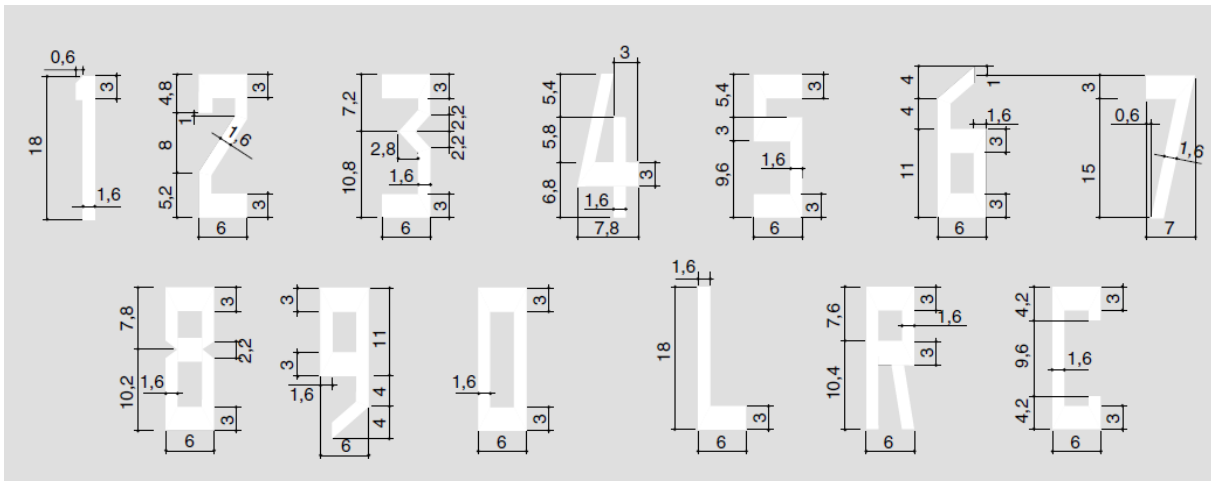
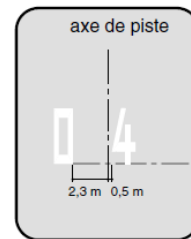


Figure 34 : Abaque donnant l'épaisseur équivalente minimale de matériaux traités

- Cas général : 0,2,3,5,6,7,8,9

- Chiffre 4 : pistes 04, 14, 24, 34



- Exceptions : chiffres 1 et 4

Chiffre 1 : pistes 1 01, 21, 31

- Nombres particuliers

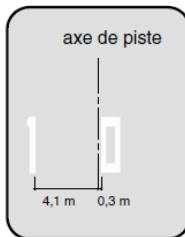


Figure 35 : Position du numéro d'identification par rapport à l'axe de la piste

a) MARQUES DE SEUIL

Toutes les pistes revêtues doivent être dotées de marques de seuil. Les marques de seuil commencent à 6 m en aval du seuil et sont constituées par des bandes de 30 m

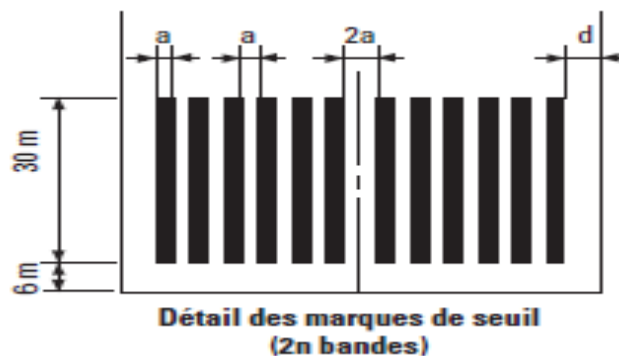
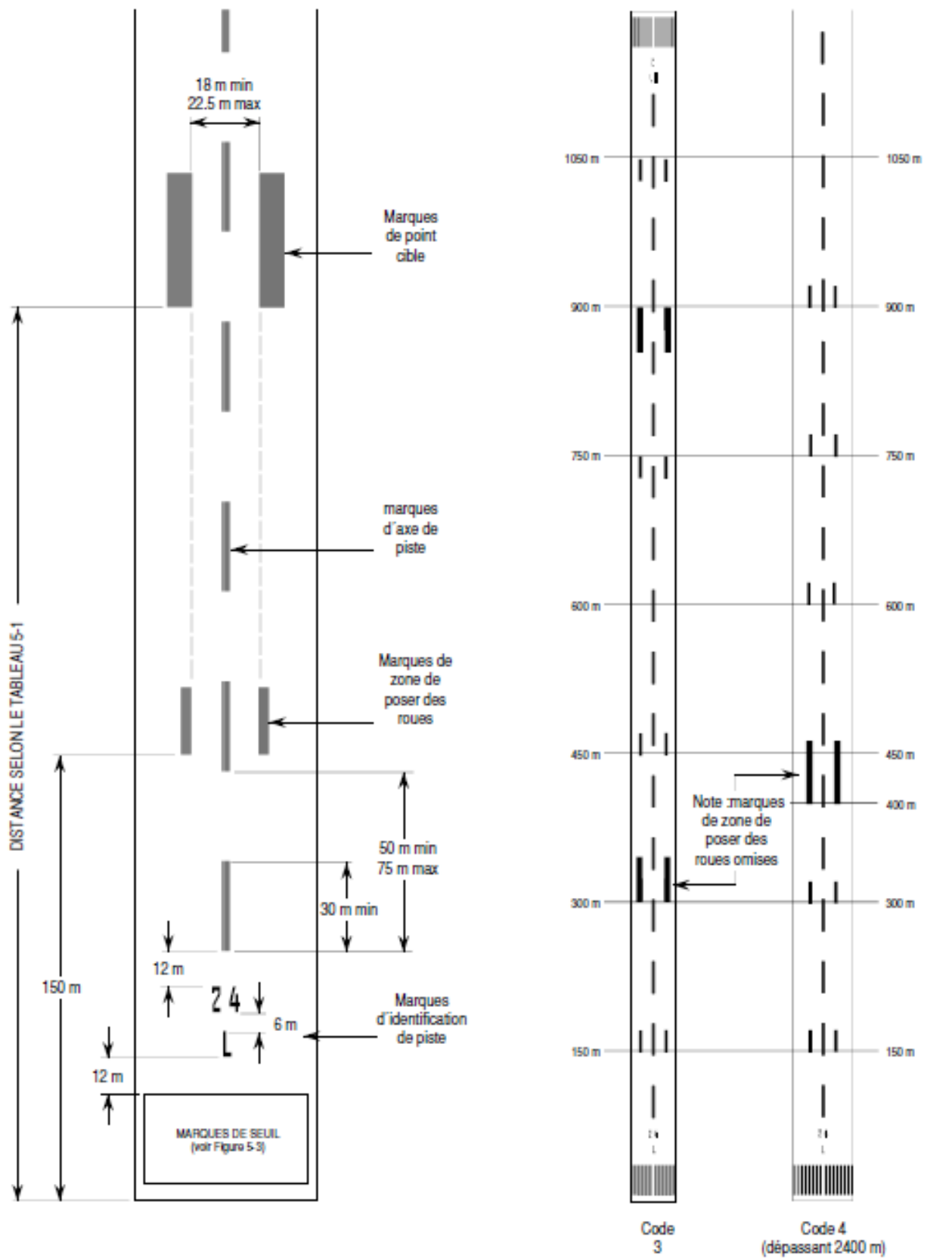


Figure 36 : Disposition des marques de seuil d'une piste de 45 m



Largeur de piste	Nombre de bande	a	d
18 m	4	1,5 m	3 m
23 m	6	1,5 m	2,5 m
30 m	8	1,5 m	3 m
45 m	12	1,7 m	2,1 m
60 m	16	1,7 m	2,8 m

Tableau 42 : Nombre de bandes, largeur et espacement d'une marque de seuil



Application spécifique sur les pistes lorsque le numéro de code est 3 ou 4

Figure 37 : Marques de seuil, d'identification et d'axe de piste



b) MARQUES D'AXE

Toutes les pistes revêtues doivent être dotées de marques d'axe. Ces marques sont constituées par une ligne discontinue de traits, de 30 m de longueur, espacés de 30 m et centrés sur l'axe de la piste.

La largeur des traits est fonction de la catégorie d'exploitation de la piste, les valeurs suivantes étant à adopter :

- 0,30 m pour les pistes à vue,

c) MARQUES LATÉRALES

Des marques latérales de piste doivent être apposées entre les seuils d'une piste revêtue lorsque le contraste entre les bords de la piste et les accotements ou le terrain environnant n'est pas suffisant.

Pour les pistes dont la largeur est supérieure ou égale à 30 m, les marques latérales auront une largeur de 0,90 m. Pour les autres, cette largeur est ramenée à 0,45 m.

d) MARQUES DE POINT CIBLE

Utilisées à l'atterrissage en liaison avec les marques de seuil, les marques de point cible ont pour objet d'aider le pilote à suivre une trajectoire normale de descente.

Des marques de point cible doivent être apposées sur toutes les pistes de longueur supérieure ou égale à 1 500 m. (deux rectangles)

Chacun de ces deux rectangles a une longueur de 45 m et une largeur dépendant de celle de la piste, à savoir de :

- 6 m dans le cas contraire.

L'écartement entre côtés intérieurs de ces deux rectangles est de 18 m.

La distance longitudinale entre le seuil de piste et la limite amont de la marque de point cible est égale à :

- 300 m lorsque la longueur disponible à l'atterrissage est inférieure ou égale à 2 400 m,

e) MARQUES DE ZONE DE TOUCHER DES ROUES

Les marques de zone de toucher des roues fournissent au pilote les éléments de guidage pour la prise de contact avec la surface de la piste et des indications de distance par rapport au seuil.

Les marques de zone de toucher des roues sont constituées de paires de marques rectangulaires de 22,50 m de longueur, disposées parallèlement à l'axe de la piste, symétriquement par rapport à cet axe et à une distance de 18 m entre côtés intérieurs des marques d'une même paire.

Ces paires de marques sont disposées à intervalles longitudinaux de 150 m à partir du seuil de piste, le début de la marque étant pris comme référence de position. Ne doivent cependant pas être apposées les paires qui coïncident avec une marque de point cible ou en sont éloignées de moins de 50 m. Dans ces deux derniers cas, la distance entre les deux marques de toucher des roues encadrant la marque de point cible est de 300 m.

Lorsqu'une piste n'est ouverte que dans un seul sens aux approches de précision, la distance utilisable à l'atterrissage dans ce sens détermine le nombre de paires de marques à apposer.



Lorsqu'une piste est ouverte dans les deux sens aux approches de précision, c'est la distance entre seuils qui détermine ce nombre.

Dans un cas comme dans l'autre, le nombre de paires sera de :

- trois paires quand la longueur (ou la distance) est supérieure ou égale à 1 200 m et inférieure à 1500 m,
- quatre paires quand la longueur (ou la distance) est supérieure ou égale à 1 500 m et inférieure ou égale à 2 400 m,
- les deux premières paires soient chacune formées de 3 bandes de part et d'autre de l'axe de la piste,
- les deux paires intermédiaires soient chacune formées de deux bandes de part et d'autre de l'axe de la piste,
- les deux dernières paires soient chacune formées d'une simple bande de part et d'autre de l'axe de la piste.

Chaque bande mesure 1,80 m de largeur et deux bandes voisines sont séparées de 1,50 m.

f) BALISAGE SIMPLIFIÉ

Les valeurs à adopter pour chaque type de marques sont les suivantes :

marques de seuil :	constitution des bandes de 1,50 m	3 bandes de 30 cm, 2 espaces de 30 cm.
	constitution des bandes de 1,70 m	2 bandes latérales de 25 cm, 3 bandes de 20 cm, 4 espaces de 15 cm.
-marques d'axe de piste	constitution des bandes de 0,45 m	2 bandes de 15 cm, 1 espace de 15 cm.
	constitution des bandes de 0,30 m	2 bandes de 10 cm, 1 espace de 10 cm.
marques de point cible	constitution des bandes de 9 m	5 bandes de 1 m, 4 espaces de 1 m.
	constitution des bandes de 6 m	3 bandes de 1,20 m, 2 espaces de 1,20 m.

Tableau 43 :marque de piste.

Ce type de balisage présente les avantages suivants:

- atténuation des phénomènes de faïençage des peintures liés aux écarts thermiques entre les surfaces peintes et les surfaces non peintes et, par conséquent, aux dilatations thermiques différentielles,
- économie de peinture (en partie contrebalancée par la difficulté de mise en œuvre),
- meilleur coefficient de frottement longitudinal, -meilleure adaptation à l'emploi d'engins routiers de marquage,
- meilleure identification du marquage lorsque la chaussée est partiellement ou légèrement recouverte de neige,



-neige et glace fondent sur ces marques à un rythme plus proche de celui observable sur les surfaces non peintes, évitant ainsi la formation de plaques de glace isolées sur la zone de toucher des roues et sur l'axe de la piste.

1.2. MARQUES DE VOIES DE RELATION

a) MARQUES AXIALES

Toutes les voies de relation des pistes revêtues doivent être dotées de marques d'axes.
Une marque axiale de voie de relation est constituée par une ligne d'une largeur minimale de 0,15 m. Cette ligne est continue sauf lorsque :

À l'intersection d'une voie de relation et d'une piste, la marque axiale de la voie de relation est raccordée à celle de la piste et est prolongée parallèlement à celle-ci sur une distance de 30 m (pour les codes lettres A, B et C) ou de 60 m (pour les codes lettres D, E et F) au-delà du point de tangence, la distance entre axes des deux marques étant de 0,90 m.

b) MARQUES D'INTERSECTION

Des marques d'intersection de voies de relation doivent être apposées lorsque :

-les caractéristiques de l'intersection sont telles qu'un pilote peut éprouver des difficultés à apprécier sa séparation latérale avec le trafic croisé,

constituée par une ligne simple discontinue, éléments ont une longueur de 0,90 m, une largeur de 0,30 m et sont espacés de 0,90 m.

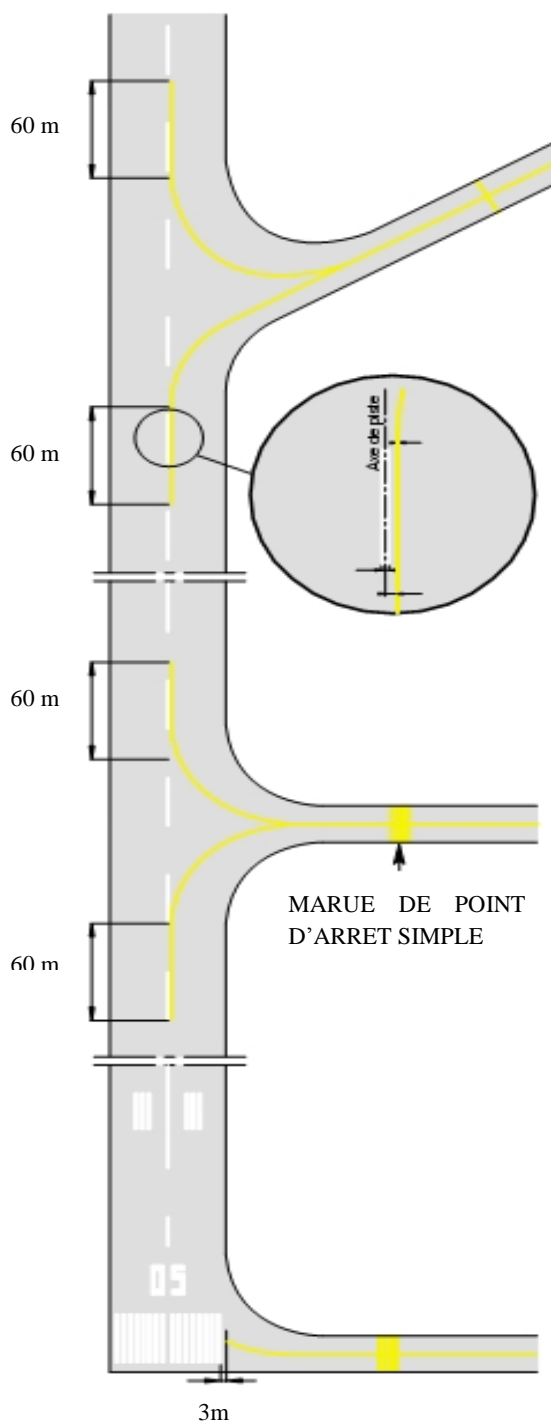


Figure 38: MARQUES DE POINT D'ARRÊT

Des marques de point d'arrêt doivent être apposées sur les voies de relation à certains emplacements déterminés, au-delà desquels un aéronef ou un véhicule ne doit pas passer sauf à en avoir reçu l'autorisation de l'organisme de contrôle ou, en l'absence de contrôle, à avoir assuré lui-même sa sécurité.



Il existe deux types de marques de point d'arrêt. Le premier consiste en quatre bandes, disposées perpendiculairement à l'axe de la voie de circulation, larges de 0,15 m et espacées de 0,15 m ; comme indiqué sur la figure N° 07, deux de ces quatre bandes sont continues et les deux autres sont constituées d'éléments de 0,90 m de longueur espacés de 0,90 m.

Dans le cas d'un point d'arrêt simple, la marque de point d'arrêt doit être apposée à une distance du bord de piste au moins égale à :

- 50 m pour une piste à vue de longueur égale ou supérieure à 1 000 m.

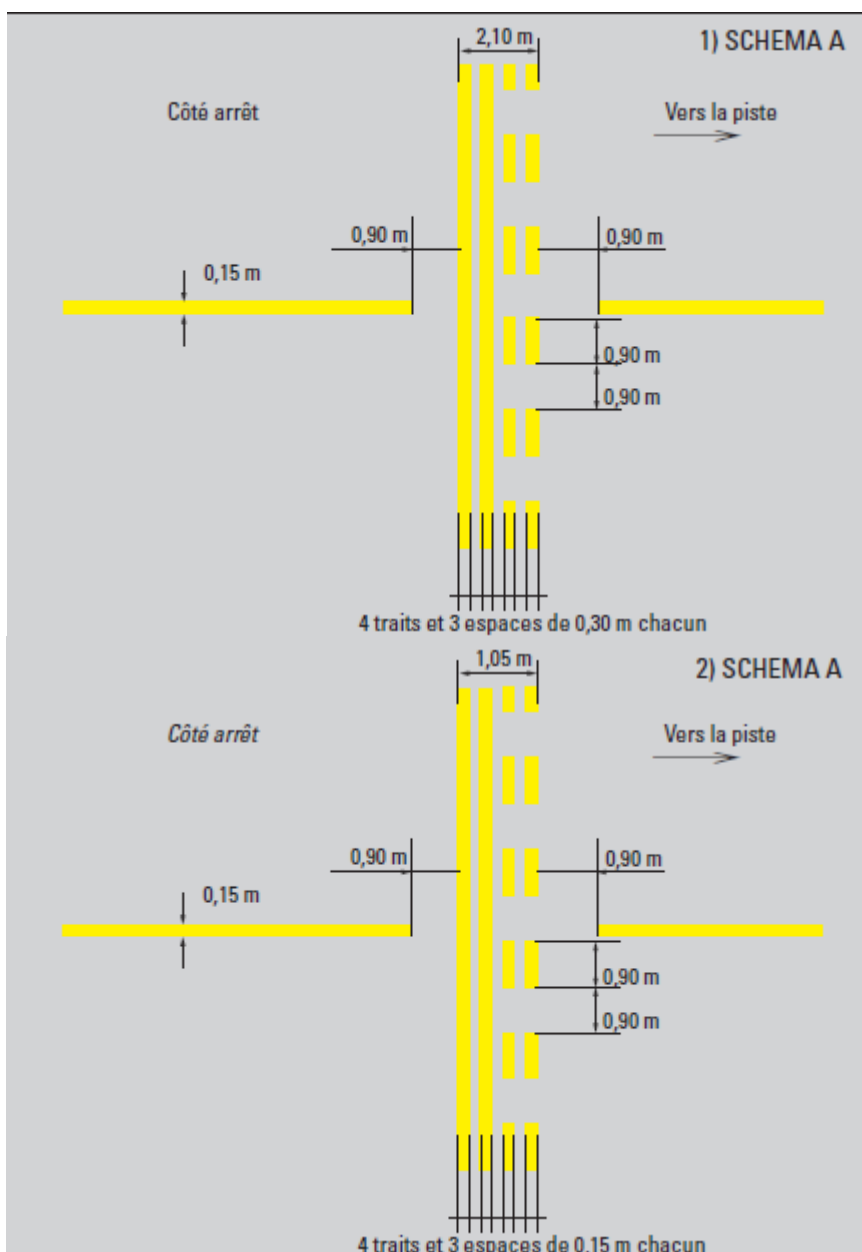


Figure 39 : Marque de point d'arrêt simple

Sur une voie de relation desservant une piste ouverte aux approches de précision de catégorie I, la marque de point d'arrêt simple sera, si possible, apposée à au moins 150 m de l'axe de la piste. L'apposition d'un point d'arrêt simple à moins de 150 m de l'axe d'une piste ouverte aux



approches de précision de catégorie I peut être retenue sans toutefois être à moins de 90 m de l'axe de la piste, lorsqu'elle est utilisée par des avions de catégorie D, et, à moins de 75 m, lorsqu'elle l'est par des avions de catégorie A, B ou C.

Les catégories d'avions sont définies ci-après en fonction de $V = 1,3$ fois leur vitesse de décrochage dans la configuration d'atterrissage à la masse maximale :

-catégorie C : $224 \text{ km/h (121 kt)} \leq V < 261 \text{ km/h (141 kt)}$

-un aéronef à l'arrêt ne perturbe pas le fonctionnement des aides radioélectriques (respect des aires critiques et si possible des aires sensibles).

1.3. Balisage

Les marques de Balisage non lumineux sont de couleur blanche sur la piste et de couleur jaune sur la voie de circulation et les postes de stationnement des aéronefs. Toutefois, les marques sont de couleur jaune, même sur une piste :

- sur les aires portance réduite, prolongement d'arrêt en particulier.
- lorsqu'elles matérialisent les raccordements aux axes des voies de circulation.
- Sur les raquettes de retournement, lorsqu'elles matérialisent le raccordement à l'axe de la piste après que l'avion à effectuer un demi tour.

2. ASSAINISSEMENT

2.1. Introduction

L'eau est le premier ennemi de la route et un des facteurs de dégradation de cette dernière.

Les infrastructures aéroportuaires, notamment la piste d'envol, est aménagée souvent sur une Surface plate et à une faible pente. Ainsi, la piste doit être protégée contre les actions des eaux Souterraines ou de ruissellement.

C'est pourquoi l'étude d'évacuation de ces dernières s'avère importante.

2.2. Objet Des Travaux De Drainage

a) Objets du drainage :

Le réseau de drainage d'un aérodrome comprend l'ensemble des ouvrages destinés à limiter les effets de l'eau sur la chaussée et la plate-forme. Ce réseau doit assurer :

- L'évacuation rapide des eaux de ruissellement provenant de l'emprise des ouvrages afin d'éviter l'inondation des chaussées et des bandes (drainage des eaux superficielles)
- La protection du corps de chaussées et du sol support contre l'action des eaux souterraines et l'évacuation de ces dernières (drainage des eaux souterraines).

Un réseau de drainage mal conçu aura des conséquences néfastes telles que :

- La détérioration rapide de la chaussée et la chute de portance du sol support causée par l'infiltration des eaux superficielles à travers la structure que l'excessive teneur en eau du sol support ou des couches des chaussées peut entraîner.
- L'arrêt possible du trafic aérien de par l'accumulation excessive des eaux de ruissellement sur la chaussée.



- L'impraticabilité d'une piste non revêtue par temps humide

b) Particularités des travaux de drainage d'aérodrome :

Le drainage d'un aérodrome pose un problème à trois dimensions. Les surfaces sont importantes et recueillent des quantités d'eau à évacuer qui peuvent être considérables.

Le problème réside sur les faits que :

- les aérodromes sont situés dans des zones relativement plates
- les pentes maximales admissibles des profils en long et en travers sont plus faibles que celles des chaussées routières.

2.3. Pré-dimensionnement Des Ouvrages :

a) Calcul des bassins versants :

Un bassin versant est un site naturel délimité par la ligne de partage des eaux de ruissellement qui transforme la pluie en débit.

Il existe une limite topographique ou géographique et une limite hydraulique du bassin.

La première limite est définie par l'ensemble des points hauts du terrain naturel, (crêtes) et la deuxième correspond à la nature du sous-sol et au pendage des couches.

b) Caractéristiques d'un bassin :

Un bassin versant est caractérisé par :

- Sa surface S
- Son périmètre P
- Son coefficient de forme K
- Son coefficient de ruissellement C
- La longueur du thalweg principal L
- Sa pente moyenne L.

c) La surface (S):

La méthode utilisée est la méthode des carreaux.

On divise la surface du bassin versant en petits carreaux égaux :

$$S = \frac{nS_0}{10^6 E^2}$$

Où n : nombre de carreaux

E : échelle du plan : 1/10.000

S₀ : surface d'un carreau en (mm²)

S : Surface du bassin versant en (km²)

Pour déterminer le nombre de carreaux, on tracera sur un papier millimétré les courbes de niveau et les limites du bassin versant sur une carte topographique.



d) La pente moyenne d'un bassin versant :

Par le biais du rectangle équivalent, la pente moyenne de chaque bassin est calculée en déterminant successivement :

- Le dénivellement entre les points ayant 5% de la surface du bassin versant A et B amont et en aval.
- Le périmètre du bassin versant P déterminé à l'aide d'un curvimètre ou règle ou ficelle.

$$P = \frac{L_0}{10^2 \times E}$$

L_0 : lecture moyenne.

E : échelle sur la carte 1/10 000.

P : périmètre du bassin versant (m).

- Le coefficient de forme

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{..S}}$$

La longueur du rectangle équivalent du bassin versant est telle que :

$$L = \frac{K\sqrt{S}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right] \text{ (m)}$$

Ainsi la pente moyenne du bassin versant sera déterminée par :

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

2.4. Débit De Crue

Le débit de crue d'un bassin versant est la quantité d'eau nécessaire à évacuer à la sortie du bassin par unité de temps. Sa détermination sert à dimensionner les ouvrages à réaliser en utilisant les différentes données caractérisant un bassin versant.

On dispose de plusieurs méthodes pour déterminer le débit de la crue d'un bassin versant suivant le nombre de facteurs tenu en compte.

Comme on dispose d'un bassin versant qui a une surface inférieure à 4 km², on se trouve devant le cas d'un petit bassin versant. La méthode utilisée est la méthode rationnelle qui est une méthode plus fiable pour notre cas.

Le débit maximal Q_p de période de retour P d'un bassin versant de $S < 4 \text{ km}^2$ est atteint si la durée de l'averse est au moins égale au temps de concentration t_c .

Q_p est donné par la relation :

$$Q_p = 0,278.C .I (T_c, P).S$$

- C : coefficient de ruissellement

- $I (T_c, P)$: intensité de pluie pendant le temps de concentration t_c [mm]

- S : surface du bassin versant [km²].

L'application de l'une de ces formules de calcul de Q_p doit être vérifiée par une méthode de Recoupement.

Dans ce cas on peut utiliser la formule de **Manning-Strickler** :

$$Q_p = V\omega = K.R^{2/3}.1^{0.5} . \omega$$



Où k : coefficient de rugosité du cours d'eau
 R : rayon hydraulique [m]
 i : pente longitudinale du cours d'eau (perte de charge)
 ω : Ouverture efficace.

c) Le temps de concentration :(T_c)

C'est le temps maximal que met une goutte de pluie tombée à l'intérieur d'un bassin versant, pour atteindre l'exutoire. Il peut être déterminé par les formules suivantes:

*** Formule de VENTURA**

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{I}}$$

Avec ; T_c : (h)
 S : surface du bassin [km²]
 I : pente moyenne du bassin [m/m]

*** Formule de KIRPICH**

$$T_c = \frac{1}{52} L^{1.15} \Delta H^{-0.38}$$

Avec ; T_c : (mn)
 L : longueur ou distance de l'exutoire au point le plus éloigné de ce dernier [m]
 Δh : dénivellement entre ces deux points ci-dessus

*** Formule de PASSINI**

$$T_c = 0.108 \times (S \cdot L_0)^{0.33} \cdot I^{-0.5}$$

Avec ; T_c : (mn)
 S : surface du bassin versant [km²]
 L_0 : longueur du thalweg principal [Km]
 I : pente du thalweg principal [m/m].

d) L'intensité de la pluie : I (T_c, P)

C'est la hauteur de précipitation correspondant au temps de concentration T_c , pour une période de retour P estimée en année.

$$I(T_c, P) = 28 \cdot (T_c + 18)^{-0.763} \cdot I(Ih, P)$$

Avec; $I(Ih, P) = 0,21H(24, P) + 44.74$
 $I(Ih, P)$: Intensité horaire correspondant au période de retour P , pour la région considérée exprimée en (mm/h).
 $H(24, P)$: Pluie journalière ou hauteur de l'averse en 24H, donnée par la courbe des Isohyètes exprimée en (mm).

e) Détermination de la section de l'ouvrage :

Puisque le fossé existant est de section rectangulaire, on se limitera au calcul de ce type de fossé en utilisant la méthode rationnelle :

$$Q = V \cdot \omega \text{ avec } V = k R^{2/3} \cdot I^{0.5}$$

On identifie Q_p (débit à évacuer) avec Q (débit évacuable), en imposant certains paramètres



Hauteur de garde ($h'=20\text{cm}$)

Profondeur moyenne d'écoulement (h)

Avec ; $b = 2h$

Base ($b=2h$)

$$\omega = 2h^2 \text{ (Ouverture efficace)}$$

$$\gamma = 4h \text{ (Périmètre mouillée)}$$

$$R = \frac{\omega}{\gamma} = \frac{h}{2} \quad \Rightarrow \quad Q = k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot 2h^2 \geq Q_p$$

Enfin on vérifie la vitesse d'écoulement des eaux :

$$V_{\text{ensablement}} < V < V_{\text{affouillement}}$$

$$V_{\text{ensablement}} = 0,5\text{m/s pour une pente supérieure à } 4 \text{ ‰}$$

$$V_{\text{affouillement}} \text{ (en fonction de la profondeur d'écoulement et des caractéristiques du fossé).}$$

2.5. Détermination Pratique De La Section De L'ouvrage

2.5.1 Détermination du débit (Q_p):

On a : $S = 0,06 \text{ km}^2$ (Valeur estimée par lecture sur carte)

$$I=0,007.$$

P = Période de retour estimée à 10 ans.

C : Coefficient de ruissellement dépendant de la couverture végétale.

($C=0.95$, pour une plate-forme routière) \rightarrow (Valeurs de la vitesse d'affouillement « m/s »)

$H(24, P) = 635.74 \text{ mm}$ (Précipitations moyennes mensuelles (Station de Guelma 2001-2010))

Calcul du temps de concentration : (T_c)

En partant de la formule de VENTURA, on a :

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{I}} \quad \text{Avec } S = 0.06 \text{ Km}^2 \text{ (Valeur estimée par lecture sur carte)}$$

$$I = 0.007 \text{ ou } (7 \text{ ‰})$$

$$\text{A.N: } T_c = 0.3724\text{h} \approx 22.35\text{mn.}$$

Calcul de l'intensité horaire : $I(1 \text{ h}, P)$:

$$I(1\text{h}, P) = 0, 21.H(24, P) + 44.74. \text{ Avec } H(24, P) = 635.74\text{mm}$$

$$I(1\text{h}, P) = 178.24 \text{ mm/h.}$$



$$\text{Or; } I(T_c, P) = 28.(T_c + 18)^{-0.763} . I(I_h, P)$$

$$\text{Donc: } I(T_c, P) = 28.(22.35 + 18)^{-0.763} . 102.49$$

$$I(T_c, P) = 170.83\text{mm}$$

Calcul du débit à évacuer (Q_p):

$$\text{On a: } Q_p = 0,278 C I(T_c, P) S$$

$$\text{Doù: } Q_p = 0,278. 0,95. 170.83. 0,06$$

$$\text{A.N: } Q_p = 2.70 \text{ m}^3/\text{S}$$

Récapitulation :

S(Km ²)	C	Tc (mn)	I (Ih, P) (mm/h)	I(t _c , P)(mm)	Q _p (m ³ /S)
0,06	0,95	22,35	178.24	170.83	2.70

2.6. Détermination de la section de l'ouvrage

On devrait avoir Q (débit évacuable) ≥ Q_p (debit a evacuer).

$$Q = V. \omega = k.R^{2/3} . i^{1/2} . 2h^2 \geq Q_p$$

Avec : **K**=71 ; Coefficient de rugosité → (Valeurs du coefficient de rugosité « K »).

$$R = h/2.$$

$$i = 0.007.$$

$$\Rightarrow 71. \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} . (0.007). 2h^2 \geq Q_p = 2.13.$$

$$\text{D'où : } h \geq 0.68\text{m} \Rightarrow \text{Soit : } h = 0.70\text{m}$$

$$h' = 0.20\text{m (Hauteur de garde).}$$

$$H = h + h' = (0.70 + 0.20) \text{ m} = 0.90 \text{ m.}$$

$$b = 2 h = 2 \times 0.70\text{m} = 1.40\text{m.}$$

-On choisit alors comme section de l'ouvrage :

$$b = 1,40 \text{ m et } h = 0,70 \text{ m avec } H = 0,90 \text{ m.}$$

Vérification de la section:

$$V = k R^{2/3} . i^{0.5}$$

$$K = 71$$

$$R = h/2 = 0.35\text{m}$$

$$i = 0,007 = (7‰).$$

$$\Rightarrow V = 2,95 \text{ m/s}$$

Or ; V_{ens} = 0,5 m/s (pour une pente supérieure à 4‰)

Et pour ; 0,4m < h < 1m ; (h : Profondeur d'écoulement).

On a: 6,5m/s < V_{affouillement} < 8m/s → (Cf. Annexe ; Valeurs de la vitesse d'affouillement « m/s »).

On peut conclure alors que :

$$V_{ensablement} < V < V_{affouillement} ; \text{ (La condition est ainsi vérifiée).}$$



Hauteur de garde ($h'=0.20\text{m}$)

Profondeur moyenne d'écoulement ($h=0.70\text{m}$)

Base ($b=1.40\text{m}$)

Fosse rectangulaire :

Pente transversale de l'aire : 1%

Pente longitudinale de l'aire du fossé : 7‰

Hauteur du fossé : 0.90m

Base : 1.40m

Débit à évacuer : $2.13 \text{ m}^3/\text{S}$



Chapitre V :
Exécution des travaux



CHAPITRE V : EXECUTION DES TRAVEAUX

1. PRESENTATION ET MODES D'EXECUTION DE TRAVAUX

1.1. Terrassement

Avant le terrassement il faut décaper le corps de chaussé existant complètement.

➤ Le terrassement comprend tous les travaux relatifs à la modification du terrain naturel. Dans la construction des infrastructures aéronautiques, les travaux de terrassement consistent à aménager le terrain se trouvant à la l'intérieur de la bande d'envol, y compris les surfaces définies dans l'aire de dégagement. Le terrassement précède aux travaux d'implantation d'ouvrages (buses, caniveau) en mettant en œuvre la régularisation du fond de forme correspondant à chaque type d'ouvrages. Les modes d'exécution des travaux de terrassement suivent des spécifications particulières par enchaînement des travaux.

- Implantation et piquetage;

L'implantation permet de délimiter l'emprise de chaque surface à terrasser. Elle consiste à déterminer les alignements, des limites du tracé, en utilisant des jalons de fiches de nivellement et de mètres à ruban. Des opérations de levé topographique seront nécessaires durant cette tâche, en procédant à un nivellement par cheminement à l'aide d'appareil topographique (théodolite). La matérialisation de certains points essentiels des alignements s'effectue à l'aide de piquets dont la cote a été déjà déterminée (piquetage). Ces piquets doivent être bien enfoncés dans le sol, en marquant des indications qui permettront de les repérer.

- Décapage de la terre végétale;

Le décapage de la terre végétale consiste à enlever tous les taillis et broussailles avec leurs racines, suivies d'un arasement du sol à une épaisseur moyenne de 20 cm. Ces terres végétales doivent être enlevées, car elles présentent de matières organiques qui peuvent se décomposer et nuire à la portance de remblai, et du sol d'assise de la chaussée.

a) Exécution de terrassement

- Les travaux de déblai font partie des travaux d'exécution de terrassement, qui consiste à enlever à extraire les matériaux en place, dans le cas où:

- Le plan du terrain naturel (T. N) se trouve au-dessus du plan correspondant à la cote du projet.

Les matériaux extraits sont utilisés, soit :

– En remblai, s'ils répondent aux exigences fixées par des essais en laboratoire.



- Mis en dépôt dans des emplacements réservés.
 - Les travaux de remblai font partie aussi des travaux de terrassement, qui consiste à apporter des matériaux sur le site, dans le cas où le niveau du terrain naturel (T. N) n'atteindra pas la cote du projet. Ces remblais sont constitués par des matériaux en sol d'emprunt et exempts de matières organiques. Le stockage éventuel des remblais doit se faire sur des surfaces propres, drainées et suffisamment étendues.

-Les matériaux en remblai doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

- Indice de plasticité ($I_p \leq 20$)
- Indice de portance ($CBR \geq 15$) à 4 jours d'imbibition et à 95% de l'OPM.
(OPM : Optimum Proctor Modifié).
- Pour la mise en œuvre, les remblais devront être régalez par couche de 20 cm sur toute la largeur de la plate forme, qui seront ensuite compactés à 95% de l'OPM.

L'exécution des travaux de terrassement nécessite l'utilisation d'engins mécaniques :

- Bouteurs ou Bulldozer
- Pelles hydrauliques ou Excavateurs à godet.
- Camions bennes.
- Compacteurs (à pied de mouton).
- Camions arroseurs.
- Niveleuses ou Motorgrader.
- Compacteurs (à rouleau vibrant, à rouleau pneumatique).
- L'utilisation de ces engins dépend de nombreux facteurs :
 - Nature du terrain (rocheux, meuble).
 - Possibilité de l'Entreprise exécutante.
 - Exigences et Impératifs du chantier.

1.2 Ouvrages d'assainissement

La réalisation des ouvrages d'assainissement correspond aux travaux de drainage exécutés dans l'emprise de la chaussée. On implante les ouvrages d'assainissement (Dalots, Buses) après la finition du fond de forme, permettant à l'ouvrage d'avoir la pente admissible d'écoulement, lors de son installation.

Dans notre cas, le drainage de la piste est assuré par la construction d'un caniveau en couverture métallique situé de part et d'autres des accotements (Bande anti-souffle).

On a opté ce type d'ouvrage, de par sa résistance face aux éventualités de dégâts matériels causées par les risques de décollage raté empruntant l'accotement.

1.3 Remplacement du corps de Chaussée

-La Piste d'envol est constituée par une partie de chaussée :
Nouvelle construite pour toute la piste nouvelle construite pour toute la piste

La chaussée est constituée par :

- Une couche de fondation en (GCNT 0/31⁵).
- Une couche de base en (Grave bitume)



- Une couche de roulement en (béton bitumineux).
- La couche de fondation est constituée par des matériaux en grave concassé non traité (GCNT), de granulométrie continue (0/31⁵).
- Les étapes de mise en œuvre de la couche de fondation sont :
 - Le régilage.
 - L'Arrosage.
 - Le malaxage.
 - Le Compactage.
- L'exécution de ces travaux nécessite l'utilisation des engins suivants :
 - Camion benne.
 - Niveleuse.
 - Camion arroseur.
 - Compacteurs (à rouleau vibrant - à jante lisse).

Les matériaux seront compactés jusqu'à l'obtention d'un Indice de compactage $I_c \geq 95\%$ et d'un CBR ≥ 30 .

- La couche de base est constituée des matériaux traités en Grave bitume, permettant d'assurer une adhésivité et cohésion suffisante à travers la structure contribuant à la compacité de l'ensemble.

- La mise en œuvre de la couche de base nécessite l'emploi des engins suivants :
 - Répandeuse de liants,
 - Camions benne,
 - Finisseur,
 - Compacteurs (Tandem (6T)), à rouleau pneumatique).

- Pour la couche de base : 30cm

La couche de base constitue le support de la couche de roulement. Ainsi, sa surface devrait être traitée pour la préparation avant la mise en œuvre du tapis d'enrobé constitué de Béton Bitumineux.

- Préparation du support avant la mise en œuvre de la couche de roulement :

- Mise en œuvre de la couche d'imprégnation, consistant à répandre du liant hydrocarboné (Cut back 0/1) ou (ECR60) sur la couche de base réalisée à raison de 1,2 Kg/m² de liants résiduels, suivi d'un sablage dosé à 6 L/m².
- Mise en œuvre de la couche d'accrochage à l'aide de (Cut back 400/600) ou (ECR69) dosé à 0,8 Kg/m² de liants résiduels. Elle est réalisée pour lier la couche de base avec la couche de roulement.

- La couche de roulement sera réalisée avec des matériaux traités en Béton bitumineux constitués par du liant (Bitume) et des granulats (0/14).

- Pour la couche de roulement : 10 cm

La réalisation de la couche de roulement se fait sur des grandes largeurs, afin de limiter le nombre de joints longitudinaux

Les engins suivants seront nécessaires à la mise en œuvre de la couche de roulement :

- Camion (Répandeuse de liants)
- Camion benne.



- Finisseur.
- Compacteurs (à Jante lisse ou Tandem (6T)).
- Compacteurs (à rouleau pneumatique).

2. Aménagements Divers

2.1. Balisage et signalisation

Le Balisage et signalisation constituent la matérialisation des aides visuelles, permettant d'exécuter des différentes opérations au sol telles que guidage des roues lors des manœuvres.

2.2. Balisage diurne

Ce sont des marques d'identification de la piste. Elles sont marquées par deux chiffres en dizaine de degré peints en blanc au droit des seuils de piste : (13/31).

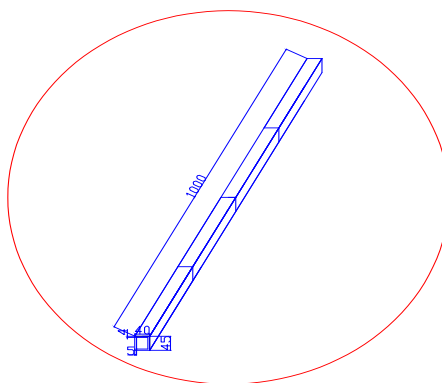
- Marques latérales: La piste et la bretelle seront délimitées latéralement si le contraste entre les bords de ces derniers et les accotements ou la bande d'envol n'est pas satisfaisant. Ces marques auront une largeur de 0,90 m pour la piste.
- Marques de seuil de piste: un ensemble de bandes longitudinales peint sera placé à 6 m du seuil. Ces bandes seront disposées symétriquement par rapport à l'axe de la piste.
- Marques d'axe de la piste: Elles sont disposées le long de l'axe et sont constituées par une ligne de trait uniformément espacée. La distance séparant deux traits consécutifs sont comprises 30 m.

3. Conception de Dalot

Ce dalot traverse la piste principale à 300 m de seuil 13

Démentions de ce dalot :

- 100m de longueur
- 4m de largeur
- 4.5 de profondeur



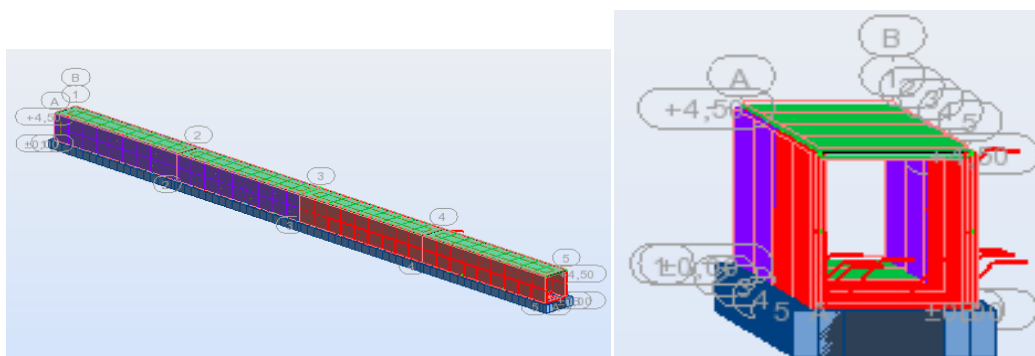


Figure 40: la conception de dalot

3.1. Dalle : Dalle14 - panneau n° 14

3.1.1. Ferrailage :

Type : Coque BA

Direction armatures principales : 0°

Classe armatures principales : HA 400; résistance caractéristique = 40000 T/m²

Diamètres des barres inférieures d1 = 1,2 (cm) d2 = 1,2 (cm)

Diamètres des barres supérieures d1 = 1,2 (cm) d2 = 1,2 (cm)

Enrobage inférieur c1 = 3,0 (cm)

Enrobage supérieur c2 = 3,0 (cm)

3.1.2. Béton

Classe : BETON35; résistance caractéristique = 3500 T/m²

Densité : 2,50 (T/m³)

3.1.3. Hypothèses

Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99

Méthode de calcul de la section d'acier : Analytique Fissuration

Lit supérieur : peu préjudiciable

Lit inférieur : peu préjudiciable

Flèche admissible : 3,0 (cm)

Vérification du poinçonnement : non

Tenue au feu : 0 h

Type de calcul : flexion + compression/traction

3.1.4. Géométrie de la dalle

Epaisseur 0,40 (m)



Contour :

bord	début		fin		Longueur (m)
	X1	Y1	X2	Y2	
1	0.00	-4.00	25.00	-4.00	25.00
2	25.00	-4.00	0.00	0.00	4.00
3	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00
4	0.00	0.00	-4.00	-4.00	4.00

Appui :

n°	Nom	dimensions (m)	coordonnées		bord
			x	y	
1	linéaire	0,50 / 25,00	12,50	0,00	—
2	linéaire	0,50 / 25,00	12,50	-4,00	—

3.1.5. Résultats des calculs :

a) Moments maximaux + ferrailage pour la flexion, compression/traction

	Ax(+)	Ax(-)	Ay(+)	Ay(-)
Ferrailage réelle (cm ² /m):	6,69	6,69	4,92	4,92
Ferrailage théorique modifié (cm ² /m):	2,18	2,18	2,11	2,11
Ferrailage théorique primaire (cm ² /m):	2,18	2,18	2,11	2,11
Coordonnées (m):	0,00;-4,00	0,00;-4,00	0,00;-4,00	0,00;-4,00

b) Moments maximaux + ferrailage pour la flexion, compression/traction

symbole	Ax(+)		Ax(-)		Ay(+)		Ay(-)	
	section théorique	section réelle	section théorique	section réelle	section théorique	section réelle	section théorique	section réelle
Ax(+)(cm ² /m)	2.18	6.69	2.18	6.69	2.18	6.69	2.18	6.69
Ax(-)(cm ² /m)	2.18	6.69	2.18	6.69	2.18	6.69	2.18	6.69
Ay(+)(cm ² /m)	2.11	4.92	2.11	4.92	2.11	4.92	2.11	4.92
Ay(-)(cm ² /m)	2.11	4.92	2.11	4.92	2.11	4.92	2.11	4.92
ELS								
Mxx (T/m)	0.00		0,00		0,00		0,00	



Myy (T/m)	0.00	0,00	0,00	0,00
Mxy (T/m)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nxx (T/m)	0,02	0,02	0,02	0,02
Nyy (T/m)	-0.01	-0,00	-0,00	-0,00
Nxy (T/m)	-0.01	-0,01	-0,01	-0,01
ELU				
Mxx (T/m)	0.00	0,00	0,00	0,00
Myy (T/m)	0.00	0,00	0,00	0,00
Mxy (T/m)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nxx (T/m)	0,02	0,02	0,02	0,02
Nyy (T/m)	-0.01	-0,00	-0,00	-0,00
Nxy (T/m)	-0.01	-0,01	-0,01	-0,01
ELU - comb. acc.				
Mxx (T/m)	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
Myy (T/m)	-2.13	-2.13	-2.13	-2.13
Mxy (T/m)	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
Nxx (T/m)	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
Nyy (T/m)	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
Nxy (T/m)	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25

c) Coordonnées dans le repère global de la structure

Coordonnées (m)	0,00;4,00	0,00;4,00	0,00;4,00
Coordonnées (m)	25,00;0,00;4,50	25,00;0,00;4,50	25,00;0,00;4,50

d) Fleche

$|f(+)| = 0,0 \text{ (cm)} \leq f_{dop}(+) = 3,0 \text{ (cm)}$

$|f(-)| = 0,0 \text{ (cm)} \leq f_{dop}(-) = 3,0 \text{ (cm)}$

3.1.6. Chargements :

Cas	Type	Liste	Valeur
1	pois propre	1A16	PZ Moins
2	(EF) surfacique uniforme	13A16	PZ=2.00[T/m ²]
3	(EF) surfacique uniforme	13A16	PZ=0.2[T/m ²]

Combinaison / Composante	Définition
ELS/9	(1+2+3)*1.00
ELU/11	(1+2)*1.35+3*1.50
ACC/13	(1+2+3+7)*1.00
ACC/15	(1+2+3)*1.00+7*-1.00
ACC/17	(1+2+3+8)*1.00



ACC/19	$(1+2+3)*1.00+8*-1.00$
ACC/21	$(1+2+3)*1.00+7*1.20$
ACC/23	$(1+2+3)*1.00+7*-1.20$
ACC/25	$(1+2+3)*1.00+8*1.20$
ACC/27	$(1+2+3)*1.00+8*-1.20$

3.1.7. Résultats théoriques - disposition des armatures

Liste des solutions :
Ferrailage par barres

Solution n°1	Diamètre Armatures	Poids total(T)
	14	1,68

Ferrailage supérieur							
Nom	coordonnées				Armatures adoptées diamètre[mm] / [cm]	At [cm ² /m]	Ar [cm ² /m]
	x1	y1	x2	y2			
1/1- Ax Principal	0,00	-4,00	25,0	0,00	14,0 / 25,0	2,18 <	6,16
1/2-Ay Perpendiculaire	0,00	-4,00	25,0	0,00	14,0 / 25,0	2,18 <	6,16
Ferrailage supérieur							
Nom	Coordonnées				Armatures adoptées	At	Ar
	x1	y1	x2	y2			
1/1+ Ax Principal	0,00	-4,00	25,0	0,00	12,0 / 25	2,18 <	4,52
1/2+Ay Perpendiculaire	0,00	-4,00	25,0	0,00	14,0/25	2,11 <	6,16

3.1.8. Quantitatif

Volume de Béton = 40,00 (m³)
Surface de Coffrage = 100,00 (m²)
Périmètre de la dalle = 58,00 (m)
Superficie des réservations = 0,00 (m²)

Acier

Poids total = 1,93 (T)
Densité = 0,05 (T/m³)



Diamètre moyen = 12,8 (mm)

Liste par diamètres :

Diamètre (m)	Longueur (T)	Poids (m)
12	1090,00	0,97
14	798,08	0,96

3.2. Voile : voile 6

3.2.1 Caractéristiques des matériaux :

- Béton : $f_{c28} = 3500,00$ (T/m²) ,Densité = 2,50 (T/m³)
- Aciers longitudinaux : type HA 400, $f_e = 40000,00$ (T/m²)
- Aciers transversaux : type HA 400, $f_e = 40000,00$ (T/m²)
- Age du béton au chargement : 28
- Coefficient de comportement: $q = 2,50$

3.2.2 Géométrie :

Nom: P1

Longueur: 25,00 (m)

Epaisseur: 0,30 (m)

Hauteur : 4,50 (m)

Hauteur de la couronne : 0,00 (m)

Appui vertical: -----

Conditions aux appuis : plancher aboutissant de deux côtés

3.2.3 Hypothèses de calcul :

Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99

Enrobage : 3,0 (cm)

3.2.4 Chargements :

3.2.4.1 Réduites:

Nature	N	M	H
	(T)	(T*m)	(T)
d'exploitation	12,50	-0,01	-0,01
sismique	-0,00	-0,01	0,00
sismique	-23,19	-2,85	5,44

3.2.5 Résultats théoriques :

Combinaisons

Sollicitations ELU : ELU.1-1.5 Q



Interactions en ACC

ACC.1	0.8 Q +1 SEI
ACC.2	0.8 Q +1 SEI
ACC.3	1 SEI
ACC.4	1 SEI
ACC.5	0.8 Q -1 SEI
ACC.6	0.8 Q -1 SEI
ACC.7	-1 SEI
ACC.8	-1 SEI

Longueur de flambement

$$L_f' = 3,83 \text{ (m)}$$

$$L_{f_rnf}' = 3,60 \text{ (m)}$$

$$L_f = 3,83 \text{ (m)}$$

$$L_{f_rnf} = 3,60 \text{ (m)}$$

Elancement

$$\lambda = 26,50$$

$$\lambda_{rnf} = 24,94$$

$$\lambda_{seism} = 27,60$$

$$\lambda_{seism_rnf} = 25,98$$

Coefficient α

$$\alpha/\alpha_1 = 1,1 \quad (\text{Age du béton au chargement :28})$$

$$\alpha = 0,51$$

$$\alpha_{rnf} = 0,70$$

$$\alpha_{seism} = 0,51$$

$$\alpha_{seism_rnf} = 0,70$$

Résistance du voile non armé

$$\sigma_{ulim} = 1297,25 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{ulim_seism} = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

Armatures réparties

Combinaison dimensionnante: ELU 1

$$N_{umax} = 0,75 \text{ (T/m)}$$

$$\sigma_{umax} = 1,50 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$N_{ulim} = 648,63 \text{ (T/m)}$$



$$\sigma_{ulim} = 1297,25 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$N_{umax} < N_{ulim}$$

$$0,75 \text{ (T/m)} < 648,63 \text{ (T/m)}$$

Combinaison dimensionnante: ACC 6

$$N_{umax} = 1,33 \text{ (T/m)}$$

$$\sigma_{umax} = 2,65 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$N_{ulim} = 836,43 \text{ (T/m)}$$

$$\sigma_{ulim} = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$N_{umax} < N_{ulim}$$

$$1,33 \text{ (T/m)} < 836,43 \text{ (T/m)}$$

Armatures de bord gauche

raidisseur en flexion composé

$$A_f L = 12,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

armatures minimales (PS92 11.821.2)

Combinaison dimensionnante: ACC 1

$$\rho = 0,001 * q * \sigma_i / \sigma_{ulim}$$

$$\sigma_i = 1672,38 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{ulim} = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$b_f = 1,00 \text{ (m)}$$

$$A_{fL \text{ min}} = 12,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Potelets minimaux (PS92 11.821.4)

Largeur : d' :

Combinaison dimensionnante: ACC 1

$$\sigma_i = 1672,38 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{ulim} = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$d' = 1,25 \text{ (m)}$$

Bord droit

Raidisseur en flexion composé

$$A_f R = 12,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$



Combinaison dimensionnante: ACC 1

Armatures minimales (PS92 11.821.2)

Combinaison dimensionnante: ACC 1

$$\rho = 0,001 * q * \sigma_i / \sigma_{ulim}$$

$$\sigma_i = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{ulim} = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$b_f = 1,00 \text{ (m)}$$

$$A_{fRmin} = 12,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Potelets minimaux (PS92 11.821.4)

Largeur : d' :

Combinaison dimensionnante: ACC 1

$$\sigma_i = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{ulim} = 1672,86 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$d' = 1,25 \text{ (m)}$$

Cisaillement (BAEL91 A5.1,23) (PS92 11.821.3)

Armatures horizontales

Combinaison dimensionnante-ELU: ELU 1

$$V_u = 0,01 \text{ (T)}$$

$$\tau = 0,00 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$A_h = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Combinaison dimensionnante-ACC: ---

$$V_u = 0,00 \text{ (T)}$$

$$V^* = 0,00 \text{ (T)}$$

$$\tau^* = 0,00 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\tau_{lim} = 0,00 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\alpha_V = 0,00$$

$$A_{th} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Armatures verticales

Combinaison dimensionnante: ACC 6

$$V_u = 5,44 \text{ (T)}$$



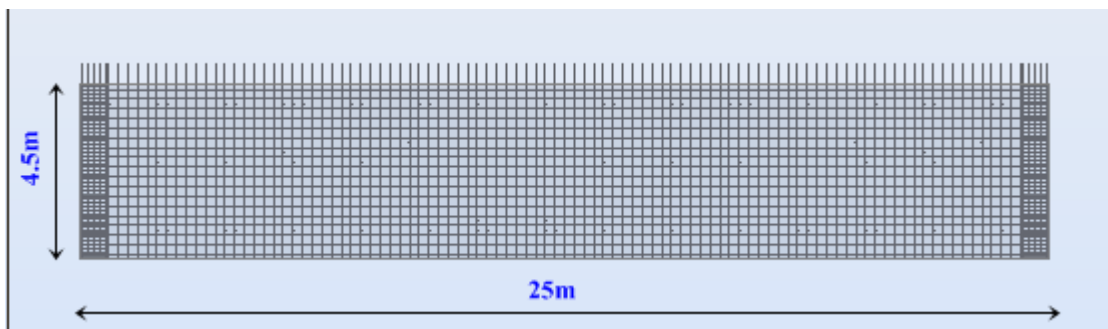
$V^* = 9,52 \text{ (T)}$
 $\tau^* = 0,78 \text{ (T/m}^2\text{)}$
 $\tau_{lim} = 137,66 \text{ (T/m}^2\text{)}$
 $\alpha V = 0,01$
 $A_{tv} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Glissement (PS92 11.821.3)

Combinaison dimensionnante: ACC 4

$V_u = 5,44 \text{ (T)}$
 $V^* = 9,51 \text{ (T)}$
 $x = 0,00 \text{ (m)}$
 $\alpha R = 0,00$
 $f_{tj} = 275,32 \text{ (T/m}^2\text{)}$

Ferrailage :



Armatures verticales:

		zone				
X0	X1	Nombre :	Acier	Diamètre	Longueur	Espacement
(m)	(m)			(mm)	(m)	(m)
1,25	23,25	190	HA 400	14,0	4,99	0,25

X0 - Début de la zone

X1- Fin de la zone

Armatures horizontales:

Type	Nombre	Acier	Diamètre	A	B	C	Espacement	Forme
------	--------	-------	----------	---	---	---	------------	-------



			(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	
droit	36	HA 400	14,0	24,94	0,00	0,00	0,25	rnf_bar_shape()

Epingles:

Nombre :	Acier	Diamètre	A	B	C	Forme
0	0	(mm)	(m)	(m)	(m)	0
3185	HA 400	6,0	0,45	0,00	0,00	rnf_bar_shape()

Armature de bord (Af):

	Nombre	Acier	Diamètre	A	B	C	Forme
Armatures longitudinales - partie gauche	16	HA 400	14,0	4,99	0,00	0,00	rnf_bar_shape()
Armatures longitudinales - partie droite	16	HA 400	14,0	4,99	0,00	0,00	rnf_bar_shape()
Armatures transversales - partie gauche	45	HA 400	14,0	0,24	0,69	0,42	rnf_bar_shape()
Armatures transversales - partie droite	45	HA 400	14,0	0,24	0,69	0,42	rnf_bar_shape()
Épingle - partie gauche	245	HA 400	14,0	0,24	0,00	0,00	rnf_bar_shape()
Épingles - partie droite	45	HA 400	14,0	0,24	0,00	0,00	rnf_bar_shape()

3.3. Quantitatif :

Volume de Béton= 56.25 (m3)

Surface de Coffrage= 229,50 (m2)

Acier HA 400

Poids total= 3,71 (T)

Densité= 0,07 (T/m3)

Diamètre moyen= 10,8 (mm)

Liste par diamètres :

Diamètre	Longueur (m)	Poids (T)
6	1803,95	0,40
14	2735,08	3,31

Conclusion générale :

CONCLUSION GENERALE

L'étude du réaménagement de l'aérodrome de Guelma réalisée dans le cadre de notre projet de fin d'étude de Master nous a permis d'enrichir nos connaissances scientifiques dans le domaine des infrastructures aéroportuaires. Cette étude a été réalisée afin que la piste d'envol existante puisse répondre aux besoins opérationnels (atterrissage, roulement au sol, décollage) de l'appareil de type Boeing 737-500 qui est utilisé par la flotte des vols internes de la compagnie nationale Air Algérie.

Cette étude nous a permis de constater que la piste actuelle (1,5 km) ne pourrait pas supporter les effets produits par cet aéronef pour son passage sur l'aérodrome. Pour cela, nous avons proposé de faire des travaux de réaménagement des différentes infrastructures afin d'avoir une structure convenable pour la circulation aéronautique.

Ces réaménagements concernent la piste d'envol, la bretelle de liaison, l'aire de stationnement et la position de l'aérogare et des bâtiments annexes à l'aérodrome. La future piste sera de 2km de long avec un passage sur oued Maiz par le biais d'un dalot (canalisation de l'oued). Nous n'avons pas pu proposer une nouvelle orientation de la piste faute de données des vitesses de vent sur 10 ans, donc nous avons conservé l'orientation de l'ancienne piste (31/13). L'accès à la nouvelle aérogare sera assuré à partir de la RN 80, l'aire de stationnement des aéronefs sera réalisée de l'autre côté de la piste.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] documents technique des Instructions Techniques aux Aérodomes Civils (ITAC)

[2] Conception et exploitation techniques des aérodomes

[3] Manuel de conception des aéroports

[4] Station météorologique de Guelma.

[5] site internet du ministère travaux publics

[6] société d'études techniques de Sétif (réhabilitation de l'aérodomme de Guelma)

[7] laboratoire l'habitat et de la construction –unité d'Oum Bouaghi-(en date du : 18/10/2009)

[8] conditions d'homologation et procédures d'exploitation des aérodommes PDF

Dimensionnement des chaussées « Volume 1 et 2 »

« Instruction sur le dimensionnement des chaussées d'aérodomme et la détermination des charges admissibles »

Par : - STBA « Service Technique des Bases Aériennes »

SBA « Service des Bases Aériennes »

La géométrie de l'aérodomme annexe 14, volume n°1,

Par : - L'OACI « organisation de l'aviation civile internationale ».

Conception, construction et gestion des aérodommes,

Par : - Georges MEUNIER,

Cour de routes :

1- dimensionnement des chaussées,

2- assises de chaussées,

3- couches de roulement.

Par : - Georges JEUFROY et Raymond SAUTERAY ;

« Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées »