

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abbas Laghrour Khenchela

Département Génie civil



Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Voie et Ouvrage d'Art

**L'Etude de l'évitement Côté sud-ouest de la RN88-
RN80 et la RN32 de la ville de Khenchela**

Présenté par :

CHAIB Chouaib

LAICHE Bessma

Encadré par :

Dr. BOUTRID Abdelaziz

2022 - 2023

Remerciement

Nous remercions, en premier lieu, notre dieu qui a bien voulu nous donner la force
pour effectuer le présent travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. BOUTRID Abdelaziz pour son suivi
et ses conseils durant l'évolution de ce travail.

Nos remerciements vont également à tous nos enseignants qui ont contribué à
notre formation.

On remercie nos amis ainsi que nos collègues de Master avec qui on a passé de bon
moment.

Nous exprimons ici notre gratitude aux personnes qui de près ou de loin ont
contribué à l'établissement de cette mémoire.

Dédicace

*A mes chers parents qui ont été présents à mes côtés durant tout mon parcours,
qui m'ont soutenu et motivé à arriver jusqu'ici. Les mots ne seront jamais
suffisants, en espérant que ce travail sera digne de leurs efforts envers moi et leur
présente ma profonde gratitude.*

*A mon frère et à ma sœur, leur bienveillance envers moi m'a fait ressortir la
meilleure version de moi-même.*

A tous mes ami(e)s qui m'ont soutenu et aidé quand j'en avais le plus besoin.

Et à toutes personnes qui me connaissent de près et de loin.

CHOUAIB

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant j'ai pu achever ce modeste travail'

J'adresse mes sincères remerciements à mes parents qui n'ont cessé de se sacrifier pour me fournir du réconfort et de la stabilité et cela m'a encouragé au cours de mes études, Dieu leur a donné la santé et la longue vie

À mes chers frères et À mes chères sœurs

Et qui me soutient toujours : mon cher mari

*À ma chère amie : **SOAAD***

Je remercie sincèrement tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de cette thèse.

BESSMA

Sommaire

REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
SOMMAIRE	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTES DES FIGURES	
LISTE DES ABREVIATIONS	
Introduction Générale	01
Chapitre N°I : PRESENTATION DU PROJET	
I.1 Présentation générale de la wilaya de kenchela.....	02
I.2 Présentation de projet	06
CHAPITRE N° II : étude de Trafic	
II.1 Introduction.....	11
II.2 Analyse du trafic.....	11
II. 3 Différents types de trafic	11
II.4 Calcul de la capacité.....	12
II. 5 Calcul le nombre des voies.....	14
II.6 Application au projet	14
CHAPITRE N° III : Sécurité	
III .1Introduction.....	17
III .2Problématique des infractions.....	17
III .3Recensement des infractions.....	17
III .4Caractéristique géométrique.....	18
III.5Vitesse de base moyenne.....	18

CHAPITRE N° IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES

IV .1 Introduction.....	19
IV .2 Définition La chaussée.....	19
IV .3 Les différents types de chaussée.....	20
IV .4. les différentes couches Chaussé.....	21
IV .5 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.....	22
IV .6 Les méthodes de dimensionnement.....	23
IV .7 Application au projet.....	28

CHAPITRE N° V : TRACE EN PLAN

V .1 Définition.....	34
V .2 Règles à respecter dans le tracé en plan.....	34
V .3 Les éléments du tracé en plan.....	34
V 4Choix d'une Clothoïde doit respecter les conditions suivantes..... ;.....	41
V .5 Combinaison des éléments du tracé en plan.....	42
V .6NOTION DE DEVERS.....	43
V .7Calcul d'axe.....	44
V .8Paramètre fondamentaux.....	44

CHAPITRE N°VI : PROFIL EN LONG ET PROFIL EN TRAVERS

VI.1 Définition.....	46
VI.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	46
VI.3 Les éléments de composition du profil en long.....	47
VI.4 Coordination du tracé en plan et profil en long.....	47
VI.5 Déclivités.....	47
VI.6 Raccordements en profil en long.....	48
VI.7caractiristiques des rayons en long	50
VI.8.Détermination pratique du profil en long.....	51
VI.9.Définition profil en travers	55
VI.10. Différents types de profil.....	55
VI Les éléments de composition du profil en travers.....	56
VI.4 Le profil en travers type du projet.....	57

CHAPITRE N° VII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.1 Introduction.....	59
-------------------------	----

VII.2 Définition.....	59
VII. 4 Différents essais en laboratoire.....	60
VIII.5 Résultats des travaux	60

Chapitre N° VIII: L'ASSAINISSEMENT ROUTIERE

VII. 1- Introduction	68
VII .2- Types de causes de décomposition.....	68
VII .3- Objectif de l'assainissement.....	68
VII.4- Assainissement de La Chaussée.....	69
VII .5- Étude hydrologique.....	70

Chapitre N° IX : CUBATURES

IX. 1- INTRODUCTION.....	92
IX. 2 Terrassement	92
IX. 3 Le compactage	93
IX. 4 Méthodes utilisées	94

Chapitre N° X: SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

X .1 INTRODUCTION (SIGNALISATION).....	96
X .2- L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE.....	96
X .3- CATEGORIES DE SIGNALISATION.....	96
X.4- REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION.....	96
X.5- TYPES DE SIGNALISATION.....	97
X.6. APPLICATION AU PROJET.....	101
X.2.1 INTRODUCTION (ECLAIRAGE).....	105
X.2.2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE.....	105
X.2.3 PARAMETRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES.....	105
X.2.4 ECLAIRAGE DE LA VOIE.....	105
X.2.5 ECLAIRAGE DES CARREFOURS GIRATOIRE.....	105
X.2.6 CONCLUSION.....	106

Conclusion générale	107
----------------------------------	------------

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
Chapitre N°II		
II. 1	Coefficient d'équivalence	13
II. 2	Valeur de K1	13
II. 3	Valeurs de K2	14
II. 4	Valeur Capacité théorique	14
II. 5	Résultats de calcul de capacité	16
Chapitre N° IV		
IV.1	Coefficients d'équivalence des matériaux utilisés	26
IV.2	Classification des réseaux principaux	26
IV.3	Classe de sol fonction CBR	27
IV.4	Les épaisseurs des couches selon la Fascicule	32
IV.5	Les épaisseurs des couches	33
Chapitre N° V		
V. 1	Les rayons de la trace en plan	37
V. 2	Paramètres fondamentaux	45
Chapitre N° VI		
VI.1	Déclivité du projet maximum	48
VI.2	Paramètres géométriques des rayons profil en long	51
Chapitre N° VIII		
VIII.1	Les essais réalisés	57
VIII.2	Résultats des essais de Teneur en eau	60
VIII.3	Résultat des essais de l'analyse granulométrique	61
VIII.4	Résultats d'essai de limite d'Atterberg	65
VIII. .5	Résultats des essais de Proctor modifié	66
VIII.6	Résultats des essais CBR imbibé	67
Chapitre N° IX		
IX.1	Températures moyennes à Ktef Essouda	70

IX.2	Vitesse moyenne du vent en m/s – Station de Kef Essouda	70
IX.3	Evaporation nette–Station de Foug El Gueiss	71
IX.5	Valeurs des pluies maximales journalières annuelles Station de Babar code (06-18-04)	72
IX.6	Caractéristiques de la série avec N=36ans	73
IX.7	Résultat de l'ajustement à la loi de Gauss	74
IX.8	Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel	76
IX.9	Résultat de l'ajustement à la loi de Galton	78
IX.10	Caractéristiques morphologiques des bassins versants	79
IX.11	Valeur du Coefficient "C1" pour Diverses Pentes	81
IX.12	Valeur du Coefficient "C2" par Rapport à la Nature du Sol	81
IX.13	Valeur du Coefficient "C3" Relative à la Couverture du Sol	82
IX.14	Précipitations Journalières pour les différentes fréquences	83
IX.15	Intensité pour les différentes fréquences	84

Listes des figures :

N°	Intitulé	Page
Chapitre N° I		
I.1	Carte géographique de la Wilaya de Khenchela	01
I.2	La répartition des zones naturelles de la Wilaya de Khenchela	02
I.3	Les reliefs de la Wilaya de Khenchela	03
I.4	Variation de la précipitation-évaporation et température	04
I.5	Carte hydrologique de la wilaya de Khenchela	05
I.6	Illustration du carrefour giratoire de la RN32- Zone d'activité	06
I.7	Vue sur échangeur RN32-RN88	06
I.8	Voie de sortie vers la route menant vers station thermique et ville de Khenchela	07
I.9	Ebauche de tracé des variantes N°01 e 02	08
I.10	Ebauche de tracé de la variante N°03	09
Chapitre N° IV		
IV.1	Chaussée souple	21
IV.2	Chaussée rigide	21
IV.3	Chaussée semi-rigide	21
IV.4	Constitution d'une structure de chaussée type	23
Chapitre N° VI		
VI.1	Elément géométriques du Profil en long	48
Chapitre N° VII		
VII.1	Les éléments constitutifs du profil en travers	57
VII.2	Profil en travers type	58
Chapitre N° IX		
IX.1	Les panneaux B	97
Chapitre N° X		

X.1	Exemple de signalisation de danger	96
X.2	Les panneaux C	97
X.3	Panonceaux de type M	97
X.4	Balise de virage	98
X.5	Flèches de signalisation	100
X.6	Signalisation vertical	100
X.7	Plan de signalisation 1/17	101
X.8	Plan de signalisation 2/17	101
X.9	Plan de signalisation 3/17	102
X.10	Plan de signalisation 4/17	102
X.11	Plan de signalisation 5/17	103
X.12	Plan de signalisation 6/17	103

LISTES D'ABREVIATIONS :

Présentation du projet :

C.E.M : carte d'état majeurs .

RN : route nationale .

Étude de Trafic :

Cth: capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable .

K1: coefficient lié à l'environnement

K2: coefficient de réduction de capacité

N : nombre d'année.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route nombres de voies et de l'environnement

Qadm : Débit admissible par voie .

S : coefficient dissymétrie .

T : taux d'accroissement du trafic (%).

Teff : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

TJMAh. : Le trafic à l'année horizon.

TJMA0 : le trafic à l'année de référence.

Z: pourcentage de poids lourds ;

Dimensionnement du corps de chaussée :

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul.

Log : logarithme décimal.

N : trafic cumulé.

P : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

T: Taux d'accroissement du trafic.

TH: trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.

TRACE EN PLAN :

L max : La longueur maximale.

L min : La longueur minimale.

RHD : Rayon au dévers minimal ;

RHND : Rayon minimal non déversé .

Rhm : Rayon horizontal minimal absolu

RHN : Rayon minimal normal .

VB: vitesse de base .

Etude géotechnique

W : Teneur en eau naturelle.

WL : La limite de liquidité.

Wp : La limite de plasticité.

Ip : L'indice de plasticité.

Assainissement

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration en (mm/h). :

QA : Débit de crue de fréquence déterminée en m³/s.

Signalisation et éclairage :

u : Une largeur unité pour définir la largeur des lignes de marquage .

T1 : Type de modulation des lignes discontinues

E : L'espace entre luminaires

H : La hauteur du luminaire

L : La largeur de la chaussée.

P: La porte à faux du foyer par rapport au support.

S:L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb par rapport au bord de la

Chaussée

Introduction

générale

Introduction générale :

Comme tous les pays, l'Algérie cherche toujours à atteindre son souhait de développement dans tous les domaines et surtout concernant les bâtiments et les infrastructures de base en général et les routes en particulier.

Le réseau routier occupe une place très importante dans le secteur de transport, parce que Ce dernier représente un des piliers fondamentaux du développement économique de tout pays.

Une étude d'un projet routier sert à atteindre certains buts où le plus important c'est la sécurité, l'économie qui sert à diminuer les coûts du projet, ainsi autre buts tel que le confort et l'esthétique.

Chaque projet routier comporte différents acteurs, nombreuses phases du projet, différent Environnement, ce sont les différentes sources qui peuvent créer des risques au déroulement de projet, et donc la mise en place d'un moyen pour la gestion des risques.

Notre travail consiste à traiter un cas pratique d'un projet routier, c'est l'Etude de l'évitement Côté sud-ouest de la RN88-RN80 et la RN32 de la ville de Khenchela

La problématique posée dans notre étude est :

« Comment réaliser un projet routier de bonne caractérisation géométrique en prenant en Considération le cout et le délai ? »

Et les sous question sont à savoir :

- ❖ **Quelles sont les risques adoptés à notre projet ?**
- ❖ **Et comment les traiter ?**

Notre travail est structuré comme suite :

Introduction

Chapitre 01 : Présentation de projet

Chapitre 02 : Etude de trafic

Chapitre 03 : Sécurité & caractéristique géométrique

Chapitre 04 : Dimensionnement du corps de chaussée

Chapitre 05 : Tracer en plan

Chapitre 06 : Profil en long et profils en travers

Chapitre 07 : Etude géométrique

Chapitre 08 : Assainissement

Chapitre 09 : Cubatures

Chapitre 10 : Signalisation et éclairage

Conclusion générale

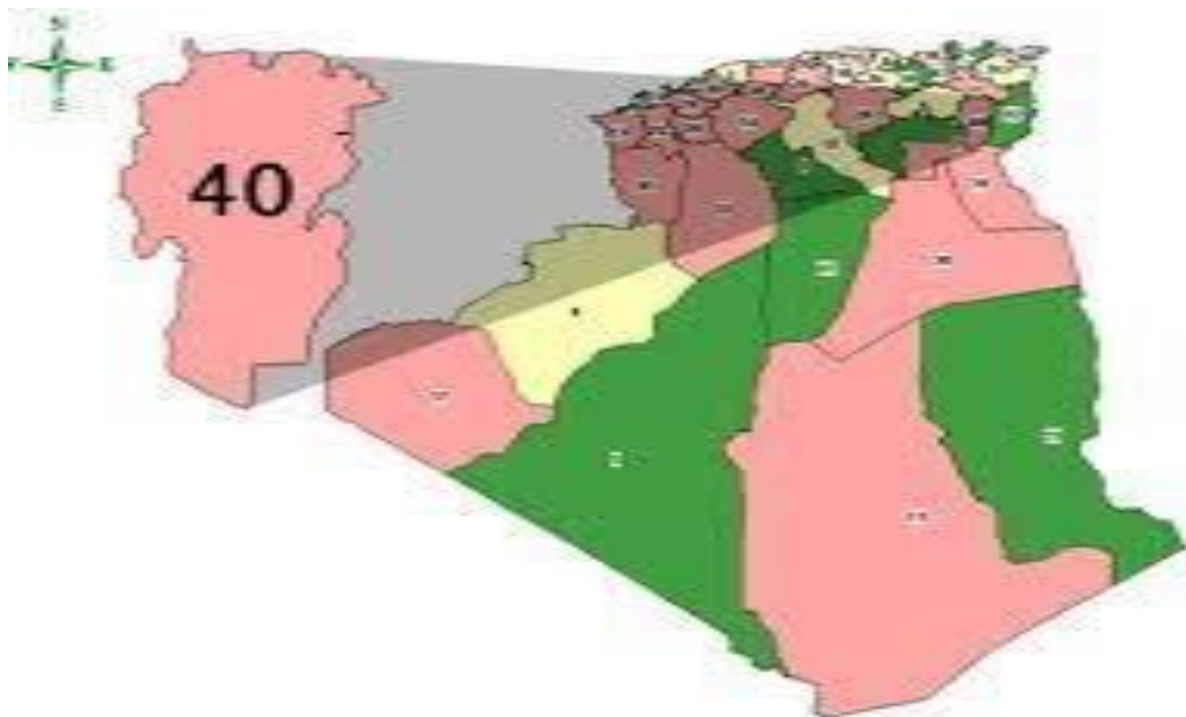
Chapitre I :
PRESENTATION
DU PROJET

I-1- Présentation De la zone d'étude :

La wilaya de Khenchela est située à l'Est du pays, au contrefort des monts des Aurès, dans l'aire géographique comprise entre 6° 32' et 7° 34' de longitude Est et entre 35° 7' et 35° 38' de latitude Nord son étendue territoriale couvre une superficie totale de 9715 Km². Elle est limitée

- Nord : par la Wilaya d'Oum El Bouaghi
- Sud : par la Wilaya d'El Oued
- Est : par la Wilaya de Tébessa
- Ouest : par la Wilaya de Batna.
- Sud-Ouest : par la Wilaya de Biskra

Figure N° I.1 : Carte géographique de la Wilaya de Khenchela



Source : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire 2009

I-2- Le milieu physique :

❖ Le relief :

Le relief est la résultante de la combinaison entre deux facteurs : l'altitude et la pente. Le relief de la Wilaya de Khenchela est composé de quatre (04) grands ensembles géographiques (DPAT, 2012).

❖ Les montagnes :

Ces reliefs on les retrouve au Nord-Ouest sur le massif des Aurès représentés par Djebel -Aidel (2092 m), Djebel -Chentgomma (2115 m), Djebel -Bezez (2141 m) et à l'Est dans les massifs de Nememcha représentés par Djebel -Bouzendag (1390bm), Djebel – Shuiguan (1453 m), Djebel -Tedliste (1507 m). On retrouve les massifs de Djebel -Djahfa (1707 m) (Gaagai, 2009).

❖ Les plateaux :

Ils sont situés au Nord-Est (plateaux d'Ouled Rechache) et s'étendent sur les communes de Mahmel et d'Ouled Rachache.

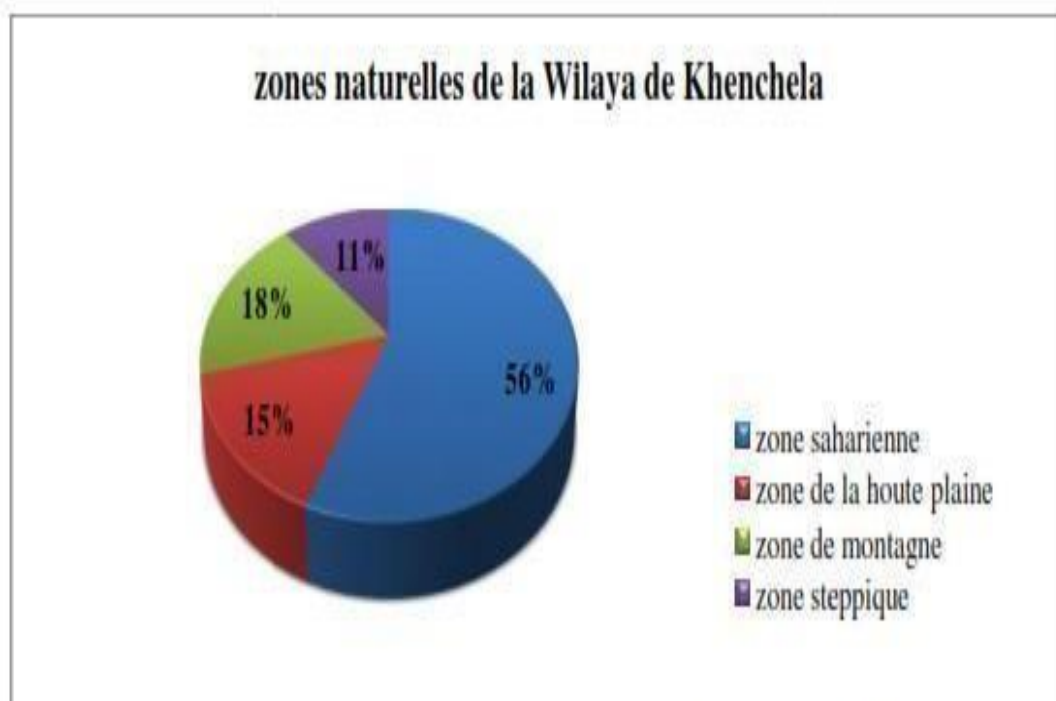
❖ Les plaines :

Situées au Nord et Nord-Ouest de la Wilaya, elles comprennent Remila, Bouhmama et M'toussa. Il a est noté que ces deux derniers ensembles sont parfois appelés les hautes plaines.

❖ Les parcours steppiques et les dépressions :

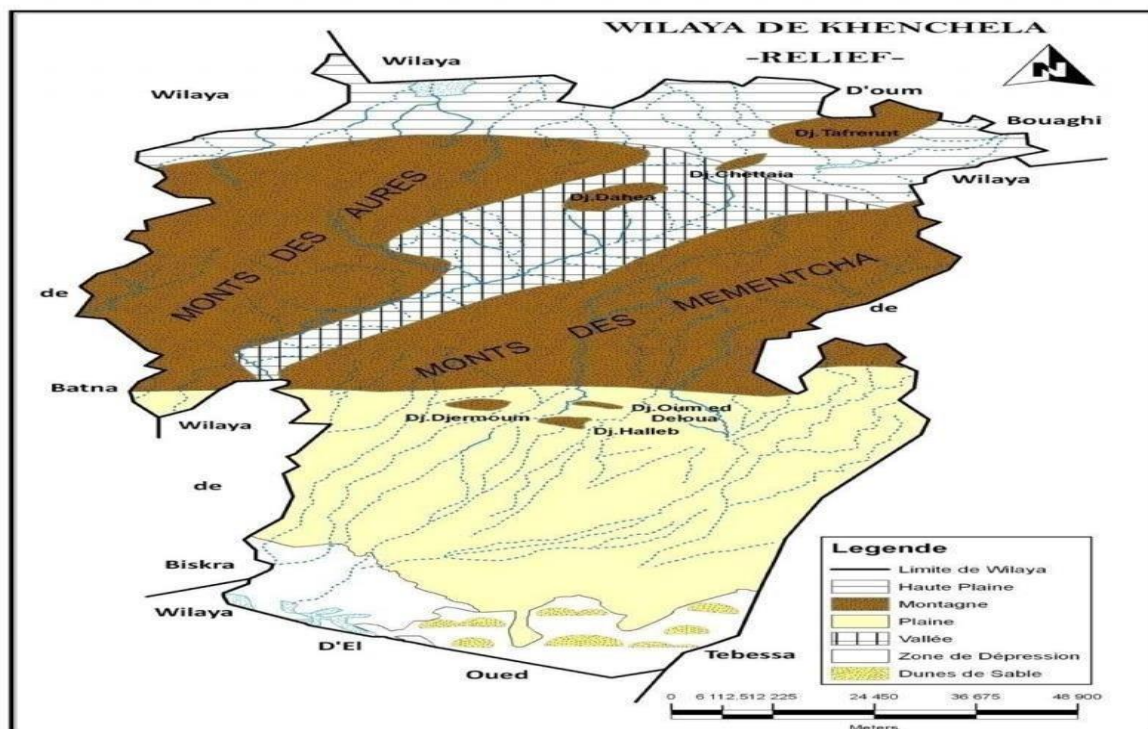
Ils sont situés dans la partie méridionale de la Wilaya. Ils se caractérisent par des terres sablonneuses et par la présence de chotts. Ces derniers constituent ainsi le point de convergence exutoire des Oueds drainant le Sud de la Wilaya.

Figure N° I. 2 : La répartition des zones naturelles de la Wilaya de Khenchela



Source : DPAT W. Khenchela

Figure N° I. 3 : Les reliefs de la Wilaya de Khenchela



Source : DPAT (2012)

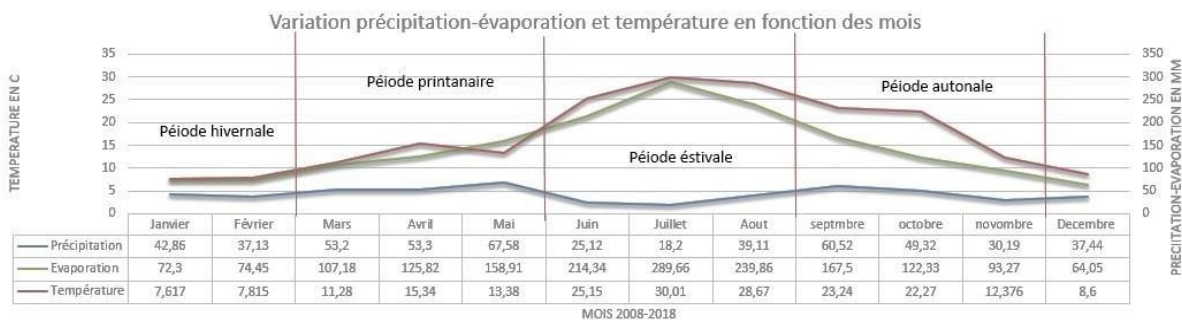
❖ Température

D'après le diagramme ombre thermique, on observe que les moyennes mensuelles des températures varient entre $7,6\text{ C}^\circ$ au mois de Janvier et de $30,01\text{ C}^\circ$ au mois de Juillet. La courbe des données relatives aux températures montre que le mois le plus chaude est le mois de Juillet avec une moyenne de $30,01\text{ C}^\circ$ et le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température moyenne de $7,6\text{ C}^\circ$.

❖ Précipitation/Evaporation :

Le graphe représente la variation précipitation-évaporation et température en fonction des mois. Le bilan hydrique précipitation-évaporation il y a une forte relation avec la température, ou on remarque que l'évaporation et la température ont une relation proportionnelle et une relation corrélative avec la précipitation, à notre analyse le donné est un bilan négatif durant toute l'année, ou on remarque que la période hivernale est faiblement négative, le déficit de cette période est estimé par $93,37\text{ mm}$, le déficit hydrique moyennement faible ont été estimés pendant la période printanier et atonale, ont été estimés par $277,83$ et $243,07$. La période qui a connu un déficit important a été remarquée pendant la période estivale et ce à durant forte température, les déficits les plus importants ont été sur tout au mois de juillet la température variée entre 25 et 30 C° .

Figure N° I. 4 : Variation de la précipitation-évaporation et température en fonction des Mois



❖ **Indice d’aridité :**

En 1925 Emmanuel De Martonne a proposé une formule climatologique permettant le calcul d’un indice dit indice d’aridité (Ia). Cet indice est en fonction de la température (T en °C) et des précipitations (P en mm) et permet de déterminer le type de climat qui caractérise la zone d’étude (Gaagai, 2009). Ces paramètres se calcule selon la formule suivante : $Ia = P / T + 10$

Ia : indice d’aridité

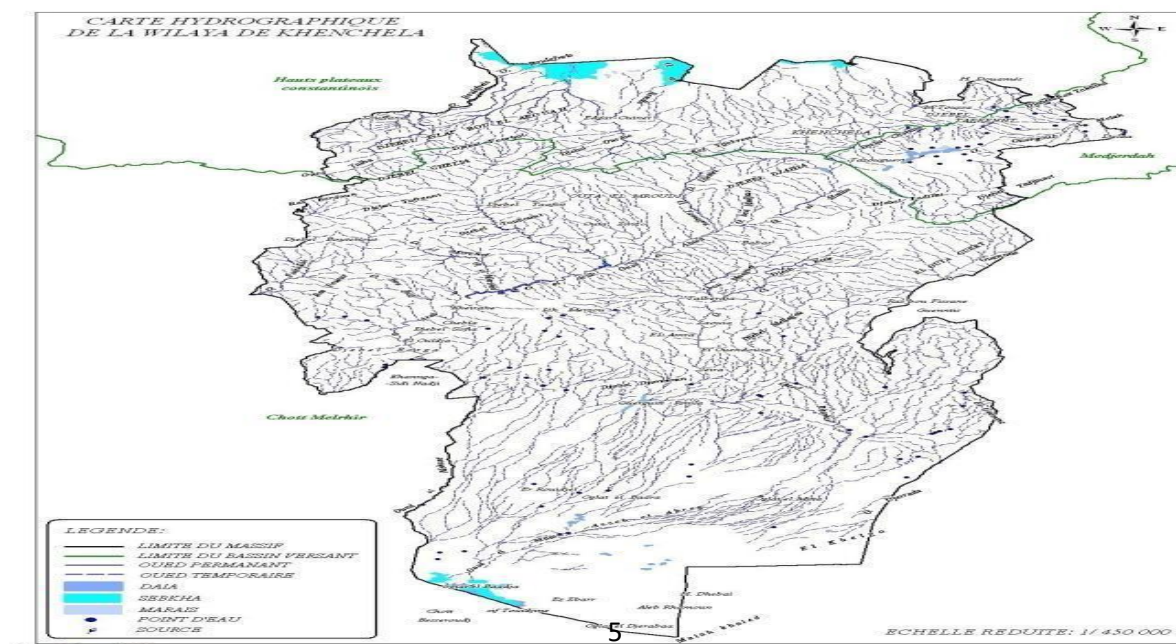
P : précipitations moyennes annuelles (mm).

T : températures moyennes annuelles (°C).

❖ **Hydrographie :**

La carte hydrologique représente la différente source d’eau d’une zone géographique. Notre zone caractérisée par deux sources d’eau qui sont : des oueds Parma nants dans la partie Est et dans la plupart intérieur de la région représente des oueds temporaires.

Figure N° I. 5 : Carte hydrologique de la wilaya de Khenchela



I -3-Présentation de projet :

Le projet consiste en l'étude de l'évitement côté sud-ouest de la ville de Khenchela reliant RN88-RN80-RN32 afin de permettre aux usagers des routes nationales RN32 et RN88 venant de Batna., de pouvoir rejoindre la RN80 menant vers El Oued –Biskra et Tebessa sans passer par le chef-lieu de la ville de Khenchela.

Pour ce faire, une visite sur le site du projet a été effectuée avec les représentants de l'administration en vue d'une reconnaissance de la nature des différents sites traversés par les éventuelles ébauches de tracé.

Le projet routier prend naissance au niveau du croisement des routes nationales RN88 et RN32, au PK0+000, côté Nord-Ouest du chef-lieu de la ville de Khenchela ; puis traverse la route nationale N°80 au PK16+200, il s'étend sur un linéaire d'environ 20 kms et se termine au point de jonction en direction de la Route Nationale N°32.

Le chemin du projet est catégorisé dans la figure :

Figure N° I. 6 : Illustration du carrefour giratoire de la RN32- Zone d'activité

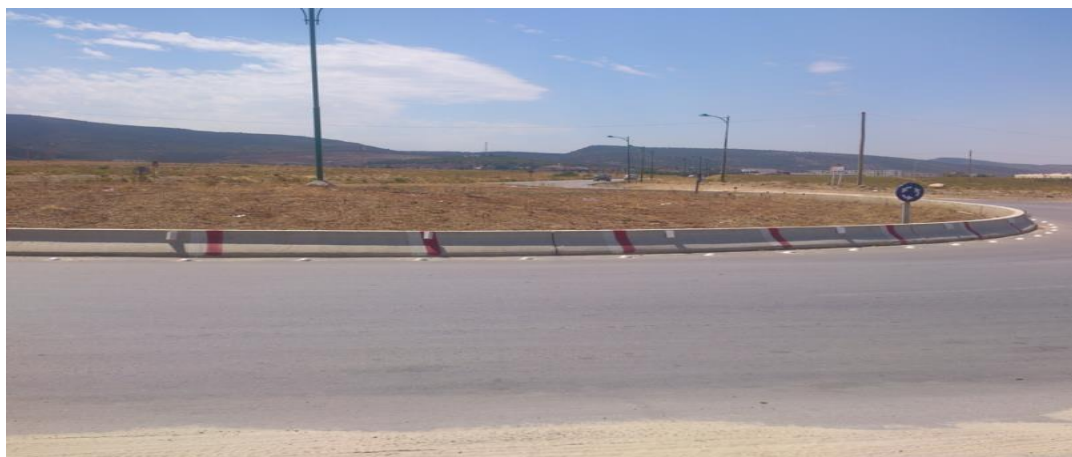


Figure N° I. 7 : Vue sur échangeur RN32-RN88



I-4-DESCRIPTION DES VARIANTES :

Selon les reconnaissances établies lors de la visite des lieux il a été procédé à la projection de trois variantes sur cartes d'état majors (C.E.M) de la wilaya de Khenchela, en tenant compte du paramètre évitement des agglomérations afin d'atteindre l'objectif assigné à l'étude.

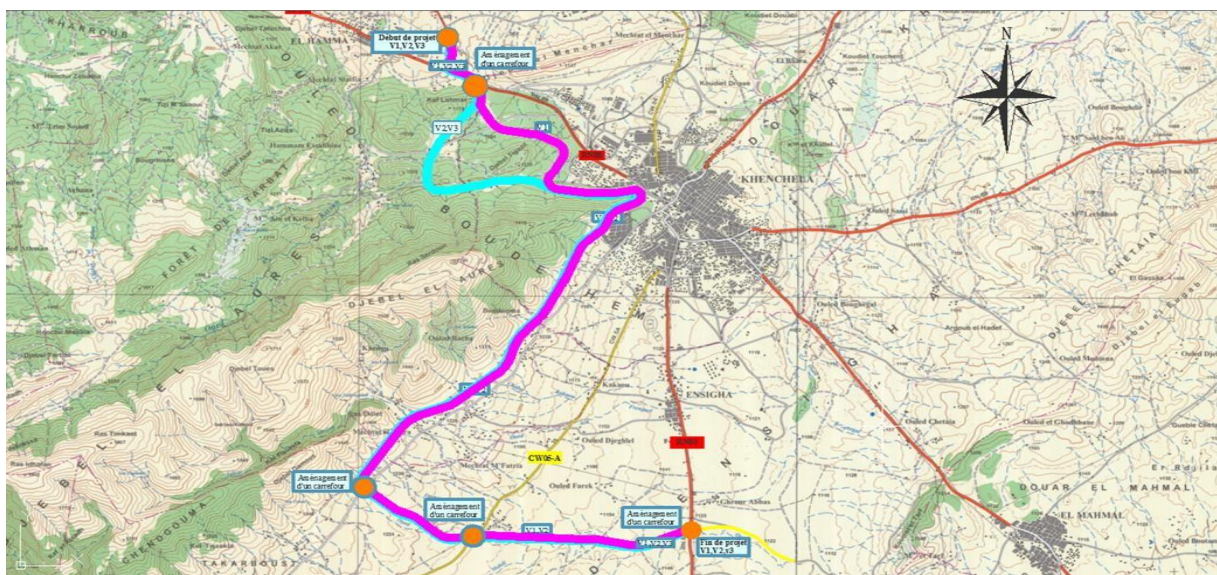
Les points de raccordements avec la route nationale N°32 des trois variantes sont les mêmes, par contre leur cheminement est différent du fait de leur raccordement avec la route national N°80 à la fin du projet.

❖ VARIANTE N°01et N°02 :

Les variantes 01 et 02 d'un linéaire respectif de 20 000 ml et 21 000 ml, ont pour origine, le carrefour giratoire existant au droit de la RN32 et le chemin de wilaya. Puis empruntent l'échangeur existant (régulant le flux des routes nationales RN32 et RN88), pour se raccorder par insertion réglementée à la RN88 où un carrefour giratoire sera projeté pour permettre la sortie de la RN88 vers l'évitement.

Les deux variantes traversent des espaces montagneux longeant le pieds monts (Djebel Tigazit) sur 1.5 kilomètres ; puis se séparent sur un linéaire de 3km , la première variante passe à gauche de la montagne (Djebel Tigazit) par contre la deuxième variante passe à droite de la montagne (Djebel Tigazit), et elles se rejoignent au niveau d'un autre monticule (Djebel el Aurès) , les deux variantes se poursuivent en se projetant dans les limites de la ville de Khenchela en parallèle de la route de Franguel (coté droite), contournant le côté sud –ouest de la ville de Khenchela sur un linéaire de 15.5 kms se raccordant à la route national N°80.

Figure N° I. 9 : Ebauche de tracé des variantes N°01 e 02



Les caractéristiques techniques de la variante V01 sont :

Longueur = 20 000,00ml ;

Profil en long : Rmin = 1 500.00m

Tracé en plan : Rmin = 60.00m

Les caractéristiques techniques de la variante V02 sont :

Longueur = 21 000,00ml ;

Tracé en plan : Rmin = 60.00m

❖ VARIANTE N°03 :

La variante 03 a un linéaire de 30 000 ml, a pour origine, le carrefour giratoire existant au droit de la RN32 et le chemin de wilaya puis emprunte l'échangeur existant (régulant le flux des routes nationales RN32 et RN88), pour se raccorder par insertion réglementée à la RN88 où un carrefour giratoire sera projeté pour permettre la sortie de la RN88 vers l'évitement.

Elle traverse des terrains montagneux longeant les pieds monts (djebel Tigazit) sur une longueur d'un kilomètre, puis se longe à droit du (djebel ElAuras) sur un linéaire

D'environ onze kilomètres, elle descend vers le sud (Ras Insseathen) sur un linéaire de six kilomètres jusqu'au Ouled Belkacem Ben Ali s'oriente vers l'Est ; pour se greffer à la RN80.

Cette variante traverse quelques oueds de moindre importance et cela compte tenu de leurs configurations géométriques (Oued ElKissen, Oued Ain Mehdi,)

Les caractéristiques techniques de la variante V03 sont :

Longueur = 30 000,00ml ;

Tracé en plan : Rmin = 60.00m

Figure N° I.10 : Ebauche de tracé de la variante N°03



I-5- QUANTITATIF :

Variantes	Linéaire (ml)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)	BB (t)	GB (t)	GC (m ³)
V1	20 000	622 000	51 000	19 320	35 280	42 000
V2	21 000	980 000	111 000	20 286	37 044	52 920
V3	30 000	3 110 000	1 500 000	28 980	44 100	63 00

Conclusion :

Au vu de ce qui précède, nous pouvons conclure que la variante N°01 est la mieux indiquée à être retenue comme ébauche de tracé de par son aspect économique (moindre coût) et son itinéraire (moindre linéaire).

Et le but du projet aux usagers des routes nationales RN32 et RN88 venant de Batna., de pouvoir rejoindre la RN80 menant vers Le projet consiste en l'étude de l'évitement côté sud-ouest de la ville de Khenchela reliant RN32-RN88-RN80 afin de permettre El oued –Biskra sans passer par le chef-lieu de la ville de Khenchela.

Chapitre N II : **étude de Trafic**

II.1. Introduction :

L'étude de trafic est un élément essentiel préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport. Elle permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et définir le type d'aménagement à réaliser (nombre de voies, types d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée

II.2 Analyse de trafic :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- ✓ La statistique générale.
- ✓ Le comptage sur routes (manuel et automatique).
- ✓ Une enquête de circulation.

II.3. Différents types des trafics :

- **Trafic normal :**

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte le nouveau projet.

- **Trafic dévié :**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

- **Trafic induit :**

C'est le trafic qui résulte des nouveaux déplacements des personnes suite à la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier. Antérieurement ce trafic ne s'effectuait pas ou s'effectuait vers d'autres destinations.

- **Trafic total :**

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II.4. Calcul de la capacité :

➤ Définition :

La capacité d'une section homogène d'une route est le nombre maximal de véhicules pouvant s'écouler pendant un intervalle de temps de référence.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

➤ Calcul du (TJMA) horizon :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :

$$\text{TJMA} = (1+t)^n \cdot \text{TJMA}_0$$

- **TJMA_h** : Le trafic à l'année horizon.
- **TJMA₀** : le trafic à l'année de référence.
- **N** : nombre d'année.
- **T** : taux d'accroissement du trafic (%).

➤ Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction du type de route et de l'environnement, le trafic effectif est donné par la relation :

$$\text{Teff} = [(1-Z) + PZ] \times \text{TJMA}$$

Teff : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%)

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route nombres de voies et de l'environnement

➤ Coefficient d'équivalence :

Si dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Tableau II.1 : coefficient d'équivalence

Environnement	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
Route / 4 voies	2	4	8

➤ **Débit de pointe horaire normal :**

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est
Donné par la formule :

$$Q = T_{eff} \cdot 1/n$$

$1/n$: Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en U.V.P/h

➤ **Débit horaire admissible :**

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule :

$$Q_{adm} (u. v. p/h) = K1 \times K2 \times C_{th}$$

$K1$: coefficient lié à l'environnement

$K2$: coefficient de réduction de capacité

C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Tableau II .2 : Valeur de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau II. 3 : Valeurs de K2

Environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II.4 : Valeur Capacité théorique

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 u.v.p/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 u.v.p/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 u.v.p/h

II.5. Calcul le nombre des voies :➤ **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir $Q_{adm} \leq Q$

➤ **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :**

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

$$N = S \times (Q / Q_{adm})$$

Avec :

S : coefficient dissymétrie en général égal 2/3.

Q_{adm} : Débit admissible par voie

II.6. Application au projet :• **Données de trafic :**

✓ Le trafic à l'année 2014 : $TJMA_{2014} = 5917$ (v/j).

✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic $t = 4\%$.

✓ La vitesse de base sur le tracé $VB = 80$ (Km/h).

(Pour environnement (E3) et Catégorie (C3) On choisit V)

➤ Le pourcentage de poids lourds $PL = 20\%$.

➤ L'année de mise en service sera en 2020.

➤ La durée de vie estimée est de 20 ans.

6.1. Projection future du projet :

L'année de mise en service (2020).

$$TJMA = (1+t)^n \cdot TJMA_0$$

$$TJMA = 5917 (1+0.04)^6 = 7486. (v /j).$$

Donc :

$$TJMA_{2020} = 7486(v /j).$$

Trafic a l'année (2040) pour une durée de vie de 20ans :

$$TJMA_{2040} = 7486 (1+0.04)^{20} = 16401. (v /j).$$

Donc :

$$TJMA_{2040} = 16401 (v /j).$$

6.2. Calcul du trafic effectif :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ] \cdot TJMA_h$$

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne Caractéristique et un environnement **E2**, on a **P =6**

Z : pourcentage de poids lourds est égale à 20 (%).

$$T_{eff} = [(1 - 0,2) + 6 \times 0,2] \cdot 16401 = 32802 (u.v.p /j).$$

Donc :

$$T_{eff} = 32802 (u.v.p /j).$$

6.3. Débit de pointe horaire normale :

$$Q_{eff} = 1/n \cdot T_{eff}$$

Avec (1/n) : coefficient de pointe horaire pris est égale à **0,12**

$$Q_{eff} = 0,12 \times 32802 = 3936.24 (u.v.p /h).$$

Donc :

$$Q = 3936,24(u.v.p /h).$$

6.4. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{adm1} (u.v.p/h) = K1 \times K2 \times C_{th}$$

K1 : coefficient correcteur pris égal à **0,85** pour **E2**.

K2 : coefficient correcteur pris égal à **0,99** pour environnement (**E2**) et catégorie(**C2**)

C_{th} : capacité effective par voie

On prend C_{th} = 2000 (u.v.p/h)

$$Q_{adm} = 0,85 \times 0,99 \times 1800 = 1515 \text{ (u.v.p/h)}$$

Donc:

$$Q_{adm} = 1515 \text{ (u.v.p/h).}$$

6.5. Le nombre des voies :

$$\text{On a } N = S \times (Q/Q_{adm}) = (2/3) \times (3936.24/1515) = 1.73 \sim 2$$

Donc :

$$n = 2 \text{ voies /sens.}$$

Tableau II.5: Résultats de calcul de capacité

TJMA2020 (v /j)	TJ MA 2040 (v /j)	Teff 2040 (u.v.p /h)		Q (u.v.p /h)	Q_{adm} (u.v.p /h)	N° des voies Par sens
7485	16401	32802		3936.24	1515	2

Chapitre III

Sécurité

III.1. INTRODUCTION :

Le phénomène des accidents de la circulation routière constitue un fléau social qui exige la mobilisation des pouvoirs publics en vue d'en atténuer les conséquences.

La lutte contre l'insécurité routière doit revêtir un caractère prioritaire, animé par une détermination sans faille pour espérer la réduction du nombre des accidents et des victimes de la route, une modification des comportements délictueux, et l'émergence d'une nouvelle culture en matière de sécurité.

III.2. PROBLEMATIQUE DE LA SECURITE ROUTIERE :

L'insécurité routière s'est aggravée durant ces dernières années en raison notamment de la congestion des routes et de la croissance du parc automobile estimé à 86.000 véhicules en 1962 et qui a dépassé le seuil des 3.000.000 d'unités en 2002. Il est actuellement estimé à 8 millions véhicules.

- Particulièrement, le véhicule doit être pris en charge :
 - Par les contrôles nécessaires en amont / Aval ;
 - Par la maintenance professionnelle ;
 - Par la lutte contre la contrefaçon.

Le contrôle de conformité du véhicule précédé nécessairement par un dispositif normatif de référence doit concilier entre les impératifs de sécurité minimum et ceux du droit à la mobilité.

III.3. RECENSEMENT DES INFRACTIONS :

A- Facteur humain :

Causes	Taux (%)
Excès de vitesse	25.05%
Dépassement dangereux	7.77%
Manœuvres dangereuses	4,67%
Excès de vitesse	25.05%
Non-respect de la distance de sécurité	4,42%
Perte de la maîtrise du véhicule	4,17%
Non-respect de la priorité	4,13%
Non-respect de la signalisation	3,97%
Changement de sens sans signalisation	2,54%
Conduite en état d'ivresse	1.51%
Utilisation du mobile/ écoute du rad	0.39%

B- Causes liées au véhicule :

Causes	Taux (%)
Pneumatiques en mauvaise état	1,26%
Défaillances mécaniques	0,60%
Freinages défectueux	0.54%
Système de direction	0,09%
Feux non réglementaires	0.07
Autres cause	0.05

III.5. Caractéristiques géométriques :

Pour présenter un portrait général des caractéristiques géométriques du réseau, les données selon les paramètres suivants, soit la vitesse de base moyenne, les pentes critiques et le pourcentage de visibilité à 450 mètres, ont été agrégées par section d'inventaire de route. Les agrégations ont été effectuées en compilant les moyennes pour chacun des paramètres selon les sections d'inventaire.

Les moyennes établies ont par la suite été comparées aux normes de conception dérivées du MTQ

. Les écarts obtenus, en comparant les moyennes par section et les normes, ont permis de faire une catégorisation des écarts présentés au tableau 1.

Les limites des différentes catégories ont été choisies par le chercheur et ne reposent sur aucun critère de sécurité et de fonctionnalité, si ce n'est le principe général voulant que plus l'écart est grand moins la route est conforme à la norme.

Par ailleurs si les données étaient disponibles, la compilation d'autres paramètres telle la largeur de la route et les rayons de courbure donnerait un portrait plus complet de la situation.

III.6. La vitesse de base moyenne :

La vitesse de base moyenne se calcule au moyen d'une équation qui tient compte de la présence de courbes et de la vitesse sécuritaire dans notre projet, nous ne retrouvons que peu d'écarts entre la situation observée sur le terrain et les normes de conception relativement à la vitesse de base. En effet, près de 87 % du réseau national, 78 % du réseau régional et 66 % du réseau collecteur, pour une moyenne pondérée de 81 % satisfont les normes à ce chapitre.

Chapitre IV :
dimensionnement du
Corps de Chaussées

IV.1. Introduction :

Des millions de conducteurs roulent chaque jour sur une chaussée qui n'est pour eux qu'un Simple ruban de bitume. Or cette couche de surface doit assurer sécurité et confort (adhérence des Véhicules, limitation du bruit de roulement) dans les meilleures conditions économiques (durabilité de La structure pour en limiter les coûts d'entretien et de réfection).

Pour cela, une chaussée doit reposer sur une assise, -face cachée de la route- et avoir un Revêtement propre apte à résister à des sollicitations géotechniques, climatiques (gel, infiltration des Eaux), et à la nature et l'intensité du trafic à supporter.

Ainsi revêtement et corps de chaussée constituent un ensemble mécanique complexe de couches de granulats et de liant dont la teneur, le dosage, les caractéristiques, répondent à une approche fonctionnelle et économique et à une stratégie intégrant coûts d'investissement, d'entretien et niveau de service à l'utilisateur.

IV.2. Définition de la chaussée :

- Au sens géométrique : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- Au sens structurel : l'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges.

IV.3. Les différents types des chaussées :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée rigide.
- Chaussée semi-rigide.

3.1. Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

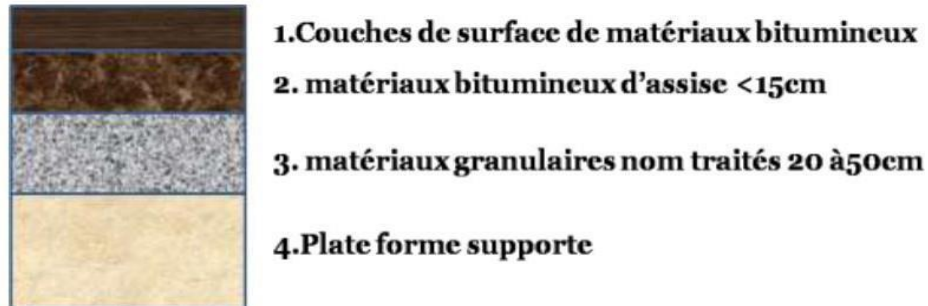
- Les sols et matériaux pierreux, granulométrie étalée ou serrée ;
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux ;

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 3 couches suivantes :

- ✓ Couche de roulement (surface) ;

- ✓ Couche de base ;
- ✓ Couche de fondation

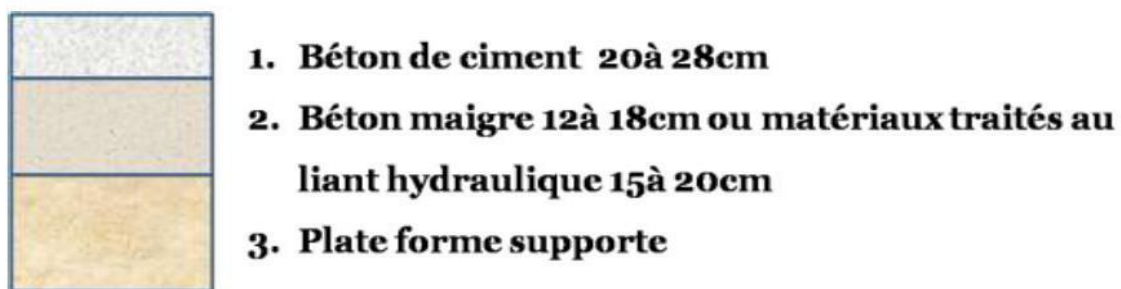
Figure IV .1. Chaussée souple.



3.2 Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton qui fléchissent élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une très grande surface.

Figure IV. 2 : Chaussée rigide.



3.3 Chaussée semi-rigide :

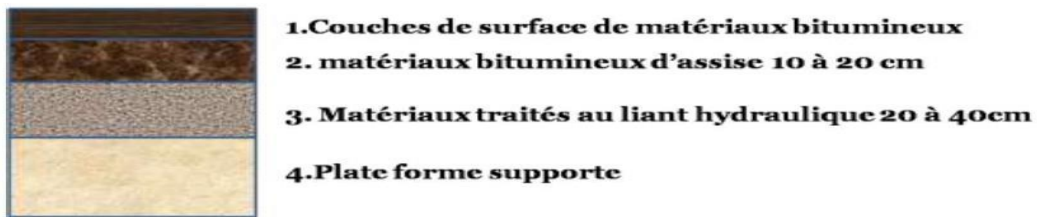
On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat, ...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelques fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé, l'épaisseur minimale doit être de

15cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux

Figure IV .3 : Chaussée semi-rigide.

- 1.Couches de surface de matériaux bitumineux**
- 2. matériaux bitumineux d'assise 10 à 20 cm**
- 3. Matériaux traités au liant hydraulique 20 à 40cm**
- 4.Plate forme supporte**

IV.4. LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE :

En général, la chaussée se présente comme un ensemble des couches de différente épaisseur où chaque couche possède une fonction particulière. On peut distinguer deux types de couches (couche de surface, couche d'assise).

4-1 Couche de surface :

La couche de surface subit directement les agressions du trafic et du climat, elle a pour rôle d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation. Elle est en général composée de deux couches : (couche de roulement et couche de liaison).

A/ Couche de roulement :

Elle a pour rôle :

- D'assurer le confort des usagers (diminution de bruit) ;
- D'assurer la sécurité (par l'adhérence) ;
- D'imperméabiliser la surface de chaussée.

B/ Couche de liaison :

Elle a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides. En général, l'épaisseur de la couche de roulement (couverture bitumineuse) est relativement mince (inférieure à 15 cm) et l'épaisseur de la chaussée est comprise entre 30 et 60 cm.

4.2 Couche d'assise :

A -Couche de base :

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet du trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

B - Couche de fondation :

Elle assure une bonne portance de la chaussée finie. Et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

L'épaisseur de la couche de fondation est éventuellement 20 à 50 cm.

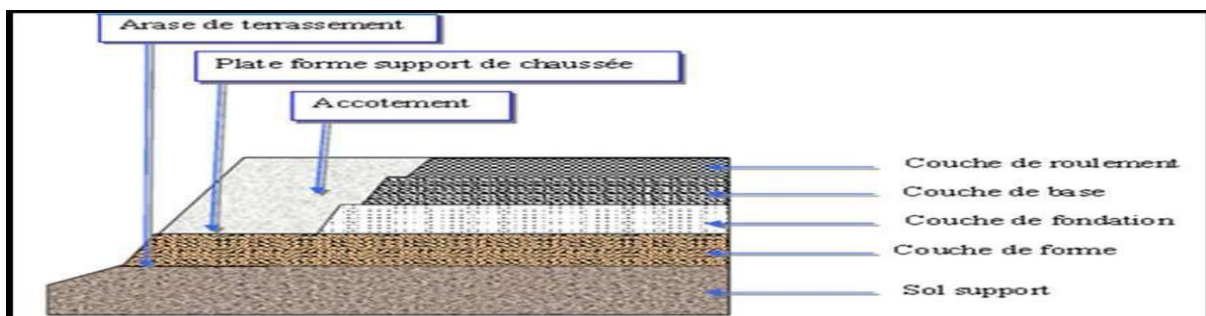
C - Couche de forme :

La couche de forme est une structure qui n'appartient pas au corps de chaussée. Elle est plus ou moins complexe, elle sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussées.

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

Figure IV .4. Constitution d'une structure de chaussée type



IV.5. LES DIFFERENTS FACTEURS DETERMINANTS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEE :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants on cite :

5.1 Le trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourd (véhicules supérieurs à 3.5t). Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèque des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- Le trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptage sur les voies existantes ;
- Le trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T \times A \times C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul.

$$C = [(1 + \tau)^P - 1] / \tau$$

τ : Taux de croissance du trafic.

P : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

5.2 L'environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

5.3 Le sol support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate-forme support de chaussée » constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une

- De la nature de l'état du sol.
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

5.4 Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

IV.6. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles de méthodes :

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées ;

- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

6.1 Méthode de C.B.R (Californie-Baring-Ratio) :

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un Échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de L'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre S'obtient par l'application de la formule présentée ci-après.

$$Eeq = \frac{100 + (\sqrt{p})(75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

Avec

Eeq : épaisseur équivalente en cm.

I : indice CBR (portance du sol support).

N : désigne le nombre journalier de poids lourd par sens à l'horizon (20ans).

$$N = TH \times PL$$

TH : trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m$$

Avec :

T0 : trafics actuel (v/j).

M : année de prévision

P : charge maximale par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)

Log : logarithme décimal.

La détermination des épaisseurs des différentes couches d'une chaussée, matériaux divers sont obtenues en utilisant les coefficients d'équivalence qui permet de convertir l'épaisseur Équivalente calculée en une épaisseur réelle constituée de plusieurs matériaux.

D'où :

$$E_{\text{éq}} = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3$$

$e_1 \times c_1$: Couche de roulement ;

$e_2 \times c_2$: Couche de base ;

$e_3 \times c_3$: Couche de fondation.

Où :

c_1, c_2, c_3 : Coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : Épaisseurs réelles des couches.

Coefficients d'équivalences :

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Tableau IV .1 : coefficients d'équivalence des matériaux utilisés ;

Matériaux utilisées	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobés dense	2.00
Grave concassé - grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassé ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

L'utilisation du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fait appel aux paramètres suivants :

- ✓ Type de réseau principal ;
- ✓ Le trafic ;

- ✓ Les données climatiques ;
- ✓ Le sol support de chaussée ;
- ✓ Environnement.

2.1. Type de réseau principal :

La classification des réseaux principaux se fait d'après le tableau suivant :

Tableau IV. 2 : Classification des réseaux principaux

Réseaux principal	Trafic (véhicule/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

2.2. TRAFIC :

C'est le trafic poids lourds (véhicules de charge supérieure à 3.5 tonnes).

Le réseau principal noté RP : il se compose de route reliant :

- Les chefs-lieux de wilaya.
- Les ports, les aéroports et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et important zone industrielles.

2.3. Détermination de la classe de trafic TPLi :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic PL/j/sens compté en moyenne Journalière annuelle (MJA), sur la voie la plus chargée, à l'année de mise en service.

Le tableau suivant donne par niveau de réseau (RP1 ou RP2) les classes de trafic adoptées :

(PL/J/sens)	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
RP1								
RP2	-	-	-	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000
	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300				

- **Sol support :**

Les classes de sols support

Le sol support de chaussées est assimilé à un massif demi-infini élastique, homogène et isotrope.

Les classes de portances sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV. 3 : Classe de sol fonction CBR

Classe de sol	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

Il existe une relation entre la qualité du sol support de chaussée et le bon comportement des chaussées. Pour cette raison, et pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), les classes de sol support considérées sont les suivantes :

- Pour le réseau principal RP1 : S0, S1, S2.
- Pour le réseau principal RP2 : S0, S1, S2, S3.

Si ces niveaux de portance ne sont pas atteints, il faudra alors prévoir une couche de forme de manière à améliorer le module du sol support de chaussée et ce conformément aux tableaux de surclassèrent des sols supports donné précédemment.

- **Matériaux :**

Les performances mécaniques des matériaux sont différentes et sont en fonction de leur nature, on distingue les matériaux traités au bitume (MTB) et les matériaux non traité (MNT).

6.3. MÉTHODE A.A.S.H.O «AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS»:

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic Des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui

Permet de préciser les différents facteurs :

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

6.4. LA METHODE L.C.P.C « LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES » :

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O. elle basée sur la détermination du Trafic équivalent donnée par l'expression suivante :

$$Teq = \frac{TJMA \times a[(1 + \tau)^n - 1]0.7 \times P \times 365}{[(1 + \tau) - 1]}$$

- **Teq** : trafic équivalent par essieu de 13 tonnes.
- **TGMA** : trafic à l'année de mise de service de la route.
- **a** : coefficient qui dépend du nombre de voies.
- **τ**: Taux d'accroissement annuel.
- **n** : durée de vie de la route.
- **P** : pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de L'épaisseur équivalente (en fonction de Teq et ICBR) à partir de l'abaque T.C.P.C

IV.7. Application au projet:

7.1 Méthode CBR :

$$Eeq = \frac{100 + (\sqrt{p})(75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

➤ Les données :

E : épaisseur totale équivalente de la chaussée (en cm) ;

P : charge maximale par roue = 6,5t (essieu 13 t) ;

I : indice de portance C.B.R =7.2

N : trafic journalier moyen annuel (véhicules > 1,50t (PL)

Année de comptage : 2014

TJMA2014=5917v/j

Mise de service : 2020

Durée de service : 20ans

Taux de croissance : = 4%.

Pourcentage de poids lourds : z= 20%

$T_0 = 7486 (v / j)$. (Année de mise en service).

$NPL=7486 \times 20\% = 1497 PLJ$

$N(PL)=749 PLJ / \text{sens}$

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p})(75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

$$= \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \text{Log } 749/10)}{7.2 + 5}$$

$$E_{eq} = 43 \text{cm}$$

On a : $E_{eq} = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3$

Pour calculer les épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière :

- $e_1 = 6$ cm en béton bitumineux (BB) $C_1 = 2$
- $e_2 = 12$ cm en grave bitume (GB) $C_2 = 1.2$
- $e_3 =$ épaisseur en grave concassé (GC) $C_3 = 1$

$$E_{eq} = 6 \times 2 + 12 \times 1.2 + e_3 \times 1$$

$$e_3 = 16$$

Nous aurons la structure de chaussée suivante :

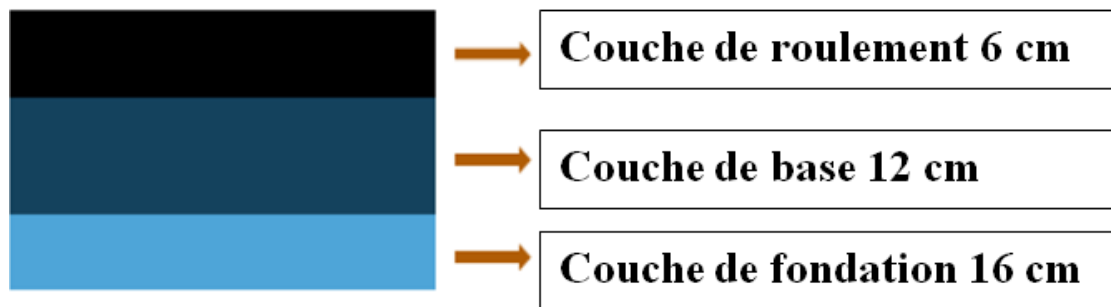
Couche de roulement : 06cm en béton bitumineux (B.B) ;

Couche de base : 12cm en grave bitume (GB) ;

Couche de fondation : 16cm en grave concassée (GC) ;

Notre corps de chaussée = 6 BB + 12GB + 16 GC

Figure IV -1 : Récapitulatif des résultats de la méthode CBR.



7.2 Méthode Du Catalogue Des Chaussées Neuves « CTTTP » :

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, Environnement et zone climatique.

✓ **Détermination du type de réseau :**

$$TJMA = 7486 \text{ v/j} \geq 1500 \text{ v/j}$$

Correspondant à un trafic de : $1500 < PL / j / \text{direction} < 3000$

Donc on est dans le réseau principal de **niveau 1 (RP1)**.

✓ **Détermination de la classe du sol :**

- Durée de vie : **20ans**.

- Taux de d'accroissement : **4 %**.

- $TJMA_{2014} = 5917 \text{ v/j}$.

- $TJMA_{2020} = 7486 \text{ v/j}$. (année de mise en service)

$Z = 20\%$.

$$TPL = (7486 \times 0.2) \times 0.5 \times 0.9 = 674 \text{ PL/ j/sens.}$$

D'après le donné par le catalogue des structures voir le tableau suivant, notre trafic est

Classé en TPL5.

TPL i	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/SENS	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en :

TPL_i = 674 PL/ j/sens. La classe de trafic est TPL5

✓ **Détermination de la portance de sol support de chaussée :**

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de **CBR= 7.2**










Donc la portance de sol support est de **S2**.

Pour passer du support S3 au support S2, il faut prévoir 40 cm de TVO.

On doit prévoir une couche de forme en Matériau non traité de 40 cm (en deux Couches), pour améliorer la portance de Sol support (**Voir le tableau ci-dessous**).

Class de portance de sol terrassé (si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol support visée (si)
S3	Matériaux non traités (*)	40 cm (en 2 couches)	S2

Tableau IV.4 : Les épaisseurs des couches selon la Fascicule 3.

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7				
3000 TPL6				
1500 TPL5				
600 TPL4				
300 TPL3				
150				

En absence de données géotechniques concernant la portance du sol support pour les besoins des calculs de l'étude géométrique du tracé, nous donnons ci-après un pré dimensionnement du corps de chaussée basé sur les hypothèses suivantes :

- **Zone climatique** : III ;
- **Durée de vie** : 20ans avec un taux d'accroissement de 4% ;
- **Classe de la route** : Réseau principal de niveau 1 (Rp1)
- **Portance du sol support** : Classe S2, correspondant à : $10 < \text{CBR} < 25$ et $50 < E < 125 \text{MPa}$
ICBR=7.2

Aboutit au corps de chaussée suivant :

Couche de roulement : **BB = 6 cm.**

Couche de Base : **GB = 20 cm.**

Couche de Fondation : **GNT = 30 cm.**

Couche de forme : **TVO =40 cm.**

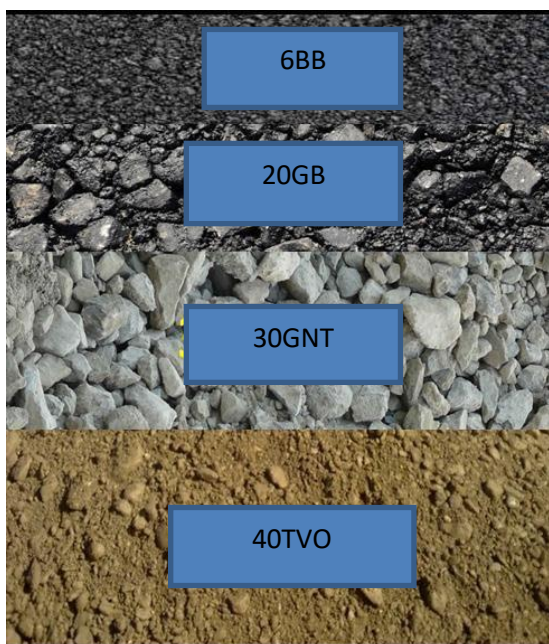


Tableau IV.6 : les épaisseurs des couches

Couches	Epaisseur réelle Cm	Coefficient d'équivalence (ai)	Epaisseur équivalente Cm
BB	6	2	6
GB	12	1.5	20
GNT	16	1	30
TOTAL	34		56

Chapitre N V

Trace en plan

V.1. Définition :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

V.2. Règles et principes de tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

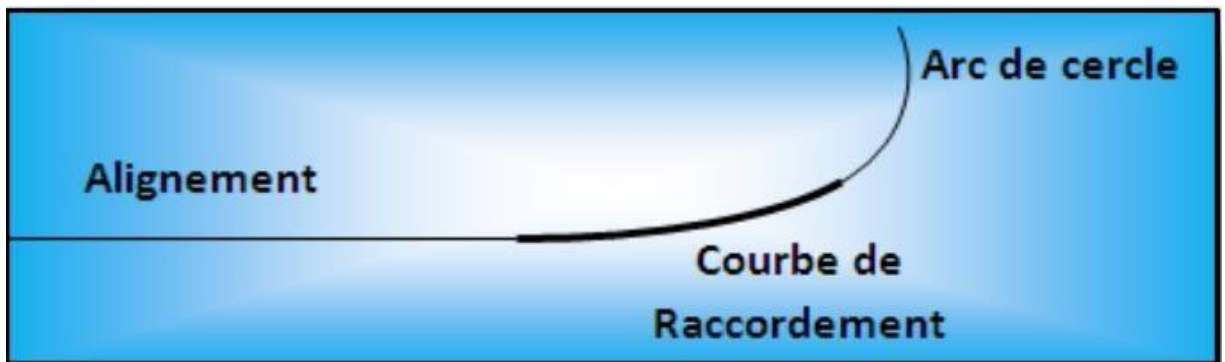
- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à RH (Rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs ;
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant ;
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières ;
- Eviter au maximum les propriétés privées ;
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques ;
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

V.3. Les éléments de la trace en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement (CR) de courbures progressives.

Les éléments géométriques d'un tracé en plan.



3.1. LES ALIGNEMENTS :

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint (B40). La cause en est qu'il présente des inconvénients,

Notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage. Il existe toutefois des cas où

l'emploi d'alignement se justifie :

- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Le long de constructions existantes.
- Pour donner la possibilité de dépassement. Donc la longueur des

alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

a. La longueur minimale :

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{\min} qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercle.

$$L_{\min}=5v_b/3.6 \text{ Donc : } \mathbf{L_{\min} = 111.111 \text{ m}}$$

Avec : v_b : vitesse de base e n80 km/h.

b. La longueur maximale :

La longueur maximale L_{\max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes

$$L_{\max}=60v_b/3.6$$

Donc :

$$\mathbf{L_{\max} = 1333.333 \text{ m}}$$

3.2. ARC DE CERCLE :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe

1. Stabilité des véhicules en courbe.
2. Visibilité en courbe.
3. Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de Descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

3.2.1. STABILITE EN COURBE :

Dans un virage les rayons et leur devers doivent permettre à un véhicule roulant à la vitesse de référence v_b subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

a) Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

Avec :

v_b : vitesse de référence en 80 km/h.

f_t : Coefficient de frottement transversal en 0.149

d_{max} : Dévers maximal 7%.

$$RHM = \frac{Vb^2}{127 \cdot (ft + d_{max})} \quad \text{Donc : } RHM = 230m$$

b) Rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant V_b de 20 (km/h) de rouler en sécurité.

$$F_t = 0.127$$

$$RH N = \frac{Vb_{20}^2}{127 \cdot (ft + d_{max})} \quad \text{Donc : } RH N = 400m$$

c) Rayon au dévers minimal (RHd) :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_b serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

$$D_{min} = 2.5\%$$

$$RHD = \frac{Vb^2}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

$$\text{Donc } RHD = 1008m$$

d) Rayon minimal non déversé (RHnd) :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation, le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RH_{nd})

Pour catégories 3 :

$$RHnd = \frac{Vb^2}{127 \times F' \cdot d_{min}}$$

DONC

$$RHnd = 1123m$$

$$F' = 0.07 \text{ catégories 3}$$

Tableau V.1 : les rayons de la trace en plan

Les Rayon	Symbole	Calcule	Déverse associes%
Rayon horizontal minimal	RHm	230	7%
Rayon horizontal maximal	RHn	400	7%
Rayon horizontal déverse	RHd	1008	2.5%
Rayon horizontal non déverse	RHnd	1123	2.5%

e) **Règles pour l'utilisation des rayons en plan**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RH_M , on utilise autant que possible des valeurs de rayon \geq à RH_N
- Les rayons compris entre RHM et RH_D sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.
- Les rayons supérieurs à $RHND$ peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon RHM doit être encadré par des RHN .

3.2.2. Visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

A : Sur largeur

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement égale à :

$$S = L^2/2 R$$

- R : rayon de l'axe de la route.
- L : longueur du véhicule en 14

Rayon (m)	Sur largeur (m)
40	2.45
45	2.17
60	1.63
80	1.23
100	0.98
160	0.61
180	0.54

3. 3. Courbes de raccordements :

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

- f)** La stabilité transversale du véhicule.
- g)** Confort des passagers du véhicule.
- h)** Transition de la forme de la chaussée.
- i)** Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

3.2.1. Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfaites à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- Parabole cubique
- Lemniscate

- Clothoïde

➤ **Parabole cubique :**

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (Utilisée dans les tracés de chemin de fer).

➤ **Clothoïde**

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

c-1 Expression mathématique de la Clothoïde :

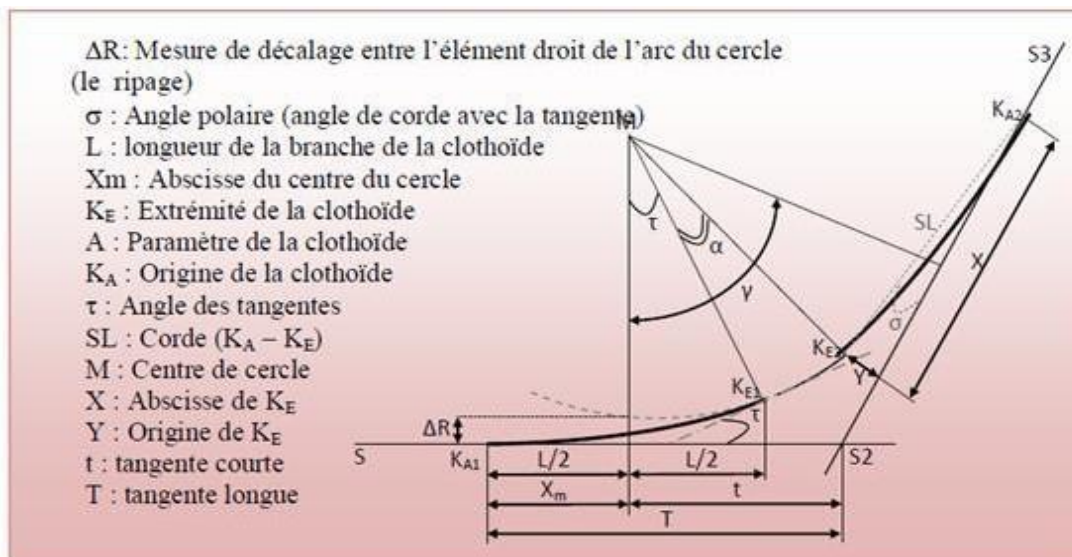
La Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L \quad K=1/R \quad \Rightarrow L.R = 1/C$$

On pose :

$$1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$$

Figure V .1-Elément de la Clothoïde



V.4. Choix d'une Clothoïde doit respecter les conditions suivantes :

A. Condition optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route en amorçant le virage, la rotation de la tangente doit être $\geq 3^\circ$ pour être perceptible

✓ Règle générale (B40):

- pour $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$

$$L = \sqrt{24.R. \Delta R}$$

- pour $1500 < R \leq 5000$ $t=3^\circ$, c'est-à-dire :

$$L = R/9$$

- pour $R > 5000\text{m}$ ΔR limité à 2.5m soit :

$$L = 7.75\sqrt{R}$$

B. condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée

$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left(\frac{V_B^2}{127R} - \Delta d \right)$$

VB : vitesse de référence (km/h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers

C. Condition de gauchissement :

La demi chaussée extérieur au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule .Le raccordement doit assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte que $\Delta p < (0,5/V.)$

$$L \geq l.\Delta d. V$$

- ✓ L : longueur de raccordement.
- ✓ l : largeur de la chaussée.
- ✓ Δd : variation de dévers.

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie –chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2% par seconde

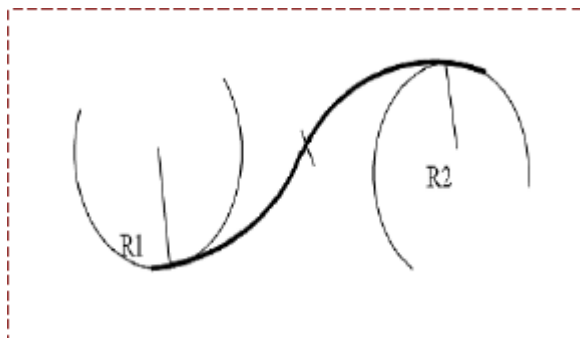
$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_B}{36}$$

V.5. Combinaison des éléments du tracé en plan :

La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

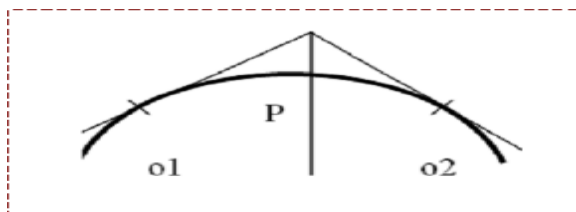
a) Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.



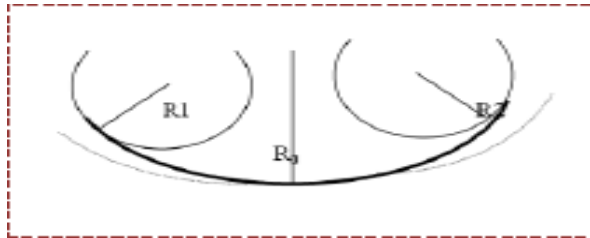
b) Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

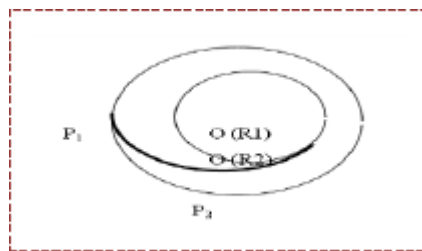


c) Courbe en C :

Une courbe constituée de deux (02) arcs de la clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux (02) arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

**d)- Courbe en Ove :**

Un arc de **Clothoïde** raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

**V.6. NOTION DE DEVERS :**

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée. Il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droit et assure la stabilité des véhicules en courbe. La pente transversale choisie e résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent versant et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

A. Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

Il est pris égal à $D_{min} = 2.5m$

B. Devers en courbe :

En courbe permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.

- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- Améliorer le guidage optique

C. RAYONS DE COURBURE :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge. On est obligé de d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers. Exprimée par sa tangente ; d ou le rayon de courbure.

V.7. Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin.

On a le tableau des coordonnées (x, y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte topographique.

Le calcul d'axe se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées ; et il doit suivre les étapes suivantes :

- Détermination la longueur de clothoïde L .
- Calcul du paramètre.
- Calcul des gisements.
- Calcul de l'angle compris entre les alignements.
- Calcul de la tangente T .
- Vérification de non- chevauchement.
- Calcul de l'arc du cercle.
- Calcul des coordonnées de points particuliers.

V.8. PARAMETRES FONDAMENTAUX :

D'après le règlement des normes algériens B40 pour un environnement E2 et une catégorie C3. Avec une vitesse de base de 80Km /h. on définit les paramètres suivants :

Tableau V.2 : Paramètres fondamentaux

Paramètre	Symboles	Valeur
Vitesse (km /h)	V	80
Langueur minimal(m)	Lmin	111.111
Langueur maximal(m)	Lmax	1333.333
Devers minimal (%)	Dmin	2.5%
Devers maximal (%)	Dmax	7%
Temps de perception Réaction(s)	Ti	1.8
Frottement longitudinal	Fl	0.43
Frottement transversal	f _t	0.15

Chapitre VI :

Profil en long

VI.1. Définition :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et des raccordements circulaires, ou parabolique.

Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants. La courbe de raccordement les plus courants utilisés est le parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

VI.2. Règles à respecter dans la trace du profil en long :

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en Vigueur :

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement ;
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage ;
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long ;
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve ;
- Eviter une hauteur excessive en remblai ;
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment ;
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon ;
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique ;
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

VI.3. Eléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segment de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires. Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude de la ligne du projet
- La déclivité de la ligne du projet

VI.4. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin :

- ✓ D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- ✓ D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- ✓ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.).

Pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracée en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut, Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **6 fois** au moins le rayon en plan).

VI.5-Déclivités :

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés.

5-1. Déclivité Minimum :

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins **0,5%** et de préférences **1 %**, si possible.
- **I_{min} = 0,5 %** dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.

- **I_{min} = 0,5 %** dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

5. 2 - Déclivité Maximum :

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de **PL**.
- Condition économique.

Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%.

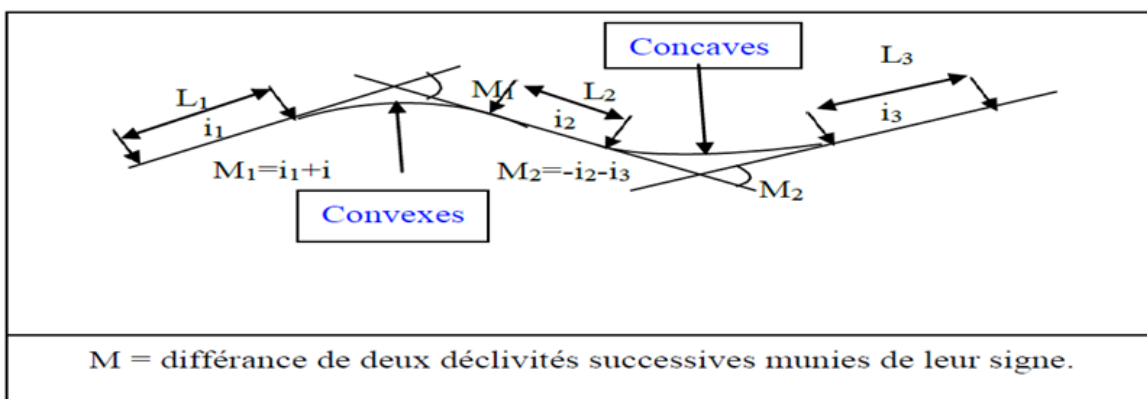
Tableau VI.1 : Déclivité du projet maximum.

V_r						
km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

VI.6. Raccordements en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort. On distingue deux types de raccordements.

Figures VI. 1 : Elément géométriques du profil en long.



6.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

a) Condition de confort :

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

Limitation de l'accélération verticale :

$g/40$ pour cat.1-2

$V^2/R_v < g/40$ Pour $g=10m/s$

$$R_{v \min} = \begin{cases} 0,3 V_r^2 & \text{pour cat 1 - 2} \\ 0,23 V_r^2 & \text{pour cat 3 - 4 - 5} \end{cases}$$

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m)

V : vitesse de référence (km /h).

b) Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.

Il faut deux véhicules circule en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})}$$

D : Hauteur de l'obstacle (m)

h₀: Hauteur de l'œil (m)

h₁ : hauteur de l'obstacle (m).

6. 2 - Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité diurne n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Avec : **Rv'** : rayon minimum du cercle de raccordement.

d 1 : distance d'arrêt.

- Condition esthétique :

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et (**b >50**) pour des devers **d < 10%** (spécial échangeur).

$$R_{v_{\min}} = 100 \times \frac{50}{\Delta d (\%)}$$

Avec : **d** : changement des devers.

Rvmin : rayon vertical minimal.

VI.7-CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :

Notre étude se porte sur une route de catégorie C3, dans un environnement E2 et sera circulé avec vitesse de base $V_B = 80$ km/h. (route bidirectionnel) d'après le règlement des normes Algériennes B40.

Tableau VI .2 : Paramètres géométriques des rayons profil en long.

ANGLES SAILLANTS	
Rayon minimal absolu (RVm2)	3 500
Rayon minimal normal (RVN2)	8000
Rayon assurant la distance de Visibilité de dépassement (RV D)	9000
ANGLES RENTRANTS	
Rayon minimal absolu (R'Vm)	1 600
Rayon minimal normal (R'VN)	2100
Déclivité maximale	7%

VI.8. Détermination pratique du profil en long :

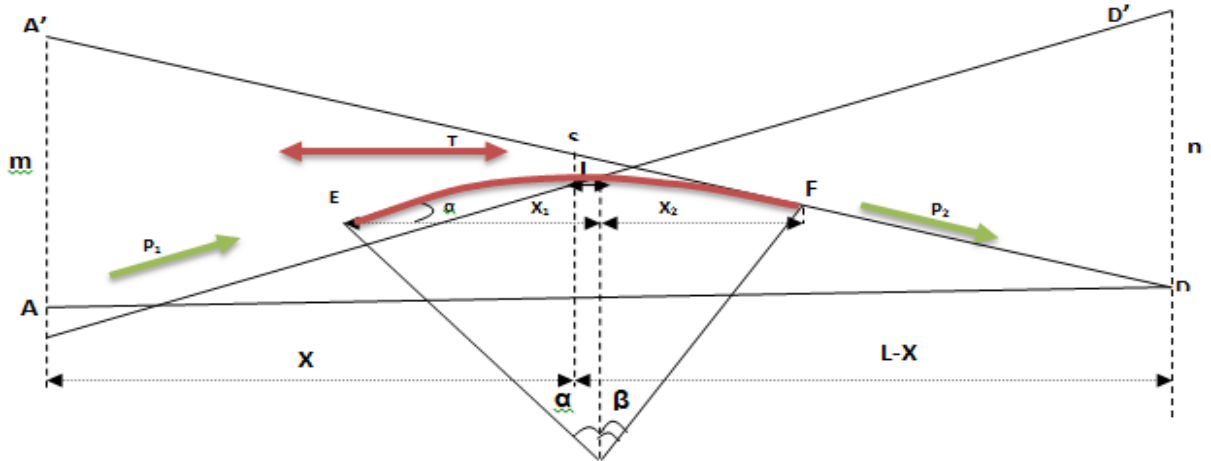
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle

$$X^2 + Y^2 - 2 RY = 0$$

À l'équation de la parabole $X^2 - 2 RY = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.



8.1. Détermination de La position du point de rencontre (S) :

On a:

$$Z_{D'} = Z_A + LP_2 \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{A'} = Z_D + LP_2 \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc

$$m/n = x(L-x) \rightarrow x = m \cdot 3.L / (n+m)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_s = X + X_a \\ S \\ Z_s = P_1 X + Z_A \end{array} \right.$$

8.2. Calculs de La tangente :

$$T = R/2(P_1 + P_2)$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes E et F.

$$\left\{ \begin{array}{l} X_E = X_s - T \\ E \\ Z_E = Z_{S-T.P1} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} X_F = X_s + T \\ F \\ Z_F = Z_{S-T.P2} \end{array} \right.$$

8.3. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T$$

8.4. Calcul de la flèche :

$$H = T^2 / 2R$$

8.5. Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_X = X^2 / 2R \\ M \\ Z_m = Z_{B+P1} - X^2 / 2R \end{array} \right.$$

8.6. Calcul des cordonnées du sommet de la courbe (T)

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$\left\{ \begin{array}{l} X1 = Rp1 \\ X2 = Rp2J \\ X_J = Z_B + X.p1 - X^2_1 / 2 \end{array} \right.$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, La connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D.

VI.9- Application de projet :

9.1- Exemple de calcul du profil en long :

$$\left\{ \begin{array}{l} PK = 6440.004 \\ AZ = 374.543215 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{PK=6586.3399} \\ \\ \end{array} \right.$$

$$\mathbf{SZ=375.29}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{PK=6814.3799} \\ \\ \end{array} \right.$$

$$\mathbf{DZ=376.1}$$

$$R= 15000m$$

Calcul des pentes :

$$P_1 = \Delta Z_1 / \Delta S_1 \rightarrow \frac{375.29 - 374.54}{6586.34 - 6440.004} \rightarrow P_1 = 0.51\%$$

$$P_2 = \Delta Z_2 / \Delta S_2 \rightarrow \frac{376.1 - 375.29}{6814.38 - 6586.34} \rightarrow P_2 = 0.17\%$$

Calcul des tangentes :

Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = 0.022m$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{XB = X_S - T = 6586.34 - 25.5 = 6560.84m} \\ \mathbf{ZB = Z_S - T \cdot P_1 = 375.29 - 25.5 \cdot 0.0051 = 375.16m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{XC = X_S + T = 6586.34 + 25.5 = 6611.84m} \\ \mathbf{ZC = Z_S + T \cdot P_2 = 375.29 + 25.5 \cdot 0.0017 = 375.33m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{X_J = X_B - R \cdot P_1 = 6560.84 - 15000 \cdot 0.0051 = 6484.34m} \\ \mathbf{Z_J = Z_B - R \cdot P_1 \cdot P_1 + (R \cdot P_1)^2 / 2R = 375.16 - 15000 \cdot 0.0051 \cdot 0.0051 + (15000 \cdot 0.0051)^2 / 2 \cdot 15000} \\ \mathbf{= 375.24m} \end{array} \right.$$

**Chapitre VI :
Profile en travers**

VII.1. Définition :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

Pour la bonne compréhension du profil en travers, quatre précisions doivent être apportées :

- ❖ La chaussée, au sens géométrique du terme, est limitée par le bord interne du marquage de rive.
- ❖ La largeur de voie comprend une part du marquage de délimitation des voies.
- ❖ L'accotement comprend une bande dérasée, constituée d'une sur largeur de chaussée supportant le marquage de rive et d'une bande stabilisée ou revêtue et la berme.
- ❖ La bande dérasée de gauche est une zone dégagée de tout obstacle, située à gauche des chaussées unidirectionnelles. Elle supporte le marquage de rive, elle peut être d'une structure plus légère que la chaussée.

VII.2. Différents types de profil :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

2.1. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais ou mixte).

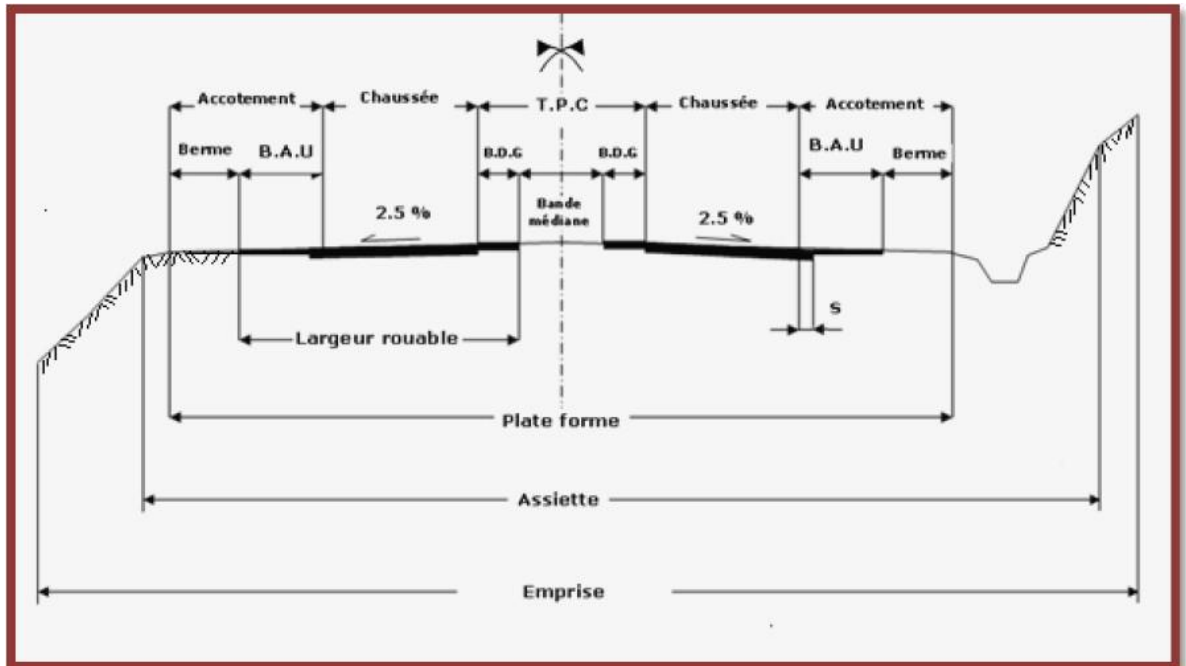
L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

2.2. Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20, 25m...). Qui servent à calculer les cubatures.

VII.3-Les éléments de composition du profil en travers :

Figures VII. 1 : Les éléments constitutifs du profil en travers.



- **La chaussée** : désigne la partie de la voie publique aménagée pour la circulation des véhicules en général. La largeur maximale des véhicules étant de 2,50 m, cette largeur constitue un minimum pour celle des voies.
- **La largeur rouable** : Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
- **Plateforme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- **L'assiette** : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- **L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, Chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.
- **Les accotements** : les accotements sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- ▶ Une bande de guidage.
- ▶ Une bande d'arrêt.
- ▶ Une berme extérieure.

- **Terre-plein central** : Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. il comprend :
 - ▶ Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage)
 - ▶ Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue
- **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations.). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et des talus et les eaux de pluie.
- **Le talus** : Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue.

Cette Inclinaison exprimé par une fraction (**A/B**) telle que :

A : la distance sur la base du talus.

B : la hauteur du talus

En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1)

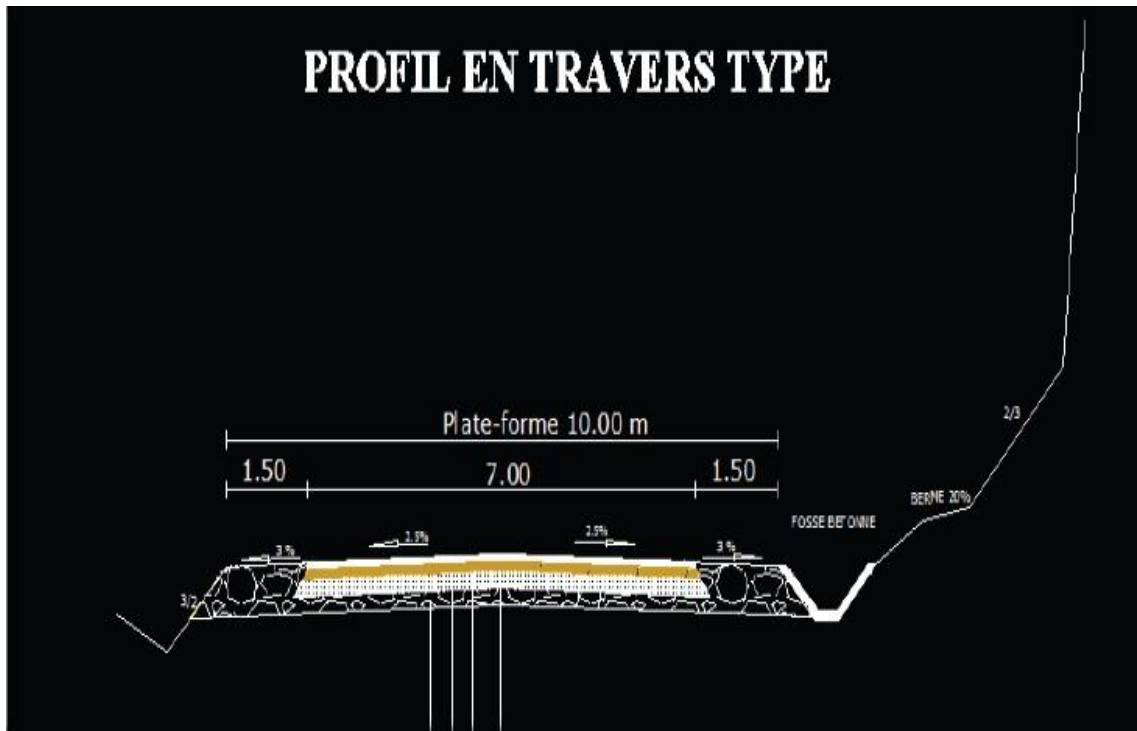
Pour les déblais.

VII.4. Le profil en travers type du projet:

Les éléments du profil en travers type de notre route sont comme suit :

- Une largeur de chaussée de 7 m.
- Une largeur d'accotement de 1.5 m de part et d'autre.
- Une largeur de plate-forme de 10 m.
- Un talus des déblais de 1/1.
- Un talus des remblais de 2/3.

Figures VII. 2 : Profil en travers type



Chapitre VII :étude Géotechnique

1.Introduction :

La qualité du projet routier ne se limite pas à obtenir une bonne planification du plan et une bonne longue apparence. Une fois terminée, la route devra supporter l'agression de facteurs externes et la surcharge d'exploitation, il est non seulement nécessaire de fournir la route avec de bonnes propriétés d'ingénierie, mais aussi avec de bonnes propriétés mécaniques qui lui permettent de résister à toutes ces charges tout au long de sa vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle crucial à cet égard, d'abord et avant tout par une bonne reconnaissance du sol favorable et un choix judicieux des matériaux à utiliser.

2.Définition :

Le génie géotechnique des routes est une science qui étudie les propriétés physiques, mécaniques et hydrauliques des roches et des sols qui serviront de base à la structure de la chaussée.

La géotechnique est une science expérimentale fondée en partie sur des données recueillies en laboratoire et sur le terrain. En pratique, la géotechnique est étroitement associée à la géologie.

3. Les principaux objectifs de l'étude géotechnique :

- ✓ Au stade de la conception, le projet doit être clairement défini : améliorer le mouvement du sol, les dimensions du trottoir, le choix des matériaux, etc.
- ✓ Au stade de la mise en œuvre, le travail est effectué avec un risque minimal : le choix des moyens et des matériaux adaptés à la nature du sol rencontré, et la méthode de mise en œuvre.

VIII.4. Différents essais en laboratoire :

Tableau 1 Les essais réalisés sont :

Désignation	Unité	Quantité
Essai d'analyse granulométrique	U	08
Essai d'analyse sédiment métrique	U	08
Limites d'Atterberg	U	08
Essai de proctor modifié	U	08
Essai de CBR imbibé	U	08

5. RESULTATS DES TRAVAUX :**5.1. Teneur en eau :****a) Définition :**

La teneur en eau est la quantité d'eau trouvée dans un échantillon de matériaux, comme le sol, la roche, la céramique ou le bois, la quantité évaluée par le rapport entre les poids humides et secs.

b) But de l'essai :

Détermination de la quantité d'eau contenue dans un sol.

c) Domaine d'application de la teneur en eau :

Travaux de terrassement de compactage.

Mode opératoire :

N.B : Le test doit être effectué sur deux sorties pour aboutir en moyenne.

Faire un récipient propre, sec et hydraté, y déposer un échantillon de sol humide avec un poids minimum :

30g pour un sol fin

300g pour sol moyen

3000g pour le sol grossier

Mettez-les dans le four après 15 heures, nous prenons du poids. En principe entre les deux poids, la différence est inférieure à 0,1%

• **Calculs de la teneur en eau :**

On a : M le poids humide de l'échantillon et m le poids sec de l'échantillon

$$W = \frac{m}{M} \times 100$$

- ✓ Les essais ont été effectués selon la norme NFP94-050.
- ✓ Les résultats des expérimentations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII. 2 : Résultats des essais de Teneur en eau

PRN°	Désignation	W (%)
P01	Coté station 04	03.861
P02	Station 22 côté gauche	10.800
P03	/	03.636
P04	Station 56	07.265
P05	A côté de la station 60	09.939
P06	Côté droit de la station 66	18.656
P07	En Face de la station 71	16.756
P08	/	14.485

5.2. Essai d'Analyse granulométrique :

❖ Analyse granulométrique (tamisage à sec)

But d'essai : Déterminer les proportions des particules solides de différentes tailles qui constituent le sol

Principe d'essai :

Le principe de cette manipulation consiste à prendre un échantillon de sol séché au préalable et de le verser dans une colonne de tamis dont les tamis sont classés dans l'ordre croissant des ouvertures de bas en haut. La pesée des refus des tamis permet de tracer la courbe granulométrique

❖ Analyse granulométrique (par sédimentométrie) :

But : La sédimentométrie complète l'analyse granulométrique par tamisage, elle donne la répartition des grains de diamètre inférieur à 80 μm .

- ✓ Les essais ont été effectués selon les normes NFP94-56. NFP94-57
- ✓ Les résultats des expérimentations sont présentés dans le tableau ci-dessous :
- ✓ Les graphes sont présentés en annexe.

Tableau VIII. 3 : Résultat des essais de l'analyse granulométrique

PRN	Désignation	< 80µ %	D60 (mm)	D30 (mm)	D10 (mm)
P01	Coté station 04	36.03	6.854	0.020	0.004
P02	Station 22 côté gauche	43.93	1.414	0.021	/
P03	/	12.00	7.035	1.991	0.051
P04	Station 56	60.01	0.080	0.005	/
P05	A côté de la station 60	39.81	2.485	0.032	/
P06	Côté droit de la station 66	53.45	2.472	0.004	/
P07	En Face de la station 71	96.50	0.006	0.002	/
P08	/	60.58	0.079	0.018	/

5.3. Essai de Limites d'Atterberg :

a) But de l'essai :

Identification et classification des sols

b) Domaine d'application :

Travaux de terrassement – de compactage

c) matériel : • Appareil de casa grande

- Balance de 5kg (précision 1g)
- Etuve ventilé
- Planche à roulets
- Capsules en verre

- Spatules
- Mortier et pilon en porcelaine

Procédures

Remarque : Cet essai est effectué sur la partie de taille de particule appelée mortier de moins de 0,4 mm L'échantillon entier est complètement mélangé pour homogénéisation Remplir la tasse en 3 Le centre d'échantillonnage est suivi à l'aide de l'outil de préparation et testé comme Immédiatement Le verre connecté à l'appareil est exposé à une série de chocs réguliers jusqu'à la fermeture des lèvres (le nombre de coups fermés doit être compris entre 15 et 35) Pour confirmer le nombre de chocs, l'essai doit être répété immédiatement, si les deux essais consécutifs ne sont pas différents de plus d'un choc, deux échantillons doivent être prélevés de chaque côté des lèvres avec une cuillère et la teneur en humidité déterminée.

e) Calculs :

WL : la limite de liquidité est la teneur en eau correspondant à la fermeture à 25 coups.

• Détermination de la limite de plasticité WP :

Pour déterminer WP, on prend une partie du mélange et on essaye de faire des petits rouleaux sur une plaquette jusqu'à obtenir un diamètre de 3mm.

Après on soulève le rouleau à 1 ou 2cm au-dessus du plancher, quand il se fissure et rompt. On prélève sur chaque morceau des échantillons pour déterminer la teneur en eau qui sera la valeur de WP Et il en vient l'indice de plasticité $IP = WL - WP$

- ✓ Les essais ont été effectués selon les normes NFP94-051
- ✓ Les résultats des expérimentations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII. 4 : Résultats d'essai de limite d'Atterberg :

PRN°	Désignation	Teneur en eau de liquidité WL (%)	Teneur en eau de plasticité Wp(%)	Indice de plasticité Ip(%)
P01	Coté station 04	33.77	22.75	11.02
P02	Station 22 côté gauche	51.92	29.52	22.40
P03	/	26.66	17.21	9.45
P04	Station 56	44.01	27.50	16.51
P05	A côté de la station 60	43.53	27.55	15.98
P06	Côté droit de la station 66	55.55	30.80	24.75
P07	En Face de la station 71	46.23	27.58	18.65
P08	/	32.24	19.88	12.36

5.4. Proctor :

Le remblayage pose un certain nombre de problèmes pour l'ingénieur de voirie, notamment :

- Stabilité de la pente
- Résistance à la corrosion.
- Règlement.
- Pression.

"Compaction" est la méthode la plus économique encore utilisée dans la construction de remblai arrière pour améliorer la densité de sol sec (gd).

La "pression" est une réduction presque immédiate du volume de sol en raison de la réduction des aspirateurs à air. Aucune parcelle d'eau ne distingue l'obligation et l'assemblage.

L'étude de pression est effectuée à l'aide d'un dommage uniforme connu sous le nom de « test Proctor ».

b) Objet :

Le but du test Proctor est de déterminer la teneur en humidité que le sol doit presser pour obtenir une densité sèche maximale.

La teneur en eau identifiée comme telle est appelée "teneur optimale en eau Proctor"

Le Proctor modifié :

La pression est beaucoup plus élevée; Elle est conforme en principe à la pression maximale qui peut être obtenue sur place en utilisant des pieds de mouton modernes ou des rouleaux de pneus lourds.

L'essai Proctor modifié détermine habituellement les caractéristiques de pression (teneur en humidité optimale, densité sèche maximale) des matériaux visant à former la fondation ou le corps des routes et des pistes d'aéroport.

La pression dans ce cas est faite en cinq couches consécutives avec le "Ms. Proctor" modifié l'énergie de pression est:

- 55 grèves féminines par couche en C.B.R.
- 25 coups par couche dans le modèle de Proctor.

✓ L'essai a été effectué selon la norme NFP94-093.

✓ Les résultats des expérimentations sont présentés dans le tableau ci-dessous et les graphes correspondants sont en annexe

Tableau VIII .5 : Résultats des essais de Proctor modifié

PRN*	Désignation	Teneur en eau (%) (Optimum Proctor)	Densité sèche maximale (t/m³)
P01	Coté station 04	10.60	1.89
P02	Station 22 côté gauche	13.10	1.89
P03	/	7.70	2.10
P04	Station 56	13.40	1.80
P05	A côté de la station 60	9.50	1.88
P06	Côté droit de la station 66	1.89	8.30
P07	En Face de la station 71	1.81	14.50
P08	/	1.76	14.30

5.5. Essai CBR imbibe :

L'essai CBR immédiat (I.CBR immédiat) : mesure la résistance au poinçonnement d'un sol compacté généralement à l'énergie Proctor modifier à sa teneur en eau à l'optimum Proctor (wopn). En plus, dans la mesure où le matériau est support ou constituant d'une structure de chaussée éprouvette de sol testé sera surchargée en tête par des disques annulaires représentant l'équivalent de la contrainte imposée par la chaussée sur la plate-forme

- ✓ L'essai a été effectué selon la norme NFP94-078.
- ✓ Les résultats des expérimentations sont présentés dans le tableau ci-dessous et les graphes correspondants sont en annexe.

Tableau VIII. 6 : Résultats des essais CBR imbibé.

PRN°	Désignation	γ_d (t/m ³)			Indice CBR (%)		
		10c/c	25c/c	55c/c	Imbibé à 4 jours		
		10c/c	25c/c	55c/c	10c/c	25c/c	55c/c
P01	Côté station 04	1.68	1.78	1.89	1.75	6.33	18.50
P02	Station 22 côté gauche	1.67	1.78	1.88	1.36	4.88	11.76
P03	/	1.92	2.01	2.10	3.85	11.87	22.56
P04	Station 56	1.58	1.70	1.80	0.88	3.62	4.22
P05	A côté de la station 60	1.65	1.77	1.88	1.21	5.88	6.95
P06	Côté droit de la station 66	1.67	1.78	1.89	2.56	8.66	9.62
P07	En Face de la station 71	1.60	1.69	1.80	1.26	4.81	5.13
P08	/	1.54	1.66	1.76	1.36	4.19	5.13

CHAPITRE VIII :

ASSAINISSEMENT

1. Introduction :

La réparation des routes est un élément essentiel de la conception, mise en œuvre et exploitation de l'infrastructure linéaire. L'eau est le premier ennemi de la route parce qu'elle pose de multiples et importants problèmes complexes sur le trottoir, mettant en danger la sécurité de l'utilisateur (glissement, faible inondation par visibilité, chute de gravier par couches de revêtement en dés, etc.) la durabilité du trottoir en réduisant le soulèvement des fondations.

2. Types de causes de décomposition :

L'eau est produite comme suit :

❖ Pour les trottoirs :

- Atterrissage (eau dans les trottoirs).
- Cubes couverts.
- Trou (fonte de la glace, pourcentage élevé d'eau sur le trottoir en grande quantité trafic).

Peler les bords (essuyer les ailes).

❖ Pour les pentes :

- Glissant.
- Corrosion.
- Ponts pour piétons.

Les études hydrauliques déterminent la présence de cours d'eau et les eaux de surface coulent. Elles déterminent ensuite l'effet.

Sur ces flux et équipements à prendre en compte pour leur maintenance flux.

3. Objectif de l'assainissement :

La réparation des routes doit atteindre les objectifs suivants :

- S'assurer de la vitesse de rejet de l'eau tombée et qui coule directement sur

Peinture de chaussée (risque de glissade d'eau).

- Maintenir une bonne validité.
- Réduction des coûts d'entretien.
- Éviter les problèmes d'érosion.
- S'assurer que les fuites se déversent à travers le trottoir.
- (Risque d'atténuation des répercussions importantes et gel).
- Évacuation de l'eau qui fuit vers le terrain en vue d'atteindre la plate-forme
- (Risque de diminution de la pertinence et de gel).

IX.4. Assainissement De La Chaussée :

L'emprise de la route doit être assainie et ce conformément aux normes de B40 du Ministère des travaux publics. Des ouvrages d'assainissement ont été projetés dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût

Lorsque la hauteur du pont est insuffisante, il est préférable de construire un Colot avec une dalle de béton armé.

Parmi les structures de drainage de l'eau, nous pouvons mentionner les catégories suivantes :

- Systèmes de canalisations longitudinales (tranchées, cuvettes et gouttières).
- Travaux transversaux et travaux de raccordement (puits d'eau tête de collecteur et dalot)

A. Fossé de pied de talus de déblai:

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre ou en béton, ils sont bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3%.

B. Fossé de crête de déblai :

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penché vers l'emprise de l'autoroute, afin de protéger les talus de déblai des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher des eaux d'atteindre la plate-forme.

C. Fossé de pied de talus de remblai :

Les fossés sont, soit en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement), ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme. Il permet de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée en remblai par l'intermédiaire des descentes d'eau.

D. Descentes d'eaux :

Dans les sections de la route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1%, leur espacement varie entre 30m et 40m.

IX.5. Étude hydrologique :

Une étude hydrologique comprend la détermination du débit de crue pour chaque cours d'eau traversant le tracé de la route. Ainsi, toute vallée doit être restaurée par des structures hydrauliques (ponts, canaux, buses, etc.). Cependant, nous avons basé nos comptes sur les données des médias suivants :

A. Relief :

- ✓ Altitude maximale du bassin : 1610m
- ✓ Altitude minimale de l'ouvrage projeté : 1080m

Le relief général dans la zone est relativement accidenté. Dans ce relief on distingue notamment les zones de montagnes ; les zones de plaines.

b. Caractéristiques climatologiques :

1. b Température :

En Algérie, la présence du Sirocco, un vent chaud et sec qui vient de Sahara, est caractéristique. Les températures maximales ont pour origine ce phénomène particulier, qui est accompagné par une humidité qui s'en trouve réduite. Dans le tableau 1 sont portées les températures moyennes annuelles à la station de Ktef Essouda pour une période de 8 années.

Tableau ° IX .1 : Températures moyennes à Ktef Essouda

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
T °C	6.8	9.38	12.00	16.06	21.65	25.63	26.37	26.19	18.85	13.04	7.99	6.59	15.88
T _{min} °C	-0.42	0.18	3.57	5.75	10.95	15.56	18.26	17.9	13.78	9.76	3.75	0.72	8.31
T _{max} °C	14.02	18.57	20.43	26.37	32.32	35.70	34.48	34.48	23.92	16.33	12.24	12.47	23.44

Source :

O.N.M

La température absolue maximale peut atteindre 40 °C (2 à 3 jours par mois) en juillet et en août. Les températures minimales peuvent descendre en dessous de 0 °C, surtout en janvier et en février.

2. b Répartition mensuelle du vent :

Vent dominant du nord (NE 22 %, N 12 %, NO 27 %). Les vitesses mensuelles moyennes sont d'environ 3 millions par seconde, sans variations significatives d'un mois à l'autre (minimum à 2,5 millions par seconde et maximum à 3,2 millions par seconde) selon les mesures de la station KtefEssouda pour 1999-2009

Tableau° IX. 2 : Vitesse moyenne du vent en m/s – Station de Kef Essouda

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moy
V (m/s)	1.90	2.04	2.14	2.24	1.86	1.74	1.82	3.12	1.55	1.40	1.43	1.40	1.89

Source : O.N.M

3. b L'évaporation :

Les valeurs de l'évaporation moyenne mensuelle sont portées dans le tableau II-4.

Tableau° IX. 3 : Evaporation nette–Station de Foug El Gueiss

Mois		Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Année
Evaporation	%	10.65	6.40	3.07	2.63	2.50	2.66	4.34	5.95	9.94	14.44	20.66	17.36	100%
	Mm	151.23	90.88	43.59	37.35	35.50	37.77	61.63	84.49	141.15	205.55	284.88	246.51	1420

Source : O.N.M

4.b Pluies Moyennes annuelles :

- Données disponibles :

La station pluviométrique la plus proche du bassin versant est la station de Babar (code 06-18-04) qui est la plus représentative, tant pour sa période d'observation que pour sa proximité de notre zone d'étude.

Tableau° IX. 4 :

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pluies mens (mm)	36.48	25.93	25.03	19.15	18.63	21.99	31.01	23.99	27.33	21.32	12.88	19.49
Pluies mens (%)	12.89	9.16	8.84	6.76	6.58	7.77	10.95	8.47	9.64	7.53	4.52	6.88

Source :

A.N.R.H

A. Précipitations maximales journalières :

L'étude consiste à ajuster l'ensemble de données sur les précipitations maximales quotidiennes (annexe C) en vertu d'une loi théorique afin de déterminer la gravité des précipitations et la période de retour.

Pour notre étude, nous procédons comme suit :

- classement de la chaîne de la pluie en ordre ascendant ;
- compilation de la fréquence expérimentale ;
- calcul des caractéristiques expérimentales des séries de données ;
- modification de la loi géographiquement choisie ;
- quantification et périodes de confiance.

Les caractéristiques de la série sont représentées dans le tableau 5

Tableau IX .5 : Valeurs des pluies maximales journalières annuelles Station De Babar code (06-18-04)

Numéro	Pjmax(mm)	Numéro	Pjmax(mm)	Numéro	Pjmax(mm)	Numéro	Pjmax(mm)
1	51.9	10	40.5	19	38.5	28	60.2
2	22.4	11	40.6	20	48.2	29	63.3
3	15.4	12	35.6	21	29.7	30	24.5
4	24.2	13	76.6	22	26.9	31	45.5
5	33.5	14	33.9	23	42.2	32	20.2
6	35.6	15	55.5	24	27.9	33	31.5
7	37.8	16	23.1	25	36.6	34	12.5
8	21.0	17	40.7	26	22.1	35	34.5
9	41.6	18	31.8	27	22.8	36	33.5

1. C. Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement :

Tableau° IX. 6 : Caractéristiques de la série avec N=36ans

Caractéristiques	Formules	Valeurs
Somme des P _{max j} en (mm)	$\sum_{i=1}^{N=36} Xi$	1282.3
Moyenne des P _{max j} en (mm)	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n=62} Xi}{n}$	35.62
Ecart type « σ_x » ; Pour n > 30 ans	$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{36} (X_i - \bar{X})^2}{36}}$	13.8mm
Coefficient de variation « Cv » :	$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	0.388
L'exposant climatique :	b=0.31	

❖ **Choix de la loi d'ajustement :**

❖ Les lois d'ajustement choisies sont :

- 1)-la loi de GAUSS ou loi Normal. 2)- la loi de GALTON (log-normal 2) .3)- la loi de GUMBEL.

• **Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GAUSS :**

Une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(X) = \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

U est la variable réduite de Gauss. Elle est donnée par $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$

La transformation $x = \bar{x} + \sigma u$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité gaussienne.

Les résultats de l'ajustement par la loi de « Gauss » sont résumés dans le tableau suivant :

Normale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations : 36

Paramètres

Moy = 35.62

$\sigma = 13.8$

Quantiles

$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)

$T = 1/(1-q)$

Tableau° IX 7 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gauss

Période de Retour (ans)	Probabilit é (q)	X T	Ecart Type	Intervalle de confiance
1000	0.999	78.3	5.6	67.3 - 89.3
200	0.995	71.2	4.84	61.7- 80.7
100	0.99	67.8	4.48	59.0- 76.5
50	0.98	64	4.1	56.0 - 72.0
20	0.95	58.3	3.56	51.4 - 65.3
10	0.9	53.3	3.13	47.2 - 59.5
5	0.8	47.2	2.69	42.0 - 52.5

Test D'adéquation :

Normale (Maximum de vraisemblance)

Hypothèses :

H0 : L'échantillon provient d'une loi Normale

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Normale

Résultats : Résultat de la statistique : $X^2 = 6.67$

p-value $p = 0.0965$

Degrés de liberté : 5

Conclusion :

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %

- **Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :**

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(x) = e^{-e^{-y}}$$

Tel que : $y = a(x - x_0)$

Avec :

1/a : la pente de la droite de GUMEL

Y : variable réduite de GUMBEL

x : précipitation maximale journalière (mm)

x_0 : ordonnée à l'origine en (mm)

On peut écrire : $y = -\ln(-\ln(F(x)))$

Avant de procéder à l'ajustement il faut suivre les étapes suivantes :

-classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang 1, 2,3n.

- calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de HAZEN.

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n}$$

m : rang de précipitation

n : nombre d'observations(37)

- calculer la variable réduite de GUMBEL donnée par la formule suivante :

$$y = -\ln(-\ln(F(x)))$$

-calculer les paramètres d'ajustement « a » et « x_0 »

- représenter graphiquement les couples (x_i, y_i) sur papier GUMBEL .

Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de GUMBEL :

La droite de GUMBEL est donnée par la formule :

$$x = (1/a)y + x_0$$

Avec :

$(1/a)$: la pente de la droite de GUMBEL

Les résultats de l'ajustement par la loi de « GUMBEL » sont résumés dans le tableau suivant :

Gumbel (Méthode des moments)

Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 36

Paramètres

$$U = 29.4036$$

$$\alpha = 10.7687$$

Quantiles $q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement) $T = 1 / (1-q)$

Tableau ° IX .8 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel

Période de retour (ans)	Probabilité (q)	XT	Ecart Type	Intervalle de confiance
1000	0.999	104	13.3	77.7 - 130
200	0.995	86.4	10.3	66.2 - 107
100	0.99	78.9	9.03	61.2 - 96.6
50	0.98	71.4	7.75	56.2 - 86.6
20	0.95	61.4	6.07	49.5 - 73.3
10	0.9	53.6	4.81	44.2 - 63.1
5	0.8	45.6	3.56	38.6 - 52.5

Test d'adéquation

Gumbel (Méthode des moments)

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Gumbel

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel

Résultats

Résultat de la statistique : $X^2 = 6.67$

p-value $p = 0.2466$

Degrés de liberté : 5

Nombre de classes : 8

Conclusion :

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

• **Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON :**

(Log normale) Le procédé d'ajustement est identique à celui établi pour la loi de Gumbel, seul la représentation graphique change où elle est faite sur du papier log-normale.

La loi de GALTON a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(X) = \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \int_u^{+\infty} e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

L'équation de la droite de GALTON est la suivante :

$$\text{Log } x(p\%) = \overline{\text{Log } x} + 6 \cdot \text{Log } u(p\%)$$

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^{38} \overline{\text{Log } X_i}}{N}$$

Les résultats de l'ajustement par la loi de Log - Normal « Galton » sont résumées dans le tableau (II.12).

Nombre d'observations : 36

Paramètres

$\mu = 3.50077$

$\sigma = 0.390585$

Quantiles

$q = F(X)$ (probabilité au non dépassement)

$T = 1 / (1 - q)$

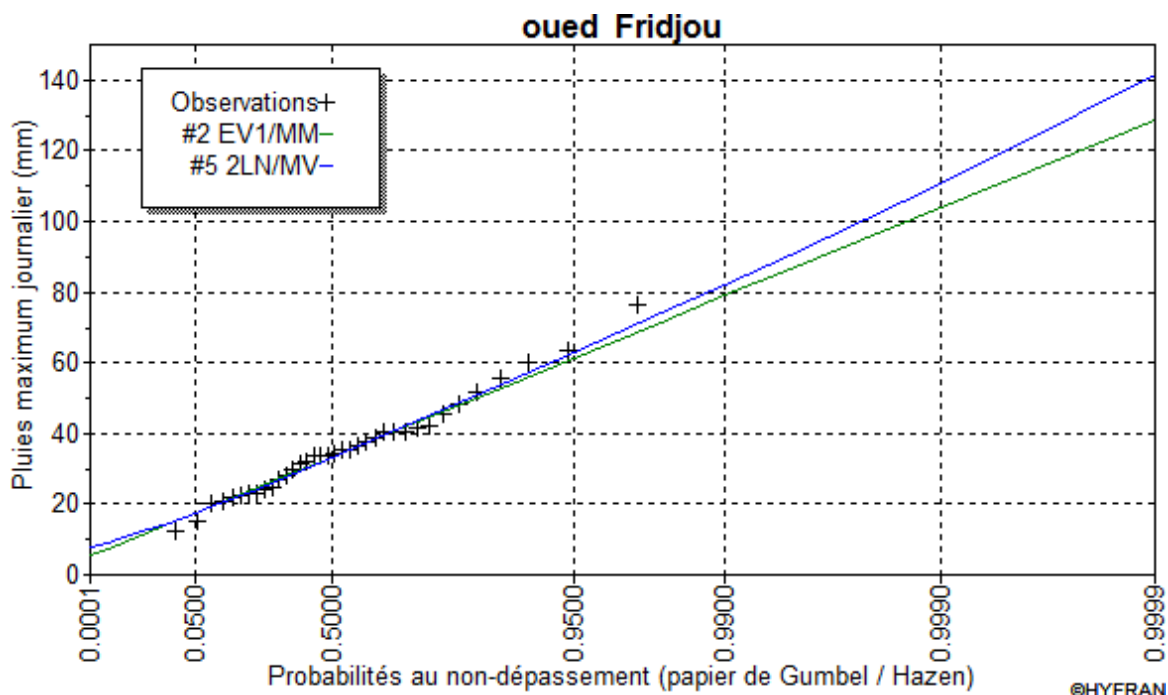
Log normale (Maximum de vraisemblance)

Tableau° IX. 9 Résultat de l’ajustement à la loi de Galton

Période de retour (ans)	Probabilité (q)	XT	Ecart Type	Intervalle de confiance
1000	0.999	142	26.3	90.2 - 193
200	0.995	120	20	80.6 - 159
100	0.99	111	17.5	76.4 - 145
50	0.98	90.7	12.4	66.3 - 115
20	0.95	82.2	10.4	61.8 - 103
10	0.9	73.9	8.57	57.1 - 90.7
5	0.8	63	6.34	50.6 - 52.9

Comparaison entre les lois de Gumbel et Galton :

Figure° IX. 1 : Comparaison graphique entre les deux lois (Galton et Gumbel)



D'après la comparaison graphique des deux graphiques d'ajustement Figure 1, on a remarqué que la série s'ajuste mieux à la loi de Galton.

E. Caractéristiques morphologiques des bassins versants :

Tableau° IX -10- : Caractéristiques morphologiques des bassins versants

N°BV	Désignation	Surface du B.V (Km ²)	Périmètre (Km)	Long (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)
01	E1	0,14	1,69	0,14	1160	1140
02	E2	0,13	1,46	0,37	1165	1160
03	E3, E4, E5	0,15	1,90	0,35	1100	1080
04	E6	0,08	1,18	0,17	1200	1120
05	E7	0,26	2,59	0,84	1100	1080
06	E8	0,01	0,52	0,10	1210	1180
07	E9	0,14	1,42	0,40	1610	1200
08	E10	0,45	3,12	0,83	1600	1220
09	E11	0,57	3,69	0,28	1600	1220
10	E12	0,30	3,05	0,16	1400	1220
11	E13	0,15	1,47	0,08	1300	1200
12	E14	0,16	1,95	0,17	1300	1200
13	E15	0,29	1,95	0,29	1260	1210
14	E16	0,15	1,88	0,31	1260	1210
15	E17	0,08	1,26	0,25	1260	1240
16	E18	0,06	1,26	0,13	1300	1260
17	E19	0,10	1,43	0,36	1360	1260
18	E20	0,27	3,82	0,32	1180	1160
19	E21	0,35	2,61	1,12	1240	1180
20	E22	0,36	3,54	1,14	1228	1210
21	E23	0,36	3,54	1,22	1500	1160
22	E24	19,51	31,60	8,36	1404	1160
23	E27	1,54	5,48	3,31	1200	1127
24	E28	0,55	3,48	1,47	1160	1140

$$P = (H_{\max} - H_{\min}) / L$$

Avec :

L : longueur de thalweg

H_{max} : l'altitude maximale de B.V

H_{min} : l'altitude minimum de B.V

IX.6. Étude hydraulique :

6.1. Débit d'apport et débit capable de l'ouvrage hydraulique :

Le débit de crue pour les bassins versants de superficie inférieure à 200 km² est calculé en appliquant la méthode rationnelle dont l'expression est de la forme suivante :

$$QA = 0.278 C.I.S$$

Dans laquelle :

QA : Débit de crue de fréquence déterminée en m³/s.

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration en (mm/h).

S: Surface du bassin versant en (km²).

6.1.1. Facteur de ruissellement :

Le facteur de ruissellement "C", un indicateur du pourcentage d'eau qui s'écoule dans le sol saturé par les précipitations précédentes par rapport aux précipitations totales, sera estimé à l'aide de la méthode de Keneszy (Hongrie) où "C" est un total de trois facteurs partiels. $C = C1 + C2 + C3$

- **C1** : Elle dépend de la tendance "p" de la trame principale, qui est estimée égale au rapport d'inclinaison (hors pentes) en fonction de sa longueur évolutive. Cette information est généralement obtenue à partir des cartes topographiques disponibles. Les valeurs "C1" sont indiquées dans le tableau 1 ci-dessous.

- **C2** : Dépend de la perméabilité du sol, définie à partir des informations sur la nature et les caractéristiques du sol. Les valeurs de coefficient "C2" sont indiquées dans le tableau 2 ci-dessous.

- **C3** : Dépend de la végétation du bassin versant. Cette information sera obtenue à partir d'une inspection visuelle du bassin versant, d'images prises du site et d'images aériennes. Les valeurs du coefficient "C3" sont indiquées dans le tableau 3 ci-dessous.

Coefficient C1 :

Tableau° IX -11-: Valeur du Coefficient "C1" pour Diverses Pentas

Pente	C1		
	≤ 3,5 %	0,01	0,03
Entre 3,5 et 11 %	0,06	0,08	0,10
Entre 11 et 35 %	0,12	0,16	0,20
> à 35 %	0,22	0,26	0,30

Coefficient C2 :

Tableau° IX -12-: Valeur du Coefficient "C2" par Rapport à la Nature du Sol

Nature du sol	C2		
	Imperméable	0,22	0,26
Peu perméable	0,10	0,15	0,20
Perméable	0,06	0,08	0,10
Très perméable	0,03	0,04	0,05

Coefficient C3 :**Tableau° IX -13 : Valeur du Coefficient "C3" Relative à la Couverture du Sol**

Couverture végétale	C3		
Rocheux	0,22	0,26	0,30
Prairie	0,17	0,21	0,25
Labours champs	0,07	0,11	0,15
Forêt et territoire sableux	0,03	0,04	0,05

6.1.2. Détermination du temps de concentration

Les formules de détermination du temps de concentration sont utilisées suivant la superficie du bassin versant :

a. Superficie inférieure à 5 km² :

$$t_c = 0,127 \sqrt{\frac{S}{P}}$$

Il est calculé à l'aide de la formule de Ventura :

TC : Temps de concentration en heures.

S : Surface du bassin versant en km².

P : Pente moyenne du bassin versant en (m/m).

b. Superficie comprise entre 5 et 25 km² :

Il est calculé à l'aide de la formule de PASSINI :

$$t_c = 0,11 \frac{\sqrt[3]{S \times L}}{\sqrt{P}}$$

L : Longueur du bassin versant en km.

S : Surface du bassin versant en km².

P : Pente moyenne du bassin versant en (m/m).

Superficie comprise entre 25 et 200 km²

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}}$$

Il est calculé à l'aide de la formule de GIANDOTTI :

S : Surface du bassin versant en km².

L : Longueur du bassin versant en km.

H : Altitude moyenne du bassin versant.

A partir du temps de concentration et des courbes I.D.F, on tire directement la valeur de l'intensité de la pluie.

6.1.3. Intensité de pluie (I) :

La pluie de courtes durées de différentes fréquences et leurs intensités

$$P_{\max t, p\%} = P_{\max j, p(\%)} \left(\frac{t}{24} \right)^b \dots\dots\dots (II.23)$$

t = Tc = 1.55 h. (Déjà calculé)

b : Exposant climatique (pour notre région b = 0,31)

Tableau° IX. 14 : Précipitations Journalières pour les différentes fréquences

Période de Retour (ans)	10	20	50	100	00	10
Fréquence	0	1	5	2	1	0.
Pmaxj (mm)	4	5	1	6	7	7
			2	9	6	10

Les précipitations et les intensités pour les différentes fréquences sont regroupées dans le tableau 15 :

Tableau° IX .15: Intensité pour les différentes fréquences

F	0.1		1		2		5		10		
	$P_{\max t}$	I_0	$P_{\max t}$	I_0	$P_{\max t}$	I_0	$P_{\max t}$	I_0	$P_{\max t}$	I_0	
	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	
Temps (h)	1	39.577	39.577	29.496	29.496	26.882	26.882	22.775	22.775	20.162	20.162
	1.55	45.336	29.249	33.788	21.799	30.794	19.867	26.090	16.832	23.096	14.900
	2	49.064	24.532	36.566	18.283	33.326	16.663	28.235	14.117	24.995	12.497
	4	60.825	15.206	45.332	11.333	41.315	10.329	35.003	8.751	30.986	7.747
	6	68.971	11.495	51.403	8.567	46.848	7.808	39.691	6.615	35.136	5.856
	8	75.405	9.426	56.198	7.025	51.218	6.402	43.393	5.424	38.414	4.802
	10	80.805	8.081	60.223	6.022	54.887	5.489	46.501	4.650	41.165	4.117
	14	89.689	6.406	66.844	4.775	60.921	4.351	51.614	3.687	45.691	3.264
	16	93.480	5.842	69.669	4.354	63.496	3.968	53.795	3.362	47.622	2.976
	22	103.179	4.690	76.898	3.495	70.084	3.186	59.377	2.699	52.563	2.389
	24	106.000	4.417	79.000	3.292	72.000	3.000	61.000	2.542	54.000	2.250

5.2. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

5.2.1. Conditions d'écoulements

a) Vitesse des eaux

La vitesse des eaux pluviales dans le réseau est limitée inférieurement et supérieurement, car il faut :

D'une part, éviter les stagnations susceptibles de provoquer des dépôts risquant de provoquer l'obturation des ouvrages d'assainissement;

D'autre part, prévenir des érosions des ouvrages par les matières solides charriées par les eaux.

Aux faibles débits, il faut assurer une vitesse d'écoulement empêchant les dépôts des sables, d'où les vitesses minimales à retenir dite « auto-curage » qui devront être satisfaites.

b) Les pentes minimales

Les pentes minimales à adopter pour les canalisations doivent être suffisantes pour éviter les dépôts solides.

c) Aération

L'écoulement présente la particularité de comporter une surface libre soumise généralement à la pression atmosphérique.

6.2.2 Base de calcul**a) Débit d'écoulement**

Les sections à donner aux ouvrages d'évacuation sont basées sur le principe de l'écoulement libre :

$$Q = V \times S$$

Q : le débit d'écoulement

V : la vitesse moyenne d'écoulement

S : la section mouillée

b) Vitesse d'écoulement

La vitesse d'écoulement est déterminée par la formule de CHEZY :

$$V = C \sqrt{R_h \times I}$$

Avec :

Rh : le rayon hydraulique

I : pente longitudinale de l'ouvrage

C : coefficient déterminé par la formule de « Manning Strickler »

$$C = K(Rh)^{1/6}$$

K: Coefficient dépendant de la nature des parois

$$\text{D'où : } V = 80.Rh^{2/3}.I^{1/2}$$

a) Vitesse d'auto-curage

L'auto curage est la capacité d'une conduite à se nettoyer seule, grâce à des vitesses d'écoulement qui permettent d'entraîner les éléments solides.

Les pentes admissibles doivent être respectées pour les différentes sections afin de garantir les conditions d'auto-curage pour tous les ouvrages :

- ✓ **V > 0.6 m/s pour Q/Qps=0,1**
- ✓ **V > 0.3 m/s pour Q/Qps=0,01**

Avec : Q_{PS} le débit à pleine section

6.2.3. Calcul du débit de saturation (Q_{ps}):

Les ouvrages hydrauliques doivent faire transiter des débits donnés dans les conditions satisfaisantes : Auto curage, vitesse maximale pour limiter l'érosion.

Le calcul de débit est déterminé par la formule de MANNING STRICKLER

$$Q_{ps} = V X S U \text{ et } V = Kst J^{1/2} RH^{2/3}$$

Kst : Coefficient de rugosité.

Kst : 30 en terre

Kst : 40 buses métalliques

Kst : 50 maçonneries

Kst : 80 bétons (buses préfabriqués).

J : Pente longitudinale de l'ouvrage (m/m).

RH : Rayon hydraulique = sélection mouillée

Périmètre mouillé

St : Section totale de l'ouvrage (m^2).

Su : Section utile de l'ouvrage $b \times Hu$ (m^2).

b : Largeur de l'ouvrage (m).

Hu : Hauteur utile (m).

Pour $Ht \leq 2,5$ m \rightarrow hauteur utile = 80 % hauteur totale.

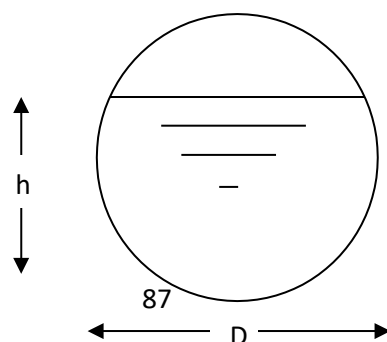
Pour $Ht > 2,5$ m \rightarrow hauteur utile = hauteur totale - 0,50m.

Le tirant d'air (différence entre la côte des plus hautes eaux et la côte de l'intraudox) doit être ménagé pour laisser le passage des corps flottant détritrus, branchages, etc.... qui peuvent au passage sous un ouvrage hydraulique (pont, dalot) s'accrocher et boucher peu à peu les sections d'écoulement.

6.2.4. Application :

a) Buses circulaires

Les buses sont des ouvrages de forme circulaire de diamètre D



A pleine section on a :

$$\text{Périmètre mouillé} : P_m = \pi D$$

$$\text{Section mouillée} : S_m = \pi D^2/4$$

$$\text{Rayon hydraulique} : R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{D}{4}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage : I

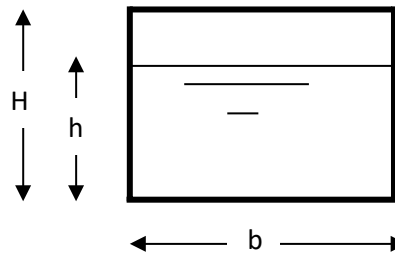
D'où :

$$Q_{ps} = 80 \cdot \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

Le débit rapporté par le bassin versant (Q calculé), doit être inférieur ou égal au débit de saturation des buses (Q_{PS} : débit pleine section) $Q \leq Q_{PS}$.

b) Dalot rectangulaire

Le dalot est un ouvrage de forme rectangulaire de largeur : b et de hauteur : H



A pleine section on a :

$$\text{Périmètre mouillé} : P_m = b + 2h$$

$$\text{Section mouillée} : S_m = bh$$

$$\text{Rayon hydraulique} : R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{bh}{b + 2h}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage : I

$$\text{D'où : } Q_{ps} = 80 \cdot \left(\frac{bh}{b + 2h} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot b \cdot h$$

Le débit rapporté par le bassin versant (Q calculé), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot (Q_{PS} : débit pleine section) $Q \leq Q_{PS}$.

Les calculs sont représentés dans le tableau 14 suivant :

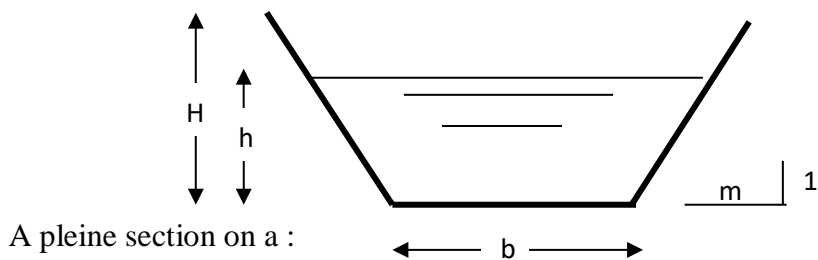
Tableau° IX.17 :

SB	Ouvrage	Qapp	Pente	Sm	Rh	Vps	Qps	Q/Qps	V/Vps	V	V1	V2
		m3/s	%	m2	M	m/s	m3/s			m/s	(Q/Qps=0.1)	(Q/Qps=0.01)
SB2 2	3×dalots 3.5×3.5	130,6	1	31,50	1,11	8,55	269,39	0,48	0,97	8,29	5,30	2,816
		1								9		

Les dimensions retenues permettront d'évacuer les débits calculés et vérifient les conditions d'auto curage

. c) Fossé trapézoïdale

Les fossés sont des ouvrages de forme trapézoïdale de largeur : b et de hauteur : H et de pente des berges : m



A pleine section on a :

$$\text{Périmètre mouillé} : P_m = b + 2h \sqrt{1 + m^2}$$

$$\text{Section mouillée} : S_m = (b + mh)h$$

$$\text{Rayon hydraulique} : R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage : I

$$D'où : Q_{ps} = 80 \cdot \left(\frac{(b + mh) \cdot h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot (b + mh) \cdot h$$

Le débit rapporté par le bassin versant (Q calculé), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du fossé (Q_{PS} : débit pleine section) $Q \leq Q_{PS}$.

Les calculs sont représentés dans le tableau III-5 suivant :

Tableau ° IX 18 :

Fossé	Q	Pente	b	H	m	Sm	Pm	Rh	Vps	Qps
	m ³ /s	%	m	m		m ²	M	M	m/s	m ³ /s
Fossé sur Remblais	1.05	1	0.5	0.5	1	0.5	1.91	0.26	3.27	1.635
Fossé sur Déblais	1.32	1	0.5	0.5	1	0.5	1.91	0.26	3.27	1.635

6. 3 .liste des ouvrages hydrauliques à projeter :

SB	Désignation	Type d'ouvrages	Dimensions
SB1	E1	Buse	3Buses Ø1000
SB2	E2	Buse	2Buses Ø1000
SB3	E3, E4, E5	Buse	3Buses Ø1000
SB4	E6	Buse	2Buses Ø1000
SB5	E7	Buse	5Buses Ø1000
SB6	E8	Buse	1Buse Ø1000
SB7	E9	Buse	4Buses Ø1000
SB8	E10	Buse	3Buses Ø1000
SB9	E11	Buse	2Buses Ø1000
SB10	E12	Buse	1Buse Ø1000
SB11	E13	Buse	2Buses Ø1000
SB12	E14	Buse	2Buses Ø1000
SB13	E15	Buse	1Buse Ø1000
SB14	E16	Buse	2Buses Ø1000
SB15	E17	Buse	1Buse Ø1000
SB16	E18	Buse	1Buse Ø1000
SB17	E19	Buse	3Buses Ø1000
SB18	E20	Buse	3Buses Ø1000
SB19	E21	Buse	3Buses Ø1000
SB20	E22	Buse	1Buse Ø1000

SB21	E23	Buse	2Buses Ø1000
SB22	E24	Dalot	3Dalots (3.5x3,5)
SB23	E27	Buse	1Buse Ø1000
SB24	E28	Buse	3Buses Ø1000

Chapitre IX

Cubature

X.1. Introduction :

Les travaux de génie civil exigent toujours de modifier le terrain naturel sur lequel les travaux seront installés.

Pour les trajets, cela est très clair dans les profils longs et sections transversales actuelles. Cette modification est apportée soit en ajoutant du sol aux terres naturelles, ce qui servira de support au pont. Soit en creusant au-dessus du niveau de dégagement de la ligne rouge.

Pour réaliser ces chemins reste la détermination de la taille de la Terre entre la planification du projet et la planification du terrain naturel. Ce compte est appelé (Cubes de terres).

X.2. Terrassement :

Les travaux au sol sont divers mouvements terrestres visant à explorer ou à modifier la composition de la Terre pour :

- Construction de structures.
- Conception des routes.
- Établissement de réseaux d'égouts et de pipelines (réparation de routes).

Cette modification des niveaux de sol est mise en œuvre au moyen de coupures et de remblais.

➤ **Le Déblai :**

Il s'agit d'extraire la terre avec des machines mécaniques selon la profondeur donnée par la topographie. Les matériaux gravés peuvent être utilisés comme remplissage, s'ils sont grands et répondent aux normes techniques.

➤ **Le Remblai :**

Mise à la terre des matériaux mobiles utilisés par pression pour améliorer le site ou pour remplir les excavations. Le pont consiste à restaurer le sol pour élever le niveau.

X.3. Le compactage :

Les matériaux utilisés soutiennent les charges routières, il est nécessaire d'améliorer la force de cisaillement :

- ✓ En serrant le grain solide les uns contre les autres.
- ✓ Réduire la taille des espaces en expulsant l'air, en appuyant.
- ✓ La réduction des blancs réduit les apports d'eau subséquents. Elle réduit également les causes de l'attrition.

- **Les paramètres du compactage :**

Trois facteurs influent sur la pression :

- **Les forces appliquées par le compresseur :**

Plus il y a de forces, plus vite le grain est réarrangé.

- **La capacité du sol à évacuer l'air :**

- Pour le sol granulaire, des blancs sont attachés, et il n'y a aucune difficulté dans l'air à évacuer.

- Pour la boue, les espaces sont microscopiques et l'air ne s'échappe pas facilement.

- **Quantité d'eau dans le sol :**

Elle réduit la résistance au cisaillement, c'est à dire qu'elle réduit la contrainte de cisaillement sur le plan de rupture.

1. Cubatures de terrassement :

Les cubes de déplacement représentent l'évolution des cubes clipper et Projet de remblayage pour obtenir une surface uniforme et parallèle Sous la ligne de projet à côté.

Les éléments qui permettent ce développement sont :

- Longs dossiers
- Profils croisés
- Espaces entre les caractéristiques

Les fichiers longs et croisés doivent contenir un certain nombre de des points assez proches pour rejoindre ces différents points le moins possible que la ligne terrestre qu'il représente.

2. Méthode de calcul :

Calculs effectués pour les tailles d'entreprises terrestres existantes

Dans notre projet sont appelés cubes. Bien que les cubes sont ennuyeux, il existe de nombreuses façons de simplifier leur calcul, entre autres:

Méthode linéaire.

Méthode SARRAUS.

Méthode Gulden.

• Méthode de GULDEN :

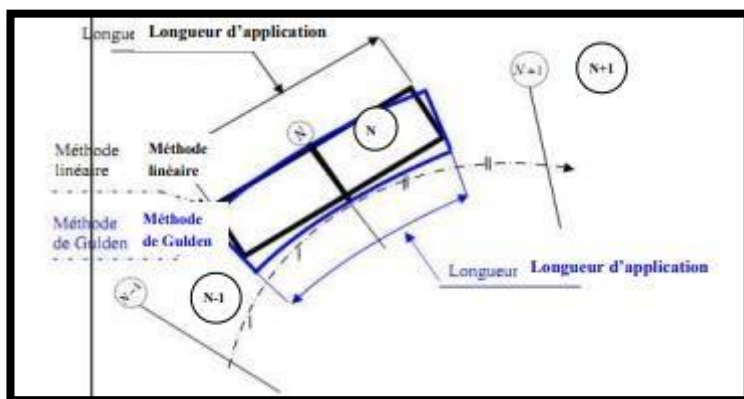
Dans cette méthode, les sections et l'affichage des profils sont calculés de manière traditionnelle, mais la distance centrale du baricenter est calculée pour les deux valeurs par rapport à l'axe.

Pour les tailles et surfaces, ces valeurs sont doublées dans le déplacement du centre du barycentre selon la courbure à droite de l'image en question.

Cette méthode permet de prendre en compte la situation quantitative en ce qui concerne la flexion immédiate.

Si la méthode Gulden est utilisée, la quantité "longueur d'application" n'a plus de sens, voir figure 1 :

Figure X. 1



Le tableau suivant nous donne les cubatures de la variante retenue:

Désignation	VARIANTE 01
Déblais (M ³)	900 774
Remblais (M ³)	46 935
Couche de roulement en BB (6cm) (M ³)	9 092
Couche de base en GB (20cm) (M ³)	18 705
Couche de fondation en GC (30cm) (M ³)	50 434
Accotement en Tuf (M ³)	25 032

Chapitre X
SIGNALISATION ET
ECLAIRAGE

XI.1. INTRODUCTION :

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre.

XI.2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour objet :

De rendre plus sûre la circulation routière.

De faciliter cette circulation.

D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.

De donner des informations relatives à l'usage de la route.

XI.3. CATEGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue :

La signalisation par panneaux.

La signalisation par feux.

La signalisation par marquage des chaussées.

La signalisation par balisage.

La signalisation par bornage.

XI.4. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).

Cohérence avec les règles de circulation.

Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

Eviter la publicité irrégulière.

Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

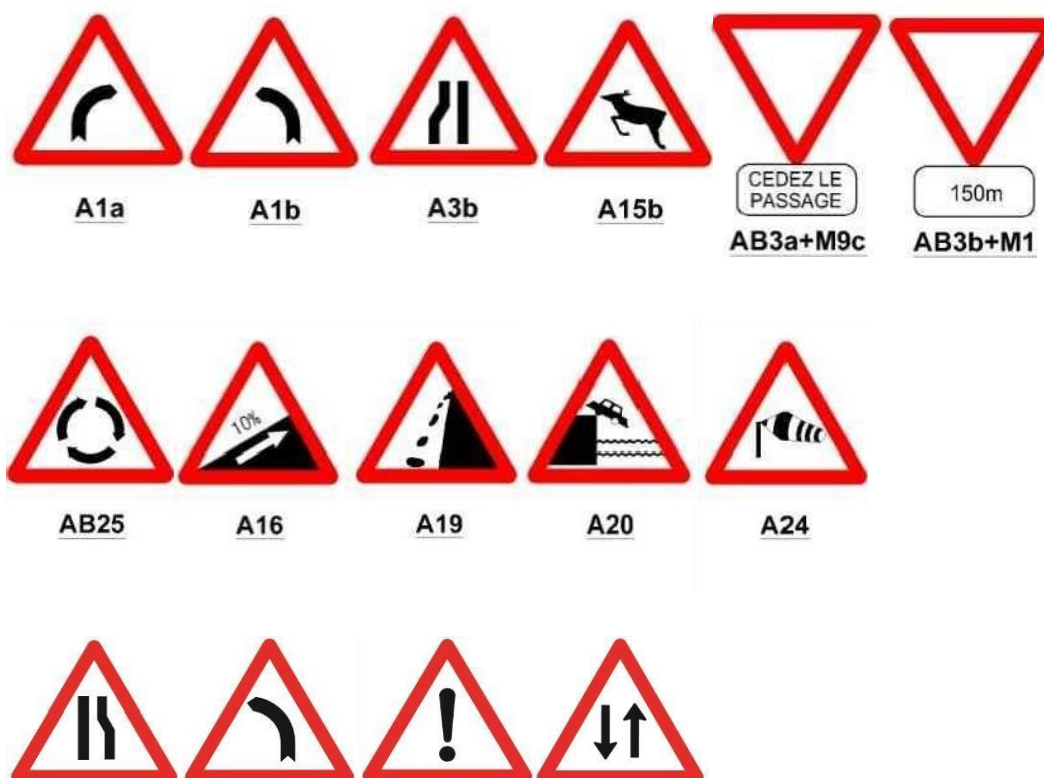
XI.5. TYPES DE SIGNALISATION :

5.1. Signalisation Verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) **Signaux de danger** : Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à **150 m** en avant de l'obstacle

Figure XI.1 : Exemple de signalisation de danger



b) **Signaux comportant une prescription absolue** :

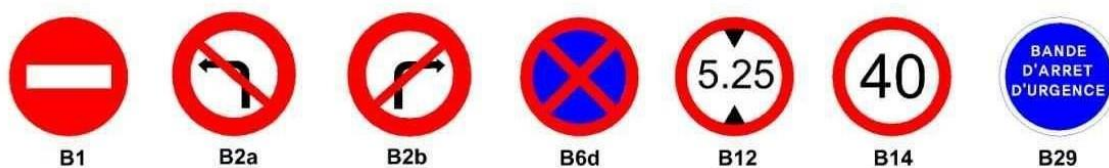
Panneaux de forme circulaire, on trouve :

L'interdiction.

L'obligation.

La fin de prescription.

Figure X.2 : Les panneaux B

c) **Signaux à simple indication :**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

Signaux d'indication.

Signaux de direction.

Signaux de localisation.

Signaux divers.

Figure XI .3 : Les panneaux C



d) Signaux de position des dangers : Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.


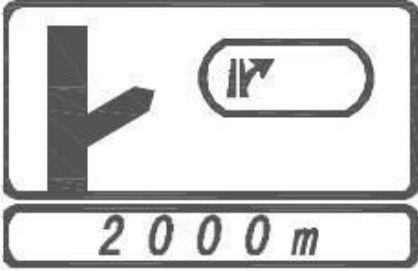
e) Panonceaux : Ce sont les panneaux additionnels de type M, de forme rectangulaire.

Ils sont généralement associés aux panneaux de danger, de prescription et d'indication.

Figure XI.4 : Panonceaux de type M



f) Signalisation des bretelles de sorties (diffuseurs) :

	A droite	A gauche
Avertissement D50		

g) Balise de signalisation : Une balise est un dispositif implanté pour guider les usagers, leur signaler un point particulier ou attirer leur attention, sur un itinéraire à l'aide des matériels rétro réfléchissants.

Les balises de signalisations sont installées aux rives de route et au côté du TPC afin de prévenir ou atténuer un danger en fonction des conditions de trafic, itinéraire et géométrie du tracé.

k) Balise de virage : Les balises de virage ont pour but d'offrir l'effet d'alerte de virage afin de signaler aux automobilistes la variation de la courbure dans les virages difficiles ou singuliers.

Figure XI.5 : Balise de virage

5.2. Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

a) Marquage longitudinal :

- **Lignes continue** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- **Lignes discontinue** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle. Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers de leurs intervalles. lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles. Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont le largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.
- **Modulation des lignes discontinues** : elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m.

Leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

b) Marquage transversal :

- **Lignes transversales continue** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinue** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections

c) Autre marquage :

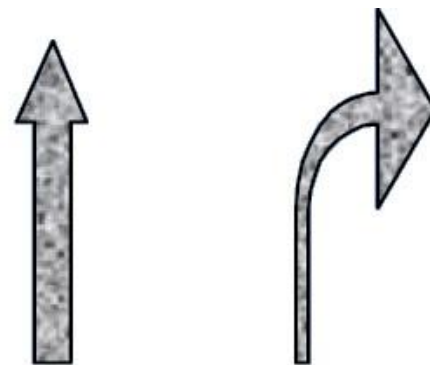
- **Flèche de rabattement** : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

- **Flèches de sélection** : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

Figure XI.6 : flèches de signalisation



Flèche de rabattement



Flèches de sélection

XI.6. APPLICATION AU PROJET :

6.1. Marquage longitudinal :

La route est marquée par des lignes discontinues.

6.2. Signalisation Verticale :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour les études sont les suivants :

Panneaux de signalisation d'obligation forme circulaire (type B)

Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).

Figure XI.7: Signalisation vertical

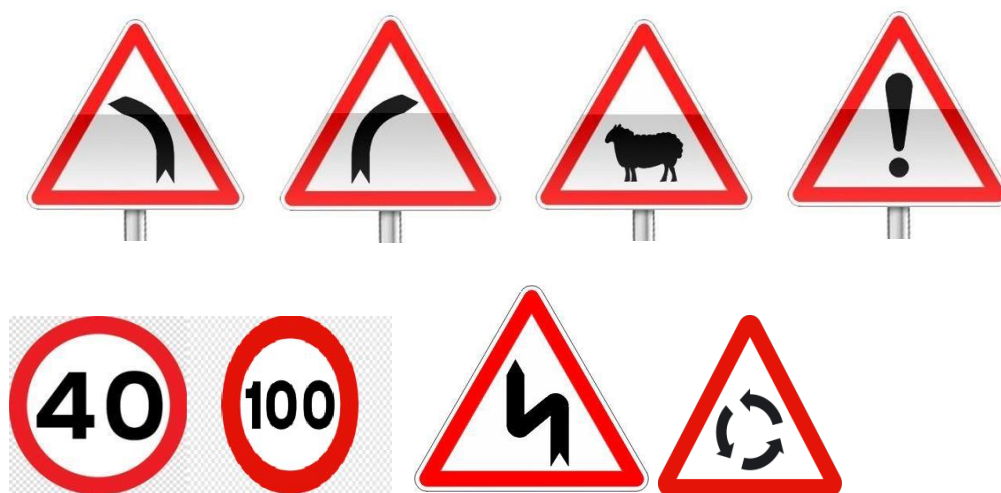


Figure XI.8: plan de signalisation 1/17

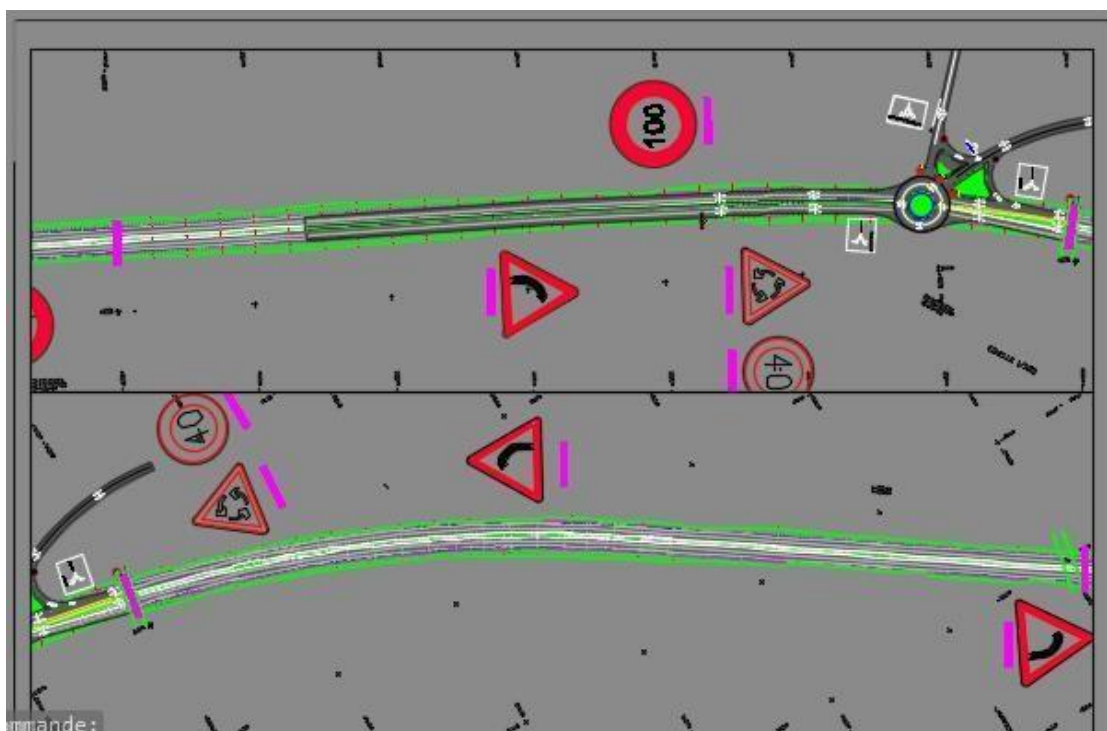


Figure XI.09: plan de signalisation 2/17

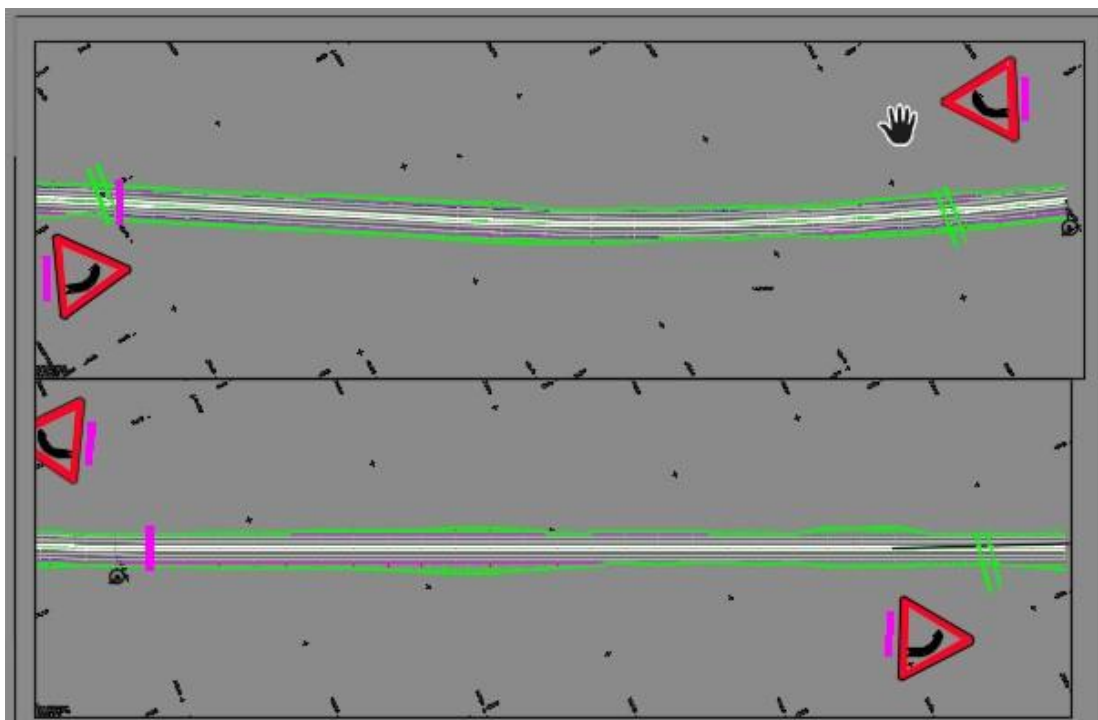


Figure XI.10: plan de signalisation 3/17

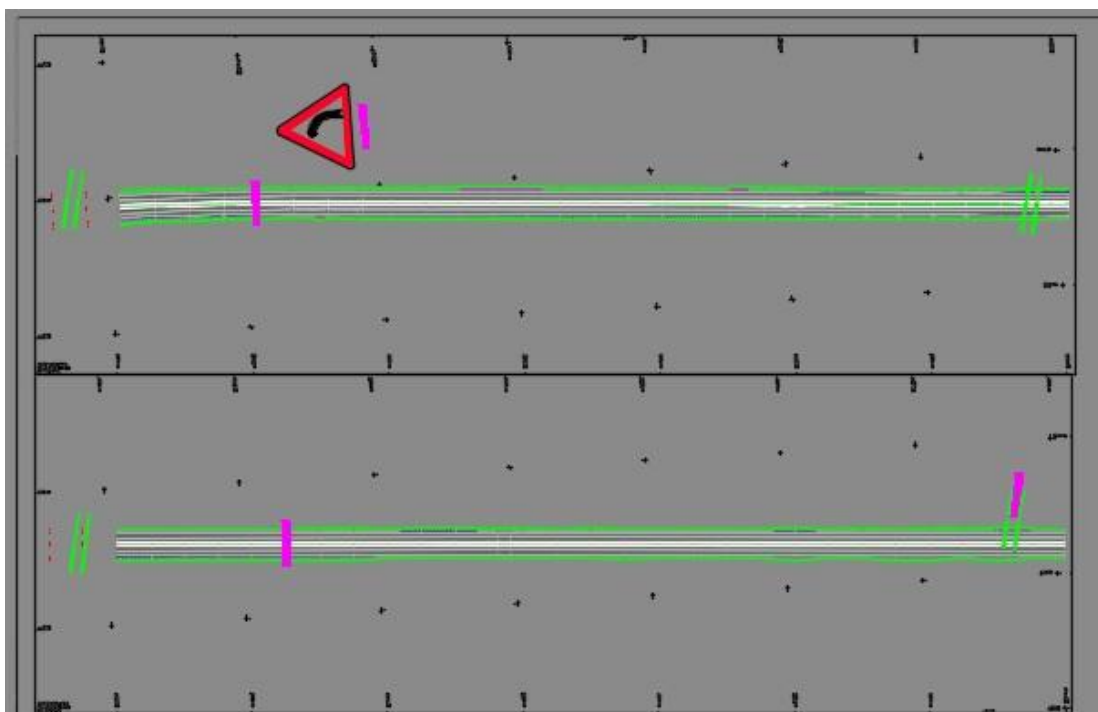


Figure XI.11: plan de signalisation 4/17

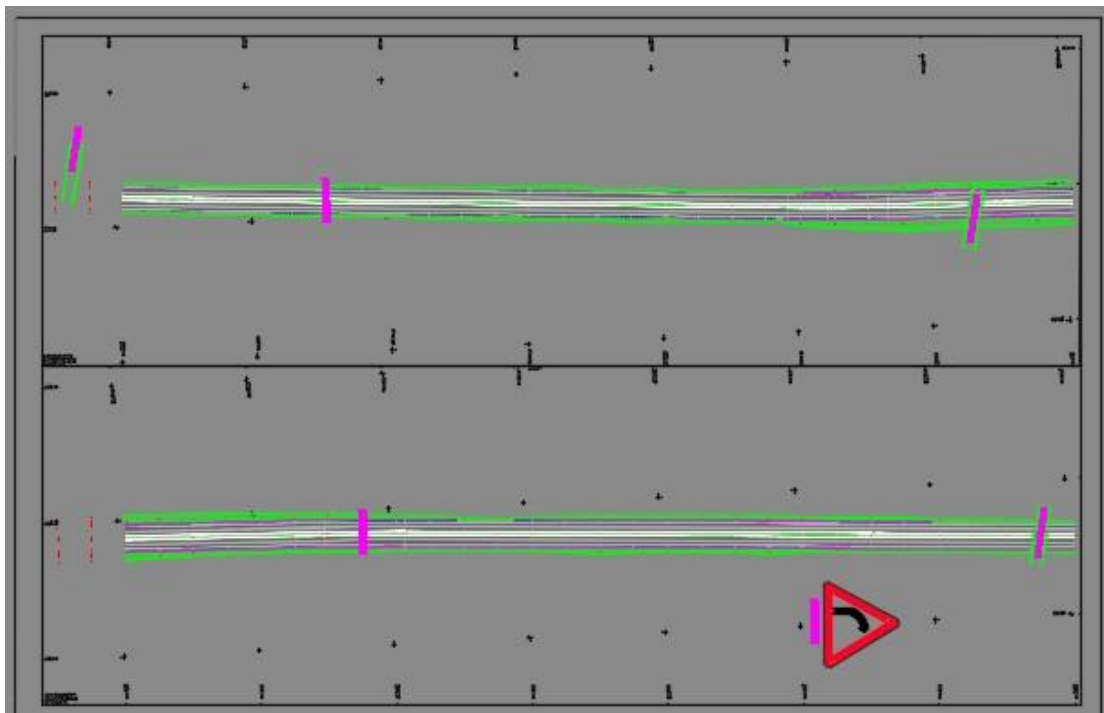
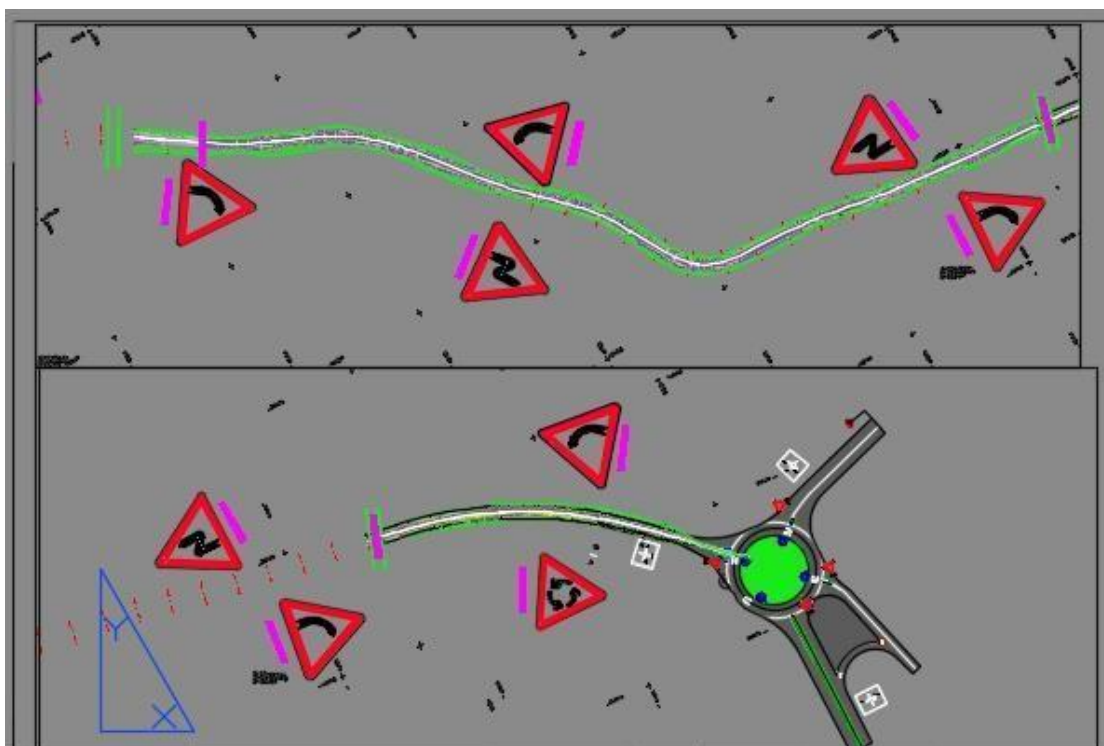


Figure XI.12: plan de signalisation 6/17



2.1- INTRODUCTION (ECLAIRAGE) :

Dans un trafic en augmentation constante, l'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

2.2-CATEGORIES D'ECLAIRAGE :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

Éclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.

Éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.

Éclairage des voies de cercle, catégorie C.

Éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé catégorie D.

2.3- PARAMAETRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :

L'espacement (**E**) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

La hauteur (**H**) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de **8 à 10m** et parfois **12m** pour les grandes largeurs de chaussées.

La largeur (**L**) de la chaussée.

La porte à faux (**P**) du foyer par rapport au support.

L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (**S**) par rapport au bord de la chaussée.

2.4- ECLAIRAGE DE LA VOIE :

Pour l'éclairage de la voie (le long de la route) des lampadaires sont implantés du part et d'autre de la voie espacés de **20 m** l'un par rapport à l'autre.

2.5- ECLAIRAGE DES CARREFOURS GIRATOIRE :

Puisque l'îlot central est important pour le giratoire en place :

3 luminaires (**A**), installés sur des mats droits d'une hauteur de **12 m**.

3 luminaires (**B**), installés sur des mats droits d'une hauteur de **10 m**.

Ensemble de **3** appareils d'éclairage (**C**), installés sur des mats droits d'une hauteur de **15 m**.

2.6- CONCLUSION :

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus facile sûre aux usagers.

L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le développement économique d'un pays est intimement lié avec le développement des travaux publics de ce pays. Ainsi donc, une infrastructure de qualité permet d'offrir le meilleur service pour les usagers des voies de communication comme les routes par exemple.

Ce mémoire se propose l'étude d'un avant-projet que nous avons mené avec les principales étapes concernant un tronçon routier de la route nationales RN32 et RN88 venant de Batna., de pouvoir rejoindre la RN80 menant vers El Oued–Biskra sans passer par le chef-lieu de la ville de Khenchela sur un linéaire de 20 km.

Le présent travail nous a permis d'exprimer et d'appliquer nos connaissances théoriques acquises durant notre formation notamment de vérifier ensemble des éléments satisfaisants pour que la liaison routière soit efficace et confortable tout en suivant la norme applicable.

Notre étude, nous a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer nos connaissances de notre formation, mais aussi de mieux appréhender notre avenir dans le monde professionnel.

Dans le but de mener à bien notre étude les données et les calculs représentatifs nous ont permis d'utiliser l'outil informatique en Autocad.

Bibliographie :

Règlement :

- ARP : Aménagement de routes principales.
- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.

Documents :

- Anciennes mémoires de fin d'étude
- SETRA : Guide technique. Conception et dimensionnement des structure de chausse
Paris : Bagneux 1977
- Les cours de route de 4eme année
- Aide de mémoire E NTP

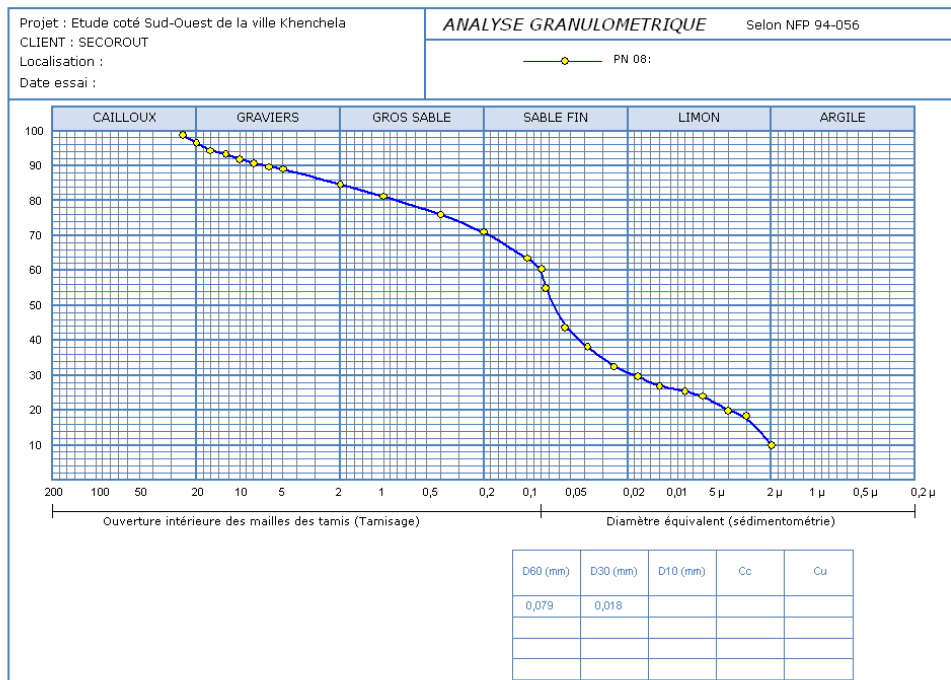
Autres :

- scribed
- Google Earth.
- Wikipidia

Outils informatiques :

- Auto CAD
- Microsoft Excel.
- Microsoft Word

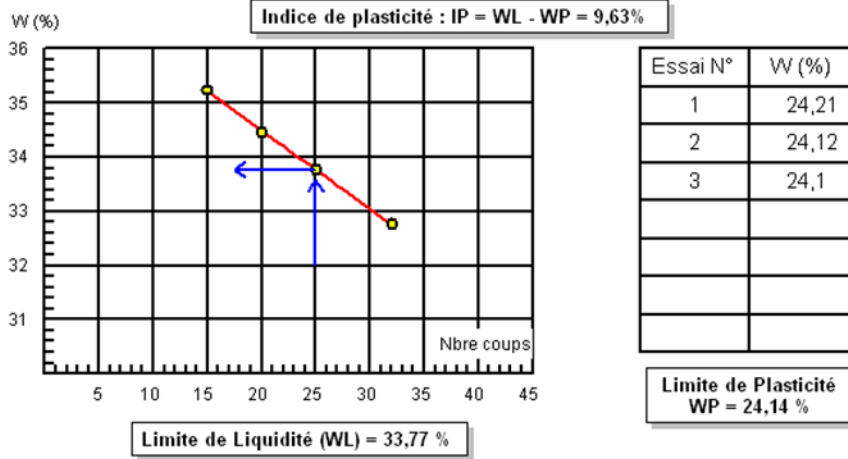
Annexes :



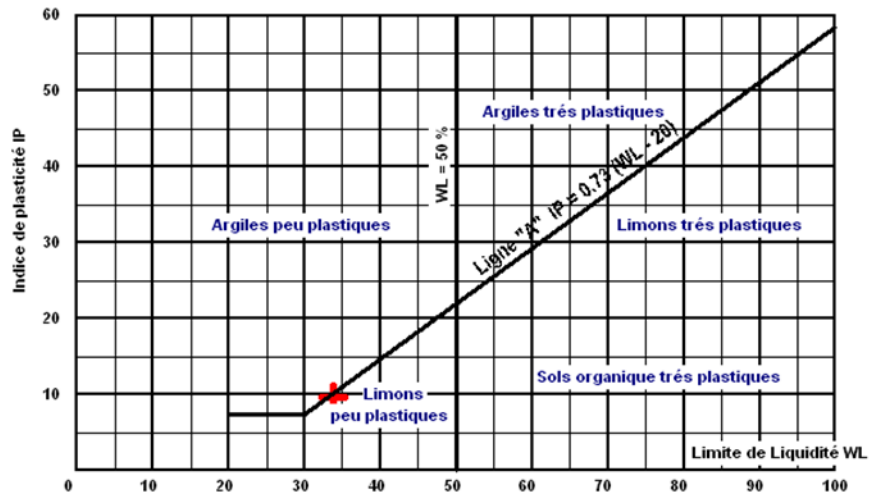
RAPPORT D'ESSAI

LIMITES D'ATTERBERG: NF P 94 - 51

Etude : Etude coté sud-ouest de la ville de Khenchla	Réf : PN 01
N° Dossier : 30G/2015	Profondeur : Coté station 04
Lieu :	Nature :
Client: SECOROUT	Date essais :



ABAQUE DE CASAGRANDE



RAPPORT D'ESSAI

ESSAI PROCTOR : NF P94-093 Octobre 1999

Etude : Etude cote Sud Ouest de la ville KHENCHELA N°Dossier : 30G/15 Lieu : Client : SECOROUT Date essai :	Réf. : PN 03 Profondeur : Nature : Argile sableuse schisteuse Type Essai : PROCTOR Modifié Type Moule : Moule CBR
---	---

$\gamma_d \text{ max} = 2,10 \text{ (t/m}^3\text{)}$
 $W_{opm} = 7,7 \text{ (\%)}$

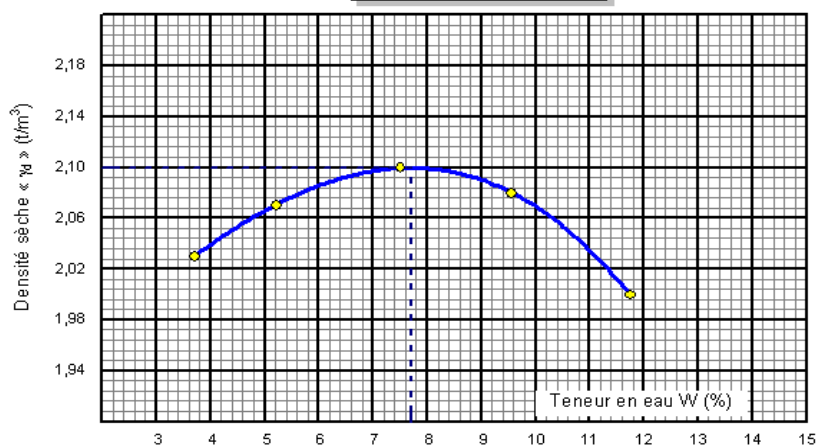


TABLEAU DES RESULTATS DES ESSAIS DE COMPACTAGE

W (%)	3,7	5,2	7,5	9,55	11,75			
Densité (T/m3)	2,03	2,07	2,1	2,08	2			

Programme : 50/essai 2007 ©

Sondage PR01							
X= 328040.01 Y=3924830.31	3.86	1.89	0.020	36.03	11.02	10.60	18.50

Sondage PR02 X= 328676.28 Y=3923181.31	10.80	1.89	0.021	43.93	22.40	13.10	11.76
Sondage PR03 X= 330250.91 Y=3922588.34	3.64	2.10	1.991	12.00	9.45	7.70	22.56
Sondage PR04 X= 328421.88 Y= 3920047.74	7.27	1.80	0.005	60.01	16.51	13.40	4.22
Sondage PR05 X= 329291.31 Y=3918358.53	9.94	1.88	0.032	39.81	15.98	9.50	6.95
Sondage PR06 X= 329421.45 Y=3916700.57	18.66	8.30	0.004	53.45	24.75	1.89	9.62
Sondage PR07 X= 331834.86 Y=3916144.26	16.76	14.50	0.002	96.50	18.51	1.81	5.13
Sondage PR08 X= 334292.98 Y=3914776.96	14.49	14.30	0.018	60.58	12.36	1.76	5.13



Résumé :

Ce projet présente une étude détaillée de L'évitement Côté sud-ouest de la RN88-RN80 et la RN32 de la ville de kenchela Cette étude se compose de trois parties : Premièrement : englobe la description générale du projet . Deuxièmement : a été consacré aux choix du lieu de la route proposée . La dernière partie : comprend le dessin du tracé en plan, profil en long et les profils en travers ensuite calcul des cubatures, le dimensionnement des fossés , l'assainissement . En respectant les norms du travail.

Mots clés : projet, évitement , RN, dimensionnements , cubatures , profil en long , profil en travers , assainissement,

Summary: This project presents a detailed study of Avoidance Southwest side of RN88-RN80 and RN32 of the Khenchela City This study consists of three parts: First: includes the general description of the project. Second: was devoted to the choice of the place of the proposed road. The last part: includes the drawing of the plot in plan, profile in length and profiles across then calculation of cubatures, the sizing of ditches, and the remediation. In accordance with work standards.

Keywords: project, avoidance, RN, dimensioning, cubature, long profile, cross profile, remediation.

ملخص:

يقدم هذا المشروع دراسة مفصلة لتجاوز الجانب الجنوبي الغربي RN88-RN80 ومدينة خنشلة RN32 تتكون هذه الدراسة من ثلاثة أجزاء: أولاً: يتضمن الوصف العام للمشروع. ثانياً: خصص لاختيار مكان الطريق المقترح. الجزء الأخير: يتضمن رسم الحبكة في الخطة، والملف الشخصي في الطول والملفات الشخصية عبر حساب المكعبات، وحجم الخنادق وفقاً لمعايير العمل.

الكلمات المفتاحية :

مشروع، تجنب، أبعاد، مكعبات، ملف تعريف طويل، ملف تعريف متقاطع