

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE

Spécialité : Génie Civil

Option : Etude et Contrôle des Bâtiments et Routes (ECBR)

Mémoire De FIN D'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master Professionnel

Thème :

**ETUDE D'UN TRANCON ROUTIER DE LA
RN 51 MENIA - OUARGLA
(Du PK 142+000 AU PK 152+000) sur 10 Km**

Présenté par :

➤ **SOULEM DJAMEL**

Soutenu Publiquement Devant Le Jury :

Mr. BENTATA AISSA	M.A.A UKM Ouargla	Président
Mr. SAADAOUI SALAH	Directeur D'ALTRO	Examineur
Mr. ABIMOULOUD Y	M.C.B U.K.M.Ouargla	Encadreur
Mr. MEKECHTI S	ING. DTP Ghardaïa	Co-Encadreur

Promotion 2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Dédicace

Je dédie ce mémoire A mes chers parents ma mère et mon père et ma femme et mes enfants Djihane , Asmaa , Nadji

Pour leur patience, leur amour,


Leur soutien et leurs encouragements.

A mes sœurs et mes frères

A tout ma grande famille et tous ceux celles ayant une relation de près ou de loin avec elle.

A mes amis et les collègues de la classe.

Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à mon soutien scolaire.



Djamel



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENT

Avant tout, louange à ALLAH qui m'a donné

Le courage, la détermination,

La volonté et la persévérance d'aller jusqu'au bout.

Je tiens à remercier chaleureusement mon promoteur Mr.

ABIMOULOUD Youcef et l'ingénieur Mr. MEKECHTI

Slimane pour la sollicitude avec laquelle ils ont suivi et guidé ce travail.

Mes remerciements vont également :

Aux ingénieurs de la "DTP" de Ghardaïa. Également, je remercie mes amis et collègues de la promotion 2019 en Génie Civil Option ECBR pour leurs collaboration et soutient morale.

DJAMEL

JUIN 2019.



Résumé

Notre thème de fin d'étude, se base sur l'étude D'un (**Tronçon Routier De La RN 51 Menia- Ouargla Sur 10km**) ce projet est lancé par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Ghardaïa, sur une distance d'environ 30km dont nous nous contentons de prendre en charge l'étude de 10Km soit (**Du Pk142+000 Au Pk152+000**).

Nous visions à travers l'étude présente, la mise en application de nos connaissances acquises Durant Notre cycle de formation, en mettant en évidence ; les norms géométriques, choix de terrain, étude du trafic, le choix d'axe et les rayons, dessiner la ligne rouge sur le profil en long, défini les éléments du profil en travers, calcul cubatures pour connaitre les volumes déblais et remblais, les principes généraux pour aménagement d'un carrefour et les géotechniques pour calculer les Caractéristiques géotechnique de sol support utilisé sur la chaussée et la dimensionnement du corps de chaussée .

Finalement, la signalisation de la route et prendre en considération le volet économique et financier.

Le but de l'étude de ce tronçon est de trouver une solution technique et socioéconomique a fin de rapprocher la distance entre la wilaya déléguée d'el Menia et la wilaya de ouargla.

Durant la réalisation de l'étude presente, nous accordons beaucoup d'importance à la sécurité routière, le confort routier pour les usagers routiers.

Summary

Our theme of end of study, is based on the study of a (Road section of the RN 51 Menia-Ouargla on 10km) this project is launched by the Public Works Department of the wilaya of Guardia, a distance of about **30km** which we just take care of the study of 10Km is

(Du Pk142 + 000 Au Pk152 + 000).

We aimed to go through the present study, applying our knowledge gained during our training cycle, by highlighting it; the norms geometrical, choice of ground, study of the traffic, the choice of axis and the spokes, draw the red line on the profile in length, defined the elements of the profile in cross, calculation cubature's to know the volumes cuttings and embankments, the general principles for the layout of a crossroads and geotechnics to calculate the geotechnical characteristics of the supporting soil used on the pavement and .the dimensioning of the pavement body.

Finally, signaling the road and take into consideration the economic and financial component.

The purpose of the study of this section is to find a technical and socio-economic solution in order to bring the distance between the delegated wilaya of el Menia and the wilaya of ouargla closer.

During the realization of the present study, we attach a lot of importance to the road safety, the road comfort for the road users.

ملخص

يعتمد موضوع نهاية دراستي على دراسة (الطريق RN 51 منيعة ورقلة على بعد 10 كم) تم إطلاق هذا المشروع من قبل مديرية الأشغال العمومية بولاية غرداية على مسافة حوالي 30 كيلومتراً نحرص على دراسة 10 كم من **152 + 000 Pk142 + 000**

تهدف هذه الدراسة الى تطبيق معارفي المكتسبة خلال دورة التدريب لدي ، من خلال تسليط الضوء على؛ القواعد الهندسية ، واختيار ارضية المشروع ، ودراسة حركة المرور ، واختيار المحور الطريق ، مع رسم الخط الأحمر على المقطع الطولي ، وتحديد المقاطع العرضية ، وحساب تكعيب التربة ، و المبادئ العامة لتخطيط مفترق الطرق و الدراسة الجيوتقنية لإيجاد الخصائص الجيوتقنية للتربة المستخدمة وأبعاد جسم قارعة الطريق.

أخيراً ، الإشارة إلى تكلفة الطريق ومراعاة الجانب الاقتصادي والمالي.

الغرض من دراسة هذا الجزء هو إيجاد حل تقني واجتماعي واقتصادي من أجل تقريب المسافة بين ولاية المنية و ولاية ورقلة.

أثناء القيام بهذه الدراسة، نولي أهمية كبيرة للسلامة على الطرق، والراحة على الطريق لمستخدمي الطريق.

SOMMAIRE

- DEDICACE
- REMERCIEMENT
- RESUME
- LISTE DES TABLEAUX
- LISTE DES FIGURES

	Page
INTRODUCTION GENERALE	
.....	01
CHAPITRE I.PRESENTATION DU PROJET	
I.1 INTRODUCTION .	02
I.2 PRESENTATION DU PROJET	03
I.3 APERÇU GÉOLOGIQUE	03
I.4 QUELQUE INFORMATIONS SUR LA VILLE d’EI MINIA	04
I.5 LA PROXIMITE DU PROJET	04
I.6 CLIMATOLOGIE	04
I.7 OBJECTIF PRINCIPAUX DE L’ETUDE	05
CHAPITRE II.ETUDE DE TRAFIC	
II.1 INTRODUCTION.	06
II.2 ANALYSE DU TRAFIC.	06
II.3 DIFFERENTS TYPE DE TRAFIC.	07
II.4 MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC.	07
II.5 CALCUL DE LA CAPACITE.	09
II.6 APPLICATION AU PROJET.	12
II.7 CONCLUSION.	15
CHAPITRE III.TRACE EN PLAN	
III.1 DEFINITION	16
III.2 REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN	16
III.3 LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN	17
III.4 LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT	24
III.5 COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN	25
III.6 PARAMETRES FONDAMENTAUX	27
III.7 LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE)	27
III.8 CALCUL D’AXE	28
III.9EXEMPLE DE CALCUL D’AXE MANUELLMENT	29

CHAPITRE IV. PROFIL EN LONG

IV.1 DEFINITION.....	34
IV.2 REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG.	34
IV.3 LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG	35
IV.4 COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG.	35
IV.5 DEFINITION DE LA DECLIVITE	35
IV.6 RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG.	37
IV.7 CARACTERISTIQUES DES RAYONS DU PROFIL EN LONG	39
IV.8 DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG.....	40
IV.9 APPLICATION AU PROJET	43
IV.10 PROFIL EN LONG COURANT	44

CHAPITRE V. PROFIL EN TRAVERS

V.1 DEFINITION.	45
V.2 DIFFERENTS TYPES DE PROFIL EN TRAVERS	45
V.3 LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS_	46
V.4 TYPES DE PROFILS EN TRAVERS	47
V.5 APPLICATION AU NOTRE PROJET_	49
V.6 PROFIL EN TRAVERS COURANT	50

CHAPITRE VI. LES CUBATURES

VI.1 INTRODUCTION.	53
VI.2 DEFINITION.	53
VI.3 METHODES DE CALCUL DES CUBATURES.	53
VI.4 CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT.	56

CHAPITRE VII. LES CARRFOURS

VII.1 INTRODUCTION.	57
VII.2 DONNEES APRENDRE POUR L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR_ ...	57
VII.3 CHOIX DE L'AMENAGEMENT	58
VII.4 VITESSE UNIFORME DANS UN_CARREFOUR	58
VII.5 CHOIX DE TYPE DE CARREFOUR	58
VII.6 APPLICATION AU PROJET	60

CHAPITRE VIII. ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII.1 Introduction.....	61
VIII.2 REGLEMENTATION ALGERIENNE EN GEOTECHNIQUE	61
VIII.3 LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE	62
VIII.4 CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS	74
VIII.5 LES MOYENS DE LA RECONNAISSANCE	74
VIII.6 CONCLUSION	75

CHAPITRE IX. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IX.1 INTRODUCTION.	76
IX.2 PRINCIPE DE CONSTRUCTION DES CHAUSSEES	76
IX.3 FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT.....	80
IX.4 LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT.	81
IX.5 APPLICATION AU PROJET.	88
IX.6 CONCLUSION.....	91

CHAPITRE X ASSAINISSEMENT

X.1 INTRODUCTION.	92
X.2 OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT	93
X.3 ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE.....	94
X.4 NATURE ET ROLE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER	94
X.5 DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE.....	94
X.6 FACTEURS INFLUENÇANT LE CHOIX DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	96
X.7 DRAINAGE DES EAUX.....	96
X.8 APPLICATION AU NOTRE PROJET.....	97

CHAPITRE XI. SIGNALISATION

XI.1 INTRODUCTION.	98
XI.2 DEFINITION LA SIGNALISATION.	98
XI.3 BUT DE SIGNALISATION:.....	98
XI.4 L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE.	98
XI.5 CATEGORIES DE SIGNALISATION.....	99
XI.6 REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION.....	99
XI.7 TYPES DE SIGNALISATION	99
XI.8 CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUE	103
XI.9 APPLICATION AU PROJET.	104

CHAPITRE XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

.....108

CONCLUSION GENERALE

.....109

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX		
TABLEAUX	TITRE	PAGE
CHAPITRE : II ETUDE DE TRAFIC		
TAB.II.1	Coefficient D'équivalence« P »	10
TAB.II.2	Valeurs De K_1	11
TAB.II.3	Valeurs De K_2	11
TAB.II.4	Valeurs De C_{th}	11
TAB.II.5	Représentés Dans Les Calculs	15
CHAPITRE : III TRACE EN PLAN		
TAB.III.1	Rayons Du Tracé En Plan	20
TAB.III.2	Paramètres Fondamentaux	27
TAB.III.3	Coordonnées Des Situations	29
CHAPITRE : IV PROFIL EN LONG		
TAB.IV.1	Déclivité Maximum	36
TAB.IV.2	Condition De Visibilité	38
TAB. IV.3	Normes Pratique Du Profil En Long	39
CHAPITRE : VIII Étude Géotechnique		
TAB. VIII.1	Classification Des Sols Par Dimension Du Grain	63
TAB. VIII.2	Classer Indice De Plasticité	64
TAB. VIII.3	Détaille Essai Proctor	68
TAB. VIII.4	Portance Du Sol A L'aide De L'indice De CBR.	69
CHAPITRE : IX DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE		
TAB.IX.1	Les Valeurs Des Coefficients D'équivalence	83
TAB.IX.2	Déterminant La Classe Du Trafic	84
TAB.IX.3	Déterminant La Classe Du Sol	84
TAB.IX.4	sur classement avec couche de forme en matériau non traité	90
TAB.IX.5	La structure de chaussée II	91
TAB.IX.6	parti de fascicule 3	91
CHAPITRE : X Assainissement		
TAB.X.1	Les Ouvrages D'assainissement Existants	97
CHAPITRE : XI SIGNALISATION		
TAB.XI.1	Caractéristiques Des Lignes Discontinues	100
CHAPITRE XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF		
TAB. XII.1 .1	Devis Quantitatif Et Estimatif	108

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES		
FIGURES	TITRE	PAGE
CHAPITRE : I PRESENTATION DE PROJET		
Fig. I-1	Image Satellitaire Présentation Du Projet Sur La Carte	3
CHAPITRE : II ETUDE DE TRAFIC		
CHAPITRE : III TRACE EN PLAN		
Fig.III.1	Les Eléments Du Tracé En Plan	17
Fig.III.2	Courbe De Raccordement Clothoïde	23
Fig.III.3	Courbe En S	25
Fig.III.4	Courbe A Sommet	25
Fig.III.5	Courbe En C	26
Fig.III.6	Courbe En Ovale	26
Fig.III.7	Raccordement Entre Deux Alignements	29
CHAPITRE : IV PROFIL EN LONG		
Fig. IV .1	La Courbe Dans Le Profil En Long	40
Fig. IV .2	Profils En Long Courant	44
CHAPITRE : V PROFIL EN TRAVERS		
Fig.V.1	Les Eléments Constitutifs Du Profil En Travers	45
Fig.V.2	Types De Profils En Travers (Cas Remblai)	47
Fig.V.3	Types De Profils En Travers (Cas Déblai)	48
Fig.V.4	Types De Profils En Travers (Cas Mixte)	48
Fig. V- 5	Profils En Travers Courant (Cas Déblai)	50
Fig. V-6	Profils En Travers Courant (Cas Remblai)	51
Fig. V-7	Profils En Travers Courant (Cas Mixte)	51
CHAPITRE : VI CUBATURES		
Fig.VI.1	Explique La Méthode SARRAUS	54
Fig.VI.2	Formule De Mr SARRAUS	54
Fig.VI.3	Calcul Des Cubatures De Terrassement	55

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE : VII CARREFOUR		
Fig.VII.1	Différents Types Des Carrefours	59
Fig. VII.2	Le Type De Carrefour De Notre Projet	60
CHAPITRE : VIII ETUDE GEOTECHNIQUE		
Fig. VIII-1	Appareil De Tamisage	63
Fig. VIII-2	Appareil De Limites d'Atterberg	64
Fig. VIII-3	Appareil d'Equivalent De Sable	66
Fig. VIII-4	Courbe Proctor	68
Fig. VIII-5	Matériels De Compactage Et Accessoires CBR	70
Fig. VIII-6	Appareil Los Angeles	71
Fig. VIII-7	Appareil De Micro Deval	73
CHAPITRE : IX DIMENSIONNEMENT		
Fig.IX.1	Différentes Couches Constituant La Structure De La Chaussée.	78
Fig.IX.2	Types De Chaussées	79
Fig.IX.3	Epaisseur du corps de chaussée en fonction de l'indice de groupe	87
CHAPITRE : X ASSINISEMENT		
Fig.X.1	L'emplacement Des Ouvrages D'assainissements	92
CHAPITRE : XI SIGNALISATION		
Fig.XI.1	Type De Modalisation	98
Fig XI, 2	Flèche De Signalisation	99
Fig XI, 3	Dimensionnement De La Flèche.	100
Fig.XI.4	Signalisation Horizontale	101

Introduction Générale

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation.

Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes.

Nous visons à travers la présente étude, la mise en application nos connaissances acquises durant mes cycle de formation, en mettant en évidence ; les normes géométriques et celles géotechniques appliquées à ce types de projet, avec la prise en considération du volet économique et financier.

Durant la réalisation de la présente étude, nous accordons beaucoup d'importance à la sécurité routière, le confort routier pour les usagers routiers.

Notre thème de fin d'étude, se base sur l'étude **D'un (Tronçon Routier De La RN 51 Menia- Ouargla Sur 10km)** ce projet est lancé par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Ghardaïa, sur une distance d'environ 30km dont nous nous contentons de prendre en charge l'étude de 10Km soit **(Du Pk142+000 Au Pk152+000)**.

Ce projet vise à la création d'une nouvelle route qui lie directement la wilaya d'Ouargla avec la Wilaya délégué d'el Menia. Cette solution a comme objectif la diminution de la pression croissante sur la route nationale RN 01 et de soulager le tronçon la RN49 qui lie Ouargla à Ghardaïa.

La démarche suivie lors de notre étude qui contient deuze chapitres est structurée comme suit :

Une introduction générale suivie par une présentation de la région, puis l'étude géométrique. En suite nous entamons l'étude géotechnique qui sera suivi du dimensionnement du corps de chaussé de la route à construire et en fin nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I

PRESENTATION DU PROJET

1. INTRODUCTION

2. PRESENTATION DU PROJET

3. APERÇU GÉOLOGIQUE

4. QUELQUE INFORMATIONS SUR LA VILLE D'EL MINIA

5. LA PROXIMITÉ DU PROJET

6. CLIMATOLOGIE

7. OBJECTIF PRINCIPAUX DE L'ETUDE

CHAPITRE I : PRÉSENTAION DU PROJET

I.1- INTRODUCTION :

Le projet est situé dans la partie Nord Est de la wilaya délégué d'el Menia. Nous vis à travers la présente étude, la mise en application nos connaissances acquises durant notre cycle de formation, en mettant en évidence ; les normes géométriques et celles géotechniques appliquées à ce types de projet, avec la prise en considération du volet économique et financier.

Durant la réalisation de la présente étude, nous accordons beaucoup d'importance à la sécurité routière, le confort routier pour les usagers routiers.

Notre thème de fin d'étude, se base sur l'étude d'un tronçon de ce projet, lancé par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Ghardaïa.

Le projet faisant l'objet du présent mémoire et qui s'intitule :

Etude D'un Tronçon Routier De La RN 51 Menia- Ouargla (PK 142+000 AU PK 152+000) sur 10 Km

- ❖ **La wilaya déléguée de Menia est limitée :**
- ❖ Au Nord par la Wilaya de Laghouat sur (470 km).
- ❖ Au l'Est par la Wilaya d'Ouargla sur (287 km).
- ❖ Au Sud Est par la Wilaya de Tamanrasset sur (1100 km).
- ❖ Au Sud-ouest par la wilaya d'Adrar sur (530 km).
- ❖ Au Nord par la Wilaya Ghardaïa sur (270 km). [02]

I.2 -PRESENTATION DU PROJET :

Le présent projet à un linéaire de 10 Km, débute du Pk 142+000 Au pk152+000 de la RN51 Avec un relief mixte comportant des sections de relief peu difficile et sections de relief relativement facile.

Les routes nationales (RN 1) et (RN49) sont classés parmi les grandes artères du réseau national, elles sont d'une grande importance économique du fait qu'elles relient le Nord du pays et le Sud du pays.

Notre projet en question débute à l'embranchement (Ouargla / El Goléa : RN49 / RN1) soit à :

- Le tracé du projet étudié commence de PK142+000 AU PK152+000 sur 10km. [02]

I.3 - APERÇU GÉOLOGIQUE :

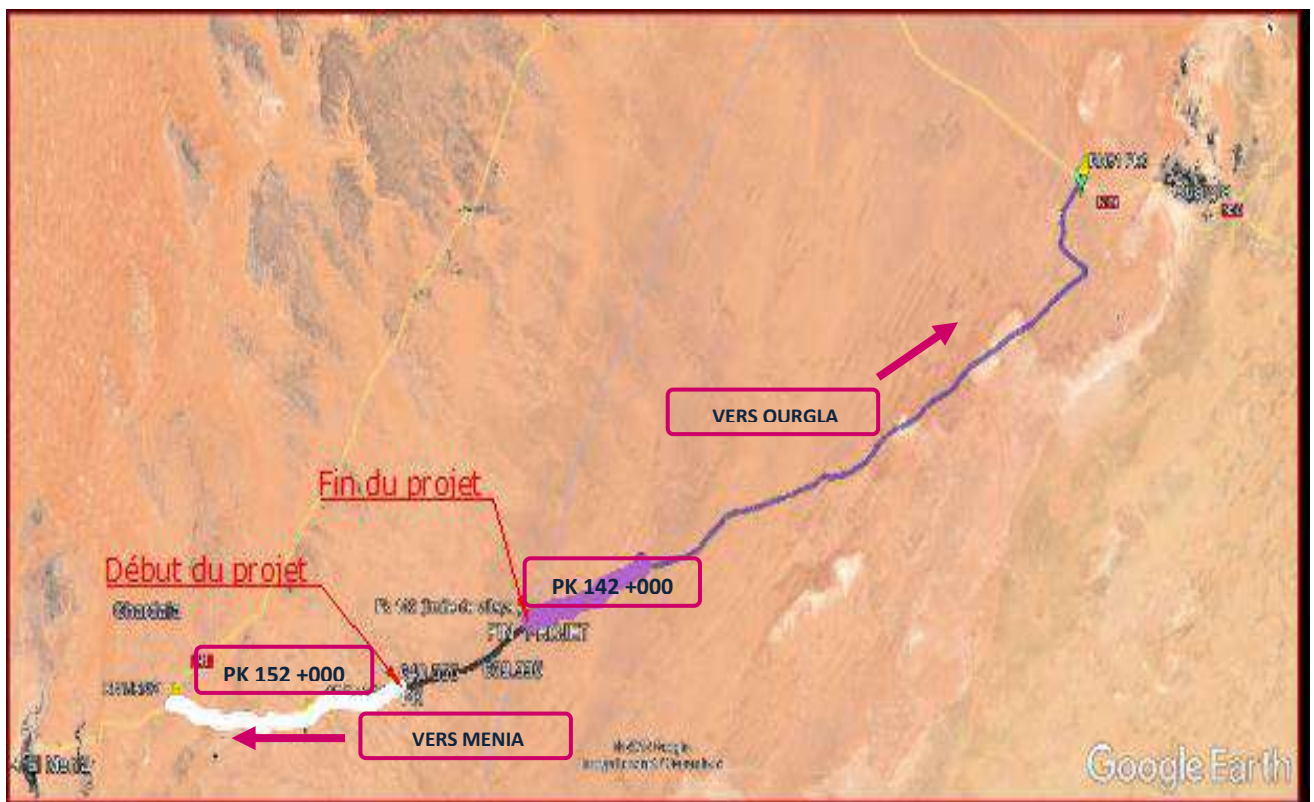


Figure (I.1) : Image Satellitaire Présentation Du Projet Sur La Carte [07]

I.4 - QUELQUE INFORMATIONS SUR LA VILLE D'EL MENIA:

- Superficie : 49000 km²
- Population : 50000 (Année 2010)
- Coordonnées : 30° 54" N, 2° 52" E. [08]

I.5 - LA PROXIMITE DU PROJET :

- Localisation géographique et administratif de la municipalité :
- Borné au Nord : WILAYA DE GHARDAÏA
- Borné au Sud EST : WILAYA DE TAMANRASSET
- Borné à l'Est : WILAYA D'OUARGLA.
- Borné à Ouest : WILAYA D'ADRAR. [08]

I.6 – CLIMATOLOGIE :

Le climat, de type saharien, se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux surtout pendant la journée.

Il est marqué par une grande amplitude entre les températures du jour et de nuit, d'été et d'hiver.

La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de septembre.

La température moyenne enregistrée au mois de juillet est de 36,6° C ; le maximum absolu de cette période a atteint 48°C.

Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de janvier ne dépasse pas 12.2°C, le minimum absolu de cette période a atteint 2.5° C.

Les précipitations sont très faibles et irrégulières. **A MENIA** elles varient entre 13 et 68 mm sur une durée de 15 jours par année. [09]

I.7- OBJECTIF DE L'ETUDE :

Cette étude a été conçue dont l'objectif d'améliorer l'aménagement de telle sorte pour Augmenter le niveau de service.

- Ce projet est pour objectif la liaison entre la wilaya d'Ouargla et la wilaya déléguée d'el Menia
- Fluidifier la circulation sur la RN51.
- Améliorer les conditions de circulations.
- Economique.
- Environnement.
- Minimisation de trafic Sur RN49 ET RN01

Chapitre II

ETUDE DE TRAFIC

1- INTRODUCTION

2. ANALYSE DU TRAFIC

3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS

4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC

5. CALCUL DE LA CAPACITE

6. APPLICATION AU PROJET

7. CONCLUSION

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

II-1- INTRODUCTION :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

II-2-ANALYSE DU TRAFIC :

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires:

- **Comptages Manuels**
- **Comptages Automatiques**

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

❖ **Les Enquêtes De Type Cordon :**

Permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

❖ Les Enquêtes Qualitatives :

Permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau et les raisons de son déplacement. [19]

II-3- DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :

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 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-3-3- Trafic Induit :

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

II-3-4-Trafic Total :

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié. [20]

II-4- Modèles DE PRESENTATION DE TRAFIC :

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

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

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance. [10]

A)- 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 :

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

Ou : T_0 : le trafic à l'année de référence.

τ : est le taux de croissance

(Notre projet a un taux de 4%)

B)- Corrélation Entre Le Trafic Et Des Paramètres Economiques :

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

- Produit national brut (PNB).
- Produits des carburants, 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. [10]

C)- Modèle Gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant le trafic actuel ou futur proche, mais il se prête mal à la projection.

D)- 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. [10]

❖ Remarque :

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

II-5- CALCUL DE LA CAPACITE :

II-5-1-Définition De La Capacité :

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-5-2-Détermination Du Nombre De Voies :

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, ou par insuffisance.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de la, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix de nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc, il est nécessaire d'évaluer le débit horaire, à l'heure de pointe pour la 20^{ème} année d'exploitation.μ [01]

➤ Calcul De Trafic Moyen Journalier (TJMA) Horizon :

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

$$\text{TJMAH} = (1 + \tau)^n \text{TJMA}_0$$

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'années à partir de l'année d'origine.

➤ Calcul Des Trafics Effectifs :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine,...)

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif donné par la relation :

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

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

Tableau II.1 : Le Coefficient D'équivalence « P » [01]

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

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

➤ Débit De Pointe Horaire Normal :

Le débit de pointe horaire normal est une **fraction** du trafic effectif à l'horizon, il est

Donné par la formule : $Q = 0.12T_{\text{eff}}$ (UVP/h)

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$

$\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en UVP/h.

➤ Débit Horaire Admissible :

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

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvp/h}) = K_1.K_2. C_{\text{th}}$$

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Avec :

❖ Valeurs de K_1 :

Tableau II.2 : Valeurs de K_1 [01]

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

❖ Valeurs de K_2 :

Tableau II.3 : Valeurs de K_2 [01]

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C_2	C3	C4	C5
E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

❖ Valeurs de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau II.4 : Valeurs de C_{th} [01]

	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 à 1800 uvp/h

➤ Calcul Du Nombre De Voies :

• Cas D'une Chaussée Bidirectionnelle :

❖ On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir

$$Q \leq Q_{adm}$$

II-6- APPLICATION AU PROJET :

II-6-1-Données Des Trafics Pour Notre Projet :

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la DTP GHARDAIA nous avons un trafic on 2016 reçu les données suivantes: [02]

• Application:

A)-Calcul Du TJMA De L'année Horizon (2039) :

- Le trafic à l'année **2016** $TJMA_{2016} = 1023$ v/j.
- Année de mise en service : **2020**.
- Le pourcentage des poids lourds : **Z =43 %**.
- Taux de croissance annuelle du trafic : **$\tau = 4\%$**
- La durée de vie : **20ans**.
- La vitesse de base sur le tracé **$V_b = 80$ km/h** . [02]

$$TJMA_h = TJMA_o(1+\tau)^n$$

Avec :

$$TJMA_{2020} = 1023 (1 + 0,04)^3 = 1151 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2020} = 1151 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année (2039) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2039} = 1151 \times (1 + 0,04)^{20} = 2522 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2039} = 2522 \text{ v/j.}$$

B)-Trafic Effectif De L'année De Mise En Service : [01]

- Sinuosité Faible et Terrain Plat Donc notre projet se situe dans l'environnement est E_1
- d'après le tableau du coefficient d'équivalence, on a $P=3$

$$T_{\text{eff } 2039} = [(1 - Z) + Z.P] TJMA_{2039}$$

$$T_{\text{eff } 2039} = [(1 - 0.43) + 0.43 \times 3] \times 2522 = 4691 \text{ uvp/j}$$

$$T_{\text{eff } 2039} = 4691 \text{ uvp/j}$$

C)-Débit De Pointe Horaire Normal : [01]

- La formule qui donne le débit de pointe horaire normale est :

$$Q = (1/n)T_{\text{eff}}$$

- ✓ Q : débit de pointe horaire.
- ✓ n : nombre d'heure, (en général $n=8$ heures), donc : $\frac{1}{n} = 0.12$
- ✓ T_{eff} : trafic effectif.

- ❖ D'où le débit prévisible à la 20^{ème} année :

$$Q_{\text{prévisible } 2039} = 0.12 \times T_{\text{eff } 2039}$$

$$Q_{\text{prévisible } 2039} = 0.12 \times 4691 = 563 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{\text{prévisible } 2039} = 563 \text{ uvp/h.}$$

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible. $Q < Q_{\text{adm}}$

D)- Débit Horaire Admissible :

La formule qui donne le Débit Horaire Admissible est : $Q_{adm} = K1 \cdot K2 \cdot C_{th}$

Avec :

$K1, K2$: coefficients correcteur.

C_{th} : capacité théorique.

- Pour notre projet l'environnement est E1, donc $K1 = 0.75$; $K2 = 1$

$$Q < Q_{adm} \quad \text{Alors} \quad Q < K1 \times K2 \times C_{th} \qquad C_{th} > Q / K1 \times K2$$

$$C_{th} > 563 / (0.75 \times 1) = 751 \text{ uvp/h} \quad \Rightarrow \quad \boxed{C_{th} > 751 \text{ uvp/h}}$$

$C_{th} \geq 751 \text{ uvp/h}$ D'après le tableau des capacités **B40**, on trouve :

$C_{th} = 1500$ (d'après le B40 pour E_1, C_2 et pour une chaussée à **2 voies**).

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1500 = 1125 \text{ uvp/h}$$

Donc on est besoin de réaliser une route de deux voies de 3,5m de largeur. [01]

$$\boxed{N = 1 \text{ voie /sens}}$$

- **Nombre De Voies :**

$N = S \times (Q/Q_{adm})$ S : le coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3

Avec $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (563/1125) = 0.33 = 1$$

$$\boxed{N = 01 \text{ voie / sens}}$$

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.5 : Représentés Dans Les Calculs

TJMA₂₀₁₉ (V/J)	TJMA₂₀₃₉ (V/J)	T_{eff 2039}(UVP/J)	Q₂₀₃₉(UVP/H)	N
1151	2522	4691	563	1

II-7- CONCLUSION:

La capacité théorique est de : 751 uvp/h, donc selon la norme de B40, notre route sera bidirectionnelle et de 02 voies de circulation de 3.5m de largeur chacune et d'un accotement d'une largeur de 1.5m de chaque coté.

Chapitre III



TRACE EN PLAN

1. DÉFINITION

2. RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ EN PLAN

3. LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN

4. LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT

5. COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN

6. PARAMETRES FONDAMENTAUX

7. LA VITESSE DE RÉFÉRENCE (DE BASE)

8. CALCUL D'AXE

9. EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUELLMENT

CHAPITRE III :TRACE EN PLAN

III-1- DIFINITION:

Dans sa définition, le tracé en plan représente la projection verticale sur un plan horizontale de la route, les éléments géométriques du tracé en plan sont les alignements droits, les arcs de courbes de cercles et les courbures de raccordement progressif.

III-2-REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

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

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- respecter les normes du **B 40** si possible.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant
- 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.
- éviter les dunes de sables
- Eviter au maximum les propriétés privées
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants. [01]

III-3- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles, il se fait à l'aide de **Clothoïde** qui assure un raccordement progressif.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- ❖ Des droites (alignements).
- ❖ Des arcs de cercle.
- ❖ Des courbes de raccordement progressives. [12]

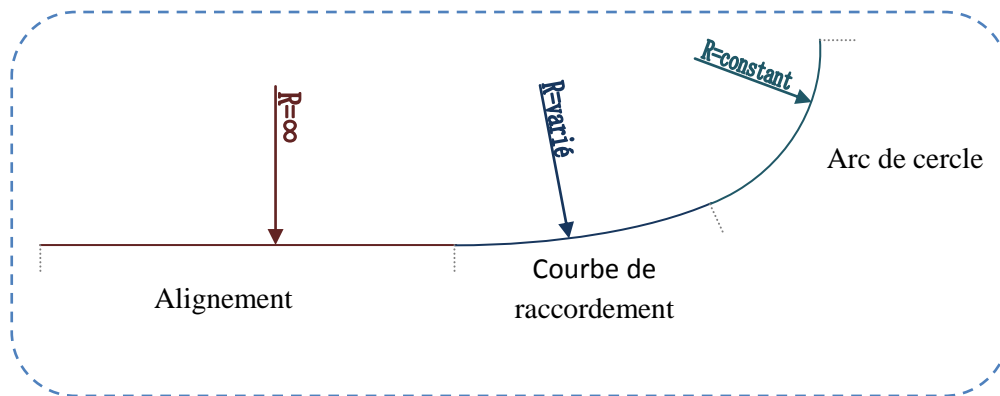


Fig. (III-1) : Les Eléments Du Trace En Plan [21]

III-3-1- LES ALIGNEMENTS :

- Il existe une longueur minimale d'alignement **L min** qui devra séparer deux courbes circulaires du même sens. Cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercle.

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 60 secondes.

$$\mathbf{L \max = 60V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}}$$

$$\mathbf{L \min = 5 V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}}$$

Pour notre cas $V_r = 80\text{km/h} = 22.22\text{m/s}$

$$L \min = 5 \times 22.22 = 111.11\text{m}$$

$$L \max = 60 \times 22.22 = 1333.33 \text{ m}$$

• Donc :

$$\mathbf{111.11\text{m} < L \text{ (m)} < 1333.33\text{m}}$$

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. [21]

III -3-2-1- STABILITE EN COURBE :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge.

Afin de réduire cet effet, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules.

Il est nécessaire de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal. [20]

A) - Rayon Horizontal Minimal Absolu (R_{hm}) : [20]

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal :

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

F_t : coefficient de frottement transversal

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

Nous avons V_r= 80, f_t = 0.13, d_{max} = 0.07

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

$$RH \text{ min} = \frac{80^2}{127 (0.13 + 0.07)} = 251.96 \text{ m, selon le B40 en prendre } RH \text{ min} = 250\text{m}$$

B) - Rayon Minimal Normal (R_{HN}) : [01]

Le Rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_r de **20 km/h** de rouler en sécurité.

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

Pour notre cas V_r= V+20, f_t=0.13, d_{max} = 0.05

$$RH \text{ min} = \frac{100^2}{127 (0.13 + 0.05)} = 437.45\text{m, selon le B40 en prendre } RHN = 450\text{m}$$

C) - Rayon Au Dévers Minimal (R_{hd}) : [20]

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

Dévers associé **d_{min} = 2.5%**

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

Pour notre cas V_r=80 V, d_{min} = 0.025

$$RHd = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.025} = 1007.87\text{m Selon le B40, en prendre } RHd = 1000 \text{ m}$$

D) - Rayon Minimal Non Déversé (RHnd): [20]

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en travers et le divers est négatif Pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min Non déversé (RHnd).

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

Cat 1-2

Avec :

$f' = 0.07$	cat 3
$f' = 0.075$	cat 4-5

Cat 3-4-5

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

$V_r = 80 \text{ km/h}$, $f' = 0.07$, $d_{min} = 0.025$

$$RHnd = \frac{80^2}{127(0.035)} = 1439.82 \text{ m, selon le B40 en prendre } RHnd = 1400 \text{ m}$$

Pour notre projet dans un environnement (E1), et classé en catégorie (C2) avec une vitesse de base de **80km/h**, donc à partir du règlement **B40** on peut avoir le tableau suivant:

Tableau III.1 Rayons Du Tracé En Plan [01]

Type de rayon	Formule
Rayon horizontal minimal absolu (RHm)	$RHm = \frac{V_r^2}{127(f_t + d_{max})}$
Rayon minimal normal (RHN)	$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f_t + d_{max})}$
Rayon au dévers minimal (RHd) Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$.	$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{max}}$
Rayon minimal non déversé	
Pour les catégories 1-2	$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$
Pour les catégories 3-4-5 Avec : $f' = 0.07$ cat 3 $f' = 0.075$ cat 4-5	$RHnd = \frac{V_r^2}{127(f' - d_{min})}$

E)-Règles Pour L'utilisation Des Rayons En Plan : [19]

Il n'y a aucun rayon inférieur à RH_m , on utilise autant des valeurs de rayon \geq à RH_n que possible.

Les rayons compris entre RH_m et RH_d sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près entre d_{max} et $d(RH_m)$.

Si : $RH_m < R < RH_n$:

$$d = \frac{d_{max} - d(RH_n)}{(1/RH_n - 1/RH_d)} (1/R - 1/RH_{max}) + d_{max}$$

par exemple $250 < R < 450$: **R=400m**

$$d_{max} = 0.07m, RH_d = 1000m, RH_n = 450m, RH_{max} = 1400m$$

$$d = \frac{d_{max} - d(RH_n)}{(1/RH_n - 1/RH_d)} (1/R - 1/RH_{max}) + d_{max}$$

$$d = \frac{0.07 - 0.05}{(1/450 - 1/1000)} (1/400 - 1/1400) + 0.07 = 0.0725m$$

Entre $d(RH_n)$ et d_{min} si $RH_n < R < RH_d$

$$d = \frac{d(RH_n) - d_{min}}{(1/RH_n - 1/RH_d)} (1/R - 1/RH_d) + d_{min}$$

Par exemple $450 < R < 1000$: **R=800**

$$d = \frac{d(RH_n) - d_{min}}{(1/RH_n - 1/RH_d)} (1/R - 1/RH_d) + d_{min}$$

$$d = \frac{0.05 - 0.025}{(1/450 - 1/1000)} (1/800 - 1/1000) + 0.025 = 0.0301m$$

Les rayons compris entre RH_d et RH_{nd} sont en dévers minimal d_{min} .

Les rayons supérieurs à RH_{nd} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

Un rayon RH_m doit être encadré par des RH_n

Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

F)-Sur Largeur : [01]

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m)

R : rayon de l'axe de la route

III.3.3- Les Raccordements Progressifs (CLOTHOIDE) : [21]

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

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

III.3.4- Tracé En Plan De Notre Projet :

- Le couloir du tracé en plan a été choisi de manière à :
- Respecter les servitudes existantes (périmètre agricole)
- Ne pas empiéter sur les différents réseaux.
- Les caractéristiques géométriques du tracé en plan sont :
- Linéaire de **12298.208 ml.**
- Largeur de plate forme est de **10 ml.**

- Largeur des accotements est de **(1.5ml x2)**.
- Dévers minimal de **-2.5%**.
- Dévers maximal de **7.00%**.
- Rayon Horizontal minimal de **250 m**.
- Rayon Horizontal maximal de **1400 m**.

❖ Expression De La Clothoïde:

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)

$$A^2 = L \cdot R$$

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

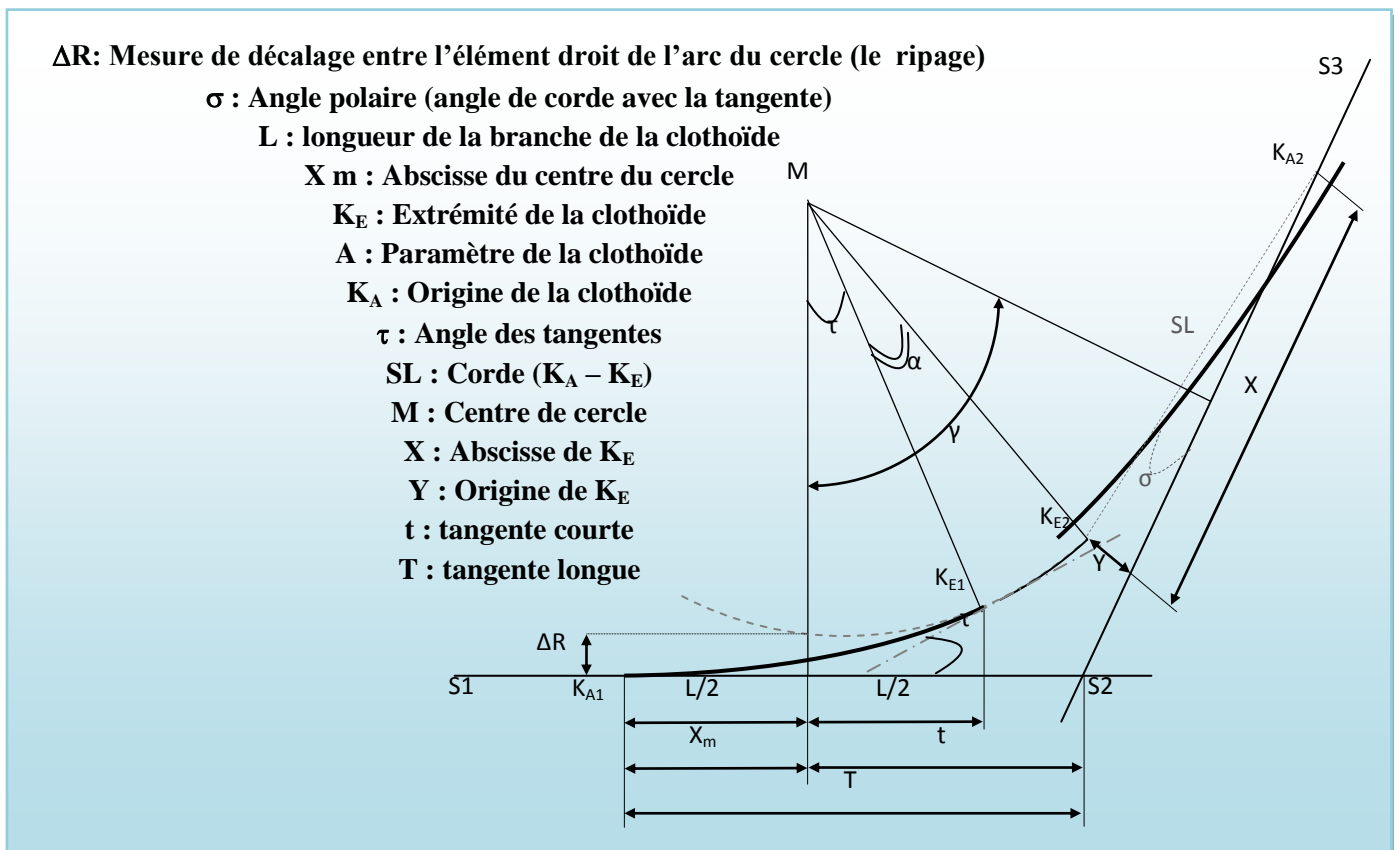


Fig. (III.2) Courbe de Raccordement Clothoïde [19]

III.4 -LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT : [01]

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

A) - Condition De Confort Optique :

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route, on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être $\geq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil.

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

• REGLE GENERALE (B40) : [01]

- $R \geq 2000$ m $\Delta R = 1$ m
- $R \geq 5000$ m $\Delta R = 2.5$ m $\tau = 3^\circ$
- $2000 < R \leq 5000$ m $\Delta R = 1.75$ a 2.5 m
- $1000 < R \leq 2000$ m $\Delta R = 1$ a 1.75 m
- $R < 1000$ m $\Delta R = 0.5$ a 1 m
- $R < 192$ m $\Delta R = 0.5$ m (éventuellement 0.5 m)

B) - Condition De Confort Dynamique : [01]

Cette condition Consiste à limiter pendant le temps de parcours Δt du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

V_r : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

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

C) - Condition De Gauchissement : [01]

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

Nous avons :

l : largeur de chaussée

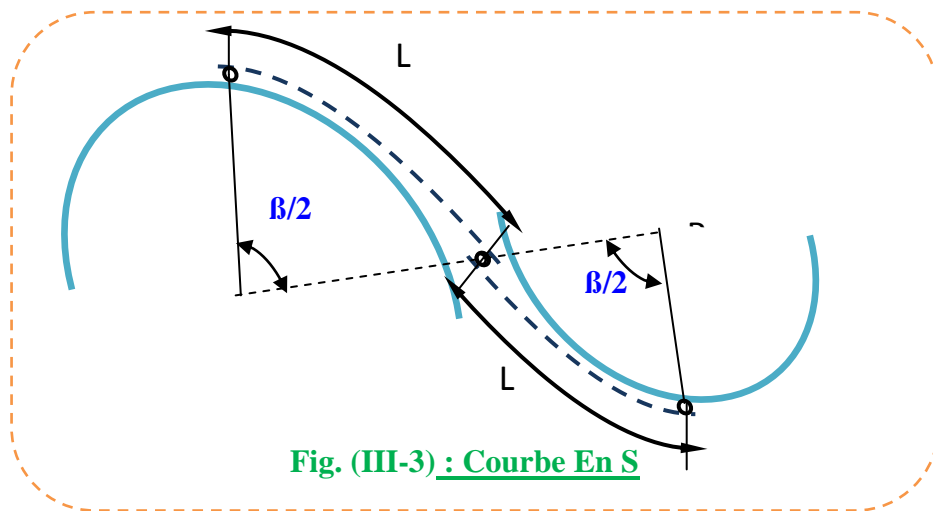
$$L = l \cdot \Delta d \cdot V_R$$

III.5 - COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

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

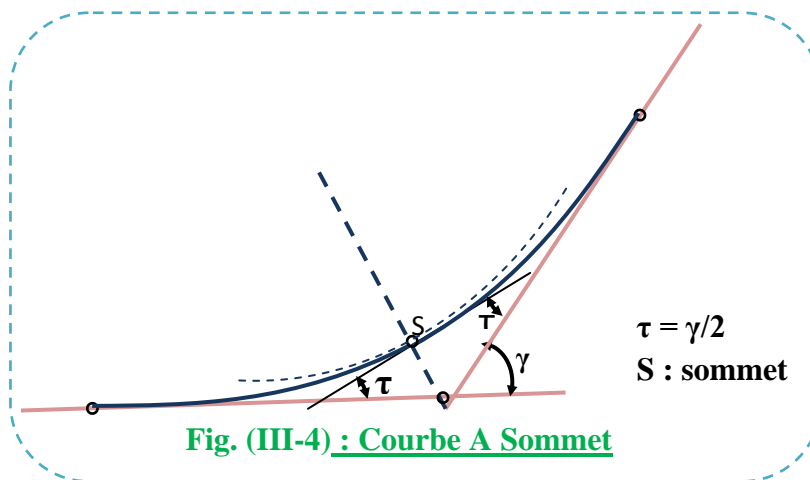
A) - Courbe En S :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle. [21]



B) - Courbe A Sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangente en un point de même courbure et raccordant deux alignements. [22]



C) - Courbe En C :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangente en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercle sécants ou extérieurs l'un à l'autre. [21]

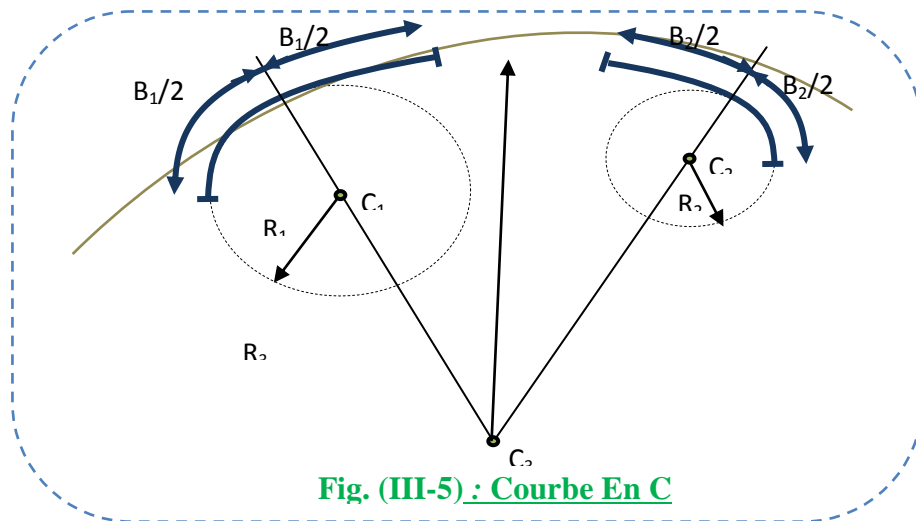


Fig. (III-5) : Courbe En C

D) - Courbe En Ovale:

Un arc de **Clothoïde** raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique. [21]

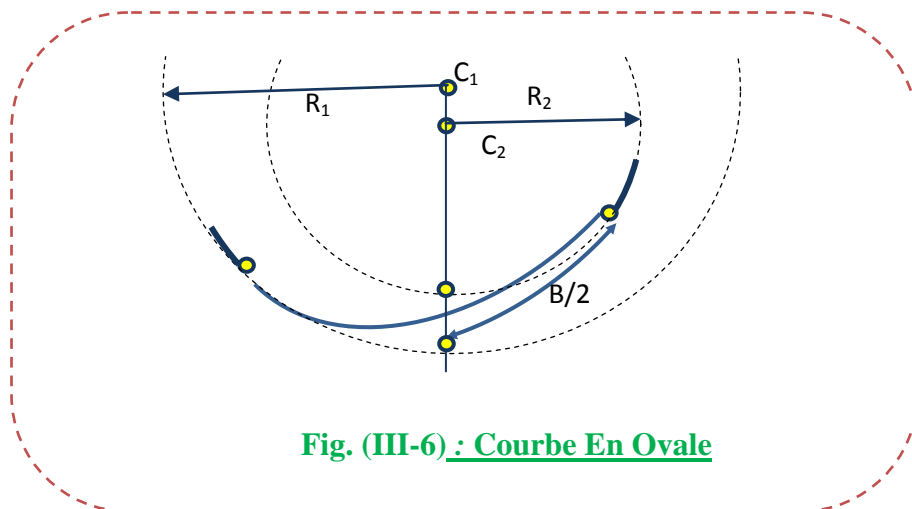


Fig. (III-6) : Courbe En Ovale

III.6 - PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C2**, dans un environnement **E1**, avec une vitesse de base **VB =80 km/h**.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **B40**

Tableau (III -2) Paramètres Fondamentaux [01]

Parameters	Symbols	Valeurs	Unites
Vitesse	V_B	80	km/h
Longueur minimale	L min	111	m
Longueur maximale	L max	1333	m
Devers minimal	D min	2.5	%
Devers maximal	D max	7	%
Temps de perception réaction	t1	2	S
Frottement longitudinal	f_L	0.39	
Frottement transversal	f_t	0.13	
Distance de freinage	d0	65	m
Distance d'arrêt	d1	109	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	dm	325	m
Distance de visibilité de dépassement normale	dN	500	m
R Hm (m) (d'associe %)	RHm	250 (7 %)	m
R HN (m) (d'associe %)	RHN	450 (5 %)	m
R Hd (m) (d'associe %)	RHd	1000 (2.5 %)	m
R Hnd (m) (d'associe %)	RHnd	1400 (-2.5 %)	m

III. 7-LA VITESSE DE REFERENCE (DE BASE) :

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

Pour assurer le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc...). [20]

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. [20]

III.7.2- Vitesse De Projet:

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales. [20]

On entend par conditions normales :

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace.
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible.
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

III. 8- 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 [19]

III.9 - EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUELLMENT :

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.

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit :

Tableau III.3 Coordonnées Des Situations

$V_B=80\text{KM/H}$	$X (M)$	$Y (M)$	$R (M)$
S1(p1)	120695.220	353952.290	600
S2(p2)	120644.318	353017.126	
S3(p3)	120605.99	352160.504	

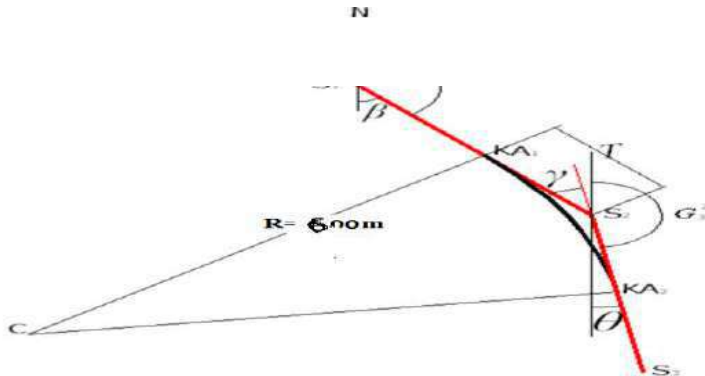


Fig.III.7 Raccordement Entre Deux Alignements

III.9 -1-Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

A)-Calcul Du Paramètre A :

On sait que : $A^2 = L \times R$

B)-Détermination De L :**B)-1 Condition De Confort Optique :**

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où } 200 \leq A_{\min} \leq 600$$

$$R = 600\text{m} < 1400\text{m} \Rightarrow \Delta R = 0.5 \text{ a partir de B40} \quad \mathbf{L = \sqrt{24R\Delta R}}$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 600 \times 0.5} = 84.85\text{m} \quad \text{Donc} \quad L \geq 84.85\text{m} \quad (1)$$

B)-2 Condition De Confort Dynamique Et De Gauchissement :

$$\triangleright RHd \leq R \leq RHnd$$

$$\Delta d = ?$$

$$d = d_{\min} = 2.5\%$$

$$\Delta d = 3.01 - (-2.5) = 5.51\%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 5.51 \times 80 = \mathbf{61.222 \text{ m}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Donc} \quad L \geq 61.22\text{m} \quad (2)$$

$$\text{De (1) et (2) on aura :} \quad L \geq 84.85 \text{ m.}$$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 225.63\text{m}$$

$$\text{On prend : } A = 225 \text{ m}$$

$$Lr(\text{réel}) = \frac{A^2}{R} = \frac{225^2}{600} = 84,38\text{m}$$

$$\text{Donc : } Lr(\text{réel}) = 84,38\text{m}$$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 216.33$$

C)- Calcul De ΔR :

$$\Delta R = L^2 / 24R = 84.85^2 / (24 \times 600) = 0.499 \text{ m}$$

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

D)- 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.

$$S_1 S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S_2} - X_{S_1}| = 50.901 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S_2} - Y_{S_1}| = 935.164 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$S_2 S_3 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S_3} - X_{S_2}| = 38.328 \text{ m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S_3} - Y_{S_2}| = 856.622 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$D'où: G_{s_1}^{s_2} = 200 + \text{arc tg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 203.46 \text{ grades}$$

$$G_{s_2}^{s_3} = 200 + \text{arc tg} \frac{|\Delta Y_1|}{|\Delta X_1|} = 202.85 \text{ grades}$$

❖ Calcul De L'angle γ :

$$\gamma = |G_{s_2}^{s_3} - G_{s_1}^{s_2}| = 0.61 \text{ grades}$$

❖ Calcul De L'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{84.38}{2 \times 600} \times \frac{200}{\pi} \quad \tau = 4.48 \text{ grades}$$

❖ Vérification De Non Chevauchement :

$$\tau = 4.48 \text{grades}$$

$$\gamma / 2 = 0.61 / 2 = 0.305 \text{ grades}$$

❖ Calcul Des Distances:

$$\overline{S_2 S_1} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{50.901^2 + 935.164^2} = \mathbf{936.55m}$$

$$\overline{S_3 S_2} = \sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2)} = \sqrt{38.328^2 + 856.622^2} = \mathbf{857.48m}$$

E)-Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

❖ Calcul De L'abscisse Du Centre Du Cercle

$$X_m = \frac{A^2}{2 \cdot R} = \frac{L}{2} = 42.19m$$

❖ Abscisse De KE

$$x = L \left(1 - \frac{L}{40 \cdot R^2} \right) = 84.38 \text{ m.}$$

❖ Origine De KE

$$y = \frac{L^2}{6 \cdot R} = 1.98m$$

❖ Calcul De La Tangente

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left(\frac{\gamma}{2} \right) = 45.07, \quad \text{On a: } \frac{L}{R} = 0.1111$$

❖ Calcul Des Coordonnées SL

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(84.38)^2 + (1.98)^2} = 84.4 \text{ m}$$

❖ Calcul De σ

$$\sigma = \operatorname{arctg} \left(\frac{y}{x} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{1.98}{84.38} \right) = 1.49 \text{ gr}$$

❖ Calcul De L'arc

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 0.61 - 8.96 = -8.35 \text{gr.}$$

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{600 \times \pi \times 8.35}{200} = 78.66\text{m}$$

❖ Calcul Des Coordonnées Des Points Singuliers

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{s1 s2} - T)\sin(G_{S1}^{S2}) = 120646.79\text{m}. \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{s1 s2} - T)\cos(G_{S1}^{S2}) = 353062.13\text{m}. \end{cases}$$

$$X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = 120642.3\text{m}$$

$$\begin{cases} Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = 352972.1\text{m}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL\sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 120644.14\text{m}. \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL\cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 352977.77\text{m}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL\sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 120648\text{m}. \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL\cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 352887.89\text{m}. \end{cases}$$

Remarque :

Les calculs d'axe sont faits à l'aide du logiciel **PISTE 5.05** et sont joints dans l'annexe

Chapitre IV

PROFIL EN LONG

1. DÉFINITION

2. REGLES A RESPECTER POUR LE TRACE DU PROFIL EN LONG

3. LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG

4. COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG

5. DEFINITION DE LA DECLIVITE

6. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG

7. CARACTERISTIQUES DES RAYONS DU PROFIL EN LONG

8. DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG

9. APPLICATION AU PROJET

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

IV-1- DEFINITION :

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 d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles. [12]

IV-2- REGLES A RESPECTER POUR LE TRACE 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 règles du B40 (déclivités Max et Min).
- 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 de 0.5% du profil en long.
- Rechercher 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, Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage. [20]

IV-3- LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG:

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

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet. etc.... [12]

IV.4- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG:

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

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorce la courbe en plan avant un point haut.
- lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **5 fois** au moins le rayon en plan). [21]

IV-5-DEFINITION DE LA DECLIVITE :

La déclivité d'une route est l'angle tangente que fait le profile en long avec l'horizontal, on l'appel pente pour les descentes et rampes pour les montées. [12]

IV-5-1 Déclivité Minimale :

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

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins **0,5%** et de préférences **1 %**, si possible.
- **I_{min}= 0,5 %** dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- **I_{min}= 0,5 %** dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau. [22]

IV-5-2- Déclivité Maximale : [01]

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à **1500m**

➤ **Pour Les Raisons Suivantes :**

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de poids lourd.
- Condition économique. [01]

- **Selon la norme du B40 :**

Tableau IV.1 : Déclivité Maximum [01]

V _r Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	7	5	4	4

- Pour notre cas la vitesse **V_r=80 Km/h**, donc la pente maximale **I_{max} =7%**.

IV-6- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :

Les changements de déclivité constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité. Il y a deux types de raccords :

IV-6-1- Raccordement Convexes (Angle Saillants) :

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part.

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité. [19]

A)- Condition De Confort :

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

Limitation de l'accélération verticale :

$g/40$ pour (cat.1-2)

$$Vr^2/Rv < g/40$$

Pour $g=10m/s$

$Rv \text{ min} = \begin{cases} 0.3 Vr^2 \text{ pour cat. 1-2} \\ 0.23 Vr^2 \text{ pour cat. 3-4-5} \end{cases}$
--

Dans notre cas $Rv \text{ min} = 0.3 Vr^2$

Avec : **Rv** : rayon vertical (m)

Vr : vitesse référence (Km/h).

Pour notre cas Vr=80km/h

$$Rv \text{ min} = 0.3 \times 80^2 = 1472m$$

B)- Condition De Visibilité :**Tableau .IV.2 Condition De Visibilité [01]**

Vitesse du véhicule (km/h)		80
Longueur de freinage d0(m)		65
Distance d'arrêt en alignement d1(m)		109
Distance d'arrêt en courbe d2 (m)		120
Distance de visibilité de dépassement	min dd	325
	max dD	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd		200

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

Il faut que 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 :

Avec :

$$RV = \frac{d_0^2}{2} (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})$$

d_0 : distance d'arrêt (m).

h_0 : hauteur de l'œil (m).

h_1 : hauteur de l'obstacle (m).

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et de la catégorie,

Dans notre cas ; **VB=80km/h** et de catégorie **C2**

IV-6-2- Raccordement Concave : (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 :

$$R'V = \frac{d_0^2}{(1.5 + 0.035 \times d_0)}$$

Avec : d_0 : distance d'arrêt (m). [20]

IV-6-3- La Condition Esthétique :

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela, il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes.

Pour éviter cet effet, on imposera une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour

Des dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

Avec :

Δd : changement de dévers

RV_{min} : rayon verticale minimale [22]

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

IV-7- CARACTERISTIQUES DES RAYONS DU PROFIL EN LONG :

Pour le cas de la **R**, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le **B40**) :

Tableau .IV.3 Normes Pratique Du Profil En Long [01]

Catégorie		C2
Environnement		E1
Vitesse de référence (km/h)		80
Rayon en angle saillant (Rv1)	Minimal absolu Rvm2	4500
	Minimal normal Rvn2	10000
Rayon en angle rentrant (Rv2)	Minimal absolu Rvm	2400
	Minimal normal Rvn	3000
Déclivité maximale I _{max} (%)		7
Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement d_m RVD		11000
Vitesse de poids lourd VPL (km/h)		30

IV-8- DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG:

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

$$X^2 + Y^2 - 2R Y = 0.$$

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

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

- Donner les coordonnées (abscisse, altitude) les points **A**, **D**.
- Donner La pente **P₁** de la droite (**A_S**).
- Donner la pente **P₂** de la droite (**D_S**).
- Donner le rayon

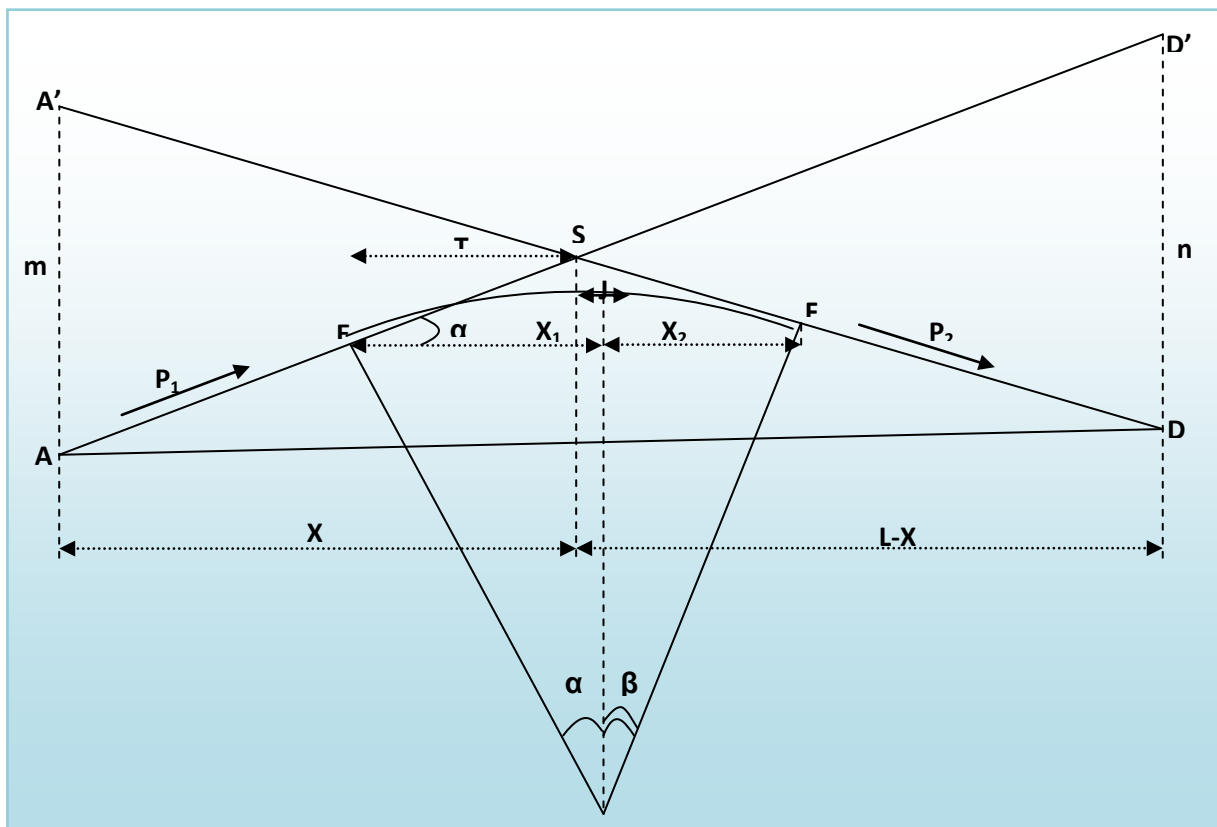


Figure IV.1 La Courbe Dans Le Profil En Long [19]

A)- Détermination De La Position Du Point De Rencontre (S) :

$$\begin{aligned} Z_{D'} &= Z_A + L \cdot P_2 & , & & m &= Z_{A'} - Z_A \\ \text{On a:} & & & & & \\ Z_{A'} &= Z_D + L \cdot P_1 & , & & n &= Z_{D'} - Z_D \end{aligned}$$

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

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

$$S \left\{ \begin{array}{l} X_S = x + x_A \\ Z_S = P_1 \cdot x + z_A \end{array} \right.$$

B)- 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.

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_E = x_S - T \\ Z_E = z_S - T \cdot P_1 \end{array} \right. \quad F \left\{ \begin{array}{l} X_F = x_S + T \\ Z_F = z_S + T \cdot P_2 \end{array} \right.$$

C)- Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :

$$LR=2T$$

D)- Calcul De La Flèche :

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

E)- Calcul De La Flèche Et L'altitude D'un Point Courant M Sur La Courbe :

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_x = \frac{X^2}{2R} \\ Z_M = Z_E + X \cdot P_1 - \frac{X^2}{2R} \end{array} \right.$$

F)- Calcul Des Coordonnées Du Sommet De La Courbe :

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

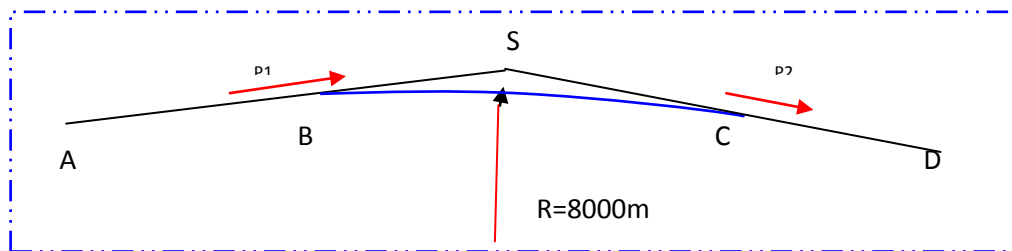
$$J \left\{ \begin{array}{l} X_J = X_E + R \cdot P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \cdot P_1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right.$$

Avec : $X_1 = R \cdot P_1$

$X_2 = R \cdot P_2$

IV-9- APPLICATION AU PROJET:

A)-Exemple De Calcul Du Profil En Long :



$$\begin{array}{l}
 A \left\{ \begin{array}{l} S_A = 4700 \text{ m} \\ Z_A = 645.72 \text{ m} \end{array} \right. \quad
 S \left\{ \begin{array}{l} S_S = 4720 \text{ m} \\ Z_S = 645.76 \text{ m} \end{array} \right. \quad
 D \left\{ \begin{array}{l} S_D = 4732.60 \text{ m} \\ Z_D = 645.75 \text{ m} \end{array} \right.
 \end{array}$$

❖ Calcul Des Pentes :

$$P_1 = \Delta Z_1 / \Delta S_1 \Rightarrow P_1 = \frac{645.76 - 645.72}{4720 - 4700} = 0.2\%$$

$$P_2 = \Delta Z_2 / \Delta S_2 \Rightarrow P_2 = \frac{645.75 - 645.76}{4732.60 - 4720} = -0.079\%$$

❖ Calcul Des Tangentes :

$$T = \frac{R}{2} (|P_1| + |P_2|) \Rightarrow T = 8000 \times (0.002 + 0.00079) / 2 = 11.16 \text{ m}$$

❖ Calcul Des Flèches :

$$H = T^2 / 2R \Rightarrow (11.16)^2 / 2 \times 8000 = 0.00778 \text{ m}$$

❖ Calcul Des Coordonnées Des Points De Tangentes :

$$B \left\{ \begin{array}{l} X_B = X_S - T = 4720 - 11.16 = 4708.84 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \cdot P_1 = 645.76 - (11.16 \times 0.002) = 645.74 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$C \left\{ \begin{array}{l} X_C = X_S + T = 4720 + 11.16 = 4731.16 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \cdot P_2 = 645.76 + 11.16 \times (-0.00079) = 645.75 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$J \begin{cases} X_j = X_B - R \cdot p_1 \\ Z_j = Z_B + R \cdot p_1 \cdot p_2 - (R \cdot p_1)^2 / 2R \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_j = 4708.84 - 8000 \times (0.002) = \mathbf{4692.84m} \\ Z_j = 645.74 + 8000 \times (0.002) \times (-0.00079) - (8000 \times 0.002)^2 / 2 \times 8000 = \mathbf{645.71m} \end{cases}$$

❖ Calcul De La Longueur De La Courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 11.16 = \mathbf{22.32}$$

Remarque :

Les résultats de calcul de profil en long sont jointés aux annexes.

IV-10- Profil En Long Courant:

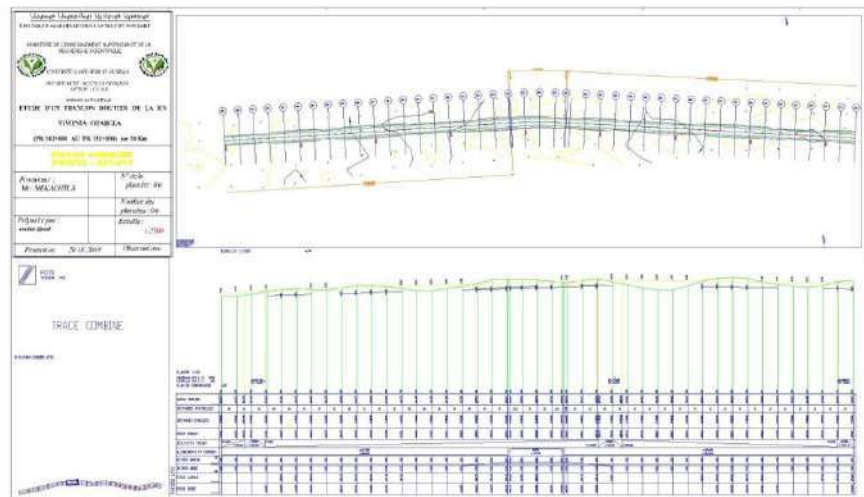


Fig. IV.2 Profils En Long Courant

Chapitre V

PROFIL EN TRAVERS

1. DÉFINITION

2. DIFFERENTS TYPES DE PROFIL EN TRAVER

3. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS

4. TYPES DE PROFILS EN TRAVERS

5. APPLICATION AU NOTRE PROJET

6. PROFIL EN TRAVERS COURANT

CHAPITRE: V PROFIL EN TRAVERS

V-1-DEFINITION :

Le profil en travers c'est la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il définit notamment la largeur et le dévers des chaussées et les zones non rouables de la route.

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur l'**RN51**, qui définit le nombre de voies.

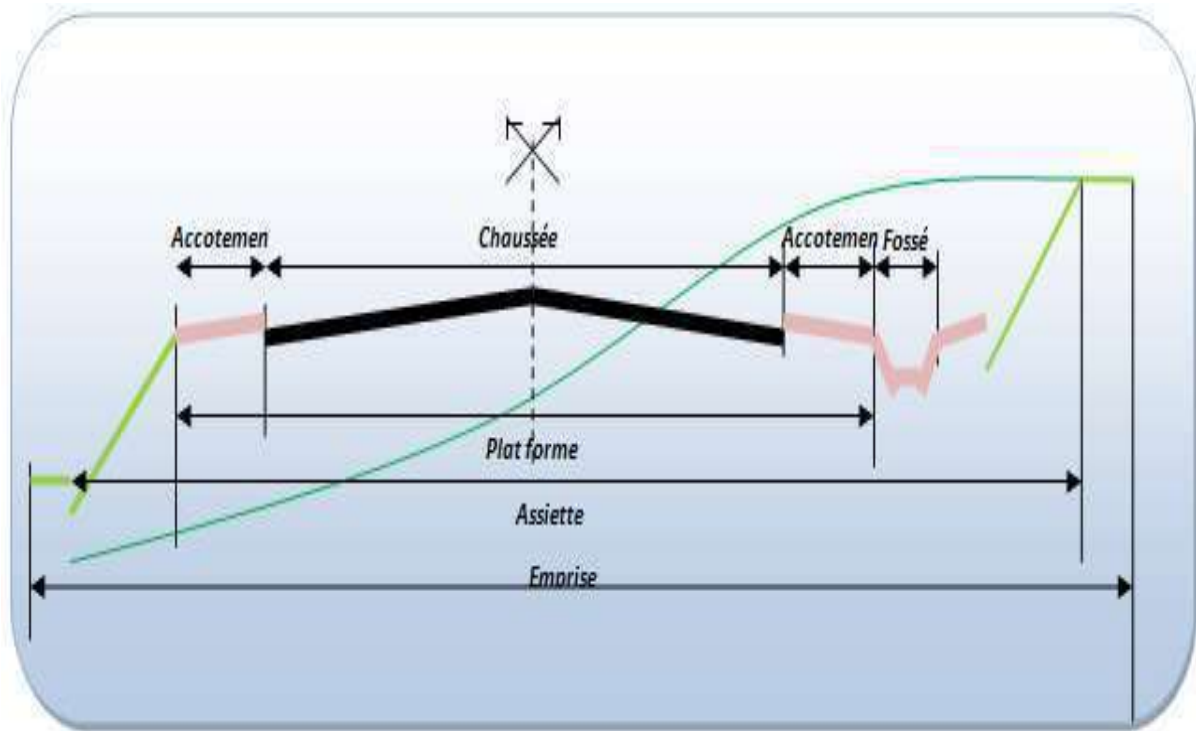


Fig. (V-1) : Les Eléments Constitutifs Du Profil En Travers [19]

V. 2 - DIFFERENTS TYPES DE PROFIL EN TRAVERS :

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

A) - Profil En Travers Type :

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (En remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

B) - Profil En Travers Courants :

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel.

V-3-LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants :

A) - La Chaussée :

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

B) - La Largeur Roulable :

Elle comprend les sur-largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

C) - La Plate-forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements.

D) - Assiette :

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

E) - L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (Talus, chemins de désenclavement, exutoires, ext...) limitée par le domaine public.

F) - Les Accotements :

En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

H)- 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.

I)- 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. [20]

V-4- TYPES DE PROFILS EN TRAVERS:

Il existe trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou Bien les profils mixtes.

A)-Cas Remblai :

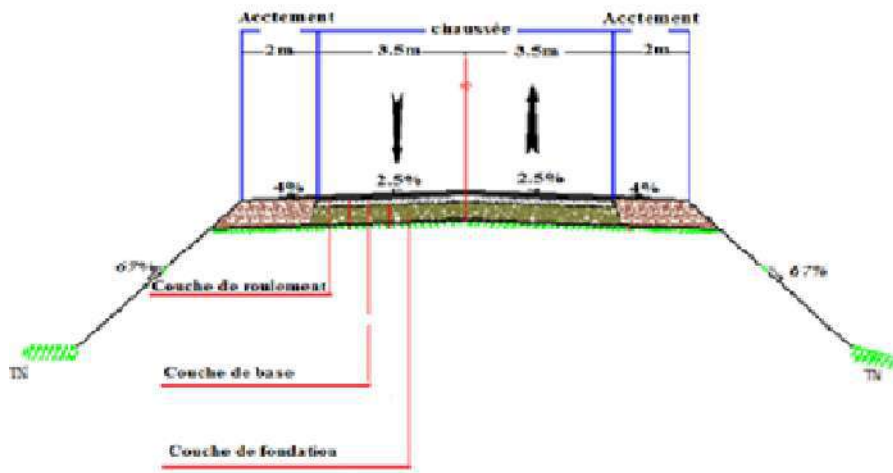


Fig. V-2 Types De Profils En Travers(Cas Remblai) [19]

B)-Cas Déblai :

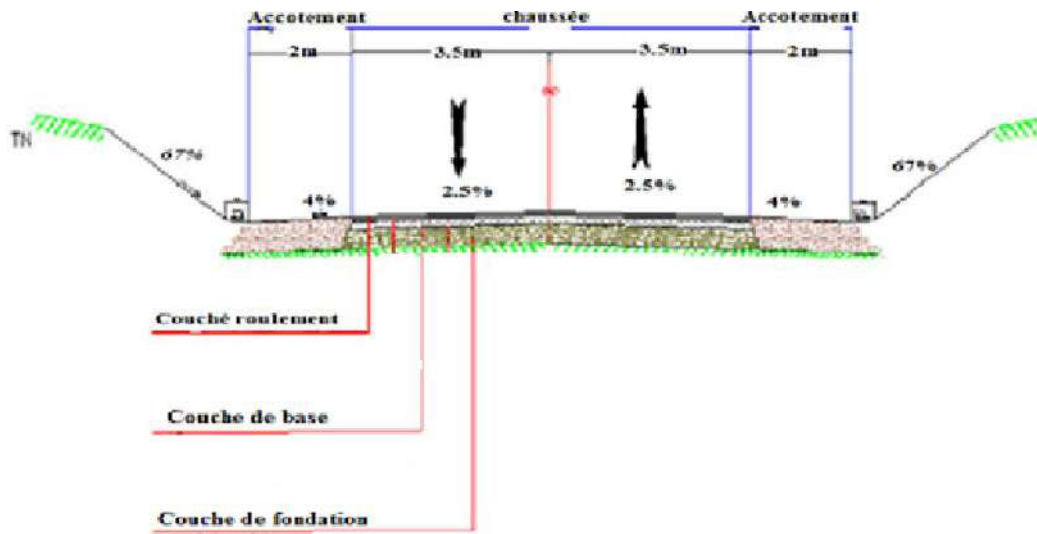


Fig. V- 3 Types De Profils En Travers (Cas Déblai) [19]

C)- Cas Mixte :

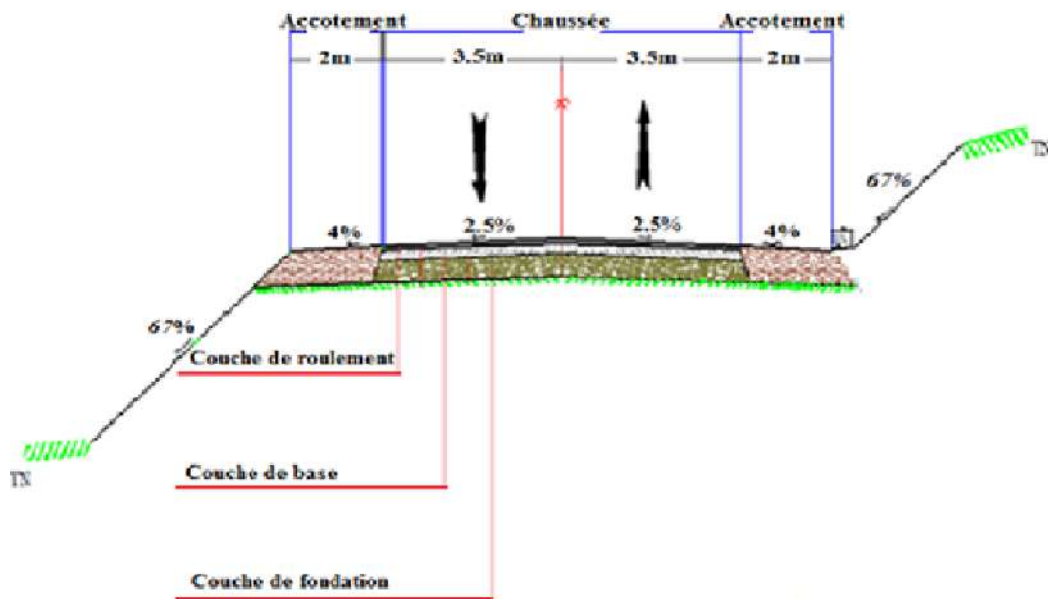


Fig. V-4 Types De Profils En Travers (Cas Mixte) [19]

V. 5 - APPLICATION AU NOTRE PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la Projet sera composé d'une chaussée bidirectionnelle. Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée bidirectionnelle de **2 voies** : **$2 \times 3.5 = 7.00\text{m}$**
- Accotement : **1.5 m** de chaque côté
- Largeur de la plate forme : **10 m**
- Devers minimum : **2,5%**
- Devers maximum : **7%** pour un rayon minimum
- Pente de talus en remblai : **4/3**
- Pente de talus en déblai : **2/3**

V.5.1 – Le Profil En Travers Type A Eté Choisi De Manière A:

- ✓ Assurer un équilibre transversal des véhicules.
- ✓ Assurer l'introduction progressive des dévers au niveau des courbures de façon à respecter les conditions de stabilité.
- ✓ Assurer un bon écoulement des eaux pluviales.
- ✓ Eviter la stagnation des eaux.

B)- Cas Remblai :

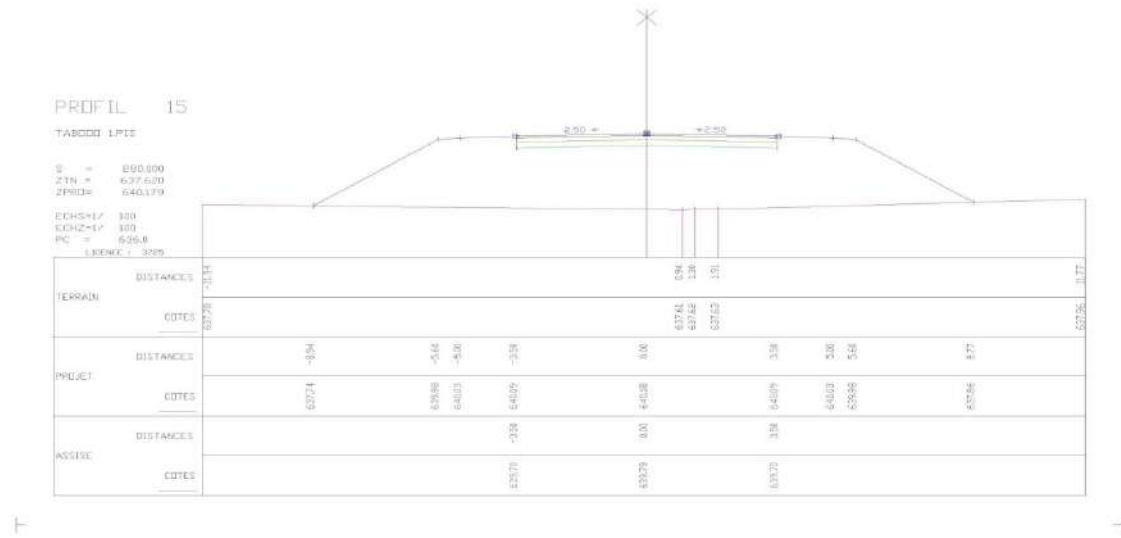


Fig. V-6 Profils En Travers Courant (Cas Remblai)

C)- Cas Mixte :

Chapitre VI



CALCUL DES CUBATURES

1. INTRODUCTION

2. DEFINITION

3. METHODE DE CALCULE DES CUBATURES

4. CALCULES DES CUBATURES DE TERASSEMENT

CHAPITRE VI :LES CUBATURES

VI.1- INTRODUCTION :

Les cubatures de terrassement sont l'évolution des cubes de déblais et de remblais, que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne de projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

1. les profils en long
 2. les profils en travers
 3. Les distances entre les profils.
- Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différent, le moins possible, de la ligne du terrain qu'ils représentent.

VI.2 - DEFINITION :

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les volumes à apporter (Remblai), pour donner à la route une allure uniforme et homogène pour recevoir un corps de chaussée qui permette aux véhicules de circuler en toute sécurité et sérénités à partir de :

- Les Surfaces de remblai ou de déblais obtenus par le profil en travers.
- Les Distances entre profils en travers, indiquées sur le profil en long. [13]

VI.3 - METHODE DE CALCULE DES CUBATURES :

-Les cubatures sont Les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet, les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui le simplifie.

-Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section. [21]

VI .3.1 METHODE De Mr SARRAUS :

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

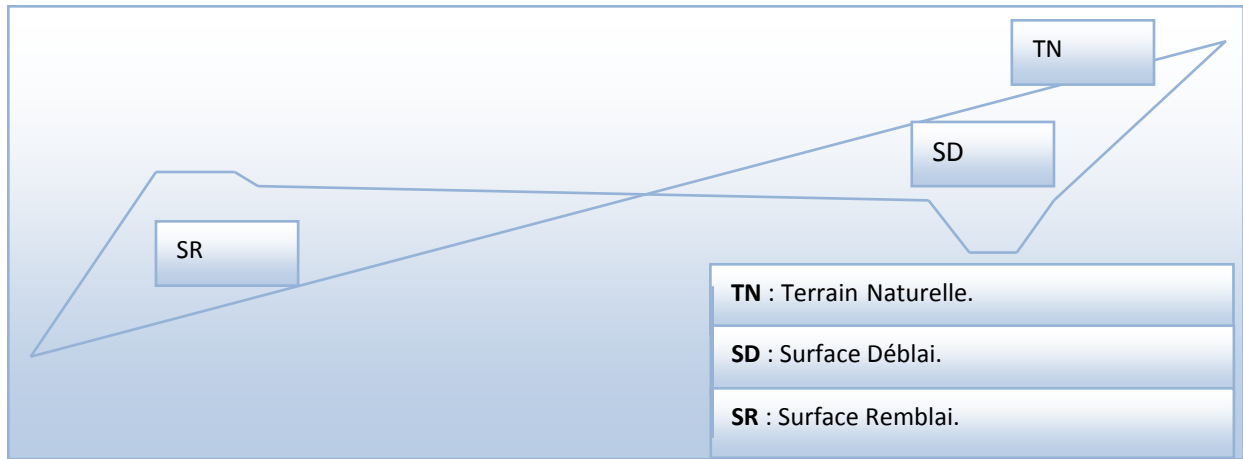


Fig. (VI-1) .Explique La Méthode SARRAUS [19]

A)- Formule De Mr SARRAUS :

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

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

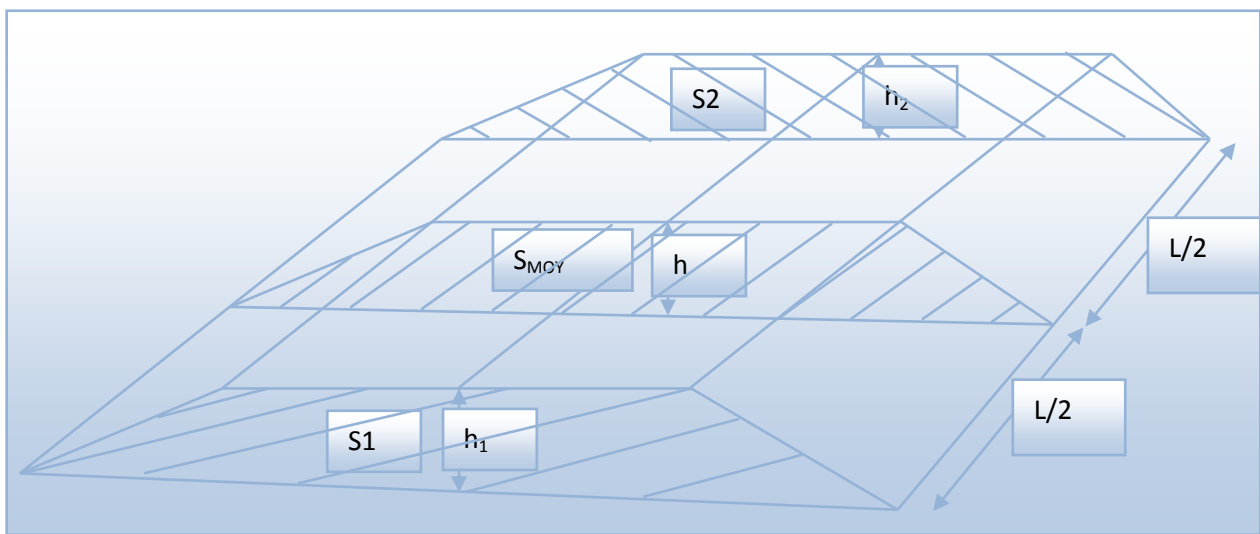


Fig. (VI-2). Formule De Mr SARRAUS [13]

B) - Description De La Méthode:

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

Où h , S_1 , S_2 et S_0 désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.

Surface limitée à mi-distances des profils.

Ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.

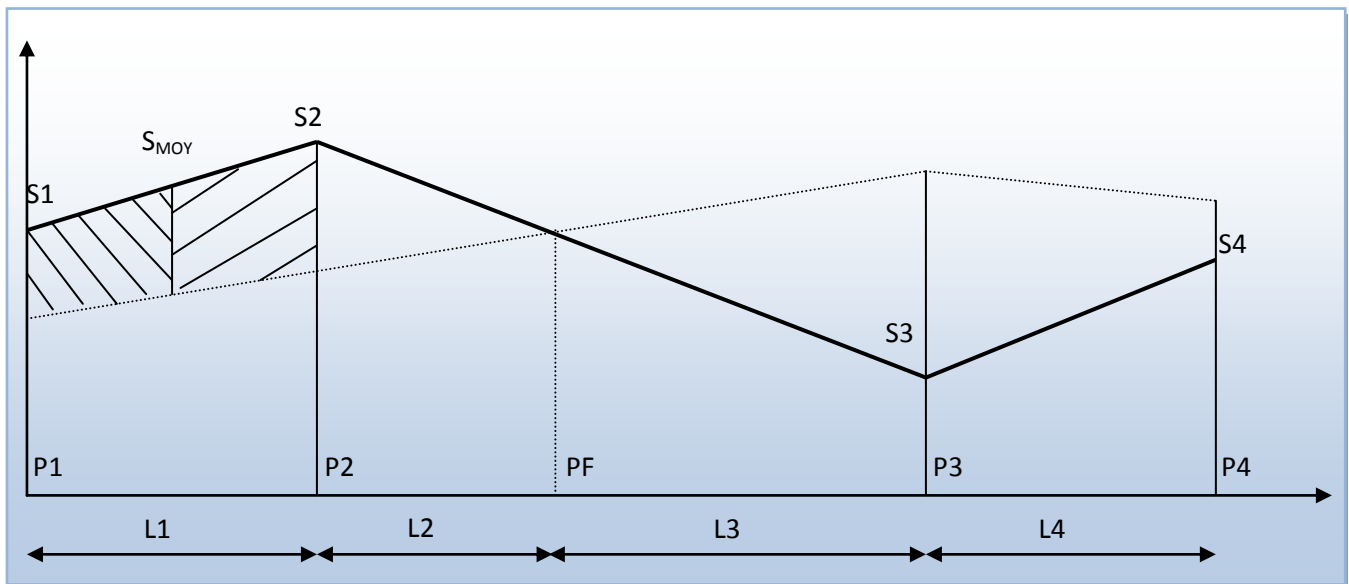


Fig. (VI-3) Calcul Des Cubatures De Terrassement [13]

PF : profil fictive, surface nulle

Si : surface de profil en travers P_i

Li : distance entre ces deux profils

SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très

Voisines les deux expressions SMOY 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 :

$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre P1 et P2}$$

$$V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad \text{Entre P2 et PF}$$

$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad \text{Entre PF et P3}$$

$$V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad \text{Entre P3 et P4}$$

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.3.2 - METHODE CLASSIQUE :

Dans cette méthode on distingue deux différents sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de **GULDEN** où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel **Piste 5.05** nous avons utilisé la méthode de **GULDEN** et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais.

VI.4 - CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel (Piste 5.05) Voir L'Annexe

- **Le volume de déblais est de : $VD = 68749 \text{ m}^3$**
- **Le volume de remblai est de : $VR = 69893.3 \text{ m}^3$**

Chapitre VII



LES CARREFOURS

1. INTRODUCTION

2. DONNEES APRENDRE POUR L'AMENAGEMENT D'UNCARREFOUR

3. CHOIX DE TYPE DE CARREFOUR

4. VITESSE UNIFORME DANS UN CARREFOUR

5. CHOIX DE TYPE DE CARREFOUR

6. Application au projet

CHAPITRE VII : LES CARREFOURS

VII.1-INTRODUCTION :

Un carrefour est un lieu d'intersection de 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.

Il reste une partie importante du tracé, ou une attention particulière doit être apportée à sa conception et à sa construction en respectant les principes généraux suivants :

- Fluidité du trafic
- Facilité de la circulation en toute sécurité.
- Visibilité suffisante à l'approche et dans les zones mêmes du carrefour
- Configuration géométrique appréciable.
- L'adaptation des éléments géométriques aux caractéristiques dynamiques des véhicules.

VII.2-DONNEES APRENDRE POUR L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR :

Les données ci-dessous sont généralement à prendre en considération lors d'une étude de conception ou d'aménagement d'un carrefour existant. Toutes ces informations ne doivent pas, pour autant, faire l'objet d'un recueil de données systématique a priori.

Les données les plus importantes à examiner sont les suivantes :

- La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte.
- L'intensité et la composante des différents courants.
- Les vitesses d'approche pratiquées.

- Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement.
- Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long.[11].

VII.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.
- Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- Objectif de la capacité choisie.
- Objectif de sécurité. [11]

VII.4-VITESSE UNIFORME DANS UN CARREFOUR :

$$V_c = V_r + 20 \text{ (km/h)}$$

VII.5-CHOIX DE TYPE DE CARREFOUR :

A)-CARREFOUR A 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.

B)-CARREFOUR A TROIS BRANCHES (en Y):

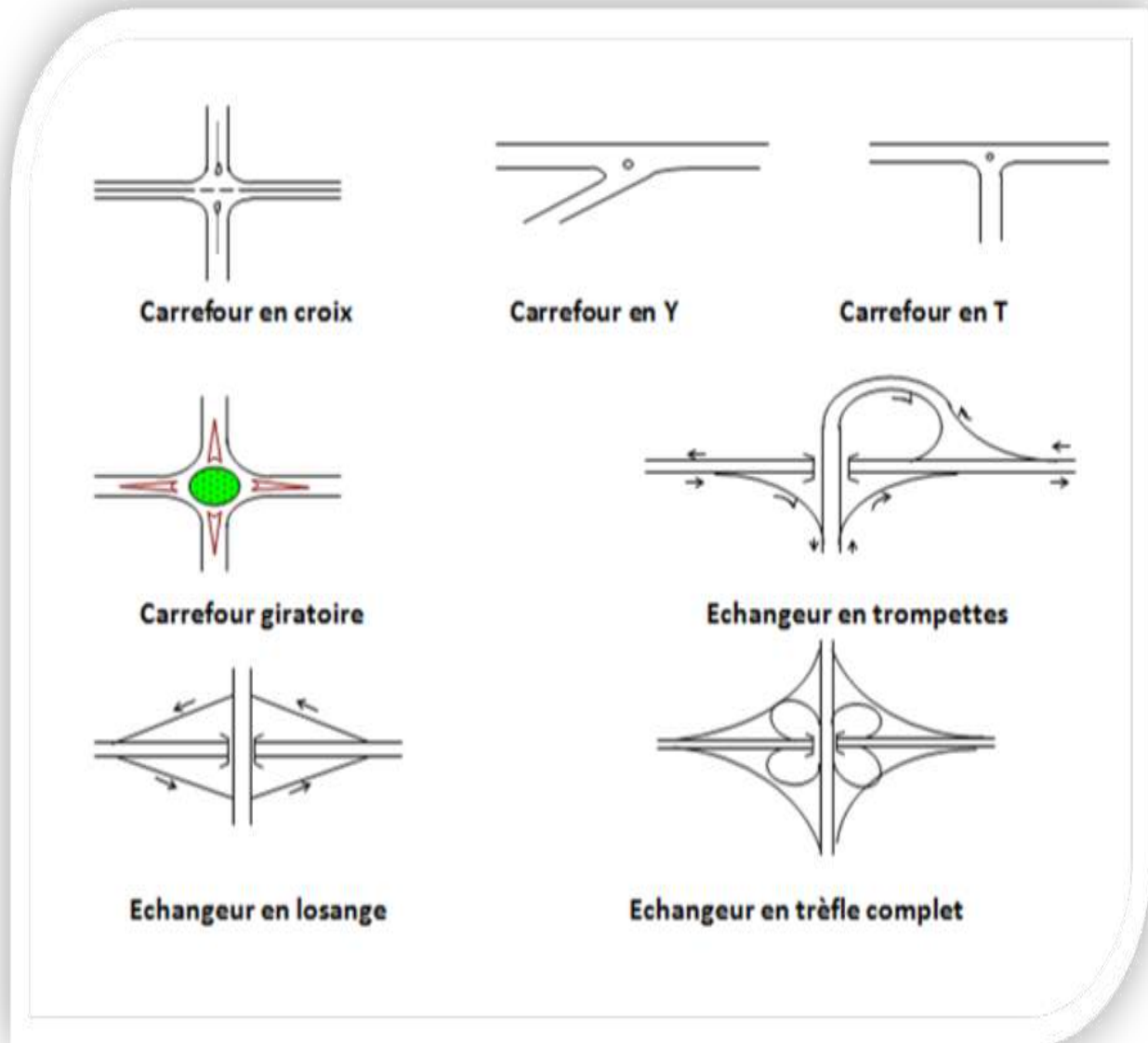
C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

C)-CARREFOUR A QUATRES BRANCHES (en Croix) :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées.

D)-CARREFOURS TYPE GIRATOIRE :

Le carrefour à sens giratoire est un carrefour plan qui comprend un terre-plein central (En forme de cercle ou ovale généralement), ceinturé par une chaussée mise à sens unique. L'îlot central a un rayant souvent supérieure à douze mètre, une courbe de petit rayant à l'entrée freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30° à 40°), la sortie doit de plus grand rayant pour rendre le dégagement plus facile [11]



Figure(VII.1) : Différents Types Des Carrefours [20]

Chapitre VIII



ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

1. INTRODUCTION
2. REGLEMENTATION ALGERIENNE EN GEOTECHNIQUE
3. LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE
4. CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS
5. LES MOYENS DE RECONNAISSANCE
6. CONCLUSION

CHAPITRE VIII : ETUDE GEOTECHNIQUE

VIII-1. INTRODUCTION :

Les études géotechniques sont nécessaires pour mesurer dès l'avant projet sommaire, l'incident des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en termes de cout. On peut dire aussi que la géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur les données recueillies lors d'essais en laboratoire et sur terrain. L'étude géotechnique du site s'est basée essentiellement sur la description géomorphologique et lithologique, l'interprétation des mouvements gravitaires et l'estimation des tassements, le recensement des Gîtes a matériaux et en fin le dimensionnement de la chaussée.

❖ OBJECTIFS:

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

VIII-2 REGLEMENTATION ALGERIENNE EN GEOTECHNIQUE:

La géotechnique couvre un grand champ d'activité qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place.

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisées en laboratoire dans le cadre des études géotechniques. [21]

VIII.3- LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE : [18]**VIII.3-1 Les Essais D'identification:****A). Masse Volumique Et Teneur En Eau: (NFP 94-050 Septembre 1995)****• Teneur En Eau :**

Exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit

$$\omega = W_w/W_s \dots\dots\dots (1)$$

• Masse Volumique :

(γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$. On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_d = W_s/V \dots\dots\dots (2)$$

• Domaine D'utilisation:

Cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

➤ Interprétation D'essais : [03]

Les teneurs en eau sont faibles .le long de l'itinéraire avec des valeurs variant de 5 à 7 %.

B). Analyses Granulométriques: (NFP 18-560 Septembre 1990)

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique. Cette analyse se fait en générale par un tamisage.

• Principe D'essai :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoires reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes.

• But De L'essai :

C'est un essai qui a pour objet de la détermination le poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

• **Domaine D'utilisation:**

La granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

Tableau VIII-1 : Classification Des Sols Par Dimension Du Grain

Dimension D des grains (mm)	dénomination	Type de sols
$D > 20$	Cailloux	Sols Grenus
$20 > D > 2$	Graves	Sols Grenus
$2 > D > 0.2$	Gros sable	Sols Grenus
$0.2 > D > 0.02$	Sable fin	Sols Grenus
$0.02 > D > 2 \mu$	Limons	Sols fins
$D < 2 \mu$	Argiles	Sols fins



FIG VIII-1 Appareil De Tamisage

➤ **Interprétation D'essais :** [03]

Les analyses granulométrique montrent que les matériaux analysés des quatre carrières contiennent un pourcentage de fines variant entre 25 % et 48 %.

C). Limites D'atterberg: (NFP18-561 Septembre 1990) :

• **Limite De Plasticité (Wp):**

Caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.

• **Limite De Liquidité (WL) :**

Caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide.

$$W_L = \omega (N/25)^{0.121} \dots\dots\dots(3)$$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups.
N: nombre de coups.

- **L'indice De Plasticité (Ip) :**

$$I_p = W_L - W_P \dots \dots \dots (4)$$

- **Principe De L'essai :**

La détermination de W_L et W_P donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de Casagrande.

- **But De L'essai :**

Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement.

- **Domaine D'application :**

L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

Tableau VIII -2:Classer Indice De Plasticité

Indice de plasticité	Degré de plasticité
$0 < I_p < 5$	Non plastique.
$5 < I_p < 15$	Moyennement plastique.
$15 < I_p < 40$	Plastique.
$I_p > 40$	Très plastique.



.FIG VIII-2:Appareil De Limites d'Atterberg

➤ **Interprétation D'essais : [03]**

- ✓ **Limite De Plasticité (Wp):**

Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

- ✓ **L'indice De Plasticité (Ip) :**

Une indice de plasticité (IP : entre 7.92 et 23.84 %)

D). Equivalent De Sable : (NF P 18-597 Décembre 1990) :

Lorsque les sols contiennent très peu de particules fines, les limites d'Atterberg ne sont pas mesurables, pour déclarer la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « **équivalent de sable** » la hauteur du sommet du flocculat totale, exprimé en pourcentage.

$$ES = \frac{h_2}{h_1} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

• Principe De L'essai :

L'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

• But De L'essai :

Cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

• Domaine D'application :

Cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines de classification, étude, choix et contrôle des sols et sables.

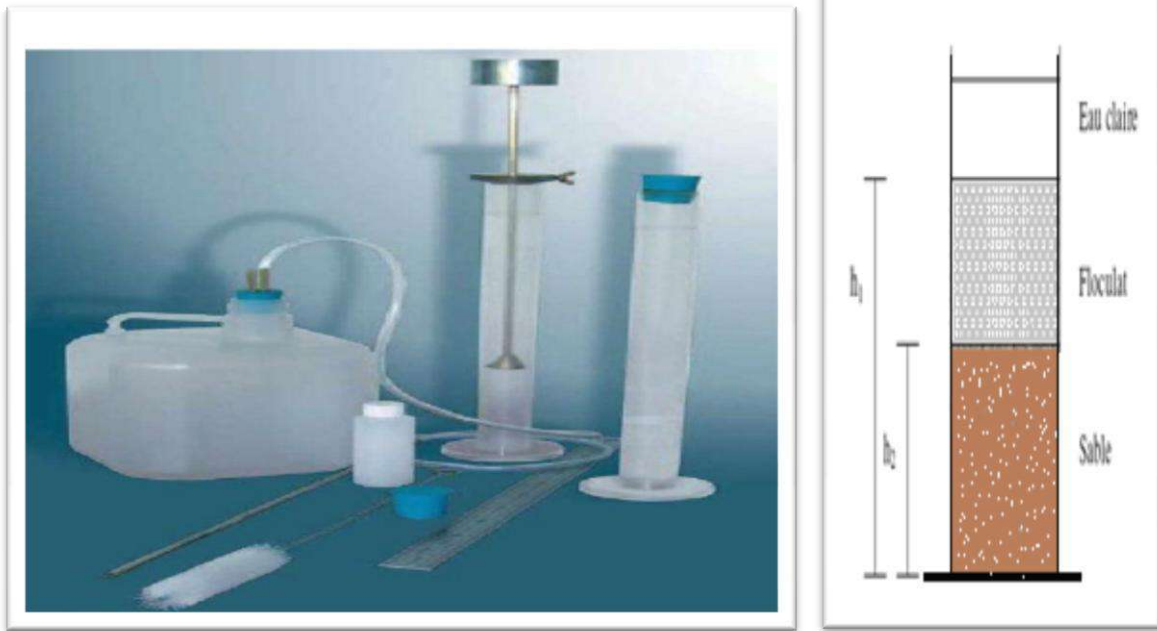


FIG VIII-3: Appareil d'Equivalent De Sable

➤ **Interprétation D'essais : [03]**

Les résultats de cet essai nous ont donné des résultats variant de 15 à 35 %, du fait de la présence de fines Tuf.

E)-Analyse Chimique: (NFP15-461version 1964) :

L'analyse chimique des granulats consiste à déterminer le taux des composants suivants :

- Les Carbonates CaCO_3
- Les chlorures NaCl
- Les sulfates CaSO_4

Ces essais sont effectués afin de vérifier l'efficacité et la compatibilité de ces granulats entre eux et le liant utilisé.

➤ **Interprétation D'essais : [03]**

L'analyse chimique qui est l'un des critères essentiels de sélection des Tuf, montre la présence d'un fort pourcentage de sulfate + carbonate allant avec une dominance du gypse sur la majorité des carrières analysées, Ces analyses nous permettent de classer ces matériaux avec ceux utilisables en corps de chaussée en technique routière saharienne.

- ✓ % d'insoluble : entre 8.4 et 44 %
- ✓ % SO_3^{2-} : entre 00 et 6.75 %
- Analyse chimique :
 - ✓ % CA CO_3 entre 40 et 77 %

VIII.3-2 Les Essais Mécaniques :

A). Essai Proctor: (NFP94-093 (12/93)):

L'essai Proctor est un essai routier qui convient à la plupart des sols, y a deux essais de Proctor normal et modifié.

• Principe De L'essai :

L'essai consiste à mesurer la masse volumique sèche d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compactée avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

Les grains passant par le tamis de **20 mm** sont compactés dans le moule Proctor.

• But De L'essai :

L'essai **Proctor** consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

• Domaine D'utilisation :

Cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).

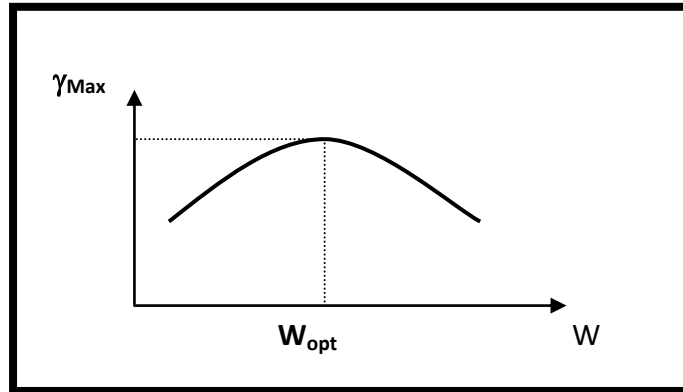
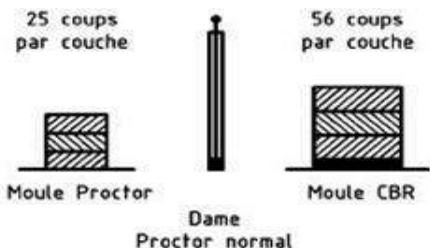
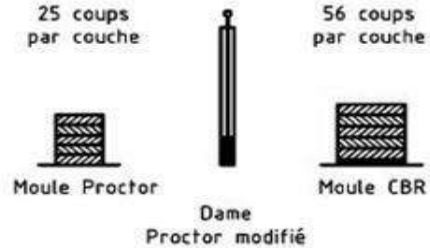


Fig. VIII -4: Courbe Proctor.

Tableau VIII -3: Détail Essai Proctor[21]

Nature de l'essai	Caractéristiques de l'essai	Moule Proctor	Moule CBR	Schéma récapitulatif
Essai Proctor normal	Masse de la dame	2 490 g	2 490 g	3 couches, à raison de : 25 coups par couche 56 coups par couche  Moule Proctor Dame Proctor normal Moule CBR
	Diamètre du mouton	51 mm	51 mm	
	Hauteur de chute	305 mm	305 mm	
	Nombre de couches	3	3	
	Nombre de coups par couche	25	56	
Essai Proctor modifié	Masse de la dame	4 535 g	4 535 g	5 couches, à raison de : 25 coups par couche 56 coups par couche  Moule Proctor Dame Proctor modifié Moule CBR
	Diamètre du mouton	51 mm	51 mm	
	Hauteur de chute	457 mm	457 mm	
	Nombre de couches	5	5	
	Nombre de coups par couche	25	56	

➤ **Interprétation D'essais :** [03]

Les résultats obtenus ont donné des valeurs de teneurs en eau qui varient de 6 à 12 % et des densités sèches variant entre 1,58 et 1,93 g/cm³.

B). Essai C.B.R (California Bearing Ratio): (NFP94-078) :

On réalise en général trois essais :

« CBR standard », « CBR immédiat », « CBR imbibé ».

• **Principe De L'essai :**

On compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (**Proctor modifié**) avec trois (3) énergies de compactage **25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c** et imbibé pendant quatre (4) jours. Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.

• **But De L'essai :**

L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

• **Domaine D'utilisation:**

Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

- On jugera ainsi la portance du sol à l'aide de l'indice de CBR en se reformant une fourchette telle que le tableau suivant :

Tableau VIII-4: Portance Du Sol A L'aide De L'indice De CBR.

ICBR	Portance du sol
< 3	Mauvaise
3 à 8	Médiocre
8 à 30	Bonne
> 30	Très bonne



FIG VIII-5: Matériels De Compactage Et Accessoires CBR

➤ **Interprétation D'essais : [03]**

Les indices CBR immédiats trouvés varient entre 6.93 et 9.95. Le CBR imbibé varie entre 4.93 et 6.73

Ces résultats montrent qu'on est en présence d'un matériau de portance bonne avec un CBR (imbibé qui est le cas le plus défavorable) de 12 % permettant de classer ce matériau à la

Classe de **portance S3**.

❖ **Portance Du Sol :**

En se basant sur les résultats géotechniques présentés précédemment et sur notre constatation sur site on peut déduire que le sol support présente **une portance de classe (S3)** pour la majorité des lots auscultés.

C). Essai Los Angeles : (NF P 18-573 Décembre 1990):

L'essai **LA** est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

• Principe De L'essai :

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angles**.

• But De L'essai :

L'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

• Domaine D'application:

L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement)

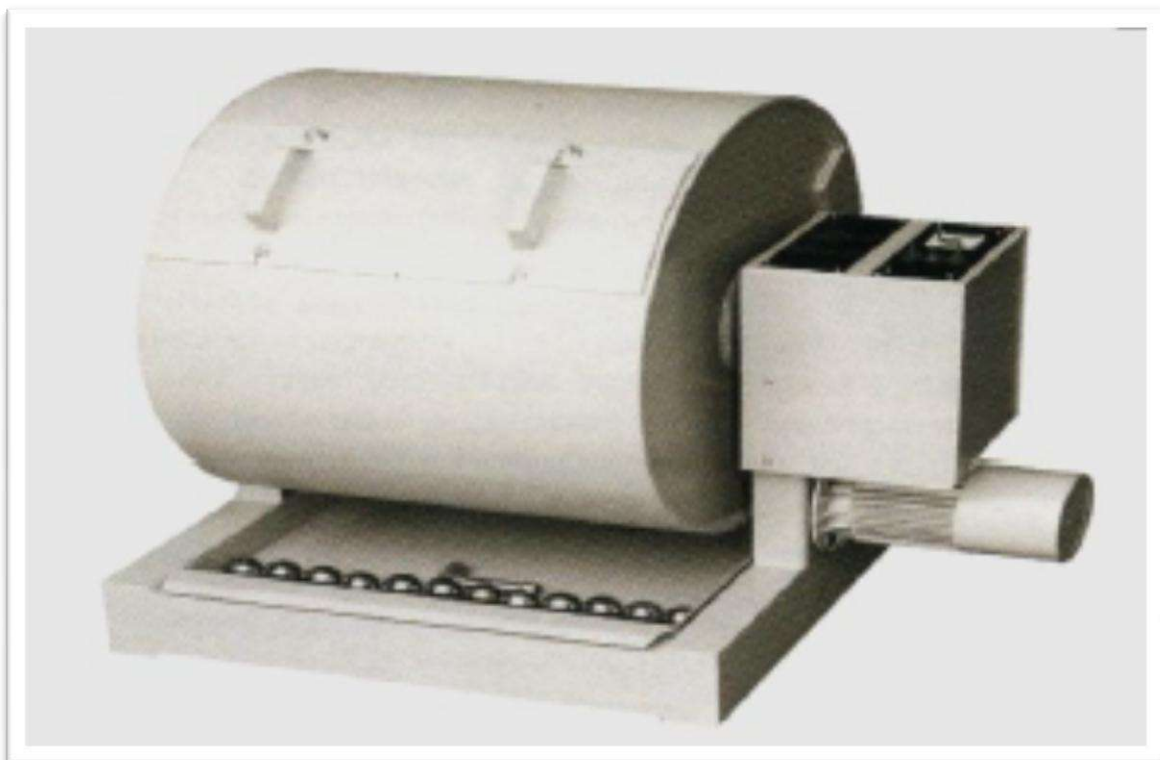


Fig. VIII -6: Appareil Los Angeles

➤ **Interprétation D'essais : [03]**

➤ **Caractéristique Des Agrégats :**

- **Agrégats Pour Couche De Base :**
 - Los Angeles (L.A) <35%.
- **Agrégats Pour Couche De Roulement :**
 - Los Angeles (L.A) <20%.

D). Essai Micro Deval : (NF P 18-572 Décembre 1990) :

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (**Deval sec**) et (**Deval humide**).

On s'intéresse actuellement au **MDE** (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

● **Principe De L'essai :**

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm**

(Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine **Deval** par les frottements réciproques.

● **But De L'essai :**

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.

● **Domaine D'application :**

Choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.



FIG VIII-7: Appareil De Micro Deval

➤ **Interprétation D'essais :** [03]

➤ **Caractéristique Des Agrégats :**

• **Agrégats Pour Couche De Base :**

- Micro- Deval en présence d'eau (M.D.E) <30%.

• **Agrégats Pour Couche De Roulement :**

- Micro- Deval en présence d'eau (M.D.E) <20%.

II.4 - CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80 mm
- Matériaux plastique IP $> 20\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.

On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront étalés par couche de 30 cm d'épaisseur en moyenne avant leurs compactages. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

La seule condition exigée et donne l'intensité du compactage, dans notre cas le GTR exige un compactage moyen.

- pas de conditions particulières dans les taches de l'extraction, granulométrie, teneur en eau, le traitement, le réglage du fond, et selon les expériences la hauteur des remblais est limitée à 4 mètres. [20]

VIII. 5 -LES MOYENS DE LA RECONNAISSANCE :

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'une trace routière sont essentiellement :

- ✓ L'étude des archives et documents existants.
- ✓ Les visites de site et les essais « in –situ »
- ✓ Les essais de laboratoire.

L'étude géotechnique est un élément inséparable des études géologiques et hydrologiques pour la reconnaissance du terrain, elle doit permettre de:

- Compléter l'étude géologique.

- Prévoir le comportement des terrains ainsi que la stabilité des ouvrages pendant la phase d'exécution.
- Dégager les éléments caractéristiques au dimensionnement géométrique et aux méthodes d'exécution. [18]

VIII-7 Résultats obtenus:

Analyse chimique			GR (%)	LM (IP) (%)	ES (%)	Proctor g/cm ³	CBR (%)	L.A (%)	MDE (%)
d'insoluble	CaCO ₃	So ₄ ⁻²							
8.4	40	00	25	7.92	15	1.58	6.93	35	30
44	77	6.75	48	23.84	35	1.93	9.95	20	20

VIII. 8- CONCLUSION:

L'étude de sol devant recevoir le projet à montre que les faciès forment l'assise de la route ne présente pas caractères spéciaux nécessitant des précautions spéciales.

Dans l'ensemble la portance est bonne, on peut conclure que :

- Les matériaux choisis présentent des granulométries bien étalées.
- La plasticité de la fraction fine est faible voire nulle.
- Les paramètres de compactage (densité sèche maximale et teneur en eau optimale) sont acceptables.
- Les matériaux choisis se prêtent très bien au compactage.
- La dureté de la roche utilisée acceptable.

Chapitre IX



DIMENSIONNEMENT

1. INTRODUCTION

2 .PRINCIPE DE CONSTRUCTION DES CHAUSSEES

**3. FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT DE
DIMENSIONNEMENT**

4 .LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT

5. APPLICATION AU PROJET

6. CONCLUSION

CHAPITRE IX : DIMENSIONNEMENT

IX.1 - INTRODUCTION :

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée.

On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous amène à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type de véhicules empruntant cette route. Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivantes :

- le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds).
- la portance du sol support désignée par son indice C.B.R.
- la durée de service.

IX 2- PRINCIPE DE CONSTRUCTION DES CHAUSSEES: [13]

IX 2.1 Définition De La Chaussée:

La chaussée est un ouvrage destiné essentiellement à la répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement résiste aux différentes sollicitations et notamment aux :

- charges des véhicules.
- chocs.
- intempéries.
- efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

• Au Sens Géométrique :

La surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.

• Au Sens Structurel :

L'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

IX.2.2 Les Différents Types De Chaussée : [15]

Il existe trois types de chaussée :

IX.2.2.1 Chaussée Souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.
- ❖ La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

A)-Couche De Roulement (Surface) :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- d'imperméabiliser la surface de chaussée.
- d'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages.

La couche de liaison a, pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général entre 5, 6 et 8 cm

B)-Couche De Base :

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

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

C)-Couche De Fondation :

Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

D)-Couche De Forme :

Elle est prévue pour répondre à certains objectifs à court terme. Sol rocheux :

Joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface ;

Sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 30 et 70 cm.

Dans la figure (IX. 1) on rentre les différent couches pouvant entre dans le dimensionnement du corps de chaussée.

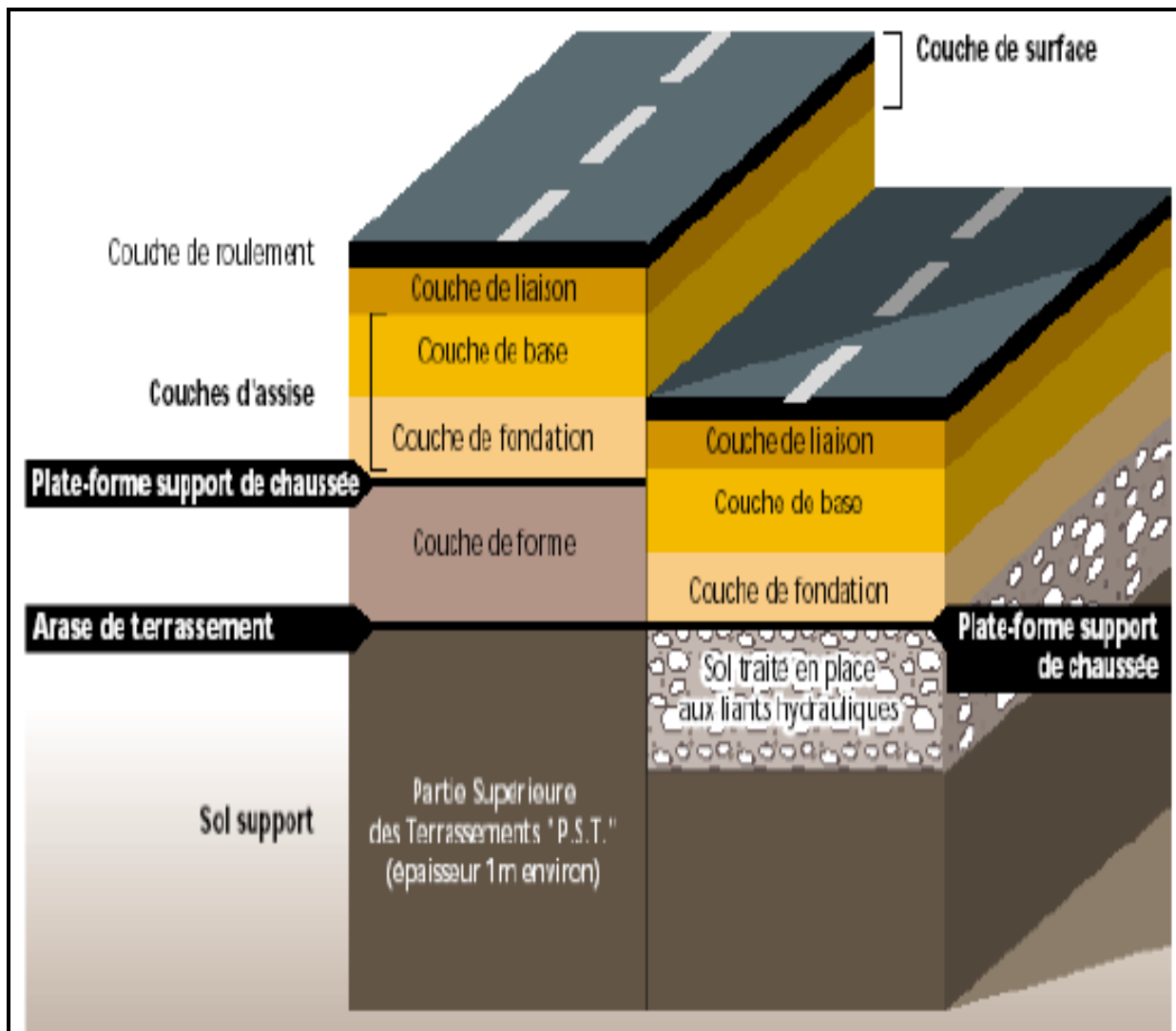


Fig. (IX, 1) Différentes Couches Constituant La Structure De La Chaussée. [17]

IX.2.2.2 Chaussée Semi-rigide :

On distingue :

- ❖ Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,...)
- ❖ La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- ❖ Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

IX.2.2.3 Chaussée Rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est très peu pratiqué en Algérie.

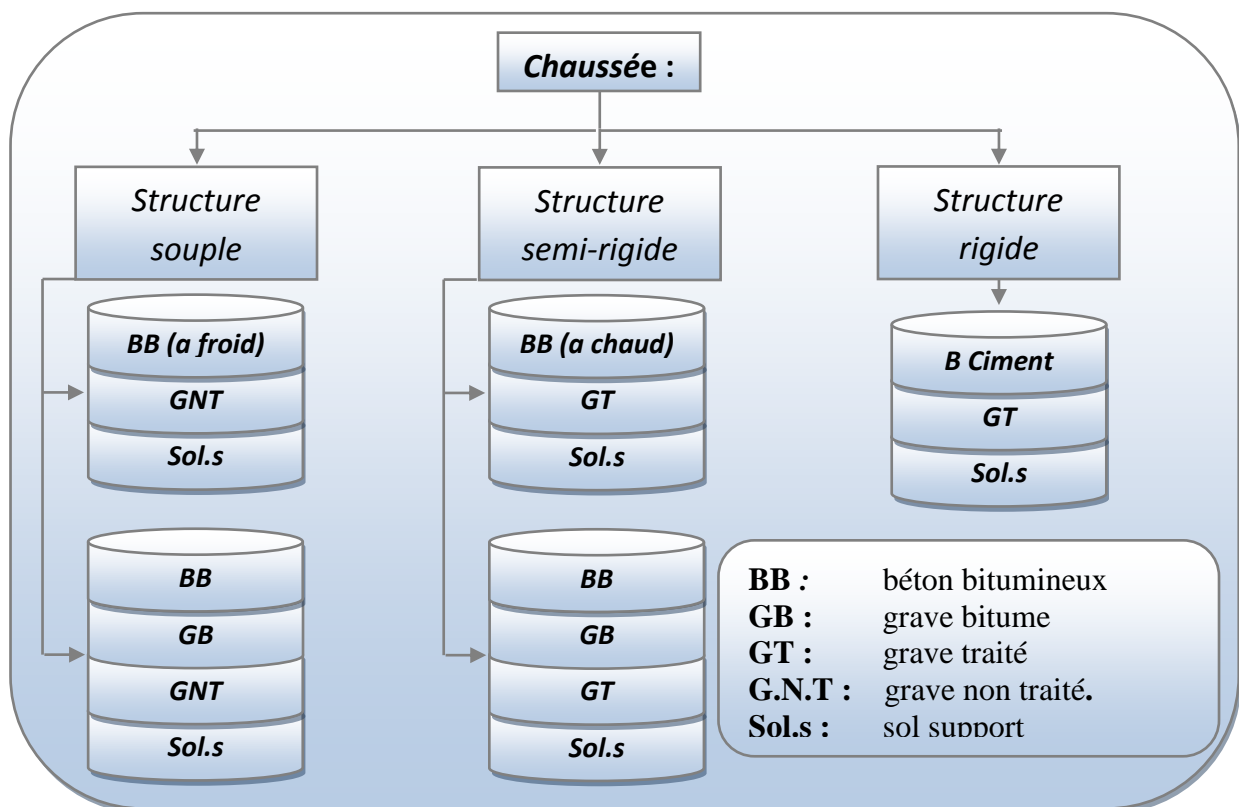


Fig. (IX. 2): Types De Chaussées [15]

IX 3- FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT :

Toutes les méthodes de dimensionnement basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés au :

IX 3-1. TRAFIC :

Le trafic principalement le poids lourds est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures, il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée, le trafic gouverne les choix suivants:

- ▶ Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.
- ▶ Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque.

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.

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

$$N = T.A.C$$

Avec :

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul.

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

Avec : τ : Taux de croissance du trafic.

n : Nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

IX 3-2. ENVIRONNEMENT :

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

IX 3-3. SOL SUPPORT:

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

IX.3.4 - MATERIAUX :

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

IX 4-.LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT : [13]

On distingue deux familles des méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
 - L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.
- ❖ Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :
- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio)
 - Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves
 - Méthode du catalogue des structures
 - La méthode de l'indice de groupe " Ig "

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser :

La méthode dite CBR.

Ix 4-1. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié.

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 :

- Pour un trafic en voiture particulière : **TMJA×365×1.5t < 100000 t/ans**

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5} \quad (\text{cm})$$

- Pour un trafic en voiture particulière: **TMJA×365×1.5t ≥ 100000 t/ans**

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

Avec:

- **e**: épaisseur équivalente
- **I_{CBR}**: indice CBR (sol support)
- **N**: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- **P**: charge par route P = 6.5 t (essieu 13 t)
- **Log**: logarithme décimal

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:

C₁, C₂, C₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

❖ **Coefficient D'équivalence :**

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

Tableau (IX. 1) : Les Valeurs Des Coefficients D'équivalence

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

IX 4-2. Méthode Du Catalogue Des Structures: [11]

Catalogue des structures type neuf est établi par «**SETRA** ».

- Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés.
- Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.
- Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.
- Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :
 1. Trafic cumule de poids lourds à la 10^{ème} année Tj.
 2. Les caractéristiques de sol (Sj)

❖ Détermination De La Classe De Trafic: [11]

Le tableau ci-dessous indique la classe du trafic :

Tableau (IX. 2): Déterminant La Classe Du Trafic

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule
T_1	$T < 7.3 \times 10^5$
T_2	$7.3 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T_3	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T_4	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T_5	$T > 4 \times 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule suivante :

$$T_c = Tpl \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] \times 365$$

Avec :

Tpl : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

τ : taux d'accroissement annuel

❖ Détermination De La Classe Du Sol : [11]

Le Tableau Ci-dessous Déterminant La Classe Du Sol :

Tableau (IX. 3) : Déterminant La Classe Du Sol

PORTANCE (S_I)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

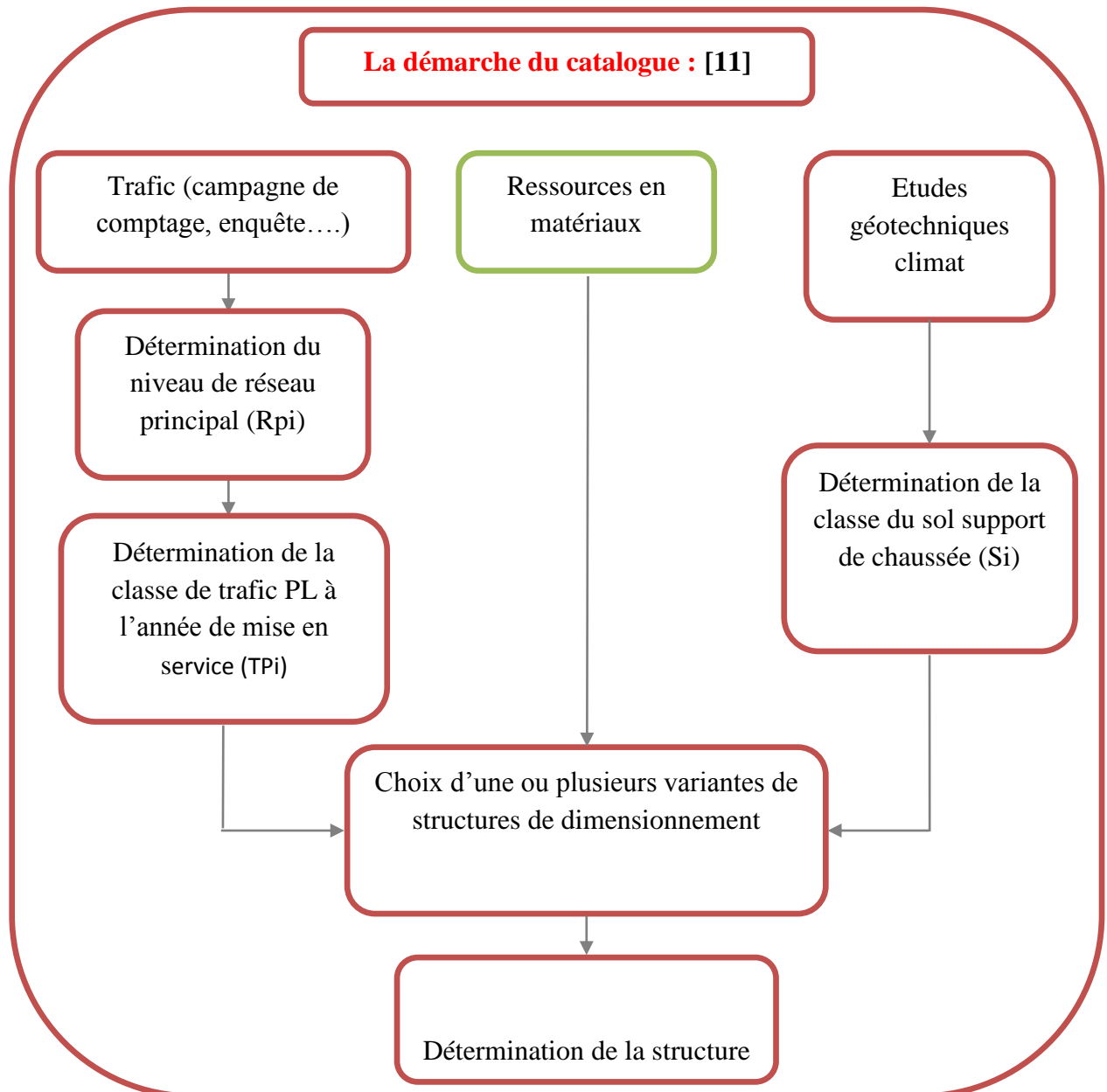
IX 4-3. Méthode Du Catalogue De Dimensionnement Des chaussées neuves :

L'utilisation de 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.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique. [10]



IX 4-4. Méthode De L'indice De Groupe" Ig ":

Cette méthode est basée sur les caractéristiques du sol, de ses limites d'atterberg et de l'intensité du trafic poids lourds.

L'indice de groupe Ig est un coefficient compris entre (0 et 20) qui caractérisent le sol :

$$I_g = 0,2 a + 0,005 a \times c + 0,01 b \times d$$

"0" pour un excellent sol et "20" pour un mauvais sol.

➤ "a" et "b" sont des coefficients fonction du pourcentage f du sol passant à 0,008 mm.

$$f < 35 \dots\dots\dots a = 0$$

$$35 < f < 75 \dots\dots\dots a = f - 35$$

$$f > 75 \dots\dots\dots a = 40$$

$$f < 15 \dots\dots\dots b = 0$$

$$15 < f < 55 \dots\dots\dots b = f - 15$$

$$f > 55 \dots\dots\dots b = 40$$

➤ "c" est un coefficient en fonction de la limite de liquidité W_L .

$$W_L < 40 \dots\dots\dots c = 0$$

$$40 < W_L < 60 \dots\dots\dots c = W_L - 40$$

$$W_L > 60 \dots\dots\dots c = 20$$

➤ "d" est un coefficient en fonction de l'indice de plasticité I_P .

$$I_P < 10 \dots\dots\dots d = 0$$

$$10 < I_P < 30 \dots\dots\dots d = I_P - 10$$

$$I_P > 30 \dots\dots\dots d = 20$$

❖ Détermination De L'épaisseur Des Couches :

L'abaque ci-dessous donne l'épaisseur totale de la structure de chaussée pour l'essieu de référence de 13 tonnes en fonction de l'indice de groupe I_g et de l'intensité de trafic PL.

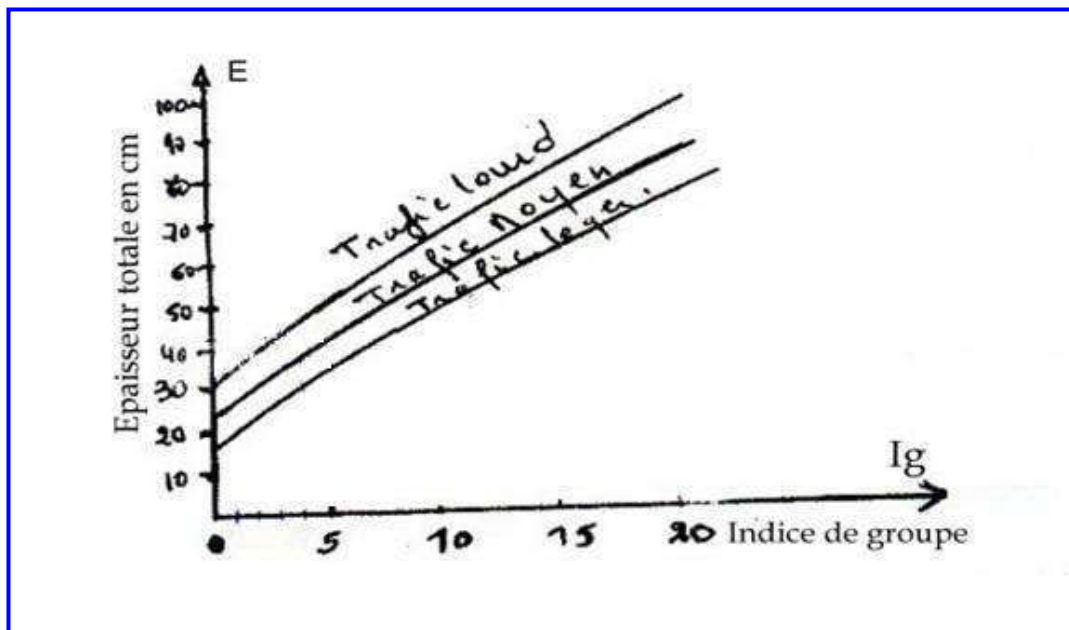


Fig. (IX. 3): Épaisseur Du Corps De Chaussée En Fonction De L'indice De Groupe

IX 5- APPLICATION AU PROJET :**Ix 5-1. Méthode C.B.R :**

- **Données De L'étude :** [02]
 - Année de comptage : **2016.**
 - $TMJA_{2016} = 1023 \text{ v/j.}$
 - Mise en service : **2019.**
 - Durée de vie : **20 ans**
 - Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
 - Pourcentage de poids lourds : $Z = 43.02 \%$

➤ Répartition De Trafic :

- $TJMA_{2016} = 1023 \text{ (V/j).}$
- $TPL_{2016} = 0.43 \times 1023 = 440 \text{ PL /j}$
- $TJMA_{2019} = 1023 (1 + 0,04)^3 \approx 1151 \text{ v/j.}$
- $T_{PL2019} = 0,43 \times 1151 = 495 \text{ PL /j/sens}$
- $TJMA_{2019} = 440 \times 0.5 = 220 \text{ (V/j/sens)}$
- $T_{PL2039} = (1+\tau)^{20} \cdot TJMA_{2019} = (1+0,04)^{20} \times 220 \approx 482 \text{ (PL/j/sens)}$
- $TJMA_{2039} = 1151 \times (1 + 0,04)^{20} = 2522 \text{ v/j.}$

Entre le PK 142+000 et le PK 152+000 : C.B.R=10.

$$TMJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \text{ t/ans} \Rightarrow 2522 \times 365 \times 1.5 = 1380795 \text{ (t/ans)} > 100000 \text{ (t/ans)}$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (ICBR + 5)$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log_{10} (2522/10))] / (10 + 5) = 39.39 \text{ cm}$$

L'épaisseur totale : **e = 39.39 cm**

- **Épaisseur Equivalente :**

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3.$$

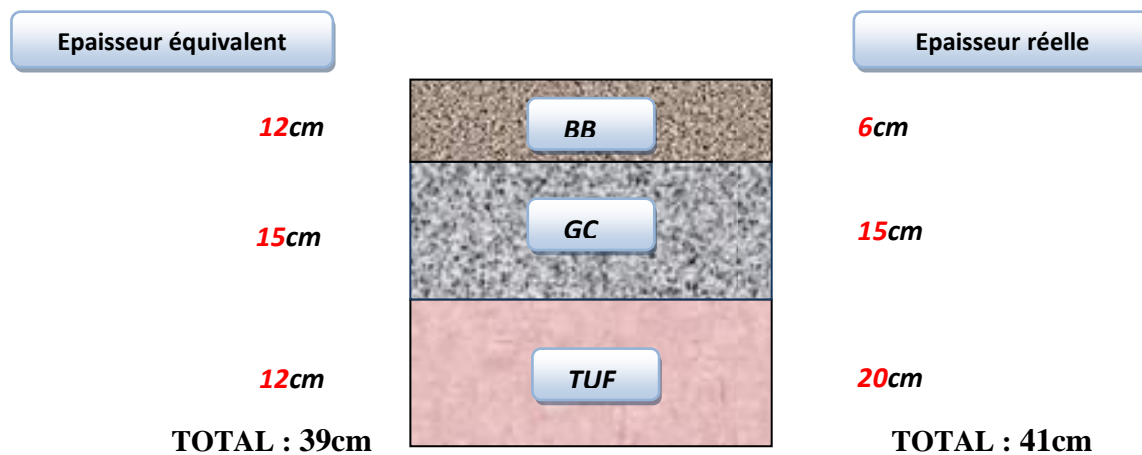
Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 39 \text{ cm.}$$

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3^{ème}

- **Couche de roulement** en béton bitumineux (B.B) : $a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm.}$
- ✓ **Couche de base** en Grave concassée (G.C) : $a_2 \times e_2 = 15 \times 1 = 15 \text{ cm}$
- ✓ Donc L'épaisseur de la **couche de fondation** e_3 en (TUF) est de :
 $a_3 \times e_3 = 20 \times 0.60 = 12 \text{ cm}$

$$e_{\text{équivalent}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 15 \times 1 + 0.60 \times 20 = 39 \text{ cm}$$



Ix 5-2. Méthode De Catalogue Des Chaussées Neuves (Cttp) : [10]

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

A)-Détermination De La Classe De Trafic :

Réparation transversal de trafic

Chaussée Bidirectionnel à deux voies.

$$T_c = (1151 \times 0.43) \times 0.5 = 247$$

$$T_c \approx 247 \text{ pl/j/sens}$$

- Trafic poids lourds : **Tc est compris entre 150 et 300**

Donc : la classe de trafic est : **TPL3**

B)-Détermination De La Classe Du Sol :

$$\triangleright I_{CBR} = 10 \rightarrow I_{CBR} (5 - 10)$$

Donc : Le sol est classe sur la classe **S₃**.

D'après le catalogue des structures on trouve la structure suivante:

Structure souple (s, fiche n° 2) on a sol **S₃** et trafic **TPL3**

On a besoin de faire une couche de forme de **40 cm** pour augmenter la portance de sol.

Tableau (IX. 4) : Sur Classement Avec Couche De Forme En Matériau Non Traité [11]

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

La route est classe dans La zone climatique IV (Ouargla).

Dans notre cas la structure ne figure pas dans le catalogue des structures (fascicule 3 du catalogue algérien) dans ce cas on y obliger de sur classer le sol support pour aller pour une couche de classe **S₃** et pour ce la catalogue exige de poser une couche de forme de **40cm**

D'épaisseur sur 2 couche comme stipuler dans le tableau ci-dessus, donc la structure de notre projet est composé de :

C)-Choix De Dimensionnement : [11]

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique IV, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S3) et une classe de trafic (TPL3).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) on a proposé la structure suivante:

Couche de roulement : BB = 6 cm.

Couche de base : GB = 15 cm.

Couche de fondation : GNT = 30 cm.

6BB + 15GB +30 GNT

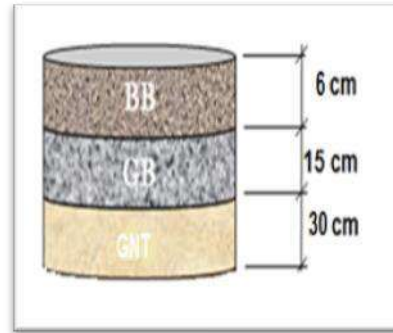


Tableau (IX. 5) : La Structure De Chaussée II

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000				
TPL7				
3000				
TPL6				
1500				
TPL5		6 BB 20 GB 30 GNT	6 BB 14 GB 30 GNT	6 BB 12 GB 30 GNT
600				
TPL4		6 BB 15 GB 35 GNT	6 BB 10 GB 35 GNT	6 BB 10 GB 20 GNT
300				
TPL3		6 BB 15 GB 30 GNT	6 BB 10 GB 25 GNT	6 BB 10 GB 15 GNT
150				

Tableau (IX. 6) Parti De Fascicule 3[11]

IX 6- CONCLUSION :

A la lumière de résultats obtenus par les deux méthodes, on adopte pour la totalité des travaux neufs les épaisseurs obtenues à travers la méthode CBR, pour des raisons économique :

- **Couche de roulement (BB) de 6 cm.**
- **Couche de base (GC) de 15 cm.**
- **couche de fondation en (TUF) de 20 cm.**

Chapitre X



ASSAINISSEMENT

1. INTRODUCTION

2. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT

3. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE

4 .NATURE ET ROLE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER

5. DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE

6. FACTEURS INFLUENÇANT LE CHOIX DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

7. DRAINAGE DES EAUX

8. APPLICATION AU NOTRE PROJET

CHAPITRE X : ASSAINISSEMENT

X-1-INTRODUCTION:

Nous avons vu que les eaux ruisselant sur une chaussée dont l'accotement est surélevé se rassemblaient sur la rive et s'écoulaient jusqu'aux saignées. L'existence de bordure facilite cet écoulement. Quand la pente de la chaussée est faible (moins de 1%) ou forte (plus de 3%), il est recommandé d'établir un demi-caniveau (pavés, béton, brique) de 0.3 à 0.5 m de largeur, 6 à 10% de pente transversable. Dans le premier cas, la régularité du fil d'eau maçonné supplée à l'insuffisance de pente ; dans le second, on évite l'érosion de la rive par un courant rapide.

Les saignées conduisant l'eau jusqu'au talus du remblai ou jusqu'à la fosse.

Si l'accotement est dérasé et si la plate-forme n'est pas trop large, les eaux ruissellent uniformément jusqu'à la fosse. Il faut éviter que s'amorcent et se forment sur l'accotement des circuits d'écoulement localisés (ravins) qui faciliteraient l'érosion ; c'est une raison de plus pour reprofiler périodiquement et stabiliser si possible les accotements dérasés

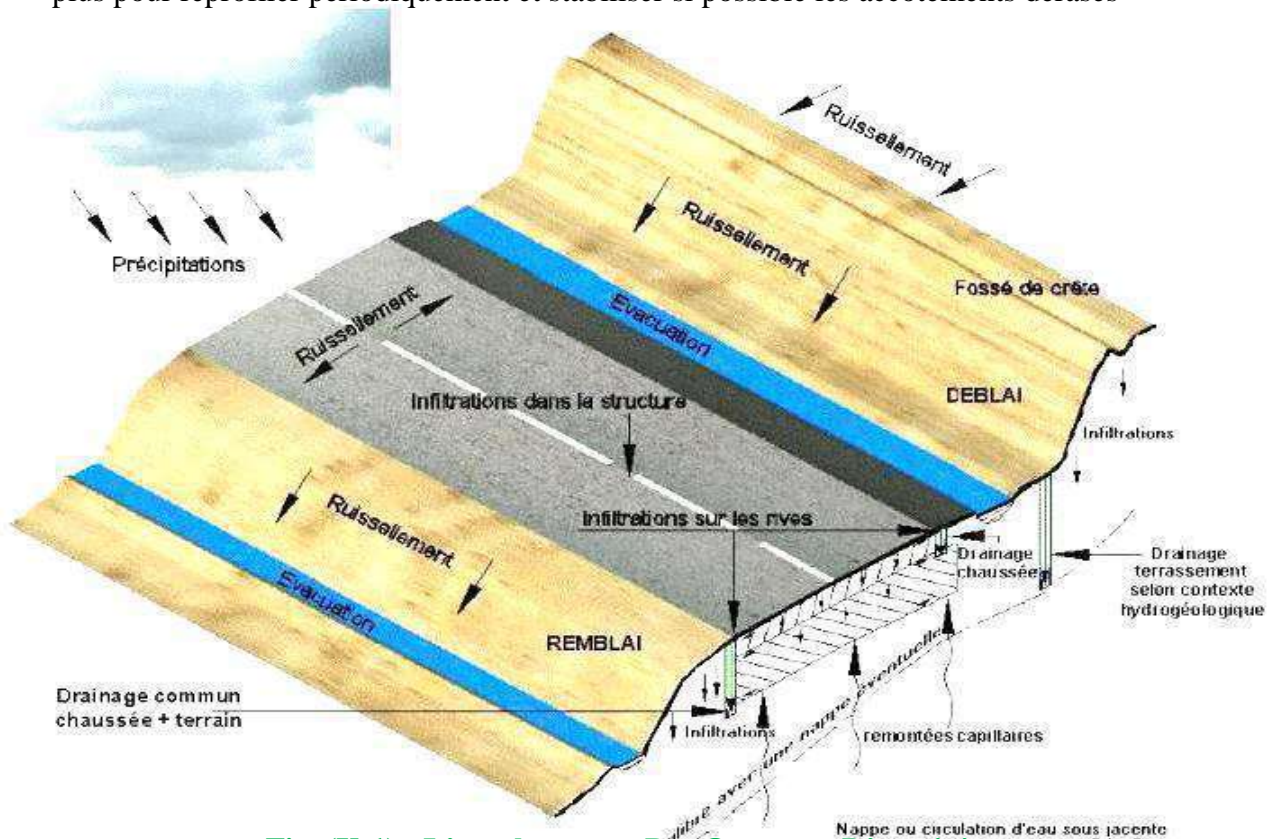


Fig. (X-1) : L'emplacement Des Ouvrages D'assainissements[16]

❖ Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés comme suit :

1)- Pour Les Chaussées :

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Dés enrobage.
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un trafic important).
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

2)- Pour Les Talus :

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

Les études hydrauliques inventorieront l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements

X-2-OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :

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 de corps de la 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 l'effet de gel). [16]

X- 3-ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE:

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.

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) [16]

X-4-NATURE ET ROLE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER:

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels superficiels ou enterrés.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière ; il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

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 un moindre coût. [13]

X- 5- DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE :

A)- 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).

B)- Collecteur Principal (Canalisation) :

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

C)- 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.

D)- 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.

E)- Fossés De Crêtes :

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

F)-Décante D'eau :

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

G)-LesRegards :

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. [18]

X- 6- INFLUENÇANT LE CHOIX DES OUVRAGES HYDRAULIQUES:

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du coût d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant le choix sont :

- l'importance du débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage.
- les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage : coefficient de rugosité (K), coefficient d'entonnement.

(Ke) : Créant une perte de charge à l'entrée, forme de la section d'écoulement ;

- la largeur du lit. Un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes de charge et rendent plus difficile le passage des corps flottants ;
- la hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg ;
- les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique ;
- les conditions de fondation des ouvrages ;
- la rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressante pour réduire les délais d'exécution et dans le cas où l'accès au chantier est difficile ;
- la résistance aux agents chimiques.
- la résistance au choc : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le charriage de matériaux solides. [16]

X.7- DRAINAGE DES EAUX :

Les méthodes de calcul des débits de ruissellement utilisent généralement un modèle statistique de la relation (pluie- ruissellement " $Q = f(I)$ ". Leur application présente la difficulté d'apprécier les caractéristiques physiques et géographiques du bassin versant- temps de parcours ; coefficient de ruissellement, ... etc.

X.8- APPLICATION AU NOTRE PROJET :**Tableau X.1 : Les Ouvrages D'assainissement Existants [04]**

	N° PROF	Localisation en Point Repère	TYPE D'OUVRAGE	Ouverture (mm)	Longueur en mL
1	15	142+280	Passage busé	4 Ø 1000	60
	16	142+290			
2	103	143+870	Passage busé	4 Ø 1000	60
	104	143+880			
3	153	144+810	Passage busé	4Ø 1000	60
	154	144+820			
4	328	148+070	Passage busé	4 Ø 1000	60
	329	148+080			
5	640	153+700	Ouvrage d'ART	50	50
	643	153+750			

❖ REMARQUE :

Dans notre projet on y proposer un ouvrage hydraulique a longueur de 50m et un système d'assainissement simple qui basé sur les buses à diamètre plus grand pour faciliter L'entretien et le nettoyage des sédiments, ce systèmes est suffisant pour notre zone climatique caractérise par une faible pluviométrie et un sol support très perméable

(Sable de dune) qui ne pose aucun problème de stagnation.

Chapitre XI

SIGNALISATION

1. INTRODUCTION

2. DEFINITION LA SIGNALISATION

3. BUT DE SIGNALISATION

4. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE

5. CATEGORIES DE SIGNALISATION

6. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION

7. TYPES DE SIGNALISATION

8. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES

9. APPLICATION AU PROJET

CHAPITRE XI: SIGNALISATION

XI.1. INTRODUCTION :

La signalisation routière joue un rôle important dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité).

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

XI.2-DEFINITION LA SIGNALISATION :

Les signaux, leur condition d'implantation et toutes les règles se rapportant à l'établissement de la signalisation sont indispensables. Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit pas prendre en considération les conditions de perception par l'utilisateur qui se déplace à une vitesse peut être très grande.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

[06]

XI.3-BUT DE SIGNALISATION:

Le but de la signalisation est de rendre plus sûr et facile la circulation et d'assurer aux usagers la sécurité totale.

XI.4. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûr 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. [22]

XI.5. CATEGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage. [06]

XI.6. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION:

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

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur. [20]

XI.7. TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux familles de signalisation :

- **Signalisation Horizontale.**
- **Signalisation Verticale.**

XI.7. 1. Signalisations Horizontales :

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée ; Elle se divise en deux types :

A). Lignes Longitudinales :

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

- **Les Lignes Continues :**

Ces lignes sont utilisés pour indiquer les sections de route ou le dépassement

Est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

- **Les Lignes Discontinues :**

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). (Voir le tableau suivant)

- ❖ **Modulation Des Lignes Discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur Périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Tableaux. (XI, 1) : Caractéristiques Des Lignes Discontinues [06]

Type de modulation	Longueur du trait(m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T ₁	3.00	10.00	~ 1/3
T ₂	3.00	3.5	~1
T ₃	3.00	1.33	~3

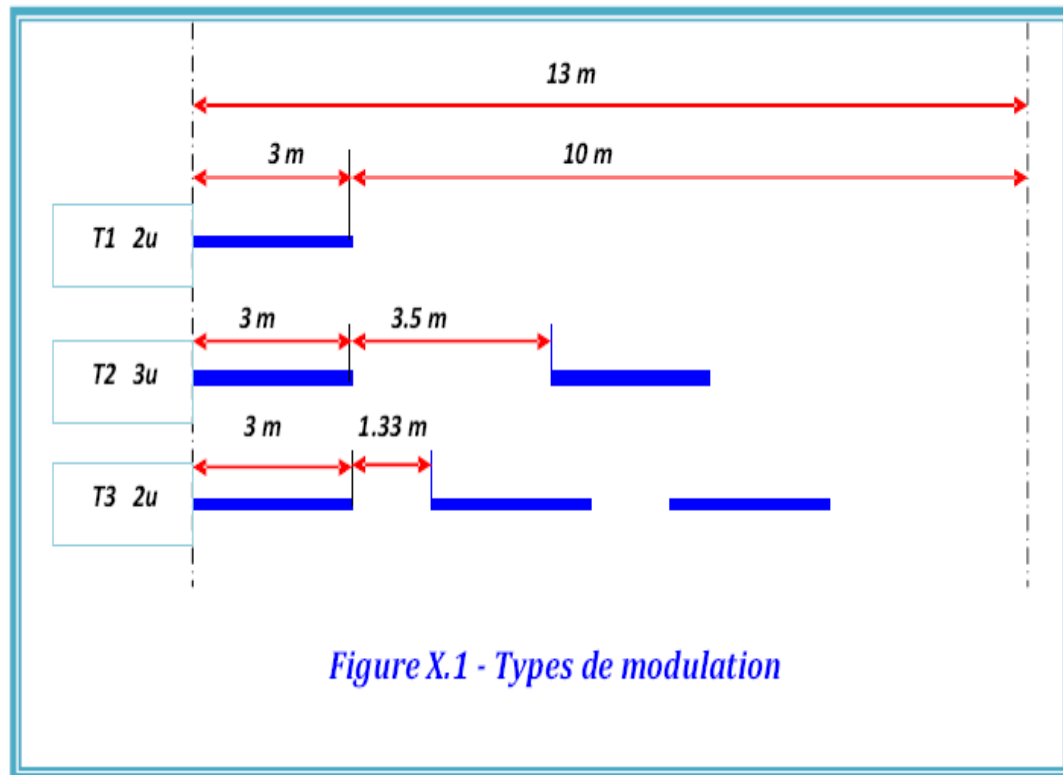


Figure (XI, 1) Type De Modélisation. [06]

B). Lignes Transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

- **Ligne De Stop :**

C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt. Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

- ❖ **Autres Signalisation :**

- **Les Flèches De Rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.



❖ Les Flèches De Sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à Proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

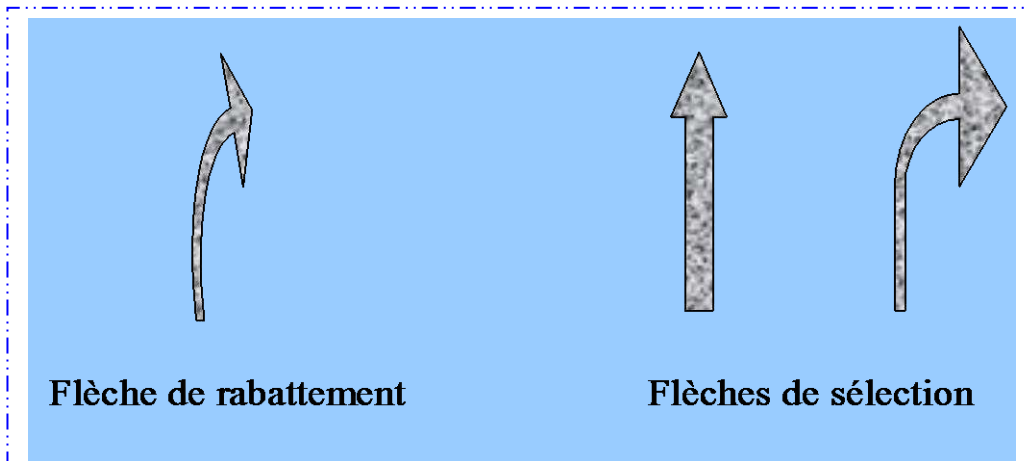


Figure (XI, 2): Flèche De Signalisation[21]

- Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un $U= 5\text{cm}$

Xi.7. 2. Signalisations Verticales :

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur Emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

A)- Signalisation Avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection.

Le signale B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

B)- Signalisation De Position :

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

C)- Signalisation De Direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

XI.8. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES:

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :

U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm pour les autres routes. [06]

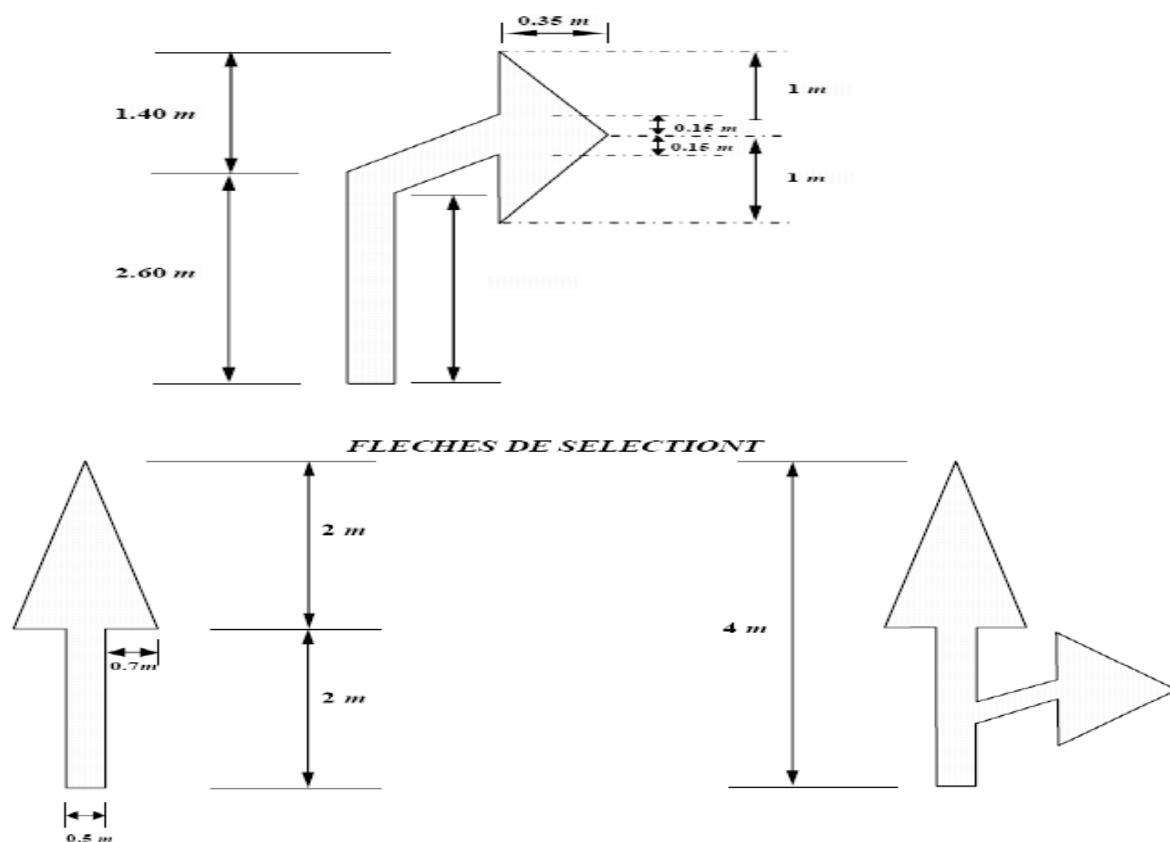


Figure (XI, 3) Dimensionnement Du Flèche. [22]

XI.9.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 de priorité (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).

❖ Exemple :

• **Signalisation Horizontale :**

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.



Ligne Continue :

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits.

Il est également interdit de la traverser perpendiculairement



Ligne Discontinue : trait 3m, intervalle 10m

Dépassement et changement de voie autorisés.



Ligne De Rive : trait 3m, intervalle 3,50m

Sépare la chaussée de l'accotement, peut être franchie pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.

Figure (XI, 4) Signalisation Horizontale

- **Signalisations Verticales:**



Balisage des virages (J1)

- ❖ **Vers GHARDAIA :** [04]

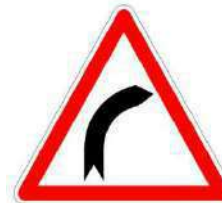
- **Type A :**



- **Virage A Droite :**

PK 145+520

PK 146+600



A1a

- **Virage A Gauche :**

PK 148+300

PK 152+057



A1b

- **Attention Sortie Des Chameaux:**

PK 150+160



Attention Zone De Sable:

PK 151+040

A 7a



➤ **Type B :**

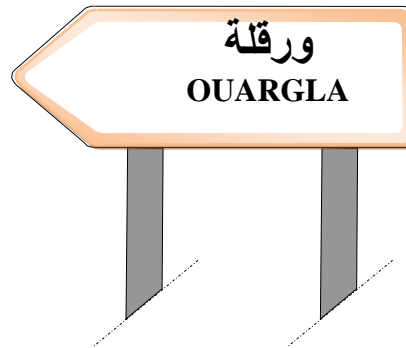
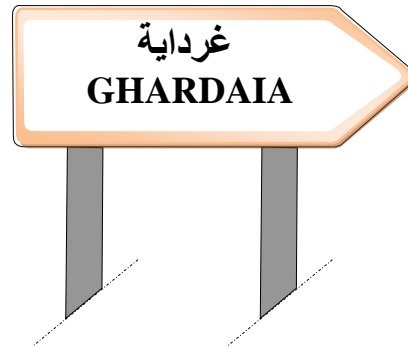
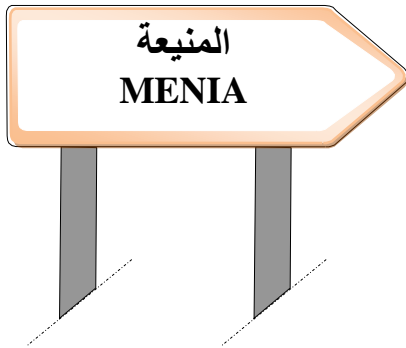


➤ **Type C :**



❖ Type D :

Signaux D'identification Des Routes (Type D) : [02]



Chapitre XII



DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CHAPITRE XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N	Désignation Des Travaux	U	Quantité	P.U (DA)	Montant (DA)
Terrassements					
1	Déblai En Terrain Meuble Mis En Dépôt	M ³	32735.04	350	11, 457,264.00
2	Déblai En Terrain Rocheux et Semi-Rocheux Exécuté Au Ripper	M ³	4937.26	2000	9, 874,520.00
3	Déblai Mis En Remblai	M ³	31076.7	250	7, 769,175.00
4	Remblais En Provenance D'emprunt Y Compris Transport	M ³	38816.6	400	15526640
Chaussée					
5	Couche de fondation en en tuf sur 20 cm d'épaisseur et 10 m de largeur y compris extraction, transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage jusqu'à 95 % de l'OPM, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	24596.42	400	9, 838,568.00
6	Couche de base en grave concassée 0/31,5 sur 15 cm d'épaisseur et 10 m de largeur y compris le transport des agrégats et de l'eau, l'arrosage, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	18447.31	1500	27, 670,965.00
7	Couche d'imprégnation au cut-back 0/1 sur une largeur de 10 m à raison de 1,2 kg/m ² y compris transport du cut-back, balayage et soufflage préalable de la couche à imprégné et toutes sujétions de bonne exécution.	M ²	12298.208	70	860,874.56
8	Revêtement en enrobé à chaud 0/14 sur 6 cm d'épaisseur et 7 m de largeur y compris le transport des agrégats, de bitume et de l'enrobé, mise en œuvre de l'enrobé, compactage et toutes sujétions de bonne exécution.	T	12138.331	5000	60, 691,656.50

9	Rechargement des accotements en tuf sur 6 cm d'épaisseur et y compris transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage jusqu'à 95 % de l'OPM et toutes sujétions de bonne exécution	M ³	22136.77	500	11,068,385.00
PASSAGE BUSSE ET GABIONNAGE					
10	Buse Diamètre Ø1000 mm	ML	240	25000	6,000,000.00
11	Réalisation Du Gabion	M ³	214	5000	1,070,000.00
Signalisation					
12	Signalisation Horizontale	ML	21522	100	2,152,220.00
13	Signalisation Verticale	F	1	600000	600,000.00
TOTAL EN (H.T)					164,580,234.46
TVA 19 %					31,270,244.55
TOTAL EN (TTC)					195,850,479.01

- **Arête Le Présent Décompte A La Somme De En (TTC) :**

Cent quatre vingt Quinze Millions, huit Cent cinquante Mille, Quatre Cent soixante Dix neuf Dinars Algériens et 0 cts

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'études m'a été une opportunité pour concrétiser mes connaissances théoriques et techniques acquises pendant mon cycle de formation à l'université.

Cette étude m'a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques rencontrés lors de cette étude sachant qu'un projet routier dans les zones sahariennes comme la wilaya délégué d'el Minia a ses propres spécificités.

Il était pour moi d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet routier.

A propos de mon étude, j'ai essayé de respecter toutes les normes routières qu'on ne peut pas négliger en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et à prendre en considération à savoir : Le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement.

Ce projet de route m' a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer mes connaissances acquises durant les années de ma formation, mais aussi de mieux appréhender mon avenir dans le monde professionnel.

Ce projet de fin d'étude m'a permis encore de mieux apprendre à utiliser les logiciels du domaine, On l'occurrence Piste 5.05 et Auto CAD2014.

BIBLIOGRAPHIE

- [01]: B40 (Normes Techniques D'aménagement Des Routes Et Trafic Et Capacité Des Routes 1972).
 - [02]: Rapport d'activités techniques, **DTP** Ghardaïa ET MENIA (Base De Données) mois d'Avril 2016.
 - [03]: Rapport de sol de l' **LTPS** Ghardaïa (Etude Géotechnique) mois d'mai 2001.
 - [04]: Rapport de Levé Topographie de **SETS** (Société D'études Technique Sétif) 2015.
 - [05]: Fascicule 3 Du Catalogue Algérien Réf 2002.
 - [06]: Les Signaux Routiers Réglementaires - Edition Juin 2009
 - [07]: Sites INTERNET: WWW. Google Earth.Com.
 - [08]: Bureau De Statistique De L'état De Wilaya délégué D'el Menia 2010
 - [09]: Rapport De La METEO, Météorologique De La Wilaya De Ghardaïa 2018.
 - [10]: Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves (C.T.T.P) Fascicule 1 .2 .3. Novembre 2001.
 - [11]: Documentation **SETRA** (Aménagement Des Carrefours).
 - [12]: Conception Géométrique Route (Collection Les Rapports Setra) Janvier 2006.
 - [13]: Cours De Construction Routière Préparé Par Bannour Abdalilah Doctorat En Génie Civil Un Faculté des sciences semlalia université cadi ayyad Marrakech Maroc 2013 / 2014
 - [14]: Dimensionnements Verticale Des Routes
 - [15]: Coure Route Module C5 Jut Ut St Pierre Département GC Année Universitaire 2008 / 2009
-

BIBLIOGRAPHIE

- [16]: Guide Technique Sétra République Française Mars 2006
 - [17]: Cours Route Partie 1 Chaussés
 - [18]: Amine Par : Saïd Hamani Iegc C/S Infra Dpt De Khouribga Maroc année2014.
- ❖ **Les Mémoires Précédents :**
- [19]: ETUDE (APD) de dédoublement de la RN1B reliant Touggourt à Messaad (pk 360+000) et (PK 370 +000) sur 10km, avec une conception de carrefour Présenté par: DEGAA Saïd et DJOUAHI El hadj Encadré Par : BENTATA Aissa université kasdi merbah Ouargla promotion : 2017.
 - [20]: Etude en APD du dédoublement sur rn1 Blida – chiffa sur 3.5 km avec calcul du tablier d'un pont présenté par Mekarbi Mohamed et guenaizi Abdelhak école nationale des travaux publics promotion :2008.
 - [21]: Tronçon d'une route évitement de la ville sefisef sur 7 km présenté par madouri youcef et zarouali abdelhafid université Abou beker belkaid Tlemcen promotion: 2012.
 - [22]: Etude de l'évitement de la ville de Tizi (w masakra) sur 6km avec étude deux carrefours giratoires présenté par Khalifa aissa / saoud Azzedine promotion: 2012.
-