



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Republique Algerienne Democratique Et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة العربي التبسي - تبسة

Université Larbi Tébessi- Tébessa -

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique
En Travaux Publics

Spécialité Voie et Ouvrage d'art

Par : Mecheri Djamel
Ghozouane Abdelkarim

Sujet

**Etude de dédoublement de la RN10 entre l'ancien carrefour
RN10/RN16 et la ville de Békkaria sur 5 km**

Présenté et soutenu publiquement, devant le jury composé de :

M/Mme/Melle Rouili Ahmed

Professeur

Président

Ninouh Tarek

Professeur

Directeur de mémoire

M/Mme/Melle Messaoud Farid

MAA

Examineur 1

Promotion : 2020/2021

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout **ALLAH** le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons à remercier Mr Rouili Ahmed et Mr Messaoud Farid pour avoir accepté de juger ce travail.

Le travail qui a été réalisé, en tenant compte plusieurs personnes pour l'assistance de chacun à sa manière. Nous présentons nos vifs remerciements :

- à notre encadreur **Mr NINOUH Tarek** pour sa disponibilité, ses précieux conseils et de son suivi tout au long de notre présent travail.

- à Mr **AZIZI Mousa, Hammana Abdelhalim**, les cadres de la direction des travaux publics de la wilaya de Tébessa, pour ses précieux conseils et pour ses orientations, qu'ils trouvent ici l'expression de toute notre connaissance, sans oublier les responsables de la bibliothèque de l'université de Tébessa qui ont facilité notre recherche bibliographique.

En fin, Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MR .MECHRI Djamel

MR .ABDELKARIM Ghozouane

Promotion 2021

A decorative oval frame with a light blue border. The frame is adorned with four ornate floral motifs, one in each corner. Each motif features a green vine with yellow and red flowers, set against a light blue background with white scrollwork.

Sommaire

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....01

| | | |
|----------------------|---|--------------|
| CHAPITRE I. | PRESENTATION GENERALE DE PROJET | 02-04 |
| I.1. | Contexte générale et situation géographique | 02 |
| I.2. | Délimitation de la zone d'étude..... | 04 |
| CHAPITRE II. | ETUDE DE TRAFIC | 05-11 |
| II.1 | Introduction..... | 05 |
| II.2 | Analyse du trafic..... | 05 |
| II.3 | Différents type de trafics..... | 05 |
| II.4 | Modèles de présentation de trafic..... | 06 |
| II.5 | Calcul de la capacité..... | 08 |
| II.6 | Application au projet..... | 10 |
| CHAPITRE III. | TRACE EN PLAN | 12-27 |
| III.1 | Introduction..... | 12 |
| III.2 | Règles à respecter dans le tracé en plan..... | 12 |
| III.3 | Les éléments du tracé en plan..... | 13 |
| III.4 | Combinaison des éléments de tracé en plan..... | 19 |
| III.5 | Paramètres fondamentaux..... | 20 |
| III.6 | La vitesse de référence (de base)..... | 20 |
| III.7 | Choix des éléments géométriques..... | 21 |
| III.8 | Exemple de calcul d'axe..... | 23 |
| CHAPITRE IV. | PROFIL EN LONG | 28-38 |
| IV.1 | Introduction..... | 28 |
| IV.2 | Règles à respecter dans le tracé du profil en long..... | 28 |
| IV.3 | Coordination du tracé en plan et profil en long..... | 29 |
| IV.4 | Déclivités..... | 29 |
| IV.5 | Voie supplémentaire pour véhicule lent..... | 30 |
| IV.6 | Raccordements en profil en long..... | 31 |
| IV.7 | Détermination pratiques du profil en long..... | 33 |
| IV.8 | Exemple de calcul de profil en long..... | 35 |
| CHAPITRE V. | PROFIL EN TRAVERS | 39-41 |
| V.1 | introduction..... | 39 |
| V.2 | Les éléments constitutifs du profil en travers..... | 39 |
| V.2 | Classification de profil en travers..... | 40 |
| V.3 | Application au projet..... | 41 |
| CHAPITRE VI. | CUBATURE | 42-50 |
| VI.1 | Introduction..... | 42 |
| VI.2 | Cubature des terres..... | 42 |
| VI.3 | Mouvement des terres..... | 49 |
| VI.4 | le foisonnement d'un sol..... | 50 |
| CHAPITRE VII. | ETUDE GEOTECHNIQUE | 51-61 |
| VII.1 | Introduction..... | 51 |
| VII.2 | caractéristiques générales du trace..... | 52 |
| VII.3 | reconnaissance géotechniques in situ | 56 |
| VII.4 | les essais en laboratoire | 57 |
| VII.5 | Dimensionnement de chaussée neuve | 59 |
| VII.6 | Conclusion..... | 61 |

| | |
|--|----------------|
| CHAPITRE VIII. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES | 62-78 |
| VIII.1 Introduction..... | 62 |
| VIII.2 La chaussée..... | 62 |
| VIII.3 Paramètres pris en compte pour le dimensionnement de la chaussée..... | 65 |
| VIII.4 Les principales méthodes de dimensionnement..... | 66 |
| VIII.4 Application au projet..... | 70 |
| VIII.5 Conclusion générale..... | 78 |
| CHAPITRE IX. HYDRAULIQUE ET ASSAINISSEMENT | 79-83 |
| IX.1 Introduction..... | 79 |
| IX.2 Les dégradations provoquées..... | 79 |
| IX.3 Objectif de l'assainissement..... | 80 |
| IX.4 Assainissement de la chaussée..... | 80 |
| IX.5 Dimensionnement de réseau d'assainissement a projeté..... | 82 |
| IX.6 Application au projet..... | 83 |
| CHAPITRE X. Choix de carrefour | 84-88 |
| X.1 Introduction..... | 84 |
| X.2 Données à prendre pour l'aménagement d'un carrefour..... | 84 |
| X.3 choix de l'aménagement..... | 84 |
| X.4 les types de carrefours..... | 85 |
| X.5 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour..... | 85 |
| X.6 Choix de type de carrefour..... | 87 |
| CHAPITRE XI. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE | 89-96 |
| XI.1 Signalisation..... | 89 |
| XI.1.a Introduction..... | 89 |
| XI.1.b l'objet de la signalisation routière..... | 89 |
| XI.1.c catégories de signalisation..... | 89 |
| XI.1.d règles à respecter pour la signalisation..... | 89 |
| XI.1.e Les types de signalisation..... | 90 |
| XI.1.f Application au projet..... | 92 |
| XI.2 Eclairage..... | 95 |
| XI.2.a Introduction..... | 95 |
| XI.2.b Catégories d'éclairage..... | 95 |
| XI.2.c Paramètres de l'implantation des luminaires..... | 95 |
| XI.2.d Application au projet..... | 96 |
| CHAPITRE XII. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT | 97-100 |
| X II.1. Introduction..... | 97 |
| X II.2. Objectifs et utilités d'une étude d'impact sur l'environnement..... | 97 |
| X II.3. Description du projet..... | 97 |
| X II.4. Analyse de l'état initial..... | 98 |
| X II.5. Les mesures prises pour minimiser les impacts..... | 99 |
| X II.6. Conclusion..... | 100 |
| DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF | 101-102 |
| CONCLUSION GENERALE | |
| ANNEXES | |
| BIBLIOGRAPHIE | |

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and a small blue bird-like figure.

Liste des
Tableaux

LISTE DES TABLEAUX

| CHAPITRE | N°= Tableau | NOM DE LA TABLE | PAGE |
|----------------------|--------------------|---|-------------|
| Chapitre I | Tab -1- | Communes directement influencées par le projet | 4 |
| Chapitre II | Tab -1- | Coefficient d'équivalence « P » | 9 |
| | Tab -2- | Coefficient « K₁ » | 9 |
| | Tab -3- | Coefficient « K₂ » | 9 |
| | Tab -4- | Capacité théorique « C_{th} » | 9 |
| Chapitre III | Tab -1- | Paramètres du tracé en plan. | 20 |
| | Tab -2- | Données de l'axe de la route en plan | 21 |
| Chapitre IV | Tab -1- | Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base. | 30 |
| Chapitre VI | Tab -1- | Volumes terrassement | 45 |
| Chapitre VII | Tab -1- | Analyse et interprétation des essais physiques | 58 |
| | Tab -2- | Résultats de l'essai (CBR) | 59 |
| | Tab -3- | Classification de sol | 60 |
| Chapitre VIII | Tab -1- | Coefficient d'équivalence. | 68 |
| | Tab -2- | récapitulatif des épaisseurs de corps de chaussée selon les différentes méthodes | 78 |
| Chapitre IX | Tab -1- | application au projet | 83 |
| Chapitre XI | Tab -1- | caractéristiques données | 91 |



**Liste des
Figures**

LISTE DES FIGURES

| CHAPITRE | N° de figure | désignation de la figure | Page | |
|---------------------|---------------------|--|---------------|-----------|
| Chapitre I | Figure.1 | Tracé de projet. | 2 | |
| | Figure.2 | Situation géographique de la wilaya de Tébessa | 3 | |
| | Figure.3 | Région et zone d'étude | 4 | |
| Chapitre III | Figure.1 | Eléments de trace en plan | 13 | |
| | Figure.2 | Les éléments de la clothoïde. | 17 | |
| | Figure.3 | Condition de gauchissement | 18 | |
| | Figure.4 | Tracé étudié du PK0+000 au Pk0+325 | annexe | |
| | Figure.5 | Tracé étudié du PK0+325 au Pk0+625 | | |
| | Figure.6 | Tracé étudié du PK0+625 au Pk0+950 | | |
| | Figure.7 | Tracé étudié du PK0+950 au Pk1+250 | | |
| | Figure.8 | Tracé étudié du PK1+250 au Pk1+550 | | |
| | Figure.9 | Tracé étudié du PK1+550 au Pk1+850 | | |
| | Figure.10 | Tracé étudié du PK1+850 au Pk2+125 | | |
| | Figure.11 | Tracé étudié du PK2+125 au Pk2+425 | | |
| | Figure.12 | Tracé étudié du PK2+425 au Pk2+725 | | |
| | Figure.13 | Tracé étudié du PK2+725 au Pk3+050 | | |
| | Figure.14 | Tracé étudié du PK3+050 au Pk3+355 | | |
| | Figure.15 | Tracé étudié du PK3+355 au Pk3+675 | | |
| | Figure.16 | Tracé étudié du PK3+675 au Pk3+900 | | |
| | Figure.17 | Tracé étudié du PK3+900 au Pk4+200 | | |
| | Figure.18 | Tracé étudié du PK4+200 au Pk4+500 | | |
| | Figure.19 | Tracé étudié du PK4+500 au Pk4+800 | | |
| | Figure.20 | Tracé étudié du PK4+800 au Pk5+000 | | |
| Chapitre IV | Figure.1 | visibilité en raccordement convexes | | 32 |
| | Figure.2 | visibilité en raccordement concaves | | 33 |
| | Figure.3 | raccordement de 2 alignements par une parabole. | | 34 |
| Chapitre V | Figure.1 | les éléments de profil en travers | 39 | |

| | | | |
|----------------------|-----------------|---|-----------|
| | Figure.2 | Profil en travers de notre projet | 41 |
| Chapitre VI | Figure.1 | Plan en travers section déblai et remblai | 42 |
| | Figure.2 | Profil adopté pour plan en travers | 43 |
| | Figure.3 | Profil adopté pour tracé en long | 44 |
| Chapitre VII | Figure.1 | Image Aérienne du tracé de projet | 51 |
| | Figure.2 | Localisation du tracé sur la carte de réseau routier de la wilaya de Tébessa | 52 |
| | Figure.3 | Diagramme de précipitation de la wilaya de Tébessa | 53 |
| | Figure.4 | Température et d'humidité mensuelles de la wilaya de Tébessa | 53 |
| | Figure.5 | Carte simplifiée de la température -Nord d'Algérie- | 54 |
| | Figure.6 | Extrait de la carte géologique de Tébessa (Echelle1/50.000) | 54 |
| | Figure.7 | Limon sableux | 57 |
| Chapitre VIII | Figure.1 | Schéma Récapitulatif | 63 |
| | Figure.2 | structure type d'une chaussée souple | 63 |
| | Figure.3 | schémas de fonctionnement d'une structure de chaussée | 55 |
| | Figure.4 | La démarche du catalogue | 69 |
| Chapitre IX | Figure.1 | les dégradations provoquées par les eaux | 79 |
| | Figure.2 | les dégradations provoquées les talus | 80 |
| | Figure.3 | présenté les éléments du assainissement de chaussée | 81 |
| Chapitre X | Figure.1 | Carrefour RN10/RN16 | 87 |
| | Figure.2 | Carrefour RN10/Békkaria | 88 |
| Chapitre XI | Figure.1 | représente un marquage longitudinal des lignes discontinues | 91 |
| | Figure.2 | signalisation des carrefours | 94 |
| | Figure.3 | représente Paramètres de l'implantation des luminaires. | 95 |



Introduction
Générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le réseau routier constitue un élément primordial dans le développement du pays car il représente une base sur laquelle se fonde plusieurs secteurs tels que le transport (biens et personnes) et l'économie sociale.

Pour atteindre cet objectif notre étude s'inscrit parfaitement dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.

Ce présent projet de fin d'études consiste en **l'étude de dédoublement de la route nationale RN 10 entre l'ancien carrefour RN10/RN16 et la ville de Bekkaria sur 5 Km.**

L'objectif visé dans ce projet est de faire cette étude tout en respectant les normes routières en général.



Chapitre I.:

Présentation de Projet

Chapitre I

PRÉSENTATION DE PROJET

I.1- Contexte générale et situation géographique

La wilaya de Tébessa est située au Nord-est de l'Algérie et s'étend sur une superficie de 14252 km² localisée sur l'espace de transition entre le Tell et le Sahara Sud-Est (ligne de démarcation : ligne de crête des monts de Nememcha), c'est aussi un territoire frontalier avec la Tunisie, en effet dix (10) communes s'allongent du Nord au Sud sur une longueur de près de 280 km. La wilaya de Tébessa, est traversée par la route nationale Numéro10 qui traverse toute la wilaya d'Ouest en Est, Figure.01.



Figure.1.Tracé de projet.

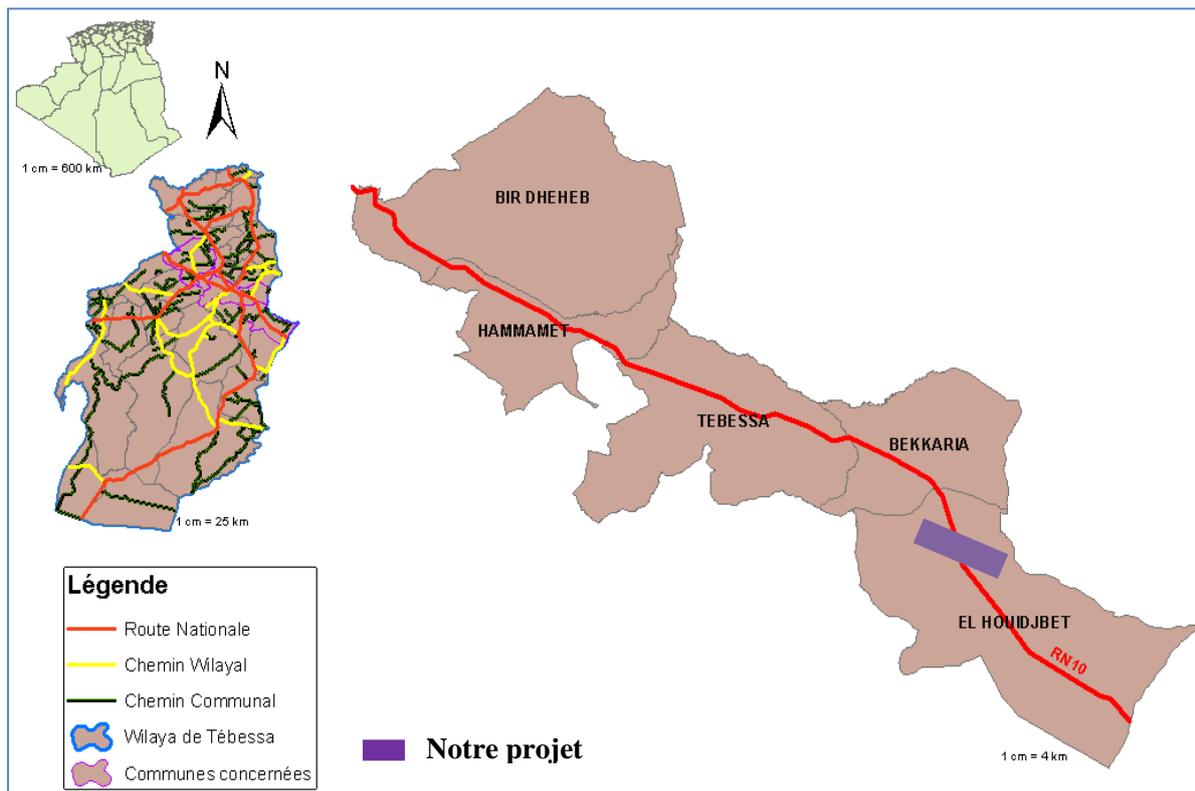


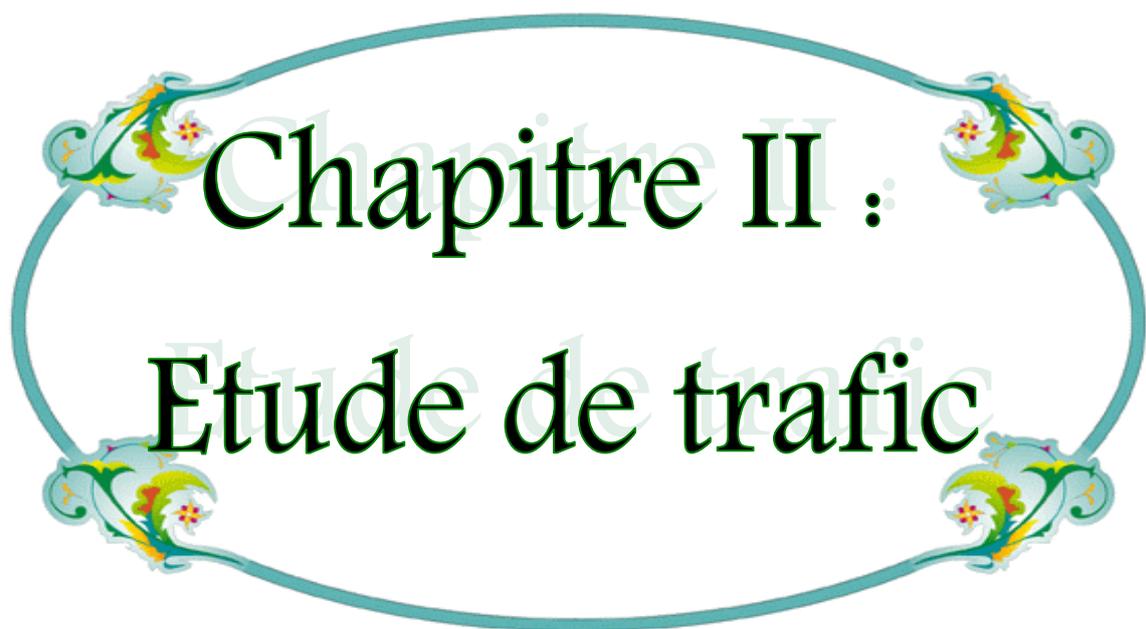
Figure.3.Région et zone d'étude

I.2- Délimitation de la zone d'étude

La zone du projet, ou zone d'influence directe, est assimilée à 5 communes de la Wilaya de Tébessa depuis les limites avec la Wilaya d'Oum El Bouaghi jusqu'aux frontières Tunisiennes.

Tab -1- Communes directement influencées par le projet

| Daira | Commune |
|--------------|-----------|
| Tébessa | Tébessa |
| El-Kouif | Bekkaria |
| Morsott | Bir-D'heb |
| El-Malabiod | Houidjbat |
| Bir-Mokkadem | Hammamet |

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and white scrollwork.

Chapitre II :
Etude de trafic

Chapitre II

ETUDE DE TRAFIC

II.1.INTRODUCTION

L'étude de trafic routier est une étape primordiale dans toute réflexion relative à l'aménagement d'un projet routier. Cette étude permet de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routier, il ne suffit pas de connaître la circulation en un point donné sur une route existante. Il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

II.2.ANALYSE DU 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 statique générale ;
- ✓ Le comptage sur route (manuel et automatique) ;
- ✓ Une enquête de circulation.

II.3.DIFFÉRENTS TYPE DE TRAFIC

On distingue quatre types de trafic:

II.3.1. Trafic normal

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

II.3.2. Trafic induit

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

II.3.3. Trafic dévié

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

II.3.4. Trafic total

C'est la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II.4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC..... [01]

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaines.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont:

- ✓ Prolongation de l'évolution passée ;
- ✓ Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques ;
- ✓ Modèle gravitaire ;
- ✓ Modèle de facteur de croissance.

II.4.1. Prolongation de l'évolution passée

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera:

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

Tel que :

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

II.4.2. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- ✓ Produit national brut (PNB).
- ✓ Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

II.4.3. Modèle gravitaire

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prêle mal à la projection.

II.4.4. Modèle de facteurs de croissance

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de **FRATAR** qui prend en considération les facteurs suivants:

- ✓ Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation ;
- ✓ Le nombre d'emploi ;
- ✓ La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

❖ Remarque

Pour notre cas, nous utilisons la méthode « **prolongation de l'évolution passée** » vu à sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

II.5.CALCUL DE LA CAPACITE.....[02]

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

II.5.1. Trafic à un horizon donné

Du fait de la croissance annuelle du trafic :

$$TJMA_n = TJMA_0 (1 + \tau)^n$$

Tel que:

- ✓ **TJMA_n** : trafic journalier moyen à l'année n.
- ✓ **TJMA₀** : trafic journalier moyen à l'année 0.
- ✓ **τ** : taux d'accroissement annuel.
- ✓ **n** : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

II.5.2. Trafic effectif

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

$$T_{\text{eff}} = \frac{[(1-Z) + PZ]}{TJMA_n}$$

Tel que :

- Z** : le pourcentage de poids lourds.
- P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Le tableau 5 nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Tab-01- Coefficient d'équivalence « P »

| Environnement | E1 | E2 | E3 |
|--|-----|------|-------|
| Route à bonne caractéristique | 2-3 | 4-6 | 8-12 |
| Route étroite, ou à visibilité réduite | 3-6 | 6-12 | 16-24 |

II.5.3. Evaluation de la demande

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \quad (\text{UVP/h})$$

II.5.4. Evaluation de l'offre

C'est le débit admissible que peut supporter une route

$$Q_{\text{adm}} = K_1 K_2 C_{\text{th}}$$

Tel que :

C_{th} : la capacité théorique.

K_1 : coefficient qui dépend de l'environnement.

K_2 : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

Tab-02 - Coefficient « K₁ »

| Environnement | E1 | E2 | E3 |
|---------------|------|------|------------|
| K1 | 0.75 | 0.85 | 0.9 à 0.95 |

Tab-03- Coefficient « K₂ »

| Environnement | Catégorie de la route | | | | |
|---------------|-----------------------|------|------|------|------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| 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 |

Tab-04- Capacité théorique « C_{th} »

| | Capacité théorique |
|----------------------------|---------------------|
| Route à 2 voies de 3.5 m | 1500 à 2000 uvp/h |
| Route à 3 voies de 3.5 m | 2400 à 3200 uvp/h |
| Route à chaussées séparées | 1500 800 uvp/h/sens |

II.5.5. Calcul du nombre de voies

✓ Chaussée bidirectionnelle

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

✓ Chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N »

avec :

$$N = \frac{s \cdot Q}{Q_{adm}}$$

Tel que :

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à $2/3$.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

II.6. APPLICATION AU PROJET

II.6.1. Données sur le trafic.....[03]

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la **DTP de la wilaya de Tébessa**, nous avons :

- ✓ La voie express : $TJMA_{2018}=4300$ v/j.
- ✓ Année de mise en service : 2023.
- ✓ Le pourcentage des poids lourds : $Z=43\%$.
- ✓ Taux de croissance annuelle de trafic : $\tau=5\%$.pour la voie express
- ✓ La durée de vie:20ans.

II.6.2. Dimensionnement de la voie express

On a :

- ✓ $P=3$ (Route à bonne caractéristique, environnement E_1)
- ✓ $K_1=0.75$ (environnement E_1) ; $K_2=1$ (environnement E_1 , catégorie C_1)

➤ Trafic à l'année horizon

$$TJMA_{2038} = (1+\tau)^n TJMA_{2018}$$

$$TJMA_{2038} = (1+0.05)^{20} \cdot 4300$$

$$TJMA_{2038} = 11409 \text{ v/j}$$

➤ **Trafic effectif**

$$T_{\text{eff}(2038)} = [(1-Z) + PZ] TJMA_{2038}$$

$$T_{\text{eff}(2038)} = [(1-0.43) + 3 \times 0.43] 11409$$

$$T_{\text{eff}(2038)} = 21221 \text{ uvp/j}$$

➤ **Capacité prévisible**

$$Q_{2038} = 0.12 \cdot T_{\text{eff}(2038)}$$

$$Q_{2038} = 0.12 \cdot 21221$$

$$Q_{2038} = 2547 \text{ uvp/h}$$

➤ **Capacité théorique**

$$Q_{2038} < Q_{\text{adm}} \Leftrightarrow Q_{2038} < K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

$$C_{\text{th}} > \frac{Q_{2038}}{K_1 \times K_2}$$

$$C_{\text{th}} > 3396 \text{ uvp/h}$$

➤ **Capacité admissible**

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 1500 = 1125 \text{ uvp/h}$$

➤ **Nombre de voie**

$$N = S \cdot Q / Q_{\text{adm}} = 2/3 (2547 / 1125)$$

$$N = 1.5 \text{ voies}$$

Donc la route sera projetée en **2×2 voies**.

Si se référant à l'enjeu économique et au développement des wilayas environnantes ; il est mieux indiquer de choisir **un dédoublement de 2 X 2voies** avec un séparateur.

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and a small butterfly.

Chapitre III :
Trace En Plan

Chapitre III

TRACÉ EN PLAN

III.1. INTRODUCTION

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 est soit une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau. Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan font 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.

III.2. RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN

Le tracé en plan doit assurer aux usagers de la voie express un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site.

Les normes de conception géométriques de tracé et de directives opérationnelles ont été développées à partir des normes et directives Routières et Autoroutières en usage en Algérie plus particulièrement les normes techniques d'aménagement des routes « B40 »...[02]

Dans ce qui suit, on présente certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes :

- ✓ Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à R_{Hnd} (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs ;
- ✓ L'adoption de rayon minimal absolu est à éviter dans la mesure du possible. En règle générale, on adopte, si cela n'augmente pas le coût de façon trop sensible des valeurs de rayons supérieur ou égal au rayon minimum normal ;
- ✓ L'adapter de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants ;
- ✓ Raccorde le nouveau tracé au réseau routier existant ;
- ✓ Eviter au maximum les propriétés privées ;

- ✓ Eviter le franchissement des oueds en minimise au maximum le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques ;
- ✓ 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 ;
- ✓ Respecter les normes de techniques de construction de routes sahariennes.

III.3. LES ÉLÉMENTS DE TRACE EN PLAN.....[02]

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession d'alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme schématisé ci-dessous, Figure.4:

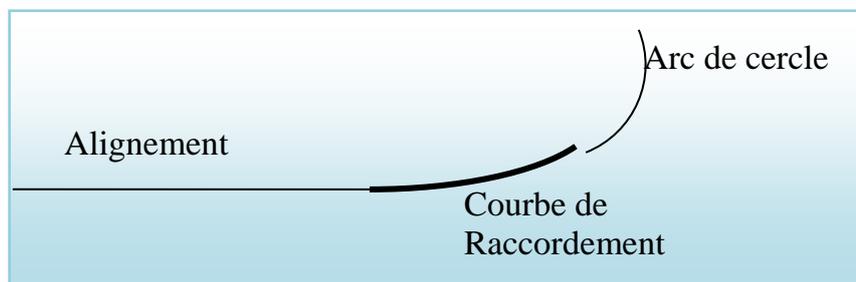


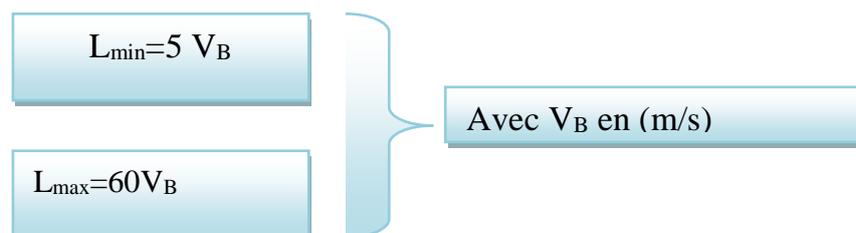
Figure.01.Eléments de trace en plan

III.3.1.Les alignements

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 avec une vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

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



III.3.2.Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- ✓ La stabilité des véhicules ;
- ✓ L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon ;
- ✓ La visibilité dans les tranchées en courbe.

III.3.3. Stabilité en courbe

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge .Afin réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules.

III.3.3.Rayon horizontal minimal absolu

$$RHm = \frac{V_r^2}{127(f_t + d_{\max})}$$

$$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f_t + d_{\max})}$$

Ainsi pour chaque V_r on définit une série de couple (R, d).

III.3.4.Rayon horizontal minimal normal

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

III.3.5.Rayon au dévers minimal

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_r serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\max}}$$

III.3.6. Rayon minimal non déversé

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

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

Pour les catégories 1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(ft - d_{\min})}$$

Pour les catégories 3-4-5

Avec :

| | |
|--------------|----------|
| $ft = 0.07$ | cat 3 |
| $ft = 0.075$ | cat 4 -5 |

III.3.7. Règles pour l'utilisation des rayons en plan

Selon les normes algériennes B40... [02], on doit respecter les règles suivantes pour l'utilisation des rayons en plan :

- ✓ Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon $R \geq RHN$;
- ✓ Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près ;

- Si $RHm < R < RHN$:

$$d = d_{\max} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) \frac{d_{\max} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

- Si $RHN < R < RHd$

$$d = d_{\min} + \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \frac{d_{\min} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}}$$

- ✓ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal d_{\min} .
- ✓ 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.

Remarque :

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

III.4. Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE »[02]

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R=\infty$ jusqu'à $R=\text{constant}$), pour assurer :

- ✓ La stabilité transversale de véhicule ;
- ✓ Le confort des passagers ;
- ✓ La transition de la chaussée ;
- ✓ Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Il y a beaucoup des courbes de raccordement pour assurer ces conditions. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

III.4.1.Expression de la clothoïde

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L (ou longueur de la clothoïde).

$$\Rightarrow K = C.L ; K = \frac{1}{R} \text{ et } L.R = \frac{1}{C}$$

On pose : $\frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow$

$A^2 = L.R$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

III.4.2. Les éléments de la clothoïde

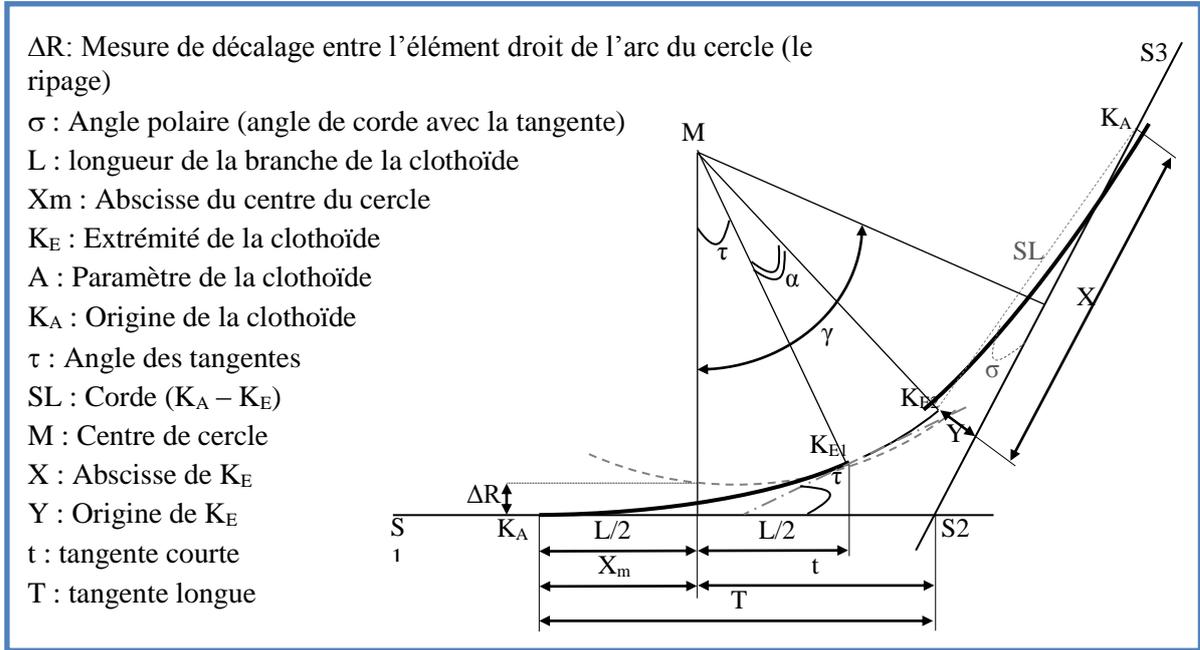


Figure.02. Les éléments de la clothoïde.

III.4.3. Les conditions de raccordement

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

a-Condition optique

C'est une condition qui permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit} \quad \tau \geq 1/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

- Pour $R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = \sqrt{(24 R \Delta R)}$;
- Pour $1500 < R < 5000 \text{ m}$ $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$;
- Pour $R < 5000 \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7.75 \sqrt{(R)}$.

b-Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est : $(\frac{V^2}{R} - g \cdot \Delta d)$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $Kg = g/0.2V_B$.

Avec une gravitation $g = 9.8m/s$ on opte :

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

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{final} - d_{init}$) (%)

c-Condition de gauchissement

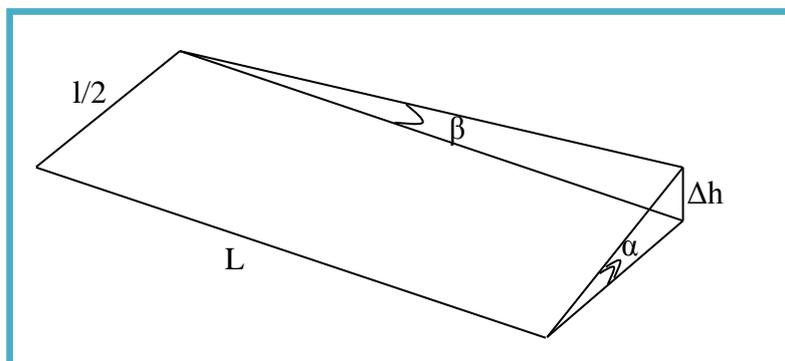


Figure.03. Condition de gauchissement

La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte

$$\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$$

On a :

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B$$

l : largeur de chaussée

La vérification des deux conditions gauchissement + confort dynamique peut se faire à l'aide d'une seule condition qui consiste à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation, par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieur au virage. Cette variation est limitée à 2%.

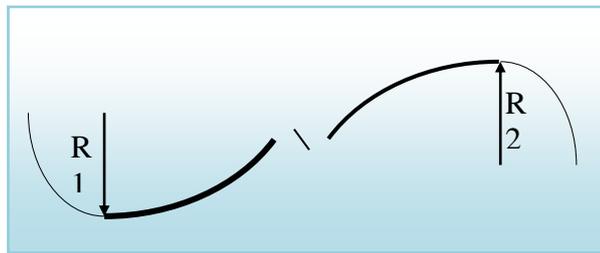
Δd $L \geq \frac{5}{36} \cdot \Delta d \cdot V_B$: exprimé en valeur réelle.

III.5. COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN

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

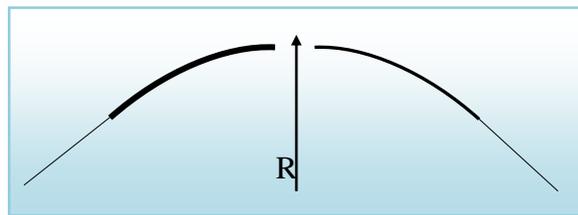
III.5.1. Courbe en S

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



III.5.2. Courbe à sommet

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



III.6. PARAMÈTRES FONDAMENTAUX

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E1**, avec une vitesse de base $V_B = 100 \text{ km/h}$.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes B40 et ICTAAL.....[02] et [04]

Tab-01- paramètres du tracé en plan.

| Paramètres | Symboles | Valeurs | Unités |
|---|----------------|--------------|--------|
| Vitesse | V | 100 | km/h |
| Longueur minimale | Lmin | 139 | m |
| Longueur maximale | Lmax | 1667 | m |
| Devers minimal | dmin | 2.5 | % |
| Devers maximal | dmax | 7 | % |
| Temps de perception réaction | t1 | 1.8 | S |
| Frottement longitudinal | f _L | 0.36 | |
| Frottement transversal | f _t | 0.11 | |
| Distance de freinage | d0 | 111 | m |
| Distance d'arrêt | d1 | 161 | m |
| Distance de visibilité de dépassement minimale | dm | 425 | m |
| Distance de visibilité de dépassement normale | dN | 625 | m |
| Distance de visibilité de manœuvre de dépassement | dMd | 300 | m |
| RHm | RHm | 450 (7 %) | m |
| RHN | RHN | 650 (5 %) | m |
| RHd | RHd | 1600(2.5 %) | m |
| RHnd | RHnd | 2200(-2.5 %) | m |

III.7. VITESSE DE RÉFÉRENCE (DE BASE)

La vitesse de référence (V_r) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers.

III.7.1.Choix de la vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Type de route ;
- ✓ Importance et genre de trafic ;
- ✓ Topographie ;
- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

III.7.2.Choix des éléments géométrique

Du point de vue géométrique, notre tracé basé sur un levé topographie (**DTP de la wilaya de Tébessa.....[03]**) et composée de trois tronçons, cette décomposition résulte des contraintes existantes dans la zone d'étude, tout en respectant les normes de conception concernant les longueurs maximales et minimales de tracé en plan sans oublier l'obligation de suivre la chaussée existante.

Tab-02- Données de l'axe de la route en plan

| AXE EN PLAN | | | | | |
|-------------|------------------|----------|----------|------------|------------|
| ELEM. | CARACTERISTIQUES | LONGUEUR | ABSCISSE | X | Y |
| | | | 0 | 995523.619 | 241871.494 |
| D1 | ANG = 372.982g | 13.93 | | | |
| | | | 13.93 | 995536.314 | 241865.758 |
| L1 | A = 150.052 | | | | |
| | Rf= -450.000 | 50.034 | | | |
| | | | 63.965 | 995581.513 | 241844.316 |
| C1 | XC= 995373.714 | | | | |
| | YC= 241445.168 | | | | |
| | R = -450.000 | 66.98 | | | |
| | | | 130.944 | 995638.407 | 241809.088 |
| L2 | Rd= -450.000 | | | | |
| | A = 150.061 | 50.041 | | | |
| | | | 180.985 | 995677.752 | 241778.178 |
| D2 | ANG = 356.427g | 91.848 | | | |
| | | | 272.833 | 995748.913 | 241720.108 |
| L3 | A = 230.028 | | | | |
| | Rf= -500.000 | 105.825 | | | |
| | | | 378.659 | 995828.454 | 241650.386 |
| C2 | XC= 995473.183 | | | | |
| | YC= 241298.558 | | | | |
| | R = -500.000 | 27.025 | | | |
| | | | 405.683 | 995846.942 | 241630.679 |
| L4 | Rd= -500.000 | | | | |
| | A = 229.993 | 105.794 | | | |
| | | | 511.477 | 995911.434 | 241546.882 |
| D3 | ANG = 339.514g | 454.703 | | | |
| | | | 966.18 | 996175.887 | 241176.991 |
| L5 | A = 229.993 | | | | |
| | Rf= 500.000 | 105.794 | | | |
| | | | 1071.974 | 996240.379 | 241093.194 |
| C3 | XC= 996614.138 | | | | |
| | YC= 241425.315 | | | | |
| | R = 500.000 | 26.902 | | | |

| | | | | | |
|-----|----------------|---------|----------|------------|------------|
| | | | 1098.876 | 996258.781 | 241073.575 |
| L6 | Rd= 500.000 | | | | |
| | A = 229.998 | 105.798 | | | |
| | | | 1204.674 | 996338.282 | 241003.85 |
| D4 | ANG = 356.410g | 106.253 | | | |
| | | | 1310.927 | 996420.586 | 240936.65 |
| L7 | A = 141.468 | | | | |
| | Rf= -500.000 | 40.026 | | | |
| | | | 1350.953 | 996451.248 | 240910.925 |
| C4 | XC= 996119.777 | | | | |
| | YC= 240536.590 | | | | |
| | R = -500.000 | 45.562 | | | |
| | | | 1396.516 | 996483.936 | 240879.209 |
| L8 | Rd= -500.000 | | | | |
| | A = 141.439 | 40.01 | | | |
| | | | 1436.526 | 996510.564 | 240849.35 |
| D5 | ANG = 345.513g | 409.614 | | | |
| | | | 1846.14 | 996779.089 | 240540.031 |
| C5 | XC= 997911.808 | | | | |
| | YC= 241523.367 | | | | |
| | R = 1500.000 | 5.9 | | | |
| | | | 1852.04 | 996782.966 | 240535.584 |
| D6 | ANG = 345.764g | 791.909 | | | |
| | | | 2643.949 | 997304.455 | 239939.624 |
| L9 | A = 330.916 | | | | |
| | Rf= 1000.000 | 109.505 | | | |
| | | | 2753.454 | 997378.049 | 239858.555 |
| C6 | XC= 998093.445 | | | | |
| | YC= 240557.274 | | | | |
| | R = 1000.000 | 192.98 | | | |
| | | | 2946.434 | 997525.332 | 239734.323 |
| L10 | Rd= 1000.000 | | | | |
| | A = 330.956 | 109.532 | | | |
| | | | 3055.966 | 997617.671 | 239675.436 |
| D7 | ANG = 365.021g | 492.816 | | | |
| | | | 3548.782 | 998037.952 | 239418.081 |
| L11 | A = 196.818 | | | | |
| | Rf= -500.000 | 77.475 | | | |
| | | | 3626.257 | 998102.939 | 239375.941 |
| C7 | XC= 997809.613 | | | | |
| | YC= 238971.022 | | | | |
| | R = -500.000 | 63.681 | | | |
| | | | 3689.938 | 998151.996 | 239335.404 |
| L12 | Rd= -500.000 | | | | |
| | A = 196.829 | 77.484 | | | |
| | | | 3767.422 | 998205.634 | 239279.516 |
| D8 | ANG = 347.048g | 415.68 | | | |

| | | | | | |
|-----------------|----------------|---------|----------------|------------|------------|
| | | | 4183.101 | 998485.624 | 238972.278 |
| L13 | A = 122.455 | | | | |
| | Rf= -500.000 | 29.99 | | | |
| | | | 4213.092 | 998505.601 | 238949.912 |
| C8 | XC= 998126.108 | | | | |
| | YC= 238624.359 | | | | |
| | R = -500.000 | 57.853 | | | |
| | | | 4270.945 | 998540.648 | 238903.923 |
| L14 | Rd= -500.000 | | | | |
| | A = 122.740 | 30.13 | | | |
| | | | 4301.075 | 998556.989 | 238878.611 |
| D9 | ANG = 335.855g | 481.315 | | | |
| | | | 4782.389 | 998813.962 | 238471.636 |
| C9 | XC= 999490.401 | | | | |
| | YC= 238898.755 | | | | |
| | R = 800.000 | 65.659 | | | |
| | | | 4848.048 | 998851.255 | 238417.618 |
| D9A | ANG = 341.080g | 106.791 | | | |
| | | | 4954.839 | 998915.481 | 238332.3 |
| C10 | XC= 998116.549 | | | | |
| | YC= 237730.878 | | | | |
| | R = -1000.000 | 74.729 | | | |
| L totale | | | 5029.57 | | |

III.8. EXEMPLE DE CALCUL D'AXE

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- ✓ Calcul de gisements ;
- ✓ Calcul de l'angle γ entre alignements ;
- ✓ Calcul de la tangente T ;
- ✓ Calcul de la corde SL ;
- ✓ Calcul de l'angle polaire σ ;
- ✓ Vérification de non chevauchement ;
- ✓ Calcul de l'arc de cercle ;
- ✓ Calcul des coordonnées des points singuliers ;

- ✓ calcul de kilométrage des points particuliers.

III.8.1.Application au projet

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe.

La liaison que l'on a choisie se situe à la fin de notre projet. Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

$$S1 \quad x = 995523.619 \quad , \quad y = 241871.494,$$

$$S2 \quad x = 995536.314 \quad , \quad y = 241865.758$$

$$S3 \quad x = 995581.513 \quad , \quad y = 241844.316$$

Rayon $R = 450\text{m}$ et $V_B = 100\text{km/h}$

III.8.1.Caractéristiques de la courbe de raccordement

III.8.1.1.Détermination de L

a- Condition de confort optique

$$R \leq 1500\text{m} \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

On prendre $\Delta R = 0.5\text{m}$

Donc :

$$L \geq \sqrt{24 \times 450 \times 0.5} = 73.48\text{m} \dots \dots \dots 1$$

b- Condition de (confort dynamique+ gauchissement)

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

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot 6.66 \cdot 100$$

$$L \geq 92.5\text{m}$$

$$L = \max (73.48, 92.5).$$

$$L = 92.5\text{m}$$

c- calcul du paramètre A

$$A^2 = L.R$$

$$A = \sqrt{L.R} = 150.05$$

On prend : $A = 150$

La condition $\frac{R}{3} \leq A \leq R$ elle est vérifiée, ($150 \leq 150 \leq 450$).

Alors $L = A^2/R = 50 \Rightarrow L = 50m$

d- Calcul de ΔR

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{50^2}{24 \times 450} = 0,23m$$

e- Calcul des Gisements

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|241865.758 - 241871.494|}{|995536.314 - 995523.619|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 87.77gr$$

$$G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|241844.316 - 241865.758|}{|995581.513 - 995536.314|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 77.77gr$$

f- Calcul de l'angle γ

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 10gr$$

g- Calcul de l'angle τ

$$\tau = \frac{124.26}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = 3.23gr.$$

h- Vérification de non chevauchement

$$2.\tau = 6.46gr. \quad \Rightarrow \quad 2.\tau \leq \gamma \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

i- Calcul des distances

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(2075.466)^2 + (416,037)^2} = 2116.75\text{m.}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(2431.55)^2 + (862)^2} = 2579.82\text{m.}$$

j- Abscisse de KE

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40.R^2} \right) \approx 124.26 \text{ m.}$$

k- Origine de KE

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 2.10\text{m.}$$

l- Calcul de l'abscisse du centre du cercle

m-

$$X_m = \frac{L}{2} = 62.13\text{m.}$$

n- Calcul de la tangente

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

- $\frac{L}{R} = 0.33$
 - $\frac{X_m}{R} = 0.168 \Rightarrow X_m = 67.21 \text{ m.}$
 - $\frac{\Delta R}{R} = 0.0047 \Rightarrow \Delta R = 1.88$
- } *Tableau de clothoïde*

$$T = 62.13 + (1224 + 0.52) \operatorname{tg}\left(\frac{10}{2}\right)$$

$$T = 158.5\text{m}$$

o- Calcul des Coordonnées SL

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(126)^2 + (2.64)^2} = 126.03\text{m.}$$

p- Calcul de σ

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{Y}{X}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{2.64}{126}\right) = 1.07\text{gr.}$$

q- Calcul de l'arc

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 10 - 6.46 = 3.54.$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{1224 \times \pi \times 3.54}{200} = 68.03\text{m}.$$

r- Calcul des coordonnées des points singuliers

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S2} + T \sin(G_{S1}^{S2} + 200) = 160113.004\text{m}. \\ Y_{KA1} = Y_{S2} + T \cos(G_{S1}^{S2} + 200) = 14642.66\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = 160385.341\text{m}. \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = 104718.223\text{m}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 160236.186\text{m} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 14642.66\text{m}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL \sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 160266.042\text{m}. \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL \cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 104677.587\text{m}. \end{cases}$$

s- Calcul de point kilométrique des points singuliers

$$PK_{KA1} = PK_{S1} + \overline{s1\ s2} - T = PK681.$$

$$PK_{KE1} = PK_{KA1} + L = PK681 + 124\text{m}.$$

$$PK_{KE2} = PK_{KE1} + \widehat{K_{E1}K_{E2}} = PK681 + 192\text{m}.$$

$$PK_{KA2} = PK_{E2} + L = PK681 + 316\text{m}.$$

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and a small blue bird-like figure.

Chapitre IV :
Profil En Long

Chapitre IV

PROFIL EN LONG

IV.1. INTRODUCTION

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne. Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers. Le profil en long est toujours composé segments de droite raccordés par des paraboles caractérisés par leur rayon. Pour les segments de droite, on parle de pente ou de rampe suivant que la route descend ou monte dans le sens de la marche.

IV.2. RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- ✓ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur ;
- ✓ Eviter les angles rentrants 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 dévers nul dans une pente du profil en long ;
- ✓ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais ;
- ✓ 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 ou une parabole unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.....[01]

IV.3. COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET PROFIL EN LONG

Elle doit viser essentiellement à :

- Assurer les conditions minimales de visibilité ;
- Favoriser la perception générale du tracé : rechercher la cohérence du tracé en plan, du profil en long et de la topographie générale du site ;
- Il faut en outre éviter les combinaisons défavorables telles qu'une longue descente rapide suivie d'un point difficile de la trace en plan ;
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.).

Pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- ✓ Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- ✓ Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$$R_{\text{vertical}} > 6 R_{\text{horizontal}}$$
 pour éviter un défaut d'inflexion.
- ✓ Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de **500 m** au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

IV.4. DÉCLIVITÉS

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

VI.4.1. Déclivité minimum

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

VI.4.2. Déclivité maximum

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

- ✓ Condition d'adhérence
- ✓ Vitesse minimum de PL
- ✓ Condition économique

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\max} = 5\%$) dans le franchissement de la côtière.

Nota :

Selon le B-40 on a[02]

Tab-01- variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base.

| V_r Km/h | 80 | 100 | 120 | 140 |
|--------------|----|-----|-----|-----|
| I_{\max} % | 6 | 5 | 4 | 4 |

Pour notre cas la vitesse $V_r=100$ Km/h donc la pente maximale $I_{\max} = 5\%$.

IV.5. VOIE SUPPLÉMENTAIRE POUR VÉHICULE LENT

Les déclivités importantes posent un problème pour les poids lourds. L'atténuation de ce problème de déclivité consiste à :

- **En rampe**

Prévoir une voie supplémentaire pour poids lourds " *VSPL* " afin d'éviter davantage le ralentissement des véhicules et le développement des files d'attente.

- **En pente**

L'influence de la pente sur la vitesse des véhicules poids lourds est importante. En conséquence la vitesse doit être adaptée au véhicule et à la pente en utilisant convenablement les freins.

Une voie supplémentaire sera envisagée si la longueur et la déclivité sont telles que la vitesse de poids lourds est réduite à moins de la vitesse critique (V_{cr}).

$$V_{cr} = V_{min} + 10 \text{ Km/h}$$

- **Conclusion**

Selon de la norme B40, notre route ne contiendra aucun voie pour les véhicules lentes.....[02]

IV.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 raccords :

IV.6.1.Raccords convexes (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccords 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.

- **Condition de confort**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « g /40(cat 1-2), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/R_v < g/40$$

Avec $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $v = V/3.6$.

D'où :

$$R_v \geq 0,3 V^2$$

(cat 1-2)

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km/h).

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})} \approx 0.27d^2$$

- **Condition de visibilité**

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante. Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

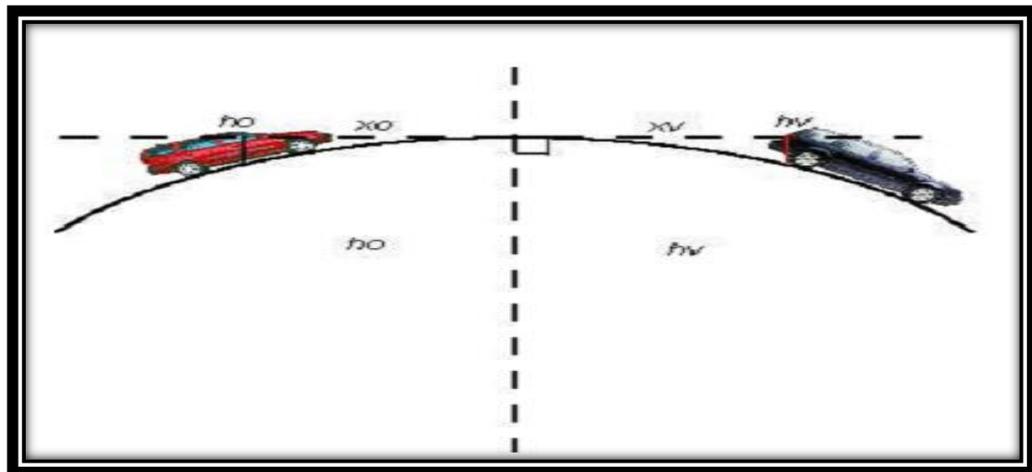


Figure-01 -visibilité en raccordement convexes

d : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : Hauteur de l'œil au-dessus de la chaussée = 1.10 m

h_g : Hauteur de l'obstacle = 1.20 m

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour un choix unidirectionnelle, pour une **vitesse de base $V_r=100\text{Km/h}$** et pour la catégorie 1 on a :

| Rayon | symbole | Valeur |
|-------------|----------|--------|
| Min-absolu | R_{vm} | 6000 |
| Min- normal | R_{vN} | 12000 |
| Dépassement | R_{vd} | 20000 |

IV.6.2.Raccordements concaves (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour 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 :

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

d_1 : distance de visibilité= distance d’arrêt

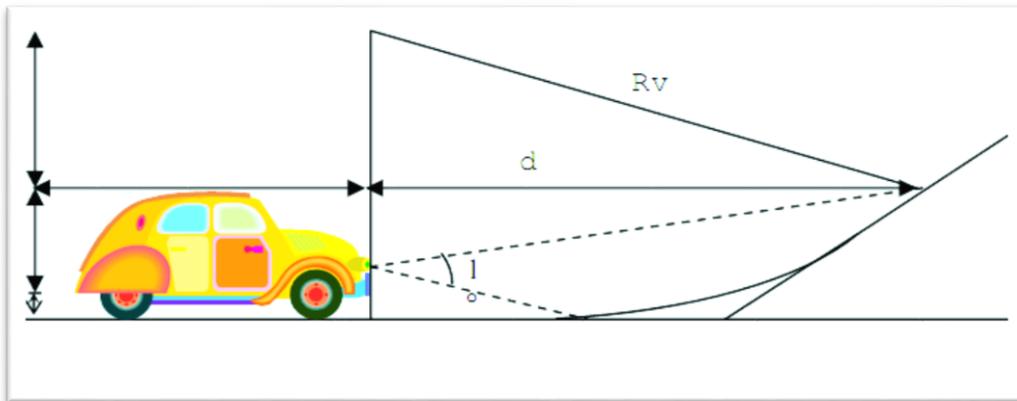


Figure-02 -visibilité en raccordement concaves

Pour une vitesse $V_r = 100$ Km/h et catégorie C1 on a le tableau suivant :

| Rayon | Symbole | Valeur |
|-------------|-----------|--------|
| Min-absolu | R'_{vm} | 3000 |
| Min -normal | R'_{vn} | 4200 |

IV.7. DETERMINATION 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 raccords se fait de la façon suivante :

- ✓ les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D ;
- ✓ la pente P₁ de la droite (AS) ;
- ✓ la pente P₂ de la droite (DS) ;
- ✓ le rayon R.

IV.7.1.Détermination de la position du point de rencontre (s)

On a: $Z_{A'} = Z_A + L.P_2$, $m = Z_{A'} - Z_A$
 $Z_{D'} = Z_D + L.P_1$, $n = Z_{D'} - Z_D$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

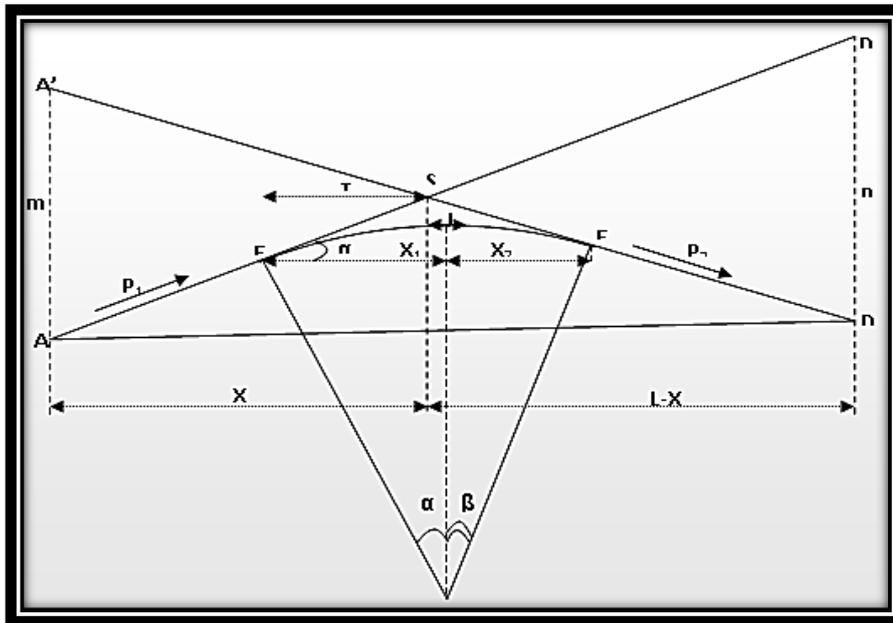


Figure-03-raccordement de 2 alignements par une parabole.

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m+n}$$

| | |
|---|---------------------------|
| S | $X_S = x + x_A$ |
| | $Z_S = P_1 \cdot x + z_A$ |

IV.7.2.Calcul de la tangente

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

| | |
|---|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">E</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 10px;"> $X_E = X_S - T$ $Z_E = Z_S - T.P_1$ </div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">F</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 10px;"> $X_F = X_S + T$ $Z_F = Z_S - T.P_2$ </div> |
|---|---|

IV.7.2. Projection horizontale de la longueur de raccordement

$L_R = 2T$

IV.7.3. Calcul de la flèche

$$H = \frac{T^2}{2R}$$

IV.7.4. Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe

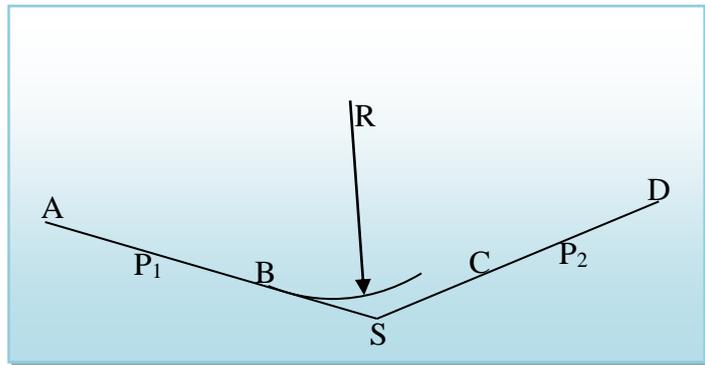
| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| $PK_A = 0.000m$ $Z_A = 864.42$ | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $H_x = \frac{X^2}{2R}$ </div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $Z_M = Z_E + X.P_1 - \frac{X^2}{2R}$ </div> |
|-----------------------------------|--|--|

IV.7.5. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe

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

| | |
|--|--|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">J</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"> $X_J = X_E + R.P_1$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $Z_J = Z_E + X_1.P_1 - \frac{X_1^2}{2R}$ </div> |
| | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Avec : $X_1 = R.P_1$ $X_2 = R.P_2$ </div> |

IV.8. EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG



$$S \left\{ \begin{array}{l} PK_S = 14.236m \\ Z_S = 864.578 \\ R = 15000m \end{array} \right. \quad D \left\{ \begin{array}{l} PK_D = 83.28m \\ Z_D = 865.186 \end{array} \right.$$

Calcul des pentes :

$$P_1 = 100 \cdot \Delta Z_1 / \Delta PK_1 = 0.11 \%$$

$$P_2 = 100 \cdot \Delta Z_2 / \Delta PK_2 = 0.8 \%$$

Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2| = 240 \text{ m}$$

Calcul des flèches :

$$H = \frac{T^2}{2R} = 2.4m$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$C \left\{ \begin{array}{l} PK_C = PK_S + T = 1375.226 + 240 = 1615.226m \\ Z_C = Z_S + T \cdot P_2 = 236.226 + 240 \times 0.005 = 237.426 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$J \left\{ \begin{array}{l} PK_J = PK_B + R \cdot P_1 = 1135.226 + 12000 \times 0.0054 = 1200.026 \text{ m} \\ Z_J = Z_B - R \cdot P_1 \cdot P_1 + \frac{(R \cdot P_1)^2}{2R} = 237.370 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$B \left\{ \begin{array}{l} PK_B = PK_S - T = 1375.226 - 240 = 1135.226m \\ Z_B = Z_S + T \cdot P_1 = 236.226 + 240 \times 0.0054 = 237.52 \text{ m} \end{array} \right.$$

Tab - 02- Les résultats de calcul sont joints en annexe

| ELEM | CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS | LONGUEUR | ABSCISSE | Z |
|------|-------------------------------|----------|----------|---------|
| | | | 0 | 864.42 |
| D1 | PENTE= 1.110 % | 14.236 | | |
| | | | 14.236 | 864.578 |
| PR1 | S= 180.8099 Z= 865.5030 | | | |
| | R = -15000.00 | 69.044 | | |
| | | | 83.28 | 865.186 |
| PR2 | S= 31.2644 Z= 865.0168 | | | |
| | R = 8000.00 | 64.038 | | |
| | | | 147.318 | 865.859 |
| PR3 | S= 437.4517 Z= 867.9630 | | | |
| | R = -20000.00 | 135.718 | | |
| | | | 283.036 | 867.367 |

| | | | | |
|------|--------------------------|---------|----------|---------|
| D2 | PENTE= 0.772 % | 86.941 | | |
| | | | 369.978 | 868.038 |
| PR4 | S= 215.5624 Z= 867.4421 | | | |
| | R = 20000.00 | 169.528 | | |
| | | | 539.506 | 870.066 |
| D3 | PENTE= 1.620 % | 418.748 | | |
| | | | 958.254 | 876.848 |
| PR5 | S= 1201.2120 Z= 878.8157 | | | |
| | R = -15000.00 | 113.529 | | |
| | | | 1071.783 | 878.257 |
| D4 | PENTE= 0.863 % | 96.172 | | |
| | | | 1167.955 | 879.087 |
| PR6 | S= 995.3828 Z= 878.3426 | | | |
| | R = 20000.00 | 56.76 | | |
| | | | 1224.715 | 879.657 |
| D5 | PENTE= 1.147 % | 307.575 | | |
| | | | 1532.29 | 883.184 |
| PR7 | S= 1990.9551 Z= 885.8140 | | | |
| | R = -40000.00 | 91.665 | | |
| | | | 1623.955 | 884.13 |
| D6 | PENTE= 0.918 % | 106.446 | | |
| | | | 1730.401 | 885.107 |
| PR8 | S= 2280.9007 Z= 887.6324 | | | |
| | R = -60000.00 | 179.752 | | |
| | | | 1910.152 | 886.487 |
| D7 | PENTE= 0.618 % | 317.484 | | |
| | | | 2227.636 | 888.449 |
| PR9 | S= 2443.9062 Z= 889.1169 | | | |
| | R = -35000.00 | 371.535 | | |
| | | | 2599.171 | 888.773 |
| D8 | PENTE= -0.444 % | 251.922 | | |
| | | | 2851.093 | 887.655 |
| PR10 | S= 3072.8996 Z= 887.1630 | | | |
| | R = 50000.00 | 502.832 | | |
| | | | 3353.924 | 887.953 |
| D9 | PENTE= 0.562 % | 301.041 | | |
| | | | 3654.965 | 889.645 |
| PR11 | S= 3205.3253 Z= 888.3811 | | | |
| | R = 80000.00 | 394.021 | | |
| | | | 4048.986 | 892.83 |
| D10 | PENTE= 1.055 % | 276.039 | | |
| | | | 4325.025 | 895.741 |
| PR12 | S= 3586.8215 Z= 891.8483 | | | |
| | R = 70000.00 | 385.89 | | |
| | | | 4710.915 | 900.874 |
| D11 | PENTE= 1.606 % | 98.078 | | |

| | | | | |
|------|--------------------------|---------|----------|---------|
| | | | 4808.994 | 902.449 |
| PR13 | S= 4969.5785 Z= 903.7382 | | | |
| | R = -10000.00 | 35.973 | | |
| | | | 4844.966 | 902.962 |
| D12 | PENTE= 1.246 % | 72.443 | | |
| | | | 4917.41 | 903.865 |
| PR14 | S= 5166.6343 Z= 905.4174 | | | |
| | R = -20000.00 | 72.615 | | |
| | | | 4990.025 | 904.638 |
| PR15 | S= 4813.4150 Z= 903.8578 | | | |
| | R = 20000.00 | 174.402 | | |
| | | | 5164.426 | 906.938 |



Chapitre V :

Profil En Travers

Chapitre V

PROFIL EN TRAVERS

V.1. DEFINITION

Le profil en travers est la coupe transversale de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il définit notamment la largeur et le dévers des chaussées et les zones non roulable de la route (terre-plein central, bandes dérasées).

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur la route, qui définit le nombre de voies.

V.2. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS[01]

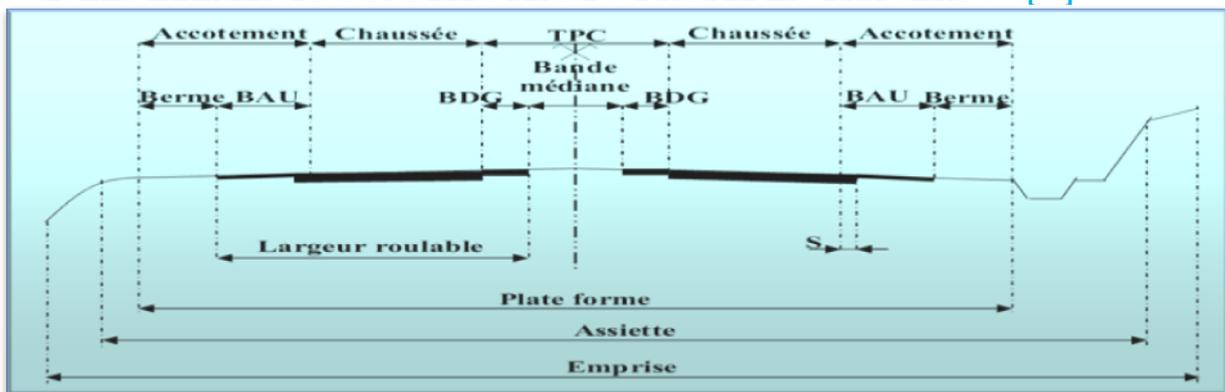


Figure -01- les éléments de profil en travers

Les éléments constitutifs du profil en travers sont :

- **Emprise** : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public ;
- **Assiette** : c'est la surface de la route délimité par les terrassements ;
- **Plate forme** : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre plein central et bande d'arrêt ;
- **Chaussée** : c'est la partie de la route affecté à la circulation des véhicules ;
- **Terre- plein central (T.P.C)** : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane ;

- **bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à la chaussée.
- **bande médiane** : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont à implanter ;
- **Accotement** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieur d'une berme ;
- **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est 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 talus et les eaux de pluie.

V. 3. CLASSIFICATION DE PROFIL EN TRAVERS

On distingue deux types de profils :

- Profil en travers courant ;
- Profil en travers type.

V.3.1. Profil en travers courant

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

V.3.2. Profil en travers type

C 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 (en remblais, déblais).ou mixte.

V. 4. APPLICATION AU PROJET

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la **RN 10** sera composé d'une chaussée de dédoublement.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- deux chaussée à double voies : $2 \times (3.5 \times 2) = 2 \times 7.00\text{m}$
- Accotement : $2 \times 2\text{m}$
- terre-plein centrale (TPC) : 2m
- Plate forme : 20m

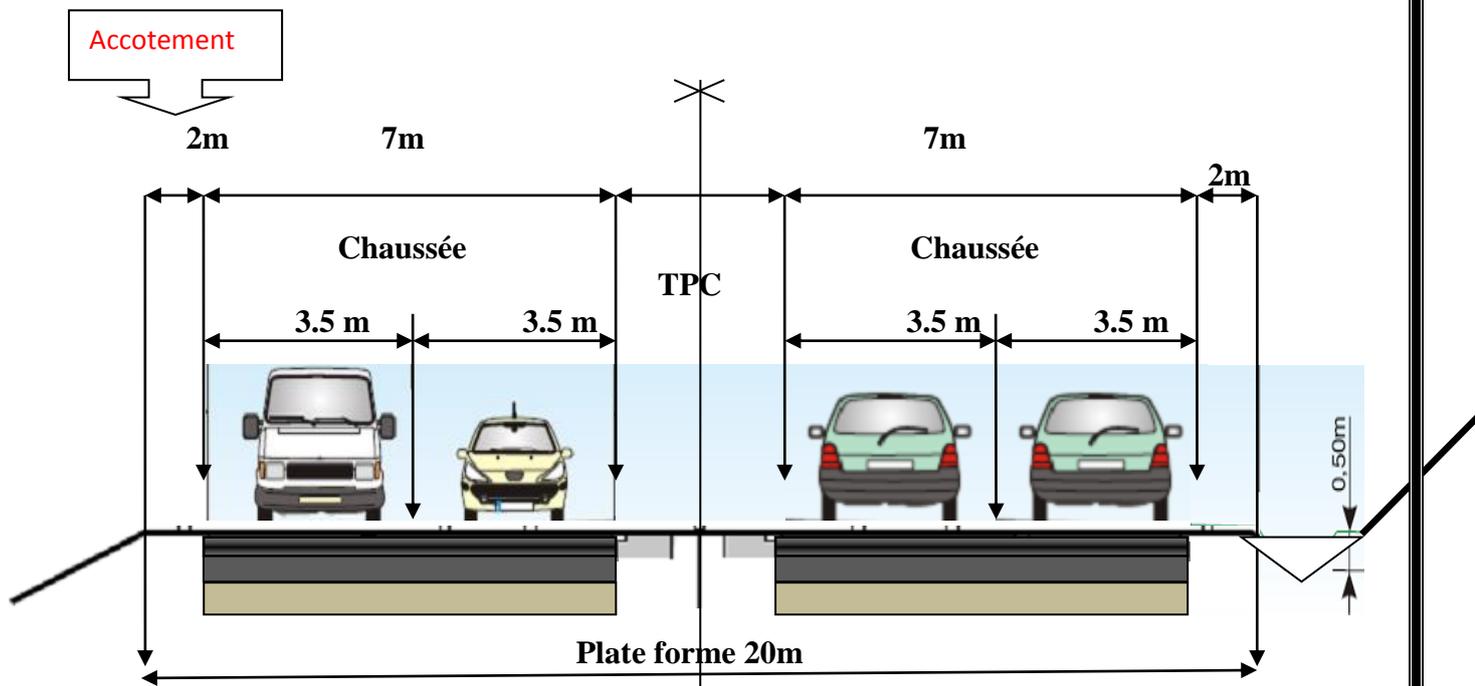


Figure -02- profil en travers de notre projet



Chapitre VI:

Cubature Des Terrassements

Chapitre VI

CUBATURE DES TERRASSEMENTS

VI.1. INTRODUCTION

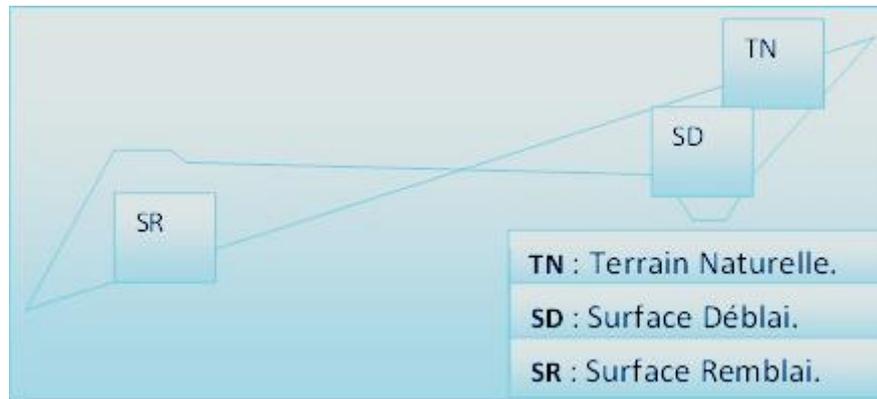


Figure 01: plan en travers section Déblai et remblai

La réalisation d'un ouvrage nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers. Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai.

Soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge : déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

Ce calcul s'appelle (les cubatures des terrassements).

Deux types de notions distinctes seront donc utiles pour satisfaire à ces impératifs :

- La notion du calcul de cubatures
- La notion des mouvements des terres

VI.2. CUBATURE DES TERRES

Avant de calculer le volume des terres compris dans une butte en déblai, ou dans un remblai, il faut déterminer au préalable les surfaces des différents profils en travers.

Deux types de profil en travers peuvent se rencontrer :

- **Profils homogènes** : ce sont des profils complètement en remblais ou complètement en déblai.
- **Profils mixtes** : ce sont des profils partiellement en remblais et complètement en déblai.

VI.2.1. MÉTHODE DE CALCUL DES CUBATURES[02]

Le calcul des cubatures est généralement difficile et compliqué mais il existe plusieurs méthodes qui le simplifient ;

La méthode SARRAUS est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

- **Formule de Mr SARRAUS**

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

$$V = \frac{L}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$$

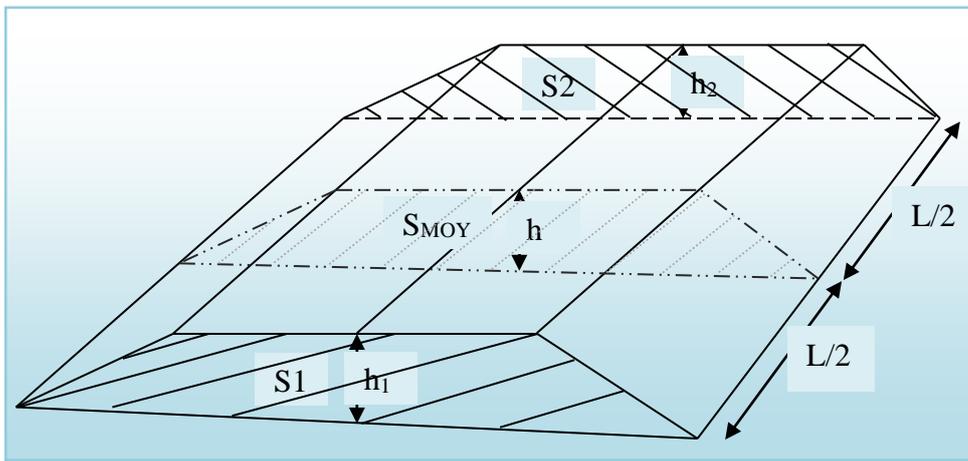


Figure 02: Profil adopté pour plan en travers

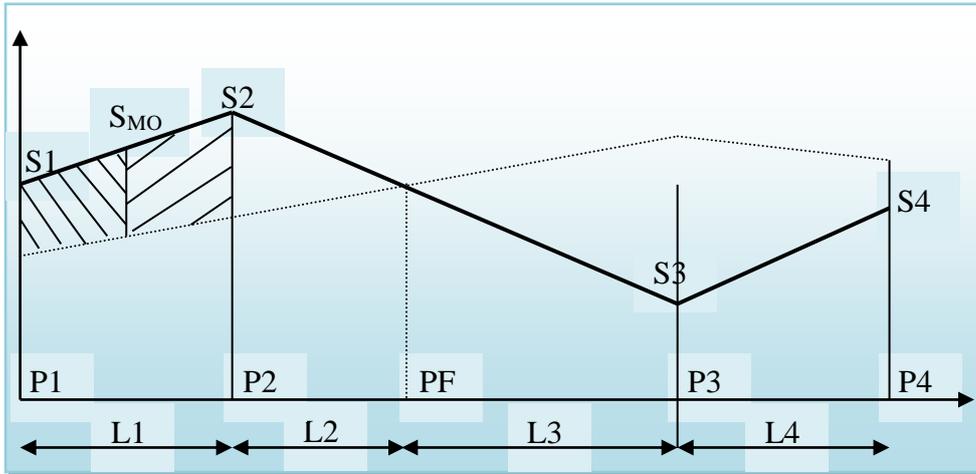


Figure 03 : Profil adopté pour tracé en long

- ✓ Si: surface de profil en travers Pi
- ✓ Li : distance entre ces deux profils
- ✓ S_{MOY} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{MOY} et $\frac{(S_1+S_2)}{2}$.

Ceci donne :

$$V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) && \text{Entre P1 et P2} \\ V_2 &= \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) && \text{Entre P2 et PF} \\ V_3 &= \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) && \text{Entre PF et P3} \\ V_4 &= \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) && \text{Entre P3 et P4} \end{aligned}$$

En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1 + L_2}{2} S_2 + \frac{L_2 + L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3 + L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

VI.2.2. CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Piste»[05]

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| Volume Remblais | 66990.40 m³ |
| Volume Déblais | 9568.30 m³ |
| Volume Décapage | 20047.50 m³ |

Tab – 01- VOLUMES TERRASSEMENT

| N° | ABSCISSE | REMBLAI | DEBLAI | DECAPAGE |
|------|-----------|---------|--------|----------|
| PROF | CURVILIGN | VOLUME | VOLUME | VOLUME |
| 1 | 0 | 30.2 | 86.1 | 47.1 |
| 2 | 25 | 193.3 | 96.6 | 97 |
| 3 | 50 | 303 | 203.8 | 100.7 |
| 4 | 75 | 103.1 | 322.8 | 95.9 |
| 5 | 100 | 359.5 | 335.9 | 107.2 |
| 6 | 125 | 293.9 | 386.4 | 108.3 |
| 7 | 150 | 234.7 | 344.8 | 103.3 |
| 8 | 175 | 141.4 | 308.9 | 99.9 |
| 9 | 200 | 260.5 | 292 | 92.8 |
| 10 | 225 | 303.1 | 267.1 | 95 |
| 11 | 250 | 273.9 | 261.9 | 106.3 |
| 12 | 275 | 1079.6 | 124.4 | 122.3 |
| 13 | 300 | 419.8 | 31.4 | 110.2 |
| 14 | 325 | 518.6 | 40.2 | 108.1 |
| 15 | 350 | 464.1 | 49.2 | 104.2 |
| 16 | 375 | 303.6 | 73.7 | 105.5 |
| 17 | 400 | 307.5 | 62.1 | 102.5 |
| 18 | 425 | 340.5 | 37.7 | 102.5 |
| 19 | 450 | 309.1 | 36.4 | 102.9 |
| 20 | 475 | 275.8 | 43 | 102.9 |
| 21 | 500 | 215 | 29.6 | 99.4 |
| 22 | 525 | 200 | 72.2 | 106.6 |
| 23 | 550 | 182.5 | 115.7 | 114.2 |
| 24 | 575 | 198.5 | 80.4 | 97.7 |
| 25 | 600 | 173 | 98.9 | 96.7 |
| 26 | 625 | 201.9 | 31.9 | 95.9 |
| 27 | 650 | 222.1 | 73 | 97.7 |
| 28 | 675 | 225.1 | 51.8 | 95.7 |
| 29 | 700 | 277 | 48.1 | 98.4 |
| 30 | 725 | 218.3 | 31.1 | 96.3 |
| 31 | 750 | 212.7 | 34.3 | 97.2 |
| 32 | 775 | 216.6 | 34.8 | 97.3 |
| 33 | 800 | 197.9 | 44 | 97 |
| 34 | 825 | 177.7 | 40.1 | 89.8 |
| 35 | 850 | 161.5 | 34.4 | 90.2 |

| | | | | |
|----|------|-------|------|-------|
| 36 | 875 | 140.2 | 83.9 | 94.4 |
| 37 | 900 | 154.8 | 51.6 | 95.5 |
| 38 | 925 | 194.3 | 56 | 97.1 |
| 39 | 950 | 263.8 | 46.4 | 100.2 |
| 40 | 975 | 310.1 | 32.3 | 104.8 |
| 41 | 1000 | 299.1 | 27.8 | 104.7 |
| 42 | 1025 | 339.8 | 9.6 | 102.7 |
| 43 | 1050 | 275.7 | 15.6 | 105.3 |
| 44 | 1075 | 268.7 | 25.6 | 107.6 |
| 45 | 1100 | 303.3 | 36.1 | 107.2 |
| 46 | 1125 | 308.7 | 36.5 | 107.3 |
| 47 | 1150 | 316.8 | 26.1 | 111.1 |
| 48 | 1175 | 215.3 | 36.4 | 103.5 |
| 49 | 1200 | 246.5 | 37.3 | 102.8 |
| 50 | 1225 | 239.5 | 31.1 | 101.4 |
| 51 | 1250 | 341 | 9.1 | 107.7 |
| 52 | 1275 | 389.6 | 9.8 | 107.2 |
| 53 | 1300 | 370.8 | 23.1 | 106 |
| 54 | 1325 | 434.7 | 14.7 | 110.4 |
| 55 | 1350 | 392.5 | 8.8 | 101.5 |
| 56 | 1375 | 406.5 | 2.6 | 109 |
| 57 | 1400 | 392.8 | 5.7 | 105.1 |
| 58 | 1425 | 479 | 8.6 | 107.7 |
| 59 | 1450 | 247.4 | 5.3 | 99.5 |
| 60 | 1475 | 389.6 | 10.2 | 101 |
| 61 | 1500 | 431.9 | 17.7 | 107.3 |
| 62 | 1525 | 452.5 | 7.7 | 111.4 |
| 63 | 1550 | 495.2 | 4.1 | 113.7 |
| 64 | 1575 | 497.5 | 0.7 | 110 |
| 65 | 1600 | 544.7 | 1.3 | 109.9 |
| 66 | 1625 | 436.4 | 0.3 | 106.4 |
| 67 | 1650 | 500.6 | 0 | 106.8 |
| 68 | 1675 | 313.1 | 0 | 100.7 |
| 69 | 1700 | 489.5 | 0 | 108.3 |
| 70 | 1725 | 441.1 | 0.2 | 103.9 |
| 71 | 1750 | 424.8 | 2.4 | 105.1 |
| 72 | 1775 | 415 | 2 | 104.8 |
| 73 | 1800 | 406.1 | 0.5 | 100.7 |
| 74 | 1825 | 341.6 | 3 | 100 |
| 75 | 1850 | 332.9 | 7.6 | 99.5 |
| 76 | 1875 | 208.7 | 6 | 97.6 |
| 77 | 1900 | 214.7 | 12.8 | 98.9 |
| 78 | 1925 | 180.8 | 21.6 | 99.8 |
| 79 | 1950 | 129.5 | 23.3 | 97.2 |
| 80 | 1975 | 163.7 | 24.4 | 99.3 |
| 81 | 2000 | 201.9 | 19.1 | 100.1 |

| | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|
| 82 | 2025 | 218.5 | 15.2 | 102.4 |
| 83 | 2050 | 372.1 | 11.7 | 97.5 |
| 84 | 2075 | 486.2 | 13.7 | 116.2 |
| 85 | 2100 | 282.5 | 6.2 | 105.5 |
| 86 | 2125 | 240.7 | 6.6 | 103.2 |
| 87 | 2150 | 294.1 | 9.6 | 104.1 |
| 88 | 2175 | 260.6 | 12.2 | 104.7 |
| 89 | 2200 | 236 | 11.8 | 104.7 |
| 90 | 2225 | 264 | 9.6 | 103.7 |
| 91 | 2250 | 289.3 | 16.8 | 103.5 |
| 92 | 2275 | 280.4 | 20.7 | 104.2 |
| 93 | 2300 | 275.5 | 19.9 | 103.9 |
| 94 | 2325 | 251.4 | 20.7 | 102.2 |
| 95 | 2350 | 93.4 | 33.6 | 96 |
| 96 | 2375 | 126.7 | 17.8 | 94.1 |
| 97 | 2400 | 329.8 | 26.8 | 106 |
| 98 | 2425 | 274.4 | 14.6 | 104.6 |
| 99 | 2450 | 169.9 | 5.5 | 95.6 |
| 100 | 2475 | 256.9 | 0.1 | 96.4 |
| 101 | 2500 | 211.8 | 0 | 94.5 |
| 102 | 2525 | 240.4 | 0.1 | 101.7 |
| 103 | 2550 | 311.6 | 0 | 100.9 |
| 104 | 2575 | 417 | 0 | 109.2 |
| 105 | 2600 | 394.9 | 0.1 | 110.5 |
| 106 | 2625 | 446.4 | 1.2 | 110.6 |
| 107 | 2650 | 443 | 3.7 | 111.7 |
| 108 | 2675 | 384.4 | 6.2 | 109.1 |
| 109 | 2700 | 446.9 | 5 | 110.9 |
| 110 | 2725 | 387.6 | 9.7 | 109.7 |
| 111 | 2750 | 523.9 | 7.2 | 113.2 |
| 112 | 2775 | 444.6 | 17.2 | 110.6 |
| 113 | 2800 | 372.1 | 21.3 | 107 |
| 114 | 2825 | 270.8 | 32.4 | 103.7 |
| 115 | 2850 | 422.1 | 28.7 | 108.6 |
| 116 | 2875 | 504.2 | 30.8 | 102.3 |
| 117 | 2900 | 480.2 | 31.3 | 99.8 |
| 118 | 2925 | 303.7 | 29.1 | 93 |
| 119 | 2950 | 345.1 | 39.4 | 96.6 |
| 120 | 2975 | 355.7 | 61.7 | 96.3 |
| 121 | 3000 | 316.4 | 89.5 | 97.6 |
| 122 | 3025 | 268.3 | 101.5 | 93.4 |
| 123 | 3050 | 277.3 | 107.4 | 91.7 |
| 124 | 3075 | 284.4 | 41.2 | 90.9 |
| 125 | 3100 | 448.6 | 24 | 100.7 |
| 126 | 3125 | 886.2 | 18.3 | 108.6 |
| 127 | 3150 | 589.5 | 11 | 102.5 |

| | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|
| 128 | 3175 | 503.8 | 6.9 | 102.7 |
| 129 | 3200 | 463.2 | 15.5 | 101.3 |
| 130 | 3225 | 455.8 | 11.3 | 101 |
| 131 | 3250 | 446.9 | 24.7 | 101.4 |
| 132 | 3275 | 390 | 28.5 | 94.9 |
| 133 | 3300 | 402.1 | 34.5 | 99.5 |
| 134 | 3325 | 453.4 | 37.1 | 100.4 |
| 135 | 3350 | 395 | 47.3 | 95 |
| 136 | 3375 | 860 | 56.6 | 107.3 |
| 137 | 3400 | 476.1 | 90.5 | 101.9 |
| 138 | 3425 | 463.4 | 79 | 98.6 |
| 139 | 3450 | 415.6 | 113.5 | 98.4 |
| 140 | 3475 | 147.6 | 110 | 100.8 |
| 141 | 3500 | 600.1 | 107.8 | 104.3 |
| 142 | 3525 | 485.1 | 96.9 | 105.1 |
| 143 | 3550 | 555 | 68.2 | 103.4 |
| 144 | 3575 | 669.4 | 31.7 | 105.6 |
| 145 | 3600 | 242.1 | 31.4 | 101.9 |
| 146 | 3625 | 749.7 | 27.3 | 111.9 |
| 147 | 3650 | 720.4 | 28 | 113.9 |
| 148 | 3675 | 569.4 | 28.3 | 100.4 |
| 149 | 3700 | 660.3 | 14.2 | 110.4 |
| 150 | 3725 | 557.1 | 9.6 | 92.4 |
| 151 | 3750 | 717.5 | 4 | 115.3 |
| 152 | 3775 | 668.1 | 5.2 | 113.2 |
| 153 | 3800 | 892.1 | 8.3 | 117.3 |
| 154 | 3825 | 678.9 | 9.7 | 111.3 |
| 155 | 3850 | 537.1 | 8.8 | 109.3 |
| 156 | 3875 | 493.2 | 11.7 | 107.2 |
| 157 | 3900 | 301.2 | 14.2 | 99.4 |
| 158 | 3925 | 284.1 | 29.5 | 95.8 |
| 159 | 3950 | 273.9 | 21 | 95.8 |
| 160 | 3975 | 325.2 | 25.1 | 100.7 |
| 161 | 4000 | 382.2 | 26.5 | 103.5 |
| 162 | 4025 | 255.1 | 38.1 | 101.2 |
| 163 | 4050 | 457.2 | 31 | 106.1 |
| 164 | 4075 | 477.6 | 29 | 106.5 |
| 165 | 4100 | 470.8 | 25.6 | 106.4 |
| 166 | 4125 | 486 | 18.6 | 107.3 |
| 167 | 4150 | 542 | 19.6 | 109.2 |
| 168 | 4175 | 674.3 | 7.5 | 110.1 |
| 169 | 4200 | 632.3 | 16.2 | 110.7 |
| 170 | 4225 | 730 | 10.7 | 113.9 |
| 171 | 4250 | 482.1 | 5.9 | 107.6 |
| 172 | 4275 | 446.5 | 4 | 107.5 |
| 173 | 4300 | 357.6 | 5.2 | 104.1 |

| | | | | |
|---------------|------|----------------|---------------|----------------|
| 174 | 4325 | 310.8 | 16.1 | 102.5 |
| 175 | 4350 | 322.6 | 18.2 | 101.8 |
| 176 | 4375 | 279.6 | 19.8 | 98.7 |
| 177 | 4400 | 195.3 | 30.8 | 90.9 |
| 178 | 4425 | 228.1 | 27.7 | 97.3 |
| 179 | 4450 | 224.5 | 32.6 | 97.6 |
| 180 | 4475 | 203.1 | 39.7 | 94.9 |
| 181 | 4500 | 184.2 | 51.7 | 90.7 |
| 182 | 4525 | 21.6 | 69 | 84.8 |
| 183 | 4550 | 40.6 | 112.9 | 83.5 |
| 184 | 4575 | 33.7 | 188 | 82.4 |
| 185 | 4600 | 29.3 | 220.8 | 88.2 |
| 186 | 4625 | 18.5 | 169.2 | 81.7 |
| 187 | 4650 | 11.7 | 72.3 | 88.5 |
| 188 | 4675 | 39.2 | 56.5 | 87.7 |
| 189 | 4700 | 81.6 | 29.3 | 76.1 |
| 190 | 4725 | 76.7 | 20 | 69.4 |
| 191 | 4750 | 76.1 | 11.7 | 67.8 |
| 192 | 4775 | 186.3 | 29.1 | 68.9 |
| 193 | 4800 | 22.2 | 26.7 | 60.6 |
| 194 | 4825 | 57.2 | 24.8 | 57.7 |
| 195 | 4850 | 37.9 | 50.6 | 49.3 |
| 196 | 4875 | 0 | 45 | 39.1 |
| 197 | 4900 | 0 | 72.4 | 38.1 |
| 198 | 4925 | 1.9 | 129 | 66.1 |
| 199 | 4950 | 69.4 | 121.2 | 79.9 |
| 200 | 4975 | 112.2 | 203.5 | 92.9 |
| 201 | 5000 | 162.4 | 184.8 | 97.9 |
| Totaux | | 66990.4 | 9568.3 | 20047.5 |

VI.3. MOUVEMENTS DES TERRES

VI.3. 1.DEFINITION

L'opération qui consiste à transporter les terres de déblai ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite - mouvement des terres -

Deux facteurs interviennent à cette opération :

- Les cubes de terre à transporter
- distance de transport

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport, en ramenant les terres des emprunts les plus proches.

VI.3. 2.MOMENT DE TRANSPORT

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport :

$$M = V \times d$$

Avec

V : Volume transporté.

d : distance de transport.

Le but de l'étude de mouvement des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n V \times d}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

Avec D : distance moyenne de transport.

VI.4. LE FOISONNEMENT D'UN SOL

L'une des propriétés des sols est le changement de volume qui est une fonction directement liée à la densité du matériau sol. Dès les premiers instants de la manipulation des sols ces derniers augmentent de volume c'est que l'on appelle foisonnement des sols.

Lors du foisonnement les sols passe par une décompression du matériau qui est pénétré par du vide entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux ou gravillons présent dans le sol, souvent la teneur en eau joue un rôle assez important.

Lorsque les sols après leurs remaniements sont remis en place ils occupent un volume beaucoup plus grand que celui qu'ils avaient précédemment. Cette augmentation de volume est appréciée par le coefficient de foisonnement C_f :

$$C_f = \frac{V_f}{V_i}$$

V_f volume après remaniement et V_i le volume avant remaniement. C_f dépend de la nature des sols.



Chapitre VII :

Etude Geotechnique

Chapitre VII

ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.1- INTRODUCTION

Conformément au contrat établie avec la D.T.P de la wilaya de **Tébessa.....[03]**, le laboratoire d'analyses et d'études géotechniques **Aiche Géo Sol** *sis à **Sétif[06]** a réalisé l'investigation géotechnique relative au projet de Dédoublément de la **RN°10** sur 80 Km entre la limite de la wilaya d'Oum el Bouaghi et la frontière **Algéro-Tunisienne**, cette voie express fait l'intersection avec les points suivants :

- L'intersection de la RN°10 avec la RN 16 menant vers El MaLabiod (**début de notre projet de fin d'étude**).

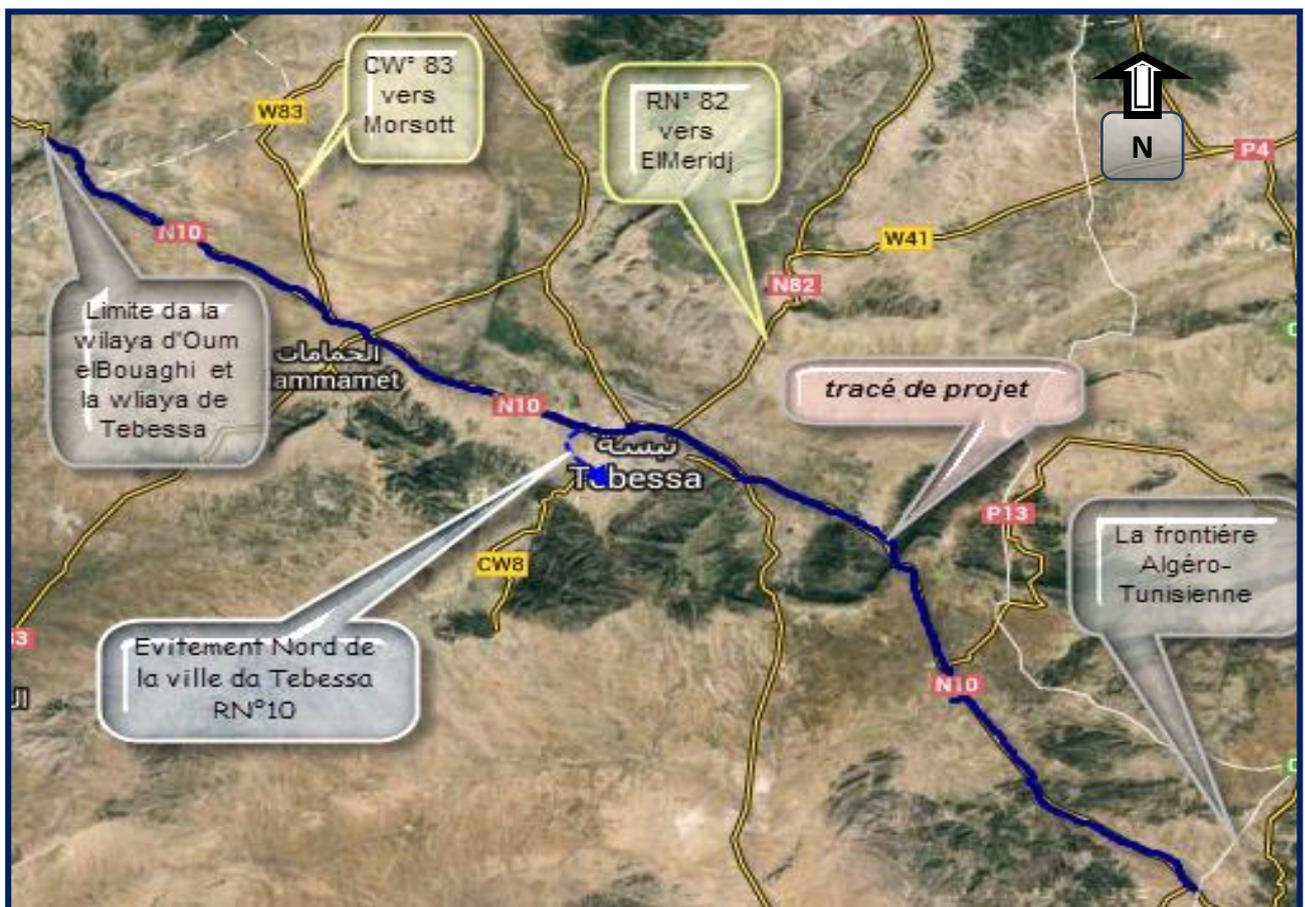


Figure .01. Image Aérienne du tracé de projet

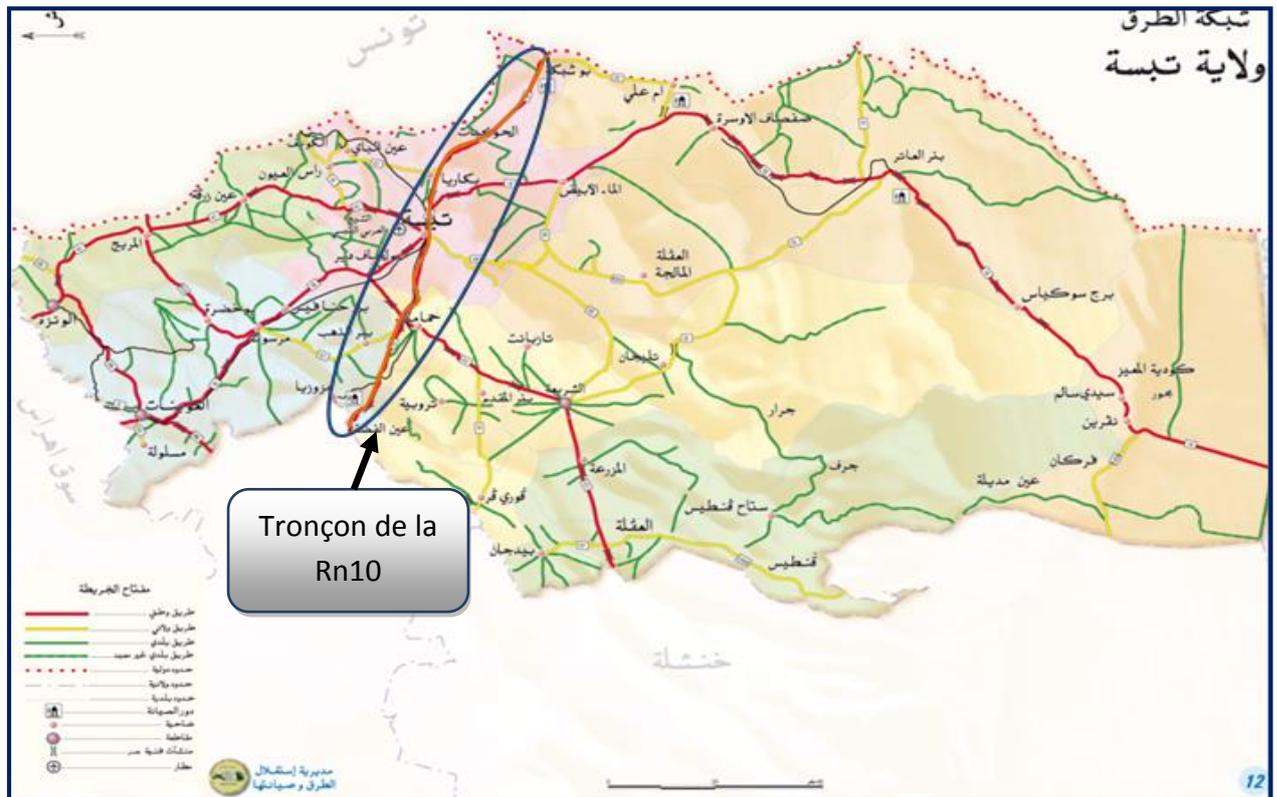


Figure .02. Localisation du tracé sur la carte de réseau routier de la wilaya de Tebessa

VII.2-CARACTERISTIQUES GENERALES DU TRACE

2-1/Morphologie :

Le tronçon de notre projet de fin d'étude (entre le Carrefour RN10/RN16 et la ville de Bekkaria sur 05 Kms) se développe sur un relief majoritairement plat,

2-2/Climatologie :

Sur le plan climatologique, la région de Tébessa a un climat de steppe (continental), rigoureux caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers froids et pluvieux avec chute de neige.

A Tébessa, les précipitations sont peu importantes toute l'année. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type BSk. En moyenne la température à Tébessa est de 15.7 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 363 mm. Avec 12 mm, le mois de Juillet est le plus sec. Une moyenne de 41mm fait du mois de Mars le mois ayant le plus haut taux de précipitations.

Durant la saison froide, de novembre à mars (même avril), on enregistre des minimums absolus en décembre et janvier, de 2°C à 3°C. Durant la saison chaude, de mai à septembre, on a des maximums absolus compris entre 32°C et 36°C en juillet et août.

Entre le plus sec et le plus humide des mois, l'amplitude des précipitations est de 29 mm. Une variation de 20.6 °C est enregistrée sur l'année.

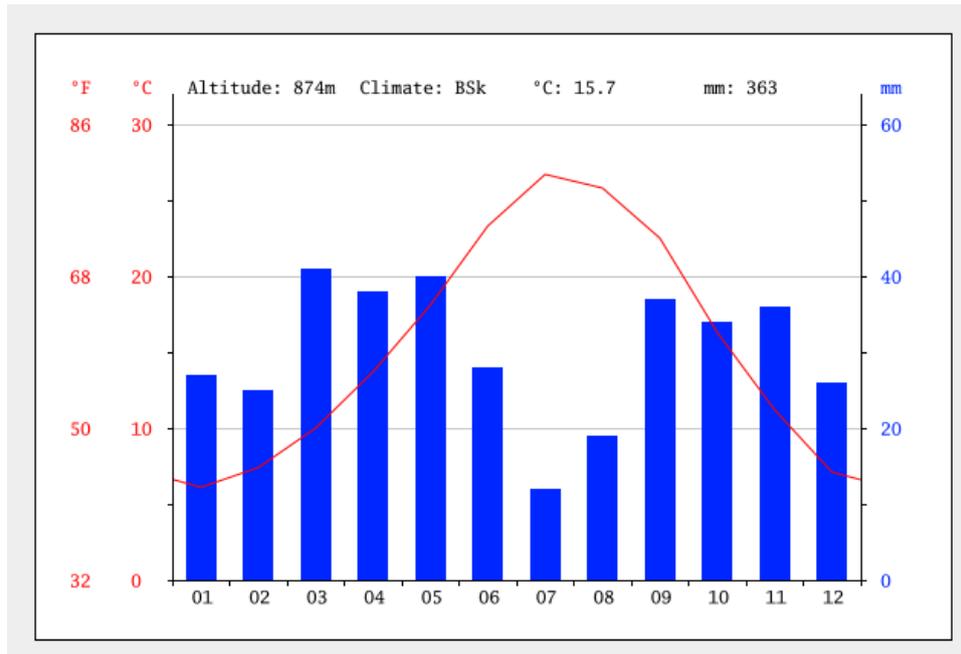


Figure . 03. Diagramme de précipitation de la wilaya de Tébessa

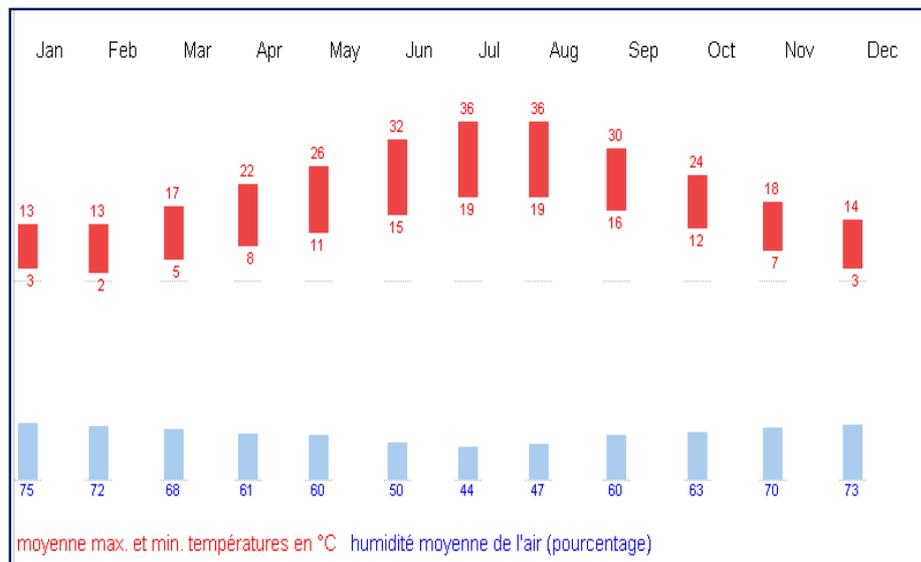


Figure.04.Température et d'humidités mensuelles de la wilaya de Tébessa

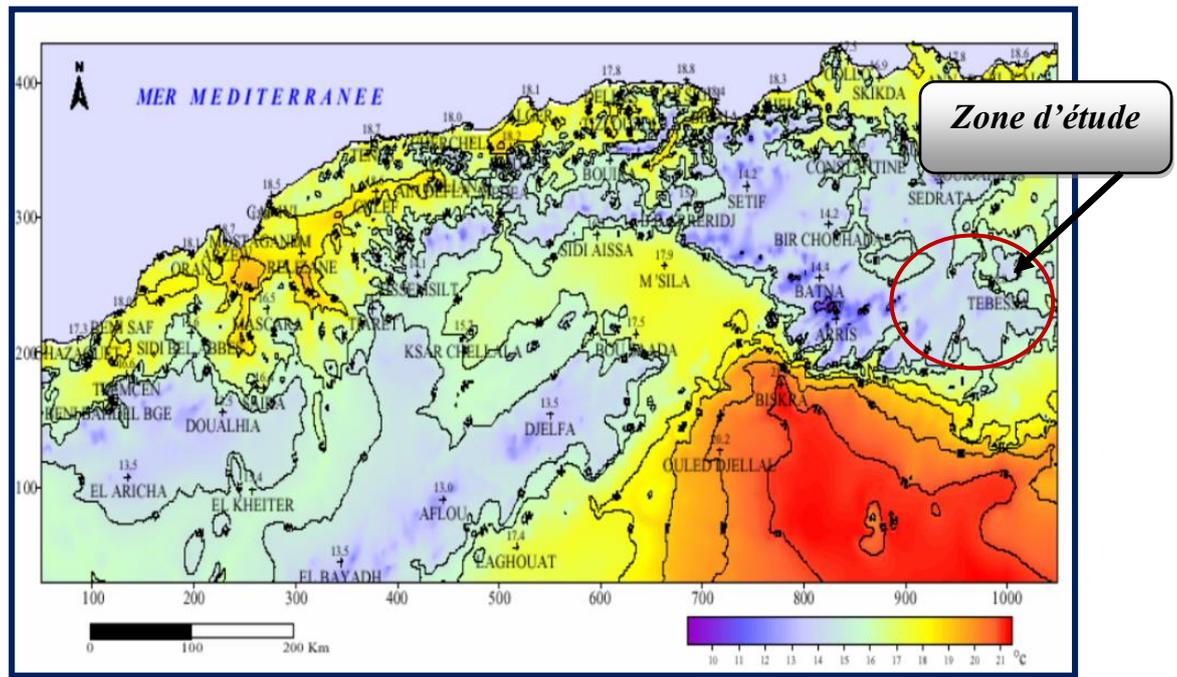


Figure.05. Carte simplifiée de la température -Nord d'Algérie-

2-3/Aspects géologiques :

D'après la carte géologique de la région de Tébessa et notre connaissance de ce secteur, le terrain s'inscrit dans des formations de l'Atlas méridional représenté par des argiles et des marnes recouvertes par des formations récentes (limon, galets et sable graveleux caillouteux) de quaternaire.

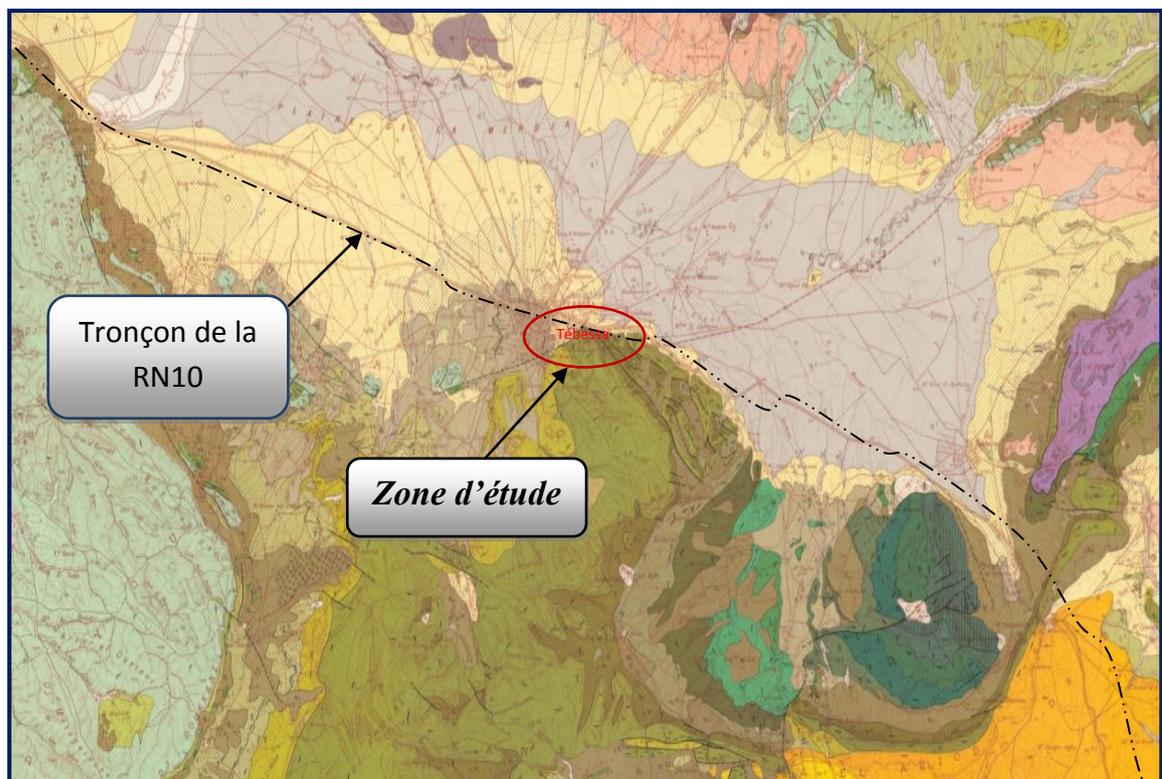
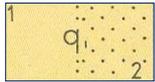
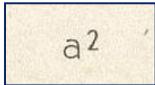


Figure .06.Extrait de la carte géologique de Tébessa (Echelle1/50.000)

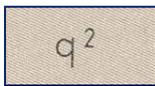


: Alluvion ancienne de piedmont,

- 1- Argileuse.
- 2- Caillouteuse.



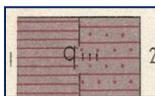
: Alluvions actuelles.



: Limons récents.

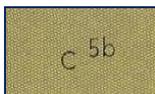


: Matériel d'épandage ancien en terrasse.



: Plio-quaternaire (Villafranchien p.p.m.)

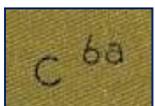
- 1- Argile rouge.
- 2- Conglomérat.



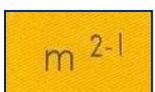
: Cénomaniens supérieur.



: Turonien supérieur.



: Turonien inférieur.



: Miocène moyen et inférieur.

Le Quaternaire : Caractérisé par des limons récents, des alluvions argileuses caillouteuses et par une formation typique des zones semi-arides, il s'agit de la croûte calcaire.

Le Miocène : D'une épaisseur d'environ 250 m, constitué essentiellement d'argiles rouges pontiennes continentales plastiques parfois bariolées parfois gypseuses avec sables et grès peu cohérents ainsi que des lentilles ou intercalations argileuses.

Le Turonien : D'une épaisseur d'environ 320 m, il comprend de haut en bas ; des marnes noires gypsifères, des marno-calcaires gris en plaquettes et des encore des marnes noires

lumachelliques et rogneuses. Puis des calcaires beiges ou roses, des dolomie ou calcaires dolomitiques. Et en fin des marno-calcaires gris en petits bancs, des marno-calcaires en plaquettes.

Le Cénomanién: Le cénomanién supérieur d'une puissance d'environ 200 m, est formé de marnes jaunes en intercalation avec des bancs de calcaires épais et durs.

VII.3- RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUES IN SITU

3-1/Programme de reconnaissance :

Le programme de reconnaissance fût arrêté par le bureau d'études «**SETIA-Annaba**»[07]

En effet, il a été réalisé Cinquante et un (51) puits à ciel ouvert avec prélèvement d'échantillons, afin de déterminer les caractéristiques géotechniques de ces derniers. Soit une profondeur variable le long des 3 sections, à savoir :

- * Trente huit (37) puits de 2.0m.
- * Onze (11) puits de 1.5m.
- * Trois (03) puits de (3.0 -2.5 et 1.8 m).

Investigation: Puits de reconnaissance

Au niveau de cette section (notre projet sur 05 Kms), Le bureau d'études «**SETIA-Annaba**»[07] exécuté Cinq (05) puits, les coupes géologiques illustrant les différentes formations sont données ainsi :

Puits N° 01 au PK (0+200)/D :

- 0.00-1.00m : Limon sableux.
- 1.00-2.00m : Limon argileux.

Puits N° 02 au PK (1+500)/D (Avant OH) :

- 0.00-2.00m : Limon sableux.

Puits N° 03 au PK (2+800)/D (Piste à G) :

- 0.00-2.00m : Limon argileux.

Puits N° 04 au PK (4+200) (Rectification) :

- 0.00-2.00m : Limon argileux.



Limon sableux

Figure .06. Limon sableux

Essais de laboratoire

- ❖ Essais physiques
- ❖ Essais mécaniques

VII.4- ESSAIS EN LABORATOIRE

4-1/Programme des essais :

Après la réception des échantillons au laboratoire, des essais d'identification physiques, et mécaniques, ont été programmés dans le but de déterminer les caractéristiques suivantes :

4-1-1/Les essais d'identification E-I :

- Analyse granulométrique et sédimentométriques (Selon NFP94-056 et 057).
- Limite d'Atterberg (W_l , I_p et I_c) (Selon NFP 94-051 du Mars 1993).

4-1-2/Les essais Physiques :

- Mesure de teneur en eau naturelle (W_n) (selon NFP 94- 050 du Septembre 1995).
- Mesure de densité sèche (γ_d) et humide (γ_h) (Selon NFP 94-053 d'Octobre 1991).

4-2/Caractéristiques géotechniques de différents types de sols :

4-2-1/Caractéristiques physiques et essais d'identification :

L'examen des valeurs des différentes caractéristiques permet de porter pour chaque type de sol testé les éléments d'appréciation suivants:

Tab-01- Analyse et interprétation des essais physiques

| Essais d'identification sur sol support | | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------|--------------|-----------|-----------|
| Sondage N° | Prof(m) | Nature du sol | Wn (%) | γ_d (t/m ³) | γ_h (t/m ³) | Sr (%) | 80 μ (%) | WL (%) | IP (%) |
| 01 PK (0+2)00/D | 0.0 – 1.0 | Limon sableux | 11.18 | 1.66 | 1.86 | 43 | / | / | / |
| 02 PK (1+500)/D | 0.0 – 2.0 | Limon sableux | 11.48 | 1.68 | 1.74 | 45 | 83 | 43.3 2 | 16.5 9 |
| 03 PK (2+800)/D | 0.0 – 2.0 | Limon peu argileux | 11.56 | 1.57 | 1.71 | 46 | 81 | 40.1 | 15.7 7 |
| 04 PK (4+20)0 | 0.0 – 2.0 | Limon argileux | 11.01 | 1.67 | 1.78 | 42 | 86 | 43.3 9 | 21.6 6 |

Les formations géologiques dominantes dans cette section sont les suivantes : Limon sableux, limon peu argileux, limon argileux .

Les caractéristiques physiques des sols sont résumées comme suit :

Limon sableux :

***-Teneur en eau naturelle (Wn%) et degré de saturation (Sr%) :**

Wn variable entre 11.18 et 11.48 % ; Sr variable entre 43 et 45 %.

Ces deux paramètres dénotent un sol dans un état hydrique peu humide et non saturé.

***-Densité sèche (γ_d) et humide (γ_h) :**

La densité sèche (γ_d) mesurée sur les limons sableux varie entre 1.66 et 1.68t/m³, ce qui confère au sol une densité humide (γ_h) de 1.74 à 1.86t/m³.

D'après la norme géotechnique les sols testés se situent dans les familles de sols semi denses.

***-Analyse granulométrique et sédimentométrie :**

Les essais de granulométrie effectués sur les échantillons ont montré que cette formation est de texture fine, où les pourcentages des passants à 80 μ est 83%.

***-Plasticité :**

L'essai de plasticité effectué à l'aide de la boîte de Casagrande sur le limon sableux en question, a donné des valeurs de limite de liquidité et de l'indice de plasticité suivantes :

- **WL= 43.32 % et IP= 16.59% .**

Le sol d'assise est attribué à la famille des argiles peu plastiques.

Limon peu argileux à argileux :

***-Teneur en eau naturelle (Wn%) et degré de saturation (Sr%) :**

Les mesures de teneur en eau et de degrés de saturation effectuées sur le limon peu argileux à argileux, ont qualifié un sol plus au moins humide, dont les valeurs résultantes varient comme suit:

❖ **W_n** (11.01 à 11.56%). **S_r** (42 à 46%).

***-Densité sèche (γ_d) et humide (γ_h):**

La densité sèche (γ_d) mesurée sur le même type de sol est de l'ordre de 1.57 à 1.67t/m³, ce qui attribue au sol une densité humide (γ_h) de 1.71 à 1.78t/m³, donc il s'agit d'un sol semi denses.

***-Analyse granulométrique et sédimentométrie :**

Les essais de granulométrie effectués sur les échantillons prélevés ont montré que cette formation est meuble de texture fine et légèrement grenue, où le pourcentage des passants à 80 μ balance de 81 à 86 %.

***-Plasticité :**

L'essai de plasticité effectué à l'aide de la boîte de Casagrande sur le limon argileux en question, a donné des valeurs de limite de liquidité et de l'indice de plasticité suivantes :

- 40.1<WL< 43.39% et 15.77<IP< 21.66% .

Donc le sol testé se révèle un sol peu plastique.

Analyse et Interprétation des Essais Mécaniques

4-2-2/Caractéristiques mécaniques des sols :

4-2-2-1/Essai Proctor modifié et essai CBR :

Par caractéristiques mécaniques, on entend les caractéristiques de compactage et la portance du sol support.

Ainsi, ont été effectués les essais Proctor Modifié (Selon NFP 94-093 de l'Octobre1999) et CBR à 95% de l'OPM selon la norme (Selon NFP 94-078 du Mai 1997).

Tab-02- Résultats de l'essai (CBR)

| Puits | Identification | | | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|--------------------|------------|
| | N° | Lithologie | Profondeur (m) | γ_{OpM} t/m ³ | W _{opm} % | CBR à 95 % |
| 01 | | Limon sableux | 1.00 – 2.00 | 1.59 | 10.8 | 10.08 |
| 04 | | Limon argileux | 0.00 – 2.00 | 1.58 | 11.5 | 8.62 |

VII.5-Dimensionnement de chaussée neuve :

5-1/Classification de la portance du sol support :

D'après le Catalogue de Structures de Chaussées élaboré par la Direction d'études générales et de la **Réglementation Technique du MTP.....[08]**, la portance du sol est appréciée par la valeur

CBR mesurée sur des éprouvettes compactées avec une teneur en eau OPM et à différentes énergies de compactage et mises en immersion dans l'eau pendant 4 jours.

Cet essai simule le poinçonnement du sol en place par le corps de chaussée et des charges roulantes dans des conditions défavorables.

Suivant la valeur CBR correspondant à 95% de la densité OPM, la portance d'un sol est comparée à cinq classes de sols retenues.

| Portance(Si) | CBR |
|--------------|-------|
| S4 | <5 |
| S3 | 5-10 |
| S2 | 10-25 |
| S1 | 25-40 |
| S0 | >40 |

*- Classification :

Tab-03- Classification de sol

| N° de Section | Indice CBR % | Classification |
|------------------------|--------------------|----------------|
| PK (0+200)- PK (4+200) | 8.62 < CBR < 10.08 | S3 |

5-2/Amélioration de la portance du sol support :

L'utilisation d'une couche de forme en matériaux non traités permet un sur classement de sol terrassé.

| | Classe de portance de sol terrassé(Si) | Matériau de couche de forme | Épaisseur de matériau de couche de forme | Classe de portance de sol-support visée(Sj) |
|------------------------|--|-----------------------------|--|---|
| PK (0+200)- PK (4+200) | S3 | Matériaux non traités(*) | 40cm (en 2 couches) | S2 |

Les sols rencontrés sur l'ensemble du tracé sont des sols meubles et fins et relativement grenus tel que : les limons sableux, les limons peu et argileux.

VII.6-CONCLUSION :

La valeur du CBR pour ces sols est variable entre **8.62** et **10.08%**. Ce qui correspond à la classe S3.

Avec une telle classe de portance, il faudra une épaisseur de chaussée assez importante sur cette section.

D'où l'impérieuse nécessité d'améliorer la portance du sol, en prévoyant une couche de forme de 40 cm en matériau de bonne qualité mécanique.



**Chapitre VIII :
Dimensionnement
Du Corps
De La Chaussée**

Chapitre VIII

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

VIII.1.INTRODUCTION

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisé, il devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,.... Etc. Pour cela, il faudra non seulement assurer à la route de bonne caractéristique géométrique, mais aussi , de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie. La qualité de la construction des chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.....[01]

VIII.2.LA CHAUSSEE

VIII.2.1. DEFINITION

La chaussée se présente comme une structure multicouche mises en œuvre sur un ensemble appelé plate –forme support de chaussée constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

VIII.2.2. DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE

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

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

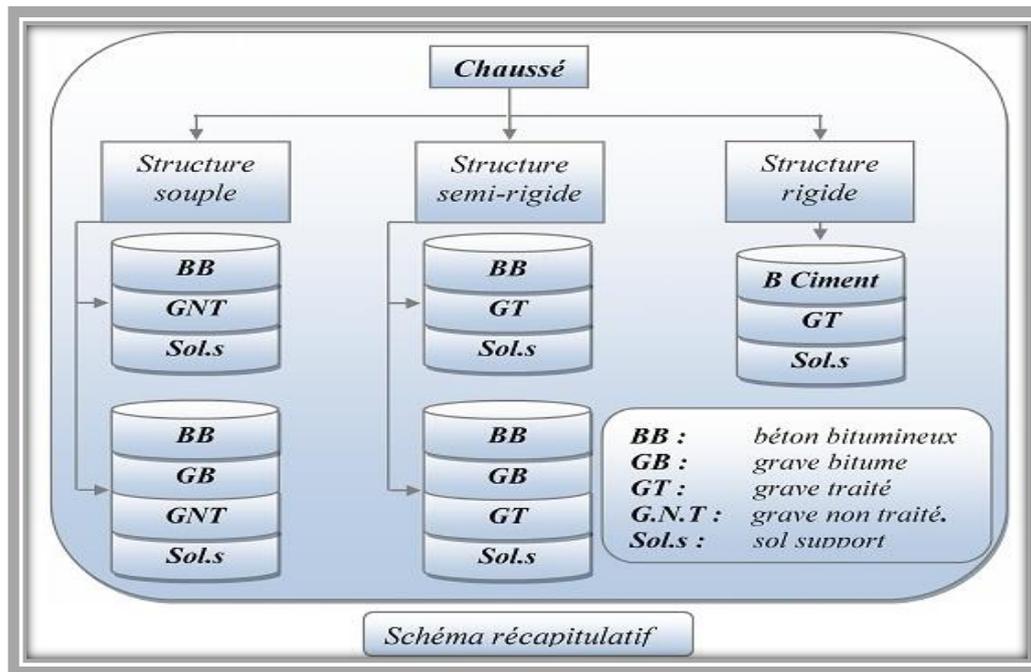


Figure .01. Shéma Récapitulatif

VIII.2.3. CONSTITUTION ET ROLE D'UNE CHAUSSEE

Au sens structure une chaussée est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mise en œuvre de façons à permettre la reprise des charges extérieures. Une coupe de chaussée est représentée par la figure ci-dessous.

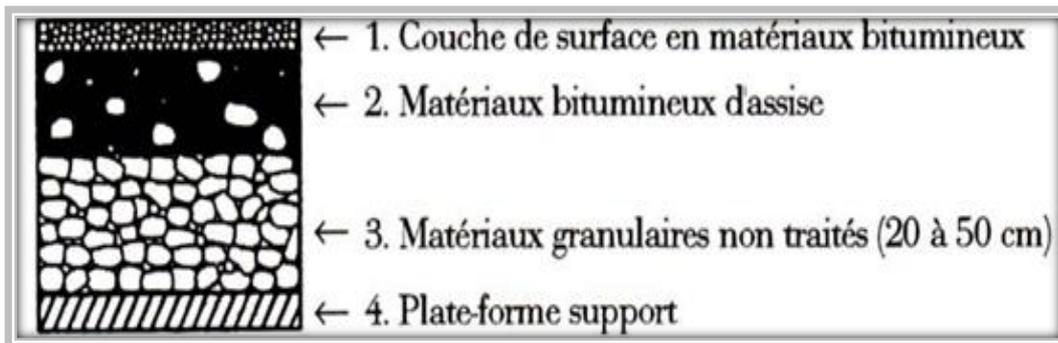


Figure -02-structure type d'une chaussée souple

a-Couche de surface

La couche de surface est constituée :

- de la **couche de roulement** qui est la couche supérieure de la chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat

- et éventuellement d'une **couche de liaison**, entre les couches d'assise et la couche de roulement.

Le choix de la couche de surface doit résulter de la prise en considération de plusieurs objectifs qu'on peut ranger en trois groupes :

- la sécurité et le confort des usagers, en relation avec les caractéristiques de surface ;
- le maintien de l'intégrité de la structure, par la protection des couches d'assise vis-à-vis des infiltrations des eaux pluviales ;
- l'impact sur l'environnement, avec notamment la recherche d'une réduction des bruits de roulement.

b- Couches d'assise

L'assise de chaussée est généralement composée de deux couches, la couche de fondation, surmontée de la couche de base.

Ces couches en matériaux élaborés, le plus souvent liés (bitume, liants hydrauliques), pour les forts trafics, apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles répartissent les pressions sur le support, afin de maintenir les déformations à ce niveau dans les limites admissibles.

c- Couche de forme

Cette couche qui ne fait pas partie intégrante de la chaussée, a plusieurs fonctions :

- Pendant les travaux, elle protège le sol support, contribue au nivellement et permet la circulation des engins de chantier ;
- Elle permet de rendre plus homogènes les caractéristiques du sol tassé et de protéger ce dernier du gel.

VIII.2.3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES

Ces structures comportent une ouverture bitumineuse mince (moins de 15cm), parfois réduite à un simple enduit superficiel, repose sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires traités ou non traités.

Leur fonctionnement est schématisé comme suite :

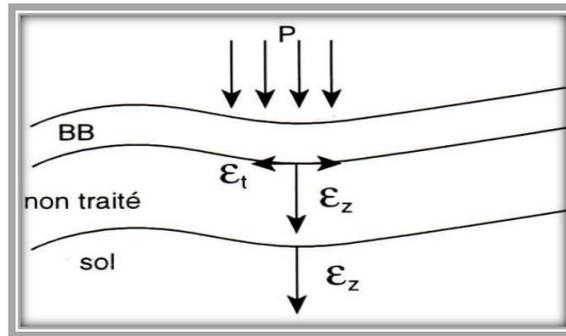


Figure -03- schémas de fonctionnement d'une structure de chaussée

Les efforts verticaux dus au trafic sont transmis au support avec une faible diffusion, les contraintes verticales élevées engendrées par leur répartition des déformations plastiques qui se répercutent en déformations permanentes à la surface de la chaussée.

VIII.3.PARAMETRES PRIS EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT

Les critères pris en compte pour dimensionner une chaussée sont :

- Le trafic
- La durée de vie.
- La qualité de la plateforme support de chaussée.
- Les caractéristiques des matériaux de chaussées.
- la qualité de réalisation.
- Les conditions climatiques.

VIII.3.1.TRAFFIC

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieurs à 3.5 tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres : De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes[02]

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

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.

VIII.3.2. CONDITIONS CLIMATIQUES

Les conditions climatiques sont du données utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent :

- La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné,
- Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

VIII.3.3. PORTANCE DU SOL SUPPORT

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

VIII.3.4. MATERIAUX

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

VIII.4. PRINCIPALES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT

On distingue deux familles des méthodes :

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

- Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

VII.4.1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

C'est une méthode **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.

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:

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

Avec:

e: épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

N: désigne le nombre journalier de poids lourd par sens.

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Où:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

- Coefficient d'équivalence

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

TAB-01- Coefficient d'équivalence.

| Matériaux utilisés | Coefficient d'équivalence |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Béton bitumineux ou enrobe dense | 2.00 |
| Grave bitume | 1.20 à 1.70 |
| Grave concassée ou gravier | 1.00 |
| Grave roulée – grave sableuse T.V.O | 0.75 |
| Sable | 0.50 |
| Tuf | 0.75 |

V.II.2. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTPP » est une méthode rationnelles qui se présente sous Forme de fiches de dimensionnement dans lesquelles les structures sont déjà pré-calculées. L'utilisation du catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement .Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.....[10]

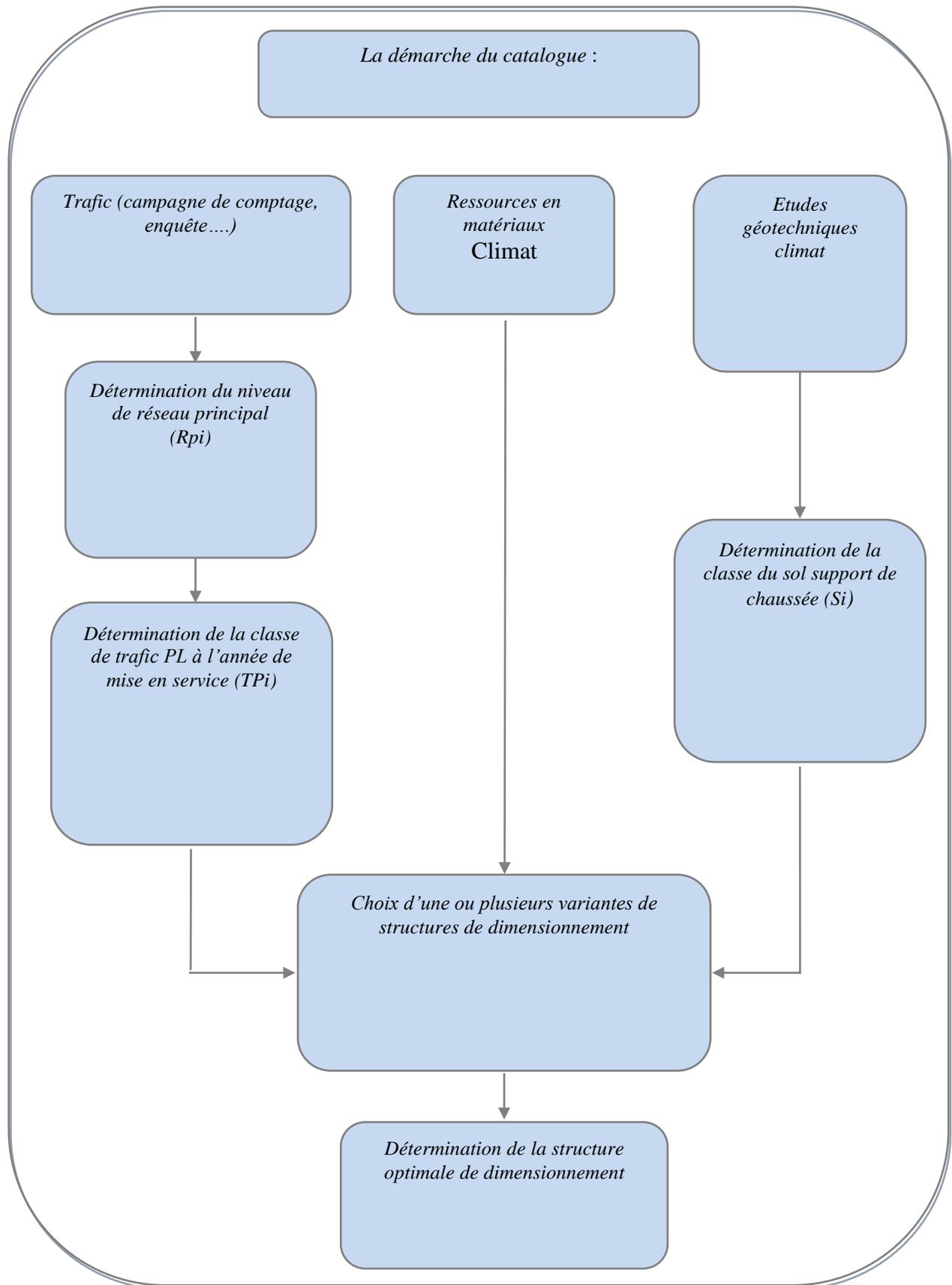


Figure . 04. La démarche du catalogue

VIII.5. APPLICATION AU PROJET

VIII.5.1. CHOIX DE LA METHODE DE DIMENSIONNEMENT

On note qu'il n'existe pas, actuellement, une méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées, et leurs différentes couches c'est pour quoi lors d'un choix de la méthode à appliquer, il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

- ✓ De la disposition constructive adaptée à la ;
- ✓ De la qualité des matériaux mise en place ;
- ✓ Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux.

On va faire un pré-dimensionnement de différentes couches avec les méthodes empiriques telles que la méthode CBR. Après ça, on vérifiera si la structure choisie sera apte à supporter le trafic qu'on a, en utilisant le [logiciel ALIZE.....\[09\]](#) et en basant sur les théories de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

VIII.5.1.1. Méthode C.B.R

➤ **Données de l'étude :**

- Année de comptage : 2018.
- TJMA₂₀₁₈=4300 v/j
- Mise en service : 2023
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 5 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 43 \%$
- I_{CBR}=10%

➤ **Détermination de N_{P_L2038}**

$$TJMA_{2038} = TJMA_{2018} (1 + \tau)^{20}$$

$$= 11409 \text{ v/j}$$

$$N_{PL2032} = TJMA_{2032} \times 0.5 \times \% PL$$

$$= 4906 \text{ PL/j/sens}$$

Donc :

$$N (PL) = 4906 \text{ PL/j/sens.}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5(75 + 50 \log \frac{4906}{10})}}{10 + 5} = 43\text{cm}$$

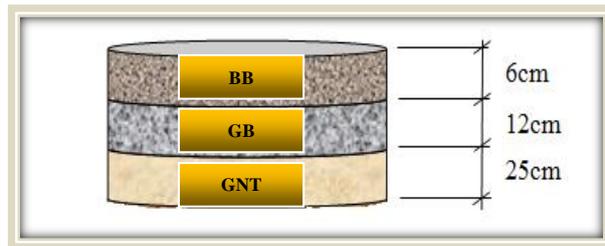
$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

On suppose:

| Nom de la couche | Matériaux | Coefficient d'équivalence | L'épaisseur de la couche |
|------------------|-----------|---------------------------|--------------------------|
| Roulement | BB | 2 | 6 |
| Base | GB | 1,2 | 12 |
| Fondation | GNT | 0.75 | ? |

$$e = 2 \times 6 + 12 \times 1.2 + c_3 \times e_3 \quad 0.75 \times e_3 = 43 - (2 \times 6 + 1.2 \times 12)$$

$$e_3 \approx 25\text{cm} \quad \Rightarrow \Rightarrow$$



VIII.5.1.2. LA METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

| Réseau principal | Trafic (véhicules/jour) |
|------------------|-------------------------|
| RP1 | >1500 |
| RP2 | <1500 |

$$TJMA_{2023} = 5488 \text{ (V/j).}$$

5488(V/j) > 1500(V/j) → le réseau principal est RP1.

Notre axe a un TJMA > 1500v/j ce qui implique que le réseau principal est **RP1**

On a choisi des matériaux traités au bitume en couche de base (MTB).

➤ **Classe du trafic**

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

- $TJMA_{2023}=5488$ v/j.
- $\tau=5\%$.
- $Z=43\%$.
- $TPL=TJMA_{2023} \times Z \times (\text{répartition transversal } 0.9) \times 0.5=1062$ PL/ j/sens
- Classe TPL_i pour RP1 :

| TPL _i | TPL ₃ | TPL ₄ | TPL ₅ | TPL ₆ | TPL ₇ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| PL/j/sens | 150-300 | 300-600 | 600-1500 | 1500-3000 | 3000-6000 |

$TPL=1062$ PL/ j/sens. \implies La classe de trafic est TPL₅.

➤ **détermination de la portance de sol-support de chaussée**

- Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S₄ à S₀. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

| Portance (S _i) | CBR |
|----------------------------|-------|
| S ₄ | <5 |
| S ₃ | 5-10 |
| S ₂ | 10-25 |
| S ₁ | 25-40 |
| S ₀ | >40 |

➤ **Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :**

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

S₃, S₂, S₁, S₀. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E (MPa) = 5.CBR$$

| | | | | |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Classes de sol-support | S₃ | S₂ | S₁ | S₀ |
| Module (MPa) | 25-50 | 50-125 | 125-200 | >200 |

Alors $E \text{ (MPa)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPa)} \longrightarrow S_2$

➤ **Choix le corps de la chaussée :**

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.

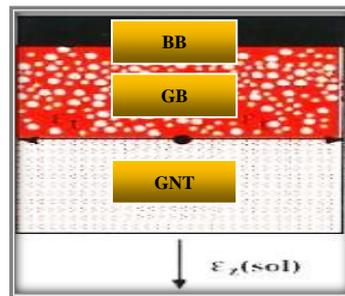
➤ **Détermination de la zone climatique :**

D’après la carte de la zone climatique de l’Algérie, notre projet est dans la zone climatique IV (<100 mm/an).

➤ **Choix de dimensionnement :**

Notre projet a un $TJMA_{2018} = 4300 > 1500 \text{ v/j}$ ce qui implique que le réseau principal est **RP1**, durée de vie de 20 ans, taux d’accroissement (5%), portance de sol (S2) et une classe de trafic TPL5 ($600 < TPL < 1500$)

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :



| TPL 2023 (PL/J/S) | TPL_i | S_i | Epaisseur convertie en cm+structure |
|------------------------------|------------------------|----------------------|--|
| 1062 | 5 | S₂ | 6 BB + 20GB + 30GNT |

➤ **Vérification en fatigue des structures (la déformation longitudinale et transversale) :**

Il faudra vérifier que ϵ_t et ϵ_z calculées à l'aide d'Alize[09], sont inférieures aux valeurs admissibles calculées $\epsilon_{T,adm}$ et $\epsilon_{z,adm}$ à partir du catalogue

➤ **Calcul de la déformation admissible sur le sol support :**

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

| Niveau de réseau principal (RPi) | Types de matériaux et structures | Valeurs de A |
|----------------------------------|---|--------------|
| RP1 | Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/Tuf, GB/SG. | 0,6 |
| | Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BCg/GC | 1 |

- Coefficient d'agressivité : A= 0.6

$$TCEi = TPLi \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times 365 \times A = 6.799716 \times 10^6 \text{ essieux équivalents de 13 tonnes.}$$

Alors on obtient :

$$\epsilon_{z,ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCEi^{-0.235} = 545.5 \cdot 10^{-6}$$

➤ **Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t,ad}$ à la base de GB :**

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

Tableau 8 : Choix des températures équivalentes

| Temperature équivalente θ_{eq} (°C) | Zone climatique | | |
|--|-----------------|-----|----|
| | I et II | III | IV |
| | 20 | 25 | 30 |

| Matériau (MTB) | E (30°C, 10Hz) (Mpa) | E (25°, 10Hz) (Mpa) | E (20°, 10Hz) (Mpa) | E (10°, 10Hz) (Mpa) | $\epsilon_6 (10^\circ, 25\text{Hz}) (10^{-6})$ | 1/b | SN | Sh (cm) | v | Kc Calage |
|----------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|------|------|---------|------|-----------|
| BB | 2500 | 3500 | 4000 | - | - | - | - | - | 0,35 | - |
| GB | 3500 | 5500 | 7000 | 12500 | 100 | 6,84 | 0,45 | 3 | 0,35 | 1,3 |
| SB | 1500 | - | - | 3000 | 245 | 7,63 | 0,68 | 2,5 | 0,45 | 1,3 |

$$K_{ne} = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b = \left(\frac{6.799716 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.76$$

$$K_{\theta} = \left(\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{3500}\right)^{0.5} = 1.889$$

$$K_r = 10^{-t\delta}, \text{ avec } r = 15\%, \text{ d'où } t = -1.036$$

$$\delta = \sqrt{\left(SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2\right)} = \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{0.146} \times 3\right)^2\right)} = 0.61$$

$$K_r = 10^{-1.036 \times 0.146 \times 0.61} = 0.81, K_c = 1.3$$

D'où :

$$\epsilon_{t.ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 0.81 \times 1.89 \times 0.76 \times 1.3 = 151,25 \cdot 10^{-6}$$

➤ **Modélisation :**

| Structure | Epaisseur (cm) | Module (Mpa) | Coef. de poisson v |
|---------------------|----------------|--------------|--------------------|
| Couche de roulement | 6 BB | 2500 | 0.35 |
| Couche de base | 12 GB | 3500 | 0.35 |
| Couche de fondation | 25 GNT | 200 | 0.25 |
| Sol support | sol | 50 | 0.35 |

Résultats de la simulation:

| | Déformations admissibles | Déformations calculées |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| ϵ_z sol support | $545.5 \cdot 10^{-6}$ | $396 \cdot 10^{-6}$ |
| ϵ_t à la base de GB | $151,25 \cdot 10^{-6}$ | $151 \cdot 10^{-6}$ |

Finalement :

La structure **6 BB + 12GB +30 GNT** est donc vérifiée, car :

$$\epsilon_i < \epsilon_{i,ad} \text{ et } \epsilon_z < \epsilon_{z,ad}$$

Compte tenu que nous sommes dans une région où la pluviométrie est faible pour ne pas dire rare (intensité calculée $I_t = 14.27$ mm/heure pour une précipitation journalière de 12 mm) et il est tout à fait juste et rationnel d'utiliser l'indice **CBR imbibé à 24h** (selon la norme algérienne), devant l'indisponibilité de cet élément, nous nous proposons d'utiliser l'indice CBR immédiat ($I_{CBR} = 25$), c'est-à-dire, utilisation d'une portance de sol support de classe (S_1), qui nous donne d'après la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....[10] la structure suivante :

| TPL 2023 (PL/J/S) | TPL _i | S _i | Epaisseur convertie en cm+structure |
|----------------------|------------------|----------------|-------------------------------------|
| 1062 | 5 | S ₁ | 6 BB + 14GB + 30GNT |

Type : MTB
 Zone climatique : **IV**
 Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%

| TPL _i PL/j/sens | S _i | S ₂ 50 MPa | S ₁ 125 MPa | S ₀ 200 MPa |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 6000 | | | | |
| TPL7 3000 | | | | |
| TPL6 1500 | | | | |
| TPL5 600 | | | 6 BB 14 GB 30 SG | 6 BB 12 GB 20 SG |
| TPL4 300 | | | 6 BB 14 GB 20 SG | 6 BB 10 GB 15 SG |
| TPL3 150 | | | 6 BB 11 GB 20 SG | 6 BB 10 GB 10 SG |

Cette structure est vérifiée par le logiciel ALIZE

➤ Résultats de la simulation:

| | Déformations admissibles | Déformations calculées |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| ε_z sol support | $545.5.10^{-6}$ | 263.10^{-6} |
| ε_t à la base de GB | $151,25.10^{-6}$ | 108.10^{-6} |

En conclusion :

La structure **6 BB + 14GB +30 GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_t < \varepsilon_{t.ad} \text{ et } \varepsilon_z < \varepsilon_{z.ad}.$$

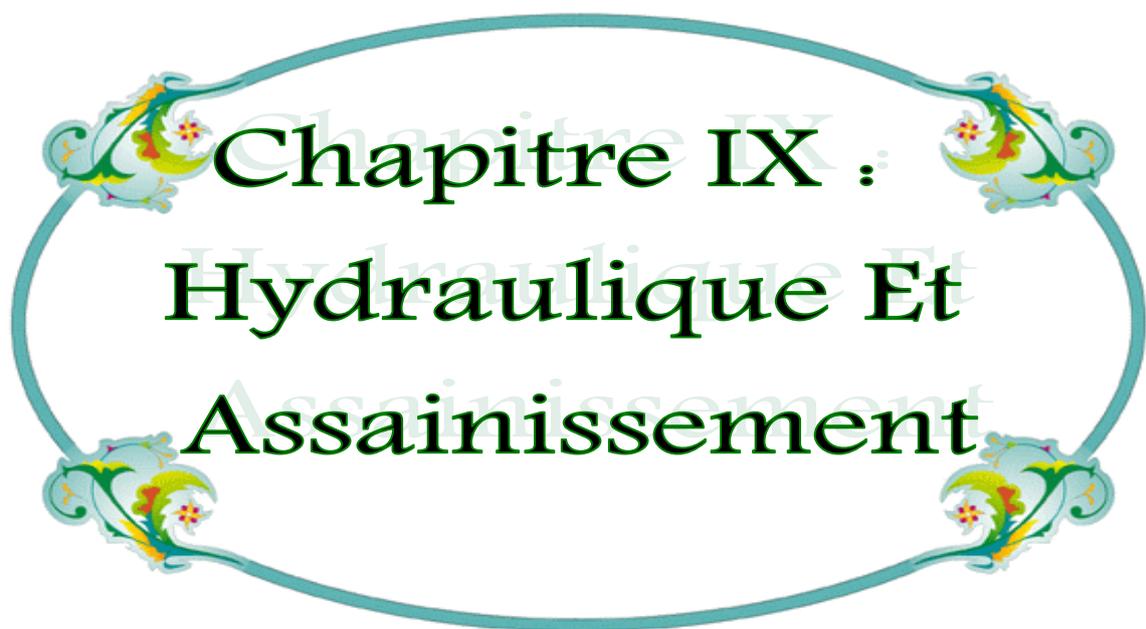
VIII.6. CONCLUSION GENERALE

Compte tenu de ce qui précède, et devant la disparité des résultats des deux méthodes, nous avons utilisé à ce jour dans la région et la méthode du catalogue de dimensionnement[10] du corps de chaussée avec utilisation de l'indice $CBR_{\text{immédiate}}$.

Le corps de chaussée ainsi obtenu voir tableau récapitulatif (BB= 6 cm ; GB=14 cm et GNT= 30cm) nous semble être tout a fait indiqué par rapport aux épaisseurs minima requis pour une meilleure mise en œuvre.tenté de trouver une méthode médiane qui vérifie aussi bien la méthode CBR.

Tab-02- récapitulatif des épaisseurs de corps de chaussée selon les différentes méthodes.

| Le corps de chaussée | Les méthodes de dimensionnement de corps de chaussée | | |
|----------------------|--|--|-----------------------|
| | La méthode de CBR | Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves | |
| | ICBR imbibé à 4 jours | ICBR immédiat | ICBR imbibé à 4 jours |
| | 10 | 25 | 10 |
| BB | 6 cm | 6cm | 6 cm |
| GB | 12 cm | 14 cm | 20 cm |
| GNT | 25 cm | 30 cm | 30 cm |



Chapitre IX :
Hydraulique Et
Assainissement

Chapitre IX

HYDRAULIQUE ET ASSAINISSEMENT

IX.1. INTRODUCTION :

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

L'eau est la première ennemie de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.....[01]

IX.2. LES DEGRADATIONS PROVOQUEES PAR LES EAUX:

➤ **Pour les chaussées :**

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).



Affaissement

- Désenrobage.
- Décollement des bords (affouillement des flancs).



Désenrobage.

figure . 01. les dégradations provoquées par les eaux

Pour les talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.



figure . 02. les dégradations provoquées les talus

IX.3. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT[03]

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).

- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

IX.4. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE[01]

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

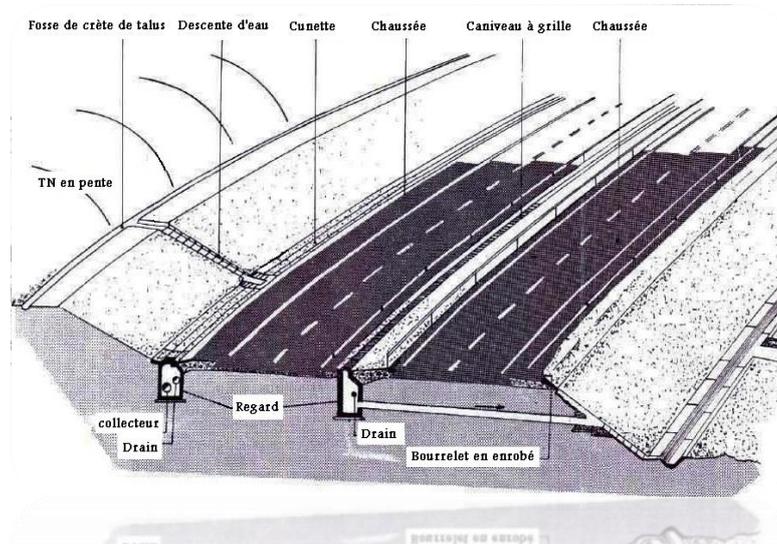


Figure .03. présenté les éléments du assainissement de chaussée

- **Quelle que définition[01]**

➤ **Fossé de pied du 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 et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

➤ **Fossé de crête de déblai :**

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

➤ **Fossé de pied de talus de remblai :**

Le fossé est 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 et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

➤ **Drain :**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant dans son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

➤ **Descentes d'eau :**

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

➤ **Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

➤ **Collecteur principal (canalisation) :**

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

➤ **Chambre de visite (cheminée) :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

➤ **Sacs :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

➤ **Les regards :**

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

IX.5. DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT A PROJETER :

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés, on peut employer la méthode appelée La méthode Rationnelle.....[11] dont nous rappelons très sommairement le principe:

$$Q_a = Q_s$$

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m³/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

Le débit d'apport est calculé en appliquons la méthode Rationnelle :

$$Q_a = K.C.I.A$$

Avec :

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m²).

IX.6. APPLICATION AU PROJET :

Tab -01- application au projet

| N° | Types d'Ouvrages | PK (Km) | Elargissement en (m) | | |
|----|------------------------------------|------------|----------------------|----------------|--------|
| | Ouvrages Existants à prolongée | | Coté Gauche | Coté Droite | Totale |
| 01 | Dalot en maconorré (2.00x3.00) x 2 | 0+250 | 12 | 0 | 12 |
| 02 | Buse Ø1000 | 1+250 | 0 | 12 | 12 |
| 03 | Dalot en maconorré (1.50x1.00) | 2+050 | 0 | 12 | 12 |
| 04 | Dalot en maconorré (1.50x1.50) x 2 | 2+400 | 0 | 12 | 12 |
| 05 | Dalot en maconorré (1.50x1.50) x 2 | 2+775 | 6 | 6 | 12 |
| 06 | Dalot en maconorré (1.00x1.00) | 3+000 | 12 | 0 | 12 |
| 07 | Dalot en béton (1.00x1.00) | 3+125 | 12 | 0 | 12 |
| 08 | Dalot en béton (1.00x1.00) | 3+375 | 12 | 0 | 12 |
| 09 | Dalot en béton (2.00x1.00) | 3+500 | 12 | 0 | 12 |
| 10 | Dalot en béton (2.00x1.00) | 3+800 | 12 | 0 | 12 |
| 11 | Buse Ø1500 | 4+200 | 12 | 0 | 12 |
| 12 | Buse Ø1500 | 4+775 | 0 | 12 | 12 |

SCHEMA ITINERAIRE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN 10

SECTION DE TEBESSA VERS BEKARIA PK 182 AU PK 187

| | |
|-----------------------------|----------------------|
| DU PK 182+270 AU PK 183+294 | COTE GAUCHE |
| DU PK 183+294 AU PK 183+400 | COTE GAUCHE ET DROIT |
| DU PK 183+400 AU PK 185+085 | COTE DROIT |
| DU PK 185+085 AU PK 186+629 | COTE GAUCHE |
| DU PK 186+629 AU PK 186+733 | COTE GAUCHE ET DROIT |
| DU PK 186+733 AU PK 187+320 | COTE DROIT |
| DU PK 187+320 AU PK 187+850 | COTE GAUCHE |
| DU PK 187+850 AU PK 188+070 | COTE GAUCHE ET DROIT |

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and a small blue bird-like figure.

Chapitre X :
Choix De Carrefour

Chapitre X

CHOIX DE CARREFOUR

X.1. INTRODUCTION

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables. L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

X.2. DONNEES ESSENTIELLES POUR L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certains nombre des données essentielles concernant :

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le futur ;
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant ;
- Les vitesses d'approches à vide pratique ;
- Des caractéristiques sections adjacents et des carrefours voisins ;
- Respect de l'homogénéité de tracé ;
- De la surface neutralisée par l'aménagement.

X.3. CHOIX DE L'AMENAGEMENT

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation ;
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours ;
- Objectifs de fonctionnement privilégié pour un type d'usager ;
- Objectifs de la capacité choisis ;
- Objectifs de sécurité.

X.4. LES TYPES DE CARREFOURS

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

➤ **Carrefour à trois branches (en T)**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

➤ **Carrefour à trois branches (en Y)**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

➤ **Carrefour à quatre branches (en croix)**

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

➤ **Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire**

C'est un carrefour plan comportant un îlot central circulaire matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique. Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.....[01]

X.5. PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENTS D'UN CARREFOUR.....[04]

Les cisaillements doivent ce produire sous un angle de 90 ± 20 à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale :

- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires ;
- Regrouper les points d'accès à la route principale ;
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales ;

- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

X.5.1. La visibilité

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

X.5.2. Triangle de visibilité

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit ;
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

X.5.3. Données de base

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires ;
- La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base ;
- Les conditions topographiques.

X.5.4. Les îlots

Les îlots sont aménagés sur les bras du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les voies de circulation.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur et la limite de la chaussée: 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

X.5.5. Ilot directionnel

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1m.

X.5.6. Les couloirs d'entrée et de sortie:

Largeur de couloirs :

- Entrée 4.5 m (accotement dérasé 1.5m).
- Sortie 5.5 m (accotement dérasé 0.5m).

X.6. CHOIX DE TYPE CARREFOUR

Dans notre projet on à un lieu d'intersection se trouve au début de projet (PK 0+000) et fin de projet (pK5+000), on opte pour ce lieu un carrefour giratoire.

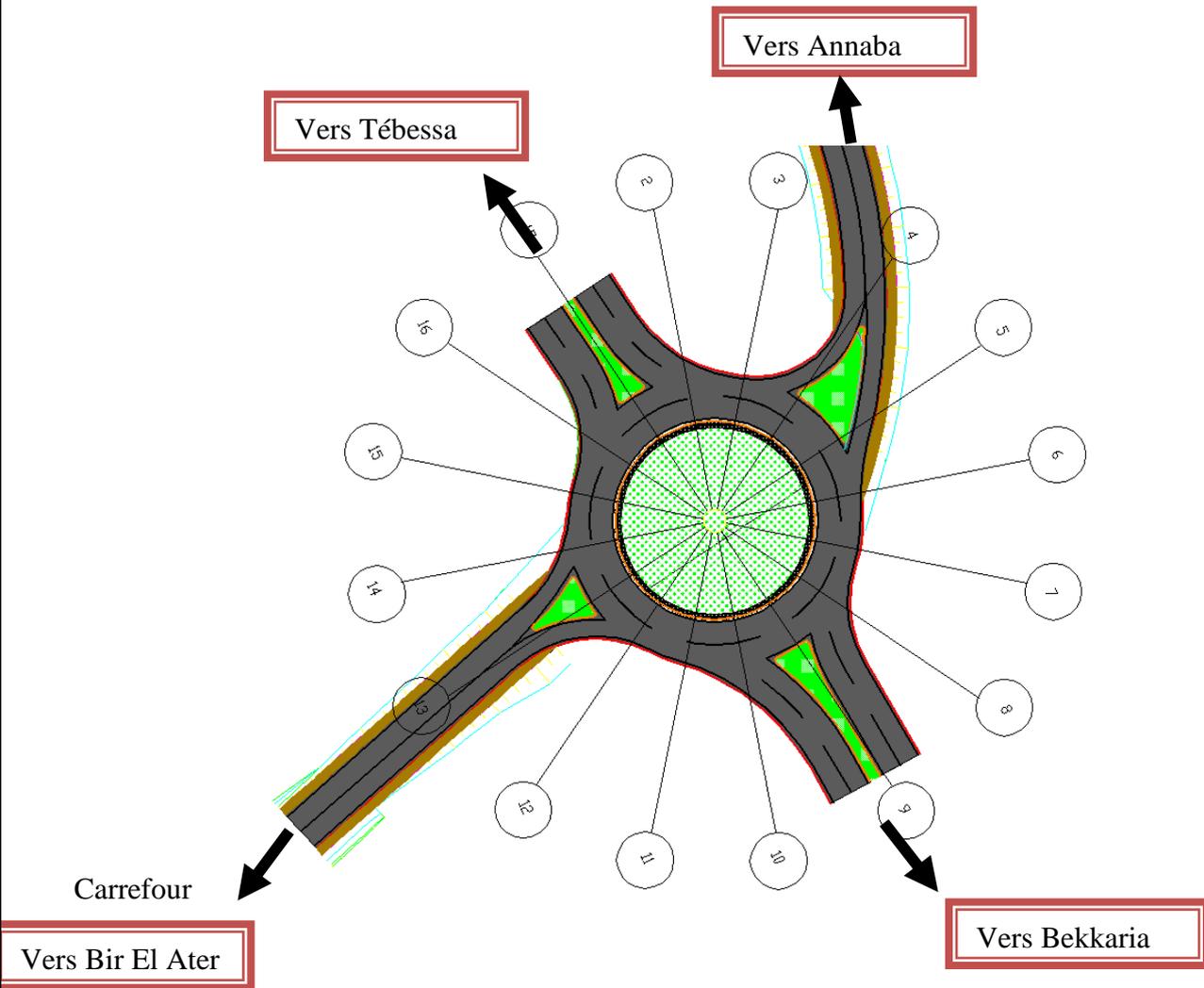


Figure .01.Carrefour RN10/RN16

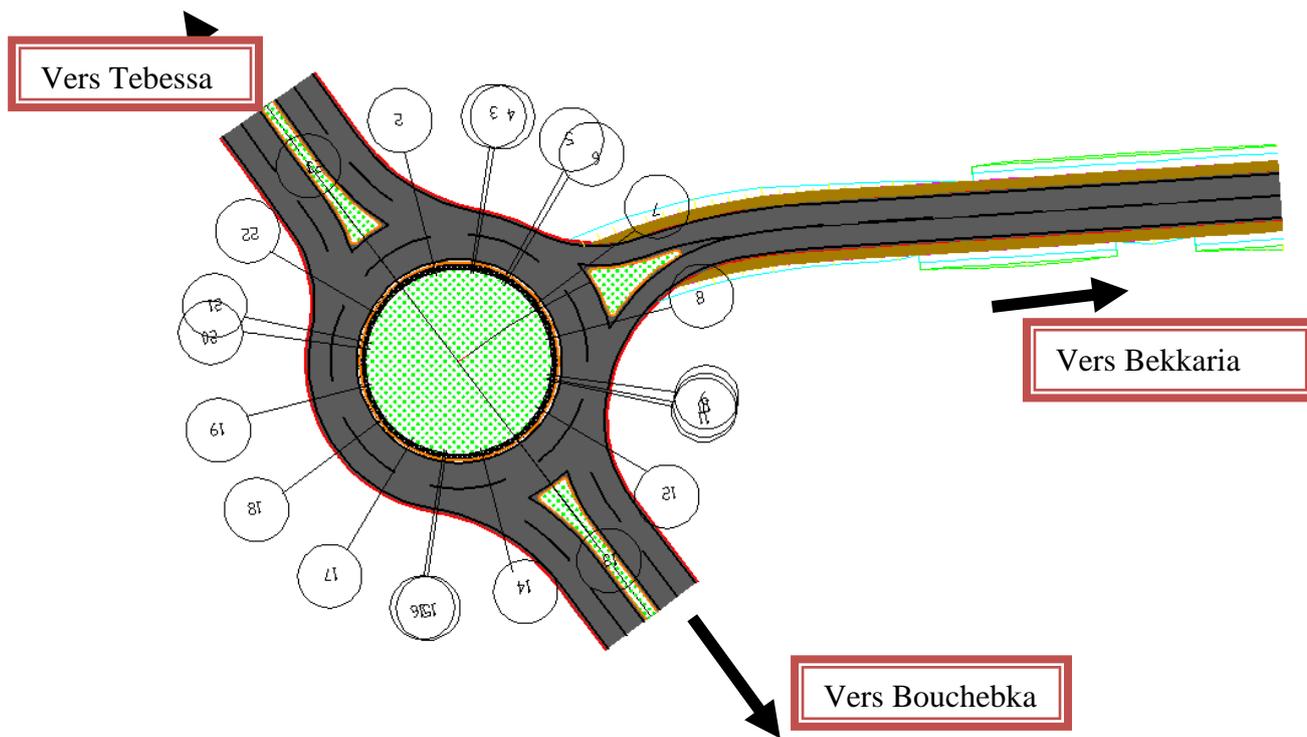


Figure .02. Carrefour RN10/Békkaria



Chapitre XI :
Signalisation Et
Eclairage

Chapitre XI

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

XI.1. SIGNALISATION :

XI.1. a) INTRODUCTION :

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale

XI.1. b) L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :

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.1. c) CATÉGORIES 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.1. d) RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION[12]

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.1. e) TYPES DE SIGNALISATION[13]**➤ 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.

• Signaux de danger :

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

• Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

• 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.

• Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

➤ 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 :

• Marquage longitudinal :

Lignes continue : Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

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 les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.
- lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.
- ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la longueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Modulation des lignes discontinues : elles sont basées sur une longueur périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Tab-01- caractéristiques données

| Type de modulation | Longueur du trait (m) | Intervalle entre deux traits successifs (m) | Rapport Plein/Vide |
|--------------------|-----------------------|---|--------------------|
| T1 T'1 | 3 1.5 | 10 5 | ~ 1/3 |
| T2 T'2 | 3 0.5 | 3.5 0.5 | ~1 |
| T3 T'3 | 3 20 | 1.33 6 | ~3 |

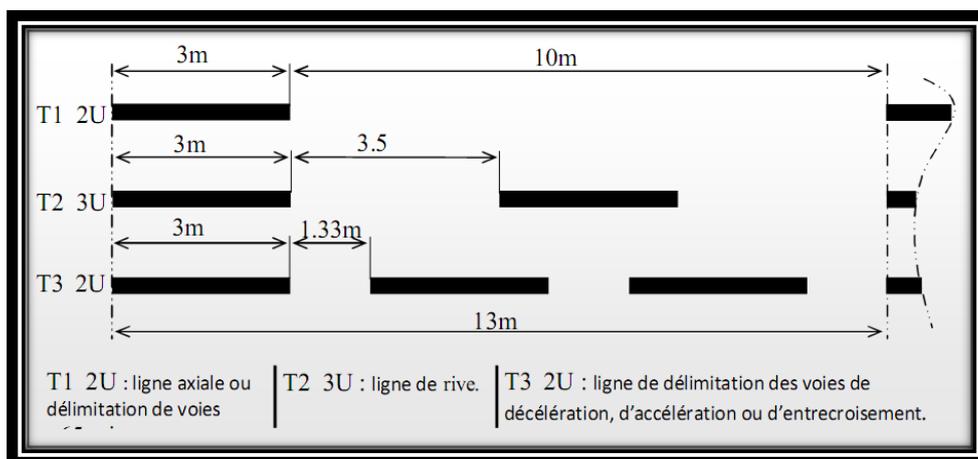


Figure -01- représente un marquage longitudinal des lignes discontinues

➤ **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.

➤ **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.

➤ **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U=6cm sur les routes et voies urbaines.

U=5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5cm.

XI.1. F) APPLICATION AU PROJET :

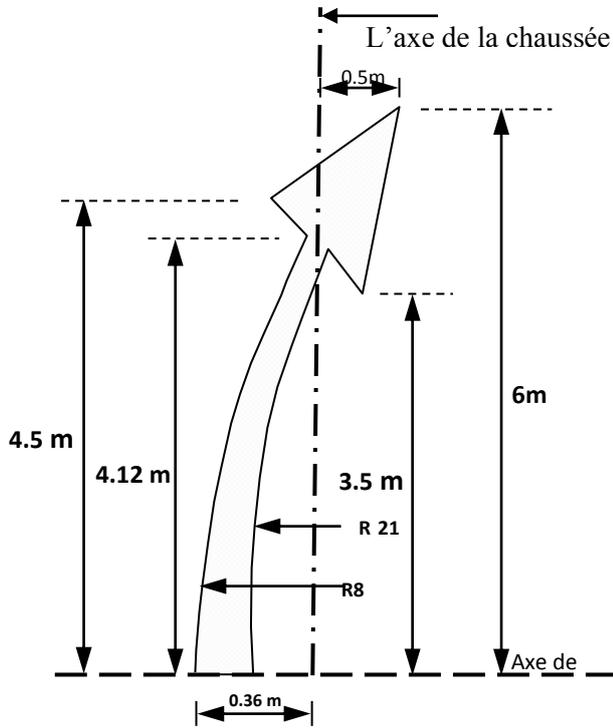
Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E14, E15).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

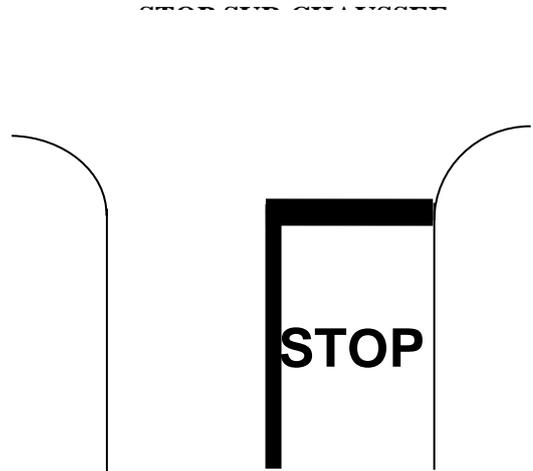
Exemple :

➤ **Signalisation Horizontale :**

FLECHE DE RABATTEMENT



SCHEMA DE SIGNALISATION

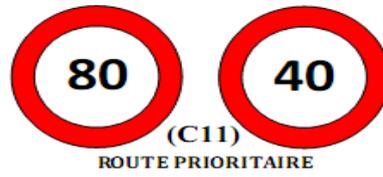
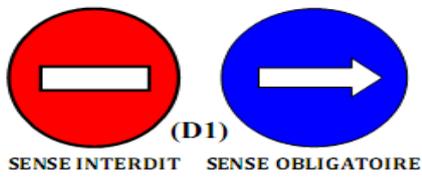


Lignes discontinus

Lignes continus



➤ **Signalisation Verticale :**



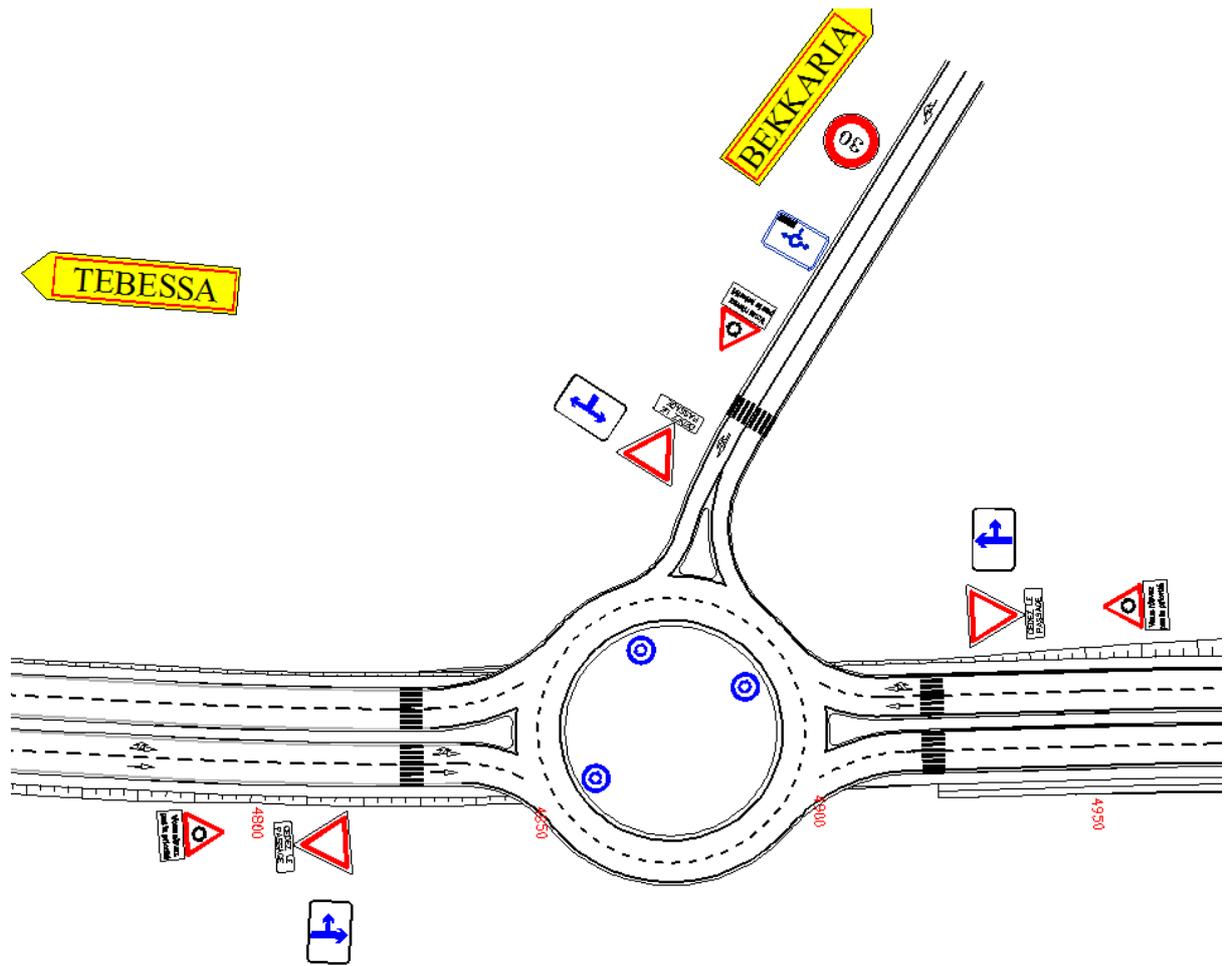


Figure -02- signalisation des carrefours

XI.2. ECLAIRAGE :**XI.2. A) INTRODUCTION :**

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 de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

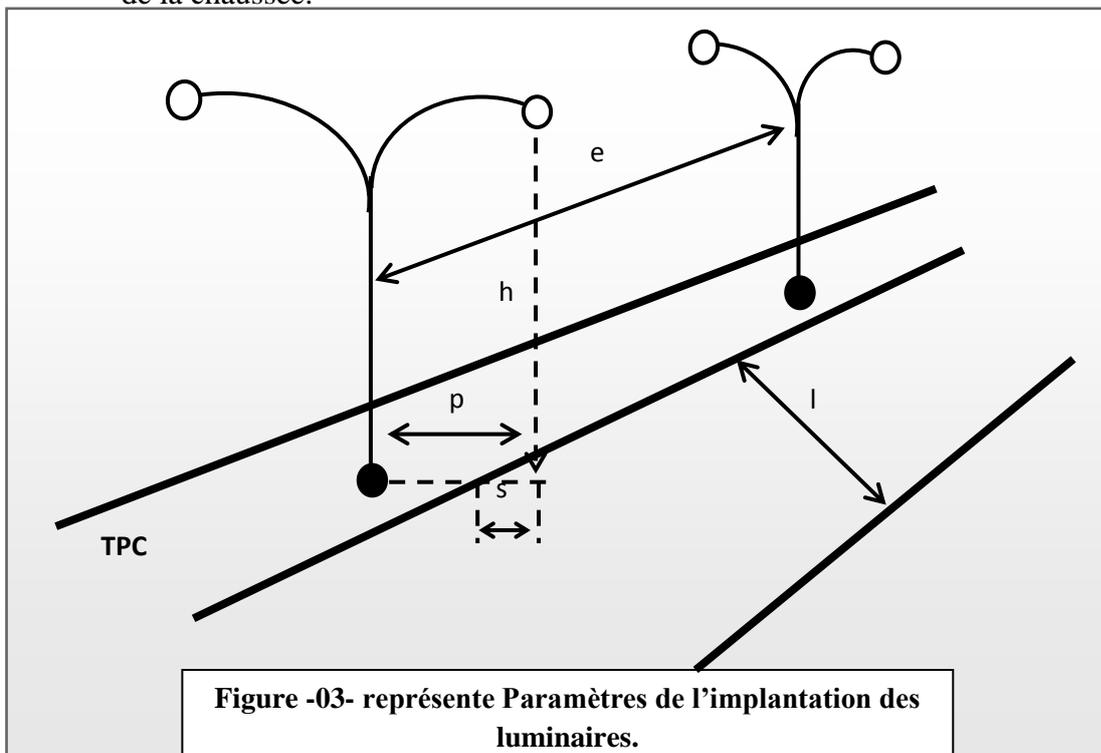
XI.2. B) CATÉGORIES D'ÉCLAIRAGE :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

XI.2. C) PARAMÈTRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le 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.



XI.2. D) APPLICATION AU PROJET :

Pour le système d'éclairage adopté à notre projet, uniquement certains points particuliers seront traités par un éclairage composé par des lampadaires disposés selon un espacement des supports variant entre 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route (la voie express).

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and a small blue bird-like figure.

Chapitre XII :
Impact Sur
L'environnement

Chapitre XII

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

X II.1. Introduction

Le progrès technologique n'est pas une fin en soi quand la qualité de vie du citoyen est menacée, il est certain que les effets des activités humaines sur les principales composantes du milieu naturel conduisent fréquemment à la rupture d'équilibre. La multitude des actions nocives de la société humaine sur les divers écosystèmes a atteint à notre siècle une ampleur inquiétante qui nous dicte une nécessité impérative de repenser l'interaction homme - nature.

X II.2. Objectifs et utilités d'une étude d'impact sur l'environnement

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.

Elle a pour objectifs :

- assurer l'intégration des contraintes et des opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure;
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage;
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.
- Les mesures envisagées pour réduire, compenser les conséquences dommageables du projet.

X II.3. Description du projet :

Le projet de dédoublement de **la RN10** fait partie du programme de développement du réseau routier de la wilaya de **Tébessa**, entre la limite de la wilaya d'Oum el Bouaghi et la frontière Algéro-Tunisienne, cette voie express fait l'intersection avec les points suivants :

- L'intersection de la RN°10 avec la CW 83 menant vers Morsott.
- L'intersection de la RN°10 avec la RN 83 menant vers Hammamet.
- L'intersection de la RN°10 avec la RN 16 menant vers El Ma Labiodh.

Notre projet de fin d'étude est situé entre le carrefour RN10 /RN16 et la ville de Bekkaria sur 05 kms.

X II.4. Analyse de l'état initial :

La caractérisation environnementale de la situation actuelle est élaborée sur la base d'un certain nombre d'informations recueillis auprès de diverses administrations centrales, régionales et locales, complétées par des investigations sur terrain.

Ces informations concernent les différents aspects du projet qui peuvent avoir des incidences potentielles sur l'environnement.

Milieu physique :

Relief : Globalement le tronçon longe un couloir pratiquement plat tout au long du parcours.

La climatologie : Dans son ensemble la wilaya de tebessa est caractérisée par un climat sec, avec une précipitation moyenne annuelle et une température maximale annuelle de 34°C et minimale annuelle de 10.73°C.

La géologie et la pédologie : Les terrains traversés sont Limon sableux, limon peu argileux, limon argileux.

Milieu Biologique : La couverture végétale naturelle est inexistante dans la zone traversée par la nouvelle chaussée

Les impacts positifs du projet :

La réalisation de la nouvelle voie express de la wilaya de tebessa, emmènera à la wilaya Tebessa un développement sur le plan sécuritaire, économique, et touristique. Les conséquences positives de cette voie sont:

- Le développement du réseau routier de la wilaya Tebessa.
- Une réponse aux besoins de confort, et de la sécurité dans le déplacement.
- Une contribution au développement touristique de la wilaya Tebessa.
- Le développement et la croissance économiques des régions traversées par le projet.

Les impacts négatifs du projet :

➤ **Impacts sur le milieu physique :**

· La pollution atmosphérique ;

➤ **Impacts sur le cadre humain :**

· Une perturbation temporaire des habitudes de vie des résidents à proximité du tracé ;

- Pour la santé publique et la sécurité, on a un risque d'accidents routiers engendrés par la circulation de la machinerie pendant la phase de construction, et par les véhicules pendant la phase d'exploitation

Pour le niveau sonore, les propriétés qui se trouvent aux bords de 100 m de la route sont touchées par le bruit qui dépend du trafic ;

- Modification des réseaux de distribution d'eau potable, des eaux usées, de distribution d'électricité et de gaz, de service téléphonique.

- Une perturbation momentanée de l'environnement par les poussières, bruit, ainsi qu'une dégradation de la chaussée du réseau existant dû à la circulation de la machinerie ;

X II.5. Les mesures prises pour minimiser les impacts :

Il est important de définir de manière détaillée et opérationnelle les mesures qui seront

Prises pour prévenir, atténuer ou réparer les conséquences dommageables du projet sur l'environnement.

Les mesures que ces impacts sont susceptibles d'entraîner sont résumées dans le tableau suivant :

| Impacts | Mesures |
|---------------------------------|---|
| Eaux superficielles | Etanchéifiassions des fossés Etanchéifiassions de la plate forme Construction de bassins de traitement des eaux de chaussée |
| Eaux souterraines | Etanchéifiassions de la plate forme Construction de bassin de traitement des eaux de chaussée |
| Sécurité | Rétablissement des cheminements Installation des clôtures Construction des chemins |
| Bruit | Butte antibruit |
| Patrimoine naturel | Installation de clôture de limitation de chantier Rétablissement des cheminements de la faune |
| Patrimoine archéologique | Périmètre de protection |
| Forêt | Reboisements |
| Agriculture | Rétablissement des réseaux d'irrigation ou de drainage |
| Paysage | Plantation des abords et aménagements esthétiques Traitement architectural des ouvrages d'art. |

X II.6. Conclusion:

L'implantation de la nouvelle voie expresse de la willaya de tebessa, est entreprise dans le but de renforcer et d'améliorer le réseau routier de la wilaya de Tebessa.

La réalisation de cette nouvelle voie expresse, engendre des effets préjudiciables sur le milieu naturel pendant la phase de chantier et durant son exploitation mais ils restent minimes par rapport aux avantages qu'elle va offrir.



Chapitre XIII :
Devis Quantitatif
Et Estimatif

Chapitre XIII**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

| N° | désignation | unité | P.U.en DA | quantité | montant |
|---|--|----------------|--------------|----------|----------------------|
| SECTION 1 : INSTALLATION DU CHANTIER : | | | | | |
| 1.01 | Forfait d'amener du matériel et d'installation y compris base vie et installation. | forfait | 4% | / | 6 358 188,40 |
| 1.02 | Forfait de repli du matériel et des installations de chantier. | forfait | 2% | / | 3 178 094,20 |
| SOUS TOTAL 1 : | | | | | 9 536 282,60 |
| SECTION 2: TERRASSEMENT : | | | | | |
| 2.01 | Décapage de terre végétale (e = 20 cm à 30 cm) | m ³ | 300 | 20047.50 | 6014250,00 |
| 2.02.01 | Déblais en terrain meubles mis en remblais | m ³ | 400 | 9568.30 | 3827320,00 |
| 2.02.02 | Remblais en provenance d'emprunt | m ³ | 600 | 66990.40 | 40194240,00 |
| SOUS TOTAL 2: | | | | | 50 035 810,00 |
| SECTION 3: CHAUSSEE : | | | | | |
| 3.01 | Couche de fondation en GNT | m ³ | 1800 | 10000 | 18000000,00 |
| 3.02 | Couche de base en GB. | T | 5000 | 11080 | 55400000,00 |
| 3.03 | Couche d'imprégnation 1.2 à 1.6Kg/m ² | T | 120 | 40000 | 4800000,00 |
| 3.04 | Couche d'accrochage 0.3Kg/m ² | T | 150 | 40000 | 6000000,00 |
| 3.05 | Couche de roulement en BB. | T | 5500 | 5358 | 2946900,00 |
| 3.06 | Matériaux sélectionnés pour accotement. | m ³ | 1200 | 4300 | 5160000,00 |
| SOUS TOTAL 3: | | | | | 92 306 900,00 |
| SECTION 4: ASSAINISSEMENT : | | | | | |
| 4.01 | Fossé en terre. | ml | 100 | 1500 | 150 000,00 |
| 4.02 | Ouvrage hydraulique | | | | |
| | Ouvrage busé | ml | 36 | 42000 | 1 512 000,00 |
| | Dalots | m ³ | 320 | 45000 | 14 400 000,00 |
| SOUS TOTAL 4: | | | | | 16 062 000,00 |
| SECTION 5: SIGNALISATION : | | | | | |
| 5.01 | Signalisation horizontale. | M ² | 200 | 1500 | 300000 |
| 5.02 | Signalisation verticale. | U | 5000 | 40 | 200000 |
| SOUS TOTAL 5: | | | | | 500 000,00 |
| SECTION 6: DIVERS : | | | | | |
| 6.01 | Autres équipements routiers. | forfait | 2% | / | 3 178 094,20 |
| SOUS TOTAL 6: | | | | | 3 178 094,20 |

| SECTION | DESIGNATION | PRIX TOTAL (DA) |
|------------------|---------------------------------|------------------------|
| section 1 | installation du chantier | 9 536 282,60 |
| section 2 | terrassment | 50 035 810,00 |
| section 3 | chaussée | 92 306 900,00 |
| section 4 | assainissement | 16 062 000,00 |
| section 5 | signalisation | 500 000 |
| section 6 | divers | 3 178 094,20 |

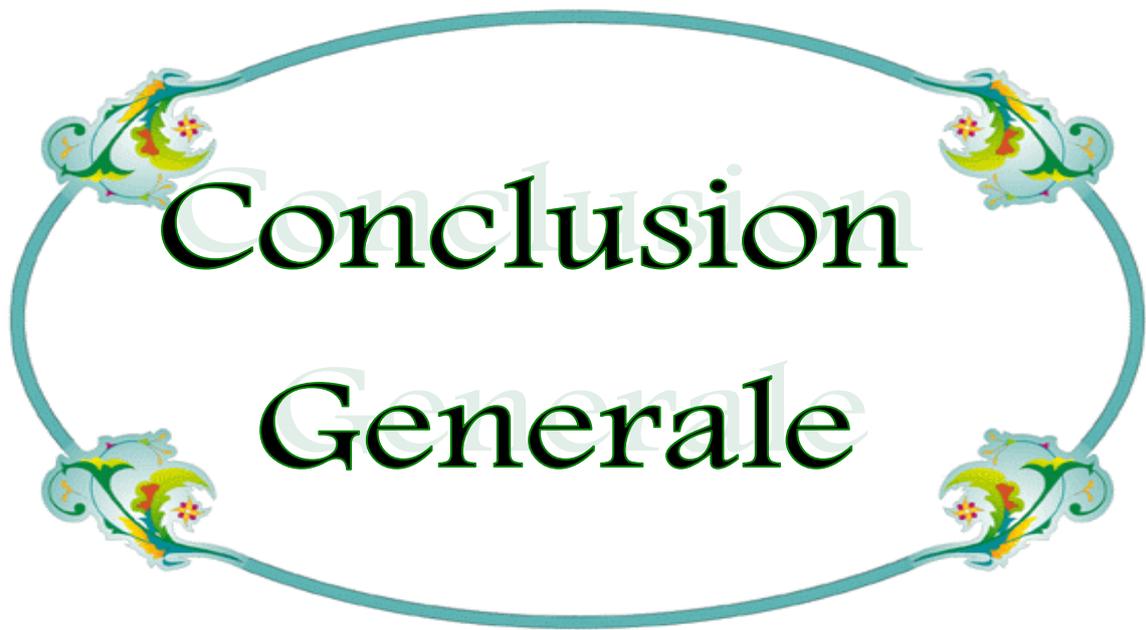
TOTAL(1)=171 619 086,80 DA (HT)

TVA 19%(2)=32 607 626,49 DA

TOTAL TTC= (1) + (2)=204 226 713,29 DA

Arrêté le présent devis quantitatif et estimatif à la somme :

Deux cent quatre million deux cent vingt six mille sept cent treize DA et vingt neufcentime.

A decorative oval frame with a light blue border and four ornate floral motifs at the corners. The motifs feature green leaves, yellow and red flowers, and blue scrollwork.

Conclusion
Generale

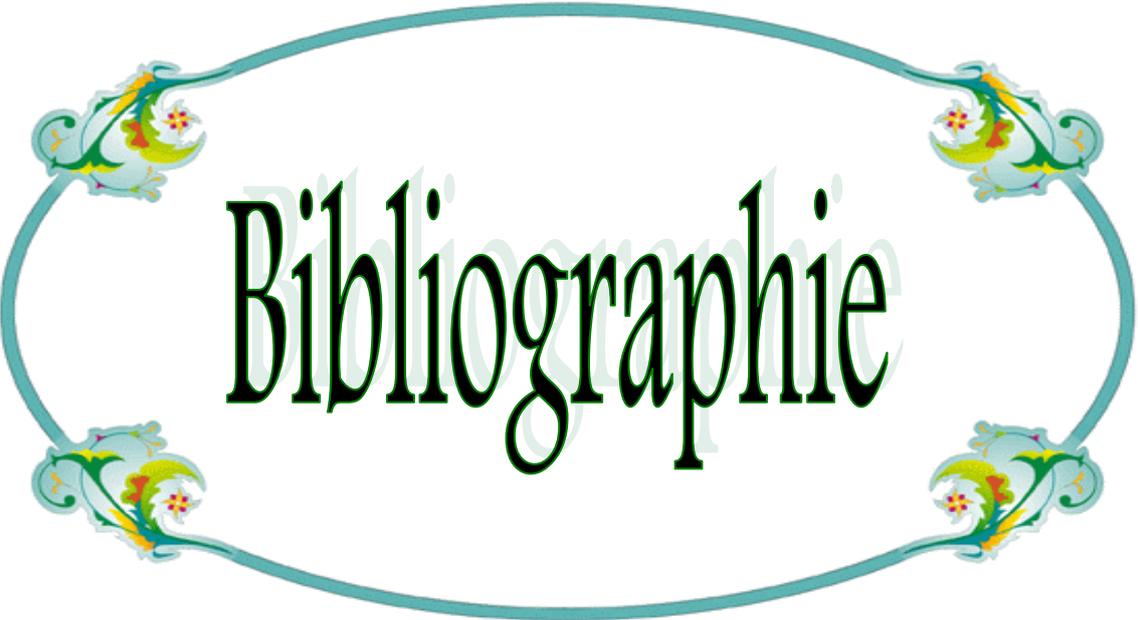
CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude est considéré pour nous comme une première expérience de projet réel à réaliser. Au cours de ce travail, nous avons apprécié l'importance des discours théoriques que nous avons étudiés lors de notre cursus universitaire à l'université LARBI Tébessi de Tébessa dans la filière travaux publics option voies et ouvrages d'art, notamment les routes et le respect des normes usuelles de conception.

Ce projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. L'étude de dédoublement du tronçon de la RN 10 entre le carrefour RN10/RN16 et la ville de Békkaria, rentre dans le même programme d'aménagement des infrastructures. Cette route est considérée comme une grande infrastructure contribuant au développement de l'économie de cette région.

En outre, le stage effectué lors de cette dernière année d'étude nous a été bénéfique où nous avons développé nos connaissances, et aussi c'était une occasion d'approfondir et d'enrichir notre maîtrise des logiciels de conception de route à savoir, Alize, Covadis et Autocad.

Ce projet nous a permis d'enrichir le savoir de déceler et de trouver des solutions aux problèmes rencontrés lors de l'établissement de notre projet. Nous souhaitons que les travaux que nous avons accomplis constituent un premier pas vers la vie professionnelle.



Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

- [01] **NINOUH T.** Cours de routes université de Tébessa, 2018
- [02] **B40.** Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes], ministère des travaux publics 1977, Algérie
- [03] **DTP TEBESSA.** Le service spécialisé de la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Tébessa
- [04] **ICTAAL.** Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison 1971-1985-France 2000
- [05] **LOGICIEL PISTE.** Conception d'infrastructures linéaires, SETRA France
- [06] **SIS.** Laboratoire d'analyses et d'études géotechniques, Sétif
- [07] **SETIA.** Le bureau d'études des infrastructures, Annaba
- [08] **MTP.** Réglementation Technique
- [09] **ALIZE.** Logiciel de dimensionnement des chaussées neuves, LCPC-SETRA, France
- [10] **catalogue de dimensionnement des chaussées neuves« CTTT ».**Catalogue du ministère de dimensionnement des chaussées neuves 1992
- [11] **ARP.** Aménagement de routes principales, Guide technique, France
- [12] **SIGNALISATION ROUTIERE.** Signalisation routière du 15 juillet 1974 (NA 6305.NA16308.NA16310)
- Site Internet :** WWW.WIKIPEDEA.COM
- Outils informatiques :** Logiciel autopiste et Auto CAD 2015

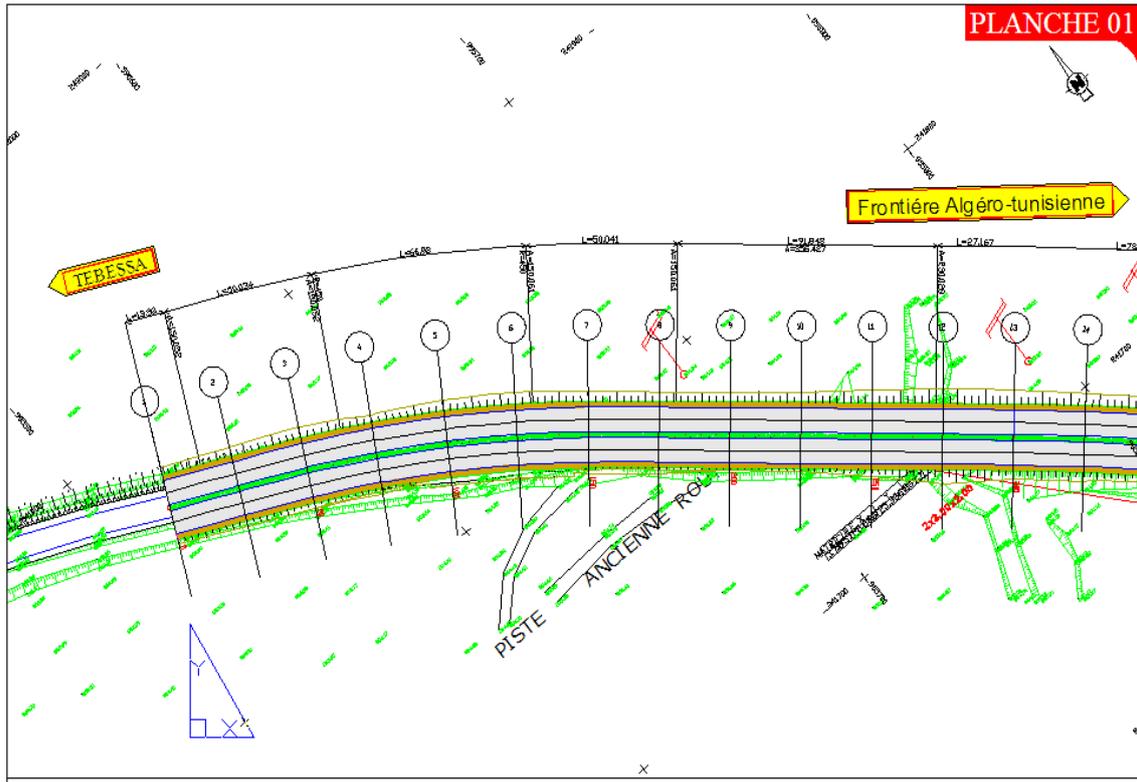


Figure.04. Tracé étudié du PK0+000 au Pk0+325

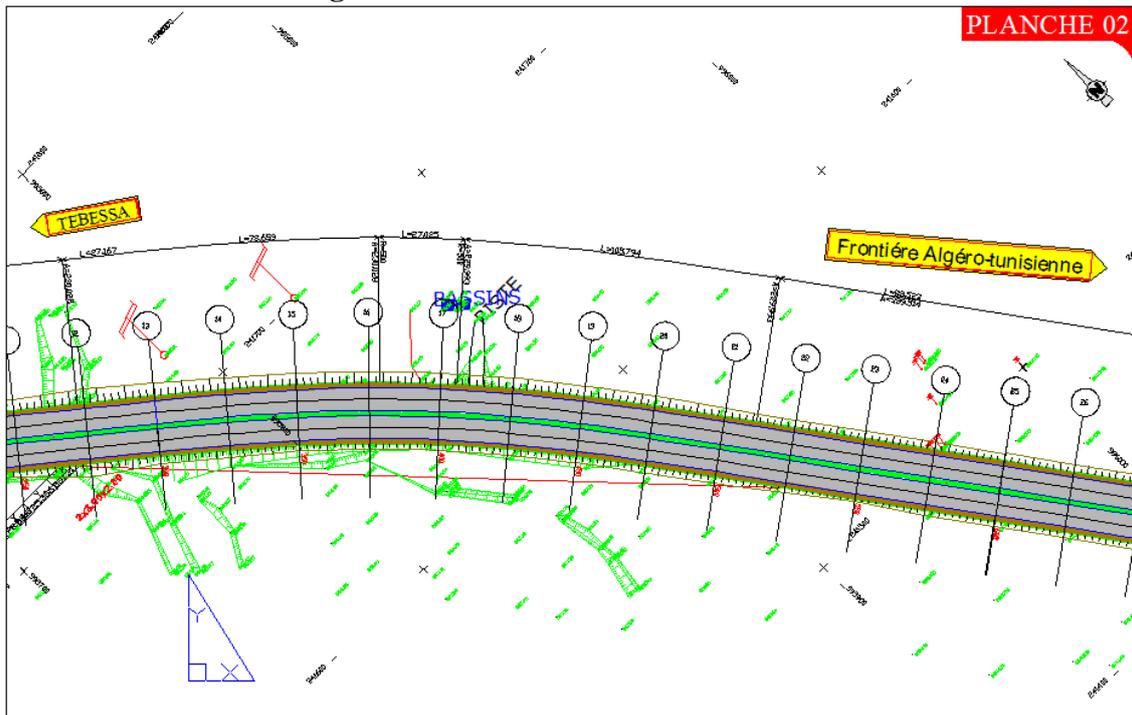


Figure.05. Tracé étudié du PK0+325 au Pk0+625

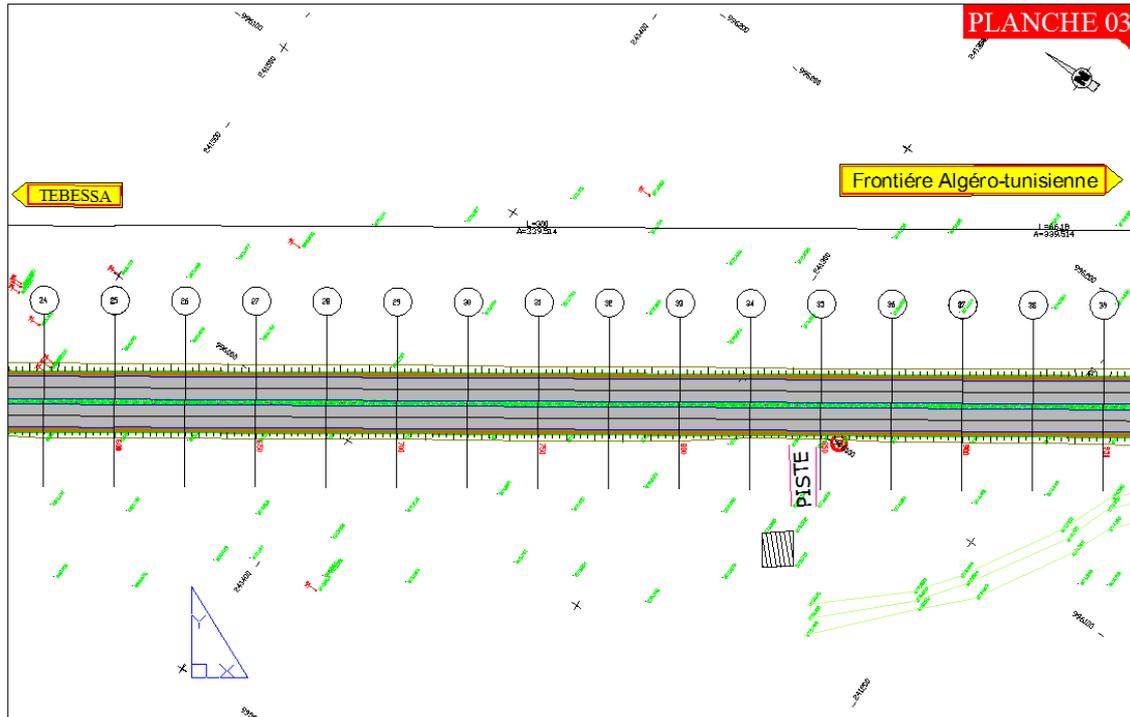


Figure.06.Tracé étudié du PK0+625 au Pk0+950

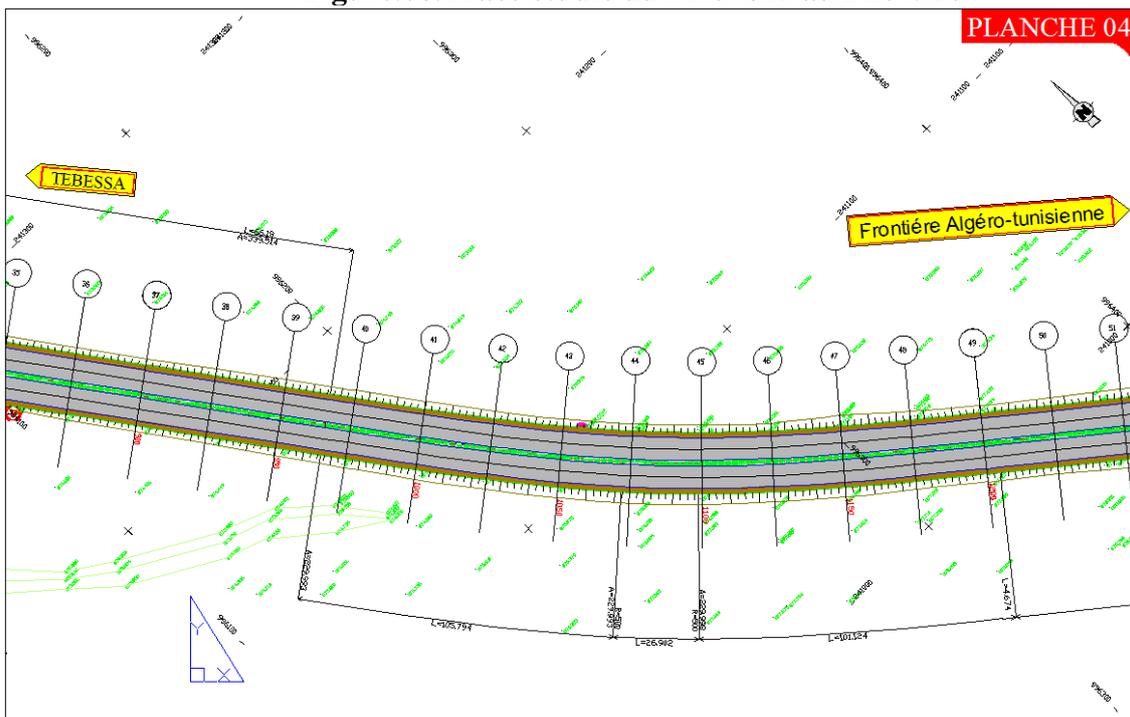


Figure.07.Tracé étudié du PK0+950 au Pk1+250

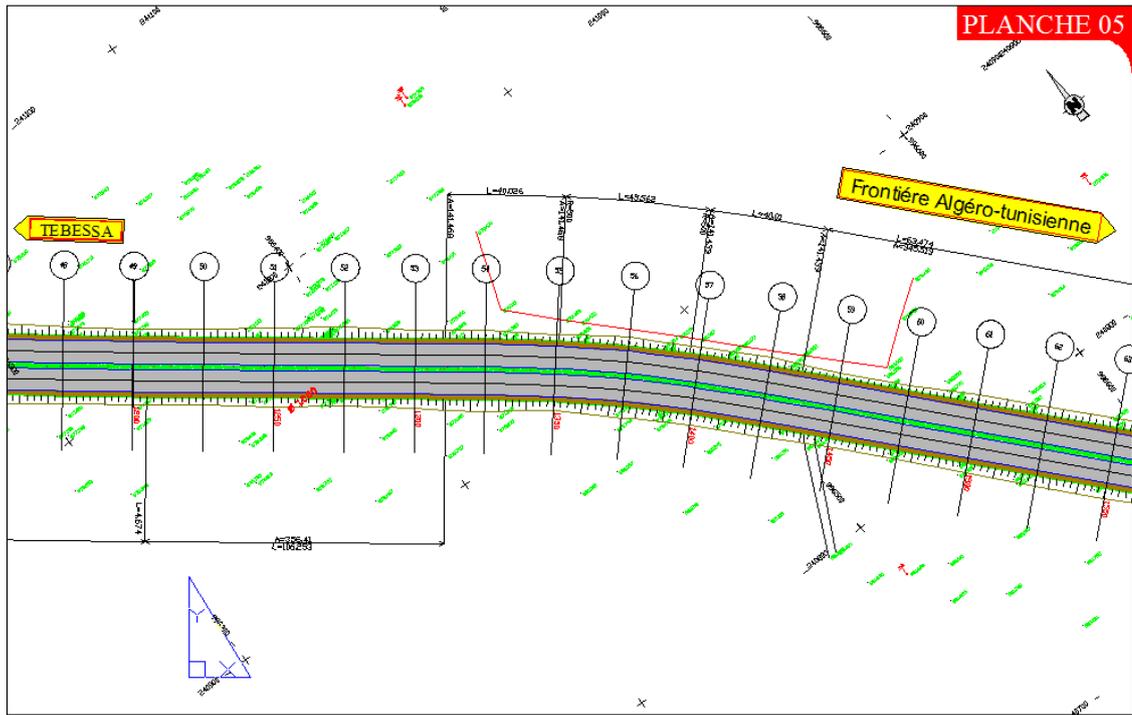


Figure.08.Tracé étudié du PK1+250 au Pk1+550

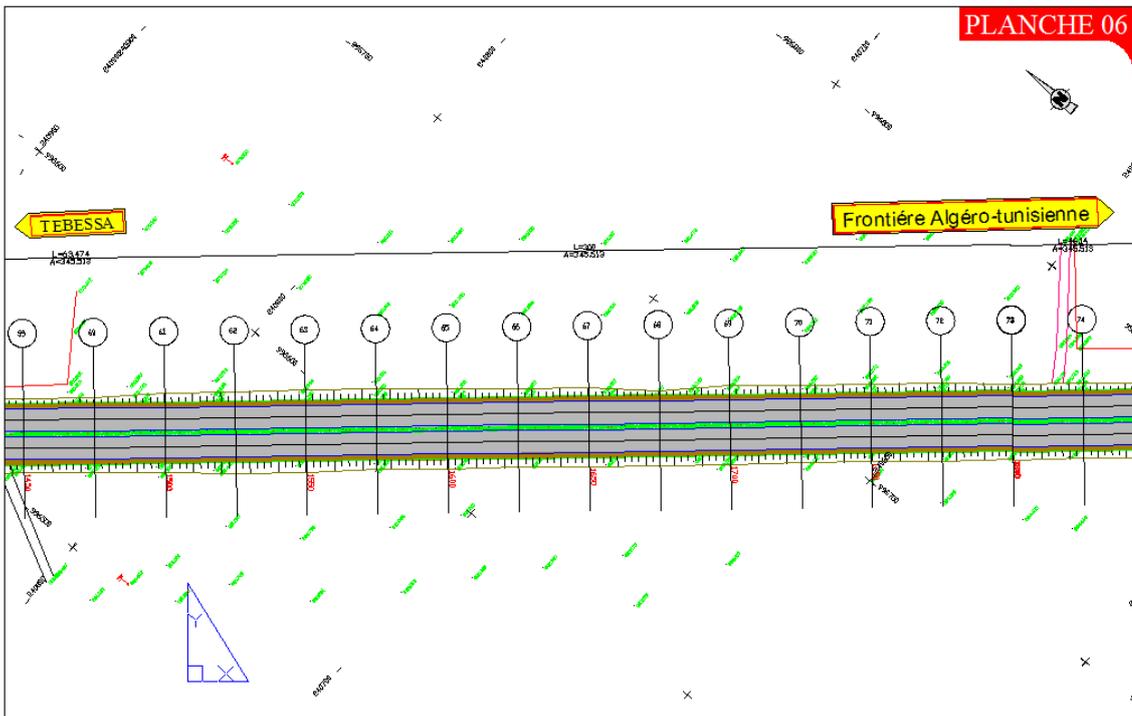


Figure.09.Tracé étudié du PK1+550 au Pk1+850

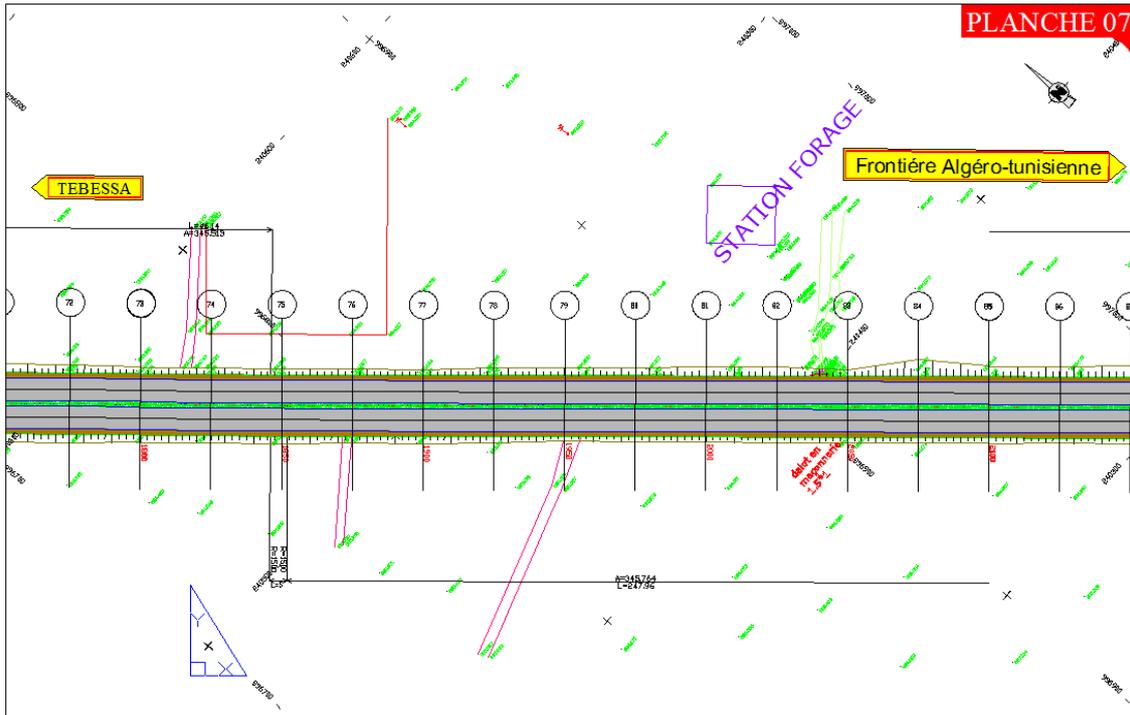


Figure.10.Tracé étudié du PK1+850 au Pk2+125

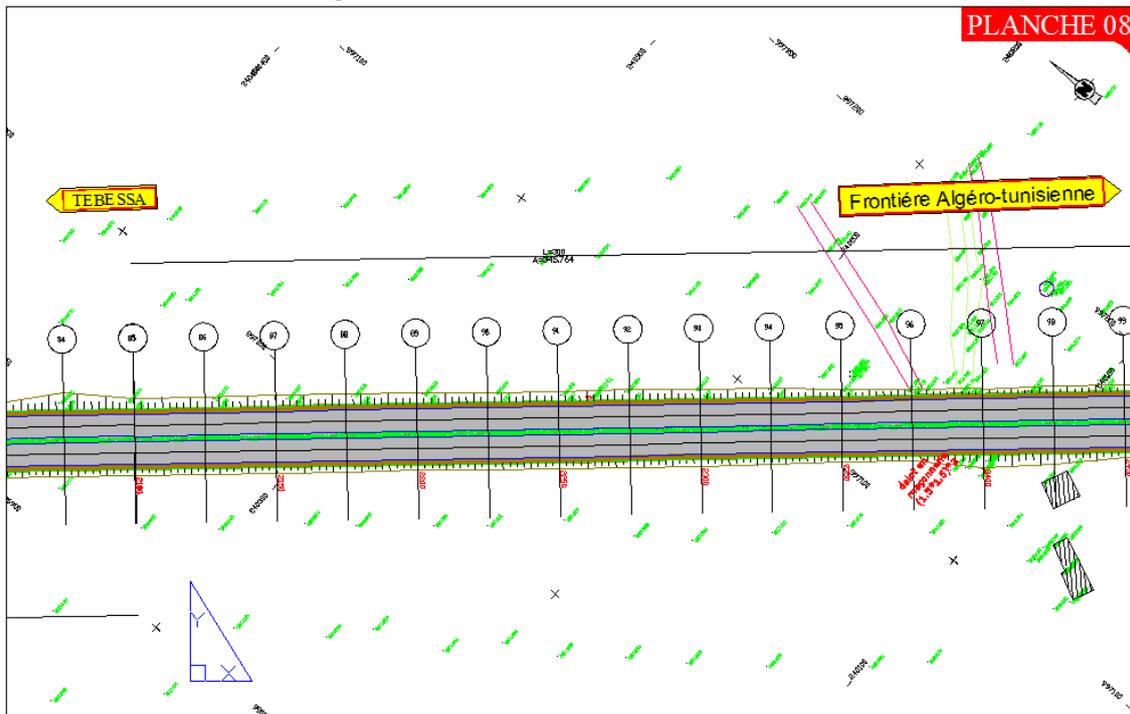


Figure.11.Tracé étudié du PK2+125 au Pk2+425

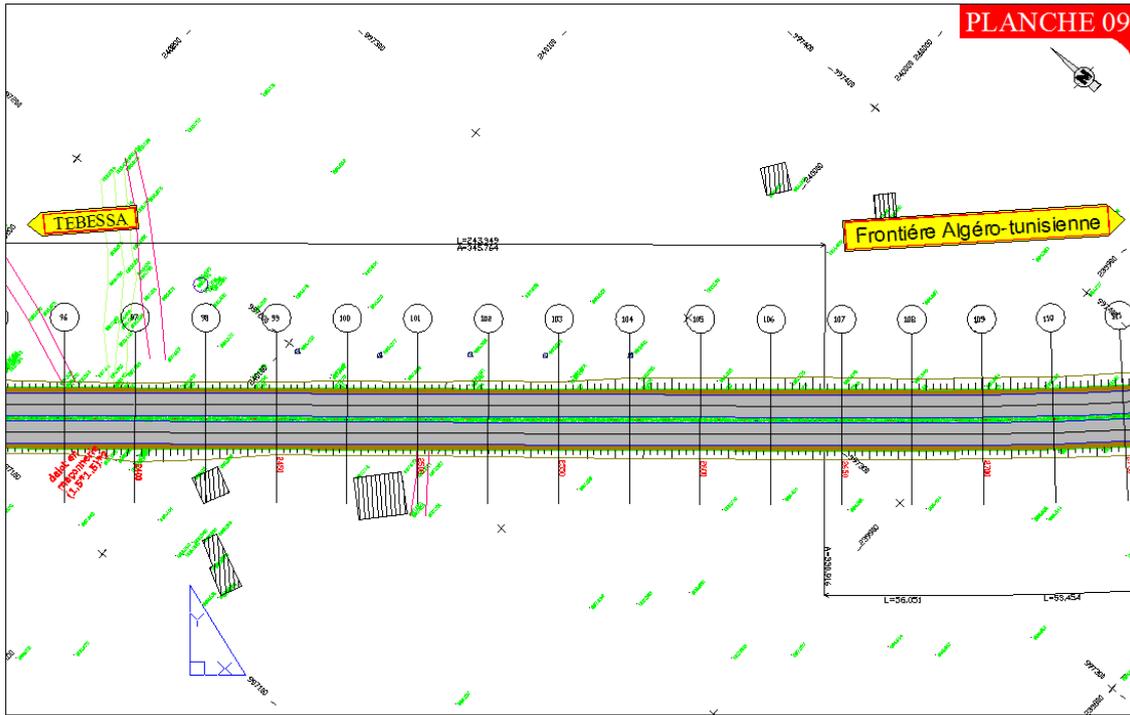


Figure.12.Tracé étudié du PK2+425 au Pk2+725

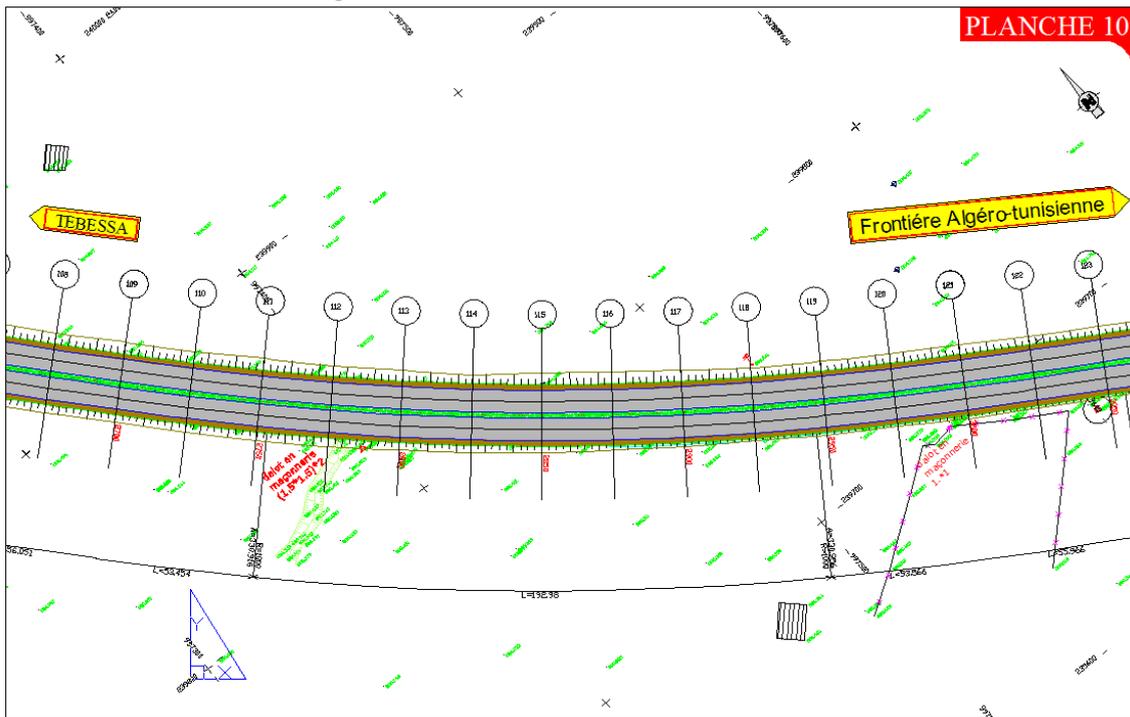


Figure.13.Tracé étudié du PK2+725 au Pk3+050

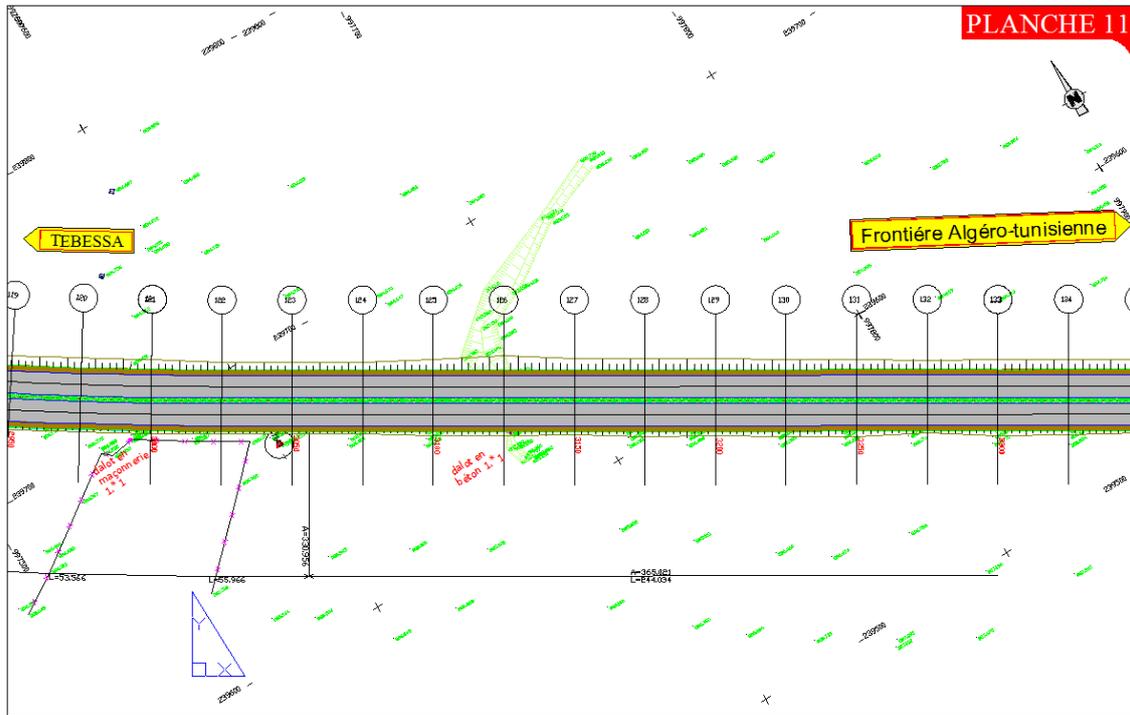


Figure.14. Tracé étudié du PK3+050 au Pk3+355

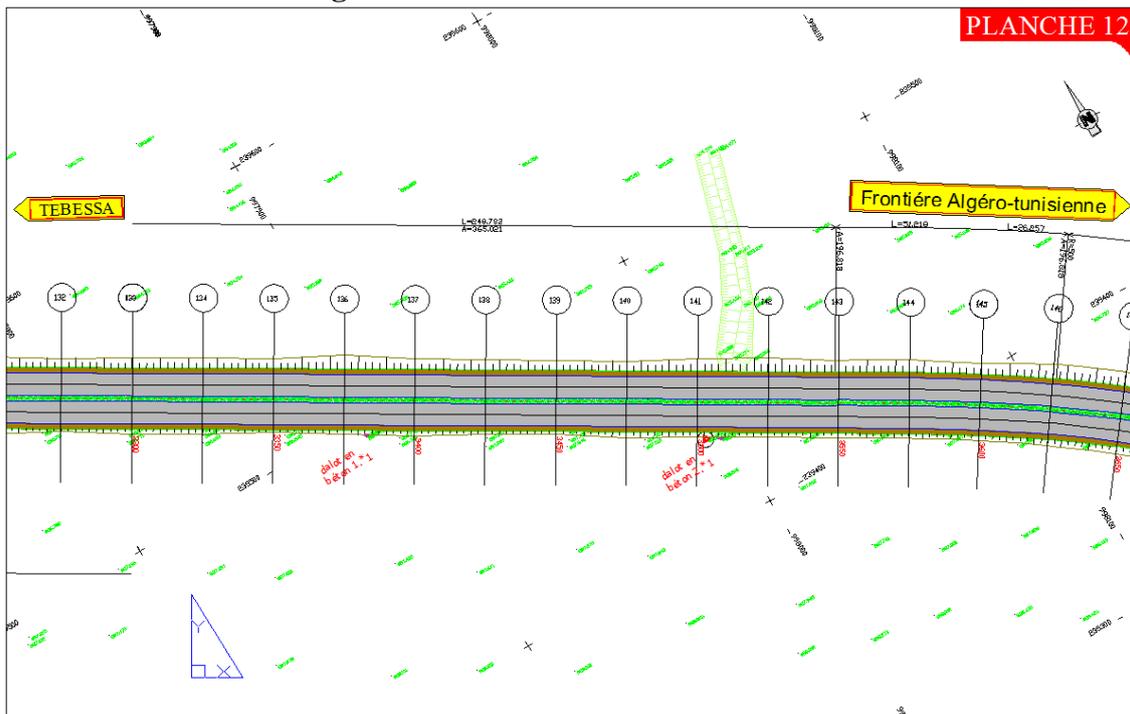


Figure.15. Tracé étudié du PK3+355 au Pk3+675

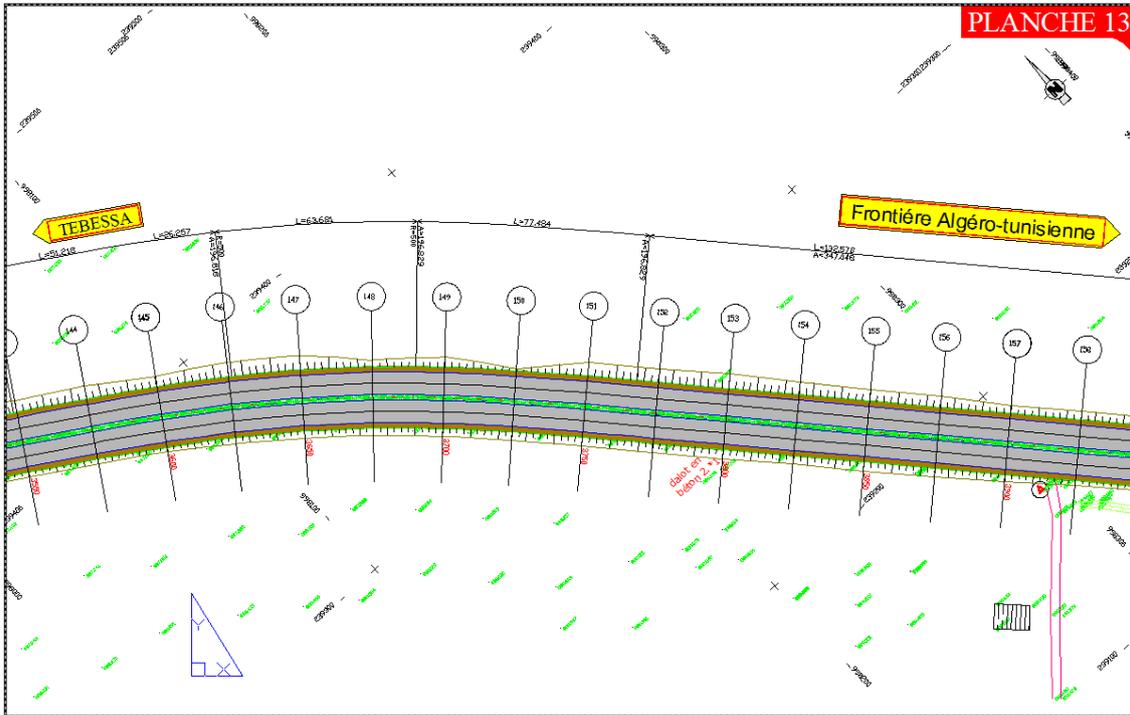


Figure.16.Tracé étudié du PK3+675 au Pk3+900

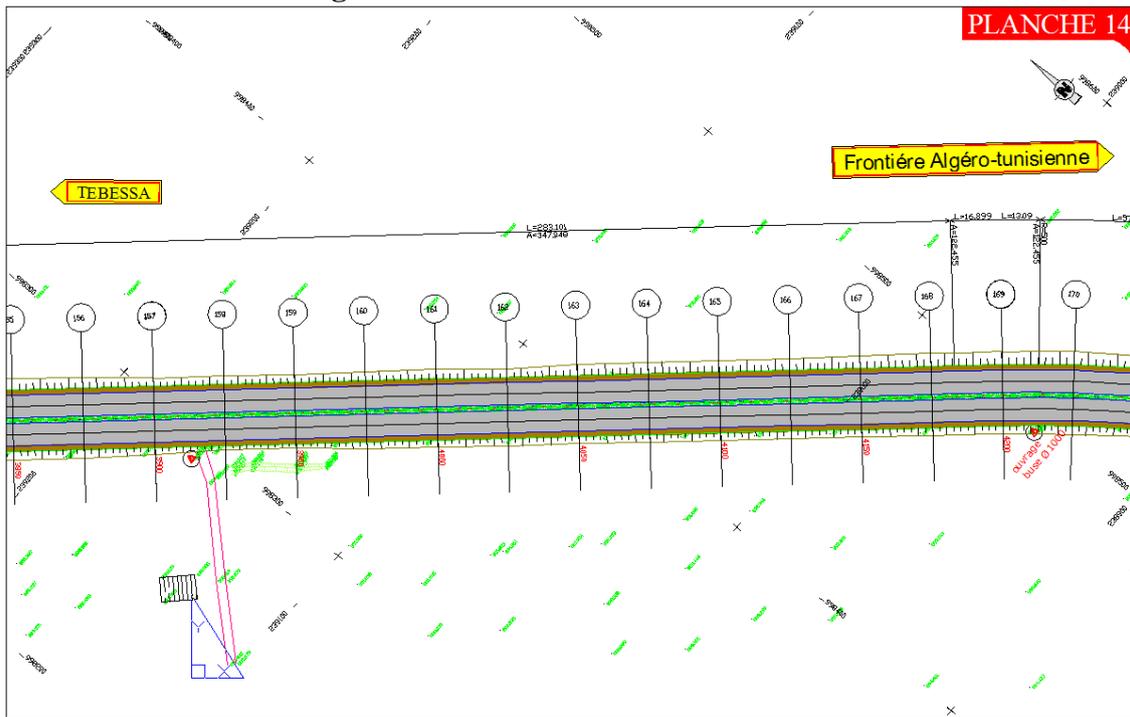


Figure.17.Tracé étudié du PK3+900 au Pk4+200

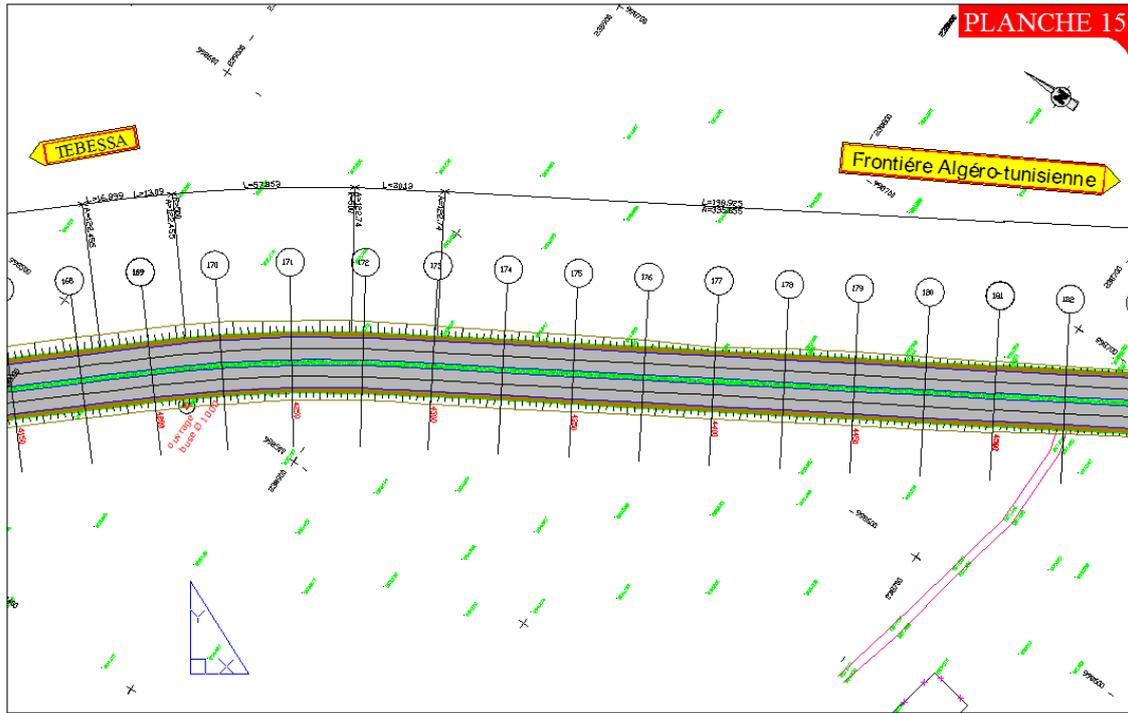


Figure.18.Tracé étudié du PK4+200 au Pk4+500

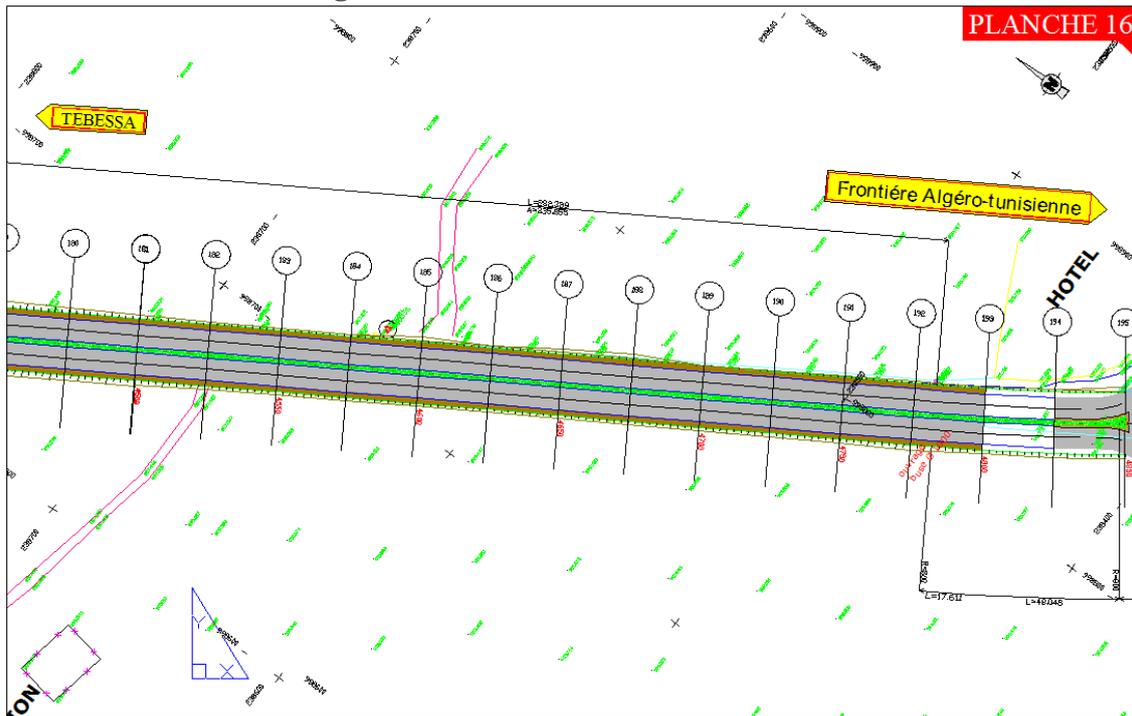


Figure.19.Tracé étudié du PK4+500 au Pk4+800

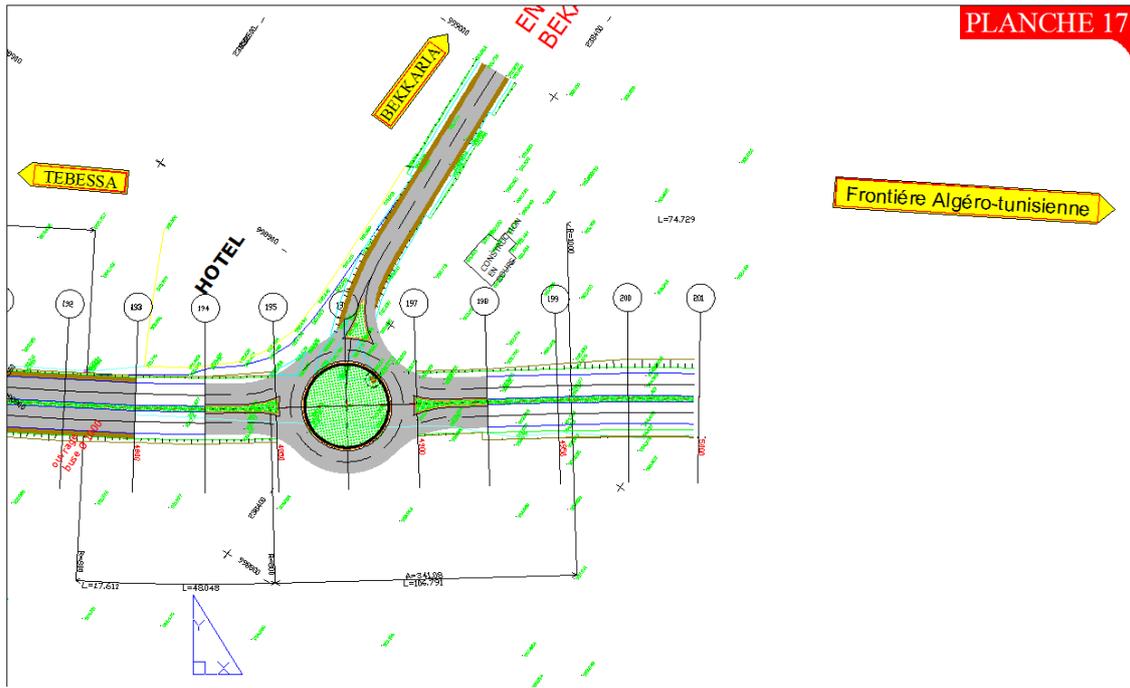


Figure.20. Tracé étudié du PK4+800 au Pk5+000