



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
People's Democratic republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم  
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculty of Sciences and Technology

قسم الهندسة المدنية  
Civil engineering department



N° d'ordre : M ...../GCA/2021

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTERACADEMIQUE

**Filière : Travaux Publics**

**Spécialité : VOA**

*Thème*

**ETUDE D'EVITEMENT DE LA VILLE DE KHADRA SUR 2.3 km**

**Présenté par :**

-Mr AGBOUBI ABDENOUR

- Mr BELDJILALI YUCEF

*Soutenu le 13/ 07/ 2021 devant le jury composé de :*

**Président :** Mr MEBROUKI ABDELKADER

**Examineur :** Mr TALIA AHMED

**Encadrant :** Mme ELMASCRI SETTI

**Co-Encadrant :** Mr BOUARFA ZOUHIR

**Année Universitaire : 2020 / 2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **REMERCIEMENTS**

**Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.**

**Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude envers tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail, particulièrement l'encadreur HDR.ELMEICHE NOUREDDINE, qui ont été très patients avec nous pour venir au bout de ce projet.**

**Nous adressons en fin nos remerciements au personnel du département de génie civil qu'à tous nos enseignants sans exception.**

**Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté a notre travail, et qui nous feront le plaisir d'apprécier.**

## **DEDICACES**

**Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère, Ainsi que mon père, qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai pas aboutie à ce stade d'étude, ainsi que chaque un instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse dieu que je puisse les honorés.**

**A mes très chers frères et mes sœurs.**

**A tous nos collègues de l'université.**

**A tous nos amis.**

**Enfin à tous ceux qui nous sont très chers.**

**MESSAH HOCINE**

## **DEDICACES**

**Tout d'abord je tien à remercié le dieu puissant. Je dédie ce modeste travail à ma très chère mère, Ainsi que mon père qui ont su être à mes cotés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai pas aboutie à ce stade d'étude, ainsi que chaque un instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse dieu que je puisse les honorés.**

**A mes très chers frères et A mes sœurs**

**A tout mes amés et tous mes collègues.**

**RESUME**

La conception d'un tel projet d'ouvrage routier est composée des plusieurs parties importantes, pourra nous aidé davantage à la réalisation de l'étude de l'évitement de la ville khadra à Mostaganem sur un linéaire de 2.3 kms. Ce projet s'inscrit dans les grandes orientations du Schéma National d'Aménagement du Territoire, il s'agit bien évident du tracé routier, mais en amont du domaine des études préliminaires, études d'environnement, assainissement et aussi études de trafic.

La mise en œuvre du projet nécessite la connaissance de quelque principes fondamentaux de la géotechnique, des techniques de terrassement, des éléments du tracer en plan et profil en long et en travers et des signalisations particulières et une étude d'impacte sur l'environnement de l'être humain.

**Les Mots Clé :** évitement khadra, La RN 11, Route catégorie N°02

**Resume:**

The design of such a road project is composed of several important parts, can further help us to carry out the study of the avoidance of the city khadra in mostaganem on a linear of 2.3 kms. This project is in line with the main orientations of the National Land Use Planning Scheme, it is obviously about the road layout, but upstream from the field of preliminary studies, environmental studies, sanitation and also traffic studies.

The implementation of the project requires knowledge of some fundamental principles of geotechnics, earthwork techniques, elements of the plan and profile in length and cross and specific signs and an environmental impact study of human being.

**The Key Words:** avoidance khadra, The RN 11, Road category N°02

**الملخص**

يتكون تصميم مشروع الطريق من عدة أجزاء مهمة ، يمكن أن تساعدنا بشكل أكبر في إجراء دراسة تجنب مدينة الخضرة في مستغانم على خطي يبلغ 2.3 كيلومتر. يتماشى هذا المشروع مع التوجهات الرئيسية للمخطط الوطني لتخطيط استخدام الأراضي ، فمن الواضح أنه يتعلق بتخطيط الطريق ، ولكنه يتعلق بمجال الدراسات الأولية والدراسات البيئية والصرف الصحي وكذلك دراسات المرور .

يتطلب تنفيذ المشروع معرفة بعض المبادئ الأساسية للتقنيات الجيوتقنية ، وتقنيات الأعمال الترابية ، وعناصر الخطة والملف الشخصي في الطول والعلامات المتقاطعة والمحددة ودراسة الأثر البيئي للإنسان .

**الكلمات المفتاحية:** التجنبي خضرة، الطريق العام رقم 11، فئة الطريق رقم 02

**INTRODUCTION GENERAL**

INTRODUCTION GENERAL.....	02
---------------------------	----

**CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET**

I.1- SITUATION DU PROJET .....	05
I.2- BUT DE LA REALISATION DE L'EVITEMENT .....	06
I.3- PARAMETRES DE BASE .....	06
I.3.1- Niveau de service.....	06
I.3.2- Classification des routes.....	07
I.3.3- Environnement de la route .....	08
I.3.3.1- La dénivelée cumulée moyenne (h/l) .....	08
I.3.3.2- La sinuosité moyenne ( $\sigma$ ) .....	09
I.4- ETUDE PRELIMINAIRE .....	10
I.4.1- Investigation et recueil des données .....	10
I.4.2- Recherche et description du tracé projetée .....	10
I.4.2.1- Variante (1) .....	10
I.4.2.2- Variante 2 .....	10
I.5- APPLICATION AU PROJET .....	10

**CHAPITRE II : PARAMETRES CINEMATIQUES**

II.1- INTRODUCTION.....	13
II.2- VITESSE DE REFERENCE ( $V_r$ ) .....	13
II.2.1- Choix de la vitesse de référence .....	14
II.3- PARAMETRES CINEMATIQUES .....	14
II.3.1- La distance de perception réaction .....	14
II.3.2- Distance minimale de freinage .....	15
II.3.3- Distances d'arrêt en alignement droit.....	16
II.3.3.1- Obstacle immobile .....	16
II.3.3.2- Obstacle mobile .....	17
II.3.4- Distances d'arrêt en courbe .....	18
II.4- DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSEMENT ET MANOEUVRE.....	19
II.4.1- Distance de visibilité de dépassement « $D_{min}$ ».....	19
II.4.2- Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « $D_{md}$ » .....	20
II.5- L'ACCELERATION .....	20
II.5.1- Accélération verticale .....	21
II.5.2- Accélération transversale.....	21
II.5.3- Accélération conscient.....	21

II.6- VALEUR ADMISSIBLE DES DEVERS .....	22
II.7- DISTANCES DE SECURITE ENTRE DUEX VEHICULES ( $d_s$ ).....	22
II.8- APPLICATION AU PROJET.....	23
II.9- CONCLUSION .....	25

### CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC

III.1- INTRODUCTION .....	27
III.2- ANALYSE DE TRAFICS .....	27
III.3- DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS .....	27
III.3.1- Trafic normal.....	27
III.3.2- Trafic dévie .....	28
III.3.3- Trafic induit.....	28
III.3.4- Trafic total .....	28
III.4- MODELE DE PRESENTATION DE TRAFIC .....	28
III.4.1- Prolongation de l'évolution passée .....	28
III.4.2- Corrélation avec un paramètre macro-économique .....	29
III.4.3- Modèle gravitaire .....	29
III.5- MODELE DE FACTEURS DE CROISSANCE.....	29
III.6- CALCUL DE LA CAPACITE .....	29

III.6.1- Définition de la capacité.....	29
III.6.2- La procédure de détermination de nombre de voies.....	30
III.6.2.1- Calcul de TJMAH.....	30
III.6.2.2- Calcul des trafics effectifs .....	30
III.6.2.3- Débit de pointe horaire normal.....	30
III.6.2.4- Débit horaire admissible.....	30
III.6.2.5- Calcul du nombre de voies .....	32
III.7- APPLICATION AU PROJET .....	33
III.8- CONCLUSION.....	35
 <b>CHAPITRE IV: TRACER EN PLAN</b>	
IV.1- INTRODUCTION.....	37
IV.2- DEFINITION.....	37
IV.3- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN .....	37
IV.4- ELEMENTS DU TRACER EN PLAN .....	38
IV.4.1- Alignement.....	38
IV.4.2- Clothoïde.....	38
IV.4.2.1- Expression mathématique de la clothoïde .....	38
IV.4.2.2- Elément de la clothoïde .....	39

IV.4.2.3- Arc de cercle.....	40
IV.5- RAYON EN PLAN .....	40
IV.5.1- Rayon horizontale minimal absolu (RHmin).....	42
IV.5.2- Rayon minimal normal (RHN) .....	43
IV.5.3- Rayon au devers minimal (RHd) .....	43
IV.5.4- Rayon non déverse (RHnd).....	43
IV.6- REGLES POUR L'UTILISATION DES RAYONS EN PLAN .....	44
IV.7- LES CONDITIONS DE LA CLOTHOÏDE .....	44
IV.7.1- Condition optique.....	44
IV.7.2- Condition confort dynamique .....	44
IV.7.3- Condition de gauchissement .....	45
IV.8- COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN.....	45
IV.8.1- Courbe en (S) .....	45
IV.8.2- Courbe a sommet .....	46
IV.8.3- Courbe en (C).....	46
IV.8.4- Ove .....	46
IV.9- APPLICATION AU PROJET .....	47
IV.10- CONCLUSION.....	54

## Chapitre V : PROFILEN LONG

V.1- INTRODCTON.....	56
V.2- DEFINITION .....	56
V.3- REGLES PRATIQUES POUR LE TRACE DU PROFIL EN LONG.....	56
V.4- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG .....	57
V.5- LA DECLIVITE .....	58
V.5.1- Déclivité minimum.....	58
V.5.2- Déclivité maximum .....	58
V.6- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG .....	59
V.6.1- Raccordements convexes (angle saillant).....	59
V.6.1.1- Condition de confort .....	59
V.6.1.2- Condition de visibilité.....	60
V.6.2- Raccordements concave (angle rentrant).....	61
V.7- NORMES PRATIQUES DU PROFIL EN LONG .....	61
V.8- DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG.....	62
V.8.1- Calcul des pentes .....	64
V.8.2- Calculer la longueur de la tangente (T) .....	64
V.8.3- Calcul de la bissectrice (la flèche « f ») .....	64
V.9- APPLICATION AU PROJET .....	64

**Chapitre VI : PROFIL EN TRAVER ET CUBATURE**

VI.1- INTRODUCTION .....	67
VI.2- DEFINITION.....	67
VI.3- LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS .....	67
VI.4- CAPACITE ET LARGEUR DES VOIES.....	69
VI.5- CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS.....	70
VI.5.1- Le profil en travers type .....	70
VI.5.2- Le profil en travers courant.....	70
VI.6- LA LARGEUR DE CHAUSSEE .....	70
VI.7- APPLICATION AU PROJET .....	71
VI.8- CUBATURE .....	72
VI.8.1- Introduction.....	72
VI.8.2- Définition .....	72
VI.8.3- Méthodes de calcul des cubatures.....	72
VI.8.3.1- Méthode de la moyenne des aires.....	73
VI.8.3.2- Méthode classique (longueur applicable).....	75
VI.8.3.3- Méthode de LALANNE .....	75
VI.9 - CONCLUSION.....	76

**CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE**

VII.1- INTRODUCTION .....	78
VII.2- LES ESSAIS D'IDENTIFICATION .....	78
VII.2.1- Analyses granulométrique .....	78
VII.2.2- Equivalent du sable .....	78
VII.2.3- Limites d'Atterberg.....	78
VII.2.4- Essai Proctor .....	79
VII.2.5- Essai CBR.....	79
VII.3- APPLICATION AU PROJET.....	79
VII.3.1- Mode de prélèvement .....	79
VII.3.2- Essais de laboratoire .....	79
VII.3.3- Descriptions et caractéristiques géotechniques du matériau (fouilles).....	80
VII.3.3.1- Fouille N°01 .....	80
VII.3.3.2- Fouille N°02 .....	81
VII.3.3.3- Fouille N°03 .....	82
VII.3.3.4- Fouille N°04 .....	83
VII.3.3.5- Fouille N°05 .....	84
VII.3.3.6- Fouille N°06 .....	85
VII.3.3.7- Fouille N°07 .....	86

VII.3.3.8- Fouille N°08 .....	87
VII.3.3.9- Fouille N°09 .....	88
VII.3.3.10- Fouille N°10 .....	88
VII.3.3.11- Fouille N°11 .....	89
VII.3.3.12- Fouille N°12 .....	90
VII.4- CONCLUSION .....	91
 <b>CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE</b>	
VIII.1- INTRODUCTION .....	94
VIII.2- DEFINITION .....	94
VIII.3- LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE.....	94
VIII.3.1- Chaussée souple .....	94
VIII.3.1.1- Couche de surface.....	95
VIII.3.1.2- Couche de base .....	95
VIII.3.1.3- Couche de fondation.....	95
VIII.3.1.4- Couche de forme .....	95
VIII.3.2- Chaussée semi-rigide.....	96
VIII.3.3- Chaussée rigide.....	96
VIII.4- PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES .....	97
VIII.5- LES FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT.....	97
VIII.5.1- Trafics .....	98

VIII.5.2- Environnement .....	98
VIII.5.3- Le sol support .....	99
VIII.5.4- Matériaux.....	99
VIII.6- LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT .....	99
VIII.6.1- Méthode de C.B.R (California - Bearing - Ratio) .....	99
VIII.6.2- Méthode du catalogue des structures type neuf .....	101
VIII.6.2.1- Détermination de la classe du trafic.....	101
VIII.6.2.2- Détermination de la classe du sol .....	102
VIII.6.3- Méthode L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées).....	102
VIII.6.4- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway and Transportation Officials) .....	103
VIII.6.5- Méthode d'Asphalt Institute .....	103
VIII.6.6- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) .....	103
VIII.6.6.1- Détermination de la classe du trafic TPL.....	104
VIII.6.6.2- Détermination de la classe portance de sol terrassé (Si).....	104
VIII.6.6.3- Classement de sol support .....	104
VIII.7- APPLICATION AU PROJET .....	106
VIII.7.1- Méthode de C.B.R .....	106
VIII.7.2- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).....	108

VIII.8- CONCLUSION .....	109
--------------------------	-----

### CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

X.1- INTRODUCTION .....	119
X.2- DEFINITION .....	119
X.3- DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES .....	119
X.4 -TYPES DE DEGRADATION .....	120
X.5 - TYPES DE CANALISATIONS .....	120
X.6- NATURE ET ROLE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER .....	121
X.7- OUVRAGES ELEMENTAIRES D'ASSAINISSEMENT .....	121
X.7.1- La sécurité des usagers .....	121
X.7.2- Entretien et exploitation .....	121
X.7.3- dimensionnement mécanique .....	121
X.7.4- Conditions économiques .....	121
X.8- DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUE.....	122
X.8.1- Bassin versant.....	122
X.8.2- Collecteur principal (canalisation) .....	122
X.8.3- Chambre de visite (cheminée).....	122
X.8.4- Sacs.....	122
X.8.5- Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard .....	122
X.8.6- Fosses de crêts .....	122

X.8.7- Décence d'eau .....	122
X.8.8- Les regards .....	122
X.9- DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS .....	123
X.9.1- Dimensionnement de buse.....	126
X.9.2- Dimensionnement des fossés.....	126
X.11- CONCLUSION.....	128

## CHAPITRE X : SIGNALISATION

XII.1- INTRODUCTION.....	130
XII.2- CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS .....	130
XII.3- OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE.....	130
XII.4- CATEGORIES DE SIGNALISATION .....	131
XII.5- TYPES DE SIGNALISATION .....	131
XII.5.1- Signalisation verticale .....	131
XII.5.1.1- les panneaux de danger .....	131
XII.5.1.2- les panneaux d'intersection et de priorité.....	131
XII.5.1.3- Les panneaux de prescription absolue .....	131
XII.5.1.4- les panneaux d'indication.....	132
XII.5.2- Signalisation horizontale .....	132

XII.5.2.1- Marquage longitudinal .....	132
XII.5.2.2- Marquage transversal .....	134
XII.5.2.3- Autre marquage .....	134
XII .6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES .....	134
XII.7- APPLICATION AU PROJET .....	135
XII.8- CONCLUSION .....	138

### **CHAPITRE XI : L'IMPACT SUR ENVIRONNEMENT**

XIII.1- INTRODUCTION .....	140
XIII.2- CADRE JURIDIQUE .....	140
XIII.3- OBJECTIFS ET UTILITES .....	140
XIII.4 - IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL .....	141
XIII.5- IMPACTS SUR L'AGRICULTURE.....	142
XIII.6- IMPACTS SUR LE PAYSAGE .....	142
XIII.7- L'IMPACT SUR LE CADRE HUMAIN .....	143
XIII.8- LES IMPACTS POSITIFS DU PROJET .....	143
XIII.9- CONCLUSION .....	144

### **CONCLUSION GENERALE**

CONCLUSION GENERALE .....	00
---------------------------	----

ANNEXES

ANNEXE 1 : AXE EN PLAN ..... 00

ANNEXE 2 : PROFIL EN LONG ..... 00

ANNEXE 3 : VOLUME DEBLAIS -REMBLAIS..... 00

ANNEXE 4 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ..... 00

**INTRODUCTION GENERAL**

INTRODUCTION GENERAL.....	02
---------------------------	----

**CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET**

I.1- SITUATION DU PROJET .....	05
I.2- BUT DE LA REALISATION DE L'EVITEMENT .....	06
I.3- PARAMETRES DE BASE .....	06
I.3.1- Niveau de service.....	06
I.3.2- Classification des routes.....	07
I.3.3- Environnement de la route .....	08
I.3.3.1- La dénivelée cumulée moyenne (h/l) .....	08
I.3.3.2- La sinuosité moyenne ( $\sigma$ ) .....	09
I.4- ETUDE PRELIMINAIRE .....	10
I.4.1- Investigation et recueil des données .....	10
I.4.2- Recherche et description du tracé projetée .....	10
I.4.2.1- Variante (1) .....	10
I.4.2.2- Variante 2 .....	10
I.5- APPLICATION AU PROJET .....	10

**CHAPITRE II : PARAMETRES CINEMATIQUES**

II.1- INTRODUCTION.....	13
II.2- VITESSE DE REFERENCE ( $V_r$ ) .....	13
II.2.1- Choix de la vitesse de référence .....	14
II.3- PARAMETRES CINEMATIQUES .....	14
II.3.1- La distance de perception réaction .....	14
II.3.2- Distance minimale de freinage .....	15
II.3.3- Distances d'arrêt en alignement droit.....	16
II.3.3.1- Obstacle immobile .....	16
II.3.3.2- Obstacle mobile .....	17
II.3.4- Distances d'arrêt en courbe .....	18
II.4- DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSEMENT ET MANOEUVRE.....	19
II.4.1- Distance de visibilité de dépassement « $D_{min}$ ».....	19
II.4.2- Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « $D_{md}$ » .....	20
II.5- L'ACCELERATION .....	20
II.5.1- Accélération verticale .....	21
II.5.2- Accélération transversale.....	21
II.5.3- Accélération conscient.....	21

II.6- VALEUR ADMISSIBLE DES DEVERS .....	22
II.7- DISTANCES DE SECURITE ENTRE DUEX VEHICULES ( $d_s$ ).....	22
II.8- APPLICATION AU PROJET.....	23
II.9- CONCLUSION .....	25
<b>CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC</b>	
III.1- INTRODUCTION .....	27
III.2- ANALYSE DE TRAFICS .....	27
III.3- DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS .....	27
III.3.1- Trafic normal.....	27
III.3.2- Trafic dévie .....	28
III.3.3- Trafic induit.....	28
III.3.4- Trafic total .....	28
III.4- MODELE DE PRESENTATION DE TRAFIC .....	28
III.4.1- Prolongation de l'évolution passée .....	28
III.4.2- Corrélation avec un paramètre macro-économique .....	29
III.4.3- Modèle gravitaire .....	29
III.5- MODELE DE FACTEURS DE CROISSANCE.....	29
III.6- CALCUL DE LA CAPACITE .....	29

III.6.1- Définition de la capacité.....	29
III.6.2- La procédure de détermination de nombre de voies.....	30
III.6.2.1- Calcul de TJMAH.....	30
III.6.2.2- Calcul des trafics effectifs .....	30
III.6.2.3- Débit de pointe horaire normal.....	30
III.6.2.4- Débit horaire admissible.....	30
III.6.2.5- Calcul du nombre de voies .....	32
III.7- APPLICATION AU PROJET .....	33
III.8- CONCLUSION.....	35

#### CHAPITRE IV: TRACER EN PLAN

IV.1- INTRODUCTION.....	37
IV.2- DEFINITION.....	37
IV.3- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN .....	37
IV.4- ELEMENTS DU TRACER EN PLAN .....	38
IV.4.1- Alignement.....	38
IV.4.2- Clothoïde.....	38
IV.4.2.1- Expression mathématique de la clothoïde .....	38
IV.4.2.2- Elément de la clothoïde .....	39

IV.4.2.3- Arc de cercle.....	40
IV.5- RAYON EN PLAN .....	40
IV.5.1- Rayon horizontale minimal absolu (RHmin).....	42
IV.5.2- Rayon minimal normal (RHN) .....	43
IV.5.3- Rayon au devers minimal (RHd) .....	43
IV.5.4- Rayon non déverse (RHnd).....	43
IV.6- REGLES POUR L'UTILISATION DES RAYONS EN PLAN .....	44
IV.7- LES CONDITIONS DE LA CLOTHOÏDE .....	44
IV.7.1- Condition optique.....	44
IV.7.2- Condition confort dynamique .....	44
IV.7.3- Condition de gauchissement .....	45
IV.8- COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN.....	45
IV.8.1- Courbe en (S) .....	45
IV.8.2- Courbe a sommet .....	46
IV.8.3- Courbe en (C).....	46
IV.8.4- Ove .....	46
IV.9- APPLICATION AU PROJET .....	47
IV.10- CONCLUSION.....	54

### Chapitre V : PROFILEN LONG

V.1- INTRODCTON.....	56
V.2- DEFINITION .....	56
V.3- REGLES PRATIQUES POUR LE TRACE DU PROFIL EN LONG.....	56
V.4- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG .....	57
V.5- LA DECLIVITE .....	58
V.5.1- Déclivité minimum.....	58
V.5.2- Déclivité maximum .....	58
V.6- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG .....	59
V.6.1- Raccordements convexes (angle saillant).....	59
V.6.1.1- Condition de confort .....	59
V.6.1.2- Condition de visibilité.....	60
V.6.2- Raccordements concave (angle rentrant).....	61
V.7- NORMES PRATIQUES DU PROFIL EN LONG .....	61
V.8- DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG.....	62
V.8.1- Calcul des pentes .....	64
V.8.2- Calculer la longueur de la tangente (T) .....	64
V.8.3- Calcul de la bissectrice (la flèche « f ») .....	64
V.9- APPLICATION AU PROJET .....	64

**Chapitre VI : PROFIL EN TRAVER ET CUBATURE**

VI.1- INTRODUCTION .....	67
VI.2- DEFINITION.....	67
VI.3- LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS .....	67
VI.4- CAPACITE ET LARGEUR DES VOIES.....	69
VI.5- CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS.....	70
VI.5.1- Le profil en travers type .....	70
VI.5.2- Le profil en travers courant.....	70
VI.6- LA LARGEUR DE CHAUSSEE .....	70
VI.7- APPLICATION AU PROJET .....	71
VI.8- CUBATURE .....	72
VI.8.1- Introduction.....	72
VI.8.2- Définition .....	72
VI.8.3- Méthodes de calcul des cubatures.....	72
VI.8.3.1- Méthode de la moyenne des aires.....	73
VI.8.3.2- Méthode classique (longueur applicable).....	75
VI.8.3.3- Méthode de LALANNE .....	75
VI.9 - CONCLUSION.....	76

**CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE**

VII.1- INTRODUCTION .....	78
VII.2- LES ESSAIS D'IDENTIFICATION .....	78
VII.2.1- Analyses granulométrique .....	78
VII.2.2- Equivalent du sable .....	78
VII.2.3- Limites d'Atterberg.....	78
VII.2.4- Essai Proctor .....	79
VII.2.5- Essai CBR.....	79
VII.3- APPLICATION AU PROJET.....	79
VII.3.1- Mode de prélèvement .....	79
VII.3.2- Essais de laboratoire .....	79
VII.3.3- Descriptions et caractéristiques géotechniques du matériau (fouilles).....	80
VII.3.3.1- Fouille N°01 .....	80
VII.3.3.2- Fouille N°02 .....	81
VII.3.3.3- Fouille N°03 .....	82
VII.3.3.4- Fouille N°04 .....	83
VII.3.3.5- Fouille N°05 .....	84
VII.3.3.6- Fouille N°06 .....	85
VII.3.3.7- Fouille N°07 .....	86

VII.3.3.8- Fouille N°08 .....	87
VII.3.3.9- Fouille N°09 .....	88
VII.3.3.10- Fouille N°10 .....	88
VII.3.3.11- Fouille N°11 .....	89
VII.3.3.12- Fouille N°12 .....	90
VII.4- CONCLUSION .....	91
 <b>CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE</b>	
VIII.1- INTRODUCTION .....	94
VIII.2- DEFINITION .....	94
VIII.3- LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE.....	94
VIII.3.1- Chaussée souple .....	94
VIII.3.1.1- Couche de surface.....	95
VIII.3.1.2- Couche de base .....	95
VIII.3.1.3- Couche de fondation.....	95
VIII.3.1.4- Couche de forme .....	95
VIII.3.2- Chaussée semi-rigide.....	96
VIII.3.3- Chaussée rigide.....	96
VIII.4- PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES .....	97
VIII.5- LES FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT.....	97
VIII.5.1- Trafics .....	98

VIII.5.2- Environnement .....	98
VIII.5.3- Le sol support .....	99
VIII.5.4- Matériaux.....	99
VIII.6- LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT .....	99
VIII.6.1- Méthode de C.B.R (California - Bearing - Ratio) .....	99
VIII.6.2- Méthode du catalogue des structures type neuf .....	101
VIII.6.2.1- Détermination de la classe du trafic.....	101
VIII.6.2.2- Détermination de la classe du sol .....	102
VIII.6.3- Méthode L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées).....	102
VIII.6.4- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway and Transportation Officials) .....	103
VIII.6.5- Méthode d'Asphalt Institute .....	103
VIII.6.6- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) .....	103
VIII.6.6.1- Détermination de la classe du trafic TPL.....	104
VIII.6.6.2- Détermination de la classe portance de sol terrassé (Si).....	104
VIII.6.6.3- Classement de sol support .....	104
VIII.7- APPLICATION AU PROJET .....	106
VIII.7.1- Méthode de C.B.R .....	106
VIII.7.2- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).....	108

---

VIII.8- CONCLUSION .....	109
--------------------------	-----

### CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT

X.1- INTRODUCTION .....	119
X.2- DEFINITION .....	119
X.3- DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES .....	119
X.4 -TYPES DE DEGRADATION .....	120
X.5 - TYPES DE CANALISATIONS .....	120
X.6- NATURE ET ROLE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER .....	121
X.7- OUVRAGES ELEMENTAIRES D'ASSAINISSEMENT .....	121
X.7.1- La sécurité des usagers .....	121
X.7.2- Entretien et exploitation .....	121
X.7.3- dimensionnement mécanique .....	121
X.7.4- Conditions économiques .....	121
X.8- DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUE.....	122
X.8.1- Bassin versant.....	122
X.8.2- Collecteur principal (canalisation) .....	122
X.8.3- Chambre de visite (cheminée).....	122
X.8.4- Sacs.....	122
X.8.5- Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard .....	122
X.8.6- Fosses de crêts .....	122

X.8.7- Décence d'eau .....	122
X.8.8- Les regards .....	122
X.9- DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS .....	123
X.9.1- Dimensionnement de buse.....	126
X.9.2- Dimensionnement des fossés.....	126
X.11- CONCLUSION.....	128
<b>CHAPITRE X : SIGNALISATION</b>	
XII.1- INTRODUCTION.....	130
XII.2- CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS .....	130
XII.3- OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE.....	130
XII.4- CATEGORIES DE SIGNALISATION .....	131
XII.5- TYPES DE SIGNALISATION .....	131
XII.5.1- Signalisation verticale .....	131
XII.5.1.1- les panneaux de danger .....	131
XII.5.1.2- les panneaux d'intersection et de priorité.....	131
XII.5.1.3- Les panneaux de prescription absolue .....	131
XII.5.1.4- les panneaux d'indication.....	132
XII.5.2- Signalisation horizontale .....	132

XII.5.2.1- Marquage longitudinal .....	132
XII.5.2.2- Marquage transversal .....	134
XII.5.2.3- Autre marquage .....	134
XII .6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES .....	134
XII.7- APPLICATION AU PROJET .....	135
XII.8- CONCLUSION .....	138

### **CHAPITRE XI : L'IMPACT SUR ENVIRONNEMENT**

XIII.1- INTRODUCTION .....	140
XIII.2- CADRE JURIDIQUE .....	140
XIII.3- OBJECTIFS ET UTILITES .....	140
XIII.4 - IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL .....	141
XIII.5- IMPACTS SUR L'AGRICULTURE.....	142
XIII.6- IMPACTS SUR LE PAYSAGE .....	142
XIII.7- L'IMPACT SUR LE CADRE HUMAIN .....	143
XIII.8- LES IMPACTS POSITIFS DU PROJET .....	143
XIII.9- CONCLUSION .....	144

### **CONCLUSION GENERALE**

CONCLUSION GENERALE .....	00
---------------------------	----

ANNEXES

ANNEXE 1 : AXE EN PLAN ..... 00

ANNEXE 2 : PROFIL EN LONG ..... 00

ANNEXE 3 : VOLUME DEBLAIS -REMBLAIS..... 00

ANNEXE 4 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ..... 00

Tableau I.1 : Détermination de la nature du terrain selon [B40].....	08
Tableau I.2 : Classification de la sinuosité selon [B40].....	09
Tableau I.3 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité selon [B40].....	09
Tableau II.1 : Les vitesses de référence selon [B40].....	13
Tableau II.2 : Coefficient de frottement en fonction l'état de la chaussée et des pneus [ENSTP 2004].....	15
Tableau II.3 : Coefficient de frottement longitudinal (f) en fonction de la vitesse [ENSTP 2004].....	16
Tableau II.4 : Coefficient de frottement transversal (f) en fonction de la vitesse [ENSTP 2004].....	16
Tableau II.5: Variations des distances de freinages, d'arrêt en alignement droit (d1) et en courbe (d3) [B40].....	19
Tableau II.6 : Variations des Ddmin en fonction de la vitesse [B40] .....	19
Tableau II.7 : les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction de la vitesse selon [B40] .....	21
Tableau II.8 : les valeurs de dévers selon [B40] .....	22
Tableau II.9 : Les différentes valeurs des distances calculées et donner par B40 .....	25
Tableau III.1 : Capacité théorique Cth [ENSTP 2010] .....	30
Tableau III.2 : Coefficient d'équivalence (P) [ENSTP 2010].....	31
Tableau III.3 : Coefficient K1 [ENSTP 2004] .....	32
Tableau III.4 : Coefficient K2 [ENSTP 2004] .....	32
Tableau IV.1 : Les valeurs de f' en fonction de catégorie [ENSTP 2010].....	43

Tableau IV.2 : Les points d'axe.....	48
Tableau V.1 : la valeur de la déclivité maximale [B40].....	56
Tableau V.2 : Normes pratique du profil en long selon B40 .....	60
Tableau V.3 : Les points d'axe d'angle saillant .....	63
Tableau VI.1 : Largeur et bande d'arrêt en fonction de la catégorie.....	67
Tableau VIII.1 : Coefficients d'équivalence pour chaque matériau [JEAN BERTHIER] .....	98
Tableau VIII.2 : Classement du trafic [JEAN BERTHIER] .....	99
Tableau VIII.3 : Les différentes classes du sol selon l'indice CBR [JEAN BERTHIER].....	100
Tableau VIII.4 : Classe du trafic [ENSTP 2010] .....	102
Tableau VIII.5 : Classe du sol terrassé [ENSTP 2010].....	102
Tableau VIII.6 : Classe de portance visée [ENSTP 2010].....	103
Tableau VIII.7 : Epaisseur réelle et équivalence de la chaussée.....	105
Tableau VIII.8 : Récapitulatif les deux méthodes.....	106
Tableau IX.1 : Les longueurs des voies d'insertion en fonction de la vitesse d'approche à vide	113
Tableau X.1 : Coefficient de ruissellement [ENSTP 2008].....	122
Tableau X.2 : Variation de Gauss [ENSTP 2008] .....	122
Tableau XII.1 : Les cinq gammes de dimensions des panneaux de signalisation [SETRA] .....	137
Tableau XII.2 : Caractéristiques des lignes discontinues [ENSTP 2006] .....	138

# **INTRODUCTION**

## **GENERAL**

Aujourd'hui, le développement d'un pays est mesuré par le développement de son réseau de communication et spécialement le réseau routier, ceci montre l'importance du transport routier, malgré toutes les concurrences et vu la diversité des destinations qu'il offre en plus du coût du déplacement qui reste toujours compétitif par rapport aux autres moyens.

C'est pour cela qu'il faut lui donner toute son importance, puisque c'est le facteur primordial dans la production surtout pour les pays en voies de développement.

Notre étude répondra à une demande de transport qui ne cesse d'augmenter, il permettra aux usagers de l'axe de la RN 11 d'éviter l'agglomération de khadra, de réduire temps de parcours de la traversée de la ville de khadra, il facilitera également les échanges inter ville et village limitrophes, il permettra le bon emplacement de l'ouvrage d'art afin d'éviter l'envasement et l'inondation de la partie Sud-est de khadra formant des assiettes agricoles et une parties du tissus urbain de la ville.

Sur le plan économique de l'évitement khadra, Mostaganem peut constituée une solution de développement de la localité et de désenclavement de l'agglomération. Cet évitement permet aussi d'atténuer sur le plan de l'environnement (bruits et nuisances) d'une part et épargner des coûts de réparations des dégâts causées par les intempéries d'autre part, le contenu détaillé des différentes chapitres est le suivant :

Le premier chapitre est consacré à une étude préliminaire du projet et les éléments nécessaires avant lancer cette étude. Que le deuxième chapitre s'adresse les paramètres cinématiques des usagers aux caractéristiques de la route sur laquelle ils circulent.

Le troisième chapitre étude de trafic représente une partie appréciable de la conception des réseaux routiers.

Le quatrième et le cinquième chapitre sera élaborer la configuration du terrain pour assurer les conditions de confort relativement homogènes d'un axe routier.

Le sixième chapitre consacré toutes les dimensions et tous les détails constructifs des chaussées par un profil de travers et par une étude de cubature pour déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

Le septième et huitième chapitre définissent les deux études géotechnique et dimensionnement corps chaussée pour déterminer les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour la structure de chaussée qui assure à la route de bonne caractéristique géométrique.

Le neuvième chapitre s'intéresse à l'existence d'aménagements des carrefours qui doit favoriser une perception par les usagers la plus nette possible qui assurent l'écoulement de la circulation.

Le dixième et onzième chapitre consacré à une étude d'assainissement et ouvrage d'art qui réalise pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Les deux derniers chapitres décrivent la signalisation et l'impact d'environnement qui assure aux usagers la sécurité totale.

**CHAPITRE I:**  
**PRESENTATION DU**  
**PROJET**

- Effet sur l'économie régionale, locale et l'aménagement du territoire.
- Réduction du bruit et de la pollution dans les zones d'agglomération (du village ).

### I.3- PARAMETRES DE BASE :

#### I.3.1- Niveau de service :

Dans chaque catégorie de liaison la route est caractérisée par des conditions minimales d'aménagement dépendant en particulier :

- De la qualité du service assuré.
- De l'intensité et de la composition du trafic.
- Des caractéristiques topographiques (plat, vallonné, montagneux).

Ces conditions se traduisent de façon synthétique par la définition d'un niveau de service et ce dernier permet de fixer la catégorie et l'environnement d'une route donnée. [2]

#### I.3.2- Classification des routes :

La norme B40 retient une classification en cinq catégories fonctionnelles correspondant aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement du territoire pour l'ensemble des itinéraires de l'Algérie. [2]

- **Catégorie 1** : c'est la liaison entre les grands centres économiques, centre d'industries lourds et les liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers le réseau de base.
- **Catégorie 2** : liaison de pôles d'industries de transformation entre eux et liaison des raccordements des pôles d'industrie légers diversifiés avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : liaison des chefs lieux de daïra et les chefs lieux de wilaya desservie (assurer) le réseau précédent.
- **Catégorie 4** : liaison de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1, 2, 3, avec le chef lieu de daïra.
- **Catégorie 5** : route et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

**I.3.3- Environnement de la route :**

L'environnement est par définition l'état actuel de relief, c'est à dire la nature du relief (facile, moyen, difficile) et est fonction de deux caractéristiques géométriques du terrain [2] :

- La dénivelée cumulée moyenne (h/l).
- La sinuosité moyenne (S).

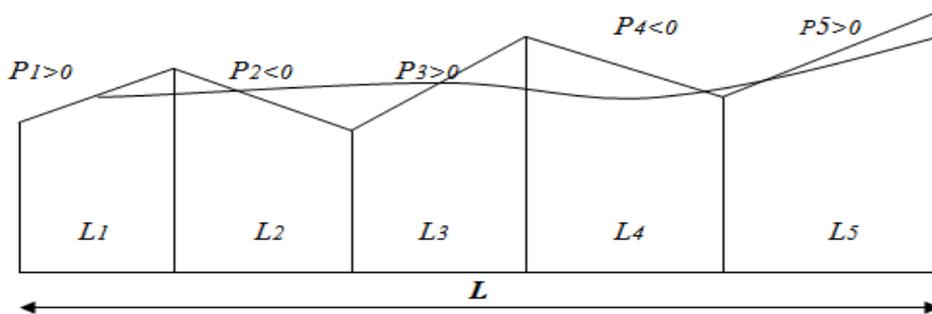
**I.3.3.1- La dénivelée cumulée moyenne (h/l) :**

La dénivelée cumulée est la somme des dénivelées cumulée. Le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale de relief. [2]

Avec :

P : pente du terrain.

$L=L_1+L_2+\dots+L_n$  : longueur de l'itinéraire indiquée a la figure (I.1)



**Figure I.3 :** La dénivelée cumulée moyenne [ENSTP- 2004].

La nature de terrain sera montrée d'après le tableau ci-dessous :

N° de code	1	2a	2b	3
------------	---	----	----	---

Classification	<b>Plat</b>	Plat mais inondable	Vallonné	Montagneux
Dénivelée cumulée moyenne H/L	<b>H/L&lt;1.5%</b>	H/L=1.5%	1.5%<H/L<4%	H/L>4%

**Tableau I.1** : Détermination de la nature du terrain selon [B40].

**I.3.3.2- La sinuosité moyenne () :**

La sinuosité d’un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  est la longueur totale de l’itinéraire. [2]

$$= L_s / L_t$$

Avec :

$L_s$  : la longueur sinueuse des sections dont  $R_i < 200$ .

$L_t$  : la longueur totale de l’itinéraire.

Sinuosité	Sinuosité faible	Sinuosité moyenne	Forte sinuosité
	0.1 le cas de ce projet	0.1<0.3	<0.3

**Terrain de faible sinuosité « voir les faible pentes du profil en long »**

**Tableau I.2** : Classification de la sinuosité selon [B40].

L’association de deux paramètres précédents (la sinuosité et la dénivelée cumulée), nous donne les trois types d’environnement et ceci selon le tableau ci-dessous :

Sinuosité Relief	Faible	Moyenne	Fort
Plat	<b>E<sub>1</sub></b>	E <sub>2</sub>	-
Vallonné	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Montagneux	-	E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>

**Tableau I.3** : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité selon [B40].

**I.4- ETUDE PRELIMINAIRE :**

L'étude préliminaire de l'évitement a pour objectif d'établir une analyse critique sur le choix de la variantes projetées respectivement passer au voisinage de la piste du contour au côté Est du village dite « KHADERA. »

**I.5- APPLICATION AU PROJET :**

- **Catégorie :**

Puisque notre projet passe un grand axe national très important relie la capital aux wilaya de l'ouest par littorale « AXE ALGER – ORAN » au rive de la méditerrané.

- **La dénivelée cumulée (H):**

Le tracé de KHADREA que nous avons effectué donne :

$$L_{\text{total}} = 2330.510 \text{ m}$$

$$h_1 = h_1 = 265.35 * 1.29\% + 720.59 * 1.17\% + 535.19 * 0.18\% = 1555.551 \text{ m } \%$$

$$h_2 = h_2 = 341.96 * (-1.21)\text{m}\% = -414.981 \text{ m } \%$$

$$\text{Alors: } H = h_1 + h_2 \quad H = h_1 + h_2 = 1141.551 \text{ m } \%$$

Donc : =

A partir le tableau I.1 :  $H/L < 1.5\%$  le terrain est Plat.

- **La sinuosité moyenne ( ) :**

Tous les alignements sont raccordés par des courbes de rayon supérieur à 200m, donc ( $L_s = 0$ ).

$$= = = 0$$

Selon le tableau (I.2) :  $0 < 0.1$  La Sinuosité faible.

- **Type d'environnement :**

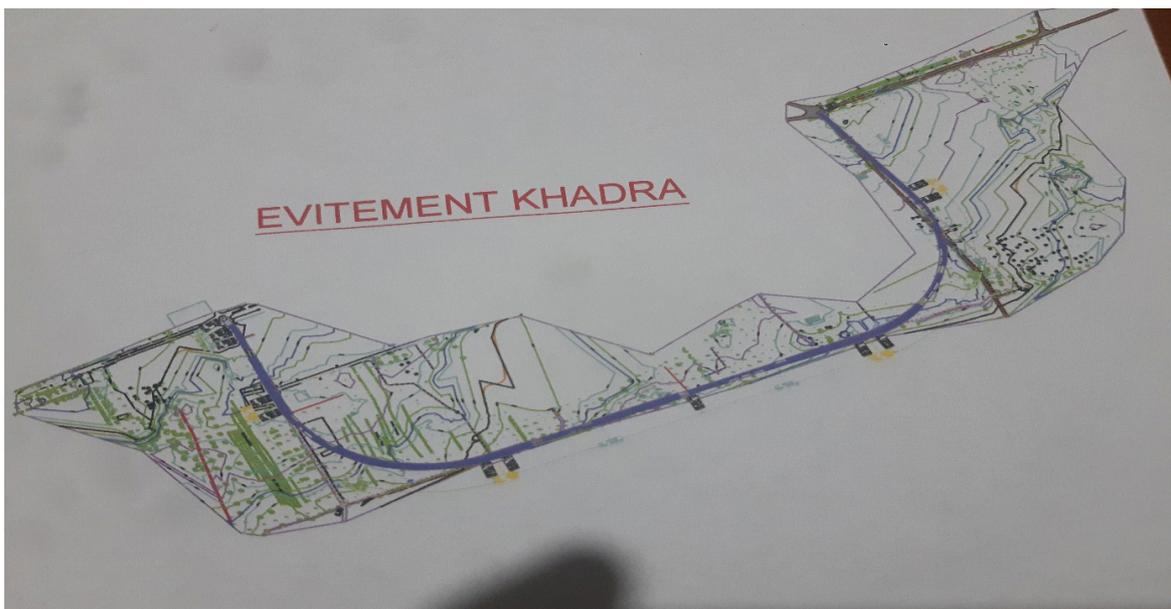
Puisque on à trouvé que le terrain est de faible sinuosité , ce qui donne d'après le tableau (I.3) type d'environnement E1.

### I.1- SITUATION DU PROJET :

La situation géographique de la localité Khadera fait partie de chef lieux de la wilaya de Mostaganem et se localise à la limite du côté de la wilaya de Chlef, coté Est par la Localité de Sidi Lkhdar au Sud, La RN 11 traverse ce village dite « KHADRA

L'étude de l'évitement à projetée prend son origine a l'entrée KHADRA et se termine à la sortie du village, soit a l'entrée au PK 291+300 et à la sortie au PK 293+300 , et d'apres l'étude la longueur de l'évitement est de 2,283 KMS donc un surplus de lineaire est de 283 ML ce qui prouve que cette conception est tres économique .

Ce contournement a pour objectif une mise à niveau des normes techniques et géométriques à la route nationale n°11, de même, il permettra une fluidité de circulation notamment de transit au niveau de cette localité.



RN : Route Nationale

PK : Point Kilométrique

B40 – B60 : Normes Techniques d'Aménagement des Routes

P.D.A.U : Plans Directeur d'Aménagement Urbanisme

DTP : Direction de Travaux Publics

CR : Chemin Rural

P.N.B : Produit National Brut

TJMA : Trafic Moyen Journalier Annuel

U.V.P : Unités de Véhicule Particulier

TJMAH : Trafic Moyen Journalier Annuel Horizon

Teff : Trafic Effectif

B.D.G : Bande Dérasée à Gauche

B.A.U : Bande d'Arrêt d'Urgence

B. G: Bande de Guidage

TN : Terrain Naturelle

SD : Surface Déblai

SR : Surface Remblai

CBR : California Bearing Ratio

SETRA : Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes

L.C.P.C : Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées

A.A.S.H.O: American Association of State Highway and Transportation Officials

BB : Béton Bitumineux

GB : Grave Bitumineux

GNT : Grave Non Traité

RP1 : Réseau Principal de niveau 1

RP2 : Réseau Principal de niveau 2

TPL : Trafic de Poids Lourd

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] : GOOGLE MAP, "Donné carte géographique", 2014.
- [2] : MINISTERE DE TRAVAUX PUBLICS, "B40-Normes Techniques d'Aménagement des Route", Alger, Octobre 1977.
- [3] : SETRA, "Note d'information (série circulation, sécurité, exploitation.) N° 10", Vitesse pratiquée et géométrie de la route, Avril 1986.
- [4] : SETRA-CETUR, "Sécurité des routes et des rues", Septembre 1992.
- [6] : ENSTP (Ecole Nationale Supérieur des Travaux Publics), "Cours de route de 4ème année", kouba, Alger, 2004-2005.
- [7] : ENSTP (Ecole Nationale Supérieur des Travaux Publics), "Cours de route de 4ème année", kouba, Alger, 2010.
- [8] : JEAN BERTHIER, "Projet et construction de route", l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- [9] : ENSTP (Ecole Nationale Supérieur des Travaux Publics), "Cours de route et Hydraulique de 4ème année", kouba, Alger, 2006- 2007.
- [10] : MICHEL FAURE, "Les cours de l'ENTPE (école nationale des travaux publics d'état)".
- [11] : LEGIFRANCE, "Code de la route", A consulter sur <http://www.legifrance.gouv>.
- [12] : SETRA, "Service d'étude Technique des Routes et autoroutes", 1989.
- [13] : JEAN BERTHIER, "Aménagement du carrefour", l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- [14] : I.C.T.A.R.N (Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Routes Nationales), avril 1970.

**[15]** : ENSTP (Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics), "Cours de route et Hydraulique de 4<sup>ème</sup> année", kouba, Alger, 2008- 2009.

**[16]** : SETRA, "Recommandation pour l'assainissement routier", 1982.

**[17]** : SETRA/CETUR, "Sécurité des routes et des rues", 1992 – Réf. E9228

**[18]** : Direction des routes, "Instruction interministérielle sur la signalisation routière".

**[19]** : SETRA, "Études d'impact des projets routiers", 1978.

**[Google Map]** : Donnée carte géographique @2014 Google map.

**LOGICIELS :**

- Covadis.
- L'Autocad.

**CHAPITRE II :**  
**PARAMETRES**  
**CINEMATIQUES**

**II.1-INTRODUCTION :**

En dehors de la demande du trafic à satisfaire et de l'évolution des caractéristiques géométriques, il est nécessaire de connaître les vitesses pratiques sur un tracé projeté car ces derniers constituent le facteur déterminant.

Les usagers s'adaptent à la vitesse de leurs véhicules et aussi aux caractéristiques de la route sur laquelle ils circulent. Pour éviter toute surprise aux usagers pour cela on donne à un itinéraire des caractéristiques homogènes.

**II.2-VITESSE DE REFERENCE ( $V_r$ ):**

C'est la vitesse qui peut être pratiquée en tout point de la section considérée. Elle est donc imposée par les zones dont les caractéristiques géométriques sont les plus contraignantes et elle permet ainsi de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ces zones particulières.

Pour éviter tout effet de surprise, la vitesse de référence doit être la même sur de longues sections (50km ou plus) et la transitions entre deux sections de vitesse de références différentes doit être perceptible.

Le tableau ci-dessous nous donne les vitesses de référence en fonction de l'environnement et de catégorie selon le B40.[5]

Catégorie Environnement		Cat1	Cat 2	Cat3	Cat4	Cat 5
		<b>E1</b>	$V_{VL}$	120-100-80	120-100-80	120-100-80
	$V_{PL}$	40-35-30	40-35-30	35-30-25	30-25-20	
<b>E2</b>	$V_{VL}$	100-80-60	100-80-60	100-80-60	80-60	60-40
	$V_{PL}$	35-30-25	35-30-25	30-25-20	25-20	
<b>E3</b>	$V_{VL}$	80-60-40	80-60-40	80-60-40	60-40	40
	$V_{PL}$	30-25-20	30-25-20	30-25-20	25-20-10	

**Tableau II.1 :** Les vitesses de référence selon [B40].

Avec :

$V_{VL}$  : vitesse de référence des véhicules légers.

$V_{PL}$  : vitesse de référence des poids lourds.

➤ Pour notre projet on a catégorie C2 et environnement E1, donc :

$V_{VL} = 80\text{km/h}$  et  $V_{PL} = 30\text{km/h}$ .

### II.2.1-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.[2]

### II.3-PARAMETRES CINEMATIQUES :

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

#### II.3.1-La distance de perception réaction :

C'est la distance parcourue à vitesse constante  $V_r$  pendant le temps de perception réaction. Ce temps est constitué du temps physiologiques de perception réaction (1.3à1.5s) et le temps mort mécanique d'entrée en action des freins (0.5s).Pour le calcul, on adopte généralement la valeur de 2s pour ce temps de perception réaction si la vitesse est inférieure à 100km/h et 1.8 s si la vitesse est supérieure ou égale à 100km/h.[3]

Dans notre cas va prendre :  $t = 2\text{s}$ .

**II.3.2- Distance minimale de freinage :**

La distance minimale de freinage « Dmf » est le paramètre fondamental pour déterminer les distances de visibilité dans les virages en plan et dans les courbes verticales du profil en long.

$$\frac{1}{2} mv^2 = p \times f \times d_0 \Rightarrow d_0 = \frac{Vr^2}{2g f} = \frac{Vr^2}{254 f}$$

Dans le cas générale, la route est déclive c'est-à-dire elle en rampe ou en pente. Dans ce cas, la formule de  $d_0$  sera :

$$d_0 = \frac{Vr^2}{254 (f \pm i)}$$

Avec :

f : coefficient de frottement.

i : déclivité de la route (dévers).

V : vitesse de référence (km/h).

Le coefficient de frottement longitudinale f varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussé comme il peut varie avec la vitesse de véhicule.[3]

Etat de chaussé et des pneus	Coefficient de frottement f
Chaussé sèche pneus bon état	0.8 à 0.9
<b>T</b> Chaussé mouillée pneus bon état	0.6 à 0.8
<b>a</b> Chaussé mouillée pneus moyens état	0.3 à 0.4
<b>b</b> Chaussé lisse mouillée pneus usés	0.1 à 0.2
<b>l</b> Verglas, boue	0.05 à 0.1

**TableauII.2 :** Coefficient de frottement en fonction l'état de la chaussée et des pneus [ENSTP 2004].

Vitesse (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120
Catégorie I, II	0.45	0.42	<b>0.39</b>	0.36	0.33
Catégorie III, IV, V	0.49	0.49	0.43	0.40	0.36

**Tableau II.3 :** Coefficient de frottement longitudinal (f) en fonction de la vitesse

[ENSTP 2004].

Vitesse (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120
Catégorie I, II	0.20	0.16	<b>0.13</b>	0.11	0.1
Catégorie III, IV, V	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11

**Tableau II.4 :** Coefficient de frottement transversal (f) en fonction de la vitesse

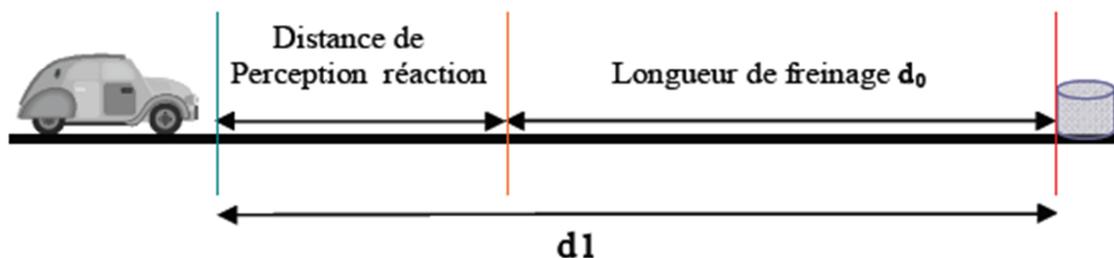
[ENSTP 2004].

**II.3.3- Distances d'arrêt en alignement droit :**

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance est la somme de deux distances.

Celle parcourue après que l'objet sera devenu visible au conducteur jusqu'à ce qu'il ait appliqué les freins.[3]

**II.3.3.1-Obstacle immobile :**



**Figure II.1:** Obstacle immobile.[5]

La distance d'arrêt  $d_1$  est égale à la somme de :

- La distance de freinage  $d_0$  déterminé précédemment.
- La distance parcourue pendant le temps de perception réaction.

$$d_1 = d_0 + \frac{V}{3.6} * t_p$$

Avec :

$d_0$  : distance de freinage.

$t_p$  : temps de perception réaction.

$V$  : vitesse de référence.

$d_1$  : distance d'arrêt.

Donc :

$$d_1 = \begin{cases} \frac{V_r^2}{254 (f \pm i)} + 0.55 * V \\ \frac{V_r^2}{254 (f \pm i)} + 0.50 * V \end{cases}$$

Pour  $V \geq 100$  km/h.

Pour  $V \leq 100$  km/h.

### II.3.3.2- Obstacle mobile :

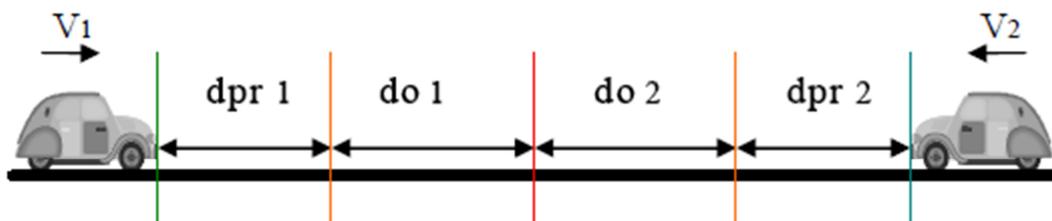


Figure II.2: Obstacle mobile. [5]

$$d_2 = \begin{cases} \frac{V_1^2}{254 (f \pm i)} + 0.55 * V_1 + \frac{V_2^2}{254 (f \pm i)} + 0.55 * V_2 & \text{Si } V < 100 \text{ km/h.} \\ \frac{V_1^2}{254 (f \pm i)} + 0.5 * V_1 + \frac{V_2^2}{254 (f \pm i)} + 0.5 * V_2 & \text{Si } V \geq 100 \text{ km/h.} \end{cases}$$

Si  $V_1 = V_2 = V$  alors :

$$d_2 = \begin{cases} \frac{f \times V^2}{127 (f^2 - i^2)} + 1.1 * V & \text{Si } V < 100 \text{ km/h.} \\ \frac{f \times V^2}{127 (f^2 - i^2)} + V & \text{Si } V \geq 100 \text{ km/h.} \end{cases}$$

Avec :

V : vitesse de référence (km/h).

f : coefficient de frottement longitudinal.

i : dévers.

### II.3.4- Distances d'arrêt en courbe :

En virage on doit majorer la distance d'arrêt de 25% et on obtient donc, parce que dans les courbes on doit freiner moins énergiquement. [2]

$$d_3 = \begin{cases} d_1 + 0.25 * d_0 & \text{Si } R \geq 5 * V \\ d_1 & \text{Si } R < 5 * V \end{cases}$$

$$d_3 = d_0 + 0.5V + 0.25d_0 \Rightarrow d_3 = 1.25d_0 + 0.5V \quad \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h.}$$

$$d_3 = d_0 + 0.55V + 0.25d_0 \Rightarrow d_3 = 1.25d_0 + 0.55V \quad \text{Pour } V < 100 \text{ km/h.}$$

Avec :

$d_3$  : distance d'arrêt en courbe.

$d_1$  : distance d'arrêt en alignement droit.

$d_0$  : distance de freinage.

V (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120	140
d0 (m)	15	35	<b>60</b>	105	170	250
d1(m)	40	70	<b>105</b>	160	230	320
d3(m)	45	80	<b>120</b>	180	275	390

**Tableau II.5:** Variations des distances de freinages, d'arrêt en alignement droit (d1) et en courbe (d3) [B40].

#### II.4-DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSEMENT ET MANOEUVRE :

Selon la norme B40 on distingue deux distances de visibilité de dépassement servant de base aux calculs de la géométrie des routes à voies de dépassements.[3]

##### II.4.1-Distance de visibilité de dépassement « Ddmin » :

La distance de visibilité de dépassements doit être telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule dépassant à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre, le croisement ne se fait qu'après la fin de la manœuvre.

La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement.[3]

Selon le B40, les différentes valeurs de « Ddmin » sont données dans le tableau suivant :

Vitesse (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120
Ddmin (m)	160	240	<b>320</b>	420	550

**Tableau II.6 :** Variations des Ddmin en fonction de la vitesse [B40].

Le temps nécessaire pour effectuer un dépassement est :

$$Dd = V_1.T - D_2 = D_1 + V_2.T \Rightarrow (V_1 - V_2).T = D_1 + D_2 \Rightarrow T = \frac{D_1 + D_2}{V_1 - V_2}$$

Alors : 
$$Dd = V_1 \frac{D_1 + D_2}{V_1 - V_2}$$

#### II.4.2-Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « Dmd » :

Elle permet en toute sécurité au véhicule dépassant soit d'abandonner sa manœuvre en freinant, soit de poursuivre en accélérant si le véhicule venant en sens inverse freine, elle est prise en supposant que le dépassant et sont adverse roulant à la même vitesse.

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet. Alors que le véhicule dépassé circule à la vitesse ( $V=15\text{km/h}$ ).[2]

#### ❖ Le temps entre le 1<sup>er</sup> mouvement et le 2<sup>ème</sup> mouvement soit « t<sub>1</sub> » :

- Le véhicule B se déplace de ( $V_1, t_1$ ).
- Le véhicule A se déplace de ( $V_2, t_1, S_1$ ).

Donc :  $V_1 * t_1 = V_2 * t_1 + S_1 \Rightarrow t_1 = \frac{S_1}{V_1 - V_2}$

Avec :

$S_1$  : étant l'espace de deux véhicule A et B immédiatement avant le dépassement.

#### ❖ Le temps entre le 1<sup>er</sup> mouvement et le 2<sup>ème</sup> mouvement soit « t<sub>2</sub> » :

On aussi :  $V_1 * t_2 = V_2 * t_2 + S_2 \Rightarrow t_2 = \frac{S_2}{V_1 - V_2}$

Avec :

$S_2$ : étant l'espace de deux véhicule A et B immédiatement après le dépassement.

En définir le temps nécessaire pour exécuter la manœuvre est :

$$t = t_{\text{man}} = t_1 + t_2 \Rightarrow t_{\text{man}} = \frac{S_1 + S_2}{V_1 - V_2}$$

Et l'espace (E) nécessaire pour exécuter la manœuvre complète de dépassement :

$$E = V_1 \cdot t_{\text{man}} = V_1 * \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2}$$

❖ **Maintenant s’il ya 3ème véhicule « C » qui arrive en sens inverse avec une vitesse (V3) :**

$$\text{On à : } E = V_1 * \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2} \text{ et } t_{\text{man}} = \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2}$$

$$E' = V_3 * \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2} \Rightarrow E'' = V_3 = V_3 * \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2}$$

$$\text{On pose : } E'' = E + E' \Rightarrow E'' = V_1 * \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2} + V_3 * \frac{S_1+S_2}{V_1-V_2}$$

$$E'' = \frac{V_1+V_3}{V_1-V_2} (S_1+S_2) \text{ D'où:}$$

$$D_{\text{md}} = \frac{V_1+V_3}{V_1-V_2} (S_1+S_2).$$

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Dmd (m)	70	120	200	300	425

**Tableau II.7 :** les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction de la vitesse selon [B40].

**II.5- L’ACCELERATION :**

**II.5.1-Accélération verticale :**

Selon les normes algériennes la valeur la plus confortable (g/40) pour la catégorie 1 et 2.

**II.5.2- Accélération transversale :**

Pour les normes algériennes la valeur acceptable pour les projets routiers (g/20).

**II.5.3-Accélération conscient :**

Selon les normes algériennes la valeur d’accélération conscient ( $\gamma = 0.5\text{m/s}^2$ ) pour les véhicules légers et ( $\gamma = 0.3\text{m/s}^2$ ) pour les poids lourds. [2]

**II.6-VALEUR ADMISSIBLE DES DEVERS :**

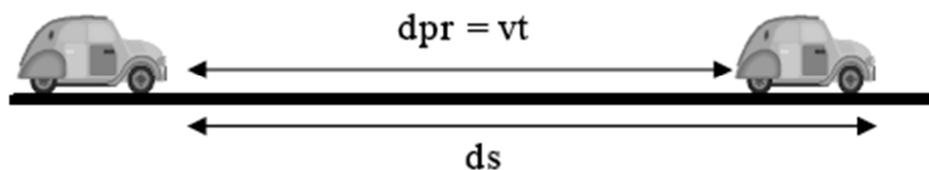
Les valeurs minimales et maximales admissibles des devers permettent de calculer les valeurs seuils des différentes rayons en plan sont résumées dans le tableau suivant : [2]

Catégorie des routes	Dévers	Environnement		
		Facile	Moyen	Difficile
1-2	Min	2.5%	<b>2.5%</b>	2.5%
	Max	7%	<b>7%</b>	7%
3	Min	3%	3%	3%
	Max	8%	8%	7%
4	Min	3%	3%	3%
	Max	8%	8%	7%
5	Min	3%	3%	3%
	Max	Facile	Moyen	9%

**Tableau II.8 :** les valeurs de dévers selon [B40].

**II.7- DISTANCES DE SECURITE ENTRE DUEX VEHICULES (ds):**

C'est la distance nécessaire entre deux véhicules circulant dans le mêmes sens, sur la même voie et la même vitesse, c'est-à-dire lorsque le premier s'arrêter après avoir freiné au maximum, le second puisse s'arrêter sans collusion. [4]



**Figure II.3 :**distances de sécurités entre deux véhicules (ds). [5]

Alors la distance de sécurité entre deux véhicules égale :  $d_s = \frac{v}{3.6}t + L$

Avec :

t: temps perception réaction (sec).

V : vitesse de véhicule.

L : longueur de véhicule en moyenne (8m).

### II.8- APPLICATION AU PROJET :

$V_r = 80$  km/h.

$f = 0.39$  d'après le tableau (II.3).

Catégorie 2 et Environnement (E1), donc selon le tableau II.1 :

$$\left. \begin{array}{l} V_{vl} = 80 \text{ km/h.} \\ V_{pl} = 30 \text{ km/h.} \end{array} \right\}$$

#### ➤ Distances de freinage :

On à catégorie II,  $V_r = 80$ km/h,  $f = 0.39$ ,  $i = 0$ .

Donc en remplace dans la formule :  $d_0 = \frac{V_r^2}{254 (f \pm i)} \Rightarrow d_0 = \frac{80^2}{254 * 0.39} = 65\text{m.}$

#### ➤ Distances d'arrêt :

$d_0 = 65\text{m}$  et  $t = 2\text{s}$  ( $V_r < 100\text{km/h}$ ).

$$d_1 = d_0 + \frac{V}{3.6} t \Rightarrow d_1 = 65 + \frac{80}{3.6} 2 \Rightarrow d_1 = 109\text{m.}$$

#### ➤ Distances d'arrêt en courbe:

$d_3 = d_1 + 0.25 * d_0 \Leftrightarrow d_3 = 1.25 d_0 + 0.55 (V_r < 100\text{km/h})$ .

$$d_3 = 110 + 0.25 * 65 \Rightarrow d_3 = 126\text{m.}$$

$$d_3 = 1.25 * 65 + 0.55 \Rightarrow d_3 = 126\text{m.}$$

➤ **Distances de visibilité de dépassement :**

$$D_{\min} = V_1 * \frac{S_1 + S_2}{V_1 - V_2}$$

$S_1 = S_2 = 0.2 * V * L$  (avec « L » la longueur moyenne des véhicules = 10m).

$V_1 - V_2 = 15 \text{ km/h}$ .

$$\text{Donc : } D_{\min} = 80 \frac{2 * (0.2 * 80 + 10)}{15} \Rightarrow D_{\min} = 278 \text{ m.}$$

➤ **Distances de visibilité de manœuvre de dépassement « Dmd » :**

$$D_{\text{md}} = \frac{f * V^2}{127 (f^2 - i^2)} + 1.1 * V \quad (V < 100 \text{ km/h})$$

$$D_{\text{md}} = \frac{0.39 * 80^2}{127 * 0.39^2} + 80 \Rightarrow D_{\text{md}} = 229 \text{ m.}$$

➤ **Distances de sécurité entre deux véhicules :**

$L = 8 \text{ m}$  (longueur de véhicule en moyenne).

$t = 2 \text{ s}$  ( $V_r < 100 \text{ km/h}$ ).

$$d_s = \frac{V}{3.6} t + L \Rightarrow d_s = \frac{80}{3.6} * 2 + 8 \Rightarrow d_s = 52 \text{ m.}$$

**II.9-CONCLUSION :**

D'après les calculs des paramètres cinématique, les résultats obtenu sont représenté dans le tableau ci-dessous qui donne les valeurs calculées et celles donnés par le B40 :

		Vitesse de référence (km/h)	80
Distance de freinage	$d_0$ (m)	D'après B40	65
		Calculer	65
Distance d'arrêt	$d_1$ (m)	D'après B40	109
		Calculer	109
Distance d'arrêt en courbe	$d_3$ (m)	D'après B40	130
		Calculer	126
Distance de visibilité de manouvre de dépassement	D <sub>admin</sub>	D'après B40	200
		Calculer	278
distance de visibilité de dépassement	D <sub>md</sub>	D'après B40	325
		Calculer	229

**Tableau II.9 :** Les différentes valeurs des distances calculées et donner par B40.

**CHAPITRE III :**  
**ETUDE DE TRAFIC**

## III.1-INTRODUCTION :

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, pour partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, Que l'on soit sur un réseau urbain, sur une route ou une autoroute, la mise en œuvre de toute action d'exploitation s'appuie, sur la connaissance des trafics, au début de toute étude ou de tout projet relatif aux infrastructures, il y'a une recherche des trafics, cette connaissance est nécessaire au but :

- ✓ D'estimer les coûts d'entretien.
- ✓ De définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.
- ✓ D'apprécier la valeur économique du projet.

## III.2-ANALYSE DE TRAFICS :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés. [6]

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuels, automatique).
- Enquêtes de circulation.

## III.3-DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :[7]

### III.3.1-Trafic normal :

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

**III.3.2-Trafic dévie :**

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

**III.3.3-Trafic induit :**

C'est le trafic qui résulte :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuera et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destination.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente dus à la facilité apportée par le nouvel aménagement.

**III.3.4-Trafic total :**

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

**III.4-MODELE DE PRESENTATION DE TRAFIC :**

Dans l'étude de la projection des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constituent des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.[7]

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

**III.4.1-Prolongation de l'évolution passée :**

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé .on établit en général un modèle de croissance du type exponentiel, Le trafic  $T_N$  à l'année n sera :  $T_N = T_0 \cdot (1+\tau)^n$

Avec:

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

$\tau$  : est le taux de croissance.

**III.4.2-Corrélation avec un paramètre macro-économique :**

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

- produit national brut (P.N.B).
- produit des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.[7]

**III.4.3-Modèle gravitaire :**

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

**III.5- MODELE 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 utilitaires.
- le nombre d'emploi.
- la population de la zone.

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

**III.6-CALCUL DE LA CAPACITE :[6]****III.6.1-Définition de la capacité :**

La capacité est le nombre des véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de route (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

Type de route	Capacité théorique Cth.
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussé séparées	1500 à 1800 uvp/h

**Tableau III.1** : Capacité théorique Cth[ENSTP 2010].

### III.6.2-La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. Pour cela il donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 15<sup>ème</sup> année d'exploitation.

#### III.6.2.1-Calcul de TJMAH :

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

$$T_N = T_0 \cdot (1+Z)^n \text{ Avec :}$$

$T_N$  : le trafic à l'année n.

$T_0$  : le trafic à l'année de comptage.

Z : taux de croissance.

n : le nombre des années.

#### III.6.2.2-Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités de véhicule particulier (U.V.P) en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P) le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ]. T_N \quad \text{Avec :}$$

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

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence.

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

**Tableau III.2:**Coefficient d'équivalence (P) [ENSTP 2010].

**III.6.2.3-Débit de pointe horaire normal :**

Le débit de pointe horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon il est donné par

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

$1/n = 0.12$  en général.

Q : est exprimé en uvp/h.

**III.6.2.4-Débit horaire admissible :**

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

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvm/h}) = K_1.K_2.C_{th} \quad \text{Avec:}$$

K1 :coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Environnement	E1	E2	E3
K1	<b>0.75</b>	0.85	0.90-0.95

**Tableau III.3:** Coefficient K1 [ENSTP 2004].

Catégorie	C1	C2	C3	C4	C5
Environnement					
E1	1.00	<b>1.00</b>	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

**Tableau III.4 :** Coefficient K2 [ENSTP 2004].

**III.6.2.5-Calcul du nombre de voies :**

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à  $Q_{adm}$  et en prend le profil permettant d'avoir :  $Q_{adm} \geq Q$ .

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

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :  $S \cdot Q / Q_{adm}$  Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3.

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie.

**III.7-APPLICATION AU PROJET :****➤ Donnée de trafics :**

En se basant sur les données de trafic effectué par la DTTP Mostaganem (année 2009) pour la région KHADRA (RN 11), on a essayé de faire des estimations de trafic.

Avec :

- $TJMA_{2009} = 3235 \text{ v/j}$ .
- Taux d'accroissement du trafic  $\tau = 4 \%$ .
- Pourcentage de poids lourds  $Z = 15 \%$ .
- La mise en service de la route 20.
- La durée de vie de la route 20 ans.

**➤ Calcul de TJMA horizon :**

$$TJMA_n = (1+\tau)^n \times TJMA_{2009}$$

$$TJMA_{2014} = (1 + 0.04)^5 \times 3235$$

$$TJMA_{2014} = 3935 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2034} = (1 + 0.04)^{20} \times 3364$$

$$TJMA_{2034} = 8622 \text{ v/j}$$

**➤ Calcul des trafics effectifs:**

D'après le tableau (III.2.) :  $P = 6$ .

$$T_{\text{eff}}(2034) = [(1-Z) + P.Z] TJMA(2034).$$

$$T_{\text{eff}}(2034) = [(1 - 0.22) + 6 \times 0.22] \times 8622$$

$$T_{\text{eff}}(2034) = 18106 \text{ uvp/j}.$$

➤ **Débitde pointe horaire normal:**

$$Q(2034) = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$Q(2034) = 0.12 \times 18106$$

$$Q(2034) = 2172 \text{vp/j}$$

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

$$Q \leq K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

$$C_{\text{th}} \geq Q / K_1 \times K_2$$

Selon le tableau (III.3.) :  $K_1 = 0.75$ .

Selon le tableau (III.3.) :  $K_2 = 1.00$ .

$$\Rightarrow C_{\text{th}} \geq 2172 / (0.85 \times 0.99)$$

$$C_{\text{th}} \geq 2581 \text{ uvp/h}$$

➤ **Détermination de nombre de voies:**

$$n = (2/3) \times (Q / Q_{\text{adm}})$$

$$n = (2 \times Q) / (3 \times K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} / \text{voie})$$

$$n = (2 \times 2581) / (3 \times 0.75 \times 1 \times 1800)$$

$$n = 1.13 \Rightarrow n = 1.$$

Alors la route est une voie (1 voies pour un sens).

**III.8-CONCLUSION :**

Nous relevons d'après le comptage permettant de connaître le trafic moyenne journalière annuelle ( $T.J.M.A_{2009} = 3235$  v/j) et de mise en service ( $TJMA_{2014} = 3935$  v/j), trafic à l'année horizon ( $TJMA_{2034} = 8622$  v/j), pourcentage de poids lourds ( $Z=15\%$ ), trafics effectifs ( $T_{eff}(2034) = 18106$  uvp/j), Débit de pointe horaire normal ( $C_{th} \geq 2172$  uvp/h). D'après les calculs effectués nous montrons que la route est un type de 2 voies qui résout le problème de la circulation, et en plus le problème de poids lourds.

**CHAPITRE IV :**  
**TRACER EN PLAN**

$$Y_p = \frac{Lr^3}{6A^2} + \frac{Lr^7}{366A^6} - \frac{Lr^{11}}{3224A^{10}} \Rightarrow Y_p = \frac{110^3}{6 \times 235^2} + \frac{110^7}{366 \times 235^6} - \frac{110^{11}}{3224 \times 235^{10}}$$

$$\Rightarrow Y_p = 5,174.$$

- **Calcul les coordonnées du cercle dans le repère locale :**

$$X_m = X_p - R \sin \tau \Rightarrow X_m = 109,868 - 500 \times \sin 7,006 \Rightarrow X_m = 54,954.$$

$$Y_m = Y_p + R \cos \tau \Rightarrow Y_m = 5,174 + 500 \times \cos 7,006 \Rightarrow Y_m = 502,149.$$

- **Calcul la tangente (T) :**

$$T = X_m + Y_m \operatorname{tg}(\gamma/2) \Rightarrow T = 54,954 + 502,149 \operatorname{tg}(25.803) \Rightarrow T = 298.084m.$$

- **Calcul le ripage ( $\Delta R$ ) :**

$$\Delta R = \frac{Lr^2}{24R} \Rightarrow \Delta R = \frac{110^2}{24 \times 500} \Rightarrow \Delta R = 1,008m.$$

- **Calcul de ( $\sigma$ ) :**

$$\sigma = \operatorname{arctg} \frac{Y_p}{X_p} \Rightarrow \sigma = \operatorname{arctg} \frac{5,174}{109,868} \Rightarrow \sigma = 2,996 \text{grades.}$$

- **IV.9.5.14- Calcul la longueur totale du développement :**

$$D = 2Lr + R(\gamma - 2\tau) \frac{\pi}{200} \Rightarrow D = 2 \times 110 + 500(51.607 - 2 \times 7,006) \frac{\pi}{200} \Rightarrow D = 515.167m.$$

## IV.1- INTRODUCTION :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain. On tenant compte des obligations suivantes :

- Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité des véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement.
- Une obligation de confort, pour diminuer la fatigue des usagers et la nuisance.
- Une obligation d'économie globale, en vue de réduire le coût social des accidents et d'exploitation.
- Dans le cas de l'étude de projet routiers, il faudrait tenir compte des variations considérables relatives aux caractéristiques des véhicules admis aux conditions de surface de la chaussée et aux conditions ambiantes (météologie, visibilité ...etc.).

Les projets seront donc basés sur un certain nombre de paramètres physiques moyens choisis de telle sorte que la sécurité et le confort soient assurés dans des conditions normales d'utilisation.

## IV.2-DEFINITION :

Le tracé en plan est la projection sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. C'est une succession de droites, d'arcs de cercle et de courbes de raccordement. La combinaison de ces éléments, en coordination avec le profil en long, doit en premier lieu permettre de réserver une proportion convenable de zones où la visibilité est suffisante pour permettre le dépassement. Simultanément, on doit éviter l'effet de monotonie et réduire en conduite nocturne le temps d'éblouissement par les phares lié aux grands alignements droits.[8]

## IV.3- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

Pour faire un bon tracé dans les normes avec un minimum de coût, on doit respecter certaines conditions à savoir :

- L'adaptation du tracé au terrain naturel afin d'éviter les grands mouvements de terre (les terrassements importants)
- Se raccorder au réseau routier existant.
- Éviter de passer sur des terrains agricoles et zones forestières.
- Chercher le meilleur tracé possible évitant le maximum les propriétés privées.

- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire éviter les ouvrages biais.
- Eviter les sites qui sont sujet à des problèmes géologiques (présence de failles ou des matériaux présentant des caractéristiques très médiocres).
- Appliqué les normes B40 si possible.

**IV.4-ELEMENTS DU TRACER EN PLAN :**

**IV.4.1-Alignement :**

Pendant longtemps on a préféré le tracer rectiligne parce qu'il est le plus court, mais maintenant les longs alignements sont à proscrire, car :[7]

- Eblouissement causé par les phares (conduit de nuit).
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents (la torpeur du conducteur).
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

➤ Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :

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

**IV.4.2- Clothoïde :**

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon progressive elle a pour rôle de maintenir constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.[7]

**IV.4.2.1-Expression mathématique de la clothoïde :**

Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne L :

$$\left. \begin{aligned} A &= C.L \\ K &= C.L \Rightarrow \text{on pose:} \\ A &= 1/R \end{aligned} \right\}$$

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

IV.4.2.2-Elément de la clothoïde:

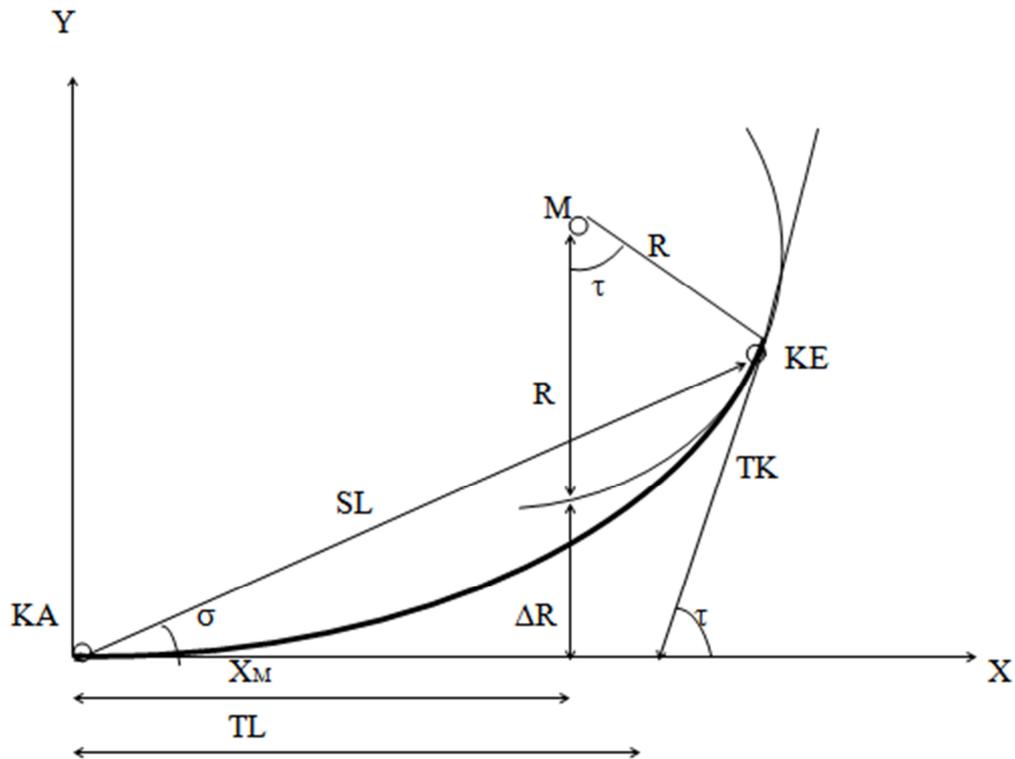


Figure IV.1 : Expression mathématique de la clothoïde[ENSTP 2007].

Avec :

R : rayon de cercle.

L : longueur de la branche de clothoïde.

A : paramètre de la clothoïde.

KA: origine de la clothoïde.

KE : extrémité de la clothoïde.

$\Delta R$  : ripage.

$\tau$  : angle des tangentes.

TC : tangente courte.

TL : tangente longue.

$\sigma$  : angle polaire.

SL:corde KE et KA.

M : centre du cercle d'abscisse  $X_M$ .

$X_M$  : abscisse du centre du cercle de M à partir de  $K_A$ .

$Y_M$  : ordonnée du centre du cercle M à partir de  $K_A$  .

#### IV.4.2.3-Arc de cercle :

Notre rôle est d'assurer une transition confortable et sécurisante d'un usager passant d'un alignement droit à un autre.

Pour cela, il ya lieu de choisir un rayon de la courbe assurant cette condition. Dans ce cas, trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules sous l'effet de l'accélération centrifuge,
- La visibilité dans les courbes,
- L'inscription des véhicules les longs dans les courbes de faible rayon.

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé. [9]

#### IV.5-RAYON EN PLAN :

Un véhicule qui se déplace dans un virage est soumis à différentes forces, parmi lesquelles figurent son poids propre P et la force centrifuge  $F_C$ .

Si la composante de la résultante des deux forces  $R'$  passe en dehors du polygone des roues, le véhicule perd sa stabilité et se renverra.

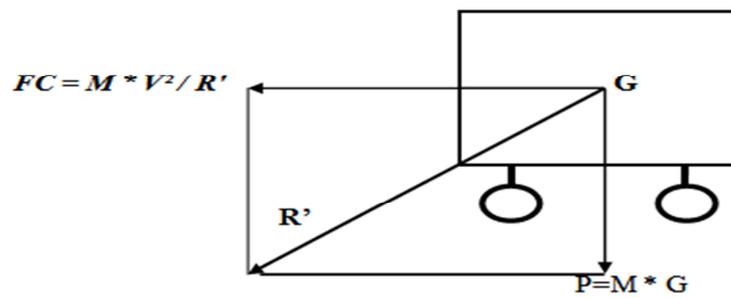


Figure IV.2 : Rayon en plan.

Avec :

$F_c$  : force centrifuge.

$R'$  : rayon de courbure (la résultante).

$P$  : poids du véhicule.

Il faut donc pour éviter de déstabiliser le véhicule, rapprocher la résultante ( $R$ ) d'une position perpendiculaire à la surface de la route. Pour cela, il faut donner un surhaussement ( $h$ ) du bord extérieur de la voie.

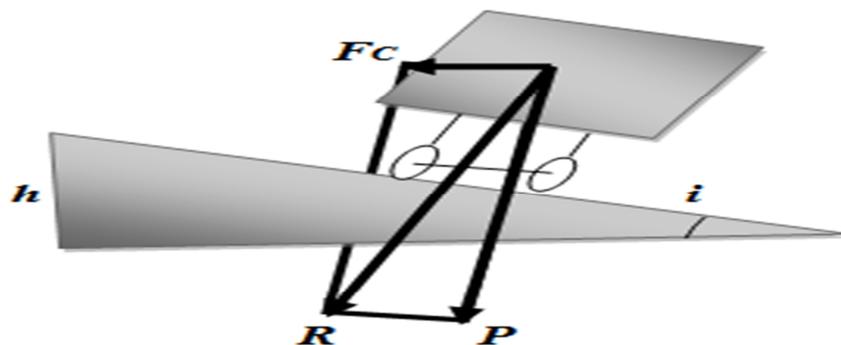


Figure IV.3 : Rayon en plan (inclinaison  $i$ ).

Ce taux relèvements (inclinaison  $i$ ) est appelé devers. La route ainsi inclinée transversalement est dite déversée ou en devers.

Par conséquent, le rayon des arcs de cercle et leurs devers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à la vitesse de référence ( $V_r$ ) de ne pas déraper. En fonction de la vitesse de référence, le rayon minimal à admettre est :

$$R \geq \frac{V_r^2}{127 (f_t + id)}$$

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence (m/s).

$f_t$  : coefficient de frottement transversal.

$id$  : devers.

#### IV.5.1-Rayon horizontale minimal absolu (RHmin) :

C'est le rayon minimale pour chacune des vitesses de références est le rayon pour lequel le devers atteint sa valeur maximale, et ce rayon est employé dans les conditions les plus difficiles (région montagneuses).

[9]

La valeur de RHmin est donnée par la formule suivante :

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

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence du véhicule.

$d_{\max}$  : dévers maximales.

$f_t$  : coefficient de frottement transversales.

**IV.5.2- Rayon minimal normal (RHN) :**

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

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

Avec :

$i = 0.02$  pour catégorie (1.2.3.4).

$i = 0.03$  pour catégorie (5).

**IV.5.3-Rayon au devers minimal (RHd) :**

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage, et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse  $V_r$  serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.[9]

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

**IV.5.4-Rayon non déverse (RHnd) :**

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).

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

Les valeurs de  $f'$  sont données dans le tableau ci-dessous :

Catégorie	1	2	3	4	5
$f'$	0.06	<b>0.06</b>	0.07	0.075	0.075

**Tableau IV.1 :** Les valeurs de  $f'$  en fonction de catégorie[ENSTP 2010].

**IV.6-REGLES POUR L'UTILISATION DES RAYONS EN PLAN :**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à  $R_{Hmin}$  on utilise autant des valeurs de rayon  $\geq$  à  $R_{HN}$  que possible.
- Les rayons compris entre  $R_{Hm}$  et  $R_{Hd}$  sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre  $d_{max}$  et  $d(R_{Hm})$ .
- Si :  $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \Rightarrow \frac{d-d_{min}}{[d_{max}-2]-d_{min}} * \left( \frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) + \frac{1}{R_{Hd}} = \frac{1}{R}$
- Si :  $R_{Hmin} \leq R \leq R_{HN} \Rightarrow \frac{[d-(d_{max}-2)]}{[d_{max}-(d_{max}-2)]} * \left( \frac{1}{R_{Hmin}} - \frac{1}{R_{HN}} \right) + \frac{1}{R_{HN}} = \frac{1}{R}$
- Les rayons compris entre  $R_{Hd}$  et  $R_{Hnd}$  sont en dévers minimal  $d_{min}$ .
- Les rayons supérieurs à  $R_{Hnd}$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun perturbation sur le plan de drainage.

**IV.7-LES CONDITIONS DE LA CLOTHOÏDE :**

**IV.7.1-Condition optique :**

La clothoïde doit aider à la visibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être  $\leq 3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.[10]

- Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1m$  (éventuellement 0,5 m) d'où :  $L_1 = \sqrt{24R\Delta R}$
- Pour  $1500 < R \leq 5000m \Rightarrow L_1 \geq R/9$ .
- $R > 5000m \Rightarrow \Delta R = 2,5m$  donc :  $L_1 = 7,75\sqrt{R}$

**IV.7.2-Condition confort dynamique :**

Cette condition consiste à limiter pendant le temps de parcourue  $\Delta t$  du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.[10]

$$L_2 = \frac{V_r^2}{18} \left( \frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right)$$

Avec :

$V_r$  : Vitesse de référence en (km/h).

$R$  : Rayon en (m).

$\Delta d$  : Variation de dévers.

**IV.7.3-Condition de gauchissement :**

Le relèvement des virages s'effectue proportionnellement à l'arc de courbe de raccordement ainsi que le dévers est proportionnel à la courbure. [10]

Il est préférable d'avoir un raccordement dont la longueur est calculée par la formule suivante :  $L_3 = \frac{\Delta d * b * V_r}{50}$

Avec :

b : Distance axe de rotation – bord de chaussée.

$\Delta d$  : Différence de dévers en %.

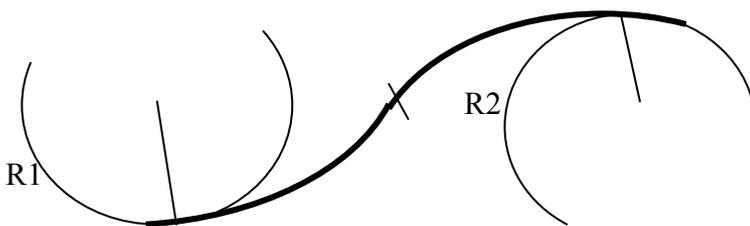
A partir les trois conditions :  $L_r = \max (L_1, L_2, L_3)$ .

**IV.8-COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :**

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

**IV.8.1-Courbe en (S) :**

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



**Figure IV.4 :** Courbe en (S).

**IV.8.2-Courbe a sommet :**

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

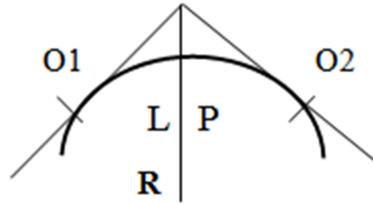


Figure IV.5 : Courbe à sommet.

**IV.8.3-Courbe en (C) :**

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

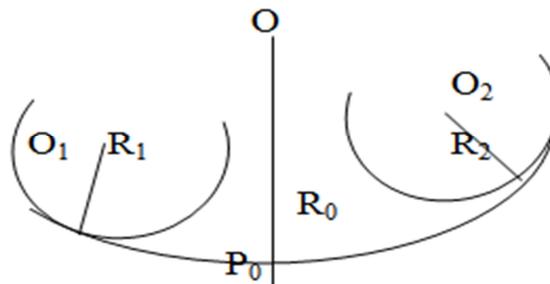


Figure IV.6: Courbe en (C).

**IV.8.4-Ove :**

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

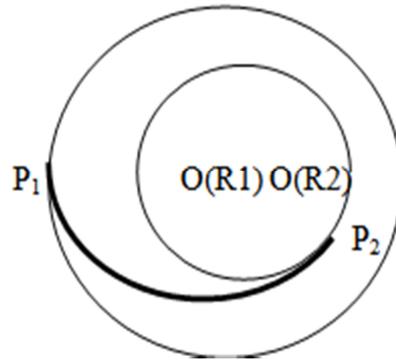


Figure IV.7 : Ove.

**IV.9- APPLICATION AU PROJET :**

On à :  $V_r = 80 \text{ km/h}$ .

$d_{\max} = 7\%$  et  $d_{\min} = 2.5\%$  selon le tableau (II.8),

$f_t = 0.13$  selon le tableau (II.4).

$f'' = 0.06$  selon le tableau (IV.1).

$i = 0.02$  (catégorie 2).

➤ **Rayon horizontale minimal absolu (RHmin) :**

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

$$RHm = \frac{80^2}{127(0.13 + 0.07)} \Rightarrow RHm = 252 \text{ m.}$$

➤ **Rayon minimal normal (RHN):**

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

$$RHN = \frac{(80 + 20)^2}{127(0.13 + 0.07 - 0.02)} \Rightarrow RHN = 438 \text{ m.}$$

➤ **Rayon au devers minimal (RHd) :**

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

$$RHd = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.025} \Rightarrow RHd = 1008m.$$

➤ **Rayon non déverse (RHnd) :**

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

$$RHnd = \frac{80^2}{127 (0.06 - 0.025)} \Rightarrow RHnd = 1440m.$$

**Tableau IV.2 :** Les points d'axe.

• **Condition optique :**

Exemple pour R=500m.

Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1m$  (éventuellement 0,5 m) d'où :  $L_1 = \sqrt{24R\Delta R}$ .

$L_1 = \sqrt{24 * 500 * 1} \Rightarrow L_1 = 109.54m$ , en prend :  $L_1 = 110m$ .

• **Condition confort dynamique :**

$$L_2 = \frac{Vr^2}{18} \left( \frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right)$$

Avec :

$\Delta d = d + d_{\min} \Rightarrow$  on a :  $d_{\min} = 2.5\%$  et "d" (dévers de la route) sera calculer par la formule :

$$\text{Pour : } R_{HN} \leq R \leq RHd \Rightarrow \frac{d - d_{\min}}{[d_{\max} - 2] - d_{\min}} * \left( \frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{RHd} \right) + \frac{1}{RHd} = \frac{1}{R}$$

$$\Rightarrow d = \frac{\left[\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right] * [(d_{\max} - 2) - d_{\min}]}{\frac{1}{RHN} + \frac{1}{RHd}} + d_{\min}$$

$$\Rightarrow d = \frac{\left[\frac{1}{500} - \frac{1}{1008}\right] * [(7 - 2) - 2.5]}{\frac{1}{438} + \frac{1}{1008}} + 2.5 \Rightarrow d = 4.45\%$$

$$\Rightarrow \Delta d = 4.45 + 2.5 \Rightarrow \Delta d = 6.95\% \text{ en prend } \Delta d_{\max} = 7\%.$$

Alor :

$$L_2 = \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127 * 500} - 0.07 \right)$$

$$\Rightarrow L_2 = 10.94\text{m}.$$

- **Condition de gauchissement :**

$$L_3 \geq \frac{5}{36} \Delta d V_r \Rightarrow L_3 \geq \frac{5}{36} * 7 * 80$$

$$\Rightarrow L_3 \geq 77.77\text{m}.$$

A partir les trois conditions :  $L_r = \max (L_1, L_2, L_3)$ .

$$L_r = \max (10.94, 110, 77.77) \text{ m} \Rightarrow L_r = 110\text{m}.$$

- **Calcul du paramètre (A) :**

$$L_r = A^2 / R \Rightarrow A = \sqrt{L_r \times R} = \sqrt{110 \times 500}$$

$$\Rightarrow A = 234.52\text{m} \Rightarrow A = 235\text{m}.$$

- **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. Nous avons calculé une partie de l'axe en plan :

$$S_1 S_2 \begin{cases} |\Delta X| = |X_{S_2} - X_{S_1}| = |279684.123 - 279506.565| = 177.558 \text{ m.} \\ |\Delta Y| = |Y_{S_2} - Y_{S_1}| = |4016653.791 - 4017149.077| = 495.286 \text{ m.} \end{cases}$$

$$S_2 S_3 \begin{cases} |\Delta X_1| = |X_{S_3} - X_{S_2}| = |280998.453 - 279684.123| = 1314.330 \text{ m.} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S_3} - Y_{S_2}| = |4017096.642 - 4016653.791| = 442.851 \text{ m.} \end{cases}$$

Donc:

$$G_{S_1 S_2} = \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} \Rightarrow G_{S_1 S_2} = \arctg \frac{|177.558|}{|495.286|} \Rightarrow G_{S_1 S_2} = 19.722 \text{ grade.}$$

$$G_{S_2 S_3} = \arctg \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} \Rightarrow G_{S_2 S_3} = \arctg \frac{|1314.330|}{|442.851|} \Rightarrow G_{S_2 S_3} = 71.379 \text{ grade.}$$

- **Calcul de l'angle ( $\gamma$ ):**

$$\gamma = G_{S_2 S_3} - G_{S_1 S_2} \Rightarrow \gamma = 71.379 - 19.772 \Rightarrow \gamma = 51.607 \text{ grade.}$$

- **Calcul de l'angle ( $\tau$ ):**

$$\tau = \frac{Lr}{2R} \times \frac{200}{\pi} \Rightarrow \tau = \frac{110}{2 \times 500} \times \frac{200}{\pi} \Rightarrow \tau = 7,006 \text{ grade.}$$

- **Vérification de non chevauchement :**

On à :  $\tau = 7,006 \text{ grade}$  et  $\frac{\gamma}{2} = \frac{51.607}{2} = 25,803 \text{ grade.}$

Donc :  $\tau < \frac{\gamma}{2} \Rightarrow$  Pas de chevauchement.

- **Calcul des distances:**

$$S_1 S_2 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{177.558^2 + 495.286^2} \Rightarrow S_1 S_2 = 526.151 \text{ m.}$$

$$S_2 S_3 = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = \sqrt{1314.330^2 + 442.851^2} \Rightarrow S_2 S_3 = 138.693 \text{ m.}$$

- **Calcul les coordonnées du point final du raccordement progressif dans le repère locale :**

$$X_p = Lr - \frac{Lr^5}{40A^4} + \frac{Lr^9}{3456A^8} \Rightarrow X_p = 110 - \frac{110^5}{40 \times 235^4} + \frac{110^9}{3456 \times 235^8}$$

$$\Rightarrow X_p = 109,868.$$

$$Y_p = \frac{Lr^3}{6A^2} + \frac{Lr^7}{366A^6} - \frac{Lr^{11}}{3224A^{10}} \Rightarrow Y_p = \frac{110^3}{6 \times 235^2} + \frac{110^7}{366 \times 235^6} - \frac{110^{11}}{3224 \times 235^{10}}$$

$$\Rightarrow Y_p = 5,174.$$

- **Calcul les coordonnées du cercle dans le repère locale :**

$$X_m = X_p - R \sin \tau \Rightarrow X_m = 109,868 - 500 \times \sin 7,006 \Rightarrow X_m = 54,954.$$

$$Y_m = Y_p + R \cos \tau \Rightarrow Y_m = 5,174 + 500 \times \cos 7,006 \Rightarrow Y_m = 502,149.$$

- **Calcul la tangente (T) :**

$$T = X_m + Y_m \operatorname{tg}(\gamma/2) \Rightarrow T = 54,954 + 502,149 \operatorname{tg}(25.803) \Rightarrow T = 298.084m.$$

- **Calcul le ripage ( $\Delta R$ ) :**

$$\Delta R = \frac{Lr^2}{24R} \Rightarrow \Delta R = \frac{110^2}{24 \times 500} \Rightarrow \Delta R = 1,008m.$$

- **Calcul de ( $\sigma$ ) :**

$$\sigma = \operatorname{arctg} \frac{Y_p}{X_p} \Rightarrow \sigma = \operatorname{arctg} \frac{5,174}{109,868} \Rightarrow \sigma = 2,996 \text{grades.}$$

- **IV.9.5.14- Calcul la longueur totale du développement :**

$$D = 2Lr + R(\gamma - 2\tau) \frac{\pi}{200} \Rightarrow D = 2 \times 110 + 500(51.607 - 2 \times 7,006) \frac{\pi}{200} \Rightarrow D = 515.167m.$$

➤ Les résultats de calcul d'axes sont les suivants.

➤ Axe En Plan 'Axe'

➤ Calcul des éléments des raccordements progressif :

Nom du fichier : Evite khadra.dwg

Eléments caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	159,8177	23,289	0,000	279487,707	4017174,876
Arc 1	Rayon	-60,0000	17,218	23,289	279501,450	4017156,075
	Centre X	279453,010				
	Centre Y	4017120,669				
Droite 2	Gisement	178,0861	21,332	40,506	279509,490	4017140,917
Droite 3	Gisement	178,0861	238,006	61,838	279516,689	4017120,836
Clothoïde 1	Paramètre	80,0000	25,600	299,844	279597,008	4016896,792
Arc 2	Rayon	250,0000	362,292	325,444	279606,056	4016872,848
	Centre X	279836,764				
	Centre Y	4016969,147				
Clothoïde 2	Paramètre	-80,0000	25,600	687,736	279904,361	4016728,459
Droite 4	Gisement	79,3103	435,322	713,336	279928,754	4016736,217
Droite 5	Gisement	79,3103	390,367	1148,658	280341,288	4016875,217
Clothoïde 3	Paramètre	80,0000	25,600	1539,025	280711,220	4016999,862
Arc 3	Rayon	250,0000	404,217	1564,625	280735,335	4017008,448
	Centre X	280643,489				
	Centre Y	4017240,965				
Clothoïde 4	Paramètre	-80,0000	25,600	1968,841	280871,530	4017343,422
Droite 6	Gisement	369,8584	336,068	1994,441	280860,249	4017366,399
				2330,510	280707,011	4017665,498
Longueur totale de l'axe 2330.510 mètres						

Points d'intersection (P.I.)		
N°	X	Y
1	279506,565	4017149,077
2	279684,123	4016653,791
3	280998,453	4017096,642

**LISTING DES COORDONNEES DE L'AXE EN PLAN**

Coordonnées des abscisses					
Abscisse	X	Y			
0+0.00	279487,707	4017174,876	1+200.00	280389,943	4016891,610
0+25.00	279502,440	4017154,679	1+225.00	280413,634	4016899,593
0+50.00	279512,694	4017131,980	1+250.00	280437,325	4016907,576
0+75.00	279521,131	4017108,446	1+275.00	280461,017	4016915,558
0+100.00	279529,567	4017084,913	1+300.00	280484,708	4016923,541
0+125.00	279538,004	4017061,380	1+325.00	280508,399	4016931,523
0+150.00	279546,441	4017037,846	1+350.00	280532,091	4016939,506
0+175.00	279554,877	4017014,313	1+375.00	280555,782	4016947,488
0+200.00	279563,314	4016990,779	1+400.00	280579,473	4016955,471
0+225.00	279571,751	4016967,246	1+425.00	280603,165	4016963,453
0+250.00	279580,187	4016943,712	1+450.00	280626,856	4016971,436
0+275.00	279588,624	4016920,179	1+475.00	280650,547	4016979,419
0+300.00	279597,060	4016896,645	1+500.00	280674,239	4016987,401
0+325.00	279605,885	4016873,258	1+525.00	280697,930	4016995,384
0+350.00	279616,612	4016850,687	1+550.00	280721,610	4017003,399
0+375.00	279629,538	4016829,300	1+575.00	280744,902	4017012,459
0+400.00	279644,534	4016809,311	1+600.00	280767,208	4017023,725
0+425.00	279661,452	4016790,919	1+625.00	280788,278	4017037,161
0+450.00	279680,121	4016774,307	1+650.00	280807,901	4017052,634
0+475.00	279700,355	4016759,642	1+675.00	280825,882	4017069,989
0+500.00	279721,952	4016747,070	1+700.00	280842,040	4017089,052
0+525.00	279744,696	4016736,718	1+725.00	280856,214	4017109,633
0+550.00	279768,361	4016728,688	1+750.00	280868,262	4017131,526
0+575.00	279792,708	4016723,060	1+775.00	280878,065	4017154,513
0+600.00	279817,496	4016719,891	1+800.00	280885,524	4017178,363
0+625.00	279842,477	4016719,213	1+825.00	280890,565	4017202,839
0+650.00	279867,400	4016721,032	1+850.00	280893,137	4017227,696
0+675.00	279892,017	4016725,330	1+875.00	280893,214	4017252,685
0+700.00	279916,097	4016732,018	1+900.00	280890,796	4017277,558
0+725.00	279939,807	4016739,942	1+925.00	280885,908	4017302,064
0+750.00	279963,499	4016747,924	1+950.00	280878,597	4017325,961
0+775.00	279987,190	4016755,907	1+975.00	280868,943	4017349,010
0+800.00	280010,881	4016763,890	2+0.00	280857,714	4017371,346
0+825.00	280034,573	4016771,872	2+25.00	280846,315	4017393,596
0+850.00	280058,264	4016779,855	2+50.00	280834,916	4017415,846
0+875.00	280081,955	4016787,837	2+75.00	280823,516	4017438,096
0+900.00	280105,647	4016795,820	2+100.00	280812,117	4017460,345
0+925.00	280129,338	4016803,802	2+125.00	280800,718	4017482,595
0+950.00	280153,029	4016811,785	2+150.00	280789,319	4017504,845
0+975.00	280176,721	4016819,767	2+175.00	280777,919	4017527,095
1+0.00	280200,412	4016827,750	2+200.00	280766,520	4017549,345
1+25.00	280224,103	4016835,733	2+225.00	280755,121	4017571,595
1+50.00	280247,795	4016843,715	2+250.00	280743,721	4017593,845
1+75.00	280271,486	4016851,698	2+275.00	280732,322	4017616,094
1+100.00	280295,177	4016859,680	2+300.00	280720,923	4017638,344
1+125.00	280318,869	4016867,663	2+325.00	280709,524	4017660,594
1+150.00	280342,560	4016875,645	2+330.51	280707,011	4017665,498
1+175.00	280366,251	4016883,628			

**IV.10-CONCLUSION :**

Le calcul des paramètres d'axe à respecter pour le dite projet, relatif à une vitesse de référence de l'ordre de 80 km/h, calculer plus hauts, sont comme suit :le rayon horizontal minimal absolu ( $RH_m = 252m$ ), le rayon minimal normal ( $RH_N = 438m$ ),le rayon au devers minimal( $RH_d = 1008m$ ),le rayon non déverse( $RH_{nd} = 1440m$ ), avec un dévers de la route ( $d_{min} = 2.5\%$  et  $d_{max} = 7\%$ ), et qui sont justifier dans les tableaux de calcul des axes.

# **CHAPITRE V : PROFIL EN LONG**

**V.1- INTRODUCTION :**

Les règles de dimensionnement du profil en long visent d'une part à assurer des conditions de confort relativement homogènes le long d'un axe routier, et adaptées à chaque catégorie de route, en fixant notamment des caractéristiques minimales.

Elles visent d'autre part à garantir de bonnes conditions de sécurité, au moyen notamment de principes d'enchaînement des différents éléments du tracé et de principes relatifs à la visibilité.

La coordination du tracé en plan, du profil en long et de l'implantation des points d'échange est nécessaire, en particulier pour le respect des conditions de visibilité et de perception. Une fois le tracé défini par le projecteur, il est important de procéder à des vérifications en adoptant le point de vue de l'utilisateur de la route.

**V.2- DEFINITION :**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, il est toujours composé d'éléments de lignes droites inclinées (rampes et pontes) et arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves). Pour chaque point du profil en long on doit déterminer : [10]

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet.

**V.3- REGLES PRATIQUES POUR LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG :**

Le coût d'une construction routière varie en fonction de son profil en long, les coûts d'exploitation des véhicules empruntant la route et le nombre d'accident, à cet effet, quelques règles pratiques régissant celui-ci doivent être suivies : [10]

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Les sections où la visibilité de dépassement est assurée doivent alterner fréquemment avec celles où elle ne peut pas l'être.
- Éviter les hauteurs excessives des remblais.
- Éviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et le volume des déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Il faut éviter de placer un point bas du profil en long dans une zone de déblai et en sens inverse, il est contre indiqué de prévoir un remblai dans un point haut.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et d'arcs à courbe progressive de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

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

Pour qu'une route présente des caractéristiques satisfaisantes, il ne suffit pas que son tracé en plan et son profil en longs, considérés isolément, soient aux règles qui leur sont propres. Il faut aussi que le tracé en plan et le profil en long de la route aient l'objet d'une étude d'ensemble assurant leur coordination.[9]

La coordination du tracé en plan et du profil en long a pour objectif principal d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route (conditions de visibilité et autant que possible un certain confort visuel).

Les règles qu'il faut suivre pour éviter les défauts résultants, d'une mauvaise coordination tracée en plan et profil en long sont :

- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long, puis respecter la condition :

$R_{vertical} > 6 \times R_{horizontal}$  pour éviter un défaut d'inflexion.

**V.5- LA DECLIVITE :**

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

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

**V.5.1-Déclivité minimum :**

Dans les zones ou le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la chaussée.

Dans les langues sections en déblais au moins 0.2% pour que l'ouvrages longitudinal d'évacuation des eaux ne soient pas profondément entrée dans le coté aval. [9]

**V.5.2-Déclivité maximum :**

La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL (vitesse minimum).
- Condition économique (coût des transports, coût de construction).

La déclivité maximale est tolérée surtout dans les courtes distances (inférieures à 1500 m) pour les raisons suivantes :

- Réduction de la vitesse et augmentation des dépenses de circulation.
- Important effort de freinage des poids lourds ce qui conduit à user les pneumatiques.

$V_r$ (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120	40
$I_{max}$ %	8	7	<b>6</b>	5	4	4

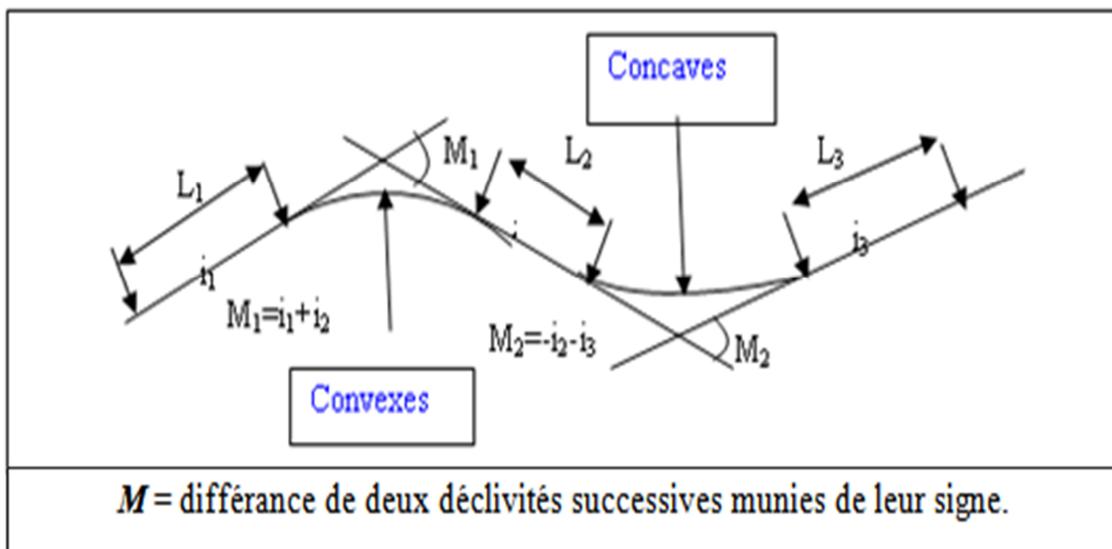
**Tableau V.1** :la valeur de la déclivité maximale [B40].

Dans notre projet  $V_r = 80\text{km/h}$ , alors la déclivité maximale  $i_{max} = 6\%$ .

**V.6- RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :**

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d’une déclivité à une autre doit être adouci par l’aménagement de raccordements paraboliques dont la conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort, Il y a deux types de raccordements :



**Figure V.1 :** Types de raccordements[ENSTP 2010].

**V.6.1- Raccordements convexes (angle saillant) :**

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

Leur conception doit satisfaire à :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

**V.6.1.1-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 :

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

Dans notre cas :  $R_{v \min} = 0.3 V_r^2$ , Avec :

$R_v$  : rayon vertical (m)

$V_r$  : vitesse référence (Km/h).

**V.6.1.2- Condition de visibilité :**

Elle intervient seulement dans les raccords des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort.[3]

Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum, le rayon de raccordement est donné par l'expression :

$$R_v = \frac{D_o^2}{2} (h_o + h_1 + 2\sqrt{h_o h_1}) \text{ Avec :}$$

$D_o$  : distance d'arrêt (m).

$h_o$  : hauteur de l'œil (m).

$h_1$  : hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route bidirectionnelle « bretelles » :  $h_o = 1.1\text{m}$ ,  $h_1 = 0,15\text{ m}$

Donc :  $R_v = 0.24 D_o^2$ .

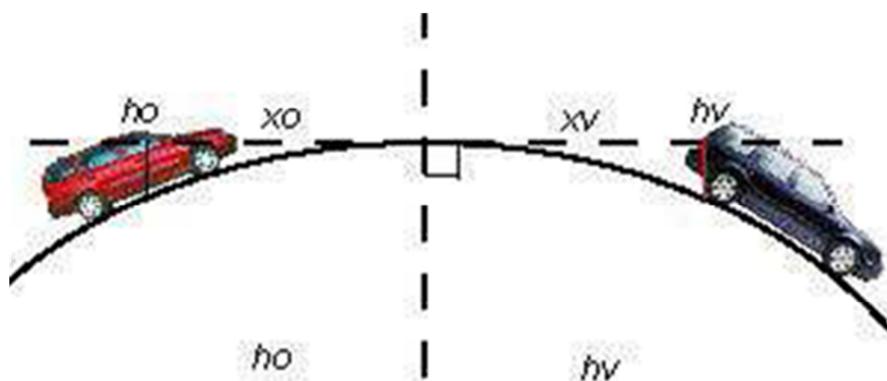


Figure V.2 : Condition de visibilité[ENSTP 2004].

**V.6.2- Raccordements 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 :

$$R_v' = \frac{D_0^2}{(1.5 + 0.035 D_0)}$$

- **Condition d'ordre 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).

$$R_{v \min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d \%}$$

Avec :

$\Delta d$  : Changement de dévers (%).

$R_{v \min}$  : Rayon vertical minimum (m).

**V.7- NORMES PRATIQUES DU PROFIL EN LONG:**

Pour le cas de projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B40) : [2]

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 $i_{max}$ (%)		6
Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement $d_m$ RVD		11000
Vitesse de poids lourd $V_{PL}$ (km/h)		30

**Tableau V.2 :** Normes pratique du profil en long selon B40.

**V.8-DETERMINATION PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :**

Ce calcul consiste à déterminer toutes les coordonnées des points particuliers du raccordement, tout calcul des éléments du profil en long doit suivre les étapes suivantes :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- Donnée La pente  $P_1$  de la droite (AS).
- Donnée la pente  $P_2$  de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

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

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

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

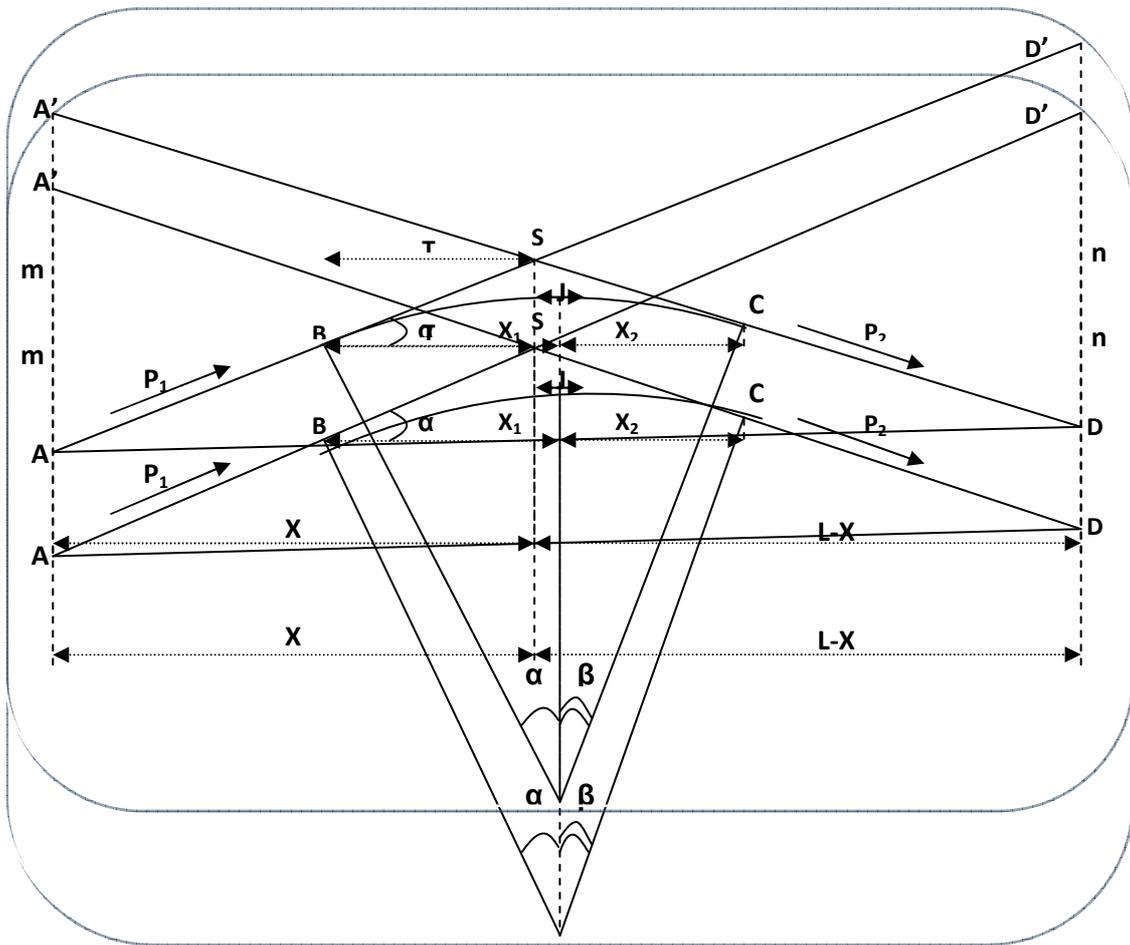


Figure V.3 : Détermination de la position Des coordonnés des point[ENSTP 2010].

On à :

$$ZA = ZD' + L p_2 \quad , \quad m = ZA' - ZA$$

$$ZD = ZA' + L p_1 \quad , \quad n = ZD - ZD'$$

Les deux triangles A'SA et SDD' sont semblables donc :

$$m/n = x/(L-x) \Rightarrow x = m \cdot L/(n + m)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} XS = X + XA \\ ZS = p_1 X + ZA \end{array} \right.$$

**V.8.1- Calcul des pentes :**

$$P_1 = \frac{\Delta z_1}{\Delta X_1}$$

$$P_2 = \frac{\Delta z_2}{\Delta X_2}$$

**V.8.2- Calculer la longueur de la tangente (T) :**

$$T = R \times \frac{|p_1| \pm |p_2|}{2}$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires.

On prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

T : tangente(m).

R : rayon de raccordement vertical (m).

**V.8.3-Calcul de la bissectrice (la flèche « f »):**

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

**V.9-APPLICATION AU PROJET :**

➤ **Calcul d'axe d'angle saillant :**

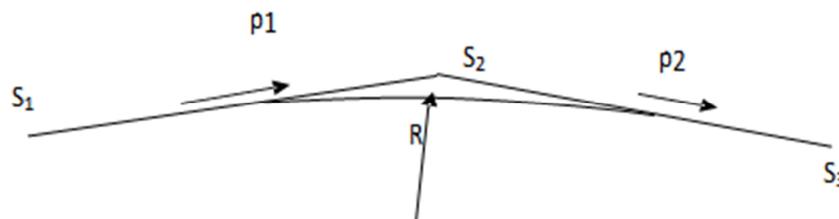


Figure V.4 : Axe d'angle saillant.

S	X (m)	Z (m)	R (m)
S <sub>1</sub>	0.000	155.99	3000
S <sub>2</sub>	41.15	156.70	

Tableau V.3 : Les points d'axe d'angle saillant.

➤ Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{(z_2 - z_1)}{(x_2 - x_1)} \Rightarrow \frac{(156.7 - 155.99)}{(41.76)} \Rightarrow P_1 = 0.017\%.$$

Même valeur que seul du Tableaux

« LISTING DU PROFIL EN LONG » calculer par Covadis.

Donc pour le reste de calcul voir,

**Les résultats de calcul déterminer par logiciels covadis, qui sont :**

**COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Axe**

Axe en plan                      Axe ('Axe') du calque Proj01\_PL\_AXES  
 Profil en long                      1  
 Courbe projet                      Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse (m)	Z projet (m)	X	Y	Z TN (m)
			0,000	139,800	279487,707	4017174,876	139,800
Rampe = 0.035%	30,661	30,661	30,661	139,811	279505,424	4017149,870	139,675
Arc de cercle Rayon = 2800.0000	52,406	52,409	83,068	140,320	279523,853	4017100,852	140,288
Rampe = 1.907%	184,087	184,121	267,155	143,831	279585,976	4016927,564	143,268
Arc de cercle Rayon = 4600.0000	26,157	26,161	293,312	144,256	279594,803	4016902,941	144,037
Rampe = 1.339%	366,681	366,714	659,993	149,164	279877,291	4016722,454	149,163
Arc de cercle Rayon = 4000.0000	0,199	0,199	660,192	149,166	279877,487	4016722,486	149,167

Rampe = 1.334%	461,078	461,119					
			1121,270	155,315	280315,334	4016866,472	156,006
Arc de cercle Rayon = 8000.0000	87,335	87,338					
			1208,605	156,003	280398,097	4016894,358	155,264
Rampe = 0.242%	590,340	590,342					
			1798,945	157,430	280885,258	4017177,342	157,413
Arc de cercle Rayon = 6000.0000 S bas = 1813.450	117,196	117,201					
			1916,142	156,569	280887,920	4017293,438	155,728
Pente = -1.712%	220,245	220,277					
			2136,387	152,799	280795,526	4017492,729	152,793
Arc de cercle Rayon = 6000.0000	81,399	81,404					
			2217,786	151,958	280758,410	4017565,174	151,976
Pente = -0.355%	112,724	112,724					
			2330,510	151,557	280707,011	4017665,498	151,557
Longueur totale (m)	2330,510						

**CHAPITRE VI :**  
**PROFIL EN TRAVERS ET**  
**CUBATURE**

## VI.1- INTRODUCTION :

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

D'une façon générale le profil en travers d'une route est déterminé après des études préalables prenant en compte des données de trafic.

## VI.2- DEFINITION :

Le profil en travers c'est la coupe transversale de la chaussée et de ses dépendances, le choix du nombre de voies de circulation, celui de leur largeur et celui de la structure générale du profil en travers est à la fois dicté par les débits que l'on souhaite écouler et par la fonction que l'on souhaite faire jouer à la route comme on le verra par la suite.[10]

## VI.3- LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :

### ➤ **Emprise :**

C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

### ➤ **Assiette :**

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

### ➤ **Plate forme :**

C'est la chaussée, elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement la largeur des fossés dans les cas des sections en déblais. .

### ➤ **Chaussée :**

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue en béton bitumineux et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.

➤ **Accotement :**

Ce sont les zones latérales de la plate forme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasé ou sur élevés.

➤ **Fossé :**

Ouvrage hydraulique destinés à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

➤ **Bande dérasée :**

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle, elle comporte le marquage en rive.

➤ **B.D.G :**

Bande Dérasée à Gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

➤ **Berme :**

Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

➤ **Sur largeur S :**

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

➤ **B. G:** bande de guidage.

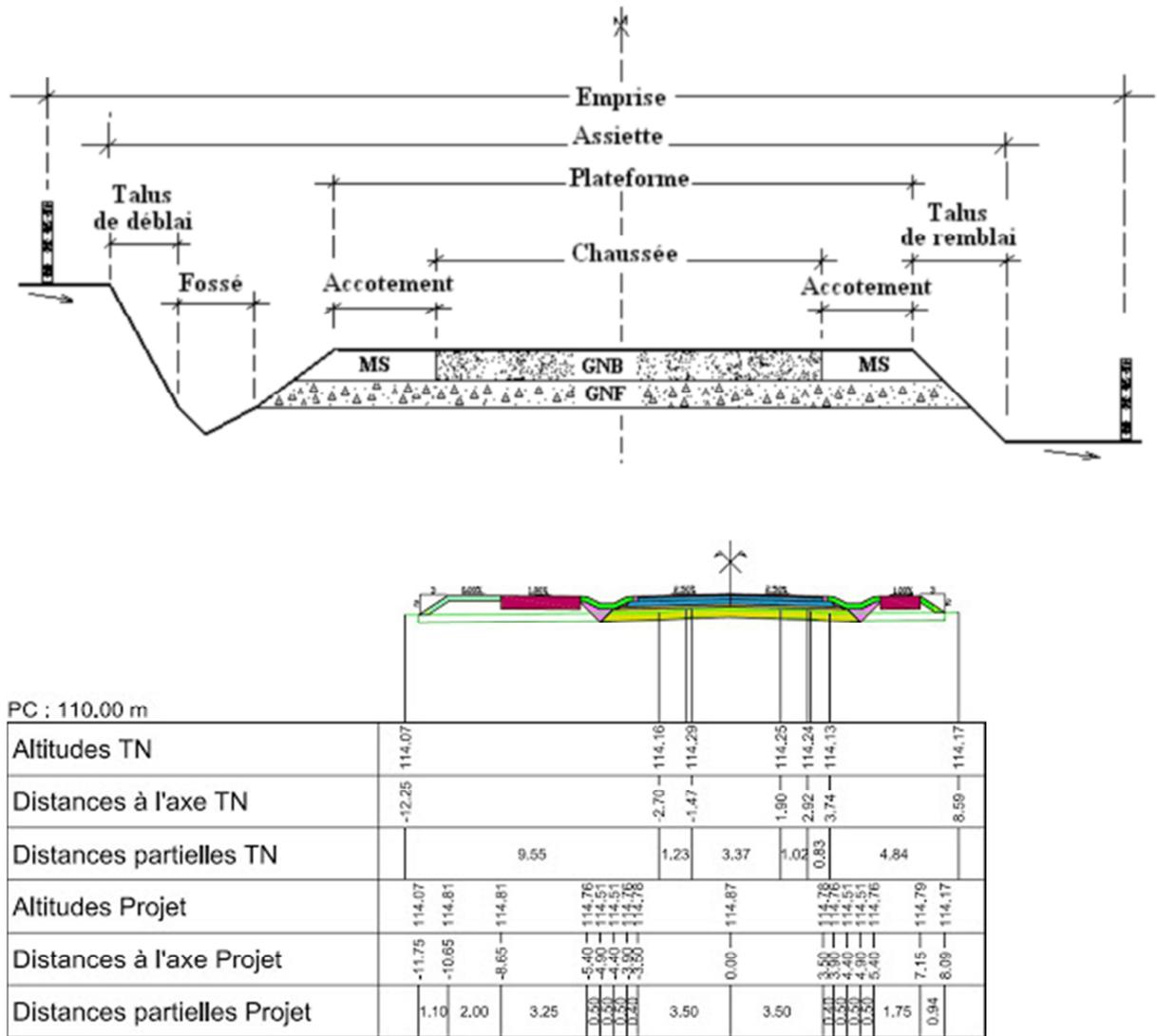


Figure VI.1 :Les éléments du profil en travers.

VI.4- CAPACITE ET LARGEUR DES VOIES :

Le choix du nombre de voies de circulation, celui de leur largeur ainsi que la structure générale du profil en travers est dicté par les débits que l'on souhaite écouler et par la fonction que l'on souhaite faire jouer à la route.

B40 nous donne les largeurs des voies en fonction de la catégorie de la route.

Catégorie	1	2	3	4	5
Voie de circulation	3.5	3.5	3.5	3	3

(m)					
Bande d'arrêt (m)	2 Ou 2.25 Ou 2.50	<b>2 ou 2.25</b>	2	Exceptionnel	-

**Tableau VI.1 :** Largeur et bande d'arrêt en fonction de la catégorie.

**VI.5-CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :**

Ils existent deux types de profil :

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

**VI.5.1- Le profil en travers type :**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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

**VI.5.2- Le profil en travers courant :**

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

**VI.6-LA LARGEUR DE CHAUSSEE :**

Il n'y a pas de largeur minimale réglementaire pour une chaussée. Cette valeur doit être retenue en fonction du type de véhicules circulant ou attendus sur l'itinéraire et des vitesses prévues. En ce qui concerne le véhicule, le code de la route a fixé les dimensions maximales des véhicules à 2,60 m hors rétroviseur : ces derniers peuvent faire une saillie de 20 cm au

dessus de 1,90 m. En pratique la plupart des véhicules légers n'excèdent pas les largeurs suivantes :

- Véhicules légers : 1,70 mètre.
- Véhicule types « monospace » 1,90 mètre.
- Véhicules « 4X4 » : 2,20 mètres.
- Camping-car : 2,30 mètres.

Les marges de sécurité latérales doivent tenir compte des vitesses pratiquées sur l'itinéraire et de ce fait, des valeurs de 3,00 à 3,50 m sont usuellement retenues pour les routes principales. Le standard international se situe à 3,50m. En fonction des contraintes de topographie et de l'importance du trafic poids lourd, des largeurs inférieures peuvent être adoptées. Toutefois l'instruction interministérielle sur la signalisation routière déconseille de marquer systématiquement l'axe d'une chaussée inférieure à 5,20m (voies compatibles avec la largeur maximale d'un véhicule motorisé autorisée par le code de la route). [11]

## VI.7-APPLICATION AU PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour tracé neuf sera composé d'une chaussée de 2 voies.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Plate forme : 11.50 m.
- Chaussée : 2 x 3.75 m.
- Accotement : 2.00 m de part et d'autre.
- Pente des talus en déblai : selon la nature du sol 2/3 et de même pour le remblai.
- Pente des talus en remblai : 2/3.

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe		
			X	Y	Z
P01	Pr =0.00m	11.644	279487.707	4017174.876	139.800
P02	Pr =23.29m	12.500	279501.450	4017156.075	139.808
P03	Pr =25.00m	8.609	279502.440	4017154.679	139.809
P04	Pr =40.51m	12.500	279509.490	4017140.917	139.832

P05	Pr =50.00m	10.666	279512.694	4017131.980	139.885
P06	Pr =61.84m	12.500	279516.689	4017120.836	139.995
P07	Pr =75.00m	19.081	279521.131	4017108.446	140.178
P08	Pr =100.00m	25.000	279529.567	4017084.913	140.643
P09	Pr =125.00m	25.000	279538.004	4017061.380	141.120
P10	Pr =150.00m	25.000	279546.441	4017037.846	141.597
P11	Pr =175.00m	25.000	279554.877	4017014.313	142.073
P12	Pr =200.00m	25.000	279563.314	4016990.779	142.550
P13	Pr =225.00m	25.000	279571.751	4016967.246	143.027
P14	Pr =250.00m	25.000	279580.187	4016943.712	143.504
P15	Pr =275.00m	24.922	279588.624	4016920.179	143.974
P16	Pr =299.84m	12.500	279597.008	4016896.792	144.343
P17	Pr =300.00m	12.578	279597.060	4016896.645	144.345
P18	Pr =325.00m	12.722	279605.885	4016873.258	144.680
P19	Pr =325.44m	12.500	279606.056	4016872.848	144.686
P20	Pr =350.00m	24.778	279616.612	4016850.687	145.014
P21	Pr =375.00m	25.000	279629.538	4016829.300	145.349
P22	Pr =400.00m	25.000	279644.534	4016809.311	145.684
P23	Pr =425.00m	25.000	279661.452	4016790.919	146.018
P24	Pr =450.00m	25.000	279680.121	4016774.307	146.353
P25	Pr =475.00m	25.000	279700.355	4016759.642	146.688
P26	Pr =500.00m	25.000	279721.952	4016747.070	147.022

P27	Pr =525.00m	25.000	279744.696	4016736.718	147.357
P28	Pr =550.00m	25.000	279768.361	4016728.688	147.691
P29	Pr =575.00m	25.000	279792.708	4016723.060	148.026
P30	Pr =600.00m	25.000	279817.496	4016719.891	148.361
P31	Pr =625.00m	25.000	279842.477	4016719.213	148.695
P32	Pr =650.00m	25.000	279867.400	4016721.032	149.030
P33	Pr =675.00m	18.868	279892.017	4016725.330	149.364
P34	Pr =687.74m	12.500	279904.361	4016728.459	149.534
P35	Pr =700.00m	12.800	279916.097	4016732.018	149.697
P36	Pr =713.34m	12.500	279928.754	4016736.217	149.875
P37	Pr =725.00m	18.332	279939.807	4016739.942	150.031
P38	Pr =750.00m	25.000	279963.499	4016747.924	150.364
P39	Pr =775.00m	25.000	279987.190	4016755.907	150.697
P40	Pr =800.00m	25.000	280010.881	4016763.890	151.031
P41	Pr =825.00m	25.000	280034.573	4016771.872	151.364
P42	Pr =850.00m	25.000	280058.264	4016779.855	151.698
P43	Pr =875.00m	25.000	280081.955	4016787.837	152.031
P44	Pr =900.00m	25.000	280105.647	4016795.820	152.364
P45	Pr =925.00m	25.000	280129.338	4016803.802	152.698
P46	Pr =950.00m	25.000	280153.029	4016811.785	153.031
P47	Pr =975.00m	25.000	280176.721	4016819.767	153.365
P48	Pr =1000.00m	25.000	280200.412	4016827.750	153.698

P49	Pr =1025.00m	25.000	280224.103	4016835.733	154.031
P50	Pr =1050.00m	25.000	280247.795	4016843.715	154.365
P51	Pr =1075.00m	25.000	280271.486	4016851.698	154.698
P52	Pr =1100.00m	25.000	280295.177	4016859.680	155.031
P53	Pr =1125.00m	24.329	280318.869	4016867.663	155.364
P54	Pr =1148.66m	12.500	280341.288	4016875.217	155.633
P55	Pr =1150.00m	13.171	280342.560	4016875.645	155.647
P56	Pr =1175.00m	25.000	280366.251	4016883.628	155.851
P57	Pr =1200.00m	25.000	280389.943	4016891.610	155.978
P58	Pr =1225.00m	25.000	280413.634	4016899.593	156.043
P59	Pr =1250.00m	25.000	280437.325	4016907.576	156.103
P60	Pr =1275.00m	25.000	280461.017	4016915.558	156.163
P61	Pr =1300.00m	25.000	280484.708	4016923.541	156.224
P62	Pr =1325.00m	25.000	280508.399	4016931.523	156.284
P63	Pr =1350.00m	25.000	280532.091	4016939.506	156.345
P64	Pr =1375.00m	25.000	280555.782	4016947.488	156.405
P65	Pr =1400.00m	25.000	280579.473	4016955.471	156.466
P66	Pr =1425.00m	25.000	280603.165	4016963.453	156.526
P67	Pr =1450.00m	25.000	280626.856	4016971.436	156.587

P68	Pr =1475.00m	25.000	280650.547	4016979.419	156.647
P69	Pr =1500.00m	25.000	280674.239	4016987.401	156.707
P70	Pr =1525.00m	19.512	280697.930	4016995.384	156.768
P71	Pr =1539.02m	12.500	280711.220	4016999.862	156.802
P72	Pr =1550.00m	12.800	280721.610	4017003.399	156.828
P73	Pr =1564.62m	12.500	280735.335	4017008.448	156.864
P74	Pr =1575.00m	17.688	280744.902	4017012.459	156.889
P75	Pr =1600.00m	25.000	280767.208	4017023.725	156.949
P76	Pr =1625.00m	25.000	280788.278	4017037.161	157.010
P77	Pr =1650.00m	25.000	280807.901	4017052.634	157.070
P78	Pr =1675.00m	25.000	280825.882	4017069.989	157.130
P79	Pr =1700.00m	25.000	280842.040	4017089.052	157.191
P80	Pr =1725.00m	25.000	280856.214	4017109.633	157.251
P81	Pr =1750.00m	25.000	280868.262	4017131.526	157.312
P82	Pr =1775.00m	25.000	280878.065	4017154.513	157.372
P83	Pr =1800.00m	25.000	280885.524	4017178.363	157.433
P84	Pr =1825.00m	25.000	280890.565	4017202.839	157.436
P85	Pr =1850.00m	25.000	280893.137	4017227.696	157.336
P86	Pr =1875.00m	25.000	280893.214	4017252.685	157.132

P87	Pr =1900.00m	25.000	280890.796	4017277.558	156.823
P88	Pr =1925.00m	25.000	280885.908	4017302.064	156.417
P89	Pr =1950.00m	21.921	280878.597	4017325.961	155.989
P90	Pr =1968.84m	12.500	280871.530	4017343.422	155.667
P91	Pr =1975.00m	12.800	280868.943	4017349.010	155.561
P92	Pr =1994.44m	12.500	280860.249	4017366.399	155.228
P93	Pr =2000.00m	15.279	280857.714	4017371.346	155.133
P94	Pr =2025.00m	25.000	280846.315	4017393.596	154.705
P95	Pr =2050.00m	25.000	280834.916	4017415.846	154.277
P96	Pr =2075.00m	25.000	280823.516	4017438.096	153.849
P97	Pr =2100.00m	25.000	280812.117	4017460.345	153.421
P98	Pr =2125.00m	25.000	280800.718	4017482.595	152.994
P99	Pr =2150.00m	25.000	280789.319	4017504.845	152.581
P100	Pr =2175.00m	25.000	280777.919	4017527.095	152.262
P101	Pr =2200.00m	25.000	280766.520	4017549.345	152.047
P102	Pr =2225.00m	25.000	280755.121	4017571.595	151.932
P103	Pr =2250.00m	25.000	280743.721	4017593.845	151.843
P104	Pr =2275.00m	25.000	280732.322	4017616.094	151.754
P105	Pr =2300.00m	25.000	280720.923	4017638.344	151.666

P106	Pr =2325.00m	15.255	280709.524	4017660.594	151.577
P107	Pr =2330.51m	2.755	280707.011	4017665.498	151.557

## VI.8- CUBATURE :

### VI.8.1-Introduction :

La réalisation d'une infrastructure de travaux publics nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet. Pour les voies de circulations celles ci sont très visibles sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport à la terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle (les cubatures des terrassements).

### VI.8.2-Définition :

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des volumes de déblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet :

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

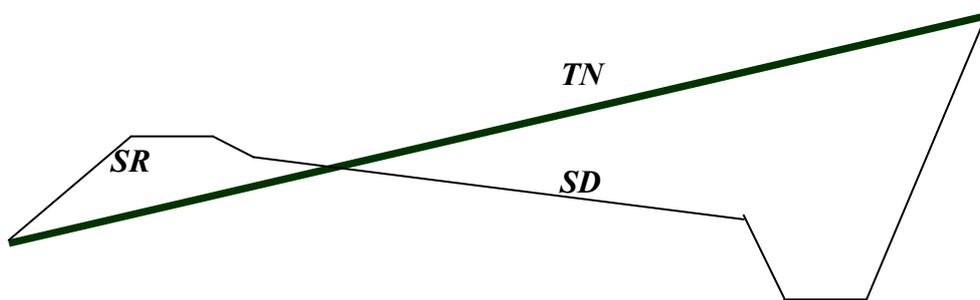
- Les profils en long
- Les profils en travers
- Les distances entre les profils.

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes qui joignent ces points soit différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.[9]

### VI.8.3-Méthodes de calcul des cubatures :

Plusieurs méthodes permettant de calculer le volume de terrassement. Le travail consiste à calculer surface déblai et remblai pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet. Parmi ces méthodes on citera :

- Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode de LALANNE pour un calcul manuel.



**Figure VI.3 :**Volume de terrassement.

Avec :

TN : terrain naturelle, SD : surface déblai, SR : surface remblai.

### **VI.8.3.1- Méthode de la moyenne des aires :**

C'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes de déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs par La formule de SARRAUS :

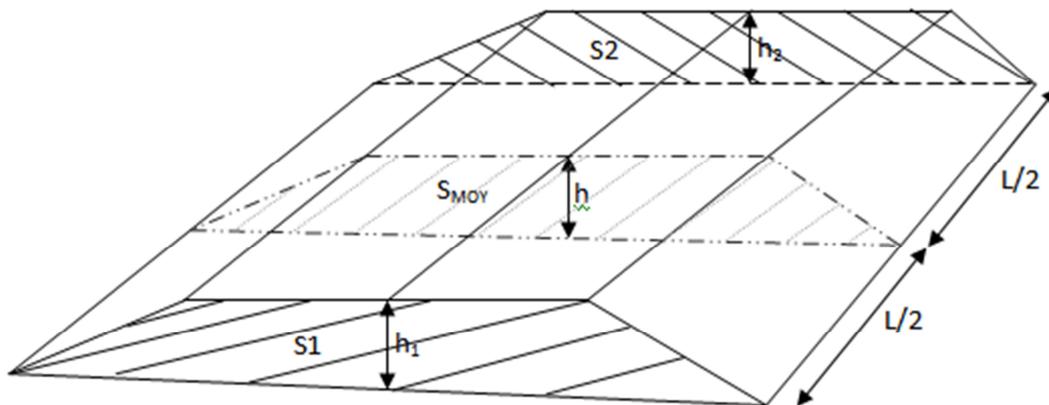
$$V = \frac{L}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$$

Avec :

$S_1, S_2$ : surface de profil en travers  $P_i$ .

$L$  : distance entre ces deux profils.

$S_{MOY}$  : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance  $L_i$ ).



**Figure VI.4:** Schéma de calcul par la formule de SARRAUS.

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

$$S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F : V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 : V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1+l_2}{2} S_2 + \frac{l_2+l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3+l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

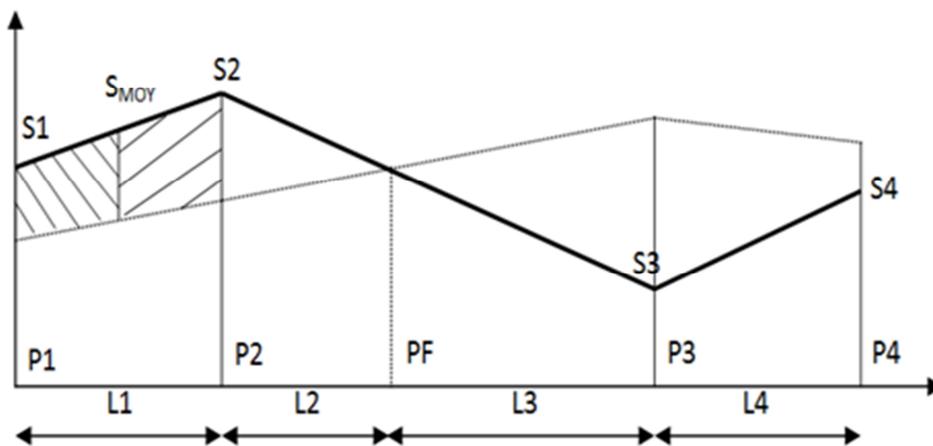


Figure VI.5 : Coupe longitudinale des surfaces (déblais et remblais).

**VI.8.3.2-Méthode longueur applicable (classique) :**

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

profil, mais dans la méthode classique les quantités des profils sont multipliés par la plongeur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

### VI.8.3.3-Méthode de LALANNE :

C'est un moyen de représentation graphique du terrassement avec des principes suivants :

- Chaque cube de déblai ou de remblai est concentre au de profil en travers correspondant.
- Que  $1\text{m}^3$  déblai correspond à  $1\text{m}^3$  de remblai compacté, sans compte foisonnement.
- Un profil mixte sera donc considéré comme étant :
  - En déblai du cube D-R :  $D > R$ .
  - En remblai du cube R-D :  $R > D$ .
- On ne pas compte des profiles fictifs ou l'on a supposé qu'il n'y avait ni déblai, ni remblai.

### VI.9 -CONCLUSION :

Pour notre calcul automatique des cubatures par le logiciel covadis 10.1 nous avons utilisé la méthode de GULDENet les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais.

### RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI-REMBLAI PAR PROFIL – Axe :

Volume cumulé déblais : 19133.475  
( $\text{m}^3$ )

Volume cumulé remblais : 2405.625  
( $\text{m}^3$ )

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G ( $\text{m}^2$ )	Surf. D ( $\text{m}^2$ )	Surf. Tot ( $\text{m}^2$ )	Volume ( $\text{m}^3$ )	Cumul Vol. ( $\text{m}^3$ )	Surf. G ( $\text{m}^2$ )	Surf. D ( $\text{m}^2$ )	Surf. Tot ( $\text{m}^2$ )	Volume ( $\text{m}^3$ )	Cumul Vol. ( $\text{m}^3$ )
P01	Pr =0.00m	11.644	2.95	2.51	5.47	63.671	63.671	0.00	0.01	0.01	0.114	0.114
P02	Pr =23.29m	12.500	2.08	1.54	3.62	45.237	108.908	0.01	0.22	0.22	2.781	2.895

P03	Pr =25.00m	8.609	1.88	1.50	3.38	29.369	138.278	0.05	0.21	0.26	2.125	5.020
P04	Pr =40.51m	12.500	1.75	1.25	3.00	37.881	176.158	0.04	0.54	0.58	6.805	11.825
P05	Pr =50.00m	10.666	1.33	1.15	2.49	26.518	202.677	0.22	0.85	1.07	11.420	23.245
P06	Pr =61.84m	12.500	1.90	1.31	3.20	40.039	242.716	0.06	0.77	0.83	10.347	33.592
P07	Pr =75.00m	19.081	1.98	1.44	3.42	65.321	308.037	0.02	0.77	0.79	15.017	48.609
P08	Pr =100.00m	25.000	3.34	2.07	5.41	135.262	443.299	0.02	0.15	0.17	4.284	52.892
P09	Pr =125.00m	25.000	4.74	4.11	8.85	221.207	664.506	0.00	0.03	0.03	0.809	53.701
P10	Pr =150.00m	25.000	4.10	4.67	8.78	219.434	883.940	0.04	0.00	0.04	1.027	54.729
P11	Pr =175.00m	25.000	1.72	3.47	5.19	129.865	1013.805	0.18	0.03	0.21	5.258	59.986
P12	Pr =200.00m	25.000	7.91	6.83	14.74	368.589	1382.394	0.03	0.03	0.06	1.454	61.441
P13	Pr =225.00m	25.000	9.13	6.99	16.12	402.923	1785.317	0.03	0.03	0.06	1.488	62.928
P14	Pr =250.00m	25.000	2.54	2.50	5.04	125.949	1911.266	0.03	0.23	0.25	6.296	69.224
P15	Pr =275.00m	24.922	0.00	0.25	0.25	6.107	1917.373	2.46	0.96	3.42	85.336	154.561
P16	Pr =299.84m	12.500	0.92	1.11	2.03	25.380	1942.753	0.66	0.32	0.97	12.161	166.722
P17	Pr =300.00m	12.578	0.91	1.11	2.03	25.508	1968.261	0.66	0.31	0.98	12.266	178.988
P18	Pr =325.00m	12.722	0.00	0.00	0.00	0.000	1968.261	2.38	2.14	4.52	57.448	236.436
P19	Pr =325.44m	12.500	0.00	0.00	0.00	0.000	1968.261	2.43	2.14	4.57	57.027	293.463
P20	Pr =350.00m	24.778	0.00	0.00	0.00	0.000	1968.261	3.77	4.37	8.14	201.798	495.261
P21	Pr =375.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1968.261	2.79	3.11	5.90	147.684	642.944
P22	Pr =400.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1968.261	2.47	2.35	4.82	120.496	763.441
P23	Pr =425.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1968.261	2.32	2.44	4.76	119.024	882.464
P24	Pr =450.00m	25.000	0.00	0.16	0.16	4.065	1972.326	1.21	0.93	2.13	53.222	935.686
P25	Pr =475.00m	25.000	1.43	1.56	2.99	74.858	2047.184	0.23	0.12	0.36	8.874	944.561
P26	Pr =500.00m	25.000	6.72	6.53	13.24	330.971	2378.155	0.03	0.03	0.06	1.501	946.061
P27	Pr =525.00m	25.000	8.07	10.07	18.14	454.626	2832.781	0.03	0.03	0.06	1.522	947.583
P28	Pr =550.00m	25.000	5.55	7.75	13.31	333.783	3166.563	0.03	0.03	0.06	1.511	949.095
P29	Pr =575.00m	25.000	1.25	2.62	3.87	97.441	3264.005	0.65	0.03	0.68	16.644	965.739
P30	Pr =600.00m	25.000	3.71	3.94	7.65	191.364	3455.369	0.03	0.03	0.06	1.541	967.280
P31	Pr =625.00m	25.000	1.04	2.21	3.24	81.623	3536.991	0.76	0.01	0.77	18.826	986.106
P32	Pr =650.00m	25.000	1.65	2.76	4.41	110.708	3647.699	0.22	0.03	0.25	6.248	992.354
P33	Pr =675.00m	18.868	3.21	4.05	7.26	137.232	3784.931	0.00	0.04	0.04	0.781	993.135
P34	Pr =687.74m	12.500	4.86	6.21	11.07	138.694	3923.625	0.03	0.05	0.07	0.945	994.081
P35	Pr =700.00m	12.800	7.01	9.45	16.46	211.081	4134.707	0.03	0.00	0.03	0.372	994.453
P36	Pr =713.34m	12.500	9.29	10.80	20.09	251.146	4385.853	0.03	0.00	0.03	0.357	994.809
P37	Pr =725.00m	18.332	10.75	9.89	20.63	378.255	4764.108	0.03	0.00	0.03	0.524	995.333
P38	Pr =750.00m	25.000	13.28	13.13	26.41	660.331	5424.439	0.03	0.00	0.03	0.703	996.036

P39	Pr =775.00m	25.000	12.01	12.51	24.51	612.842	6037.282	0.03	0.00	0.03	0.703	996.739
P40	Pr =800.00m	25.000	9.02	9.94	18.96	474.062	6511.344	0.03	0.00	0.03	0.760	997.498
P41	Pr =825.00m	25.000	1.88	1.71	3.59	89.790	6601.133	0.03	0.15	0.18	4.432	1001.930
P42	Pr =850.00m	25.000	0.00	0.03	0.03	0.708	6601.842	1.69	1.31	3.01	75.177	1077.107
P43	Pr =875.00m	25.000	0.21	0.07	0.29	7.232	6609.073	1.06	1.07	2.13	53.127	1130.234
P44	Pr =900.00m	25.000	0.06	0.28	0.34	8.539	6617.612	1.10	0.84	1.95	48.648	1178.883
P45	Pr =925.00m	25.000	2.22	3.84	6.06	151.434	6769.047	0.21	0.03	0.24	5.997	1184.879
P46	Pr =950.00m	25.000	9.87	14.67	24.54	613.403	7382.450	0.03	0.03	0.05	1.347	1186.226
P47	Pr =975.00m	25.000	11.85	13.69	25.54	638.475	8020.925	0.03	0.03	0.06	1.448	1187.674
P48	Pr =1000.00m	25.000	10.87	10.51	21.38	534.412	8555.336	0.03	0.03	0.05	1.369	1189.042
P49	Pr =1025.00m	25.000	10.26	5.87	16.14	403.396	8958.732	0.03	0.00	0.03	0.801	1189.844
P50	Pr =1050.00m	25.000	9.73	5.27	15.00	375.063	9333.795	0.03	0.00	0.03	0.803	1190.647
P51	Pr =1075.00m	25.000	12.02	9.07	21.09	527.228	9861.023	0.03	0.03	0.06	1.425	1192.072
P52	Pr =1100.00m	25.000	10.45	8.79	19.24	481.020	10342.043	0.03	0.03	0.06	1.607	1193.679
P53	Pr =1125.00m	24.329	7.42	11.85	19.28	469.023	10811.067	0.03	0.03	0.06	1.378	1195.057
P54	Pr =1148.66m	12.500	0.31	0.00	0.31	3.913	10814.980	1.64	4.26	5.90	73.802	1268.859
P55	Pr =1150.00m	13.171	0.30	0.00	0.30	3.926	10818.905	1.61	3.74	5.35	70.441	1339.300
P56	Pr =1175.00m	25.000	1.33	2.14	3.47	86.664	10905.569	0.38	0.01	0.39	9.700	1349.000
P57	Pr =1200.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	10905.569	2.94	2.17	5.11	127.657	1476.658
P58	Pr =1225.00m	25.000	0.00	0.31	0.31	7.872	10913.441	2.11	0.64	2.76	68.886	1545.544
P59	Pr =1250.00m	25.000	0.77	1.73	2.51	62.628	10976.069	0.90	0.02	0.91	22.826	1568.370
P60	Pr =1275.00m	25.000	0.05	0.95	0.99	24.791	11000.861	1.16	0.18	1.35	33.626	1601.996
P61	Pr =1300.00m	25.000	1.04	2.02	3.06	76.583	11077.444	0.73	0.01	0.73	18.365	1620.361
P62	Pr =1325.00m	25.000	1.44	2.18	3.62	90.524	11167.968	0.40	0.01	0.41	10.296	1630.658
P63	Pr =1350.00m	25.000	2.25	2.66	4.91	122.827	11290.795	0.02	0.00	0.03	0.650	1631.307
P64	Pr =1375.00m	25.000	4.80	4.96	9.76	244.100	11534.894	0.03	0.03	0.06	1.500	1632.807
P65	Pr =1400.00m	25.000	6.28	6.46	12.74	318.547	11853.441	0.03	0.03	0.06	1.545	1634.352
P66	Pr =1425.00m	25.000	6.01	7.80	13.81	345.236	12198.677	0.03	0.03	0.06	1.533	1635.885
P67	Pr =1450.00m	25.000	6.14	8.57	14.71	367.843	12566.520	0.03	0.03	0.06	1.567	1637.452
P68	Pr =1475.00m	25.000	10.24	12.67	22.91	572.715	13139.235	0.03	0.03	0.06	1.512	1638.964
P69	Pr =1500.00m	25.000	14.27	10.93	25.20	630.101	13769.335	0.03	0.03	0.06	1.590	1640.554

P70	Pr =1525.00m	19.512	10.68	11.69	22.37	436.487	14205.822	0.03	0.04	0.07	1.323	1641.877
P71	Pr =1539.02m	12.500	13.64	12.37	26.01	325.065	14530.887	0.03	0.03	0.06	0.787	1642.664
P72	Pr =1550.00m	12.800	11.63	13.31	24.94	319.512	14850.399	0.03	0.03	0.07	0.844	1643.509
P73	Pr =1564.62m	12.500	11.08	13.22	24.30	304.345	15154.744	0.03	0.03	0.06	0.805	1644.313
P74	Pr =1575.00m	17.688	11.64	13.66	25.29	448.206	15602.951	0.03	0.03	0.06	1.096	1645.409
P75	Pr =1600.00m	25.000	9.44	11.14	20.59	515.566	16118.516	0.03	0.03	0.06	1.524	1646.933
P76	Pr =1625.00m	25.000	7.18	8.52	15.70	393.218	16511.734	0.03	0.03	0.06	1.485	1648.418
P77	Pr =1650.00m	25.000	4.68	6.11	10.79	270.430	16782.164	0.03	0.03	0.06	1.496	1649.915
P78	Pr =1675.00m	25.000	1.61	2.70	4.31	108.363	16890.526	0.36	0.00	0.36	8.869	1658.784
P79	Pr =1700.00m	25.000	1.89	3.33	5.21	130.975	17021.501	0.31	0.03	0.34	8.216	1666.999
P80	Pr =1725.00m	25.000	1.31	1.38	2.69	67.169	17088.669	0.43	0.24	0.67	16.642	1683.642
P81	Pr =1750.00m	25.000	0.30	0.55	0.84	21.137	17109.807	1.00	0.79	1.79	44.617	1728.259
P82	Pr =1775.00m	25.000	0.78	0.88	1.66	41.500	17151.307	0.76	0.44	1.20	29.855	1758.114
P83	Pr =1800.00m	25.000	2.34	2.78	5.12	128.237	17279.544	0.03	0.00	0.04	0.873	1758.987
P84	Pr =1825.00m	25.000	3.95	5.68	9.63	241.724	17521.268	0.00	0.03	0.03	0.845	1759.832
P85	Pr =1850.00m	25.000	5.13	6.55	11.68	292.810	17814.077	0.03	0.03	0.06	1.456	1761.288
P86	Pr =1875.00m	25.000	0.33	0.00	0.33	8.030	17822.107	0.52	1.54	2.07	52.114	1813.402
P87	Pr =1900.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	17822.107	2.42	1.72	4.14	103.287	1916.689
P88	Pr =1925.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	17822.107	2.16	1.99	4.15	103.590	2020.279
P89	Pr =1950.00m	21.921	0.70	0.90	1.60	35.191	17857.298	0.81	0.69	1.50	32.919	2053.198
P90	Pr =1968.84m	12.500	1.23	1.13	2.36	29.411	17886.710	0.27	0.55	0.82	10.309	2063.507
P91	Pr =1975.00m	12.800	1.43	1.22	2.65	33.925	17920.635	0.24	0.53	0.77	9.917	2073.424
P92	Pr =1994.44m	12.500	1.94	1.41	3.35	41.860	17962.494	0.02	0.45	0.47	5.898	2079.322
P93	Pr =2000.00m	15.279	2.07	1.45	3.53	53.875	18016.369	0.02	0.43	0.44	6.742	2086.064
P94	Pr =2025.00m	25.000	2.49	1.64	4.13	103.240	18119.609	0.00	0.23	0.24	5.899	2091.963
P95	Pr =2050.00m	25.000	2.77	1.83	4.59	114.858	18234.467	0.00	0.14	0.14	3.524	2095.487
P96	Pr =2075.00m	25.000	3.05	2.02	5.06	126.567	18361.034	0.03	0.05	0.08	2.012	2097.499
P97	Pr =2100.00m	25.000	3.28	2.28	5.56	139.028	18500.062	0.00	0.03	0.03	0.804	2098.303
P98	Pr =2125.00m	25.000	1.54	1.68	3.22	80.428	18580.490	0.10	0.08	0.17	4.317	2102.620
P99	Pr =2150.00m	25.000	3.79	2.47	6.27	156.670	18737.160	0.03	0.03	0.06	1.523	2104.143

P100	Pr =2175.00m	25.000	2.71	1.32	4.02	100.589	18837.748	0.03	0.66	0.70	17.432	2121.575
P101	Pr =2200.00m	25.000	2.12	0.91	3.03	75.738	18913.486	0.02	0.80	0.82	20.434	2142.009
P102	Pr =2225.00m	25.000	5.39	1.94	7.33	183.241	19096.727	0.03	0.72	0.75	18.771	2160.780
P103	Pr =2250.00m	25.000	0.32	0.00	0.32	7.927	19104.654	0.79	1.31	2.10	52.449	2213.229
P104	Pr =2275.00m	25.000	0.14	0.00	0.14	3.526	19108.180	0.98	1.64	2.62	65.553	2278.782
P105	Pr =2300.00m	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	19108.180	1.99	1.80	3.80	94.955	2373.736
P106	Pr =2325.00m	15.255	0.55	0.49	1.04	15.824	19124.004	0.98	0.86	1.83	27.975	2401.711
P107	Pr =2330.51m	2.755	0.92	2.52	3.44	9.471	19133.475	1.25	0.17	1.42	3.914	2405.625

# **CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE**

**VII.1- INTRODUCTION :**

La géotechnique routière a pour objectif de définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour la structure de chaussée.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs, appliquée aussi bien au sol que l'on rencontre dans la nature et qui supporte de construction d'une route et des massifs de terres artificiels (remblai).

Dans le cadre du projet d'étude de l'Evitement KHADRA sur 2.3 km environ et distant à la wilaya de Mostaganem de 81 kms, et suite à la demande émanant de la DTP de Mostaganem, des analyses de matériaux sur des fouilles ont été réalisés par laboratoire, afin de déterminer leurs caractéristiques physiques, et chimiques.

**VII.2- LES ESSAIS D'IDENTIFICATION :****VII.2.1-Analyses granulométrique :**

Est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.[9]

**VII.2.2-Equivalent du sable :**

Le but de l'essai de l'équivalent est de déterminer la qualité d'impute (ou pour déterminer le pourcentage d'impute dans un échantillon) soit éléments argileux ultra fine ou des limons.

**VII.2.3-Limites d'Atterberg :**

Limite de plasticité ( $W_p$ ) et limite de liquidité ( $W_L$ ) ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol,  $W_p$  sépare l'état solide de l'état plastique et  $W_L$  sépare

l'état plastique de l'état liquide, les sols qui représentent des limites d'Aterberg voisines, c'est à-dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité.[9]

$I_p = W_L - W_p$  est donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

#### **VII.2.4- Essai Proctor :**

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée (optimum Proctor).[9]

#### **VII.2.5-Essai CBR :**

C'est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifier) avec 3 énergies de compactage 25 c/c, 55c/c, 10c/c et imbibé pendant 4 jours.

### **VII.3- APPLICATION AU PROJET :**

#### **VII.3.1- Mode de prélèvement :**

Des prélèvements de fouilles au nombre de **12** échantillons, numéroté de **F1** à **F12** ont été prélevés en date du 29/10/2012, à l'aide d'une pelle mécanique.

Leurs profondeurs variant entre (0.00 et 4.00) mètre, et sont acheminées en notre laboratoire, pour d'éventuels essais.

#### **VII.3.2- Essais de laboratoire :**

Au laboratoire et sur des échantillons jugés utile, une série d'essais a été réalisé à savoir :

- Teneur en eau naturelle.
- Poids volumiques humide.

- Gravité spécifique.
- Granulométrie / Sédimentométrie.
- Limite d'Atterberg.
- Teneur en  $\text{CaCO}_3$ .
- Teneur en chlorures.
- Teneurs en sulfates.
- Proctor modifié.
- Essai CBR imbibé.
- Essai CBR immédiat.

### VII.3.3-Descriptions et caractéristiques géotechniques du matériau (fouilles) :

Les matériaux prélevés avaient une teneur de en eau très faible du fait de leur stockage à l'air libre.

#### VII.3.3.1- Fouille N°01 :

On a rencontré la formation suivante :

➤ **Argile marneuses** :C'est une argile marneuse, beige, contenant des proportions faibles de sable et gravier avec un peu de calcaire. Ce matériaux est défini par :

- Sa teneur en eau naturelle est de : 24.90%.
- Sa teneur en carbonates est de : 16.00%.
- Son poids volumique est de :  $1.763\text{g}/\text{cm}^3$
- Sa gravité spécifiques est de :  $2.678\text{g}/\text{cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier = 64.30%.
- Sable = 28.85%.
- Fines = 92.65%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité = 64.30%.
- Limite de plasticité = 28.85%.
- Indice de plasticité = 35.45%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.670g/cm^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 15.70\%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 32.02%.
- Indice CBR imbibé = 9.75%.

#### VII.3.3.2- Fouille N°02 :

➤ **Alternance de galets et argile sableuse** :C'est un mélange de galet et gravier à matrice argilo sableux sous forme arrondis à oblongues de nature greso-calcaire. Leurs diamètres variant entre 5.00 et 08.00 cm.

L'argile sableuse de coloration verdâtre elle contient des proportions variables de gravier moyennement calcaire.

Ce matériaux est défini par :

- Une teneur en eau naturelle est de :  $8.73\% < W > 8.82\%$ .
- Une teneur en carbonates est de :  $16.00\% < CaCO_3\% > 18.00\%$ .
- Un poids volumique est de :  $1.775g/cm^3 < \gamma_h > 1.787g/cm^3$ .
- Un gravité spécifiques est de :  $2.665g/cm^3 < \gamma_s > 2.671 g/cm^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 30.35% < LL > 33.87%.
- Sable : 34.05% < LL > 37.14%.
- Fines : 32.08% < LL > 32.50%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 51.90% < LL > 55.00%.
- Limite de plasticité : 26.00% < LL > 26.80%.
- Indice de plasticité : 25.90% < LL > 28.20%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.980 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 12.70 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 50%.
- Indice CBR imbibé = 26.92%.

### VII.3.3.3- Fouille N°03:

➤ **Marne** : C'est une marne argileuse, plastique, verdâtre, inclut des proportions variables de sable et gravier moyennement calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Une teneur en eau naturelle est de : 16.00% < W > 17.00%.
- Une teneur en carbonates est de : 17.00% < CaCO<sub>3</sub>% > 19.00%.
- Un poids volumique est de : 1.775g/cm<sup>3</sup> <  $\gamma_h$  > 1.784g/cm<sup>3</sup>.
- Un gravité spécifiques est de : 2.669g/cm<sup>3</sup> <  $\gamma_s$  > 2.674g/cm<sup>3</sup>.

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.00% < LL > 2.41%.
- Sable : 1.67% < LL > 6.76%.
- Fines : 90.83% < LL > 98.33%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité :  $52.90\% < LL > 56.50\%$ .
- Limite de plasticité :  $20.20\% < LL > 20.40\%$ .
- Indice de plasticité :  $32.70\% < LL > 36.10\%$ .

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.710 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 16.30 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat =  $29.01\%$ .
- Indice CBR imbibé =  $10.26\%$ .

#### VII.3.3.4-Fouille N°04:

➤ **Argile marneuse** : C'est une argile marneuse, beige, avec traces de sable.

Ce matériau est défini par :

- Sa teneur en eau naturelle est de :  $16.90\%$ .
- Sa teneur en carbonates est de :  $17.00\%$ .
- Son poids volumique est de :  $1.814\text{g/cm}^3$ .
- Sa gravité spécifiques est de :  $2.683\text{g/cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier:  $0.00\%$ .
- Sable :  $06.32\%$ .
- Fines :  $93.68\%$ .

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité :  $60.20\%$ .
- Limite de plasticité :  $27.70\%$ .
- Indice de plasticité :  $32.50\%$ .

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.750 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 15.10 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 27.00%.
- Indice CBR imbibé = 12.28%.

#### VII.3.3.5-Fouille N°05:

On a rencontré deux formations à savoir :

- **Argile marneuse** : C'est une argile marneuse, marron, contenant des proportions faibles de sable et gravier peu calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Sa teneur en eau naturelle est de : 10.20%.
- Sa teneur en carbonates est de : 15.00%.
- Son poids volumique est de :  $1.799 \text{ g/cm}^3$ .
- Sa gravité spécifiques est de :  $2.661 \text{ g/cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier: 2.02%.
- Sable :07.56%.
- Fines : 90.42%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 62.00%.
- Limite de plasticité : 28.40%.
- Indice de plasticité : 33.60%.

- **Marne** :C'est une marne argileuse, marron, inclut des proportions faibles de sable et gravier peu calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Sa teneur en eau naturelle est de : 20.10%.
- Sa teneur en carbonates est de : 15.00%.

- Son poids volumique est de :  $1.781\text{g}/\text{cm}^3$ .
- Sa gravité spécifiques est de :  $2.683\text{g}/\text{cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.13%.
- Sable : 08.71%.
- Fines : 91.16%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 68.00%.
- Limite de plasticité : 30.10%.
- Indice de plasticité : 37.90%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{\text{dmax}} = 1.830\text{ g}/\text{cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{\text{opt}} = 14.60\%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 24.02%.
- Indice CBR imbibé = 10.95%.

#### VII.3.3.6-Fouille N°06:

➤ **Argile marneuse** :C'est une argile marneuse, verdâtre, contenant de proportions variables de sable et gravier moyennement calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Une teneur en eau naturelle est de :  $11.80\% < W > 14.80\%$ .
- Une teneur en carbonates est de :  $17.00\% < \text{CaCO}_3\% > 19.00\%$ .
- Un poids volumique est de :  $1.757\text{g}/\text{cm}^3 < \gamma_h > 1.768\text{g}/\text{cm}^3$ .
- Un gravité spécifiques est de :  $2.674\text{g}/\text{cm}^3 < \gamma_s > 2.679\text{g}/\text{cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 01.58%  $< LL > 14.33\%$ .

- Sable : 9.05% < LL > 11.94%.
- Fines : 73.94% < LL > 89.37%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 57.50% < LL > 60.10%.
- Limite de plasticité : 26.10% < LL > 27.30%.
- Indice de plasticité : 30.20% < LL > 34.00%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.770 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 14.20 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 31.01%.
- Indice CBR imbibé = 14.92%.

#### VII.3.3.7-Fouille N°07:

On a rencontré une formation à savoir :

- **Sable** :C'est un sable fin, de coloration beige, avec un peu de fine et trace de gravier peu calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Sa teneur en eau naturelle est de : 2.09%.
- Sa teneur en carbonates est de : 17.00%.
- Son poids volumique est de :  $1.699 \text{ g/cm}^3$ .
- Sa gravité spécifiques est de :  $2.623 \text{ g/cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.35%.
- Sable : 77.46%.
- Fines : 18.02%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 68.00%.
- Limite de plasticité : 30.10%.
- Indice de plasticité : 37.90%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.730 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 7.90 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 39.02%.
- Indice CBR imbibé = 19.30%.

#### VII.3.3.8-Fouille N°08:

➤ **Argile limoneuse** :C'est une argile limoneuse, de coloration verdâtre avec des proportions variables de sable et gravier peu calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Une teneur en eau naturelle est de : 12.70% < W > 14.50%.
- Une teneur en carbonates est de : 14.00% < CaCo<sub>3</sub>% > 17.00%.
- Un poids volumique est de : 1.757g/cm<sup>3</sup> <  $\gamma_h$  > 1.781g/cm<sup>3</sup>.
- Un gravité spécifiques est de : 2.673g/cm<sup>3</sup> <  $\gamma_s$  > 2.681g/cm<sup>3</sup>.

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.00% < LL > 0.30%.
- Sable : 12.39% < LL > 19.86%.
- Fines : 80.14% < LL > 87.31%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 47.90% < LL > 49.00%.
- Limite de plasticité : 16.30% < LL > 17.20%.
- Indice de plasticité : 31.60% < LL > 31.80%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.890 \text{ g/cm}^3$ .

- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 14.80 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 30.01%.
- Indice CBR imbibé = 15.97%.

#### VII.3.3.9-Fouille N°09:

➤ **Argile marneuse** :C'est une argile marneuse, de coloration verdâtre, inclut des proportions variables de sable et gravier calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Une teneur en eau naturelle est de : 08.13%  $< W > 19.12\%$ .
- Une teneur en carbonates est de : 19.00%  $< CaCO_3\% > 21.00\%$ .
- Un poids volumique est de : 1.777g/cm<sup>3</sup>  $< \gamma_h > 1.818g/cm^3$ .
- Un gravité spécifiques est de : 2.668g/cm<sup>3</sup>  $< \gamma_s > 2.683g/cm^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.18%  $< LL > 2.06\%$ .
- Sable : 3.52%  $< LL > 9.81\%$ .
- Fines : 90.00%  $< LL > 94.48\%$ .

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 47.90%  $< LL > 49.00\%$ .
- Limite de plasticité : 16.30%  $< LL > 17.20\%$ .
- Indice de plasticité : 31.60%  $< LL > 31.80\%$ .

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.770 g/cm^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 16.20 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 25.01%.
- Indice CBR imbibé = 9.72%.

**VII.3.3.10- Fouille N°10:**

- **Argile marneuse** : C'est une argile marneuse, de coloration verdâtre, avec trace de sable et gravier calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Sa teneur en eau naturelle est de : 17.60%.
- Sa teneur en carbonates est de : 22.00%.
- Son poids volumique est de :  $1.727\text{g/cm}^3$ .
- Sa gravité spécifiques est de :  $2.679\text{g/cm}^3$ .

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.06%.
- Sable : 04.90%.
- Fines : 95.04%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 61.00%.
- Limite de plasticité : 29.00%.
- Indice de plasticité : 32.00%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{d\max} = 1.900\text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{\text{opt}} = 18.50\%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 29.00%.
- Indice CBR imbibé = 08.66%.

**VII.3.3.11-Fouille N°11:**

- **Argile limoneuse** : C'est une argile limoneuse, sableuse de coloration beige, avec trace de gravier calcaire.

Ce matériau est défini par :

- Une teneur en eau naturelle est de :  $10.40\% < W > 13.90\%$ .

- Une teneur en carbonates est de : 19.00% <math>\langle \text{CaCo}\_3\% \rangle > 35.00\%</math>.
- Un poids volumique est de : 1.759g/cm<sup>3</sup> <math>\langle \gamma\_h \rangle > 1.796\text{g/cm}^3</math>.
- Un gravité spécifiques est de : 2.669g/cm<sup>3</sup> <math>\langle \gamma\_s \rangle > 2.685\text{g/cm}^3</math>.

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 07.71% <math>\langle LL \rangle > 18.30\%</math>.
- Sable : 27.78% <math>\langle LL \rangle > 31.19\%</math>.
- Fines : 50.52% <math>\langle LL \rangle > 64.51\%</math>.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 37.80% <math>\langle LL \rangle > 39.50\%</math>.
- Limite de plasticité : 11.60% <math>\langle LL \rangle > 16.40\%</math>.
- Indice de plasticité : 23.10% <math>\langle LL \rangle > 26.20\%</math>.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.940 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 14.50 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 34.02%.
- Indice CBR imbibé = 15.88%.

#### VII.3.3.12-Fouille N°12:

- **Argile limoneuse** :C'est une argile limoneuse, beige, contenant des proportions faibles de sable et gravier calcaire.

Ce matériau est défini par:

- Sa teneur en eau naturelle est de : 10.60%.
- Sa teneur en carbonates est de : 36.00%.
- Son poids volumique est de : 1.774g/cm<sup>3</sup>.
- Sa gravité spécifiques est de : 2.678g/cm<sup>3</sup>

❖ Une analyse granulométrique à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Gravier : 0.29%.
- Sable : 12.80%.
- Fines : 86.91%.

❖ Une limite de consistance à été réalisée et a donné les résultats suivants :

- Limite de liquidité : 51.90%.
- Limite de plasticité : 23.20%.
- Indice de plasticité : 28.70%.

❖ Un essai de Proctor modifié à été réalisé et a donné les résultats suivantes :

- Densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.850 \text{ g/cm}^3$ .
- Teneur en au optimale  $W_{opt} = 14.20 \%$ .

❖ Un essai de CBR a été réalisé et a donné les résultats suivants :

- Indice CBR immédiat = 29.00%.
- Indice CBR imbibé = 13.01%.

#### VII.4- CONCLUSION :

Les matériaux analysés présentent des caractéristiques géotechniques moyennes, elles ne peuvent pas être utilisées comme remblai de remplissage. Il est nécessaire de surveiller leur teneur en eau si celle-ci dépassent, les matériaux deviennent trop pâteux, impossible de les compacter. Ce rapport comporte d'un indice de (CBRmax =5) et teneur de l'eau ( $W_{max} = 24.9\%$  et sa densité maximales ( $\gamma_{dmax} = 1.980 \text{ g/cm}^3$ ).

**CHAPITRE VIII :**  
**DIMENSIONNEMENT DE**  
**CORPS DE CHAUSSEE**

## VIII.1-INTRODUCTION :

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... Etc.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonne caractéristique géométrique mais aussi de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie .

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

## VIII.2-Définition :

- **Au sens géométrique :** la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel :** l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.[6]

## VIII.3- LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

- Les chaussées classiques (souples et rigides).
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides).[6]

### VIII.3.1-Chausséesouple:

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs:

- Les sols et matériaux pierreux granulométrique talée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

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

### **VIII.3.1.1- Couche de surface :**

Composée de couches de roulement et couche de liaison. Elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Votre rôle pour :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

### **VIII.3.1.2-Couche de base :**

Elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

### **VIII.3.1.3- Couche de fondation :**

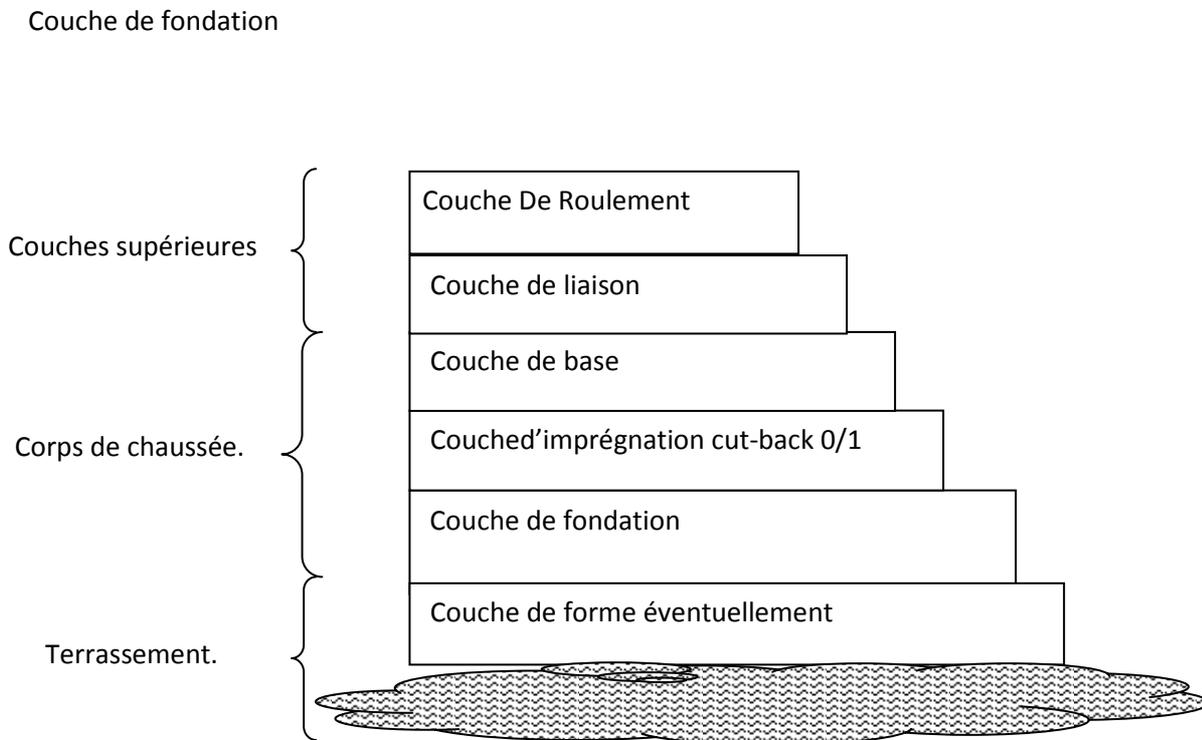
Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

### **VIII.3.1.4-Couche de forme :**

Elle est prévue pour reprendre 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.



**Figure VIII.1:** Les différentes couches de chaussée souple [ENSTP 2004].

### VIII.3.2-Chaussée semi-rigide :

C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souples et les chaussées rigides. On peut le retrouver dans les chaussées renforcées, qui comportent une couche de base en matériaux traités avec un liant hydrocarboné (ciment). [9]

### VIII.3.3-Chaussée rigide :

Une chaussée est dite rigide si elle comporte une dalle en béton. Cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple. Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissent élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisée mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

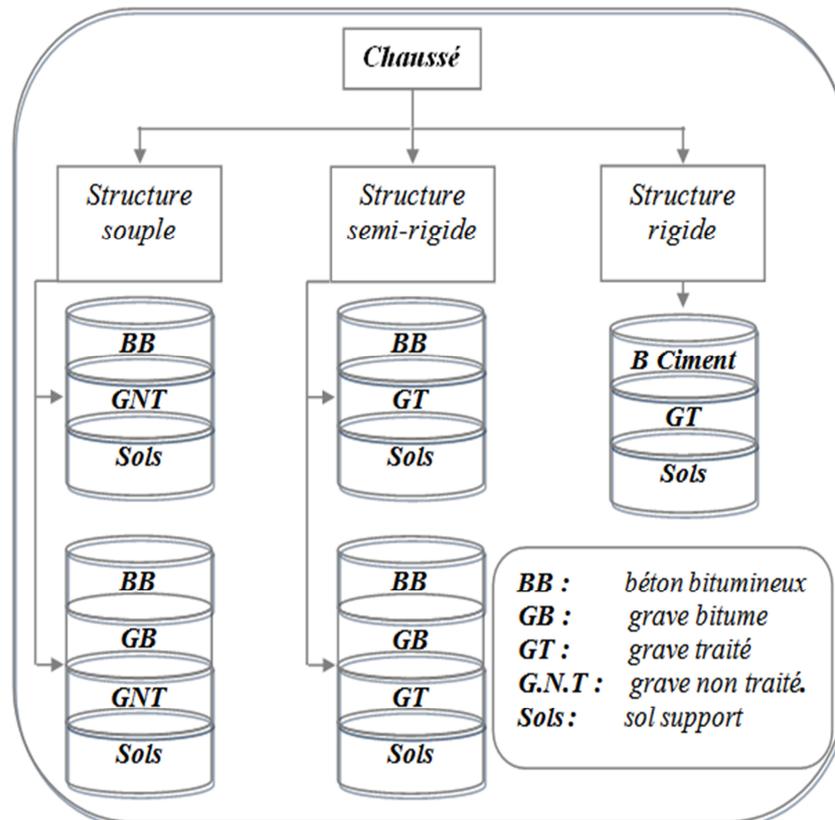


Figure VIII.2: Les différentes catégories de chaussée.

#### VIII.4- PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de 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 ne se déforme pas sous l'effet :[8]

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts cisaillements.

## VIII.5- LES FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT :

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

### VIII.5.1- Trafics :

Le trafic principal et les poids lourds sont les 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 : [8]

- Choix d'un niveau de service qui sera déterminé 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:

Le trafic poids lourds «T» à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

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

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

Avec :

*N*: Trafic cumulé.

*A*: Facteur d'agressivité globale du trafic.

*C*: Facteur de cumul.

$$C = \frac{[(1 + \tau)P - 1]}{\tau}$$

Avec :

$\tau$ : Taux de croissance du trafic.

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

### VIII.5.2-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.

### VIII.5.3-Le sol support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

### VIII.5.4-Matériaux :

Les performances mécaniques des matériaux sont calculées moyennant des formules correspondant à chaque type de matériau (sol support, matériaux traités avec bitume (BB), matériau traités avec liant hydraulique (GB), matériaux non traités (GC)).

### VIII.6-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes :

- les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

#### VIII.6.1- Méthode de 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. Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale

répartie suivent la théorie de BOUSSINESQ soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice C.B.R, l'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I_{CBR} + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule suivante :

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

$I_{CBR}$  : indice CBR

N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide

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

Log : logarithme décimal

➤ **Coefficient d'équivalence :**

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

**Tableau VIII.1 :** Coefficients d'équivalence pour chaque matériau [JEAN BERTHIER].

L'épaisseur totale à donner à la chaussée est :

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 \text{ Avec :}$$

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement.

$a_2 \times e_2$  : couche de base.

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation.

### VIII.6.2-Méthode du catalogue des structures type neuf :

Cette méthode découle du règlement algérien B60-B61 et elle consiste à déterminer la classe du trafic des poids lourds à la 20<sup>ème</sup> année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond, cette méthode à établi par « SETRA ». [12]

#### VIII.6.2.1- Détermination de la classe du trafic :

Le trafic caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieur à 50 KN par jour la voie la plus chargée. [8]

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20ans
T <sub>1</sub>	$T < 7.3 \times 10^5$
T <sub>2</sub>	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T <sub>3</sub>	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T <sub>4</sub>	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T <sub>5</sub>	$T > 4 \times 10^7$

**Tableau VIII.2** : Classement du trafic [JEAN BERTHIER].

On commence par la détermination du trafic de poids lourds cumulé sur 20 ans et classer dans l'une des classes définies précédemment.

Le trafic cumulé est donnée par la formule

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

Avec :

$T_{PL}$  : trafic poids lourds à l'année de mise en service

$n$  : durée de vie ( $n = 20$  ans)

**VIII.6.2.2-Détermination de la classe du sol :**

Le sol doit être classée selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classe de sols :[8]

Classe du sol	Indices C.B.R
S <sub>1</sub>	25 – 40
S <sub>2</sub>	10 – 25
S <sub>3</sub>	5 – 10
S <sub>4</sub>	< 5

**Tableau VIII.3 :** Les différentes classes du sol selon l'indice CBR [JEAN BERTHIER].

**VIII.6.3- Méthode L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées) :**

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

$$T_{eq} = \frac{T_{MA.a} \cdot [(1+\tau)^n - 1] \cdot 0.7 \cdot P \cdot 365}{[(1+\tau) - 1]}$$

Avec :

$T_{eq}$  : trafic équivalent par essieu de 13 tonnes

$T_{JMA}$  : trafic à l'année de mise de service de la route

$a$  : coefficient qui dépend du nombre de voies

$\tau$  : Taux d'accroissement annuel

$n$  : durée de vie de la route

$P$  : pourcentage de poids lourds

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente (en fonction de  $T_{eq}$  et  $I_{CBR}$ ) à partir de l'abaque T.C.P.C.

## **VIII.6.4-Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway and Transportation Officials):**

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

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

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

## **VIII.6.5-Méthode d'Asphalt Institute:**

Elle est basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.[9]

## **VIII.6.6- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :**

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.

### VIII.6.6.1- Détermination de la classe du trafic TPL :

Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2) en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mise en service. Les réseaux principaux notés RP :

- Le réseau principal de niveau 1 (RP1)  $T > 1500v/j \Rightarrow$  RN, Autoroute, CW.
- Le réseau principal de niveau 2 (RP2)  $T < 1500v/j \Rightarrow$  RN, CW.

RP	RP1			RP2				
TPL	TPL <sub>0</sub>	TPL <sub>1</sub>	TPL <sub>2</sub>	TPL <sub>3</sub>	TPL <sub>4</sub>	TPL <sub>5</sub>	TPL <sub>6</sub>	TPL <sub>7</sub>
PL/J/sens	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300	300 à 600	<b>600 à 1500</b>	1500 à 3000	3000 à 6000

Tableau VIII.4 :Classe du trafic [ENSTP 2010].

### VIII.6.6.2- Détermination de la classe portance de sol terrassé (Si) :

Le sol doit être classée selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau (VIII.5) de classe du sol terrassé.

Portance (Si)	CBR
S4	<5

S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

**Tableau VIII.5 :** Classe du sol terrassé [ENSTP 2010].

**VIII.6.6.3- Classement de sol support :**

Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de la couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme. Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de couche de forme	Classe de portance visée (Sj)
< S <sub>4</sub>	Matériaux non traités	50cm (en 2 couches)	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Matériaux non traités	35cm	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Matériaux non traités	60cm (en 2 couches)	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	<b>Matériaux non traités</b>	<b>40cm (en 2 couches)</b>	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Matériaux non traités	70cm (en 2 couches)	S <sub>1</sub>

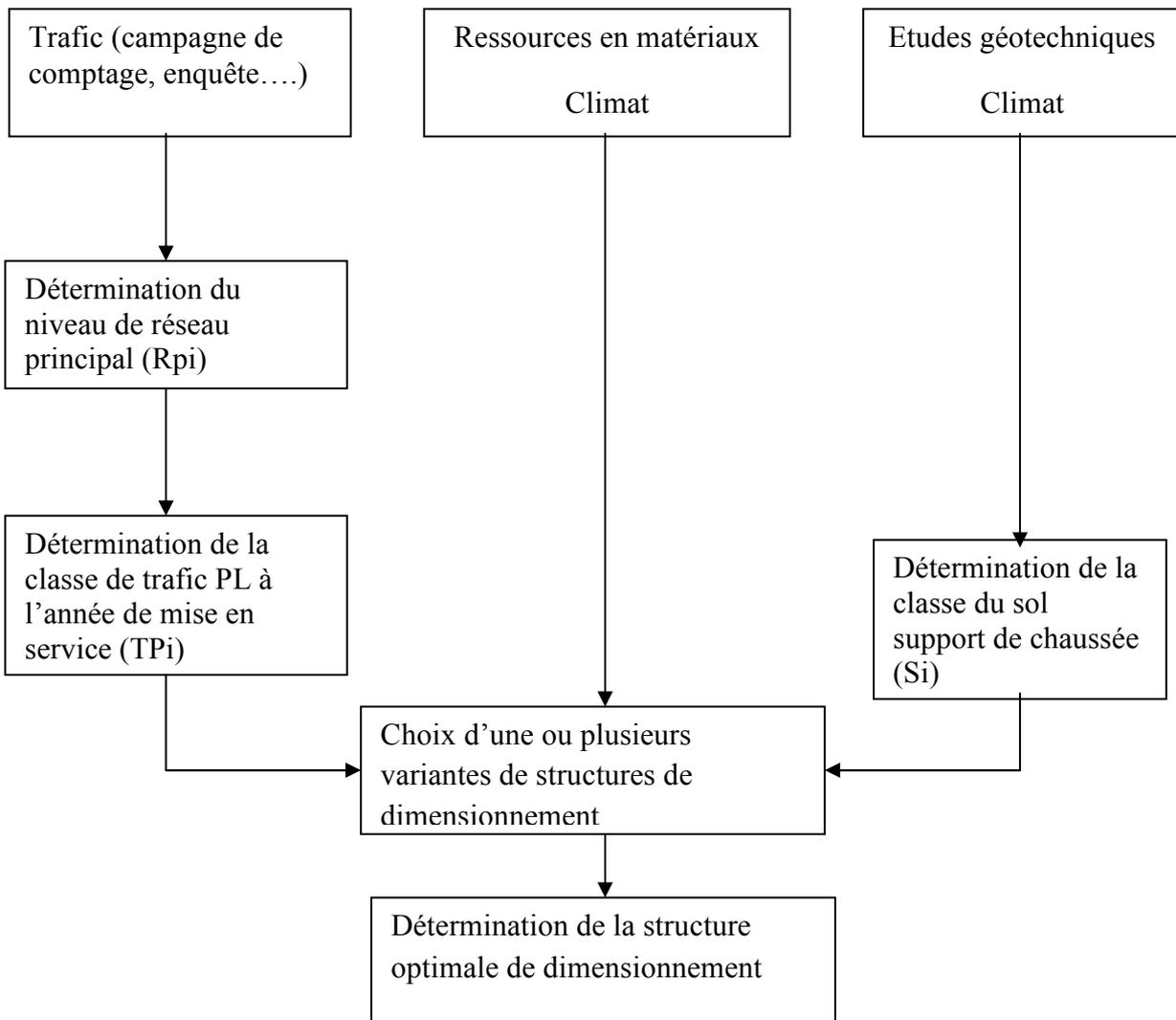


Figure VIII.3 :La démarche du catalogue[ENSTP 2004].

**VIII.7-APPLICATION AU PROJET :**

Pour ce projet nous avons un seul type de chaussée :

- Cas d'une chaussée neuve.

Nous utilisons donc pour le calcul les deux méthodes explicitées plus haut et les comparer afin d'obtenir le corps de chaussée le plus adéquat.

On à :

$$PL = 22\%, \tau = 4\%, \quad CBR = 5.$$

$$TJMA_{2014} = 8802 \text{ v/j /sens (année de mise de service).}$$

$$TJMA_{2034} = 8802 \times (1 + 0.04)^{20} = 19286 \text{ v/j.}$$

$$P = 6.5 \text{ tonnes.}$$

➤ **Détermination de la classe du trafic:**

$$T_{PL\ 2014} = (TJMA_{2014}/2) \times Z$$

$$T_{PL\ 2014} = (8802/2) \times 0.22 = 968 \text{ PL/j}$$

$$T_{PL\ 2034} = (T_{PL\ 2014}) \times (1 + \tau)^n \text{ PL/j/sens.}$$

$$T_{PL\ 2034} = (968) \times (1 + 0.04)^{20} \text{ PL/j/sens.}$$

$$T_{PL\ 2034} = 2121 \text{ PL/j/sens.}$$

**VIII.7.1-Méthode de C.B.R :**

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

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{2121}{10})}{5 + 5} = 42.66 \text{ cm} \Rightarrow e = 43 \text{ cm.}$$

Lorsque le corps de chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériaux :

$$e = \sum_{i=1}^n a_i \cdot e_i$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche selon le tableau (IV.1) :

- Couche de roulement  $a_1 = 2$  (béton bitumineux).
- Couche de base  $a_2 = 1.2$  (grave bitume).
- Couche de fondation  $a_3 = 1$  (grave concassées).

Le corps de la chaussée est de :

- Couche de roulement en béton bitumineux BB « 8cm ».
- Couche de base en grave bitume (0/20) GB « 12cm », (épaisseurs de mise en œuvre (min =10cm, max =15cm)).
- Couche de fondation en grave concassées GC « 20cm ».

Epaisseur équivalence :  $E = 2*0.08+1.2*0.12+1*0.25 = 0.554m$ .

⇒E = 554cm, on s'ajoutons une couche de forme en tuf sélectionnée de 25 cm

Structure	Epaisseur réelle	Epaisseur équivalent
BB	8cm	16cm
GB	12cm	14cm
GC	20 cm	20cm
C/Forme	25 cm	18.75cm
TOTAL	65cm	68.75cm

**Tableau VIII.7:**Epaisseur réelle et équivalence de la chaussée.

## VIII.7.2-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

### ➤ Détermination de la classe du trafic:

$$T_{PL\ 2014} = (T_{JMA\ 2034}/2) \times Z$$

$$T_{PL\ 2014} = (8802/2) \times 0.22 = 968\ PL/j$$

- Selon le tableau (VIII.4), notre trafic est classé en  $TPL_5$ .
- On a  $CBR=5$ , selon le tableau (VIII.5) notre sol est classé en  $S_3$ .

C.B.R	Catalogue des structures neuves
8BB+12GB+ 20GNT+25CF	6BB+15GB+ 25GNT

- Notre sol est classé en  $S_3$ , donc selon le tableau (VIII.6) l'épaisseur de couche de forme égale de 40cm (GB et GNT) de matériaux non traités et de classe de sol portance visée ( $S_2$ ).L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

**VIII.8- CONCLUSION :**

Après les calculs Nous remarquons que la méthode CBR nous donne des épaisseurs acceptables suivant l'importance de la route et donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie.

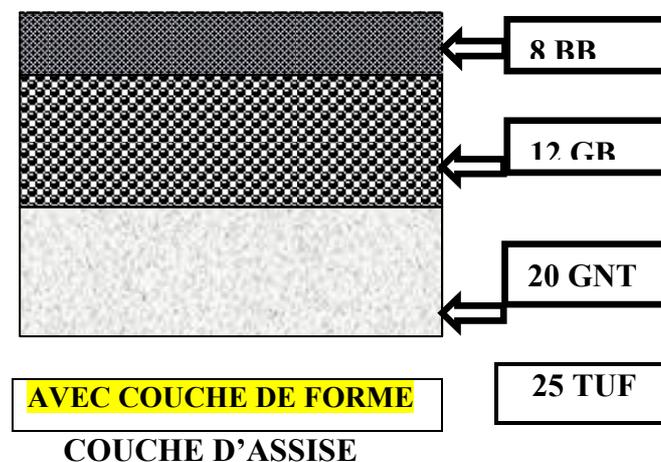


Figure VIII.4 : Le corps de la chaussée.

**Figure VIII.4 :** Le corps de la chaussée.

### X.1- INTRODUCTION :

L'eau quelque soit son origine dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc.) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes. Les effets de l'eau sur la route sont de deux sorties :

- Ceux qui mettent en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.).
- Ceux qui influent sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

C'est pourquoi l'étude hydraulique, nécessite une parfaite connaissance des données climatique et pluviales pour la détermination des débits de crues de différentes. [15]

### X.2- DEFINITION :

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire : [16]

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversales longitudinales, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc....
- Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainant et canalisations drainant).
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).

### X.3- DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES :

L'assainissement des chaussées doit se soumettre aux exigences suivantes :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée, (danger d'aquaplaning).
- 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 effet de gel).
- Ces objectifs seraient atteints par une bonne installation (dans la zone en déblai et les points bas) d'ouvrages d'évacuations comme fossé dalots dans notre cas.
- Leurs dimensions seront fonction du débit d'eaux recueillit.

#### **X.4 -TYPES DE DEGRADATION :**

A défaut d'un bon fonctionnement du système de drainage des eaux de ruissellements, l'eau pénètre dans la chaussée par les revêtements, mais aussi par les accotements et les faussées tout ça engendre de graves dégâts pour la bonne tenue de la chaussée. Ces dégradations se présentent aux plusieurs niveaux. [15]

##### **➤ Pour les chaussées :**

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

##### **❖ Pour les talus :**

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

#### **X.5 - TYPES DE CANALISATIONS :**

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations » son réseau est partagé en deux catégories :

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

**X.6- 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.

**X.7- OUVRAGES ELEMENTAIRES D'ASSAINISSEMENT :**

Les critères purement hydrauliques n'interviennent pas seules dans le choix de la nature de l'ouvrage et d'autres facteurs doivent être pris en considération.

**X.7.1- La sécurité des usagers :**

Les ouvrages et leur implantation doivent être choisis de manière à limiter au maximum les risques d'accident et éviter leur aggravation .tenant compte de catégorie de la voie des conditions de circulation. [17]

**X.7.2- Entretien et exploitation :** Le bon fonctionnement des ouvrages hydrauliques nécessite un entretien régulier, alors que l'expérience montre que les ouvrages difficiles à entretenir ne sont souvent pas entretenus du tout, il faut donc rechercher dès la conception du réseau la simplicité, la rapidité et la sécurité des opérations d'entretien afin de réduire le coût et la gêne au usager.

**X.7.3- dimensionnement mécanique :** Certains ouvrages doivent être dimensionnés en tenant compte de surcharges permanentes ou temporaires.

**X.7.4- Conditions économiques :** En toute rigueur, le calcul du coût total d'un ouvrage doit tenir compte :

- Le coût de l'ouvrage.
- Du coût de l'emprise et des terrassements supplémentaires.
- Du coût actualisé de l'entretien et de la gêne à l'usager.

**X.8- DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUE :**

**X.8.1- Bassin versant :** C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

**X.8.2- Collecteur principal (canalisation) :** Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

**X.8.3- 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. [16]

**X.8.4- Sacs :** 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 entraîné, par les eaux superficielles.

**X.8.5- Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard :** Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

**X.8.6- Fosses de crêts :** Outil construit a fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

**X.8.7- Décante d'eau :** Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêts.

**X.8.8- Les regards :** Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

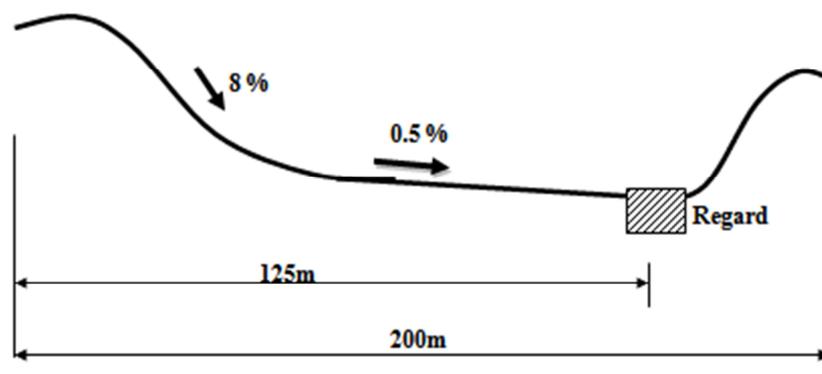


Figure X.1 : positions des regards.

### X.9- DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS :

Le dimensionnement de différents types d'ouvrages d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le début de saturation de chaque type d'ouvrage. [15]

#### ❖ Le débit d'apport $Q_a$ :

Le débit d'apport est calculé par la méthode Rationnelle

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

Avec :

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

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration.

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant ( $m^2$ ).

#### ❖ Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : [16]

- La couverture végétale.
- La forme.
- La pente et la nature du terrain.

Type de chaussée	Coefficient C	Valeurs prises
<b>Chaussée revêtue en enrobés</b>	0,80 à 0,95	0,95
<b>Accotement ou sol légèrement perméable</b>	0,15 à 0,40	0,40
<b>Talus</b>	0,10 à 0,30	0,30
<b>Terrain naturel</b>	0,05 à 0,20	0,20

**Tableau X.1 :** Coefficient de ruissellement [ENSTP 2008].

❖ **Intensité de la pluie :**

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

❖ **hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :**

$$P_j(\%) = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

P<sub>j</sub>moy : pluie journalière moyenne (mm).

C<sub>v</sub> : coefficient de variation.

U : variable de GAUSS.

ln : log. Népérien.

<b>Fréquence (%)</b>	50	20	10	5	2	1
<b>Période de retour (ans)</b>	2	5	10	20	50	100
<b>Variable de Gauss (U)</b>	0,00	0,84	1.282	1.645	2,05	2,372

**Tableau X.2 :** Variation de Gauss [ENSTP 2008].

Pour les ouvrages de drainage, nous adoptons une période de retour de 10 ans.

❖ **Calcul de fréquence d'averse  $I_t$  :**

La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^\beta \quad \text{Avec : } \beta = b - 1$$

$P_j$  : hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

$b$  : exposant climatique.

$P_t$  : pluie journalière maximale annuelle.

$t_c$  : temps de concentration (heure).

❖ **L'intensité horaire  $I$  :**

$$I = \frac{P_j}{24}$$

$I$  : intensité de la pluie (mm/h).

$P_j$  : hauteur de la pluie de durée  $t_c$  (mm).

❖ **Débit de saturation ( $Q_s$ ) :**

Ce dernier est donné par la formule de « MANING-STRIKLER »

$$Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Avec :

$J$ : pente de l'ouvrage d'évacuation.

$K_{st}$  : coefficient de rugosité :

$K_{st} = 30$  en terre.

$K_{st} = 70$  pour les dalots.

$K_{st} = 80$  pour les buses.

$R_H$  : rayon hydraulique (section du profil mouille / périmètre du profil mouille).

$S_m$ : section mouillée de l'ouvrage.

**X.9.1- Dimensionnement de buse :**

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que  $Q_a$  soit inférieur à  $Q_s$ . Donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition. [15]

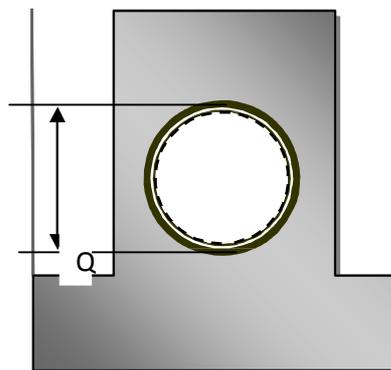
$$Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

- $S_m$ : section mouillée  $S_m = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2$
- $R_h$  : rayon hydraulique  $R_h = \frac{R}{2}$
- $K_{st} = 80$  pour les buses en béton

$$Q_s = 80 \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (J)^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a \quad R^{8/3} = \frac{2^{5/3} \times Q_a}{80 \times \pi \times \sqrt{J}}$$



**Figure X.2 :** Dimension de buse.

**X.9.2- Dimensionnement des fossés :**

Le profil en travers hypothétique d'un fossé est donné dans la figure ci-dessous  
Avec :

- $S_m$  : surface mouillée.
- $P_m$  : périmètre mouillé.
- $R$  : rayon hydraulique  $R = S_m / U$ .
- $P$  : pente du talus  $P = 1/n$ .

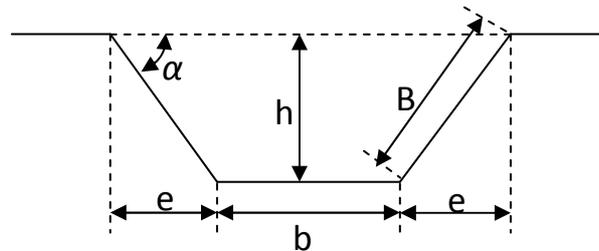


Figure X.3 : Dimension de fosse.

On fixe la base du fossé à ( $b = 50$  cm) et la pente du talus à ( $1/n = 1$ ) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur  $h$ .

❖ **Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = b \cdot h + 2 \cdot \frac{e \cdot h}{2} \quad \text{Et} \quad \text{tng } \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{D'où : } e = n \cdot h$$

$$S_m = b \cdot h + n \cdot h^2 = h \cdot (b + n \cdot h)$$

❖ **Calcul du périmètre mouillé :**

$$P_m = b + 2B$$

$$\text{Avec : } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \cdot h^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

$$P_m = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

❖ **Calcul le rayon hydraulique :**

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur ( $h$ ) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant :

$$Q_a = Q_s \Rightarrow K \cdot I \cdot C \cdot A = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$Q_a = Q_s \Rightarrow Q_a = K_{ST} \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[ \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

### X.11- CONCLUSION :

Les ouvrages d'assainissement utilisés sont aqueducs qui ont pour but d'assurer souterrainement l'écoulement des eaux. Les ouvrages existants sur l'évitement, sont dans la majorité des buses de  $\varnothing 1000$  à  $\varnothing 1500$  et des petits dalots.

# **CHAPITRE IX :**

# **ASSAINISSEMENT**

## XII.1- INTRODUCTION :

La signalisation routière enregistre une importance de plus en plus grande au taux et à mesure que la circulation se développe et que la vitesse des véhicules augmente. Le but de la signalisation est de rendre plus sûr et facile la circulation et d'assurer aux usagers la sécurité totale.

Elle doit être uniforme, continue et homogène à fin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux. Le gabarit normal ainsi que les caractéristiques du profil en long nécessitent une signalisation particulière. Les problèmes que cette signalisation doit résoudre sont les suivants :

- Annoncer la proximité du passage souterrain et de son gabarit réduit, et indiquer clairement quelle file de circulation y mène.
- Faire ralentir (éventuellement) les véhicules qui sont engagés dans la file menant au souterrain.

## XII.2- CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS :

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Respecter les règles d'implantation
- Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance nuit à l'efficacité. [18]

## XII.3- OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour rôle:

- De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

**XII.4- CATEGORIES DE SIGNALISATION :**

On distingue : [18]

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

**XII.5- TYPES DE SIGNALISATION :**

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

**XII.5.1- Signalisation verticale :**

Le Code de la route et l'Instruction interministérielle sur la signalisation routière distinguent quatre types de panneaux de signalisation : [18]

**XII.5.1.1- Les panneaux de danger :**

Panneaux de forme triangulaire, imposent aux usagers une vigilance spéciale et un ralentissement adapté aux dangers signalés virage à droite ou à gauche, cassis, chaussées rétrécies, passage pour piétons, etc.

**XII.5.1.2- Les panneaux d'intersection et de priorité :**

Panneaux de forme triangulaire, carrée (placés sur pointe) et octogonale.

**XII.5.1.3- Les panneaux de prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaires, se subdivisent en panneaux d'interdiction (circulation interdite, sens interdit, interdiction de tourner à droite ou à gauche, etc.), panneaux de fin

d'interdiction, panneaux d'obligation (obligation de contourner un giratoire, direction obligatoire, chemin obligatoire pour piétons), panneaux de fin d'obligation.

#### XII.5.1.4- Les panneaux d'indication :

Panneaux de forme rectangulaires éventuellement complétés par les pointes de flèche. C'est dans cette catégorie que se range la signalisation de direction sur laquelle nous reviendrons.

Gamme	Triangle (côté nominal) (mm)	Disque (diamètre) (mm)	Octogone (largeur) (mm)	Carré (côté nominal) (mm)
Très grande (autoroute)	1500	1250	1200	1050
Grande (routes à plus de 2 voies)	1250	1050	800	900
Normale	1000	850	800	700
Petite	700	650	600	500
Miniature	500	450	400	350

**Tableau XII.1** : Les cinq gammes de dimensions des panneaux de signalisation [SETRA].

#### XII.5.2- Signalisation horizontale : [18]

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

##### XII.5.2.1- Marquage longitudinal :

➤ **Lignes continues :** Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

➤ **Lignes discontinues :** Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

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

➤ **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par la figure suivant :

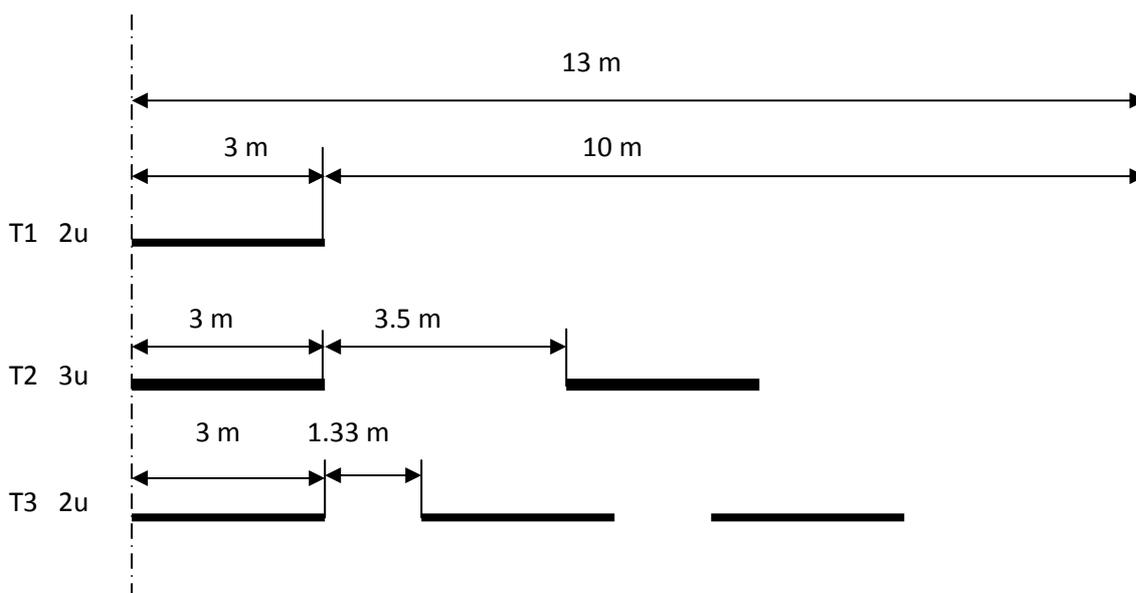


Figure XII.1 : Types de modulation [ENSTP 2010].

Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
Environ 1/3	10	3	<b>T<sub>1</sub></b>
	5	1.5	<b>T'<sub>1</sub></b>
Environ 1	3.5	3	<b>T<sub>2</sub></b>
	0.5	0.5	<b>T'<sub>2</sub></b>
Environ 3	1.33	3	<b>T<sub>3</sub></b>
	6	20	<b>T'<sub>3</sub></b>

**Tableau XII.2 :** Caractéristiques des lignes discontinues [ENSTP 2006].

#### XII.5.2.2- Marquage transversal :

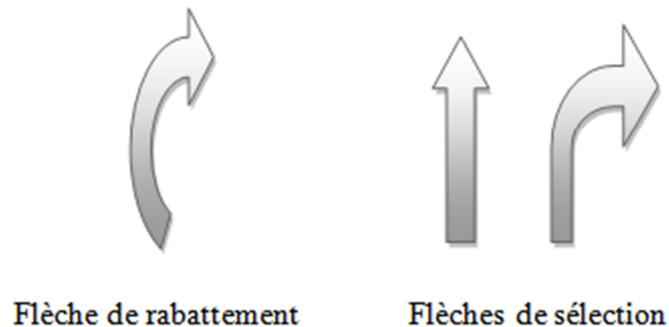
➤ **Lignes transversales continue :** Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

➤ **Lignes transversales discontinue :** Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage à l'intersection.

#### XII.5.2.3- Autre marquage :

➤ **Flèche de rabattement :** Une flèche légèrement incurvée signalant aux usages qu'ils devaient emprunter la voie située du coté qu'elle indique.

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



**Figure XII.2 :** Flèche de signalisation.

#### **XII.6- 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 : [18]
  - U = 7.5 cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
  - U = 6 cm sur les routes et voies urbaines.
  - U = 5 cm pour les autres routes.

#### **XII.7- APPLICATION AU PROJET :**

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation Signalisation et marquages routière Algérienne. Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

➤ Les panneaux de danger de type (A) :

	
<p>A1b Virage à gauche.</p>	<p>A1a Virage à droite.</p>
	
<p>Carrefour à sens giratoire.</p>	<p>A15a2 Passage d'animaux domestiques.</p>
	
<p>(A24) Arrêt à 150m.</p>	<p>A3 Chaussée rétrécie.</p>

Figure XII.3 : Les panneaux de danger [code de la route].

➤ Les panneaux d'intersection et de priorité de type (B) :

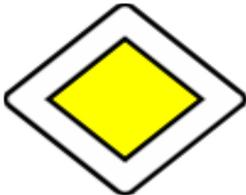
	
(B2) Marquer arrêt.	(B1) Céder passage.
	
(B3) Prioritaire d'une route.	(B2) Avertissement de Priorité.

Figure XII.4 : Les panneaux d'intersection et de priorité [code de la route].

➤ Les panneaux d'interdiction ou de restriction de type (C) :

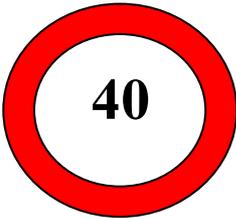
	 
Interdiction de poids lourds.	(C11a) Vitesse limités.

Figure XII.5 : Les panneaux d'interdiction ou de restriction [code de la route].

## XII.8- CONCLUSION :

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation



# **CHAPITRE X :**

# **SIGNALISATION**

**XIII.1- INTRODUCTION :**

Le terme "environnement" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales. Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain. Le code de l'environnement a été récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme. [15]

**XIII.2- CADRE JURIDIQUE :**

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1935, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet.
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.

Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet ; projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

**XIII.3- OBJECTIFS ET UTILITES :**

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet. Elle a pour objectifs : [19]

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

**XIII.4 - IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL :****➤ La faune :**

L'impact de l'aménagement d'une route sur les animaux doit faire partie des données essentielles prises en compte lors de la conception de son tracé pour amollir la coupure biologique et pour protéger la faune des risques de collision, sachant que sur cette route il y a lieu de présence d'animaux sauvages et domestiques sur les abords. [19]

**➤ La flore :**

Les études de rectifications menées sur le terrain permettent d'identifier précisément les regroupements végétaux avec le tracé retenu. La connaissance approfondie de la flore locale vise à orienter le choix des espèces à planter sur le talus selon un certain nombre de critères : particularités de la climatologie et du paysage. Les espèces végétales indigènes sont ainsi toujours privilégiées car elles présentent l'intérêt d'être les mieux adaptées au milieu environnant.

**➤ Qualité de l'air :**

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO<sub>2</sub> (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.
- Utiliser d'autres sources d'énergie.
- Régler le trafic.
- Contrôler les véhicules.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.

**➤ L'eau :**

Les phases de travaux donnent lieu à la mise en œuvre de toutes les dispositions adaptées pour pallier les inconvénients mis en évidence lors des études de conception. Les ouvrages d'assainissement sont ainsi largement dimensionnés par rapport aux crues les plus importantes et des aménagements spéciaux sont réalisés pour parer aux effets dévastateurs des écoulements torrentiels. [19]

En section courante, on doit veiller à adapter le niveau d'équipement des ouvrages de protection aux enjeux de l'environnement local, l'évacuation des eaux vers la mer constitue

dans la plus part des cas une réponse efficace, tout a fait adaptée au problème posé par l'épuration des eaux de ruissellement et permettant d'éviter des aménagements massifs, difficilement compatibles avec l'intégration paysagère de la route.

### XIII.5- IMPACTS SUR L'AGRICULTURE :

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peut se regrouper en trois éléments qui sont : [15]

- L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

### XIII.6- IMPACTS SUR LE PAYSAGE:

L'interaction du projet avec le paysage se traduit par un paysage naturel qui sera transformé d'une part, et d'autre part on construira des éléments sur ce paysage : talus, chaussée, ouvrages, signalisation,... etc. [15]

L'infrastructure routière a un impact sérieux sur le paysage qu'elle traverse, même si dans certains cas les effets sont minimisés par l'existence de talus et par le relief. Afin de permettre leur évaluation, on distingue deux catégories :

- Les tronçons qui sont à l'origine d'une défiguration du paysage pour la raison de l'installation de la route en remblai à l'intérieur d'une zone ou le terrain naturel qui sera clairement visible d'une distance éloignée.
- Les tronçons courts de l'infrastructure pour lesquels diverses solutions techniques peuvent être proposées, afin de réduire la défiguration du paysage, en général au niveau des points de traversée des oueds; ouvrages et échangeurs.

Le paysage autoroutier sera composé des éléments suivants :

- **Arbres** : assurer la continuité entre les abords de l'ouvrage et son environnement par la plantation locale.

- **Talus** : pente, modelage, couleur, végétation : il faudra chercher à redonner une forme naturelle aux entrées en terre.

### XIII.7- L'IMPACT SUR LE CADRE HUMAIN :

- **La destruction** :

Les projets d'aménagement routier nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés. [19]

- **Le bruit** :

La construction d'une route au voisinage d'habitation a des conséquences sur la santé humaine suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons :

- Perte de sommeil.
- La fatigue.
- Baisse de l'acuité auditive.

Comme mesures à adopter pour tenir compte de cet aspect sont essentiellement de :

- Eviter les zones de grandes densités d'habitation en agissant en amont sur la configuration du tracé.
- Agir sur les façades des bâtiments concernés.
- Interposer un obstacle entre les voies de circulation et les habitations situées à la proximité.
- Agir sur la couche de roulement en améliorant les enrobés au dépend des frottements, pour minimiser les bruits de circulation.

### XIII.8- LES IMPACTS POSITIFS DU PROJET :

La réalisation du nouvel évitement de khadra, emmènera à la wilaya de Mostaganem un développement sur le plan sécuritaire, économique, et touristique. Les retombées de cette voie :

- Elle permet de désengorger dans la ville de khadra .
- Une réponse aux besoins de confort, et de la sécurité dans le déplacement.
- Une contribution au développement touristique de la wilaya de Mostaganem.

- Le développement et la croissance économiques des régions traversées par le projet.

### XIII.9- CONCLUSION :

Le réseau routier connaît et connaîtra un développement dont l'impact sur le paysage et l'environnement s'accroîtra sans cesse. La prise en charge de cette préoccupation passe obligatoirement par la maîtrise des nuisances et des impacts de cette infrastructure, il faut donc étudier les impacts que peut provoquer le projet sur le milieu naturel avant de passer à l'étape de réalisation.

L'implantation de la ville de khadra , est entreprise dans le but d'améliorer le réseau routier de la wilaya de Mostaganem.

La construction de cette nouvelle évitement, va générer inévitablement un certain nombre d'effets préjudiciables sur le milieu naturel pendant la phase de chantier et durant son exploitation.

# **CONCLUSION GENERAL**

L'objet de ce projet porte essentiellement sur l'étude de l'évitement de khadra sur 2.3 km qui va être bénéfique, surtout pour la ville de khadra. En effet il permettra aux autres :

- D'éviter au trafic de transit de passer par la ville.
- De diminuer la pollution et le bruit dans la ville.
- d'éviter l'envasement et l'inondation de la partie Sud-Est de khadra.

Au début de l'élaboration du projet, on s'est approché des organismes concernés (DTP) pour récolter le maximum de données géotechniques et topographiques. On a essayé de choisir un tracé en respectant les règles qui conduisent à la conception d'un bon projet.

Le taux d'accroissement du trafic qui est lié à plusieurs facteurs économiques, démographiques et politiques a été estimé par comparaison aux comptages précédents réalisés par la direction des travaux publics. Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tout les contraintes et les normes techniques existantes qu'on ne peut pas les négligés et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement lié à l'impact de la réalisation de cette route.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de COVADIS 16.0 et l'AUTO CAD 2018 Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, ces outils nous permettent de bien exploiter l'espace qui nous est réservé et d'éviter les contraintes existantes, tout en déterminant un meilleur tracé.