



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 والمعمارية
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M/GCA/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'art

Thème

Etude du Deuxième Boulevard Périphérique de Mostaganem à deux chaussées Unidirectionnelles (CW 07 Bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence et son impact sur l'environnement, du PK 25+300 au PK 28+100

Présenté par :

- MENAD Hadja
- MOKAREM Samia

Soutenu le .. / .. / 2020 devant le jury composé de :

Président : Mme Setti ELMASCRI	MAA	UMAB-Mostaganem
Examineur: Mr Mohamed ROUAM SERIK	MAA	UMAB-Mostaganem
Encadrant : Mr Nasr Eddine BOUHAMOU	Professeur	UMAB Mostaganem

Année Universitaire : 2019 / 2020

Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous remercions ALLAH qui nous a aidé et donné la patience et le courage durant cette longue année d'étude malgré l'état en matière de santé qu'a connue notre pays et le monde entier notamment la pandémie de Covid-19 (coronavirus).

Nous remercions très chaleureusement, notre encadreur le Professeur BOUHAMOU Nasr-eddine pour sa disponibilité tout en long de la réalisation de ce mémoire, Ainsi pour son inspiration, aide et son suivi d'une part et pour sa confiance et ses encouragements, d'autre part.

Nos remerciements iront également vers tous ceux qui ont accepté avec bienveillance de participer au jury Mr Mohamed ROUAM SERIK et Mme Setti ELMASCRI de ce mémoire.

Ce travail qui représente la fin d'un parcours d'étude riche en expériences humaines et académiques, il nous apparaît opportun de remercier chaleureusement toute l'équipe de professeurs qui s'est rendue disponible pour nous au cours de ces deux années de Master.

Merci à tous et à toutes.

Hadja et Samia.



Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes chers parents en particulier mon père exerçant le grade d'Ingénieur en Chef au sein de la DTP de Mostaganem pour ses précieux conseils techniques et son engagement tout au long de ce travail tout en lui exprimant toute ma gratitude pour sa disponibilité et ses réponses à mes nombreuses sollicitations d'une part et à ma mère pour ses conseils en matière de patience et ses encouragements.

A ma grand-mère

A mes Frères et mes sœurs

A mes tantes et mes oncles

A tous mes cousins et cousines

A mon binôme Samia

A toute ma grande famille MENAD et ZAHAF

et à tout qui a une relation avec elles

soit proche ou lointain.

A mes amies et les collègues de la promotion 2019/2020.

MENAD Hadja



Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes chers parents ma mère et mon père pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

Mes remerciements sont destinés également à monsieur MENAD Abdelkader, je lui suis reconnaissant pour ses encouragements ; ses précieux conseils techniques et son engagement tout au long de ce travail.

A mes Frères

A mes tantes et mes oncles

A tous mes cousins et cousines

A mon binôme Hadja

A toute ma grande famille MOKAREM

A mes amies et les collègues de la classe.

MOKAREM Samia

Résumé

La route est considérée un élément efficace reliant les différentes régions du pays et contribuer à son développement à travers différentes activités économiques.

Notre étude fait partie d'un nouveau projet qui consiste à concevoir un tronçon d'environ 2,5 km (du PK 25+300 au PK 28+100) du Deuxième Boulevard Périphérique de Mostaganem entre les Sablettes (mazagran) et le carrefour giratoire urgence sur 26 km qui rentre dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement.

Ce travail a pour but de renforcer le réseau routier local et régional et d'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire qui se traduit par :

- ✓ Diminuer le temps de parcours
- ✓ Assurer une bonne fluidité de la circulation
- ✓ Assurer le confort de l'utilisateur
- ✓ Protéger l'environnement.

Notre projet s'articule sur trois axes principaux à savoir :

- Etude bibliographique sur les boulevards périphériques dans le monde et en Algérie
- Etude géométrique qui inclut la phase d'avant-projet sommaire et celle d'avant-projet détaillé. Par la suite l'étude du sol support et des assises de la chaussée à été réalisée..
- Etude de l'impact sur l'environnement

Mots clés : Boulevards Périphériques, étude géométrique, Trafic, étude géotechnique, Impact sur l'environnement.

Abstract

The road is considered an effective element linking the different regions of the country and contributing to its development through different economic activities.

Our study is part of a new project which consists in designing a section of about 2.5 km (from KP 25+300 to KP 28+100) of the Second Ring Road of Mostaganem between Les Sablettes (mazagran) and the emergency roundabout on 26 km which falls within the framework of the national development plan.

The aim of this work is to strengthen the local and regional road network and to ensure a role in the rebalancing of the territory which is reflected by :

- ✓ Reducing travel time
- ✓ Ensuring good traffic flow
- ✓ Ensuring user comfort
- ✓ Protect the environment.

Our project is based on three main axes, namely :

- Bibliographical study on the ring roads in the world and in Algeria
- Geometrical study which includes the preliminary design phase and the detailed design phase. Subsequently, the study of the supporting soil and the foundations of the roadway was carried out...
- Study of the impact on the environment

Keywords: Peripheral Boulevards, Geometric study, Traffic, Geotechnical study, Environmental impact.

ملخص

يعتبر الطريق عنصرا فعالا يربط بين مختلف مناطق الدولة ويساهم في تنميتها من خلال الأنشطة الاقتصادية المختلفة

دراستنا هي جزء من مشروع جديد يتكون من تصميم قسم بطول 2.5 كم تقريبا (PK 25+ 300 إلى PK 28 + 100)

من الطريق الدائري الثاني في مستغانم بين صابلات (مزگران) والدوار طوارئ علي 26 كم والتي تقع في إطار

توقعات خطة التنمية الوطنية.

الهدف من هذا العمل هو تعزيز شبكة الطرق المحلية والإقليمية ولعب دور في إعادة التوازن في المنطقة ، مما يؤدي إلى

• ضمان تدفق جيد لحركة المرور

• ضمان راحة المستخدم

• حماية البيئة

تتم صياغة مشروعنا على ثلاثة محاور رئيسية وهي

- دراسة ببليوغرافية علي الطريق الطرق الدائرية في العالم و في الجزائر

- دراسة هندسية تتضمن دراسة في الملخص الأولي للمشروع , دراسة قبل المشروع المفصل بعد ذلك تم إجراء دراسة للتربة الحاملة و اسس الطريق .

- دراسة التأثير البيئي

.الكلمات المفتاحية: الطرق الدائرية ، دراسة هندسية ، مرور ، دراسة جيوتقنية ، تأثير على البيئة

Liste des figures et photos

Partie I : Etude Bibliographique

Chapitre I : Rocades A Travers Le Monde

Figure I) I.1: Rocade de Capital Beltway	05
Figure I) I.2 : Carte du New Jersey, du sud de New York et d'une partie de la vallée de l'Hudson avec l'I-287 surlignée en rouge	06
Figure I) I.3: Deuxième boulevard périphérique en Edmonton (canada).....	07
Figure I) I.4 : Rocade en Allemagne (Berlin).....	07
Figure I) I.5 : Troisième boulevard périphérique en <i>Moscou</i> (Russie).....	08
Figure I) I.6 : boulevard périphérique autour de Tokyo(Japon)	08
Figure I) I.7 : boulevard périphérique Johannesburg (Afrique du Sud).....	09
Figure I) I.8 : Rocade extérieure du Grand-Tunis.....	09

Chapitre II : Rocades en Algérie

Figure I) II .1 : Réseau autoroutier Nord Algérien.....	11
Figure I) II .2 : Deuxième rocade sud d'alger.....	12
Figure I) II .3 : Rocade de nord Alger	12
Figure I) II .4 : Boulevard périphérique de chlef	13
Figure I) II .5 : La 4ème Rocade d'Alger.....	13

Chapitre III : Impact environnemental des rocades

Figure I) III.1 : les pressions de la route sur l'environnement.....	15
---	----

Partie II : Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique de

Mostaganem

Chapitre I : Présentation Du Projet

Figure II) I.1 : La carte de la wilaya de Mostaganem.....	21
Figure II) I.2 : Réseau routier de la wilaya de Mostaganem.....	23
Figure II) I.(3,4): Communes traversées par le 2ème boulevard périphérique de Mostaganem.....	24
Figure II) I.6 de l'étude (de PK 25+300 au PK 28+100).....	25

Première phase : Avant-Projet sommaire (APS)

Chapitre III : Etude des variantes

Figure II) III.1 : Les éléments de tracé en plan.....	33
Figure II) III.2 : Détermination de l'angle au centre.....	35
Figure II) III. 3 : les éléments d'un raccordement circulaire.....	36
Figure II) III.4 : Schéma représentant la surface entre profil	39
Figure II) III.1.5 :calcul de surfaces cas de remblai.....	40
Figure II) III.1.6 : calcul de surfaces cas de déblai	40
Figure II) III.1.7 : La dénivelée cumulée moyenne H/L.....	42

Deuxième phase : Avant-projet Détaillé (APD)

Chapitre IV. : Profil En Long

Figure II) IV.1 : Eléments du profil en long	82
Figure II) IV.2 : pratiques du profil en long	83

Chapitre V : Les raccordements Progressif

Figure II) V.1 : les éléments de la clothoïde.....	89
Figure II) V.2 : la propriété de clothoïde.....	90

Chapitre VII : Paramètres Cinématique

Figure II) VII.1 : Distance de freinag	109
Figure II) VII.2 : Temps de perception-réaction	113
Figure II) VII.3 : Distance de perception	116
Figure II) VII.4 :l'espacement entre deux véhicules	118

Chapitre II) VIII : Dimensionnement du corps de chaussée

Figure II) VIII.1 : structure type d'une chaussée souple.....	123
Figure II) VIII.1 : structure type d'une chaussée souple	123
Figure II) VIII.3 : structure type d'une chaussée rigide	124
Figure II) VIII.4 : La structure de chaussée	131

Chapitre IX : Profile En Travers

Figure II) IX .1: Les éléments constitutifs du profil en travers	135
Figure II) IX .2: Le profil en travers	136
Figure II) IX.3 : dimensions du fossé	136

Chapitre X : Cubatures Et Mouvements Des Ter

Figure II) X.1 : Schéma représentant la surface entre profil	131
Figure II) X.1 : L'épure de LALANNE	141
Figure II) XII.2 : Sens de transport	142

Chapitre XI : Implantation des axes

Figure II) XI.1 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente	149
Figure II) XI.2. : Méthode d'implantation	150

CHAPITRE XII : Signalisation Routière

Figure II) XII. 1 : Types de modulation	162
Figure II) XII. 2 : Flèche de signalisation	163
Figure II) XII. 3 : PK 25km 300 au PK 25km 600.....	165
Figure II) XII. 4 : PK 25km 600 au PK 26 km 300.....	166
Figure II) XII. 5 : PK 25km 600 au PK 28km 100.....	167

Chapitre XIII : Etude Géotechnique

Figure II)XIII 1 : Matériels d'essai teneur en eau	170
Figure II) XIII 2: Matériel d'essai Limites d'Atterberg.....	172
Figure II) XIII 3 : Matériel d'essai Analyse granulométrique.....	173
Figure II) XIII 4: Matériels de l'essai Proctor	174
Figure II) XIII 5: les étapes de l'essai Proctor.....	175
Figure II) XIII 6 : Matériels d'essai CBR	176

Partie III : Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem Sur L'environnement

Figure 1 : Les moyennes des précipitations mensuelles dans la région	180
Figure 2 : Températures moyenne mensuelle minimales et maximale	181
Figure 3 : Moyennes mensuelles des vents.....	181
Figure 4 : Carte sismique de l'Algérie.....	183
Figure 5 : Serres agricoles touchées par le projet (PK 26+300 au PK 27+200)	188
Figure 6: Cultures maraichères (Pomme de terre).....	189
Figure 7 : Oléiculture.....	189
Figure 8: Arrosage des pistes de chantier	194
Figure 9: Signalisation sur chantier.....	194
Figure 10 : Découpage et stockage des arbres.....	195
Figure 11 : Clôture	197
Figure 12 : Types des passages à faune.....	198
Figure 13 : Ecran végétal antibruit.....	199

Liste des tableaux

Partie I : Etude Bibliographique

Chapitre III : Impact environnemental des rocadés

Tableau III.1 : les mesures prises pour minimiser les impacts.....	18
---	----

Partie II : Etude Géométrique Du 2éme Boulevard Périphérique de Mostaganem

Première phase : Avant-Projet sommaire (APS)

Chapitre III : Etude des variantes

Tableau II.III.1 : les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1"	41
Tableau II.III.2 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01" .	42
Tableau II .III.3 : dénivelé de profil "variante 01 "	48
Tableau II.III.4 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01 "	48
Tableau II .III.5 : Sinuosité "variante 01 "	49
Tableau II.III.6 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante 01 " ..	49
Tableau II.III.7 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "variante 01 "	50
Tableau II.III.8 : Devers en fonction de l'environnement.....	50
Tableau II.III.9 : Valeur du coefficient ft.....	51
Tableau II.III.10 : Valeur du coefficient « F"».....	51
Tableau II.III.11 : Eléments des raccordements circulaires "variante 1"	53
Tableau II.III.12 : Cubatures approchées de la 'variante 01'	59
Tableau II.III.13 : les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2"	60
Tableau II.III.14 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 " .	60
Tableau II).III.15 : dénivelé de profil ' variante 02 '	64
Tableau II.III.16 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée' variante 02'	64
Tableau II).III.17 : Sinuosité ' variante 02'	65

Tableau II.III.18 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité 'variante 02'...	65
Tableau II.III.19 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40' variante 02'	66
Tableau II.III.20 : Eléments des raccordements circulaires "variante 2 ".....	68
Tableau II.III.21 : Cubatures approchées de la 'variante 02 '.....	72
Tableau II.III.22 : Comparaison entre les deux variantes.....	73

Deuxième phase : Avant-projet Détaillé (APD)

Chapitre IV. : Profil En Long

Tableau II. IV.1 : Valeur de déclivité maximale	78
Tableau II.IV.2 : Rayons convexes angle saillant. Cat1, V100.....	80
Tableau II. IV.3 : Rayons concaves (angle rentrant). Cat1, V100.....	81
Tableau II. IV.3 .Caractéristique des rayons verticaux.....	85
Tableau II. IV.4 : les valeurs de tangente et la flèche.....	87

Chapitre V : Les raccordements Progressif

Tableau II. V.1 : Devers	93
Tableau II. V.2 : Longueur de la clothoïde	96
Tableau II. V.3 : Paramètres de clothoïde	97

Chapitre VI : Etude Du Trafic

Tableau II. VI.1 : coefficient d'équivalence "p" (selon le B40)	102
Tableau II.VI.2 : Coefficient « K1 »	103
Tableau II .VI.3 : Coefficient « K2»	103
Tableau II. VI.4 : valeurs de C_{th} capacité théorique du profil en travers en régime stable .	104
Tableau II. VI.5 : résultats du calcul de trafic	107

Chapitre VII : Paramètres Cinématique

Tableau II.VII.1 : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40)..	110
---	-----

Tableau II.VII.2 : les différentes distances selon les normes B40	119
--	-----

Chapitre II) VIII : Dimensionnement du corps de chaussée

Tableau II. VIII. 1 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.....	125
Tableau II. VIII. 2 :Les classes de portance des sols	126
Tableau II. VIII.3 : Coefficient d'équivalence	128
Tableau II.VIII.4.: épaisseurs du corps de chaussée	131

Chapitre X : Cubatures Et Mouvements Des Ter

Tableau II. X.1 : Cubatures détaillées	146
---	-----

Chapitre XI : Implantation des axes

Tableau II. XI.1 : les éléments d'implantation clothoïde	153
Tableau II. XI.2 : les éléments d'implantation cercle « 01 »	154
Tableau II.XI.3 : les éléments d'implantation clothoïde 2	157
Tableau II.XI.4 : les éléments d'implantation cercle « 02 »	158

CHAPITRE XII : Signalisation Routière

Tableau. II.XII.1 : Caractéristiques des lignes discontinues	163
---	-----

**Partie III : Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique
De Mostaganem Sur L'environnement**

Tableau III.1 : Température moyenne mensuelle (°C) de la région.....	181
Tableau III.2 : Relief de la zone d'étude	182
Tableau III.3 : Population de la zone étudiée.....	184
Tableau III.4 : Répartition générale des terres par commune	184
Tableau 5 : Mesure à mettre en œuvre (environnement physique).....	201
Tableau 5 : Mesure à mettre en œuvre (environnement Biologique)	202
Tableau 5 : Mesure à mettre en œuvre (environnement humain).....	203
Devis estimatif et quantitatif	209

Sommaire

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01
Problématique.....	02

Partie I : Etude Bibliographique

Chapitre I : Rocades A Travers Le Monde

I.1 Introduction.....	05
I.2 Rocades en Amérique.....	05
I.3 Rocades en En L'Europe.....	07
I.4 Rocades en Asie.....	08
I.5 Rocades en Afrique.....	09

Chapitre II : Rocades en Algérie

II. 1 Introduction.....	11
II. 2 Quelques rocades en Algérie.....	11

Chapitre III : Impact Environnemental Des Rocades

III.1 Introduction.....	15
III.2 Analyse des effets du projet sur l'environnement.....	15
III.3 les mesures prises pour minimiser les impacts.....	17

Partie II : Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique de

Mostaganem

Chapitre I : Présentation Du Projet

I.1 Présentation de la wilaya de Mostaganem.....	21
I.2 Cadre d'étude.....	23

Chapitre II : Classification Routière

II.1 Introduction.....	27
II.2 Classification des routes.....	27
II.3 Environnement de travail.....	28

Première phase : Avant-Projet sommaire (APS)

Chapitre III : Etude des variantes

III.1 : Tracé en Plan

III. 1.1 Définition.....	32
III.1.2 Règles à respecter dans le tracé en plan.....	32
III.1.3 Les éléments de tracé en plan	33
III.1.4 Les variantes.....	34

III-2-Etude des variantes

III.2.1.Etude de la variante 1.....	41
III.2.2.Etude de la variante 2.....	60
III-2-3 Le choix de la variante.....	73
III. 2.4 Conclusion.....	73

Deuxième phase : Avant-projet Détaillé (APD)

Chapitre IV. : Profil En Long

IV. 1. Définition.....	76
IV.2 La linge de projet.....	76
IV.3 Règles à respecter dans Le tracé du profil en long.....	76
IV.4 Les éléments de composition du profil en long.....	77
IV.5 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long	77
IV.6 Déclivité	77
IV.7 Les raccordements en profil en long	79
IV. 8 Eléments nécessaires au calcul du profile en long	82
IV.9 Détermination pratiques du profil en long	83

IV.10 Application sur la variante choisie.....	85
--	----

Chapitre V : Les raccordements Progressif

V.1-Introduction.....	89
V.2-Définition de la Clothoïde.....	89
V.3 -Propriétés de la clothoïde.....	90
V.4 -Les conditions de raccordement.....	90
V.5- Notion de devers	92
V.6 -Application au projet.....	94

Chapitre VI : Etude Du Trafic

VI.1 –Introduction.....	99
VI.2 -Analyse de trafic.....	99
VI.3 Mesure des trafics.....	100
VI.4 Différents types de Trafic.....	101
VI.5 Calcul de la capacité	101
VI.6. Application au projet.....	105
VI.7 Conclusion.....	107

Chapitre VII : Paramètres Cinématique

VII.1 Définition	109
VII.2 Distance de freinage	109
Application	111
VII.3 Temps de perception et de réaction.....	112
VII.4 Distance d'arrêt.....	113
Application	113
VII.5 Distance de perception.....	116
Application	116
VII.6 Espacement entre deux véhicules.....	117
Application	118

VII.7 Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre.....	119
---	-----

Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1.Introduction.....	121
VIII.2 La chaussée.....	121
VIII.3 Les Différents Facteurs a prendre en compte pour le dimensionnement.....	124
VIII.4 Méthodes De Dimensionnement.....	126
VIII.5 Application au Projet.....	129

Chapitre IX : Profile En Travers

IX.1 – Définition	133
IX .2 - Types De Profil En Travers.....	133
IX.3 -Les Éléments De Composition Du Profil En Travers.....	133
IX .4 Application au projet	135

Chapitre X : Cubatures Et Mouvements Des Terres

X 1- Introduction.....	138
X .2 Cubatures terrassements.....	138
X .3. Méthode utilisée.....	138
X .4 Mouvement des terres.....	140
X.5 Calculs des cubatures	142

Chapitre XI : Implantation des axes

XI .1 Définition.....	148
XI .2. Plan de piquetage des axes des voies	148
XI .3 Implantation de courbes	149
XI .4. Implantation en altimétrie	151
XI .5 Application au projet	151

CHAPITRE XII : Signalisation Routière

XII .1 Introduction.....	160
XII.2 L'objectif de la signalisation routière.....	160

XII.3. Règles à respecter pour la signalisation.....	160
XII .4 .Types de signalisations.....	160
XII .5. Caractéristiques générales des marques.....	164
XII .5. Application au projet.....	164

Chapitre XIII : Etude Géotechnique

XIII .1- Introduction.....	169
XIII .2- Définition.....	169
XIII.3- Objectifs principaux d'une étude géotechnique	169
XIII.4- Différent essais en laboratoire.....	169

Partie III : Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem Sur L'environnement

1. Introduction.....	179
2 : Définition	179
3. Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement.....	179
4. Description du projet	180
5. Description détaillée de L'état Initial du site et de son environnement	180
6. Description détaillée des différentes phases du projet.....	185
7. Evaluation des impacts prévisibles directs et indirects, du projet sur l'environnement	186
8. Description des mesures envisagées pour supprimer, réduire et/ou compenser les conséquences dommageables des différentes phases du projet.....	193
9. Conclusion.....	204
Devis estimatif et quantitatif.....	206
Conclusion Générale.....	219

Références Bibliographique

Annexes

Introduction

Générale

Introduction

Le développement économique, industriel et culturel d'un pays dépend fortement du secteur de transport. Un bon aménagement de ce secteur permet et facilite la communication et les échanges de tout genre entre les différentes zones du pays et les villes.

L'évolution démographique et la forte urbanisation en Algérie ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport.

Dans ce cadre plusieurs projets de routes et d'autoroutes sont en cours de réalisation, ces projet consistent essentiellement à :

- ✓ Améliorer plus la circulation dans de bonnes conditions de confort et de sécurité
- ✓ Assurer le passage d'une zone à une autre sans emprunter les routes aménagées pour la ville.

L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles, d'où, ce présent projet de fin d'études qui consiste à la création d'une rocade qui se situe dans la wilaya de Mostaganem (liaison entre les sablettes, mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26km).

Notre étude s'articule sur trois grandes parties principales ;

La première partie porte sur l'étude bibliographique des rocades de le monde et en Algérie et particulièrement à Mostaganem, aussi l'impact sur l'environnement.

La deuxième partie correspond à l'étude géométrique dans laquelle nous exposons l'étude en APS et en APD ainsi que l'étude géotechnique.

L'étude d'impact sur l'environnement, du 2ème boulevard périphérique de Mostaganem sera exposée dans la dernière partie.

Enfin, nous clôturons cette étude par une conclusion générale qui recouvrera les principaux résultats dégagés et les perspectives envisageables pour le futur.



Problématique

Les infrastructures de transport sont l'ensemble des installations fixes qu'il est nécessaire d'aménager pour permettre la circulation des véhicules et plus généralement le fonctionnement des systèmes de transport.

Les infrastructures de transport sont un élément primordial pour garantir la liberté de déplacement des personnes et des biens, et pour assurer le fonctionnement et le développement de l'économie.

-Pourquoi construire des rocares ?

-Comment s'assurer qu'un projet soit bien et qu'il propose le meilleur rapport qualité prix, tout en respectant l'ensemble des exigences réglementaires et techniques

-Comment faire pour que le projet tel que proposé limite au maximum les imprévus et anticipe les coûts futurs de fonctionnement, dans une vision à long terme

-Comment sera-t-elle la région de Mostaganem au futur ?

Partie I

Etude Bibliographique

Chapitre I
Rocades
à Travers Le
Monde

Chapitre I : Rocades A Travers Le Monde

I.1 Introduction :

Une ceinture périphérique (parfois aussi désignée comme boulevard périphérique, anneau périphérique, voie périphérique, boulevard de ceinture ou rocade) est généralement une voie rapide urbaine (VRU) ou une voie de type autoroutier permettant à la circulation de transit de contourner une ville, son centre-ville ou une agglomération et de relier les différentes autoroutes qui y aboutissent. L'objectif principal est d'offrir un axe routier plus rapide de déplacement et de contournement que si l'on circulait dans le centre de la ville contournée. Par définition, une ceinture périphérique comme une rocade, réalise le tour complet d'une ville.

I.2 Rocades en Amérique :

I.2.1 Etats-Unis :

De nombreuses villes américaines, notamment dans l'est du pays, sont entourées d'un périphérique, souvent partie intégrante du réseau autoroutier inter-état. Certaines villes possèdent même plusieurs ceintures concentriques, encerclant respectivement une ville, son agglomération immédiate et parfois l'ensemble de la métropole

❖ *Capital Beltway :*

Autoroute 495 (I-495) est une autoroute interétatique de 64 miles (103 km) qui entoure Washington, D.C., la capitale des États-Unis d'Amérique, et sa banlieue intérieure dans le Maryland et la Virginie adjacents. La I-495 est largement connue sous le nom de Capital Beltway, ou simplement Beltway, en particulier lorsque le contexte de Washington, D.C., est clair. C'est la base de l'expression "à l'intérieur de la Beltway"(voire la **Figure I.1**), utilisée pour faire référence à des questions concernant le gouvernement et la politique américains. La I-95 utilise la moitié sud et est de la Capital Beltway pour contourner Washington, D.C., et est cosignée avec la I-495 le long de cette partie.

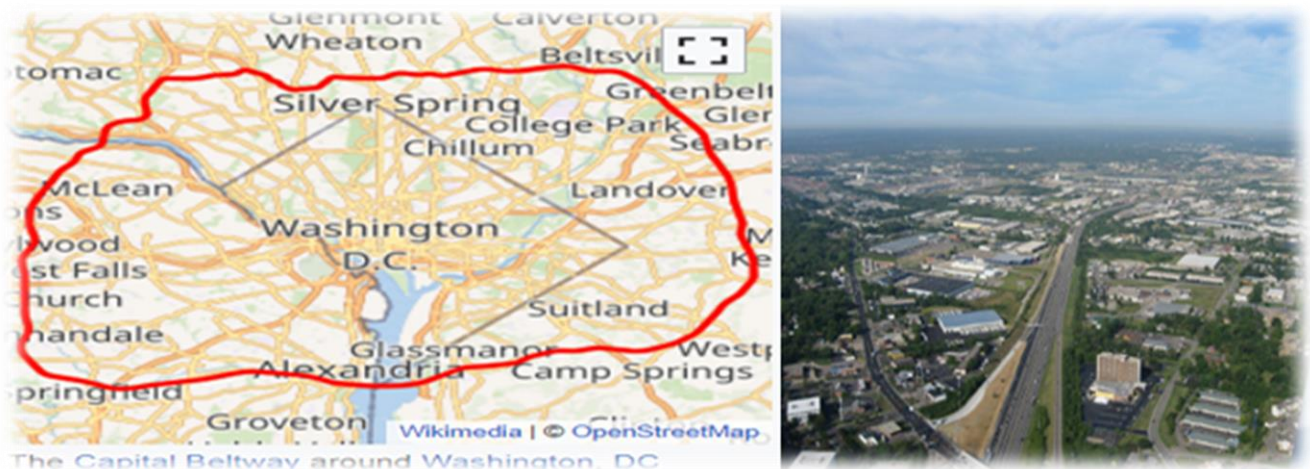


Figure I) I.1: Rocade de Capital Beltway

❖ *New York :*

Autoroute 287 (I-287) est une autoroute auxiliaire dans les États américains du New Jersey et de New York. Il s'agit d'un périphérique partiel autour de New York, (voire la **Figure I.2**) desservant la moitié nord du New Jersey et les comtés de Rockland et Westchester à New York. La I-287, qui est signée nord-sud dans le New Jersey et est-ouest à New York,

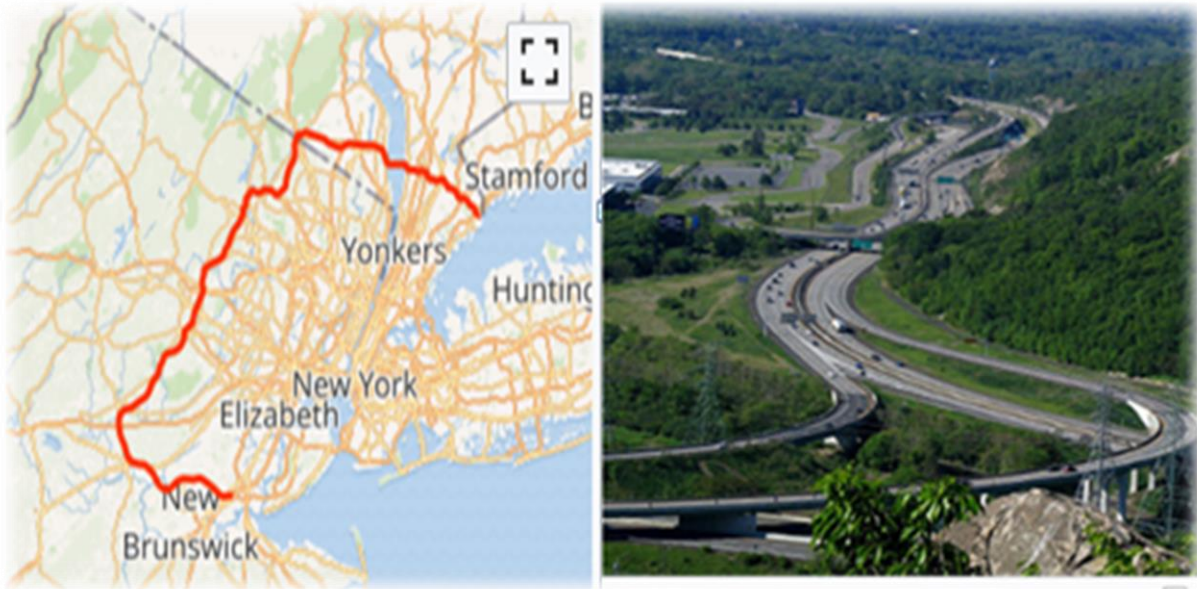


Figure I.2 / Carte du New Jersey, du sud de New York et d'une partie de la vallée de l'Hudson avec l'I-287 surlignée en rouge.

I.2.2 Canada :❖ **Edmonton :**

La deuxième boulevard périphérique est appelée Anthony Henday Drive ;il fait le tour de la ville à une distance moyenne de 12 km (7,5 mi) du centre-ville. Il s'agit d'une autoroute sur toute sa longueur de 78 kilomètres (48 mi), et a été construite pour réduire la congestion du trafic du centre-ville, a créé un contournement de Yellowhead Trail et a amélioré la circulation des marchandises et des services à Edmonton et dans les environs. Il a été achevé en octobre 2016 en tant que première route orbitale à écoulement libre au Canada.

La figure ci-dessous représente le deuxième boulevard périphérique en Edmonton (Canada)



Figure I.3 Deuxième boulevard périphérique en Edmonton (Canada).

I.3 Rocades en Europe:

La plupart des grandes villes d'Europe sont desservies par une rocade qui fait le tour du centre-ville de leurs zones métropolitaines ou des frontières extérieures de la ville proprement dite, ou les deux.

I.3.1 Allemagne

❖ Berlin :

La Bundesautobahn 10 est une autoroute orbitale autour de la capitale allemande, Berlin. Familièrement appelé Berliner Ring, il est principalement situé dans l'État de Brandebourg, avec un court tronçon de 5 km (3 miles) à Berlin même (Figure I.4).

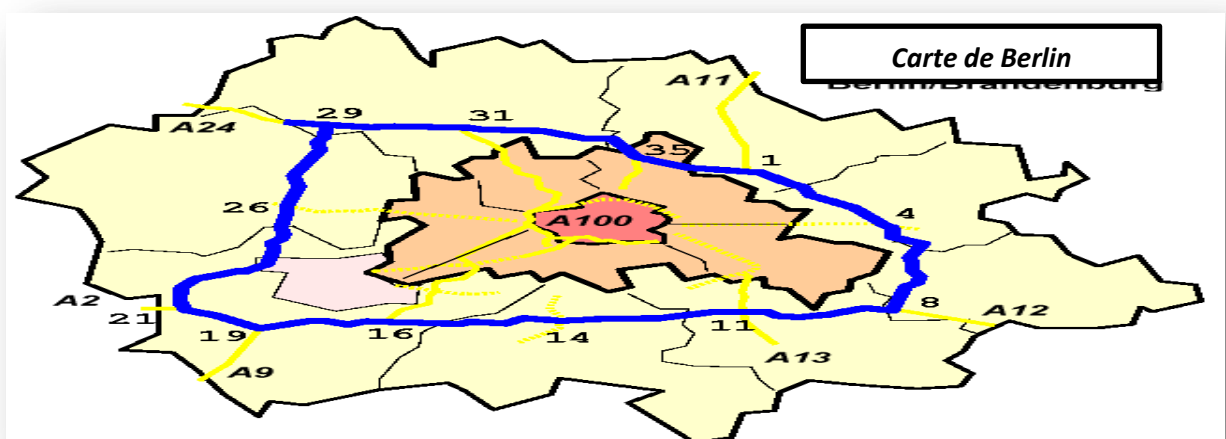


Figure I.4/Rocade en Allemagne (Berlin)

I.3.2 Russie :

❖ Moscou :

Le troisième périphérique est une rocade autour du centre de Moscou, en Russie, situé entre le Garden Ring dans le centre-ville et le périphérique de Moscou.

La figure ci-dessous représente Le troisième boulevard périphérique en *Moscou* (Russie)

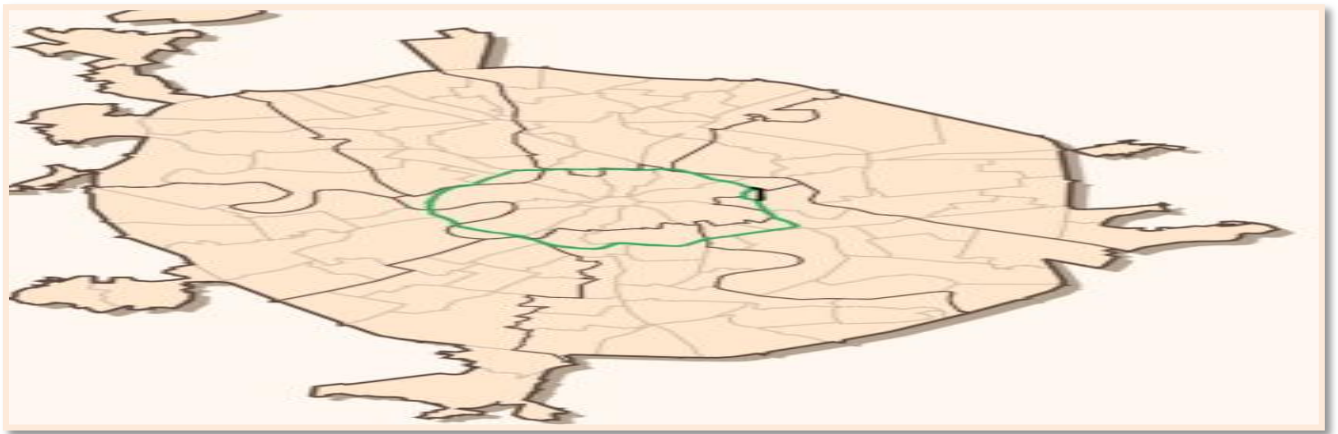


Figure I) I.5 Troisième boulevard périphérique en *Moscou* (Russie)

I.4 Rocades en Asie :

❖ Route nationale du Japon 16

La Route nationale 16 est une route nationale au Japon. Un boulevard périphérique autour de Tokyo, il relie les principales capitales préfectorales de Yokohama (dans la préfecture de Kanagawa), Saitama (dans la préfecture de Saitama), et Chiba (dans la préfecture de Chiba) ainsi que Hachiōji (à Tokyo).



Figure I) I.6 boulevard périphérique autour de Tokyo (Japon)

I.5 Rocades en Afrique

I.5.1. Afrique du Sud :

❖ Johannesburg

Le périphérique de Johannesburg est le périphérique le plus célèbre d'Afrique (voir la Figure I.7). Il est composé d'un sous-ensemble des autoroutes qui entourent la ville de Johannesburg, en Afrique du Sud et dessert la ville de Johannesburg Metropolitan Municipality.

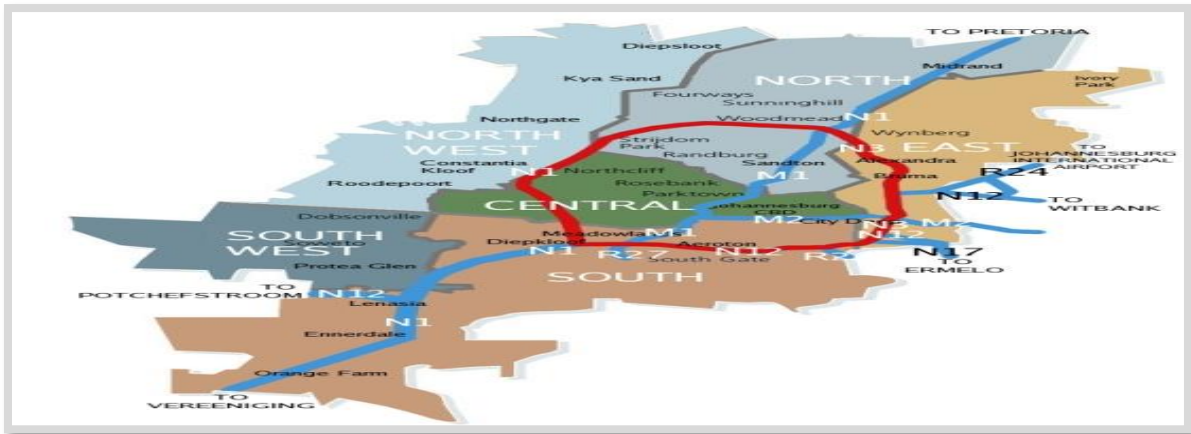


Figure I) I.7. boulevard périphérique Johannesburg (Afrique du Sud)

I.5.2. Rociade en Tunis :

Le ministère de l'équipement et de l'environnement engagera en 2014 la libération de l'emprise foncière du projet de Rociade extérieure du Grand-Tunis x 30 qui reliera les différentes autoroutes de Tunis, selon des données publiées par ledit ministère.

Il s'agit de la réalisation d'une "voie express" à 25 km de la capitale, traversant les gouvernorats de l'Ariana, la Manouba et Ben Arous. Cette voie qui s'étendra sur 80 kms reliera le port financier Al Hsyane (Raoued) à l'autoroute Tunis Hammamet et devrait démarrer au cours des prochaines années d'après le ministère (Figure I.8).

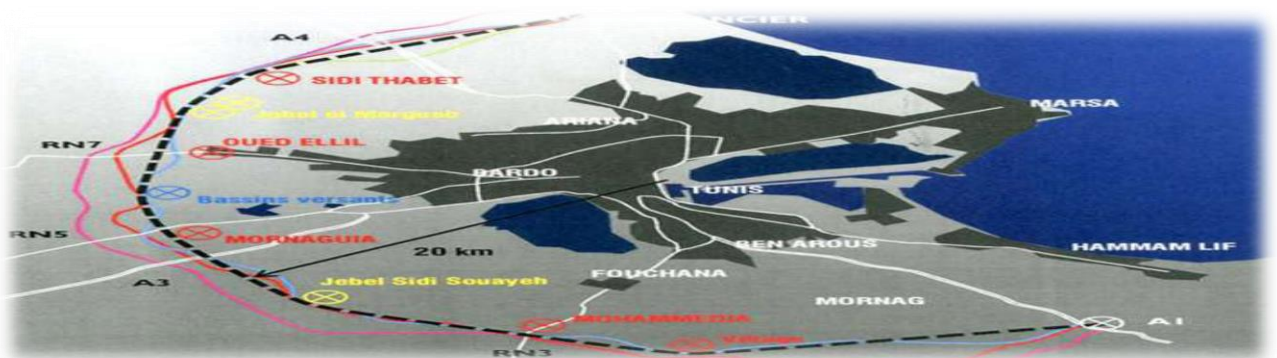


Figure I) I.8/ Rociade extérieure du Grand-Tunis

Chapitre II
Rocades en
Algérie

Chapitre II : Rocades en Algérie

II. 1 Introduction :

La voie rapide dénommée 'Autoroute de l'Est entre l'Aéroport d'Alger et Boudouaou a été inaugurée à la fin des années 1970 afin de soulager la RN5. Cette route a été requalifiée et prolongée durant les années 1980 par deux rocades, dont la Rcade Nord inaugurée en 1985.

La Rcade Nord vient compléter l'ancienne route moutonnaire construite dans les années 1920 pour aller d'Alger vers la banlieue Est.



Figure I) II .1 ; Réseau autoroutier Nord Algérien

II. 2 Quelques rocades en Algérie :

II.2.1 Deuxième rocade sud d'alger :

La Deuxième rocade Sud d'Alger dénommée aussi 2e RSA est une infrastructure routière (de type autoroutier), ayant la configuration 2 x 3 voies, reliant la banlieue est d'Alger (Boudouaou) à la banlieue ouest (Stao ueli) qui passe en moyenne à 5 km au sud de la Rcade Sud.

La figure I) II.2 ci-dessous représente Deuxième rocade sud d'alger

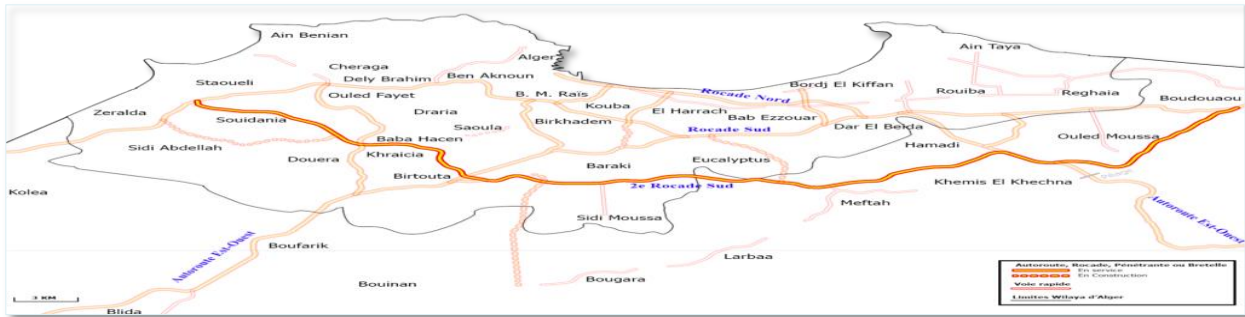


Figure I) II.2 Deuxième rocade sud d'alger

II.2.2 Rocade de nord Alger :

La rocade nord d'Algier / Autoroute de l'Est est une rocade qui mène du centre d'Algier à Dar El Beïda dans la banlieue est d'Algier sur 14,5 km et jusqu'à Boudouaou sur 29 km pour rejoindre l'Est du pays. 29 Km. (Figure II.3)

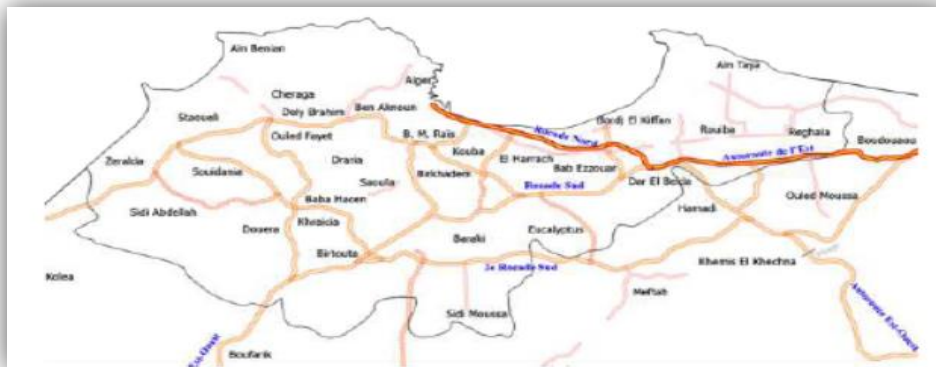


Figure I) II.3 Rocade de nord Alger

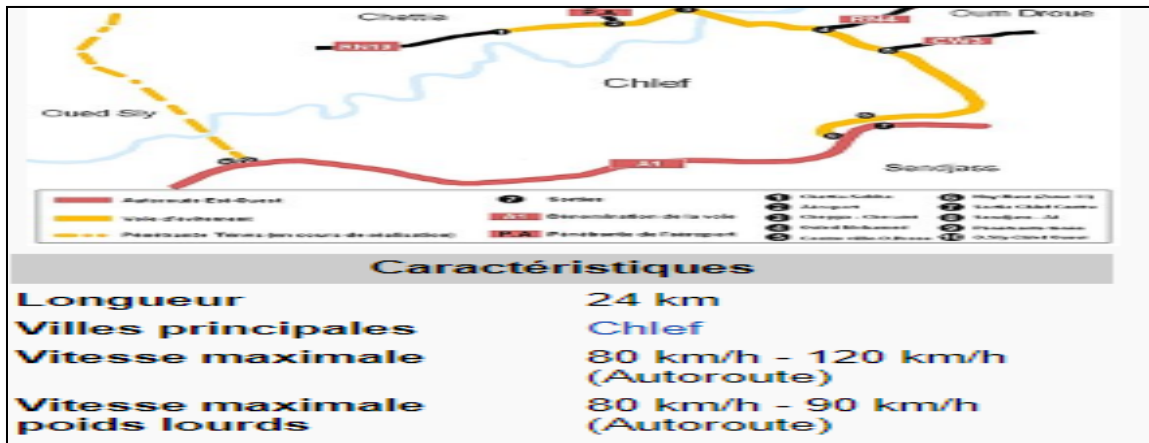
II.2.3 Boulevard périphérique de chlef :

Le boulevard périphérique de Chlef, est une voie de contournement de la ville de Chlef, il entoure la ville du sud au nord-est. Les travaux de réalisation ont commencé en 2008¹ mais le boulevard reste encore inachevé sur sa partie ouest et nord-ouest.

Il est composé en partie par la voie d'évitement d'une longueur de 12 km à l'est et au nord-est et par l'autoroute Est-Ouest sur sa partie sud.

Le boulevard est directement relié à l'autoroute Est-Ouest, la route nationale 4, la route nationale 19 et le chemin de wilaya 03.

La figure II.4 ci-dessous représente Boulevard périphérique de chlef



La figure I) II.4 Boulevard périphérique de chlef

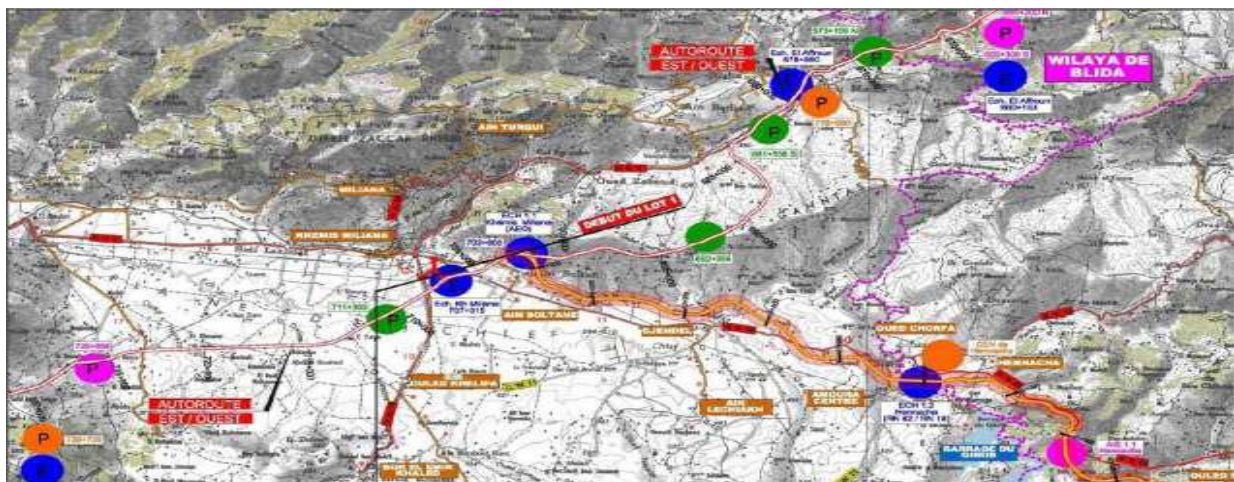
II.2.4 La 4ème Rocade d'Alger :

S'inscrit dans le Schéma Directeur Routier et Autoroutier (SDRA) élaboré par le Ministère des Travaux Publics dans le cadre du développement et de la modernisation des infrastructures routières et autoroutières du pays Celui-ci englobe, entre autres, l'étude et la réalisation de plusieurs Rocades destinées à désengorger la région du « Grand Alger », à savoir :

- La 2ème rocade qui relie Zeralda à Boudouaou ;
- La 3ème Rocade qui relie Cherchel à Tizi-ouzou ;
- Et la 4ème Rocade qui relie Bordj Bou Arreridj à Khemis Miliana.

La 4ème Rocade Autoroutière contribuera au soulagement des régions du centre du pays du trafic de transit Est-Ouest, ainsi qu'au renforcement et à la consolidation de l'infrastructure routière de la région du Titteri (Médéa) et celle du sud de Bouira. (figure II.5)

Cette nouvelle infrastructure à péage constituera à terme une option de plus pour le trafic Empruntant l'autoroute Est-Ouest et permettra également de diminuer la pression, de plus en plus accrue, qui s'exerce sur les principaux axes routiers tels que la RN4, la RN5 et la RN1.



La figure I) II.5 La 4ème Rocade d'Alger

Chapitre III
Impact
environnemental
des rocades

Chapitre III : Impact Environnemental Des Rocades

III. 1 Introduction :

La particularité de la route est son caractère linéaire et son impact sur des milieux de natures totalement différentes. On peut les inventorier avec un minimum de bon sens. Le domaine foncier pris au sens large est le premier impacté. La route interagit avec les zones urbaines, qu'elle la traverse, où qu'elle la desserve. Elle impacte l'environnement, au sens étymologique, donc des écosystèmes définis par leurs composants : eau, air, faune, flore, sol et sous-sol. Les exigences sociales ont peu à peu forger des outils législatifs et réglementaires qui encadrent ces domaines. La route touche aussi les zones urbaines.

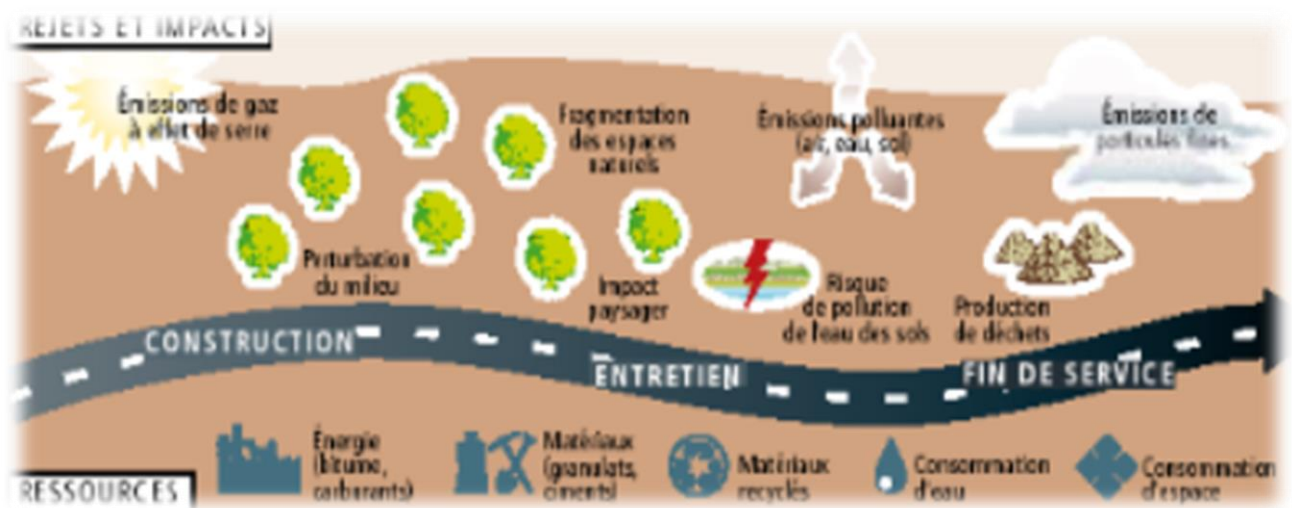


Figure I) III.1 : les pressions de la route sur l'environnement

III.2 Analyse des effets du projet sur l'environnement :

L'analyse des effets du projet sur l'environnement est la phase centrale de toute étude d'impact. Cette analyse est faite par superposition des actions du projet sur les milieux affectés et projection des effets possibles sur les caractéristiques de ces milieux. Cette tâche comprendra pour chaque variante envisageable :

- L'identification des impacts directs et indirects sur le milieu naturel et le milieu créé afin de définir les mesures de limitation nécessaires;
- L'évaluation quantitative et/ou qualitative de ces effets afin de définir la gravité des impacts et le niveau de priorité à donner aux mesures correspondantes.

Les actions du projet doivent être regroupées selon les deux niveaux suivants : période de chantier et période de vie du projet.

Les milieux à étudier doivent être regroupés selon les unités homogènes suivantes : milieux naturels et milieux humains ou créés. Le recoupement action-milieu mettra facilement en évidence les effets les

Plus importants en les distinguant suivant qu'ils résulteront pendant la période de chantier ou pendant la période de vie du projet et suivant qu'ils seront immédiats, différés, temporaires ou permanents.

III.2 .1 Identification des impacts :

Pour la réalisation de cette tâche, on distingue deux niveaux de conséquences environnementales :

- les impacts primaires résultant directement de la réalisation et du fonctionnement des ouvrages et affectant physiquement le patrimoine naturel et humain formant l'environnement des zones concernées;
- les impacts secondaires résultant des impacts primaires. Ils se manifestent sur le milieu naturel par la réduction du capital environnemental par destruction, prélèvement ou dégradation des 5 ressources principales : sol, eau, air, flore, faune. Sur le plan humain, ces impacts sont ceux qui affecteront les conditions d'existence des populations sur 3 niveaux : activité économiques, activités socio-culturelles et qualité de vie.

a)- Les impacts sur le milieu naturel :

- Érosion et prélèvement des sols.
- Emprunt, déplacement et transport de matériaux.
- Inondation et drainage des zones inondées ou hydro morphes.
- Élévation ou abaissement du niveau des nappes aquifères.
- Pollution des nappes aquifères.
- Pollution des eaux de surface.
- Pollution de l'atmosphère.
- Pollution par les bruits et autres émissions.
- Destruction du couvert végétal.

- Destruction de la faune et de l'équilibre des écosystème.
- Modification du paysage et destruction de l'harmonie du site.

b) Les impacts sur le milieu humain :

- **Occupation du sol** : agriculture, sylviculture, industrie, agglomération urbaine;
- **Réseaux divers** : modification des réseaux de drainage, de distribution d'eau potable, des eaux usées, de distribution d'électricité et de gaz, de service téléphonique;
- **Situation socio-économique** : modification des activités économiques, des ressources de la population, changement des profils démographiques ainsi que la qualité et mode de vie;
- **Situation socio-culturelle** : modification des activités culturelles, destruction du patrimoine culturel.

Les impacts secondaires sont les effets des impacts primaires et seront recherchés systématiquement sur les 5 ressources naturelles (sol, eau, air, faune, flore) et sur les 3 niveaux du milieu humain (activités économiques, activités socio-culturelle et qualité de vie).

III.2 .1 Evaluation des impacts :

Après identification des impacts primaires et leurs effets (impacts secondaires), on procédera à l'évaluation de ces impacts. Cette évaluation se fera par localisation, quantification, situation dans le temps (période, durée, fréquence, etc.) et estimation de la probabilité d'occurrence.

En milieu naturel, les impacts identifiés seront évalués en fonction de l'état initial de la ressource concernée : quantitativement (rareté et capacité de reconstitution naturelle), et qualitativement (sensibilité et rôle dans l'équilibre des écosystèmes locaux).

En milieu humain, l'évaluation portera sur les 3 niveaux définis précédemment (activité économique, activité socio-culturelle et qualité de vie) et sera qualitative ou quantitative suivant les cas.

III.3 les mesures prises pour minimiser les impacts :

Il est important de définir de manière détaillée et opérationnelle les mesures qui seront Prises pour prévenir, atténuer ou réparer les conséquences dommageables du projet sur l'environnement. Les mesures que ces impacts sont susceptibles d'entraîner sont résumées dans le tableau suivant :

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

Tableau I. III.1 : les mesures prises pour minimiser les impacts

Partie II

Etude Géométrique

Du 2 ème Boulevard

Périphérique De

Mostaganem

Chapitre I
Présentation
Du Projet

Chapitre I : Présentation Du Projet

I.1 Présentation de la wilaya de Mostaganem :

1) Situation géographique :

La wilaya de Mostaganem appartient à l'ensemble régional ouest du pays, frange littorale accessible, dynamique, par son activité touristique et commerciale dans toutes ces formes.

Le territoire de la wilaya est délimité par la zone d'Arzew à l'ouest, Mascara au Sud-ouest, Tiaret au sud-est Relizane et Chlef à l'est.

La wilaya de Mostaganem, est en possession d'un important port de commerce et d'un réseau d'infrastructures aspergeant convenablement la région.

Considérée en Algérie comme la « capitale du Dahra ». Mostaganem est parfois surnommée la « ville des Mimosas ». L'unité urbaine de Mostaganem s'étend en outre de la commune du même nom, sur les communes de Mazargan et de Sayada et comprend une population de 746947 habitants en 2008. Elle est également une ville culturelle et artistique importante.

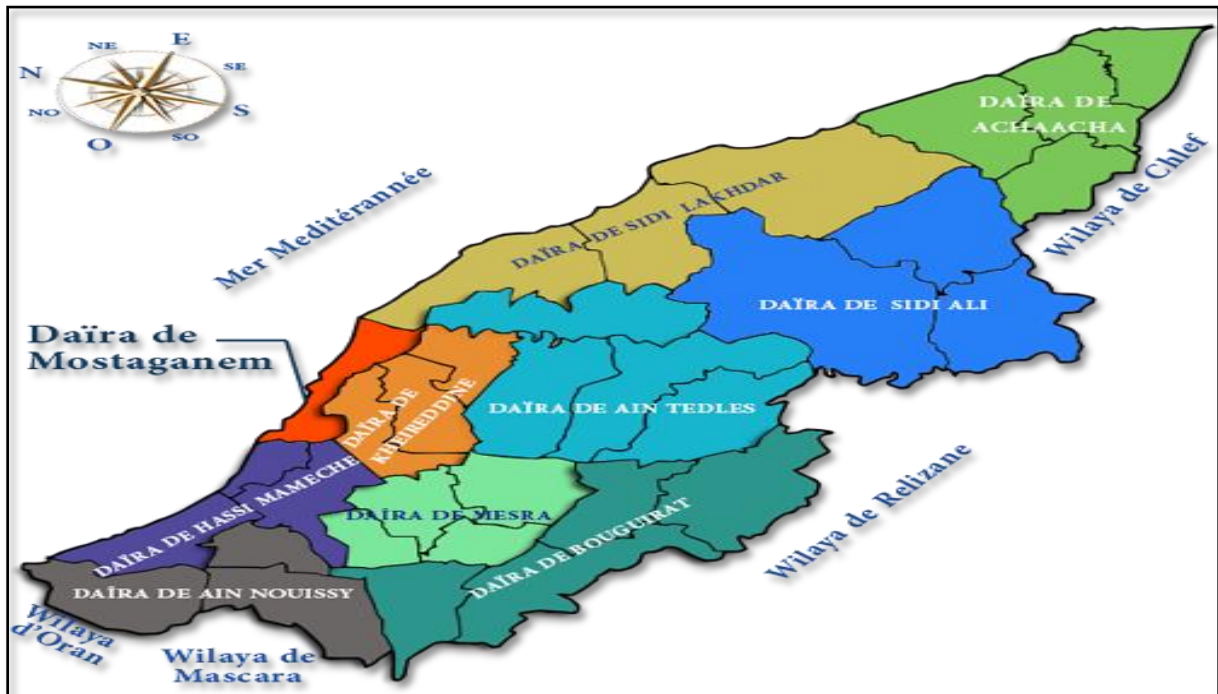


Figure II) I.1 La carte de la wilaya de MOSTAGANEM

2) Le climat :

Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre.

3) Relief :

Mostaganem est située à 104 mètres d'altitude sur el rebord d'un plateau côtier. La ville contemple à l'ouest la large baie d'Arzew que termine le djebel Orousse.

La ville est assise sur les rives de l'Aïn Sefra dont à plusieurs reprises et notamment en 1927, elle a eu à subir les crues. Elle se compose d'une ville neuve, très étendue, et d'une vieille ville, plus compacte accrochée de part et d'autre d'un profond ravin creusé par l'Aïn Sefra qui arrose des jardins

4) Réseau routier :

En infrastructure de base, le réseau routier de la Wilaya de Mostaganem (Voir Figure II) I.1) est présenté dans le tableau ci-après :

Réseau routier	Réseau portuaire	Réseau ferroviaire	Réseau aéroportuaire
<ul style="list-style-type: none"> -Routes nationales (332.43) -Chemins de wilaya (653.83) -Chemins communaux (1147.98) -Les ouvrages d'art sur RN : 36 -Les ouvrages d'art sur CW : 24 	<ul style="list-style-type: none"> -Port de marchandises de Mostaganem. - Port de pêche de Sidi Lakhdar. - Port de pêche et de plaisance de Salamandre 	<ul style="list-style-type: none"> -Voie Ferrée pour le transport de marchandises reliant le port à la gare de Mostaganem en direction de Mohammedia 	<ul style="list-style-type: none"> Piste principale (1360 m x 30 m) - Piste secondaire (700 m x 30 m) - Aire s de stationnement 13 000 m² - Voies de circulation (450 m x 20 m)

Tableau II) I.1 : Les réseaux d'infrastructure De Mostaganem

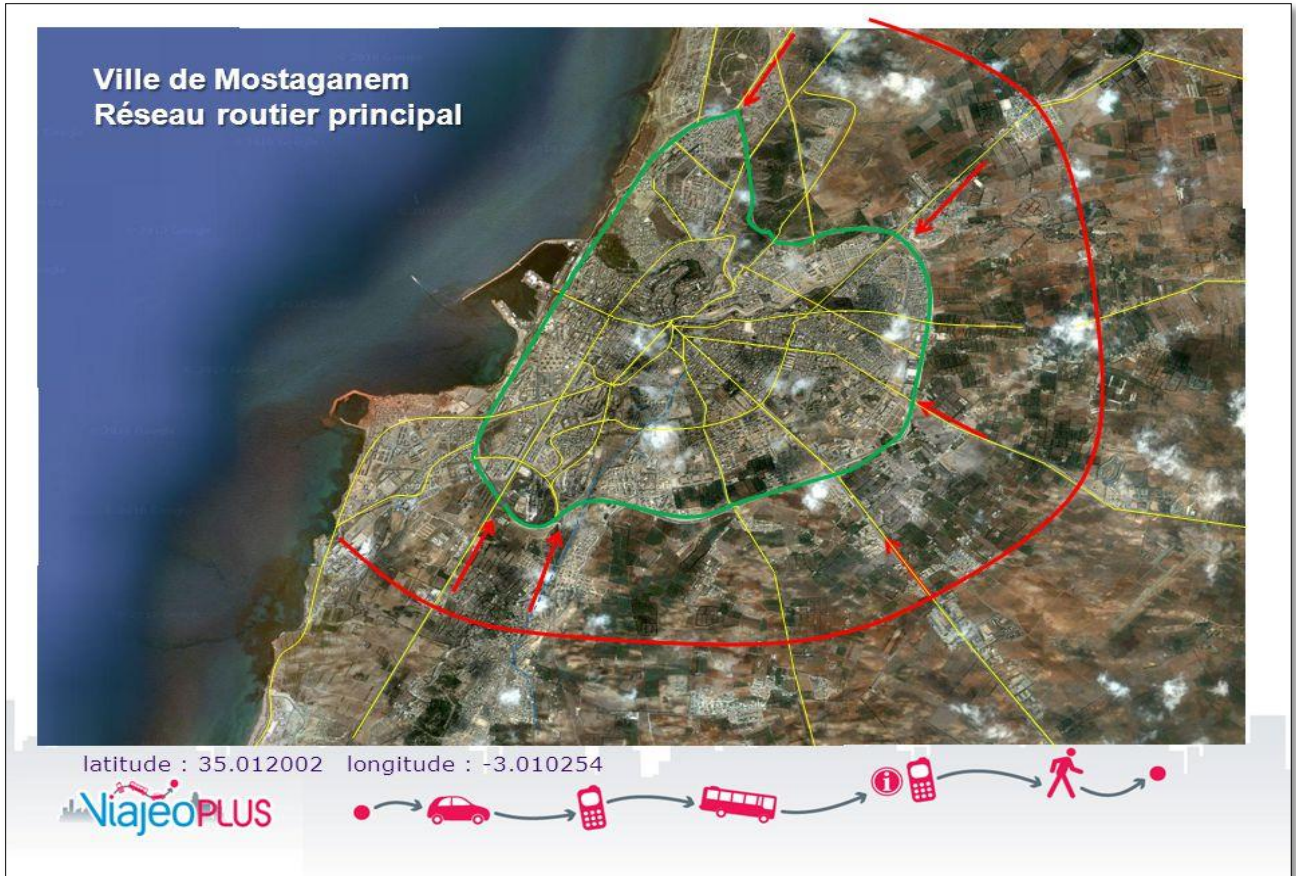


Figure II).I.2 : Réseau routier de la wilaya de Mostaganem.

I.2 Cadre d'étude :

Dans le cadre de l'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées unidirectionnelles (CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26 km et suite à la demande de la Direction des Travaux Publics « D.T.P » de la wilaya de Mostaganem adressée à la SETS, une étude d'avant-projet détaillée, fera l'objectif de ce rapport technique.

Afin de mener à bien notre étude, plusieurs visites de site sont effectuées pour avoir une appréciation suffisante de toutes les contraintes sur l'ensemble des aspects géométrique, géotechnique, environnemental, etc...

Notre projet se limite à un tronçon du PK 25+300 au PK 28+100

Les figures suivantes (**II I.3 et II I.4**) représentent les communes qui sont en jaune que traverse notre projet :

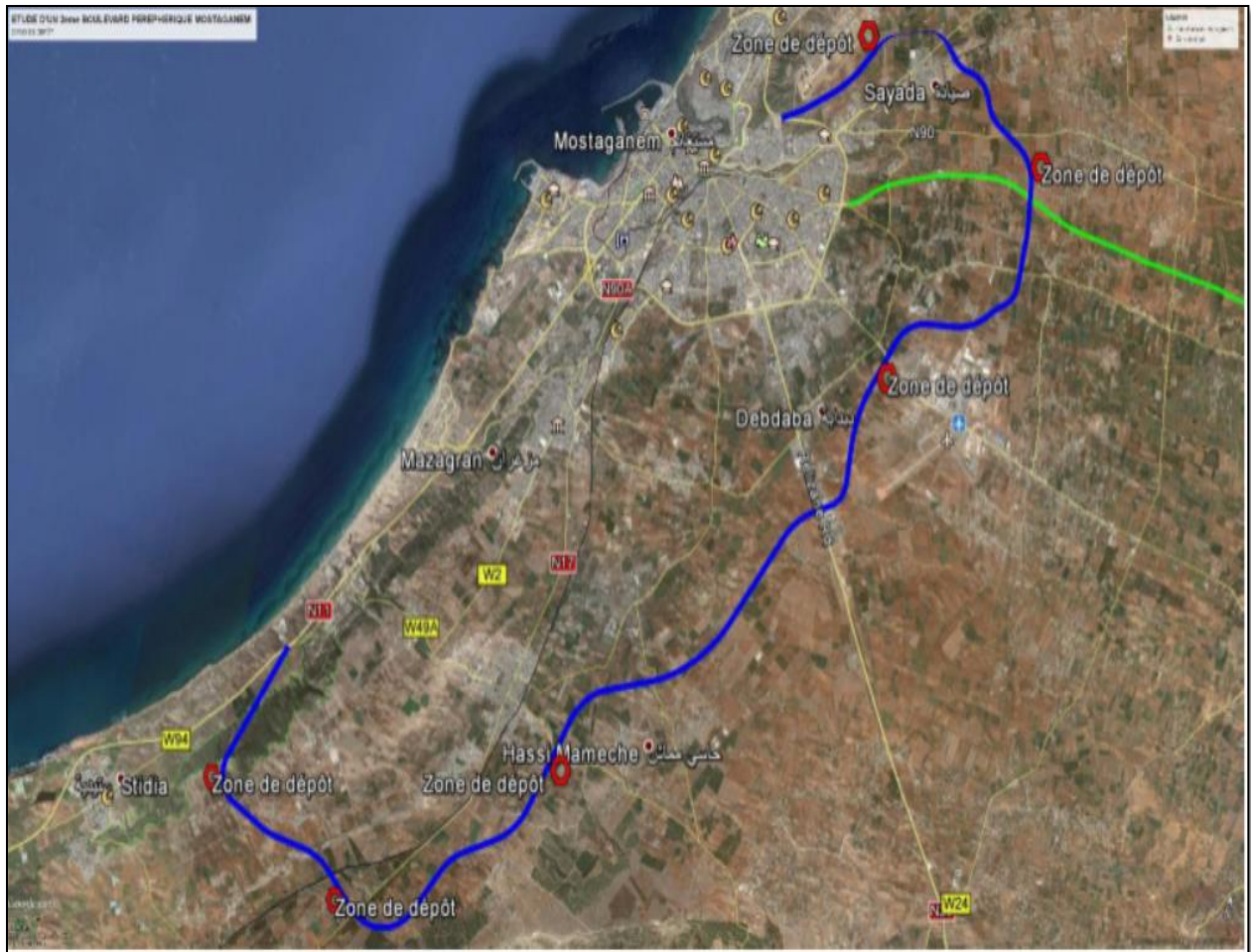


Figure II) I.3: Communes traversées par le 2ème boulevard périphérique de Mostaganem



Figure II) I.4 : Communes traversées par le 2ème boulevard périphérique de Mostaganem

I. 2.2 Objectif du projet :

Notre projet a concise a montrer Le deuxième boulevard périphérique de Mostaganem, a pour objet :

- Renforcer le réseau routier local et régional.
- D'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire.
- Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion, les temps de déplacement, et les accidents.
- D'accroître la sécurité routière des usagers.
- Soutenir les objectifs de développement économique de la région, et de la Wilaya en générale.

I. 2.3 Levé topographique :

Toute étude est conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief. Pour notre étude, le levé topographique a été effectué par STATION TOTALE. Les travaux ont été effectués en deux phases. Dans la première phase on a levé la quasi-totalité du tracé sauf environ 5 km du côté de Mostaganem.

Ci-dessous, représenté dans figure dans le tronçon d'étude du PK 25+300 au PK 28+100 :



Figure II) I.6 : Tronçon de l'étude (de PK 25+300 au PK 28+100).

Chapitre II
Classification
Routière

Chapitre II : Classification Routière

II.1 Introduction :

Les caractéristiques géométriques des routes déterminées pour atteindre le niveau de service visé. Ces caractéristiques géométriques d'aménagement sont déterminées en fonction de paramètres Physiques fondamentaux mesurables, communs à tous les projets. Ces paramètres dépendent des véhicules, des conducteurs et de la chaussée. Ils sont estimés (fixés) à partir d'études expérimentales et expriment le comportement dynamique du véhicule sur la chaussée et celui du conducteur.

II.2 Classification des routes :

II.2-1 Classification selon la liaison :

Selon le B40 (norme technique d'aménagement des routes Algériennes) les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives.

Les cinq catégories de la route sont :

Catégorie 1 : liaison entre les grands centres économique et industrie lourd

Catégorie 2: liaison entre les centres d'industrie de transformation et d'industrie légères.

Catégorie 3: liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de CAT 1 et CAT 2.

Catégorie 4: liaison des centres de vie non reliés au réseau de CAT 1-2-3.

Catégorie5: routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

II.2-2 Classification selon la catégorie de route :

➤ **Routes exceptionnelles :**

Ce sont des routes avec deux chaussées unidirectionnelles séparées, on admet que leurs Tracés comportent quelques points de croisement plan.

➤ **Routes 1ère catégorie :**

Ces routes correspondent aux routes à grand trafic dont le tracé est sur un terrain facile et peu accidenté avec quelque passage en agglomération et des croisements.

➤ **Routes 2ème catégorie :**

Ces routes correspondent aux routes supportant un trafic moyen et dont le tracé se développe dans un terrain vallonné, sortant du cadre de la première catégorie.

➤ **Routes 3ème catégorie :**

Ce sont des routes qui supportent un trafic faible et dont le tracé correspondant à une section transversale difficile, dans un terrain à relief accidenté.

➤ **Routes de 4ème catégorie :**

Ces routes sont tracées dans des sections très difficiles, ou leurs reliefs ne permettent pas de passer ou de réaliser des routes de catégories supérieures.

II.2-3 Classification fonctionnelle :

➤ **Chemins communaux CC:**

Les chemins communaux constituent un maillon important dans le réseau routier, elles permettent la liaison des villages au réseau principal de routes. Elles peuvent s'étendre sur une ou plusieurs communes, entretenues par les collectivités locales.

➤ **Chemins de wilaya CW:**

Les chemins de Wilaya ou Chemin Département aux reliaient le réseau de routes communales au réseau national. Ces routes peuvent desservir uniquement la wilaya et sont à la charge de celle-ci comme ils peuvent desservir deux Wilayas avoisinantes.

➤ **Routes nationales RN:**

Les routes nationales sont d'un intérêt commun pour plusieurs Wilayas (départements) ou pour le pays entier. Elles constituent des itinéraires inter-wilayas qui supportent un grand trafic. La construction, l'aménagement, l'entretien et la gestion de ces routes est faite par le budget de l'état.

➤ **Autoroutes :**

Les autoroutes sont des routes nationales d'une catégorie spéciale, elles sont constituées de deux chaussées unidirectionnelles séparées par terre plein central, ne comportant aucun passage ou carrefour à niveau. Les autoroutes sont réservées à la circulation mécanique rapide et ne sont accessibles qu'à des points spécialement aménagés. Les autoroutes sont réalisées, aménagées, entretenues et gérées le plus souvent sur des capitaux privés ou groupes d'investissement.

Les autoroutes offrent :

- Une Grande réserve de capacité.
- Des conditions meilleures de circulation.
- Une sécurité maximum pour les usagers.

II.3 Environnement de travail :

L'outil informatique est jugé indispensable pour ce genre d'étude, c'est l'occasion pour nous d'essayer d'utiliser comme AUTOCAD et COVADIS afin d'être à jour une fois recruté le monde professionnel.

II.3-1 Présentation de logiciel :

❖ **AUTOCAD :**

AUTOCAD est un logiciel de dessin et de conception assistée par ordinateur. Le logiciel est édité par la société Auto Desk. Bien qu'il ait été développé à l'origine pour les ingénieurs en mécanique, il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers. Il est actuellement le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde.

C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire :

- Industrie
- Cartographie et Topographie
- Electronique
- Architecture et Urbanisme
- Mécanique.

❖ **COVADIS :**

Covadis est un logiciel complet, simple et interactif de topographie et de conception VRD, Il grantit une approche globale ainsi qu'une maitrise totale de totale de tous projets d'aménagements.

En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plates-formes dynamiques et ses métrés automatique, le temps consacré a nos études est réduit considérablement. Toute modification d'un projet a posteriori régénère automatiquement le calcul et les métrés.

De l'avant-projet aux plans d'exécution, COVADIS nous permet d'optimisergrâcea son interactivité, toutes les étapes de l'étude et de la conception.

COVADIS nous permet notamment de réaliser nos calculs tonométrique ; nos plans topographique, en plus nos projets de lotissements, nos aménagements urbains, nos réfections de voiries, nos projet VRD, nos calculs hydraulique, nos dimensionnement de réseaux, etc. Son utilisation reste toujours très simple pour des géomètres ou des projeteurs.

COVADIS est donc l'applicatif d'AUTOCAD dédié aux géomètres, aux bureaux d'études VRD, aux entreprises de BTP et aux collectivités locales et territoriales. Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités (métiers) suivantes :

- Topographie.
- Dessin assisté.
- Projets de lotissements.
- Modèle Numérique de terrain.
- Conception 3D
- Terrassement multi plates-formes
- Projets linéaires (voirie, route).
- Réseaux d'assainissement.
- Réseaux DIVERS.
- Giratoires et épures de giration.
- Métrés et bordereaux Rendu 3D

Première phase : Avant-Projet sommaire (APS)

La phase APS c'est l'étape qui suit la phase préliminaire, dans le cas où cette dernière est prévue, elle consiste à étudier plus profondément les couloirs retenus dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de carte d'état majeure, de topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque couloir.

Quatre moments forts ont été identifiés dans le déroulement de la procédure

- la formulation de la commande initiale ;*
- la validation du dossier de concertation ;*
- le choix de la variante à retenir ;*
- la validation du dossier final.*

Ces moments sont donc associés à des points d'arrêts (P1 à P4), qui pour être levés, doivent faire préalablement l'objet de quatre phases d'études et de concertation (E1 à E4).

Ce chapitre décrit le déroulement général de la procédure d'APS et précise le contenu de chaque phase d'étude, ainsi que la nature des documents validés par le maître d'ouvrage.

Chapitre III
Etude Des
Variantes

Chapitre III : Etude des variantes

III.1 : Tracé en Plan

III. 1.1 Définition :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontale. Le tracé en plan d'une route constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif. Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route. Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité et de confort.

III.1.2 Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé en plan, suivant les normes, on doit respecter certaines recommandations :

- Respecter les normes de l'ARP (l'aménagement des routes principales) ;
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières ;
- Adapter au maximum le terrain naturel pour éviter les terrassements importants ;
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques. Si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement ;
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques ;
- De recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et une visibilité de déplacement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversée).

III.1.3 Les éléments de tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments géométriques :

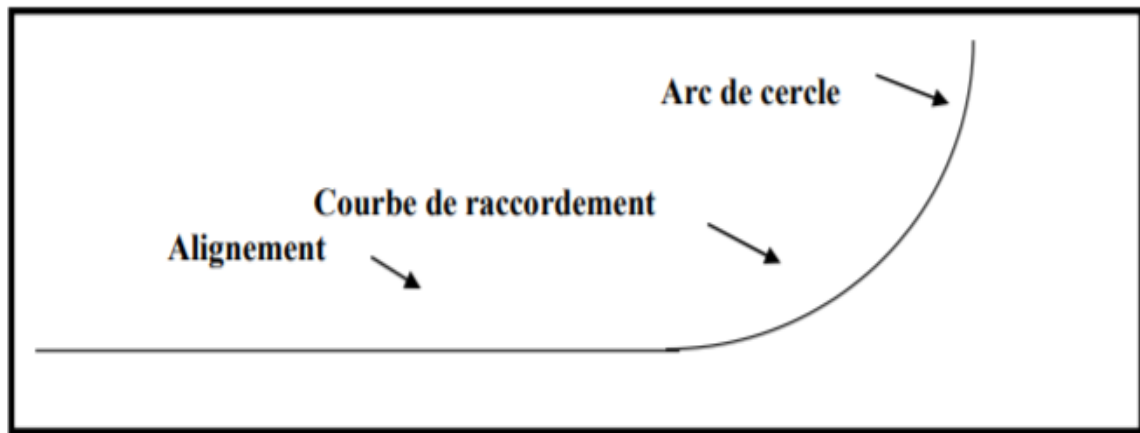


Figure II).III.1 *Les éléments de tracé en plan*

a)-Alignement droit :

Bien que le principe de la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes modernes est restreint. La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- Eblouissement causé par les phares ;
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents ;
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés ;
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

La longueur des alignements dépend de :

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

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 à 60 %.

b)- Règles concernant la longueur des alignements :

Une longueur minimale d'alignement **L_{min}** devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **cinq (5) secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

$$\bullet \quad L_{\min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$$

V B: vitesse de base en **km/h**

Une longueur maximale **Lmax** est prise égale à la distance parcourue pendant **soixante (60) secondes**

$$\bullet \quad L_{\max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$$

c)-Arcs en cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

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

III.1.4 Les variantes :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude s'effectue sur les étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires.
- L'environnement de la route.
- Dénivelée cumulée.
- Sinuosité.
- Vitesse de référence V_r .
- Les rayons en plan R_{Hm} , R_{HN} , R_{hd} et R_{Hnd} .
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.
- Conclusion.

III.1.4.1 Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

❖ Gisement :

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) compris entre l'axe des Y et la direction.

$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

- Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

GIS = gis si ($\Delta X > 0$ et $Y > 0$) (avec gis > 0)

GIS = $200 - \text{gis}$ si ($\Delta X > 0$ et $Y < 0$) (avec gis < 0)

GIS = $200 + \text{gis}$ si ($\Delta X < 0$ et $Y < 0$) (avec gis > 0)

GIS = $400 - \text{gis}$ si ($\Delta X < 0$ et $Y > 0$) (avec gis < 0)

- ❖ **Distance :** La distance S_1S_2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

- ❖ **L'angle au centre :**

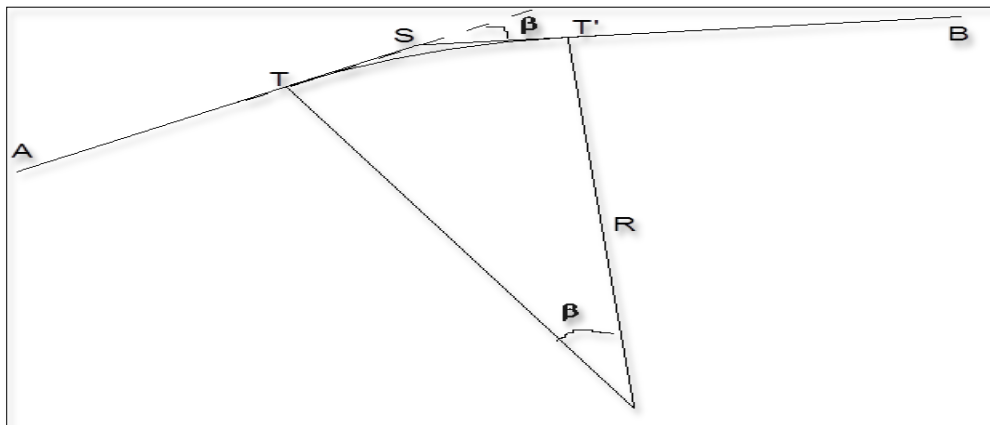


Figure. II)III.2 Détermination de l'angle au centre

D'après le cas de Figure. II).III.1 , l'angle au centre β est donné par : $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

III.1.4.2 Détermination des éléments des raccords circulaires :

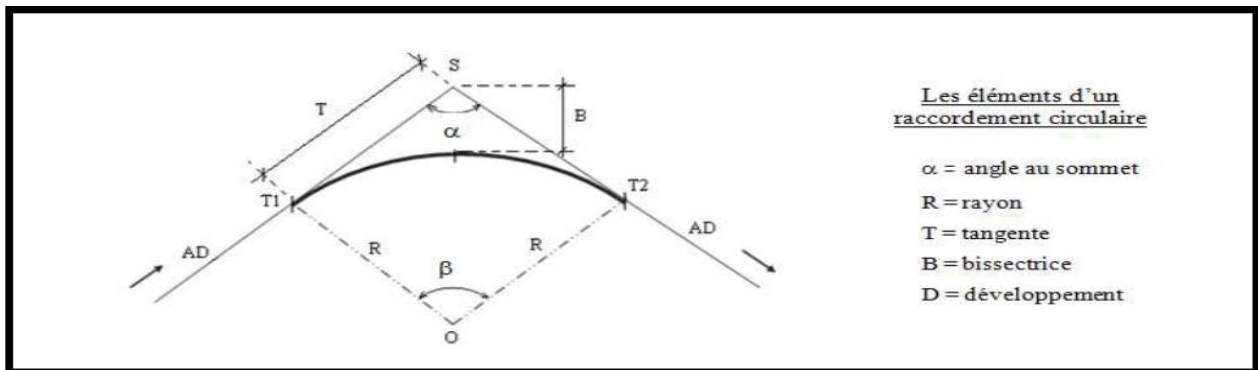


Figure II) III.3 : les éléments d'un raccordement circulaire

- angles de déviation au sommet α :

Quand on prolonge les alignements droits confondus avec l'axe de route.

- ❖ La tangente

$$ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

- ❖ Bissectrice :

$$\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

- ❖ La développée :

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R \beta^{\text{rd}}$$

- ❖ La flèche :

$$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

III.1.4.3- Environnement de la route : « Ei »

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

III.1.4.4 La vitesse de référence :

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

III.1.4.5 Courbes en plan :

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

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

- ❖ Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence.

$$RHm = \frac{Vr(km/h)^2}{127(f_t + d_{max})}$$

- ❖ Le rayon minimal normal (RHN) :

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

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

❖ Le rayon au devers minimal RHd :

RHd est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : - d min %).

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 \cdot dmin)}$$

dmin = 2.5% en catégorie 1 – 2

dmin = 3% en catégorie 3– 4

❖ Le rayon non déversé RHnd :

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse $V = Vr$ et présente un dévers vers l'extérieur.

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)}$$

III.1.4.6 Le pourcentage % d'alignement droit et de courbe :

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme meilleur tracé mais en vrai il représente plusieurs inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive et esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons.

Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route.

On exige de limiter ce dernier de 40 à 60%.

III.1.4.7 Calcul des Cubatures Approchées :

❖ *Méthode de calcul approximatif :*

$$V_t = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2} \right) d_2 + \dots + \left(\frac{S_n + S_{n+1}}{2} \right) d_{n+1}$$

Par conséquent

$$V_t = \left(\frac{d_1}{2} \right) S_1 + \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) S_2 + \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right) S_3 + \dots + \left(\frac{d_n + d_{n+1}}{2} \right) S_{n+1}$$

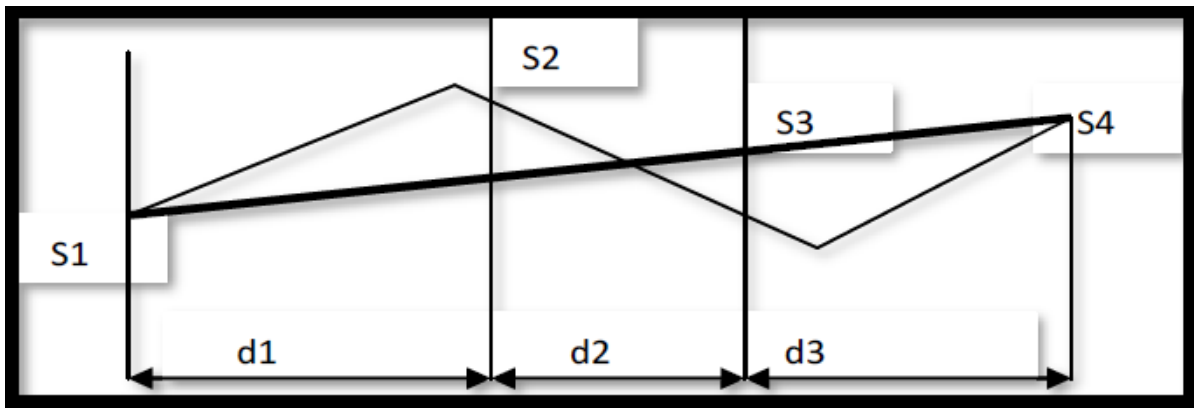


Figure II).III.4 : Schéma représentant la surface entre profil

❖ *Calcul des surfaces :*

• *En remblai :*

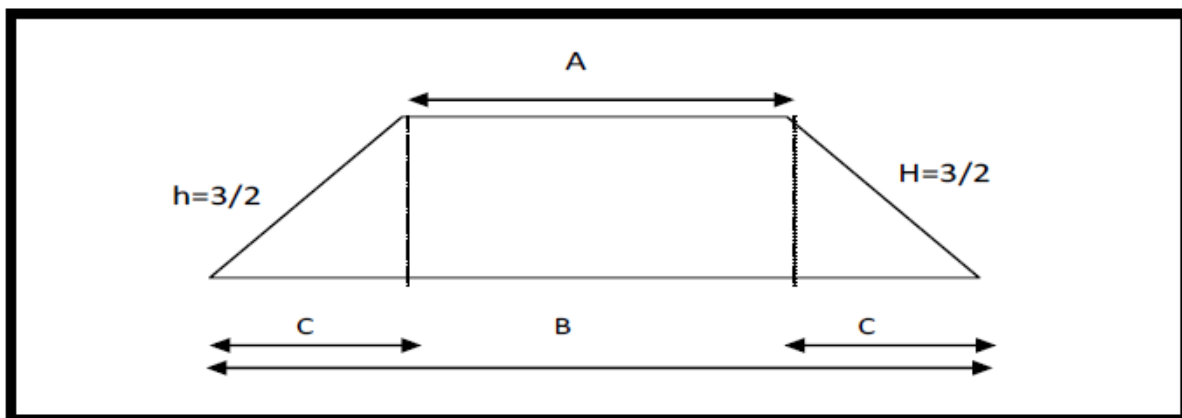


Figure II) III.1.5:calcul de surfaces cas de remblai

Avec :

- **A** : largeur de la chaussée les 2 Accotements.
- **Tg** $\alpha = P = 2/3 = h/c$
- **c** = $3h / 2$
- **h** : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- **B** = $A + 2c = A + 3h$

D'où : $S = (A + B) h/2 \Rightarrow \mathbf{SR = Ah + 3 h^2/2}$

- *En déblai :*

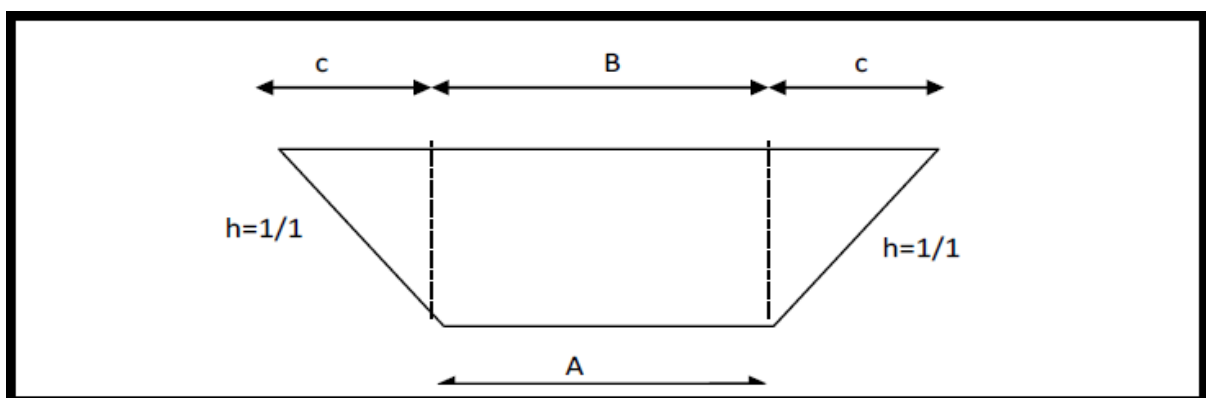


Figure II)III.1.6 :calcul de surfaces cas de déblai

Avec :

- ✓ **h** : différence entre C.T.N et C.P.
- ✓ **A** : largeur de la chaussée + 2 accotements
- ✓ **SD** = $Ah + h^2$

III-2-Etude des variantes**III.2.1.Etude de la variante 1 :(voir la figure 2 « Annexe »).****III.2.1.1 Introduction :**

Définir les caractéristique d'une route, c'est conserver les trois éléments géométrique simples qui la composent :

- Le tracé en plan, projection de la route sur u plan horizontal.
- Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le Cylindre à génératrice.
- Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe. Les normes fixent les règles relatives a la construction de ces trois éléments. L'exigence qui prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures a écouler le trafic qu'elles supportent.

Le tracé en plan de la variante est constitué d'alignement droit et de courbes. L'étude consiste à déterminer les angles aux sommets et les longueurs des tangentes, on procède à la mesure à partir de notre plan topographique dans le but de déterminer les rayons en plan.

III.2.1.2 les coordonnées des sommets :

pnt	X(m)	Y(m)
A	241302,287	3982055,74
S1	240866.163	3981925.18
S₂	240310.067	3982013.57
S3	239627.671	3981711.87
S₄	239110.199	3981300.52
B	238794.092	3981093.15

Tableau II.III.1 : les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1"

III.2.1.3 Calcul de gisements et des angles au centre :

pnt	dx	dy	gisement	Bitam	distance
A-S ₁	- 436,124	-130,56	282,42	/	453,28
S ₁ -S ₂	- 556,096	88,39	310,034	27,614	563,076
S ₂ -S ₃	- 682,396	-301,7	273,498	36,536	746,114
S ₃ -S ₄	- 517,472	-411,35	257,242	16,256	661,049
S ₃ -B	- 316,107	-207,37	263,038	5,796	378,055

Tableau II.III.2 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01"

III.2.1.4 Environnement de la route :

A)- Dénivelée moyenne cumulée « H/L » :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H à la longueur total de l'itinéraire L permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

$$D_c = \frac{|\sum_{P_i > 0} P_i L_i + \sum_{P_i < 0} P_i L_i|}{L}$$

P : pente du terrain

L : longueur de l'itinéraire (L=L₁+L₂+L₃+...L_n).

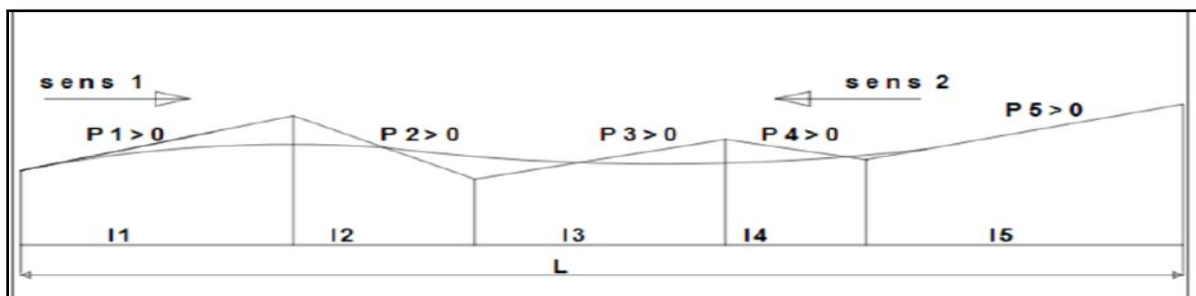


Figure II) III.1.7: La dénivelée cumulée moyenne H/L

❖ Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ci-après nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

Profil	Distance entre profil	Z terrain naturel	Z projet	DH
1	0	150	150.226	/
2	24,98	149,549	150.086	-0,451
3	15,02	149	150.002	-0,549
4	20	149	149.89	0
5	20	149	149.779	0
6	20	149	149.667	0
7	20	148,28	149.555	-0,72
8	20	148	149.443	-0,28
9	20	148	149.331	0
10	20	148	149.219	0
11	20	148	149.108	0
12	18,54	147,932	149.004	-0,068
13	21,46	147,289	148.884	-0,643
14	20	147	148.772	-0,289
15	20	147	148.66	0
16	20	147	148.548	0
17	10,54	147	148.489	0
18	9,46	147	148.437	0
19	20	147	148.325	0
20	20	147	148.213	0
21	20	147,38	148.101	0,38
22	20	148	147.989	0,62
23	20	148	147.877	0

24	20	148	147.766	0
25	20	148	147.654	0
26	20	148	147.542	0
27	20	148	147.43	0
28	20	148	147.318	0
29	20	148	147.206	0
30	20	147,475	147.095	-0,525
31	20	147,083	146.983	-0,392
32	20	146,978	146.871	-0,105
33	20	147,022	146.759	0,044
34	20	146,985	146.647	-0,037
35	20	146,827	146.535	-0,158
36	20	146,929	146.423	0,102
37	20	146,948	146.312	0,019
38	22,07	146,793	146.2	-0,155
39	17,93	146,731	146.076	-0,062
40	20	146,966	145.976	0,235
41	10	143,722	145.864	-3,244
42	10	143,29	145.808	-0,432
43	12,07	144,693	145.752	1,403
44	27,93	144,89	145.685	0,197
45	20	145,489	145.553	0,599
46	20	145,351	145.491	-0,138
47	20	146,326	145.455	0,975
48	20	144,821	145.446	-1,505
49	20	144	145.463	-0,821
50	20	144	145.507	0
51	15,5	144	145.578	0
52	24,5	144	145.651	0
53	25	144,066	145.8	0,066
54	15	143,981	145.974	-0,085

55	20	143,984	146.079	0,003
56	20	143,905	146.219	-0,079
57	20	144,493	146.359	0,588
58	20	145,518	146.499	1,025
59	18,92	145,505	146.639	-0,013
60	21,08	145,889	146.771	0,384
61	20	145,823	146.908	-0,066
62	20	145,772	147.021	-0,051
63	8,92	145,605	147.118	-0,167
64	11,08	145,733	147.155	0,128
65	20	145,658	147.197	-0,075
66	20	145,578	147.26	-0,08
67	20	145,607	147.307	0,029
68	20	145,54	147.336	-0,067
69	20	145,567	147.349	0,027
70	20	145,656	147.346	0,089
71	20	145,866	147.326	0,21
72	20	145,851	147.289	-0,015
73	20	145,952	147.235	0,101
74	20	146,178	147.165	0,226
75	20	146,439	147.078	0,261
76	20	146,454	146.982	0,015
77	20	146,814	146.919	0,36
78	20	146,532	146.895	-0,282
79	20	146,388	146.912	-0,144
80	20	146,526	146.969	0,138
81	20	146,618	147.062	0,092
82	26,12	146,607	147.162	-0,011

83	13,88	146,645	147.293	0,038
84	20	146,912	147.362	0,267
85	20	146,857	.462	-0,055
86	20	146,983	147.562	0,126
87	20	146,794	147.662	-0,189
88	20	146,672	147.762	-0,122
89	20	146,771	147.862	0,099
90	20	146,913	147.962	0,142
91	20	146,65	148.062	-0,263
92	20	146,099	148.162	-0,551
93	25	145,339	148.262	-0,76
94	15	144,665	148.37	-0,674
95	20	144,382	148.623	-0,283
96	20	144,301	148.85	-0,081
97	20	145	149.239	0,699
98	21,26	145,431	149.729	0,431
99	18,74	146,606	150.319	1,175
100	20	147,99	151.055	1,384
101	20	149,371	151.798	1,381
102	20	150,787	152.688	1,416
103	20	152,285	153.67	1,498
104	20	153,648	154.67	1,363
105	20	154,974	155.67	1,326
106	20	155,98	156.67	1,006
107	20	157,165	157.67	1,185
108	20	158,245	158.67	1,08
109	20	159,349	159.67	1,104

110	20	160,752	160.67	1,403
111	20	162,796	161.67	2,044
112	20	165,036	162.67	2,24
113	20	167,507	163.663	2,471
114	20	169,422	164.62	1,915
115	16,39	171,126	165.537	1,704
116	23,61	171,597	166.414	0,471
117	20	171,754	167.103	0,157
118	20	171,979	168.048	0,225
119	20	172,449	168.805	0,47
120	20	173,341	169.522	0,892
121	20	174,062	170.199	0,721
122	20	174,917	170.836	0,855
123	20	145,077	171.433	-29,84
124	20	175,394	171.99	30,317
125	20	175,477	172.507	0,083
126	20	175,698	172.984	0,221
127	20	176,075	173.421	0,377
128	20	176,604	173.818	0,529
129	20	177,871	174.175	1,267
130	20	179,279	174.492	1,408
131	16,86	180,329	174.769	1,05
132	20.8	180,635	175.006	0,306
133	20	181,185	175.175	0,55
134	20	181,256	175.36	0,071
135	20	181,471	175.477	0,215
136	20	181,675	175.554	0,204
137	20	180,966	175.591	-0,709
138	20	180,718	175.588	-0,248

139	20	180,462	175.545	-0,256
140	20	179,844	175.462	-0,618
141	20	179,161	175.339	-0,683
142	20	178,435	175.176	-0,726
143	10,26	175,264	174.973	-3,171
144	9,74	172,573	174.854	-2,691
145	20	174,038	174.854	1,465
SOMME				
E	2797.66	/	/	24,038

Tableau II.III.3 : dénivelé de profil "variante 01 ".

- $\Sigma \Delta H = 24,038$ m ;
- $\Sigma \text{Distance} = 2797.66$ m ;

$$D_c = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{Distance}} = \frac{24.038}{2797.66} = 0.008592$$

➔ **Dc=0.8585 %**

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	plat	Dc<1.5%
2	Plat mais inondable	Dc=1.5%
3	Terrain vallonné	1.5%<Dc≤4%
4	Terrain montagneux	Dc>4%

Tableau II.III.4 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01 "

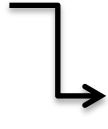
On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief :



Terrain plat

B)-Sinuosité :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire (la longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m).



$$\sigma = \frac{L_s}{L_T}$$

Avec :

- L_s : la somme des développées des rayons inférieurs ou égale à 200m ($R \leq 200m$).
- L : la longueur total de la route.

Alors $L_s=0$ si aucun rayon n'est inférieur a 200m.

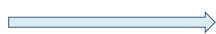
Donc $\sigma=0$;

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant) :

N°	N° Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma < 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma < 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

Tableau II .III.5: Sinuosité "variante 01 "

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité faible**.

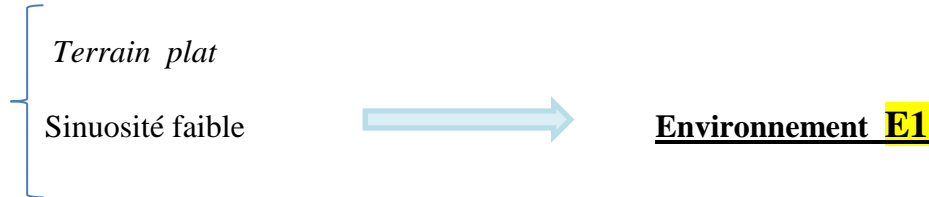
**Environnement de la route :**

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau II.III.6 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité "variante 01 "

Dans notre cas, nous avons :



II.2.1.5 La vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

La catégorie de notre tronçon est **CAT1** et environnement **E1** (Voir Tableau III.7)

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
Cat 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat 5	80-60-40	60-40	40

Tableau II.III.7 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "variante 01 "

à partir du **tableau II.III.5**

La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr =100 Km/h**

II.2.1.6 Stabilité en courbe :

✓ *Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :*

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{min}	-2,50%	2,50%	-3%	-3%	-4%
d_{max}	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau II.III.8: Devers en fonction de l'environnement.

✓ Détermination du coefficient transversal f_t :

Vr	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.22	0.16	0.13	0.11	0.1	0.1
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

Tableau II.III.9 : Valeur du coefficient f_t .

✓ Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie :

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Tableau II.III.10 : Valeur du coefficient « F'' ».

✓ Tableau récapitulatif :

Vitesse réf	dmax	dmin	d=dmax-2%	F_t	f''
100km/h	7%	2.5%	5%	0.11	0.06

▪ Détermination des rayons en plan :

❖ Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

$$RHm = \frac{100^2}{127(0.11 + 0.07)} \longrightarrow RHm = 437m$$

❖ Le rayon minimal normal (RHN) :

$$RHN = \frac{(100 + 20)^2}{127(0.1 + 0.05)} \longrightarrow \boxed{RHn = 756 \text{ m}}$$

❖ Le rayon au devers minimal RHd :

$$RHd = \frac{100^2}{127(2 \times 0.025)} \longrightarrow \boxed{RHd = 1575 \text{ m}}$$

❖ Le rayon non déversé RHnd :

$$RHnd = \frac{100^2}{127(0.06 - 0.025)} \longrightarrow \boxed{RHnd = 2250 \text{ m}}$$

1) Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers B40, pour un environnement E1 et une catégorie C1 et une vitesse de base $VB = 100 \text{ km/h}$ on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	437	450
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	756	650
	RHd (2.5 %)	1575	1600
Rayon horizontal déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	2250	2200
Rayon horizontal non déversé (m)			

2) Choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

A partir du tracé de la variante 1, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

Rayons Choisis(m)	
R1	500
R2	600
R3	2000
R4	2500

II.2.1.7 Détermination des éléments des raccordements circulaire :

Tableau des résultats

Virage	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
1	110,2	11,99	11,7	216,84
2	177,07	25,85	24,53	344,38
3	256,8	16,42	16,28	510,82
4	113,96	2,59	2,593	227,77

Tableau II.III.11: Eléments des raccordements circulaires "variante 1"

- *Longueur totale des alignements droits : Lad*

$$LAd = AT1 + T'1T2 + T'2T3 + T'3T4 + T'4B$$

$$Lad = 135.35 + 431.11 + 377.25 + 320 + 235.14 \text{ m} \quad \Longrightarrow \quad Lad = 1498.85 \text{ m}$$

- *Longueur totale des arcs de cercles : Lc*

$$Lc = D1 + D2 + D3 + D4$$

$$Lc = 216,84 + 344,38 + 510,82 + 227,77 \quad \Longrightarrow \quad Lc = 1299,81 \text{ m}$$

- *Longueur totale du tronçon : LT*

$$LT = Lad + Lc$$

$$LT = 1498.85 + 1299,81 \quad \Longrightarrow \quad LT = 2798.66 \text{ m}$$

- *Pourcentage Alignement droit :*

$$\% \text{ alig_Droit} = 54 \%$$

- *Pourcentage Courbe :*

$$\% \text{ courbe} = 46 \%$$

III.2.1.8 Cubatures Approchées :

Profil n°	Abscisse (m)	Longueur d'application (m)	surface de Déblais (m ²)	volum de Déblais (m ³)	surface de Remblais (m ²)	volum de Remblais (m ³)
P1	0	12,488	28.5	524.21	0	0
P2	24,98	24,98	15.25	542.76	0	0
P3	40	15,02	5.35	153.87	2.48	19.01
P4	60	20	7.3	122.54	4.57	72.19
P5	80	20	9.8	166.09	2.85	76.15

P6	100	20	7.8	171.76	1.46	44.27
P7	120	20	1.45	90.48	9.13	106.97
P8	140	20	0.17	15.61	18.5	279.55
P9	160	20	1.5	16	15.41	344.18
P10	180	20	2.49	38.41	12.18	280.65
P11	200	20	3.49	57.74	9.18	218.71
P12	218,54	18,54	0	31.27	10.16	182.77
P13	240	21,46	0	0	29.98	432.84
P14	260	20	0	0	28.67	588.25
P15	280	20	0	0	22.69	514.46
P16	300	20	0	0	16.83	395.18
P17	310,54	10,54	0	0	13.8	161.44
P18	320	9,46	0	0	11.94	121.79
P19	340	20	0.07	0.65	8.1	200.49
P20	360	20	2.4	24.67	4.75	0
P21	380	20	22.3	247	0	0
P22	400	20	46.52	688.18	0	0
P23	420	20	51.24	977.56	0	0
P24	440	20	55.99	1072.24	0	0
P25	460	20	60.78	1167.68	0	0
P26	480	20	65.61	1263.86	0	0
P27	500	20	70.47	1360.8	0	0
P28	520	20	75.38	1458.49	0	0
P29	540	20	78.83	1542.1	0	0
P30	560	20	62.61	1414.41	0	0
P31	580	20	50.67	1132.72	0	0
P32	600	20	53.29	1039.53	0	0
P33	620	20	59.08	1123.64	0	0
P34	640	20	61.12	1201.97	0	0
P35	660	20	58.93	1200.56	0	0
P36	680	20	65.64	1245.7	0	0
P37	700	20	71.41	1370.45	0	0
P38	722,07	22,07	70.91	1423.22	0	0
P39	740	17,93	73.8	1596.85	0	0
P40	760	20	51.93	1127.15	21.47	192.47
P41	770	10	1.82	537.48	46.84	683.09

P42	780	10	2.66	22.41	54.86	508.5
P43	792,07	12,07	28.83	157.49	32.07	434.64
P44	820	27,93	38.36	397.12	28.45	372
P45	840	20	45.03	1140.07	16.79	645.36
P46	860	20	50.2	933.35	18.49	360.66
P47	880	20	56.99	1054.41	4.44	234.51
P48	900	20	13.24	692.5	1.38	59.76
P49	920	20	0	130.18	20.84	224.35
P50	940	20	0	0	21.21	423.61
P51	955,5	15,5	0	0	23.49	449.66
P52	980	24,5	0	0	26.16	386.73
P53	1005	25	0	0	33.17	730.75
P54	1020	15	0	0	39.02	906.26
P55	1040	20	0	0	42.57	613.96
P56	1060	20	0	0	50.99	938.89
P57	1080	20	0	0	39.45	908.29
P58	1100	20	6.52	63.85	18.9	589.24
P59	1118,92	18,92	7.85	140.64	14.28	337.84
P60	1140	21,08	4.8	117.04	2.43	160.8
P61	1160	20	2.3	73.26	5.06	79.81
P62	1180	20	0.29	25.51	8.13	132.46
P63	1188,92	8,92	0.12	4.11	14.09	222.23
P64	1200	11,08	2.75	12.77	11.21	112.85
P65	1220	20	4.23	38.63	13.89	139.02
P66	1240	20	0	42.27	20.26	341.49
P67	1260	20	0	0	21.07	413.29
P68	1280	20	0	0	23.52	445.96
P69	1300	20	0	0	22.62	461.39
P70	1320	20	0	0	20.71	433.31
P71	1340	20	0	0	13.85	345.68
P72	1360	20	1.78	17.85	10.06	239.19
P73	1380	20	1.88	36.69	7.02	170.84
P74	1400	20	5.94	78.29	1.52	85.37
P75	1420	20	19.02	249.62	0	15.18
P76	1440	20	25.5	445.15	0	0
P77	1460	20	35.43	609.26	0	0

P78	1480	20	29.91	653.35	0	0
P79	1500	20	24.6	545.04	0	0
P80	1520	20	26.56	511.58	0	0
P81	1540	20	27.53	540.87	0	0
P82	1566,12	26,12	25.17	527	0	0
P83	1580	13,88	21.69	612.07	0	0
P84	1600	20	22.17	304.34	0	0
P85	1620	20	22.09	442.57	0	0
P86	1640	20	19.84	419.32	0	0
P87	1660	20	11.17	310.14	0	0
P88	1680	20	7.81	189.85	1.85	18.48
P89	1700	20	5.97	137.89	1.89	37.37
P90	1720	20	5.81	117.88	2.22	41.12
P91	1740	20	2.62	84.33	12.3	145.26
P92	1760	20	0	26.2	35.17	474.69
P93	1785	25	0	0	62.74	979.08
P94	1800	15	0	0	90.64	1533.8
P95	1820	20	0	0	121.75	2654.74
P96	1840	20	0	0	130.6	1892.78
P97	1860	20	0	0	120.33	2509.35
P98	1881,26	21,26	0	0	120.13	2404.61
P99	1900	18,74	0	0	101.18	2213.04
P100	1920	20	0	0	75.51	1877.94
P101	1940	20	0	0	50.87	1184.42
P102	1960	20	0	0	30.53	814
P103	1980	20	0.05	0.47	10.81	413.4
P104	2000	20	6.6	66.45	1.86	126.74
P105	2020	20	15.41	220.03	0	18.62
P106	2040	20	18.68	340.82	0.56	5.59
P107	2060	20	26.71	453.9	6.82	73.84
P108	2080	20	33.13	598.46	8.93	157.59
P109	2100	20	39.82	729.54	0	89.35
P110	2120	20	55.7	955.2	0	0

P111	2140	20	95.75	1514.46	0	0
P112	2160	20	123.73	2194.82	0	0
P113	2180	20	185.88	3096.18	0	0
P114	2200	20	230.97	4168.57	0	0
P115	2216,39	16,39	274.02	5049.96	0	0
P116	2240	20,27	257.34	5313.65	0	0
P117	2260	20	227.52	3974.02	0	0
P118	2280	20	200.73	5055.02	0	0
P119	2300	20	196.66	3973.97	0	0
P120	2320	20	205.79	4024.48	0	0
P121	2340	20	209.26	4150.47	0	0
P122	2360	20	218.19	4274.55	0	0
P123	2380	20	199.6	4177.95	0	0
P124	2400	20	181.86	3814.63	0	0
P125	2420	20	161.51	4433.68	0	0
P126	2440	20	145.67	3071.73	0	0
P127	2460	20	140.07	2857.4	0	0
P128	2480	20	148.86	2889.29	0	0
P129	2500	20	190.75	3396.06	0	0
P130	2520	20	244.97	4357.25	0	0
P131	2536,86	16,86	291.64	5366.17	0	0
P132	2560	23,14	299.44	5910.79	0	0
P133	2580	20	311.09	5447.86	0	0
P134	2600	20	309.9	7183.73	0	0
P135	2620	20	311.19	6210.88	0	0
P136	2640	20	311.83	6230.22	0	0
P137	2660	20	277.07	5889.05	0	0
P138	2680	20	262.96	5400.34	0	0
P139	2700	20	245.88	5088.43	0	0
P140	2720	20	220.6	4664.78	0	0

P141	2740	20	190.57	4111.71	0	0
P142	2760	20	160.73	3513.03	0	0
P143	2770,26	10,26	70.84	2315.68	26.34	263.69
P144	2780	9,74	53.47	637.83	46.91	375.85
P145	2796,66	20	53.26	519.64	14.39	298.44
Total			/	185695,73	/	38442,13

Tableau II.III.12: Cubatures approchées de la 'variante 01'

✚ Volume de déblai total : 185695,73 m3.

✚ Volume de remblai total : 38442,13 m3.

✚ Excès de déblai 147253,6 m3.

III.2.2. Etude de la variante 2 : (voire la figure 2 « Annexe »).**III.2.2.1 les coordonnées des sommets :**

x	y
241536,310	3982007,301
240928,831	3981880,955
239982,545	3981900,248
239453,607	3981493,538
238981,151	3981216,909

Tableau II.III.13 : les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 2"**III.2.2.2 Calcul de gisements et des angles au centre :**

pnt	dx	dy	gisemnt	angle	distance
A-S ₁	-607,479	-126,345	286,945	/	620,478
S ₁ -S ₂	-946,286	19,293	301,297	14,352	946,483
S ₂ -S ₃	-528,938	-406,71	258,269	43,028	667,224
S ₃ -B	-276,629	-276,629	266,278	8,009	547,483

Tableau II.III.14 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02 "

III.2.2.3 Environnement de la route :

A)- Dénivelée moyenne cumulée « H/L » :

Profil n°	Longueur d'application	Point d'axe			DH
		X	Y	Z	
P1	12,500	241536,310	3982007,301	147,441	
P2	25,000	241511,970	3982001,595	147,512	0,070
P3	25,000	241487,629	3981995,890	147,582	0,070
P4	25,000	241463,289	3981990,185	147,652	0,070
P5	25,000	241438,949	3981984,480	147,723	0,070
P6	25,000	241414,608	3981978,774	147,793	0,070
P7	25,000	241390,268	3981973,069	147,863	0,070
P8	25,000	241365,928	3981967,364	147,934	0,070
P9	25,000	241341,587	3981961,659	148,004	0,070
P10	25,000	241317,247	3981955,953	148,074	0,070
P11	25,000	241292,907	3981950,248	148,145	0,070
P12	25,000	241268,567	3981944,543	148,215	0,070
P13	25,000	241244,226	3981938,838	148,285	0,070
P14	25,000	241219,886	3981933,133	148,355	0,070
P15	25,000	241195,546	3981927,427	148,426	0,070
P16	25,000	241171,205	3981921,722	148,496	0,070
P17	25,000	241146,865	3981916,017	148,566	0,070
P18	25,000	241122,525	3981910,312	148,637	0,070
P19	25,000	241098,184	3981904,606	148,707	0,070
P20	23,139	241073,844	3981898,901	148,777	0,070
P21	12,500	241053,127	3981894,045	148,837	0,060
P22	14,361	241049,501	3981893,209	148,848	0,010
P23	25,000	241024,991	3981888,297	148,918	0,070
P24	25,000	241000,266	3981884,616	148,988	0,070
P25	25,000	240975,388	3981882,175	149,059	0,070
P26	23,295	240950,419	3981880,981	149,129	0,070
P27	12,500	240928,831	3981880,955	149,190	0,061
P28	14,205	240925,421	3981881,025	149,199	0,010
P29	25,000	240900,427	3981881,534	149,270	0,070
P30	25,000	240875,432	3981882,044	149,340	0,070
P31	25,000	240850,437	3981882,553	149,410	0,070
P32	25,000	240825,442	3981883,063	149,481	0,070
P33	25,000	240800,447	3981883,573	149,551	0,070
P34	25,000	240775,453	3981884,082	149,621	0,070
P35	25,000	240750,458	3981884,592	149,692	0,070

P36	25,000	240725,463	3981885,101	149,762	0,070
P37	25,000	240700,468	3981885,611	149,832	0,070
P38	25,000	240675,473	3981886,120	149,903	0,070
P39	25,000	240650,479	3981886,630	149,973	0,070
P40	25,000	240625,484	3981887,140	150,043	0,070
P41	25,000	240600,489	3981887,649	150,114	0,070
P42	25,000	240575,494	3981888,159	150,184	0,070
P43	25,000	240550,499	3981888,668	150,254	0,070
P44	25,000	240525,504	3981889,178	150,324	0,070
P45	25,000	240500,510	3981889,688	150,395	0,070
P46	25,000	240475,515	3981890,197	150,465	0,070
P47	25,000	240450,520	3981890,707	150,535	0,070
P48	25,000	240425,525	3981891,216	150,606	0,070
P49	25,000	240400,530	3981891,726	150,676	0,070
P50	25,000	240375,536	3981892,236	150,746	0,070
P51	25,000	240350,541	3981892,745	150,817	0,070
P52	25,000	240325,546	3981893,255	150,887	0,070
P53	25,000	240300,551	3981893,764	150,957	0,070
P54	15,136	240275,556	3981894,274	151,028	0,070
P55	12,500	240270,286	3981894,381	151,043	0,015
P56	22,364	240250,559	3981894,540	151,098	0,055
P57	25,000	240225,565	3981894,043	151,168	0,070
P58	25,000	240200,598	3981892,765	151,239	0,070
P59	25,000	240175,684	3981890,707	151,309	0,070
P60	25,000	240150,846	3981887,872	151,379	0,070
P61	25,000	240126,109	3981884,262	151,458	0,078
P62	25,000	240101,497	3981879,881	151,575	0,117
P63	25,000	240077,034	3981874,734	151,734	0,159
P64	25,000	240052,744	3981868,824	151,934	0,200
P65	25,000	240028,650	3981862,158	152,176	0,242
P66	25,000	240004,776	3981854,743	152,460	0,284
P67	25,000	239981,145	3981846,586	152,786	0,326
P68	25,000	239957,781	3981837,694	153,153	0,367
P69	25,000	239934,706	3981828,076	153,562	0,409
P70	25,000	239911,943	3981817,743	154,012	0,451
P71	25,000	239889,514	3981806,703	154,505	0,492
P72	25,000	239867,440	3981794,967	155,039	0,534
P73	25,000	239845,745	3981782,548	155,614	0,576
P74	25,000	239824,447	3981769,457	156,232	0,617
P75	25,000	239803,570	3981755,706	156,891	0,659
P76	25,000	239783,132	3981741,311	157,591	0,701

P77	19,967	239763,154	3981726,283	158,334	0,742
P78	22,500	239757,011	3981721,462	158,574	0,240
P79	21,096	239743,539	3981710,783	159,118	0,544
P80	25,000	239723,948	3981695,253	159,944	0,826
P81	25,000	239704,357	3981679,722	160,812	0,868
P82	25,000	239684,766	3981664,192	161,721	0,909
P83	25,000	239665,175	3981648,662	162,672	0,951
P84	25,000	239645,583	3981633,132	163,665	0,993
P85	25,000	239625,992	3981617,601	164,700	1,035
P86	25,000	239606,401	3981602,071	165,776	1,076
P87	23,517	239586,810	3981586,541	166,895	1,118
P88	12,500	239569,543	3981572,853	167,915	1,020
P89	23,983	239567,216	3981571,014	168,055	0,140
P90	25,000	239547,388	3981555,789	169,257	1,202
P91	25,000	239527,185	3981541,064	170,498	1,241
P92	25,000	239506,621	3981526,849	171,748	1,250
P93	25,000	239485,707	3981513,153	172,956	1,208
P94	18,811	239464,458	3981499,984	174,040	1,085
P95	12,500	239453,607	3981493,538	174,540	0,500
P96	18,689	239442,924	3981487,283	175,000	0,459
P97	25,000	239421,350	3981474,651	175,834	0,834
P98	25,000	239399,776	3981462,019	176,543	0,709
P99	25,000	239378,202	3981449,388	177,127	0,584
P100	25,000	239356,628	3981436,756	177,586	0,459
P101	25,000	239335,054	3981424,124	177,919	0,334
P102	25,000	239313,480	3981411,492	178,128	0,209
P103	25,000	239291,906	3981398,860	178,212	0,084
P104	25,000	239270,333	3981386,228	178,171	-0,041
P105	25,000	239248,759	3981373,596	178,004	-0,166
P106	25,000	239227,185	3981360,965	177,713	-0,291
P107	25,000	239205,611	3981348,333	177,297	-0,416
P108	25,000	239184,037	3981335,701	176,755	-0,541
P109	25,000	239162,463	3981323,069	176,132	-0,623
P110	25,000	239140,889	3981310,437	175,507	-0,625
P111	25,000	239119,315	3981297,805	174,882	-0,625
P112	25,000	239097,741	3981285,174	174,257	-0,625
P113	25,000	239076,167	3981272,542	173,632	-0,625
P114	25,000	239054,593	3981259,910	173,007	-0,625
P115	25,000	239033,019	3981247,278	172,382	-0,625
P116	25,000	239011,445	3981234,646	171,757	-0,625

P117	17,552	238989,871	3981222,014	171,132	-0,625
P118	5,052	238981,151	3981216,909	171,095	-0,037
La somme	2810.049	/	/	/	23,654

Tableau II).III.15 : dénivelé de profil ‘ variante 02 ’

- $\Sigma \Delta H = 23,654 \text{ m}$;
- $\Sigma \text{Distance} = 2810.049 \text{ m}$;

$$D_c = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{Distance}} = \frac{23,654}{2810.049} = 0.008417$$



$$D_c = 0.8417 \%$$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	plat	$D_c < 1.5\%$
2	Plat mais inondable	$D_c = 1.5\%$
3	Terrain vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
4	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

Tableau II.III.16 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée’ variante 02’

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief :



Terrain plat.

B)-Sinuosité :

$$\sigma = \frac{Ls}{LT}$$

Avec :

$Ls=0$ si aucun rayon n'est inférieur à 200m.

Donc $\sigma=0$;

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant) :

N°	N° Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma < 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma < 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

Tableau II).III.17 : Sinuosité ' variante 02'

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité faible**

→ **Environnement de la route :**

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau II.III.18 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité 'variante 02'

Dans notre cas, nous avons :



II.2.2.4 La vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

La catégorie de notre tronçon est **CAT1** et environnement **E1**

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
Cat 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat 5	80-60-40	60-40	40

Tableau II.III.19 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40' variante 02' .

à partir du **tableau III.19**

La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr = 100 Km/h**

II.2.2.5 Stabilité en courbe :

✓ **Tableau récapitulatif :**

Vitesse réf	dmax	dmin	d=dmax- 2%	Ft	f''
100km/h	7%	2.5%	5%	0.11	0.06

▪ Détermination des rayons en plan :

❖ **Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :**

$$RHm = \frac{100^2}{127(0.11 + 0.07)} \longrightarrow RHm = 437 \text{ m}$$

❖ Le rayon minimal normal (RHN) :

$$RHN = \frac{(100 + 20)^2}{127(0.1 + 0.05)} \longrightarrow \boxed{RHn = 756 \text{ m}}$$

❖ Le rayon au devers minimal RHd :

$$RHd = \frac{100^2}{127(2 \times 0.025)} \longrightarrow \boxed{RHd = 1575 \text{ m}}$$

❖ Le rayon non déversé RHnd :

$$RHnd = \frac{100^2}{127(0.06 - 0.025)} \longrightarrow \boxed{RHnd = 2250 \text{ m}}$$

1) Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers B40, pour un environnement E1 et une catégorie C1 et une vitesse de base $VB = 100 \text{ km/h}$ on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	437	450
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	756	650
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5 %)	1575	1600
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	2250	2200

2) Choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

A partir du tracé de la variante 1, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

Rayons Choisis (m)	
R1	700
R2	800
R3	1500

II.2.2.6 Détermination des éléments des raccordements circulaire :

Tableau des résultats

Virage	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
1	56,6	4,47	4,44	136,95
2	281,137	47,96	45,24	540,7
3	62,985	2,972	2,96	188,7

Tableau II.III.20 : Eléments des raccordements circulaires "variante 2 "

- Longueur totale des alignements droits : Lad

$$LAd = AT1 + T'1T2 + T'2T3 + T'3B$$

$$Lad = 525,278 + 632,301 + 239,226 + 547,483$$



$$Lad = 1944,288 \text{ m}$$

- *Longueur totale des arcs de cercles : Lc*

$$Lc = D1 + D2 + D3 + D$$

$$Lc = 136,95 + 540,7 + 188,7 \implies Lc = 866,35 \text{ m}$$

- *Longueur totale du tronçon : LT*

$$LT = Lad + Lc$$

$$LT = 1944,288 + 866,35 \implies LT = 2810,638 \text{ m}$$

- *Pourcentage Aligement droit*

$$\% \text{ alig_Droit} = 69 \%$$

- *Pourcentage Courbe*

$$\% \text{ courbe} = 31 \%$$

III.2.2.7 Cubatures Approchées :

Profil n°	Longueur d'application	surface de Déblais (m ²)	Volume de Déblais (m ³)	surface de Remblai (m ²)	Volume de Remblai (m ³)
P1	12,500	88,18	1908,78	0	0
P2	25,000	56,99	1451,74	0	0
P3	25,000	26,65	836,47	0	0
P4	25,000	2,86	295,12	7,39	73,94
P5	25,000	0	28,57	38,82	462,17
P6	25,000	0	0	82,06	1208,83
P7	25,000	0	0	154,26	2363,17
P8	25,000	0	0	232	3868,52
P9	25,000	0	0	297,79	5297,87
P10	25,000	0	0	327,48	6252,87
P11	25,000	0	0	368,7	6252,67

P12	25,000	0	0	341,2	6961,73
P13	25,000	0	0	318,72	7099,01
P14	25,000	0	0	310,79	6599,24
P15	25,000	0	0	298,53	60,93
P16	25,000	0	0	254,96	5534,89
P17	25,000	0	0	194,29	4492,5
P18	25,000	0	0	109,05	3033,42
P19	25,000	1,32	13,16	32,54	1415,84
P20	23,139	29,16	304,71	4,9	374,32
P21	12,500	30,95	652,15	3,32	89,09
P22	14,361	39,39	643,63	0	30,34
P23	25,000	47,29	866,71	0	0
P24	25,000	55,39	1031,43	0	0
P25	25,000	55,58	649,16	0	0
P26	23,295	225,28	3600,17	0	0
P27	12,500	230,16	3583,83	0	0
P28	14,205	251,42	4323,22	0	0
P29	25,000	174,63	3166,4	0	0
P30	25,000	107,49	3147,06	0	0
P31	25,000	66,61	1737,13	0	0
P32	25,000	55,1	1208,21	0	0
P33	25,000	46,75	1011,87	0	0
P34	25,000	13,94	603,12	4,16	42,17
P35	25,000	0	137,53	11,86	160,43
P36	25,000	4,27	43,53	7,43	191,35
P37	25,000	6,46	109,59	3,4	106,46
P38	25,000	5,58	131,88	2,89	66,27
P39	25,000	35,21	979,73	4,5	67,63
P40	25,000	30,19	959,8	6,81	111,86
P41	25,000	37,04	998,91	14,08	206,48
P42	25,000	45,13	1028,96	7,91	217,34
P43	25,000	50,91	1108,67	0	78,11
P44	25,000	85,39	2197,49	0	0
P45	25,000	88,11	2440,67	0	0
P46	25,000	91,81	2734,91	0	0
P47	25,000	93,17	2954,25	0	0
P48	25,000	95,29	2998,14	0	0
P49	25,000	100,94	3066,32	0	0
P50	25,000	101,79	3122,66	0	0
P51	25,000	105,37	3398,13	0	0
P52	25,000	115,7	3536,27	0	0
P53	25,000	86,63	2817,96	0	0

P54	15,136	72,04	2282,06	0	0
P55	12,500	59,16	1311,99	0	0
P56	22,364	60,93	1274,94	0	0
P57	25,000	50,25	1043,15	0	0
P58	25,000	11,28	615,28	0	0
P59	25,000	4,86	161,28	4,82	48,21
P60	25,000	1,7	65,55	14,23	190,53
P61	25,000	0	16,99	22,1	363,37
P62	25,000	0	275	29,97	520,71
P63	25,000	0	925,00	28,78	587,42
P64	25,000	74,44	1884,36	14,9	436,73
P65	25,000	78,54	1969,79	0,93	158,22
P66	25,000	85,67	2092,14	0	0
P67	25,000	86,61	2112,8	0	0
P68	25,000	84,48	2080,91	0	0
P69	25,000	89,15	2346,31	0	0
P70	25,000	91,75	2598,98	0	0
P71	25,000	88,7	1364,47	0	0
P72	25,000	100,31	1890,13	0	0
P73	25,000	51,62	1632,66	0	0
P74	25,000	65,29	1627,51	0	0
P75	25,000	11,27	355,54	0	0
P76	25,000	0,06	112,83	12,71	127,86
P77	16,404	0	0,34	24,88	217,39
P78	12,500	0	0	36,98	886,59
P79	21,096	0	0	33,79	711,85
P80	25,000	0	0	31,1	653,6
P81	25,000	0	0	25,9	575,01
P82	25,000	1,8	17,34	17,11	435,26
P83	25,000	11,18	126,18	5,44	229,47
P84	25,000	35,48	627,1	2,35	110,09
P85	25,000	56,33	561,7	0	15,04
P86	25,000	108,32	3297,59	0	0
P87	23,517	135,46	2236,45	0	0
P88	12,500	198,36	3309,33	0	0
P89	13,983	261,75	4562,07	0	0
P90	25,000	269,96	5279,39	0	0
P91	25,000	246,93	5139,15	0	0
P92	25,000	219,58	5468,1	0	0
P93	25,000	301,98	5261,15	0	0
P94	18,811	305,59	5261,15	0	0
P95	12,500	300,04	5124,37	0	0

P96	18,689	115,76	3382,13	0	0
P97	25,000	322,29	3697,91	0	0
P98	25,000	95,57	2447,93	0	0
P99	25,000	75,22	1995,46	5,43	54,47
P100	25,000	69,33	1850,03	13,96	193,96
P101	25,000	79,65	1855,00	17,59	316,36
P102	25,000	68,96	1854,28	4,36	220,82
P103	25,000	93,28	2026,8	0	43,95
P104	25,000	95,08	2402,63	0	0
P105	25,000	98,01	2942,99	0	0
P106	25,000	85,06	2334,43	0	0
P107	25,000	87,7	2423,41	0	0
P108	25,000	100,07	2376,23	0	0
P109	25,000	101,69	1356,7	0	0
P110	25,000	108,02	2084,23	0	0
P111	25,000	103,28	2102,06	0	0
P112	25,000	79,88	1827,51	0	0
P113	25,000	83,14	1628,04	0	0
P114	25,000	71,29	1542,32	0	0
P115	25,000	69,26	1403,28	0	0
P116	25,000	49,26	1178,15	0	0
P117	17,552	16,91	653,64	1,27	12,98
P118	5,052	2,37	188,62	11,67	131,37

Tableau II.III.21 : Cubatures approchées de la 'variante 02 '

✚ Volume de déblai total : 190 227,32 m³

✚ Volume de remblai total : 69960.71 m³

✚ Excès de déblai 120 266,61 m³.

III-2-3 Le choix de la variante :

Pour le choix de la variante, on adresse un tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux solutions étudiés.

Ce tableau tient compte plusieurs paramètres fort importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux conditions du projet.

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	V1	V2
Longueur totale de l'itinéraire	m	2 797,66	2 810,049	+	-
Pourcentage Alignement droit (de 40 à 60 %.)	%	54	69	+	-
Pourcentage courbe	%	46	31	+	-
Nombre de courbes	/	4	3	-	+
Quantité de déblai	m ³	185 695,73	190 227,32	+	-
Quantité de remblai	m ³	38 442,13	69 960,71	+	-
Déblai - Remblai	m ³	147 253,60	120 266 ,61	+	-

6

1

Tableau II.III.22 : Comparaison entre les deux variantes

III. 2.4 Conclusion :

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante plus avantageuse qui est **la variante N°1** car elle présente plus d'avantages que deuxième variante (voir le tableau ci –dessus).

Deuxième phase : Avant-projet Détaillé (APD)

Ensemble des études de base permettant de définir les caractéristiques principales d'un projet. Les études d'avant-projet détaillé permettent le lancement des études de détail.

Ce projet contient des pièces similaires à ceux l'APS mais plus détaillées (échelle 1/1000 et parfois 1/100) de telle manière qu'ils peuvent permettre de d'approcher le cout réel de l'ouvrage et peuvent servir aussi au lancement des appels d'offres.

Les travaux développés dans ce sens sont :

- *Implantation sur terrain de la variante optimum.*
- *Etude du tracé sur les nouveaux plans.*
- *Etablissement de toutes les pièces nécessaires à la réalisation du projet (tracé en plan, profils en long, profils en travers, ...).*

Chapitre IV
Profil En Long

Chapitre IV. : Profil En Long

IV. 1. Définition :

C'est une coupe longitudinale de terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et de raccordements circulaires, ou parabolique. Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants. La courbe de raccordement les plus courants utilisés est le parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

Les principes paramètres du choix d'un profil en long sont :

- Un bon écoulement des eaux pluviales
- Une limitation des déclivités suivant norme
- Un rayon de courbure minimum (condition de confort pour les angles rentrants et condition de visibilité pour les angles saillants).

IV.2 La ligne de projet (ligne rouge) :

Le profil en long donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permet de choisir la ligne du projet de façon à tenir en compte :

- Equilibrer les surfaces remblais et déblais et d'éviter les grands terrassements.
- Assurer une bonne visibilité
- Assurer un confort dynamique.
- Permettre l'évacuation des eaux en prenant des déclivités supérieures ou égales à 0.5%.

IV.3 Règles à respecter dans le tracé du Profil en Long:

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

- ✓ Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.

- ✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans Une pente du profil en long.
- ✓ Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des Déblais dans la partie de tracé neuve.
- ✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règle notamment.
- ✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- ✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- ✓ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

IV.4 Les éléments de composition du profil en long :

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

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

IV.5 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel; ces objectifs incite à :

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : $R \text{ vertical} > 6 \times R \text{ horizontal}$, pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible.

IV.6 Déclivité :

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 la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

A) Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

B)- Déclivité maximum :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m Elle dépend de :

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules.
- Vitesse minimale du poids lourd.

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Déclivité max (%)	8	7	6	5	4	4

Tableau II. IV.1: Valeur de déclivité maximale

Pour notre cas la vitesse **Vr = 100 km/h** donc la pente maximale **Imax = 5%**

Remarque : l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- ✓ Effort de traction est considérable.
- ✓ Consommation excessive de carburant
- ✓ Faibles vitesses.
- ✓ Gène des véhicules.

IV.7 Les raccordements en profil en long :

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

A)-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'oeil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité

❖ Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « $g/40$ (cat 1-2) et $g/30$ (Cat 3-4-5) », Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/R_v < g/40 \quad g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

$$\text{D'OU: } \left\{ \begin{array}{ll} R_v \geq 0,3 V^2 & \text{(cat. 1-2).} \\ R_v \geq 0,23 V^2 & \text{(cat 3-4-5).} \end{array} \right.$$

➔ Dans notre cas $R_v \text{ min} = 0.3 V^2$

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m) et V : vitesse de référence (km/h).

❖ **Condition de visibilité**

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

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

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

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

- **d** : Distance d'arrêt (m).
- **h₀** : Hauteur de l'oeil (m).
- **h₁** : Hauteur de l'obstacle (m).

Dans le cas d'une route unidirectionnelle :

$$h_0 = 1.1 \text{ m}, \quad h_1 = 0.15 \text{ m}$$

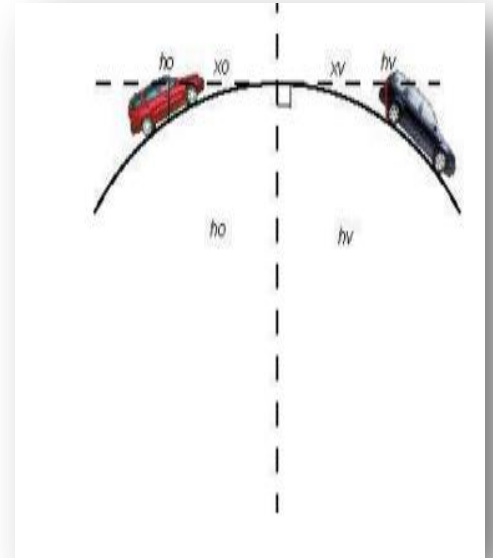
On trouve :

- $R_v = a d^2$ $a = 0.24$ pour cat 1-2
- $R_v = 0.24 d^2$

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base **Vb=100 (Km/h)** et pour la catégorie 1-2 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1	6 000
Min- normal	RVN1	12 000
Dépassement	RVD	20 000

Tableau II.IV.2 : Rayons convexes *angle saillant*. Cat1, V100



B)-Raccordements concaves (angle rentrant) :

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes, lorsque la route n'est pas éclairée la visibilité de nuit doit par contre être prise en compte.

Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec :

Rv' : rayon minimum du cercle de raccordement.

d1 : distance d'arrêt.

✓ $\frac{g}{40}$ pour la CAT 1-2.

❖ **Rayon minimal absolu :**

$$R_{vm} = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

❖ **Rayon minimal normal :**

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$RVN'_{vr} = RVM'(vr + 20).$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R' Vm	3 000
Min -normal	R'VN	4 200

Tableau II. IV.3 : Rayons concaves (angle rentrant). Cat1, V100

Condition esthétique :

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

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

Avec : **d** : changement des devers.
Rvmin : rayon vertical minimal.

IV. 8 Eléments nécessaires au calcul du profile en long :

Après la projection des pentes du profil en long on procède au calcul des coordonnées des points de tangence en coordonnées rectangulaires.

Avec :

- A et B** : extrémité du raccordement
- G** : milieu de raccordement situé sur la variante
- B** : bissectrice.
- P, Q** : deux points connus sur i_1, i_2
- Q** : centre du cercle de rayon R
- T** : tangente de part et l'autre du sommet
- X** : distance entre le sommet et un point P sur i_1
- S** : sommet ou point de changement de déclivité
- L** : distance entre les deux points

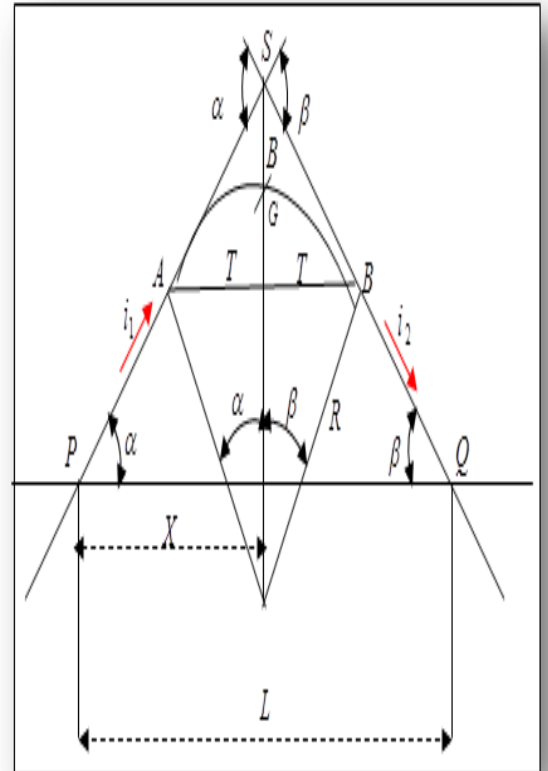


Figure II) IV.1 Eléments du profil en long

IV.9 Détermination pratiques du profil en long :

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

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

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

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

- 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

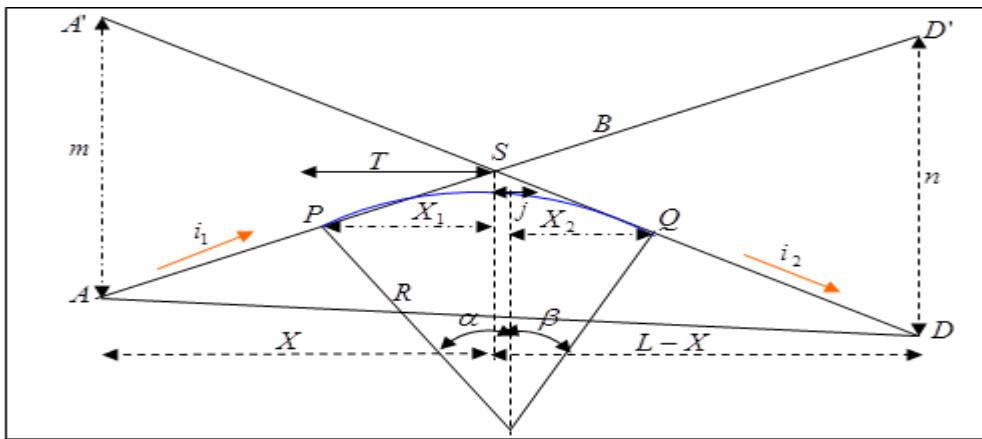


Figure II) IV.2 pratiques du profil en long

❖ Détermination de la position du point de rencontre (s) :

On a :

$$Z_A = Z_{D'} + Lp_2$$

$$m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_D = Z_{A'} + Lp_1$$

$$n = Z_D - Z_{D'}$$

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

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

$$S \begin{cases} XS = X + XA \\ ZS = p_1 X + ZA \end{cases}$$

❖ Calculs De La Tangente :

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

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

L'équation de la parabole est:

$$Y = \frac{X^2}{2R}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{T}{AS} \Rightarrow T = AS \cdot \cos \alpha_1$$

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right) = \frac{AS}{R} \Rightarrow AS = R \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$$\text{D'ou } \alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos \alpha_1$$

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 \quad \alpha_1 = p_1, \quad \operatorname{tg} \alpha_2 \quad \alpha_2 = p_2$$

$$T = R \cdot \left(\frac{p_1 + p_2}{2} \right)$$

$$\text{finalement : } T = R \cdot \left| \frac{\Delta p}{2} \right|$$

❖ Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :

$$LR = 2T$$

❖ Calcul De La Flèche :

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

❖ Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un Point courant M Sur La courbe :

$$M \begin{cases} HX = x^2/2R \\ ZM = ZB + X p - X^2/2R \end{cases}$$

IV.10 Application sur la variante choisie:



Catégorie	C1	
Environnement	E1	
Vitesse (km/h)	100	
Rayon en angle saillant RV 	Route unidirectionnelle :	(3x3voies)
	Rvm1 (minimal absolu) en m	6000
	Rvn1 (minimal normal) en m	12000
Rayon en angle rentrant RV 	Route unidirectionnelle :	(3x3voies)
	Rvm1 (minimal absolu) en m	3000
	Rvn1 (minimal normal) en m	4200
Déclivité maximale I_{max} (%)	5	

Tableau II. IV.3 .Caractéristique des rayons verticaux

1. Calcul des tangentes :

Les positions de T et T'sont données par rapport à l'intersection des pentes :

$$T = T' = \frac{R}{2} |\Delta P|$$

- Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$T = T' = \frac{Rv}{2} |P1 + P2|$$

- Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = \frac{Rv}{2} |P1 - P2|$$

Exemple :

Pour R = 15000 m

$$\left\{ \begin{array}{l} P = -0.6 \% \\ P' = 0.7 \% \end{array} \right. \longrightarrow \text{Déclivité de sens contraire}$$

$$T = T' = \frac{15000}{200} |-0.6 + 0.7| \longrightarrow T = 7.5 \text{ m}$$

2- Calcul de la flèche :

$$F = \frac{T^2}{2RV}$$

$$F = \frac{7.5^2}{2 * 15000} \longrightarrow F = 0.0019 \text{ m}$$

- Le tableau ci-dessus récapitule les résultats des calculs des tangentes, les flèches du projet et La longueur du raccordement verticale :

❖ **Tableau récapitulatif :**

Elément Sommet	P1 P2	Nature du rayon	Sens des pentes	Les rayons (m)	T (m)	F (m)
S1	-0.6 0.7	rentrant	diff sens	15000	7.5	0.0019
S2	0.7 -0.5	saillant	diff sens	24000	24	0.012
S3	-0.5 1.00	rentrant	diff sens	10000	25	0.031
S4	0.5 5.00	rentrant	diff sens	40000	900	10.125
S5	5.00 -1.8	saillant	diff sens	10000	160	1.28

TableauII. IV.4: les valeurs de tangente et la flèche

Chapitre V

LES Raccordements

Progressif

Chapitre V : Les raccords Progressif

V.1-Introduction :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la **Clothoïde** grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

V.2-Définition de la Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbe décroît d'une façon continue de l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul.

La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.
Parcourue à vitesse constante, la **Clothoïde** maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

Les éléments de la clothoïde :

- A : Paramètre de la clothoïde
- M : Centre de cercle
- R : Rayon de cercle
- K_A : Origine de la clothoïde
- K_E : Extrémité de la clothoïde
- L : longueur de la branche de la clothoïde
- ΔR : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)
- X_m : Abscisse du centre du cercle
- τ : Angle des tangentes
- X : Abscisse de K_E
- Y : Origine de K_E
- T_K : tangente courte
- T_L : tangente longue
- S_L : Corde ($K_A - K_E$)
- σ : Angle polaire

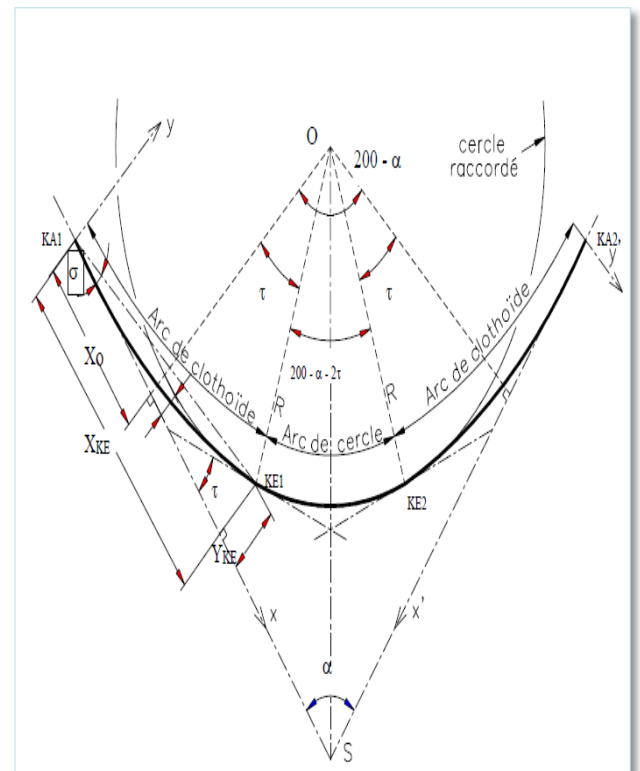


Figure II) V.1 : les éléments de la clothoïde

V.3 Propriétés de la clothoïde :

Le rayon de courbure d'une Clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie r , en un point donné P de la courbe.

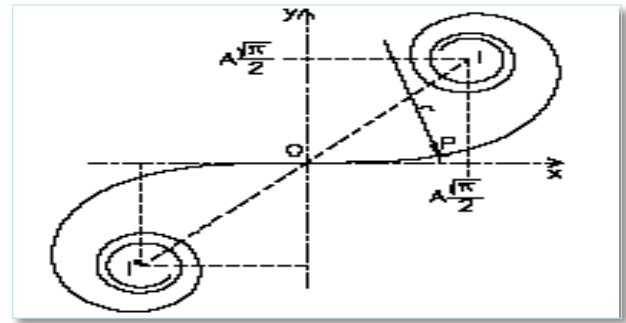


Figure II) V.2 : la propriété de

clothoïde

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r , en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r .

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = R.L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

V.4 Les conditions de raccordement :

V.4.1 Condition de confort optique :

Elle permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à 3° .

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

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

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

- Pour $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$
- Pour $1500 < R \leq 5000\text{m}$, $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = R/9$
- Pour $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit $L = 7,75 (R)^{1/2}$

V.4 .2 Condition de confort dynamique :

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

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

V_B : vitesse de base (Km/h).

R : le rayon (m).

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

V.4 .3 Condition de gauchissement :

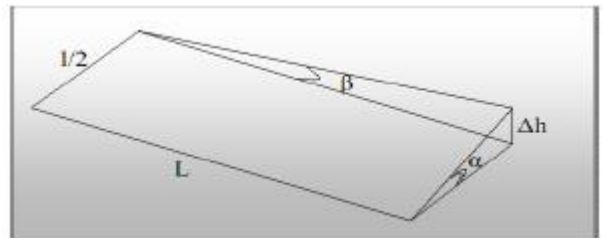
Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

$$L \geq (l \times \Delta d \times Vr)$$

L : Longueur de raccordement.

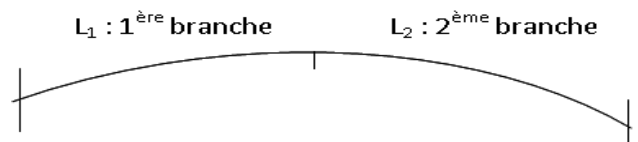
l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.



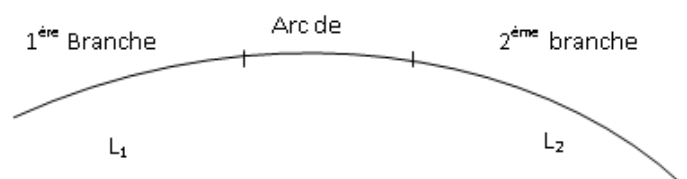
V.4 .4 La Vérification de non chevauchement :

$$\text{1}^{\text{er}} \text{ cas : } \tau = \frac{\beta}{2}$$



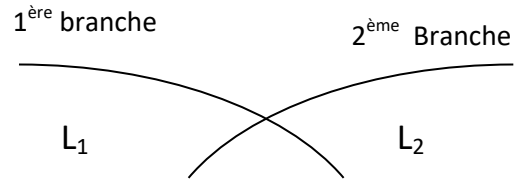
Clothoïde sans arc de cercle.

$$\text{2}^{\text{ème}} \text{ cas : } \tau < \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde avec arc de cercle.

$$\text{3}^{\text{ème}} \text{ cas : } \tau > \frac{\beta}{2}$$

**Clothoïde impossible.****V.5 Notion de devers :**

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

V.5 .1 Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à: **dmin = 2.5 %**

V.5 .2. Devers en courbe :

En courbe permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- Améliorer le guidage optique.

V.5.3. Rayon de courbure :

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{\min}	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
d_{\max}	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau II.V.1 : Devers

V.5 .4. Calcul des devers :

+ 1er cas :

Le rayon choisi : $R \geq R_{HNd}$ → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.

+ 2ème cas :

Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{HNd}$ → Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

+ 3ème cas :

Si $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

+ 4ème cas :

Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$\frac{d(R) - d(RHN)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}} = \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

Les rayons compris entre **RHd** et **RHnd** sont au devers minimal mais des rayons supérieur à **RHnd** peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

V.6 Application au projet:

V.6.1 Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie :

Rayons Choisis(m)	
R1	500
R2	600
R3	2000
R4	2500

Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
RHm (7 %)	437	450
RHN (5 %)	756	650
RHd (2.5 %)	1575	1600
RHnd (-2.5 %)	2250	2200

- R1 4ème cas : $RHm < R1 < RHN$ Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- R2 4ème cas : $RHm < R1 < RHN$ Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- R3 2ème cas : $RHd \leq R3 \leq RHNd$ Interpolation entre devers RHd et celui de RHNd
- R4 1er cas : Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.

<i>Devers associé d(R)</i>	
d(R1)	6.35 %
d(R2)	5.37 %
d(R3)	2.5 %
d(R4)	2.5 %

V.6.2 Calcul de la longueur de Clothilde et la vérification de non chevauchement :

Exemple pour $R=500$ m :

a- Condition d'optique :

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{Comme } R = 500 \text{ m} < 1500 \text{ m} \quad \Delta R = 1$$

$$L \geq \sqrt{24 * 500 * 1} \quad \longrightarrow \quad L_1 \geq 109,5445 \text{ m}$$

b- Condition de gauchissement :

$$L_2 \geq L \cdot \Delta d \cdot V_r \quad \text{Avec :} \quad \Delta d = df - di \quad \Delta d = 5 - (-2,5) \quad \Delta d = 7.5 \%$$

- $L = 32$ m
- $V_r = 100$ Km/ h

$$L_2 \geq 32 * 0.075 * 100 \quad \longrightarrow \quad L_2 \geq 240 \text{ m.}$$

c- Condition dynamique :

$$L_3 \geq \frac{100^2}{18} \left(\frac{100^2}{127.500} - 0.075 \right) \quad \mathbf{L_3 \geq 45.8222m}$$

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 240 \text{ m.}$$

N° Virages	Conditions							
	Optique	<i>gauchissement</i>	dynamique	Non Chevauchement				Remarques
	L1	L2	L3	τ (g)	$\beta/2$ (gr)	Lmax (m)	L choisie (m)	
1	109,5445	240	45.8222	4.45	13.807	240	242	
2	120	240	31.2408	3.71	18.268	240	242	P.de che
3	222.2222	160	5.9055	5.09	8.128	222.22	223	P.de che
4	277.7777	176	13.0577	4.080	2.898	277.77	280	che

Tableau II. V.2 : Longueur de la clothoïde

V.6.3 : Calcul des paramètres des deux clothoïde :

Paramètre de la clothoïde		Virage1	Virage2	Virage3
R	Rayon (m)	500	600	2000
L	Longueur de la clothoïde (m)	242	242	223
$A = \sqrt{R.L}$	Paramètre de la clothoïde (m)	347.8505	381.0511	676.8323
$\alpha = 200 - \beta$	Angle au sommet (gr)	172.386	163.464	183.744
$\beta = 200 - \alpha$	Angle au centre (gr)	27,614	36,536	16,256
$\tau = L/2.R$	Angle des tangentes (gr)	15.406	12.8384	3.5491
$\gamma = 200 - \alpha - 2 \tau$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	3.198	10.8592	9.164
$XKE = L - (L^3/40.R^2)$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	243.4117	241.0157	222.9306
$YKE = L^2/6.R$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	19.5213	16.2677	4.1440

$\Theta = \arctg(YKE/XKE)$	Angle Polaire (gr)	5.0947	4.2904	1.1832
$L_{\text{cercle}} = \pi.R.\Theta/200$	Long ,de la partie circulaire (m)	40.0136	40.4360	37.1713
$SL = \sqrt{(XKE^2 + YKE^2)}$	Longueur de la corde KA-KE (m)	244.1932	241.5640	222.9691
$X_o = XKE - R.\sin \tau$	Abscisse du centre (m)	123.5908	120.8351	111.4900
$Y_o = YKE + R.\cos \tau$	Ordonnées du centre (m)	504.9551	604.1083	2001.0368
KA-O	Distance Ka-cente (m)	519.8599	616.0746	2004.1402
$\Delta R = L^2/24.R$	Ripage (m)	1.004	1.006	1.03
$D_{\text{cercle}} = \pi R \gamma / 200$	Developpée de cercle	25.117	102.4397	287.8955
$DT = 2L + D_{\text{cercle}}$	Développée totale (m)	509.117	586.4397	733.8955
$TK = YKE / \sin \tau$	Tangente longue (m)	81.4603	81.2162	74.3751
$TL = XKE - (YKE / \cos \tau)$	Tangente courte (m)	223.3045	224.4111	218.7801
Bissectrice	Bissectrice (m)	11,99	25,85	16,42

Tableau II.V.3: Paramètres de clothoïde

Chapitre VI
Etude Du Trafic

Chapitre VI : Etude Du Trafic

VI.1 –Introduction :

Une étude de trafic est une étape très importante qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic, caractérisé par le trafic journalier moyen annuel (TJMA), et d'autre part, l'agressivité des véhicules poids lourds définie par le nombre de poids lourds circulant sur le tronçon de route étudié.

En réponses à ces insuffisances une réhabilitation du tronçon étudié a été envisagée en vue d'améliorer l'offre de transport et assurer une meilleur sécurité et fluidité de trafic.

Le trafic à prendre en compte pour un projet constitue une des données de base pour la définition des caractéristiques géométriques de la route ainsi que pour le dimensionnement de la chaussée.

Il décrit la méthodologie de l'enquête, les comptages du trafic, l'analyse des résultats et leur projection.

- ✓ P1 : Véhicule particulier.
- ✓ P2 : Taxis.
- ✓ P3 : camionnette.
- ✓ P4 : Camion à 2 essieux.
- ✓ P5 : Camion à 3 essieux.
- ✓ P6 : Autobus.
- ✓ P7 : Tracteur.

VI.2 Analyse de trafic :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi d'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

VI.3 Mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : sont permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : sont permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

a) comptages : (technique n'identifiant pas les véhicules)

- Comptages manuels
- Comptages automatiques
- Comptages directionnels
- Comptage directionnel par numéro de voiture ou film

❖ compactages manuels :

Ils sont réalisés par les enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (**T.M.J.A**).

❖ Comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

❖ compactages directionnels :

Le comptage directionnel de trafic se fait aux intersections gérées par priorités, aux carrefours à feux et aux giratoires. Il permet de déterminer les flux en fonction de leur direction.

b) Enquêtes simplifiées :

- ❖ Enquêtes par relève minéralogique
- ❖ Enquêtes par cartes
- ❖ Enquêtes papillons

c) Enquêtes complètes :

- ❖ Enquêtes par interview le long de la route
- ❖ Enquête par interview à domicile ou enquêtes ménages

VI.4 Différents types de Trafic :

VI.4.1 Trafic normal :

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

VI.4.2 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 d'atteindre la même destination.

VI.4.3 Trafic induit :

C'est le trafic des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

VI.4.4 Trafic total :

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

VI.5 Calcul de la capacité :

VI.5.1 Définition de la capacité :

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend:

- ✓ Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- ✓ Des conditions météorologiques.
- ✓ Des caractéristiques géométriques de la route.

VI.5.2 Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

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

avec :

$TJMA_0$: le trafic à l'année zéro.

$TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.

τ : le taux de croissance annuel du trafic.

VI.5.3 Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp). Le trafic effectif est donné par la relation :

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

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon.

Z : pourcentage de poids lourds (%)

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

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

Tableau II.VI.1 coefficient d'équivalence "p" (selon le B40)

VI.5.4 débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif a l'horizon **h** , il est exprimé en (uvp) et donné par formule :

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

Avec :

n : nombre d'heure, (en général **n=8heures**)

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

Q : est exprimé en UVP/h

VI.5.5 Débit horaire admissible :

Le débit horaire admissible est le nombre de véhicules toléré pouvant passer en un point donné pendant une heure, il est déterminé par la formule suivante :

$$Q_{adm} = K1 + K2 \times Cth \text{ (uvp/h)}$$

Avec :

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

- Valeur de K1 :

Environnement	E1	E2	E3
K ₁	0.75	0.85	0.90-0.95

Tableau II.VI.2 : Coefficient « K1 »

- Valeurs de K2:

Env et CAT	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II.VI.3 : Coefficient « K2 »

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

Tableau II. VI.4 : valeurs de C_{th} capacité théorique du profil en travers en régime stable

VI.5.6 Déterminations du nombre des voies :

Le nombre de voies de circulation est variable selon le volume de circulation projeté à terme et les niveaux de services attendus.

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

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

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

On nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport :

$$N = S \cdot Q / Q_{adm}$$

Avec :

n : le nombre de voie.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

S : coefficient dissymétrie, en général = 2/3.

VI.6. Application au projet:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP d'Ouargla qui sont suivants :

- Le trafic à l'année de compactage 2017 $TJMA_{2017} = 17780$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$
- La vitesse de base sur le tracé $V_b = 100$ km/h
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 30\%$
- $n = 3$ ans (étude + réalisation)
- L'année de mise en service sera en **2020**
- Environnement – Catégorie **C1**
- La durée de vie estimée de **15 ans**
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : **p=2.**

VI.6.1 Projection future de trafic :

- L'année de mise en service (2017)

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

Avec : T_n : trafic à l'horizon (année de mise en service 2020)

T_0 : trafic à l'année zéro (origine 2017)

$$TMJA_{2020} = 17780 (1 + 0.04)^3 = 20000 \text{ v/j}$$

Donc :

$$T_1 = 20000 \text{ v/j}$$

- Trafic à l'année horizon (2035) pour une durée de vie de 15 Ans :

$$TMJA_{2035} = 20000(1 + 0.04)^{15} = 36019 \text{ v/j}$$

Donc :

$$TMJA_{2035} = 36019 \text{ v/j}$$

VI.6.2 Calcul du trafic effectif :

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

Avec

- **P** : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E1 on a $P=2$.
- **Z**: le pourcentage de poids lourds est égal à 30 %.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.30) + (2 \times 0.30)] \times 36019 = 46825 \text{ uvp/j}$$

Donc :

$$T_{\text{eff}} = 46825 \text{ v/j}$$

VI.6.3 Débit de pointe horaire normal :

➤ **Année de mise en service :**

$$Q \text{ (uvp/h)} = 0,12 \times 46825 = 5619 \text{ uvp/h}$$

VI.6.4 La capacité admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times C_{\text{th}}$$

Avec :

K1 : coefficient correcteur pris égale à 0.75 pour E1 et Cat 1.

K2 : coefficient correcteur pris égale à 1 pour E1.

Cth : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour les routes à chaussées séparées.

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 1800$$

Donc :

$$Q_{\text{adm}} = 1350 \text{ uvp/j}$$

VI.6.5 : Le nombre des voies :

$$N = (2/3) \times \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

$$N = \left(\frac{2}{3} \right) \times \left(\frac{5619}{1350} \right) = 2.78$$

Donc : N = 3 voies /sens

Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

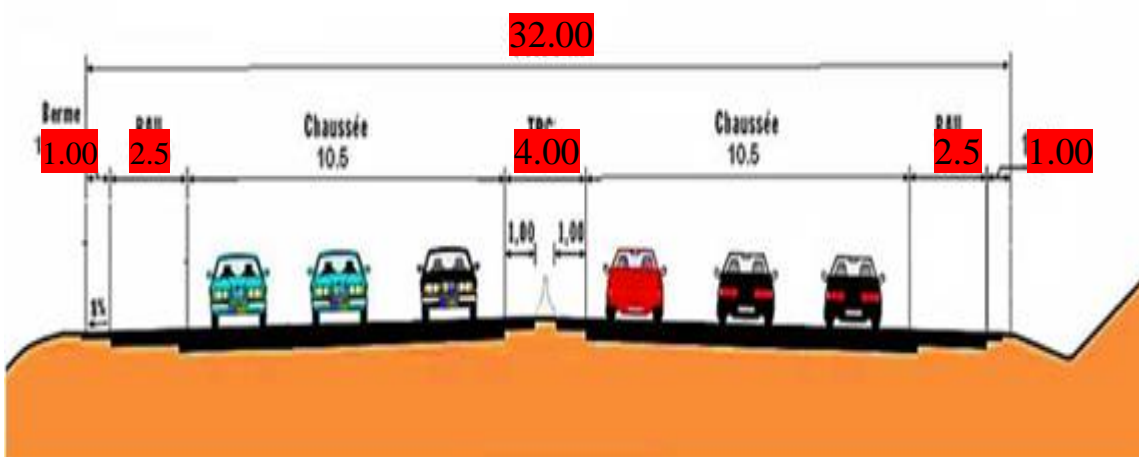
<i>TJMA2017</i> (v/j)	<i>TJMA2020</i> (v/j)	<i>TJMA2035</i> (v/j)	<i>Teff 2035</i> (uvp/j)	Q (uvp/h)	N
17780	20000	36019	46825	5619	3

Tableau II.VI.5 : résultats du calcul de trafic

VI.7 Conclusion :

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

Deux Chaussée unidirectionnelle à trois voies de 3,50 m de largeur séparée par un terre-plein central de 4 m et des accotements de 3,50 m.



Chapitre VII
Paramètres
Cinématique

Chapitre VII : Paramètres Cinématique

VII.1 Définition :

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route. Ces paramètres sont :

VII.2 Distance de freinage :

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule.

La distance de freinage d_0 est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(f_{r1} \pm i)}$$

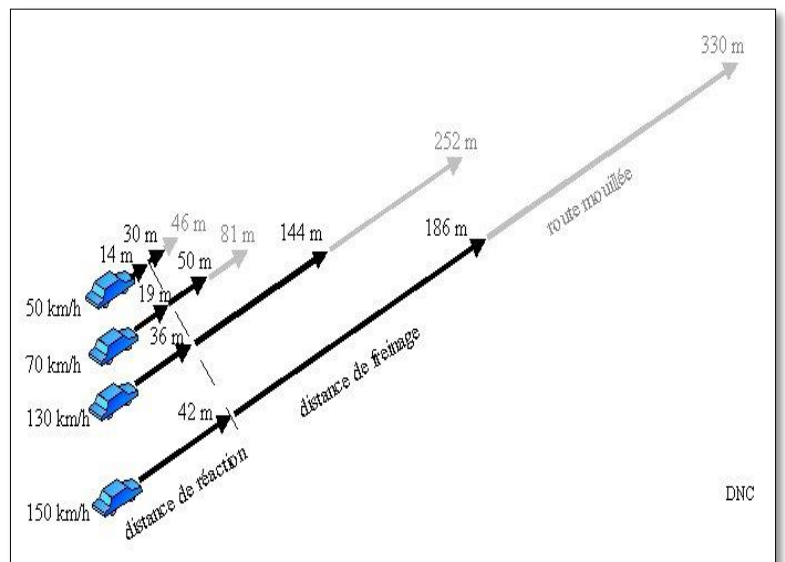


Figure II) VII.1.Distance de freinag

Avec :

V_r : vitesse de référence $V_r = 100 \text{ Km/h}$.

i : déclivité.

f_{r1} : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r .

	V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	f_l	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	d_0	14	34	65	111	175	269
CAT 3-4-5	f_{l2}	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/
	d_0	13	31	59	100	160	/

Tableau II.VII.1 : coefficient de frottement longitudinal f_l en fonction de la vitesse (B40).

Pour notre projet on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Catégorie 1} \\ V_r = 100 \text{ km/h} \end{array} \right. \Rightarrow f_l = 0.36.$$

- En alignement droit :

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(f_l)}$$

- En rampe :

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(f_l + i)}$$

- En pente :

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(f_l - i)}$$

VII.2 .1 Application :

- En alignement droit : $i = 0\%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(\text{fl} \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36)} \implies d_0 = 111.11 \text{ m}$$

- ❖ En pente avec $i = -0.6\%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(\text{fl} \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36 - 0.006)} \implies d_0 = 112.99 \text{ m}$$

- ❖ En Rampe avec : $i = 0.7\%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(\text{fl} \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36 + 0.007)} \implies d_0 = 108.99 \text{ m}$$

- ❖ En pente avec $i = -0.5\%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(\text{fl} \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36 - 0.005)} \implies d_0 = 112.6 \text{ m}$$

- ❖ En Rampe avec : $i = 1\%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(\text{fl} \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36 + 0.01)} \implies d_0 = 108.10 \text{ m}$$

❖ En Rampe avec : $i=5 \%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36 + 0.05)} \implies d_0 = 97.56 \text{ m}$$

❖ En pente avec : $i= -1.8 \%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36 + 0.018)} \implies d_0 = 105.82 \text{ m}$$

VII.3 Temps de perception et de réaction :

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît .Ce temps est en général appelé temps de perception du conducteur, il diffère d'une personne a une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

Sa durée conditionnée par des caractéristiques de conducteur et le véhicule. Il intervient pour :

- Le freinage.
- Le dépassement.
- L'observation de signalisation.

De nombreuse étude faites sur le comportement des conducteurs , ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

- Dans une attention concentrée :

- $t = 1.2 \text{ s}$ pour un obstacle imprévisible
- $t = 0.6 \text{ s}$ pour un obstacle prévisible

En moyenne on peut prendre 0.9 s, mais en pratique on prend toujours :

- $t = 1.8 \text{ s}$ pour des vitesses $> 80 \text{ Km/h}$
- $t = 2 \text{ s}$ pour des vitesses $\leq 80 \text{ Km/h}$

Dans la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d_1 = v \times t \quad \text{Avec} \quad V : \text{m/s} \quad \text{et} \quad t : \text{s}$$

VII.4 Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de *distance d'arrêt (d)* : $d = d_1 + d_0$

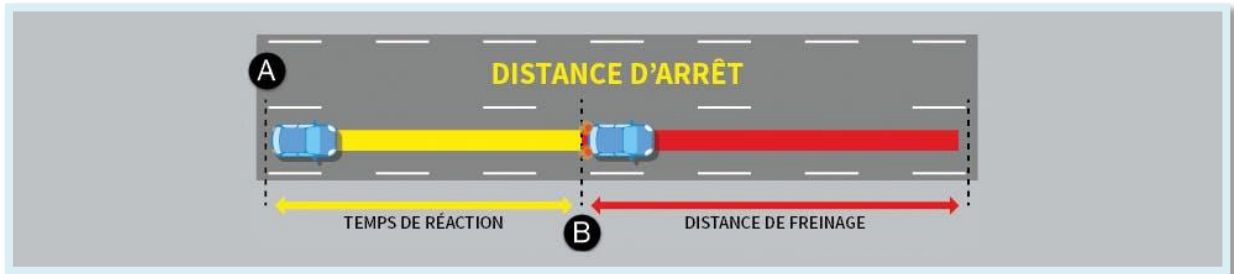


Figure II. VII.2: Temps de perception-réaction.

a- En alignement droit :

$$\text{Si } \begin{cases} t = 1.8 \text{ s} : & d = d_0 + 0.50 \times Vr \\ t = 2 \text{ s} : & d = d_0 + 0.55 \times Vr \end{cases}$$

b- En courbe :

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins énergique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

$$\text{Si } \begin{cases} t = 1.8 \text{ s} : & d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times Vr \\ t = 2 \text{ s} : & d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times Vr \end{cases}$$

VII.4.1 Application :

a- En alignement droit :

$$Vr = 100 \text{ Km /h} \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \Rightarrow d = d_0 + 0.50Vr$$

❖ **En palier :**

$$d = 111.11 + (0.5 \times 100) = 161.11 \text{ m}$$

❖ **En pente avec $i = -0.6 \%$:**

$$d = 112.99 + (0.5 \times 100) = 162.99 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 0.7\%$:**

$$d = 108.99 + (0.5 \times 100) = 158.99 \text{ m}$$

❖ **En pente avec $i = -0.5 \%$:**

$$d = 112.6 + (0.5 \times 100) = 162.6 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 1 \%$**

$$d = 108.10 + (0.5 \times 100) = 158.10 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 5 \%$:**

$$d = 97.56 + (0.5 \times 100) = 147.56 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -1.8 \%$:**

$$d = 105.82 + (0.5 \times 100) = 155.82 \text{ m}$$

b- En courbe :

$$V_r = 100 \text{ Km/h} \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$$

❖ **En palier :**

$$d = (1.25 \times 111.11) + (0.50 \times 100) = 188.88 \text{ m}$$

❖ **En pente avec $i = -0.6 \%$:**

$$d = (1.25 \times 112.99) + (0.50 \times 100) = 191.23 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 0.7\%$:**

$$d = (1.25 \times 108.99) + (0.50 \times 100) = 186.23 \text{ m}$$

❖ **En pente avec $i = -0.5 \%$:**

$$d = (1.25 \times 112.6) + (0.50 \times 100) = 190.75 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 1 \%$**

$$d = (1.25 \times 108.10) + (0.50 \times 100) = 185.125 \text{ m}$$

❖ **En Rampe avec : $i = 5 \%$:**

$$d = (1.25 \times 97.56) + (0.50 \times 100) = 171.95 \text{ m}$$

❖ **En pente avec : $i = -1.8 \%$:**

$$d = (1.25 \times 105.82) + (0.50 \times 100) = 182.27 \text{ m}$$

VII.5 Distance de perception :

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

On appelle distance de perception d_p , la somme de la distance d'arrêt d et la distance parcourue en 6s.

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad V_r \text{ est en Km/h}$$

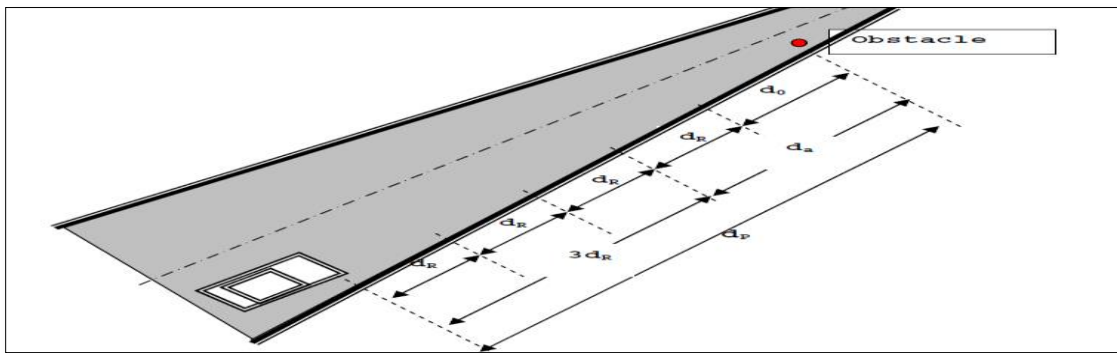


Figure II) VII.3 : Distance de perception

VII.5 .1 Application :

a- En alignement droit :

En palier : $d_p = 161.11 + (6/3.6) \times 100 = 327.77\text{m}$

En rampe : $d_p = 158.99 + (6/3.6) \times 100 = 325.65 \text{ m}$

En pente : $d_p = 162.99 + (6/3.6) \times 100 = 329.65\text{m}$

b-En courbe :

En palier : $d_p = 188.88 + (6/3.6) \times 100 = 355.54 \text{ m}$

En rampe : $d_p = 186.23 + (6/3.6) \times 100 = 352.89 \text{ m}$

En pente : $d_p = 191.23 + (6/3.6) \times 100 = 357.89\text{m}$

	dp:En alignemen droit	dp: En courbe
En palier :	327.77	355.54
En pente avec i= -0.6 % :	329.65	357.89
En Rampe avec : = 0.7%	325.65	352.89
En Rampe avec : i = 0.5%	329.26	357.41
En pente avec i= 1 %	324.76	351.785
❖ En Rampe avec : i = 5 %	314.22	338.61
En Rampe avec : i= -1.8	322.48	348.93

VII.6 Espacement entre deux véhicules :

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction du second véhicule un feu arrière de stop du premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :

$$d'_2 = d_2 + v \times t' + l$$

d_2 : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

L : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

Distance de sécurité sera donc :

$$d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l \quad (t \text{ en s et } v \text{ en m/s})$$

Soit E l'espacement supplémentaire de sécurité :

$$E = v \times t' + l$$

Sachons que $V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$ et $t' = 0.75 \text{ s}$ $\Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + l$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules Ts égale à 1,2 secondes.

$$E_s = 1,2.v \text{ ou } E_s = \frac{V}{3}$$

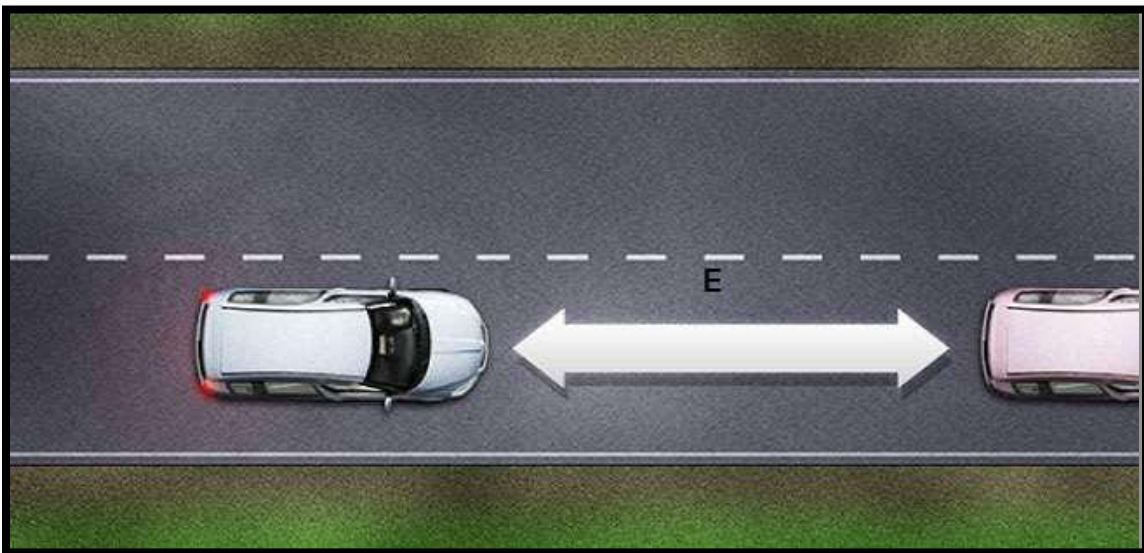


Figure II) VII.4 : l'espacement entre deux véhicules

Application : si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 100 \text{ Km/h}$.La distance de sécurité sera

➤ 1er Cas :

$$E_s = \frac{V}{5} + 1 = \frac{100}{5} + 5 = 25 \text{ m}$$

➤ 2ème Cas :

$$E_s = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33 \text{ m}$$

VII.7 Distance de visibilité de dépassant et de manoeuvre :

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manoeuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manoeuvre.

Le tableau suivant résume selon les normes B40 les distances de visibilité de la manoeuvre et de Dépassement et d'arrêt :

- ***dvdm*** : Distance de visibilité et de manoeuvre de dépassement moyenne
- ***dvdn*** : Distance de visibilité et de manoeuvre de dépassement normale
- ***dmd*** : Distance de visibilité de manoeuvre et de dépassement

Vr(Km/h)	40	60	80	100	120	140
dvdm	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
dvdN	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
Dmd	70	120	200	300	425	/

Tableau II.VII.2 : les différentes distances selon les normes B40

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de dvdm, dvdn et dmd en fonction de la vitesse.

Application :

$$V_r = 100 \text{ Km/h}$$

$$dvdm = 420 \text{ m}$$

$$dvdN = 620 \text{ m}$$

$$dmd = 300 \text{ m}$$

Chapitre VIII
Dimensionnement
du Corps de
Chaussée

Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée

VIII.1.Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc..... Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée.

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- ❖ Le trafic.
- ❖ L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- ❖ Le sol support.

VIII.2 La chaussée :

VIII.2.1 Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière. Au sens structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposés de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

VIII.2.2 Différents types de chaussées:

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

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

VIII.2.2.1. Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

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 03 couches suivantes :

a)- Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

b)- Couche de base:

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

c)- Couche de fondation:

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base.

d)- Couche de forme:

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

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

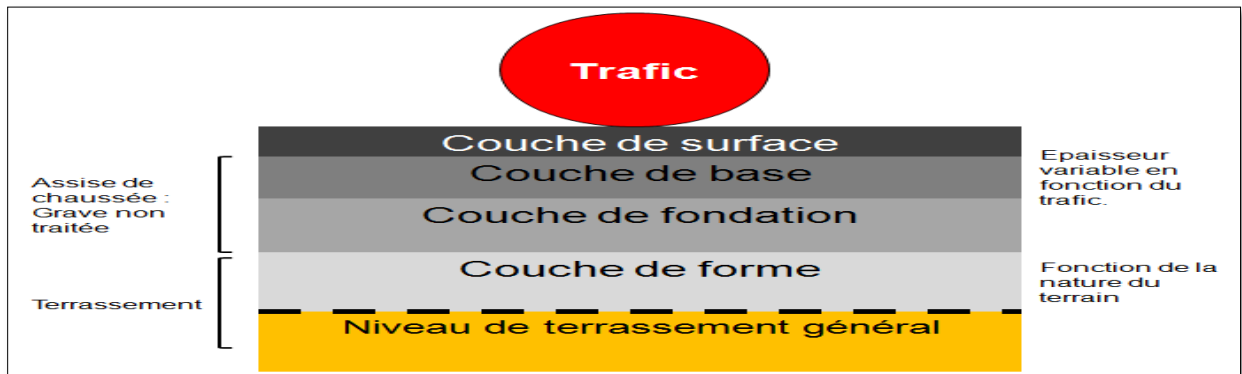


Figure II) VIII.1 : structure type d'une chaussée souple.

VIII.2.2.2 Chaussée semi-rigide :

On distingue :

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

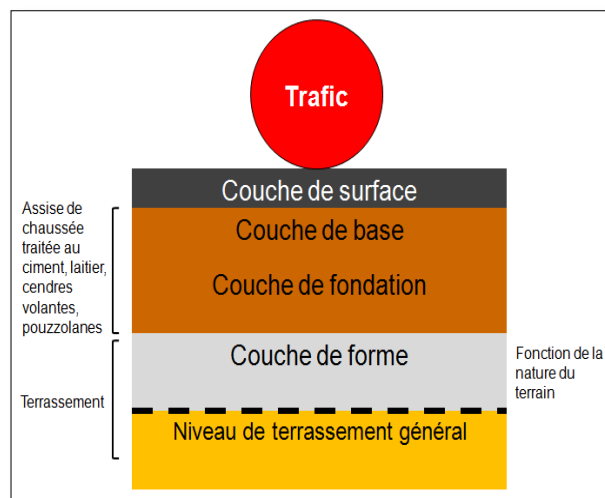


Figure II) VIII.2 : structure type d'une chaussée semi-rigide.

VIII.2.2.3 - Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en fléchissant élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

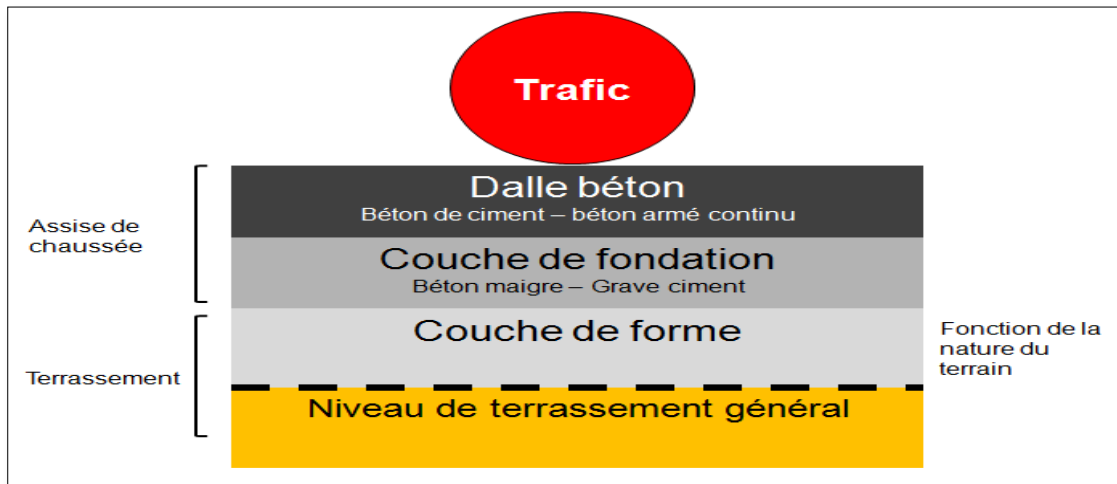


Figure II) VIII.3 : structure type d'une chaussée rigide.

VIII.3 Les Différents Facteurs a prendre en compte pour le dimensionnement:

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

VIII.3.1 - Trafic :

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

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

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

VIII.3.2 - Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support. Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

VIII.3.3 - 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.

Les sols support sont, en général , classés selon leur portance , elle même fonction de l'indice CBR .

Portance	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
CBR	<3	3 a 6	6 a 10	10 a 20

Tableau II.VIII. 1 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR

Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

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

Tableau II. VIII. 2 .Les classes de portance des sols

VIII.3.4 - Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois

(le passage répété des véhicules lourds).

VIII.4 Méthodes De Dimensionnement :

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

VIII.4.1 - Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

n: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

a1 × e1 : couche de roulement

a2 × e2 : couche de base

a3 × e3 : couche de fondation

Où: **c1, c2, c3 :** coefficients d'équivalence.

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.0
Grave ciment – grave laitier	1.50.
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00

Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.5 à 0.75

Tableau II.VIII.3. Coefficient d'équivalence

VIII.4.2. Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials):

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

Chaque section reçoit 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.4.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Le dimensionnement par la méthode du catalogue de dimensionnement (méthode rationnelle) passe par la détermination des contraintes et déformations admissibles des matériaux sous l'effet du trafic considéré et la durée de vie escomptée.

Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront ensuite calculées et comparées aux sollicitations admissibles. Le développement de l'outil informatique a fait que les méthodes de dimensionnement rationnelles sont devenues plus accessibles. Avec la facilité de résolution des équations multiples à dérivées partielles, des logiciels comme Alizé.

C'est un logiciel qui modélise les structures multicouches et calcule les contraintes transversales et radiales ainsi que les déformations à travers les couches de chaussées. Pour cela, il faut :

- Le type de poids lourd et la charge standard.
- Le nombre de couches composant la chaussée, leur épaisseur et le mode de liaison entre ces différentes couches.

- Les caractéristiques pour chaque matériau composant la chaussée : le module de Young E et le coefficient de Poisson.

VIII.5 Application au Projet :

1) Données de l'étude :

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- ✚ Le trafic à l'année 2020 : $TJMA_{2020} = 20000$ v/j.
- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4$ %.
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 30$ %.
- ✚ La durée de vie estimée de 15 ans
- ✚ ICBR = 5 (ce sol appartient à la classe (S3))

2) Répartition de trafic :

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2020} = TMJA_{2020} * \%PL$$

$$TPL_{2020} = 20000 \times 0.30 = 6000 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2035} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{15}$$

$$TPL_{2035} = 6000 \times (1 + 0.04)^{15} \longrightarrow TPL_{2040} = 10806 \text{ VPL/j}$$

3) Calcul d'épaisseur:

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{10806}{10})}{5 + 5}$$

$$e = 69 \text{ cm}$$

4- Epaisseur équivalente :

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

- e_1 : épaisseur réelle de la couche de surface.
- e_2 : épaisseur réelle de la couche de base.
- e_3 : épaisseur réelle de la couche de fondation

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

$$69 = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

$$+ \text{ Couche de roulement en béton bitumineux (B.B) : } a_1 \times e_1 = 2 \times 8 = 16 \text{ cm}$$

$$+ \text{ Couche de base en grave bitume (G.B) : } a_2 \times e_2 = 1.5 \times 12 = 18 \text{ cm}$$

$$+ \text{ couche de fondation en Couche de fondation en Grave concassée GC : } e_3? \text{ et}$$

$$a_3 = 1$$

$$e_3 = 35 \text{ cm} \quad \longrightarrow \quad a_3 \times e_3 = 1 \times 35 = 35 \text{ cm}$$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
c. de roulement	BB	8	16
c. de base	GB	12	18
c. de fondation	GC	35	35
Somme	/	55	69

Tableau II.VIII.4.: épaisseurs du corps de chaussée

Notre structure comporte : 8 **BB** + 12**GB** + 35 **GC**

NB : le matériaux adopté pour la couche de forme est le tuf sur une épaisseur de 40 cm .

La figure suivante récapitule les résultats de la méthode CBR que nous avons utilisée :

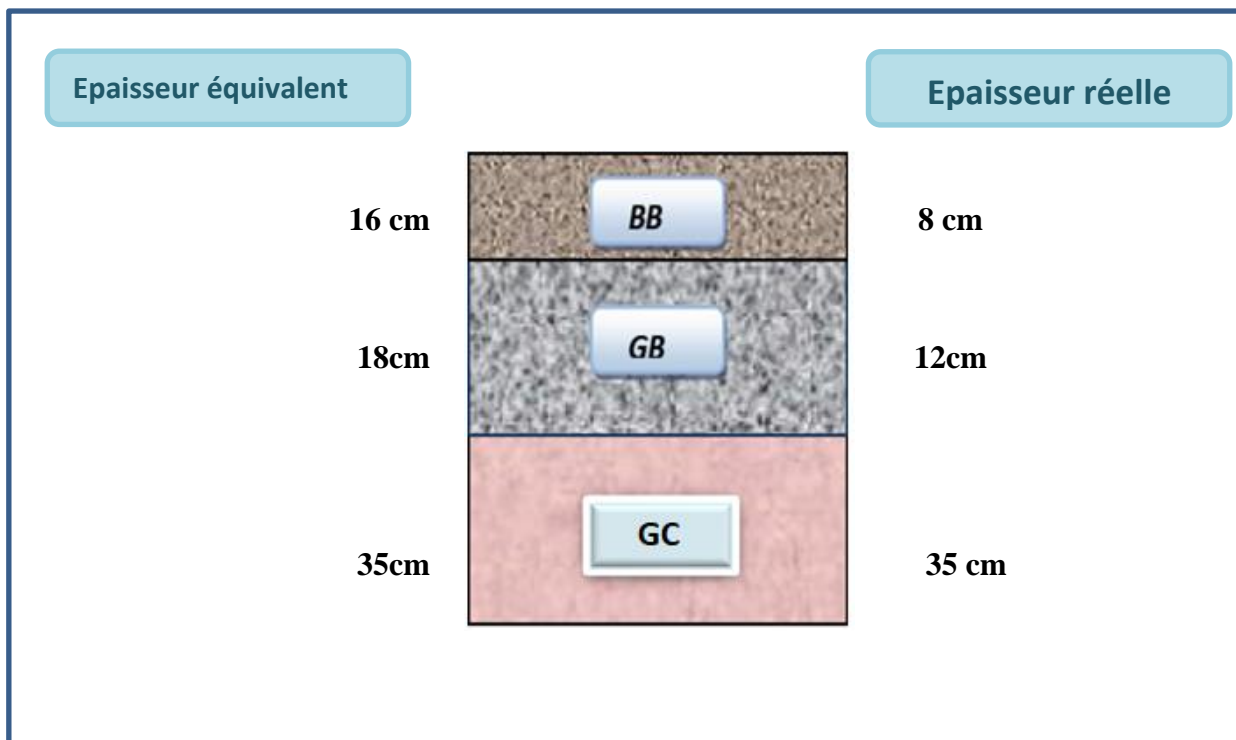


Figure II) VIII.4 : La structure de chaussée

Chapitre IX

Profile En

Travers

Chapitre IX : Profile En Travers

IX.1 – Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

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

IX .2 - Types De Profil En Travers:

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

IX 2.1 - profil en travers type :

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

IX. 2.2 - profil en travers courants :

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (Accidenté ou plat).

IX.3 -Les Éléments De Composition Du Profil En Travers:

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

a) - La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

b) - La largeur roulable:

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

c) - La plate forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

d) - Assiette :

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

e) - L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances elle coïncidant généralement avec le domaine public.

f) - Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

g) - Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend : Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).

Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

h) - Le fossé :

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

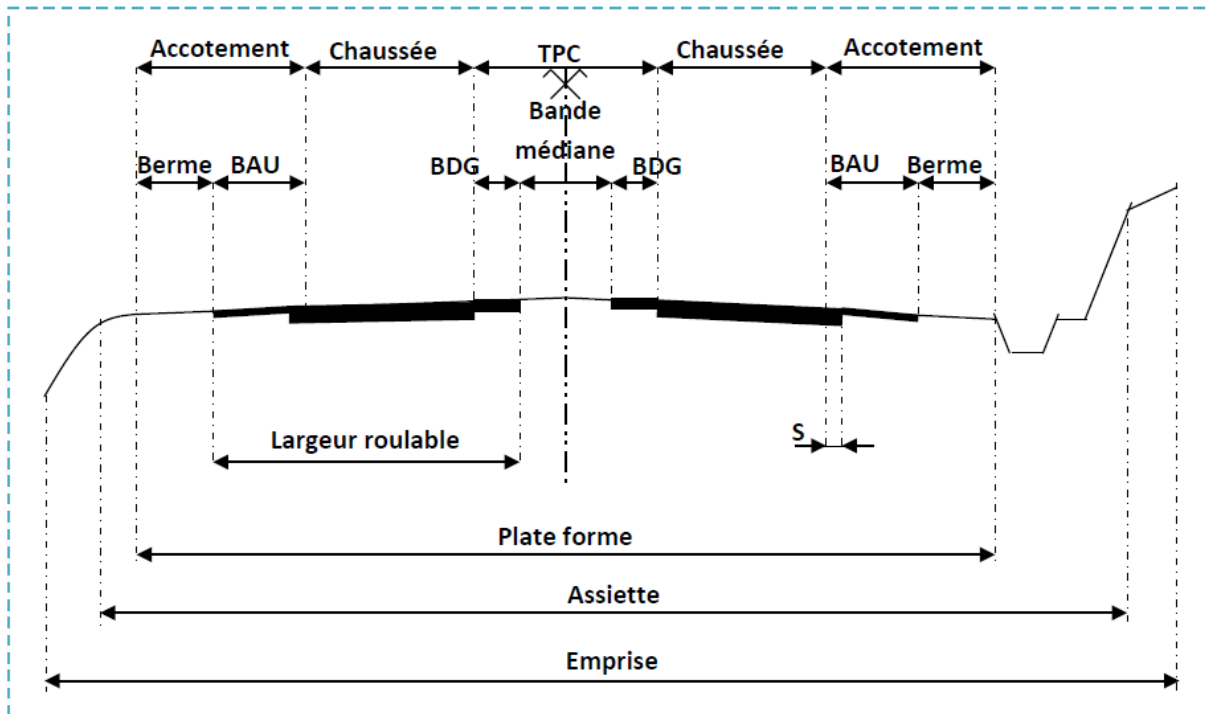


Figure II) IX.: Les éléments constitutifs du profil en travers.

IX.4 Application au projet :

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de Deux Chaussée unidirectionnelle à trois voies.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

✚ Chaussée : $3.50 \times 6 = 21$ m

✚ Terre-plein central : 4 m .

✚ Accotement : $3.5 \times 2 = 7$ m.

✚ Plate-forme : 32 m.

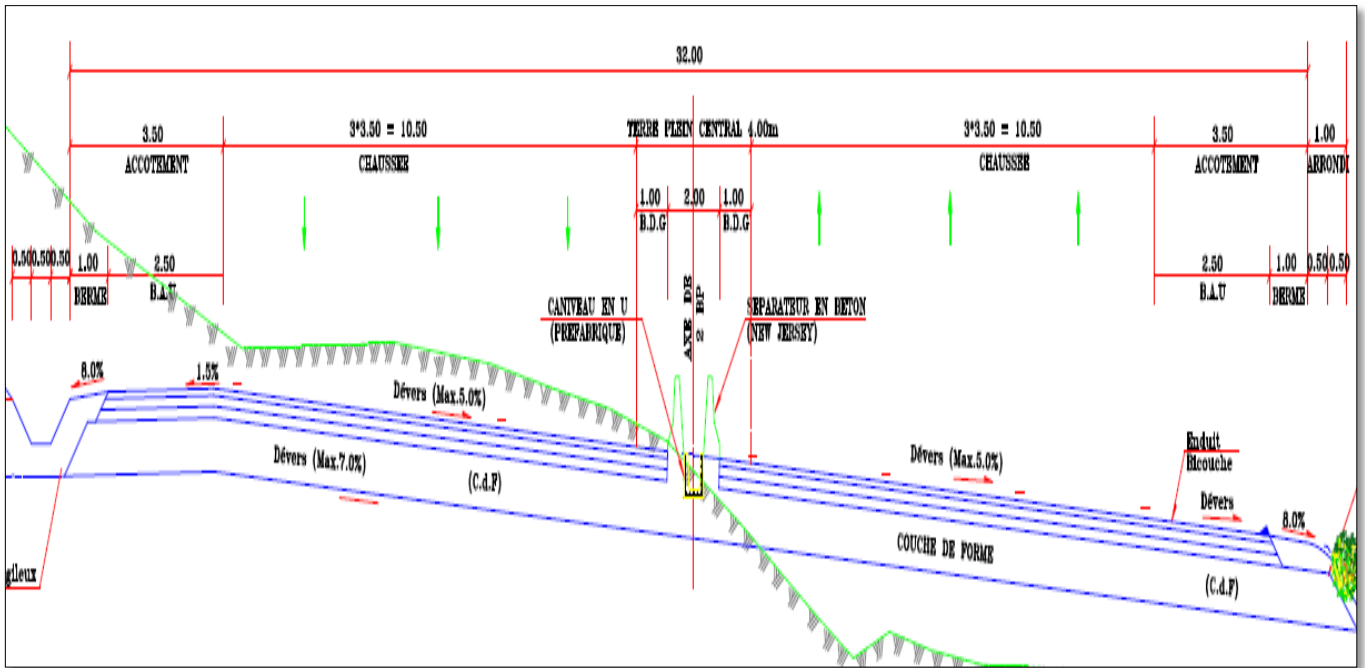


Figure II) IX.2 : Le profil en travers

Fossés bétonnés sur toute la longueur. La figure suivante montre le fossé avec les dimensions:

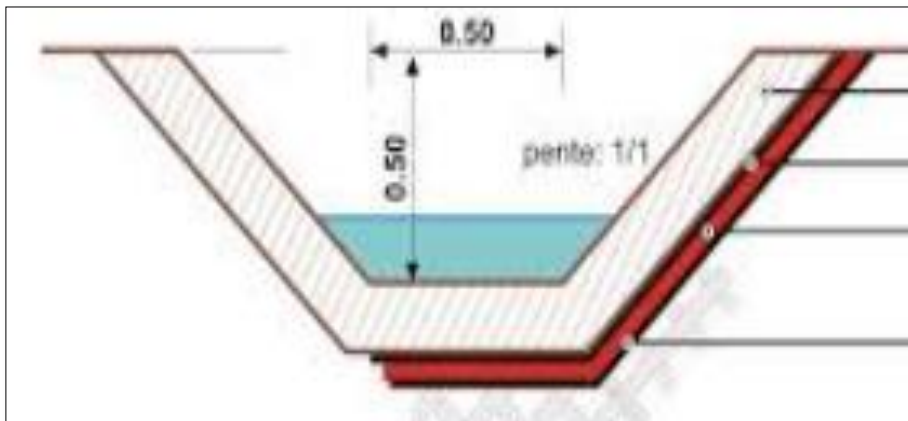


Figure II) IX.3 : dimensions du fossé.

Chapitre X
Cubatures Et
Mouvements Des
Terres

Chapitre X : Cubatures Et Mouvements Des Terres

X 1- Introduction :

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin 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 joignent ces points le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

X .2 Cubatures terrassements :

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

X .3. Méthode utilisée :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

X 3.1 - Description de la Méthode:

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

Où h , S_1 , S_2 et S_0 désignant respectivement :

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

Surface limitée à mi-distances des profils.

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

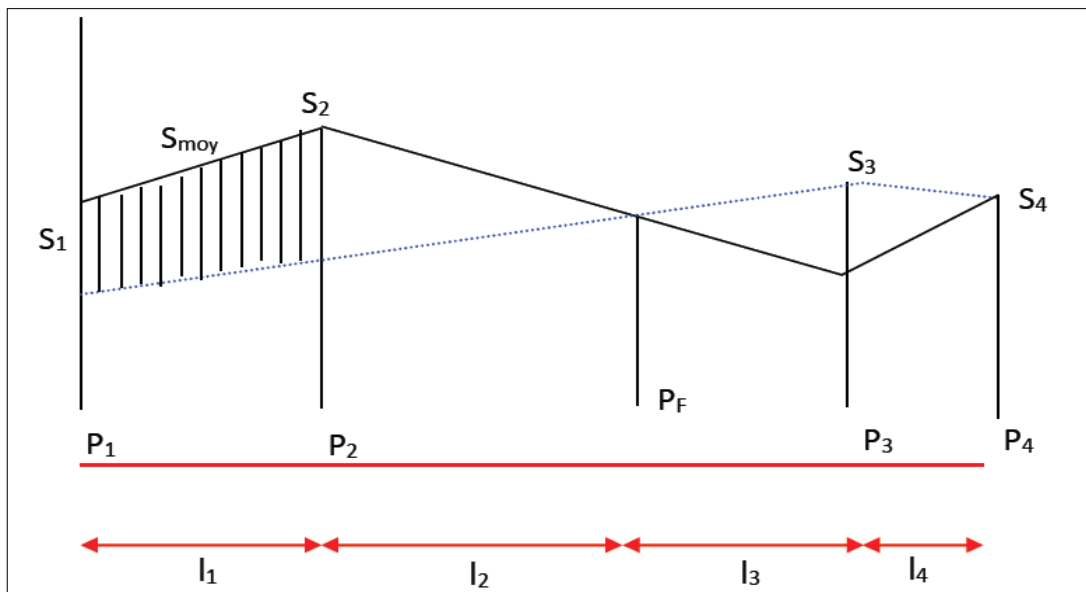


Figure II) X.1 : Schéma représentant la surface entre profil

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale à

$$V = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines

les deux expressions S_{moy} et $\frac{S_1 + S_2}{2}$

Ceci donne : $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Donc les volumes seront :

❖ Entre P1 et P2 $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

❖ Entre P2 et P_F $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$

❖ Entre P_F et P3 $V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1+l_2}{2} S_2 + \frac{l_2+l_3}{2} S_3 + \frac{l_3+l_4}{2} S_4 + \frac{l_4}{2} S_5$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

X.4 Mouvement des terres :

X 4.1 Métré de terrassement :

C'est une méthode quantitative qui consiste à évaluer les cubes du déblai et du remblai existant dans un projet, l'opération qui consiste à transporter les terres de déblais ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite mouvement des terres. A cette opération deux facteurs interviennent :

- Les cubes des terres à transporter
- Distance de transport.

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport

En évacuant l'excès de déblai aux dépôts les plus proches.

En ramenant les terres des emprunts les plus proches.

X 4.2 Foisonnement :

On appelle la propriété que présente les sols d'augmenter le volume lorsqu'on les manipule, il se produit à ce moment par suite de la décompression de matériaux de vides partiels, entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux. lorsqu'on remet en place les sols remaniés, ils ne représentent par le volume qu'ils occupaient précédemment dans la majorité des cas.

le foisonnement des matériaux est très variable

Suivant la nature du sol, on a pris le coefficient de foisonnement pour les terres qui seront transportées égale à 20%

X.4.3 Moment de transport :

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport $M = v \times d$

Avec v : volume transporté

d : distance de transport

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

X.4.4 Distance moyenne de transport :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

X.4.5 Epure de LALANNE :

Elle consiste à rechercher les transports des terres des plus économiques entre les déblais réutilisables, les dépôts, le remblai et les emprunts.

Dans le cas de profil mixtes (remblai et déblai), on ne prendra en compte que la cube de terre restant après compensation dans les profils.

Le but de l'épure consiste à obtenir la somme minimum des moments de transports qui dépend de la ligne horizontale dite de répartition choisie.

X.4.6 Principe de l'épure de LALANNE :

Il s'agit maintenant de déterminer le détail des transports des terres d'un profil à un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profils vers des emprunts dans le cas d'un excès de remblai. C'est pour cela qu'on établit l'épure de LALANNE.

X.4.7 Etablissement de l'épure de LALANNE :

L'épure de LALANNE est un moyen de représentation graphique des terrassements effectués, et s'établit de la façon suivante :

- On représente les volumes par des lignes verticales dont la longueur est proportionnelle aux cubes représentés
- On trace une ligne horizontale initiale appelé ligne des terres sur laquelle on porte l'échelle choisie l'emplacement des profils en travers.
- On porte les déblais de bas en haut et les remblais de haut en bas sautant d'un profil à un

autre par un échelon horizontal en cumulant les cubes à chaque profil et comptant les déblais comme positif et les remblais comme négatif.

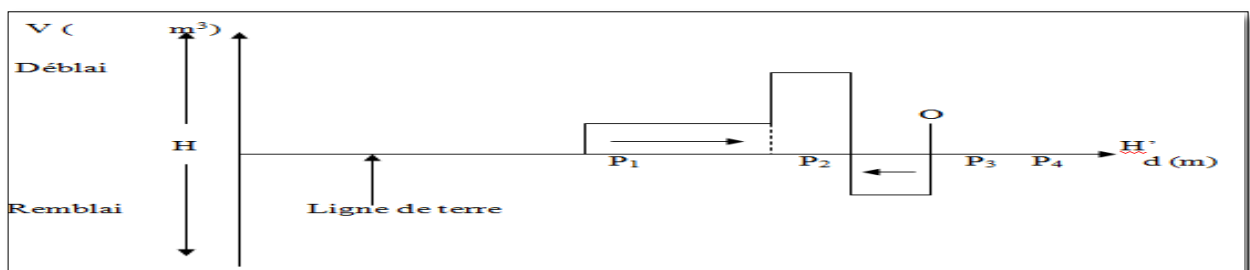


Figure II) X.1 :L'épure de LALANNE

X.4.8 Ligne de répartition des sens de transport :

On cherche à partager cette épure dans sa hauteur par une ligne horizontale qui pourra être différente ou non de l'horizontal (H, H'), et qui suivra la ligne de répartition, (LR) de la direction des transports ; ce ci devra se faire de gauche à droite pour les volumes situés au-dessus de cette ligne et de droite à gauche pour les volumes situés au-dessous de cette ligne.

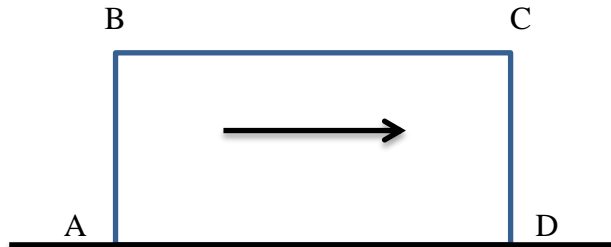


Figure II) XII.2 : Sens de transport

La flèche indique qu'il conviendra de transporter le déblai AB pour combler le remblai CD, situé à la distance AD, le rectangle ABCD a pour surface le produit AB par la distance AD ; cette surface est appelée moment de transport.

X.5 Calculs des cubatures :

Le tableau ci-après représente le calcul des cubatures détaillées :

Profil n°	Abscisse (m)	Longueur d'application (m)	Abscisse (m)	surface de Déblais (m ²)	volum de Déblais (m ²)	surface de Remblais (m ²)	volum de Remblais (m ²)	Volume Déblai Foisonné (m ³)	Volume Remblai avant tassement (m ³)	Excès déblais (m ³)	Excès remblais (m ³)
P1	0	12,488	0	28.5	524.21	0	0	629,052	0	629,052	//
P2	24,98	24,98	24,98	15.25	542.76	0	0	651,312	0	651,312	//
P3	40	15,02	40	5.35	153.87	2.48	19.01	184,644	22,355	162,289	//
P4	60	20	60	7.3	122.54	4.57	72.19	147,048	84,895	62,153	//
P5	80	20	80	9.8	166.09	2.85	76.15	199,308	89,552	109,756	//
P6	100	20	100	7.8	171.76	1.46	44.27	206,112	52,061	154,051	//
P7	120	20	120	1.45	90.48	9.13	106.97	108,576	125,796	//	17,22
P8	140	20	140	0.17	15.61	18.5	279.55	18,732	328,75	//	310,018
P9	160	20	160	1.5	16	15.41	344.18	19,2	404,755	//	385,555
P10	180	20	180	2.49	38.41	12.18	280.65	46,092	330,044	//	283,952
P11	200	20	200	3.49	57.74	9.18	218.71	69,288	257,202	//	187,914
P12	218,54	18,54	218,54	0	31.27	10.16	182.77	37,524	214,937	//	177,413
P13	240	21,46	240	0	0	29.98	432.84	0	509,019	//	509,019

P14	260	20	260	0	0	28.67	588.25	0	691,782	//	691,782
P15	280	20	280	0	0	22.69	514.46	0	605,004	//	605,004
P16	300	20	300	0	0	16.83	395.18	0	464,731	//	464,731
P17	310,5 4	10,54	310,54	0	0	13.8	161.44	0	189,853	//	189,853
P18	320	9,46	320	0	0	11.94	121.79	0	143,225	//	143,225
P19	340	20	340	0.07	0.65	8.1	200.49	0,78	235,776	//	234,996
P20	360	20	360	2.4	24.67	4.75	0	29,604	235,776	//	206,172
P21	380	20	380	22.3	247	0	0	296,4	0	296,4	//
P22	400	20	400	46.52	688.18	0	0	825,816	0	825,816	//
P23	420	20	420	51.24	977.56	0	0	1173,072	0	1173,072	//
P24	440	20	440	55.99	1072.24	0	0	1286,688	0	1286,688	//
P25	460	20	460	60.78	1167.68	0	0	1401,216	0	1401,216	//
P26	480	20	480	65.61	1263.86	0	0	1516,632	0	1516,632	//
P27	500	20	500	70.47	1360.8	0	0	1632,96	0	1632,96	//
P28	520	20	520	75.38	1458.49	0	0	1750,188	0	1750,188	//
P29	540	20	540	78.83	1542.1	0	0	1850,52	0	1850,52	//
P30	560	20	560	62.61	1414.41	0	0	1697,292	0	1697,292	//
P31	580	20	580	50.67	1132.72	0	0	1359,264	0	1359,264	//
P32	600	20	600	53.29	1039.53	0	0	1247,436	0	1247,436	//
P33	620	20	620	59.08	1123.64	0	0	1348,368	0	1348,368	//
P34	640	20	640	61.12	1201.97	0	0	1442,364	0	1442,364	//
P35	660	20	660	58.93	1200.56	0	0	1440,672	0	1440,672	//
P36	680	20	680	65.64	1245.7	0	0	1494,84	0	1494,84	//
P37	700	20	700	71.41	1370.45	0	0	1644,54	0	1644,54	//
P38	722,0 7	22,07	722,07	70.91	1423.22	0	0	1701,864	0	1701,864	//
P39	740	17,93	740	73.8	1596.85	0	0	1916,22	0	1916,22	//
P40	760	20	760	51.93	1127.15	21.47	192.47	1352,58	226,344	1126,236	//
P41	770	10	770	1.82	537.48	46.84	683.09	644,976	803,313	//	158,337
P42	780	10	780	2.66	22.41	54.86	508.5	26,892	950,796	//	923,904
P43	792,0 7	12,07	792,07	28.83	157.49	32.07	434.64	188,988	511,136	//	322,148
P44	820	27,93	820	38.36	397.12	28.45	372	476,544	437,472	39,072	//
P45	840	20	840	45.03	1140.07	16.79	645.36	1368,084	758,943	609,141	//
P46	860	20	860	50.2	933.35	18.49	360.66	112,02	424,136	//	312,116
P47	880	20	880	56.99	1054.41	4.44	234.51	1265,292	275,783	989,509	//
P48	900	20	900	13.24	692.5	1.38	59.76	831	70,277	760,723	//
P49	920	20	920	0	130.18	20.84	224.35	156,216	263,835	//	107,619

P50	940	20	940	0	0	21.21	423.61	0	498,165	//	498,165
P51	955,5	15,5	955,5	0	0	23.49	449.66	0	528,8	//	528,8
P52	980	24,5	980	0	0	26.16	386.73	0	454,794	//	454,794
P53	1005	25	1005	0	0	33.17	730.75	0	859,362	//	859,362
P54	1020	15	1020	0	0	39.02	906.26	0	1065,761	//	1065,761
P55	1040	20	1040	0	0	42.57	613.96	0	722,016	//	722,016
P56	1060	20	1060	0	0	50.99	938.89	0	1104,134	//	1104,134
P57	1080	20	1080	0	0	39.45	908.29	0	1068,149	//	1068,149
P58	1100	20	1100	6.52	63.85	18.9	589.24	76,62	692,946	//	616,326
P59	1118,92	18,92	1118,92	7.85	140.64	14.28	337.84	168,768	397,264	//	228,496
P60	1140	21,08	1140	4.8	117.04	2.43	160.8	140,448	189,1	//	48,652
P61	1160	20	1160	2.3	73.26	5.06	79.81	87,912	93,856	//	5,944
P62	1180	20	1180	0.29	25.51	8.13	132.46	30,612	155,772	//	125,16
P63	1188,92	8,92	1188,92	0.12	4.11	14.09	222.23	4,932	261,612	//	256,68
P64	1200	11,08	1200	2.75	12.77	11.21	112.85	15,324	132,711	//	117,387
P65	1220	20	1220	4.23	38.63	13.89	139.02	46,356	163,487	//	117,131
P66	1240	20	1240	0	42.27	20.26	341.49	50,724	401,592	//	350,868
P67	1260	20	1260	0	0	21.07	413.29	0	486,029	//	486,029
P68	1280	20	1280	0	0	23.52	445.96	0	524,448	//	524,448
P69	1300	20	1300	0	0	22.62	461.39	0	5542,594	//	5542,594
P70	1320	20	1320	0	0	20.71	433.31	0	509,572	//	509,572
P71	1340	20	1340	0	0	13.85	345.68	0	406,519	//	406,519
P72	1360	20	1360	1.78	17.85	10.06	239.19	21,42	281,287	//	259,867
P73	1380	20	1380	1.88	36.69	7.02	170.84	44,028	200,907	//	156,879
P74	1400	20	1400	5.94	78.29	1.52	85.37	93,948	100,395	//	6,447
P75	1420	20	1420	19.02	249.62	0	15.18	299,544	17,851	281,693	//
P76	1440	20	1440	25.5	445.15	0	0	534,18	0	534,18	//
P77	1460	20	1460	35.43	609.26	0	0	731,112	0	731,112	//
P78	1480	20	1480	29.91	653.35	0	0	784,02	0	784,02	//
P79	1500	20	1500	24.6	545.04	0	0	654,048	0	654,048	//
P80	1520	20	1520	26.56	511.58	0	0	613,896	0	613,896	//
P81	1540	20	1540	27.53	540.87	0	0	649,044	0	649,044	//
P82	1566,12	26,12	1566,12	25.17	527	0	0	632,4	0	632,4	//
P83	1580	13,88	1580	21.69	612.07	0	0	734,484	0	734,484	//
P84	1600	20	1600	22.17	304.34	0	0	365,208	0	365,208	//
P85	1620	20	1620	22.09	442.57	0	0	531,084	0	531,084	//

P86	1640	20	1640	19.84	419.32	0	0	503,184	0	503,184	//
P87	1660	20	1660	11.17	310.14	0	0	372,168	0	372,168	//
P88	1680	20	1680	7.81	189.85	1.85	18.48	227,82	21,732	206,088	//
P89	1700	20	1700	5.97	137.89	1.89	37.37	165,468	43,947	121,521	//
P90	1720	20	1720	5.81	117.88	2.22	41.12	141,456	48,357	93,099	//
P91	1740	20	1740	2.62	84.33	12.3	145.26	101,196	170,825	//	69,629
P92	1760	20	1760	0	26.2	35.17	474.69	31,44	558,235	//	526,795
P93	1785	25	1785	0	0	62.74	979.08	0	1151,398	//	1151,398
P94	1800	15	1800	0	0	90.64	1533.8	0	1803,748	//	1803,748
P95	1820	20	1820	0	0	121.75	2654.74	0	3121,974	//	3121,974
P96	1840	20	1840	0	0	130.6	1892.78	0	2225,909	//	2225,909
P97	1860	20	1860	0	0	120.33	2509.35	0	2950,995	//	2950,995
P98	1881,26	21,26	1881,26	0	0	120.13	2404.61	0	2827,821	//	2827,821
P99	1900	18,74	1900	0	0	101.18	2213.04	0	2602,53	//	2602,53
P100	1920	20	1920	0	0	75.51	1877.94	0	2208,457	//	2208,457
P101	1940	20	1940	0	0	50.87	1184.42	0	1392,877	//	1392,877
P102	1960	20	1960	0	0	30.53	814	0	957,264	//	957,264
P103	1980	20	1980	0.05	0.47	10.81	413.4	0,564	486,158	//	485,594
P104	2000	20	2000	6.6	66.45	1.86	126.74	79,872	149,046	//	69,174
P105	2020	20	2020	15.41	220.03	0	18.62	264,036	21,897	242,139	//
P106	2040	20	2040	18.68	340.82	0.56	5.59	408,984	6,573	402,411	//
P107	2060	20	2060	26.71	453.9	6.82	73.84	544,68	86,835	457,845	//
P108	2080	20	2080	33.13	598.46	8.93	157.59	718,152	185,325	532,827	//
P109	2100	20	2100	39.82	729.54	0	89.35	875,448	105,075	770,373	//
P110	2120	20	2120	55.7	955.2	0	0	1146,24	105,075	1041,165	//
P111	2140	20	2140	95.75	1514.46	0	0	1817,352	0	1817,352	//
P112	2160	20	2160	123.73	2194.82	0	0	2630,184	0	2630,184	//
P113	2180	20	2180	185.88	3096.18	0	0	3715,416	0	3715,416	//
P114	2200	20	2200	230.97	4168.57	0	0	5002,284	0	5002,284	//
P115	2216,39	16,39	2216,39	274.02	5049.96	0	0	6059,952	0	6059,952	//
P116	2240	20,27	2240	257.34	5313.65	0	0	6376,38	0	6376,38	//
P117	2260	20	2260	227.52	3974.02	0	0	4768,824	0	4768,824	//
P118	2280	20	2280	200.73	5055.02	0	0	6066,024	0	6066,024	//
P119	2300	20	2300	196.66	3973.97	0	0	4768,764	0	4768,764	//
P120	2320	20	2320	205.79	4024.48	0	0	4829,376	0	4829,376	//
P121	2340	20	2340	209.26	4150.47	0	0	4980,564	0	4980,564	//
P122	2360	20	2360	218.19	4274.55	0	0	512946	0	512946	//

P123	2380	20	2380	199.6	4177.95	0	0	5013,54	0	5013,54	//
P124	2400	20	2400	181.86	3814.63	0	0	4577,556	0	4577,556	//
P125	2420	20	2420	161.51	4433.68	0	0	5320,416	0	5320,416	//
P126	2440	20	2440	145.67	3071.73	0	0	3686,076	0	3686,076	//
P127	2460	20	2460	140.07	2857.4	0	0	3428,88	0	3428,88	//
P128	2480	20	2480	148.86	2889.29	0	0	3467,148	0	3467,148	//
P129	2500	20	2500	190.75	3396.06	0	0	4075,272	0	4075,272	//
P130	2520	20	2520	244.97	4357.25	0	0	5228,7	0	5228,7	//
P131	2536,86	16,86	2536,86	291.64	5366.17	0	0	6439,404	0	6439,404	//
P132	2560	23,14	2560	299.44	5910.79	0	0	7092,948	0	7092,948	//
P133	2580	20	2580	311.09	5447.86	0	0	6537,432	0	6537,432	//
P134	2600	20	2600	309.9	7183.73	0	0	8620,476	0	8620,476	//
P135	2620	20	2620	311.19	6210.88	0	0	7453,056	0	7453,056	//
P136	2640	20	2640	311.83	6230.22	0	0	7476,264	0	7476,264	/
P137	2660	20	2660	277.07	5889.05	0	0	7066,86	0	7066,86	//
P138	2680	20	2680	262.96	5400.34	0	0	6480,408	0	6480,408	//
P139	2700	20	2700	245.88	5088.43	0	0	6106,116	0	6106,116	//
P140	2720	20	2720	220.6	4664.78	0	0	5597,736	0	5597,736	//
P141	2740	20	2740	190.57	4111.71	0	0	4934,52	0	4934,52	//
P142	2760	20	2760	160.73	3513.03	0	0	4215,636	0	4215,636	//
P143	2770,26	10,26	2770,26	70.84	2315.68	26.34	263.69	2778,816	310,099	2468,717	//
P144	2780	9,74	2780	53.47	637.83	46.91	375.85	765,396	441,999	323,397	//
P145	2796,66	20	2796,66	53.26	519.64	14.39	298.44	623,568	350,965	272,603	//
Total			/	/	/	/	/	729634,38	50901,787	723417,916	44685,323

Tableau II.X.1 : Cubatures détaillées

Volume déblais foisonnés – Volume remblais avant tassement = Excès déblais (+) – Excès remblais (-)

$$\pm 729634,38 - 50901,787 = 678732,593 \text{ m}^3$$

$$\pm 723417,916 - 44685,323 = 678732,593 \text{ m}^3$$

Chapitre XI
Implantation des
axes

Chapitre XI : Implantation des axes

XI.1 Définition:

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

il existe plusieurs méthodes d'implantation :

- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente
- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde
- ✓ Implantation par rayonnement classique
- ✓ Implantation par coordonnées polaires

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

XI.2. Plan de piquetage des axes des voies :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

Implantation planimétrique des sommets des alignements:

b. Par rayonnement

On stationne un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

b. Par intersection

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

c. Par coordonnées polaires

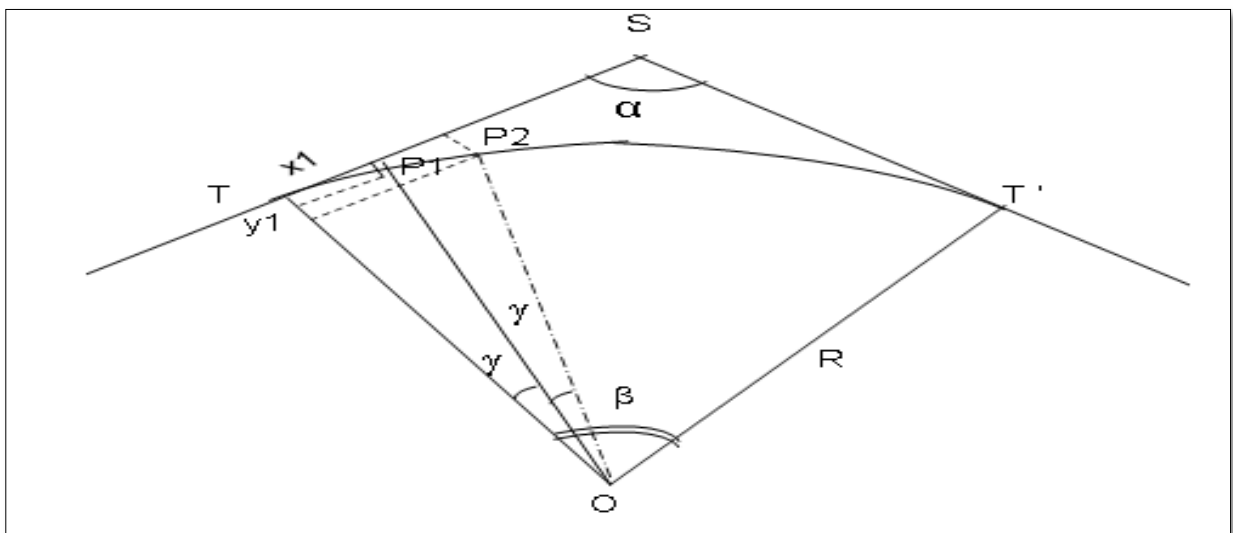
Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

XI.3 Implantation de courbes :

a. Raccordement circulaire

Méthode d'implantation :

➤ Par Abscisses et ordonnées sur la tangente



FigureII) XI.1 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente

➤ Par Abscisses et ordonnées sur la corde :

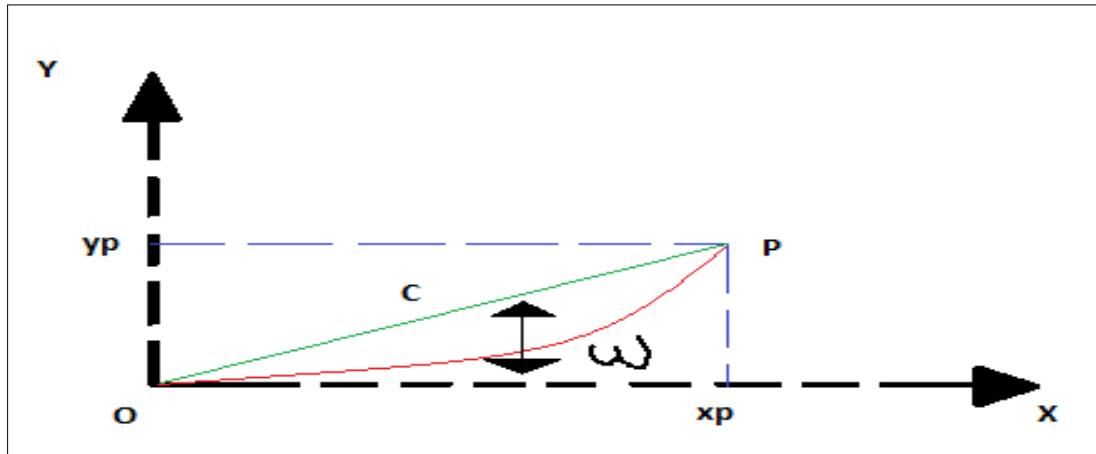
Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

✚ Par coordonnées polaires

b. Raccordement progressif :

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.



FigureII) XI-2. Méthode d'implantation

✚ Piquetage par coordonnées rectangulaires :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

✚ Piquetage par coordonnées Polaires :

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \qquad w_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

XI .4. Implantation en altimétrie :

Il est souvent nécessaire d'implanter sur le chantier un réseau de repères de nivellement. Ces repères sont reliés entre eux par cheminement de nivellement encadré par deux (02) ou plusieurs repères du nivellement général de l'Algérie (NGA).

Ces repères peuvent être des points naturels bien définis exemple avaloirs ou des rivets scellés dans un socle de béton.

XI .5.Application au projet :

L'absence de canevas topographique (pièce non jointe avec le levé topographique) ne nous a pas permis de traiter la partie implantation des alignements droits.

On se contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

XI .5.1 Raccordement progressif 1 :

✚ Virage n° 01 :

✓ Partie clothoïde :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10\text{m}$).

$$n = L / \Delta L$$

$$n = 242 / 10$$

$$n = 24 \text{ pts}$$

<i>Implantation de clothoïde</i>	
<i>Données</i>	
R	500
L	242
A	347.8505
ΔL	10
n	24

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0	0
1	10	10	0.0013
2	20	20	0.011
3	30	29.999	0.037
4	40	39.999	0.0881
5	50	49.999	0.172
6	60	59.998	0.298
7	70	69.997	0.472
8	80	79.994	0.705

9	90	89.989	1.004
10	100	99.982	1.377
11	110	109.999	1.833
12	120	119.957	2.379
13	130	129.936	3.025
14	140	139.908	3.779
15	150	149.870	4.645
16	160	159.821	5.637
17	170	169.757	6.774
18	180	179.677	8.022
19	190	189.577	9.432
20	200	199.460	10.997
21	210	209.303	12.725
22	220	219.121	14.624
23	230	228.900	16.816
KE	242	240.5865	19.439

Tableau II.XI.1 : les éléments d'implantation clothoïde

✓ Partie circulaire :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i \lambda$$

$$Y_i = R(1 - \cos i \lambda)$$

Virage N° 01 :

Données :

- $R = 500 \text{ m}$
- $\gamma = 3.198$
- $\gamma/2 = 1.599$
- **On prend $N = 10$**
- $\delta = 0.159$

Pts	I δ (gr)	$X_i = R * \sin i \delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos i \delta)$ (m)
M	0.000	0.000	0.000
1	0.159	1.248	0.001
2	0.318	2.497	0.0062
3	0.477	3.746	0.014
4	0.636	4.995	0.024
5	0.795	6.243	0.038
6	0.954	7.492	0.056
7	1.113	8.741	0.076
8	1.272	9.989	0.099
9	1.431	11.238	0.126
T	1.590	12.486	0.155

Tableau II.XI..2 : les éléments d'implantation cercle « 01 »

 **Virage n°2 :**

✓ Partie clothoïde :

Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS :

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : (• L =10m)

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \quad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

$$n = L/\Delta L$$

$$n = 223/10$$

$$n = 22 \text{ pts}$$

<i>Implantation de clothoïde</i>	
<i>Données</i>	
R	2000
L	223
A	676.8323
ΔL	10
n	22

Pts	$i \Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0	0
1	10	9.999	0.003
2	20	19.999	0.002
3	30	29.999	0.009
4	40	39.999	0.023
5	50	49.999	0.045
6	60	59.999	0.078
7	70	69.999	0.124
8	80	79.999	0.186
9	90	89.999	0.265
10	100	99.998	0.363
11	110	109.998	0.484
12	120	119.997	0.628
13	130	129.995	0.798
14	140	139.933	0.998
15	150	149.990	1.227
16	160	159.987	1.490

<i>17</i>	<i>170</i>	<i>169.983</i>	<i>1.787</i>
<i>18</i>	<i>180</i>	<i>179.980</i>	<i>2.121</i>
<i>19</i>	<i>190</i>	<i>189.970</i>	<i>2.495</i>
<i>20</i>	<i>200</i>	<i>199.961</i>	<i>2.909</i>
<i>21</i>	<i>210</i>	<i>209.951</i>	<i>3.368</i>
<i>KE</i>	<i>223</i>	<i>222.934</i>	<i>3134.033</i>

Tableau II.XI.3 : les éléments d'implantation clothoïde 2

✚ Partie circulaire :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i\lambda$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\lambda)$$

Virage N° 02:

Données :

- **R = 2000 m**
- **$\gamma = 9.164$**
- **$\gamma/2 = 4.582$**
- **On prend N = 10**
- **$\delta = 0.458$**

Pts	I δ (gr)	Xi = R* sin i δ (m)	Yi= R (1 - cos iδ) (m)
M	0.000	0.000	0.000
1	0.458	14.388	0.051
2	0.916	28.775	0.207
3	1.374	43.162	0.465
4	1.832	57.546	0.820
5	2.290	71.933	1.293
6	2.748	86.304	1.862
7	3.206	100.676	2.535
8	3.664	115.044	3.311
9	4.122	129.405	4.190
T	4.580	143.760	5.173

Tableau II.XI.4 : les éléments d'implantation cercle « 02 »

Chapitre XII
Signalisation
Routière

CHAPITRE XII : Signalisation Routière

XII .1 Introduction :

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements. Elle comprend deux grands ensembles : la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages.

XII.2 L'objectif de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

XII.3. Règles à respecter pour la signalisation :

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

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

XII .4 .Types de signalisations :

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a . Signalisation Verticale :

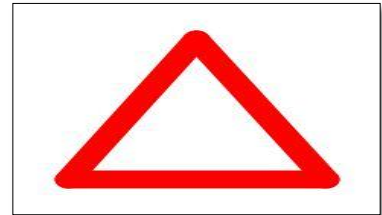
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- Signalisation avancée
- Signalisation de position.
- Signalisation de direction.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

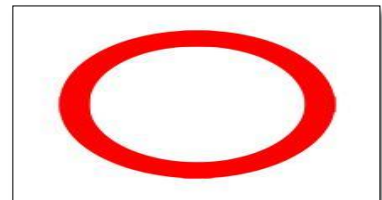
❖ Signaux de danger :

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

**❖ Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

**❖ Signaux à simple indication :**

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

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- aux divers.

❖ Signaux de position des dangers :

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

b-Signalisation Horizontale :

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

✚ Marquage longitudinal :

- **Lignes continue :**

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

- **Lignes discontinue :**

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

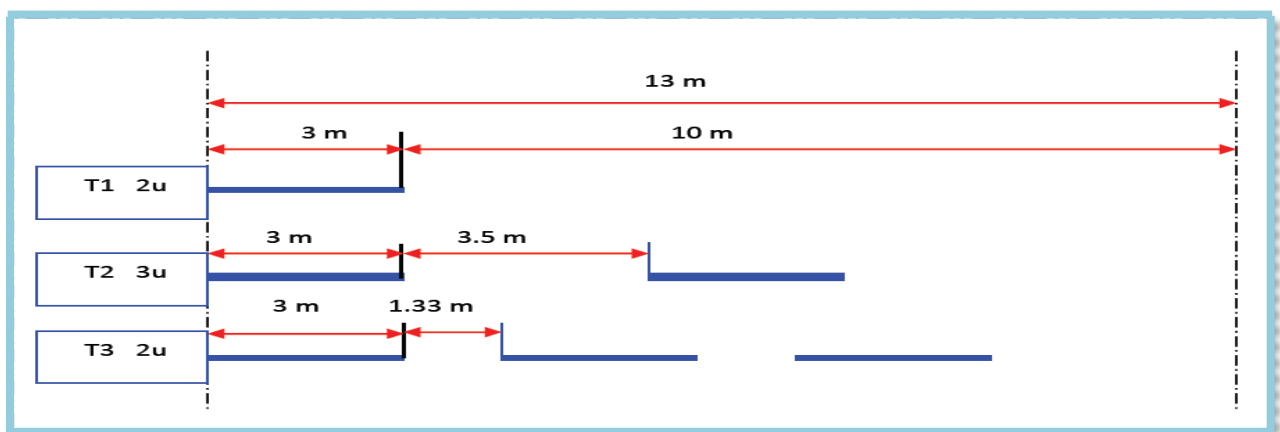
Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalles.

Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.

Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la longueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

- **Modulation des lignes discontinues :**

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



FigureII) XII. 1. Types de modulation

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

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

Tableau.XII.1 : Caractéristiques des lignes discontinues

✚ Marquage transversal :

• **Lignes transversales continue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

• **Lignes transversales discontinue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

➤ **Autre mmarquage :**

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

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

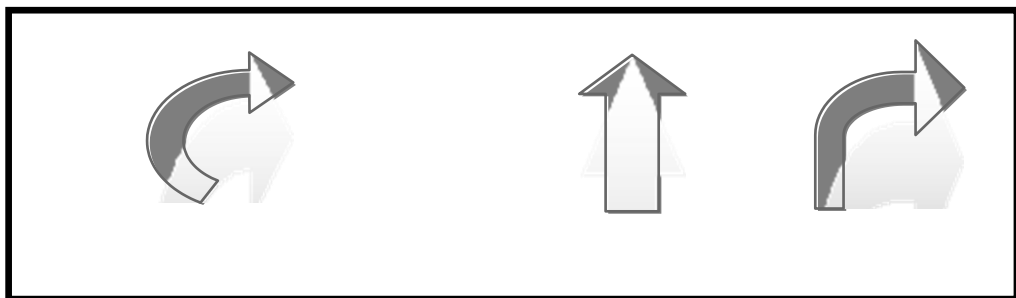


Figure II) XII. 2. Flèche de signalisation.

XII .5. Caractéristiques générales des marques :

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

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

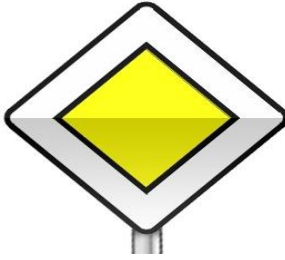

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm pour les autres routes.

XII .5. Application au projet :

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

+ Signalisation Verticale :

Indication du caractère prioritaire du Dédoublement	
Intersection Arrêt à l'intersection. Signal avanc	 <p style="text-align: right;">PK 26+200</p>

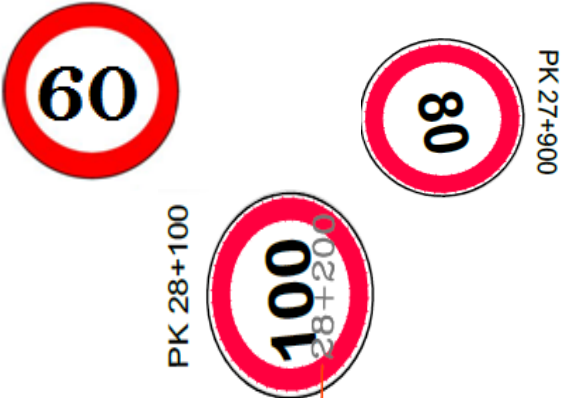

<p>Limitation de vitesse . Ces panneaux notifient l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.</p>	
<p>Virage à gauche / à droite</p>	

Tableau II.XII.2 signalisation verticale

✚ Signalisation horizontale :

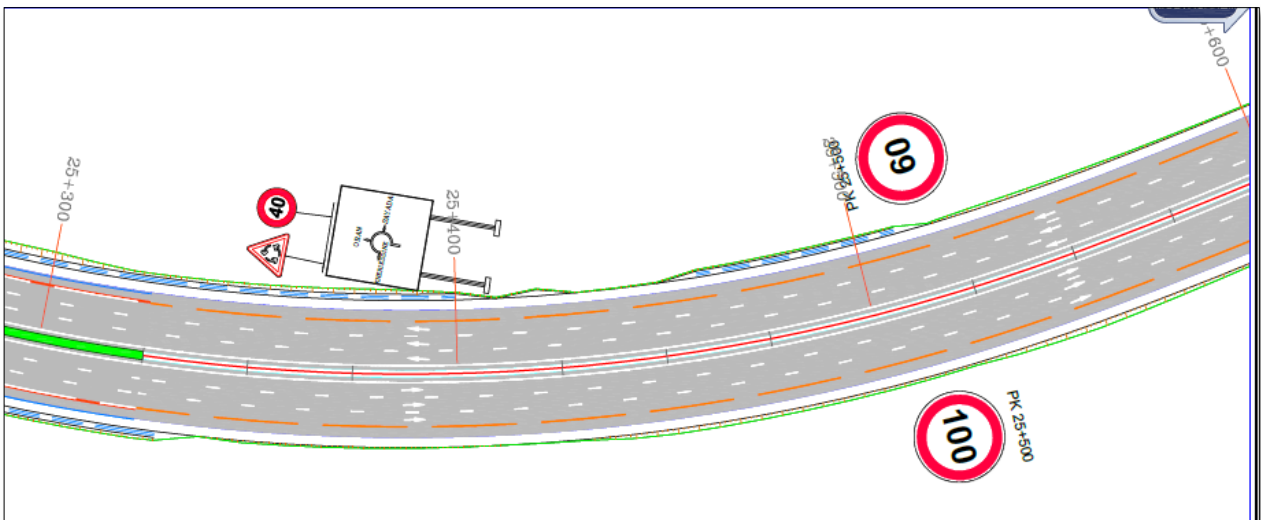


Figure II) XII. 3 : PK 25km 300 au PK 25km 600.

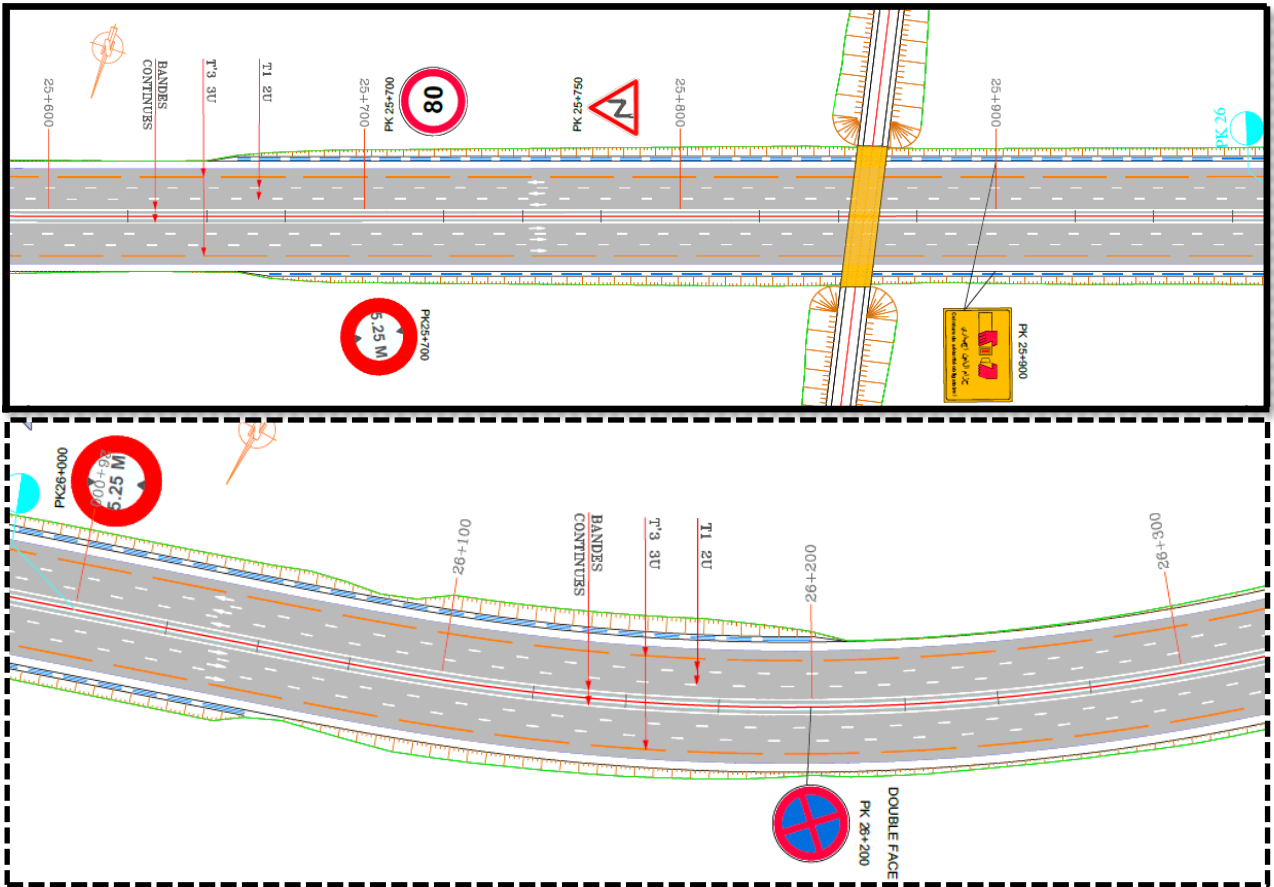
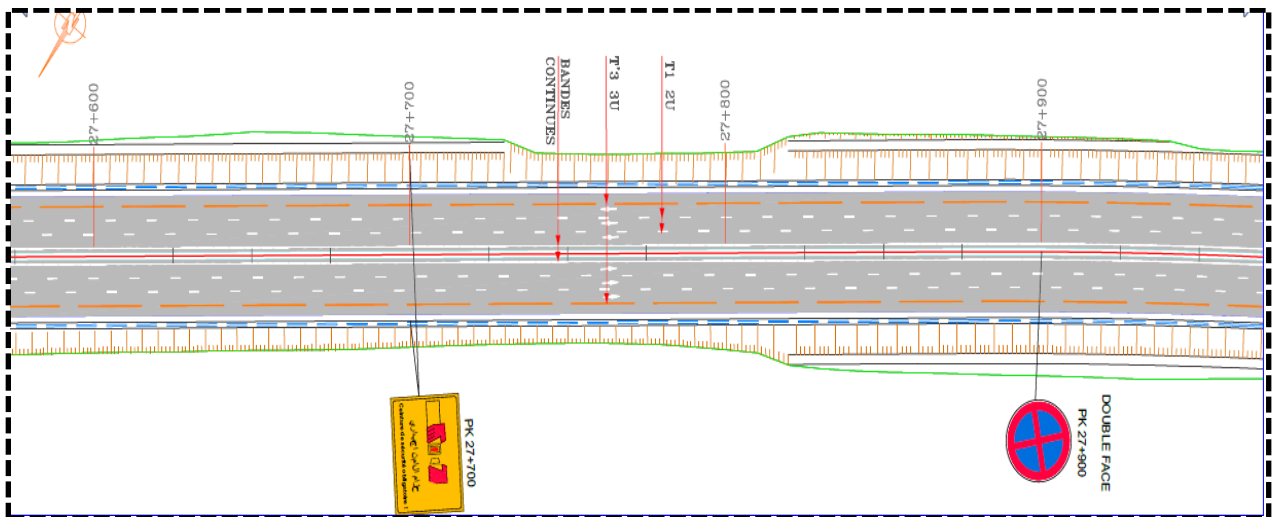
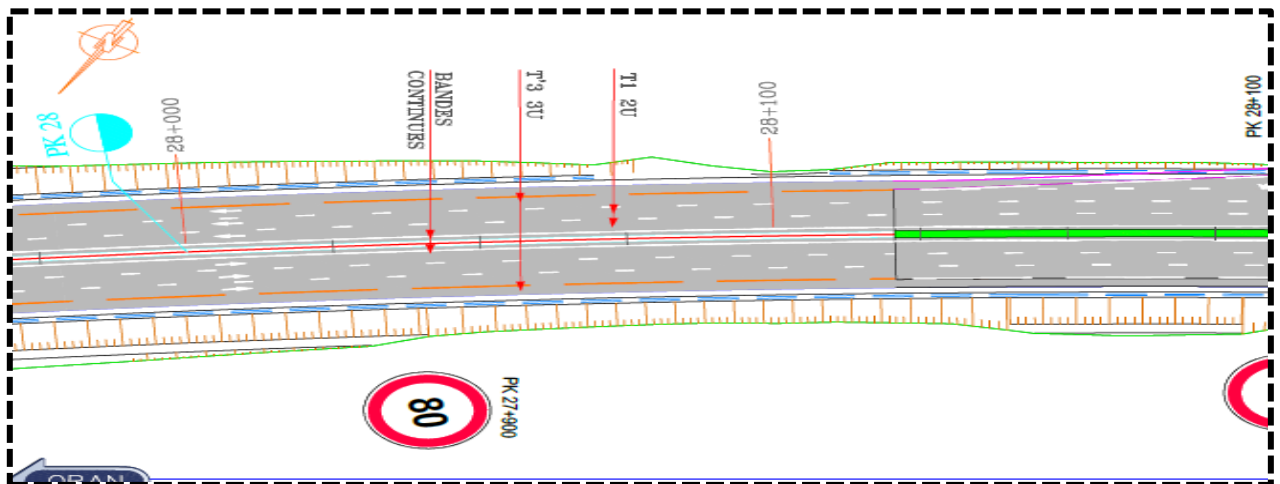


Figure II)XII. 4 : PK 25km 600 au PK 26 km 300.





FigureII) XII. 5 : PK 25km 600 au PK 28km 100.

Conclusion :

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

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

Chapitre XIII
Etude Géotechnique

Chapitre XIII : Etude Géotechnique

XIII .1- Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation, pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométrique mais aussi de bonnes caractéristiques mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussée joue, à ce titre, un rôle primordiale celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser.

XIII .2- Définition :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques, mécaniques et hydrauliques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

La géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur les données recueillies lors d'essais en laboratoire et sur le terrain, en pratique, la géotechnique est étroitement associée à la géologie.

XIII.3- Objectifs principaux d'une étude géotechnique :

- Au stade des études, de bien définir le projet : optimisation du mouvement Des terres, dimensionnement du corps de chaussée, choix des matériaux, etc.
- Au stade de l'exécution, de réaliser les travaux avec le minimum d'aléas
Possibles : choix des moyens et des matériels adaptés à la nature des sols rencontrés, méthode d'exécution.

XIII.4- Différent essais en laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

4-1 Essais physiques :

✚ Teneur en eau naturelle W(NF P 94-050) :

a) Définition :

On désigne par teneur en eau la quantité d'eau contenue dans un échantillon de matière, par exemple un échantillon de sol, de roche, de céramique ou de bois, la quantité étant évaluée par un rapport de poids humides sur poids secs.

b) But de l'essai :

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

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

Travaux de terrassement de compactage.

d) Appareillage pour calculer la teneur en eau :

- Etuve sèche
- Des récipients
- Balances :

f) Mode opératoire :

N.B : l'essai doit se faire sur deux prises pour en fin prendre la moyenne.

- rendre un récipient propre, sec et taré, y placer un échantillon de sol humide d'un poids minimum de :

- 30g pour les sols fins
- 300g pour les sols moyens
- 3000g pour les sols grossiers

On les place à l'étuve après 15 heures on prend le poids. En principe entre les deux pesées, de la différence est inférieure à 0,1%.

• Calculs de la teneur en eau

Soit M le poids humide de l'échantillon et m le poids sec de l'échantillon

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



Figure II)XIII. 1 : Matériels d'essai teneur en eau

Limites d'Atterberg (WL) :**a) But de l'essai :**

Identification et classification des sols

b) Domaine d'application

Travaux de terrassement – de compactage

c) matériel :

- Appareil de casagrande
- Balance de 5kg (précision 1g)
- Etuve ventilé
- Planche à roulets
- Capsules en verre
- Spatules
- Mortier et pilon en porcelaine

d) Durée de l'essai : 03 jours**e) Mode opératoire**

N.B : Cet essai est réalisé sur la partie granulométrique appelée mortier inférieur à 0,4mm

- On malaxe rigoureusement la totalité de l'échantillon afin de bien homogénéiser
- On remplit la coupelle au tiers
- On trace le milieu de l'échantillon à l'aide d'un outil à rainurer et l'essai comme immédiatement
- La coupelle fixée à l'appareil est soumise à une série de chocs réguliers jusqu'à ce que les deux lèvres se ferment (le nombre de coups de fermeture doit être compris entre 15 et 35)
- Pour confirmer le nombre de chocs, il faut recommencer immédiatement l'essai, si les deux essais successif ne diffèrent pas plus d'un choc, on prélève à l'aide d'une spatule deux échantillon de chaque côté des lèvres et on détermine la teneur en eau.

e) Calculs :

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

• Détermination de la limite de plasticité Wp

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

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

$$IP = WL - WP$$



Figure II) XIII 2 : Matériel d'essai Limites d'Atterberg

✚ Analyse granulométrique (tamisage à sec) :

a) But d'essai :

Déterminer les proportions des particules solides de différentes tailles qui constituent le sol.

b) Principe d'essai :

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

c) Mode opératoire :

- Commencer par dresser la colonne des tamis. Les ouvertures des tamis doivent être croissantes de bas en haut. Les tamis à prendre en compte sont en mm :
5 – 3.15 – 2 – 1.25 – 0.5 – 0.25 – 0.125 – 0.08
- Prendre 1 kg de sol.
- Verser le sol sur le tamis supérieur.
- Procéder à l'agitation mécanique pendant environ 5 min.
- Procéder à la pesée cumulée des refus des tamis en commençant par le tamis supérieur.

c) Calcul :

Pour le calcul des pourcentages et le tracé de la courbe granulométrique, le procédé est le suivant:
M est la masse totale de l'échantillon.

N° Tamis	Ouverture des tamis (mm)	Refus partiel (g)	Refus cumulé (g)	Refus cumulé (%)	Tamisa cumulé (%)
1	m_1	m_1	$R_1 = 100 \times \frac{m_1}{M}$	$T_1 = 100 - R_1$
2	m_2	$m_1 + m_2$	$R_2 = 100 \times \frac{m_1 + m_2}{M}$	$T_2 = 100 - R_2$
3	m_3	$m_1 + m_2 + m_3$	$R_3 = 100 \times \frac{m_1 + m_2 + m_3}{M}$	$T_3 = 100 - R_3$



Figure 3 : Matériel d'essai Analyse granulométrique.

d) **Compte rendu** : Il vous est demandé de

- Compléter le tableau des calculs.
- Tracer la courbe granulométrique.
- Déterminer les différents diamètres (D_{10} , D_{30} et D_{60}) et les deux coefficients C_u (coefficient d'uniformité) et C_c (coefficient de courbure), en sachant que :

(**D_{10} , D_{30} et D_{60}**) : étant respectivement les diamètres correspondant à 10%, 30% et 60% d'éléments de dimension inférieure.

- Le coefficient d'uniformité ou de Hazen :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Le coefficient de courbure :

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

Nommer ce sol selon la classification LCPC.

- Commenter vos résultats.

4-2 Essais mécaniques:

✚ Essai Proctor modifié : NF P 94-093

a. Définition :

L'essai Proctor, mis au point par l'ingénieur Ralph R. Proctor (1933), est un essai géotechnique qui permet de déterminer la teneur en eau nécessaire pour obtenir la densité sèche maximale d'un sol granulaire par compactage à une énergie fixée (dame de poids, nombre de coups et dimensions normés).

Le protocole de l'essai Proctor suit la norme NF P 94-093 (détermination des références de compactage d'un matériau). Les valeurs obtenues par l'essai sont notées pour la teneur en eau optimale, et pour la masse volumique sèche optimale. Une autre référence peut être déterminée pour une énergie supérieure.

b. But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer la teneur en eau optimum en fonction de la densité sèche optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximum.

c. Principe de l'essai :

Lorsqu'on compacte de façon identique des échantillons d'un même sol, au moins cinq teneurs en eau différentes, on constate que la densité sèche ρ_d varie et passe par un maximum pour une teneur en eau déterminée (dite optimale W_{opt}).

d. Appareils utilisés :

Un moule Proctor et CBR

- Une dame Proctor et CBR .
- Une règle à araser .
- Un disque d'espacement, étuve .
- Une burette, balance,
- Une éprouvette, truelle, un bac et un tamis de 5 et 20 (**Voir figure**) .



Figure II) XIII .4: Matériels de l'essai Proctor

e. Mode opératoire :

- Peser 5500 g de Tuf.
- Tamiser la peser (série de passoir « 100-63-40-25-12,5 »).
- Noter la peser de chaque refus.
- Puis ajouter un pourcentage d'eau de 2% puis 4% puis 8% en mélangeant bien.
- La découper l'échantillon en 5 couches, ensuite les mettre l'une après les autres en compactant chaque couche avec la même énergie de compactage (56) coups/couches) jusqu'à la dernière couche.
- Araser bien et enfin peser et l'enlevé du moule.

La figure suivante montre les différentes étapes de l'essai Proctor :



Figure II) XIII 5: les étapes de l'essai Proctor

✚ Essai CBR : NF P 94-078**a. Définition :**

Pour les sols à vocations routière CALIFORNIA BEARING RATIO permet de finir un indice purement empirique dit indice portant cet indice connu grâce a des abaques permet de calculer l'épaisseur des couches de formation nécessaire d'une chaussée et ceci en fonction de la charge par essieu et du trafic attendu.

b. But de l'essai :

Cet essai a pour but de déterminer la portance d'un sol (l'indice CBR).

d. Mode opératoire :

Il est nécessaire d'effectuer au préalable un essai Proctor modifié afin de déterminer la teneur en eau optimal de compactage de l'échantillon, cette teneur étant connu on prépare le nombre d'éprouvette voulue pour moule CBR, la même énergie de compactage sera adoptée que pour le moule Proctor modifié. Avant compactage un disque est disposé au fond du moule et après compactage le moule est arasée pesé puis remis sur l'embase on y dispose alors le plateau de gonflement, l'anneau de surcharge, le compactage, le comparateur que l'on règle à zéro, le moule est ensuite mis à imbiber pendant 4 jours au cours des quels on mesure à l'aide du comparateur les gonflements éventuels de l'échantillon, l'imbibition terminée la phase de poinçonnement commence le moule est disposé sur le plateau de la presse le piston est au contact du sol à l'aide de l'indicateur de cadence le poinçonnement s'effectue à vitesse constante de 1.27 mm/mim au cours de l'essai la pression correspondante aux enfoncements.

/0.625 / 1.25 / 2.00 / 2.5 / 5 / 7.5 / 10mm est noté en fin de l'essai l'échantillon est prélevé et sa teneur en eau est déterminée. (Voir figure)



FigureII) XIII 6 : Matériels d'essai CBR.

Partie III

Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem Sur L'environnement

Etude d'Impact sur l'Environnement

1. Introduction :

Cette étude porte sur l'évaluation environnementale de la réalisation d'un deuxième boulevard

périphérique de Mostaganem, Ce tronçon d'environ 28 km prend son origine de la Commune de Stidia (RN 11), en traversant un important cordon dunaire de caractère forestier (forêt de Stidia).

Le projet passe ensuite par la commune d'Ain Nouissi, HassiMamache, et se termine au niveau des limites administratives de la commune de Sayada avec celles de Mostaganem.

Cette zone est caractérisée par sa vocation agricole, une richesse écologique importante (terrains agricoles, reboisements fruitiers, cultures céréalières, maraichères,...).

Le projet est assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu des dispositions de la réglementation nationale en vigueur, (Tableaux « Annexes »).

2 : Définition :

L'EIE est un instrument d'aide à la décision dans les différentes étapes de réalisation d'un projet. Elle intègre les aspects économiques, socio-environnementaux pour tendre vers la solution de moindre impacts et fournit à l'autorité administrative les éléments nécessaires pour :

- Contribuer à l'élaboration d'un projet s'intégrant dans son Environnement ;
- Etre un support d'informations sur les risques qui peuvent porter atteinte à la santé humaine et à l'environnement ;
- S'assurer que le projet ne porte pas atteinte à l'environnement ;
- Se prononcer sur la nature et le contenu de la décision à prendre.

L'EIE est un outil privilégié de prévention de la pollution et de la dégradation de l'environnement. Elle permet d'épargner au promoteur et à l'autorité les surcoûts et les conflits habituellement constatés au cours et après la réalisation du projet.

Elle est aussi un outil de planification qui définit les actions à mettre en oeuvre et les paramètres à suivre ainsi que les échéanciers, les dépenses et les responsabilités des différents intervenants.

3. Objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement :

Les méthodes traditionnelles d'évaluation technique et économique des projets ne prenaient pas en considération de manière adéquate les préoccupations environnementales.

L'EIE vient de combler cette lacune en intégrant l'évaluation environnementale dans les différentes étapes du projet.

Le but ultime étant de s'assurer que le projet prend en considération les impacts négatifs et ne présente pas de risques majeurs pour l'environnement.

4. Description du projet :

L'élaboration de(s) variante(s) se base sur plusieurs critères techniques et environnementaux, dont :

Il s'agit, d'une part, de critères restrictifs qui commandent, dans la mesure du possible, d'éviter certains éléments ou espaces et, d'autre part, des critères indicatifs qui exigent de rechercher le plus possible éléments ou espaces au moment de la conception du projet.

Ainsi, un tracé doit répondre aux objectifs suivants :

- intégrer les préoccupations de la population et des organismes concernés par le projet ; éviter, selon leur classement, les aires les plus sensibles sur le plan environnemental ;
- rechercher les paysages de moindres impacts sur l'environnement.

Des critères plus particuliers, qui touchent les milieux naturel et humain, la conception, la construction et l'exploitation doivent aussi être considérés comme :

- éviter les espaces et les milieux bâtis ;
- éviter les espaces et les équipements affectés à la villégiature et aux loisirs ;
- éviter les zones de faible capacité portante et de forte sensibilité à l'érosion ainsi que les milieux humides ;
- éviter les secteurs au relief accidenté ;
- préserver les écrans boisés pour limiter l'impact sur le paysage ;

5. Description détaillée de L'état Initial du site et de son environnement :

5.1. Environnement Physique :

Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré. La douceur des températures favorisée par le climat côtier avec une moyenne pluviométrique entre 300 et 500 mm pouvant atteindre jusqu'à 600 à 700 mm par endroit à l'Est de la wilaya, et varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. La température moyenne à Mostaganem est de 17.9 °C.

✚ Données météorologiques :

a. Précipitations :

La zone d'étude enregistre un total annuel de précipitation avoisinant les 347 mm, dont Juillet comme le mois le plus sec, avec seulement 01 mm. Le mois de Novembre, avec une moyenne de 60 mm, affiche les précipitations les plus importantes.

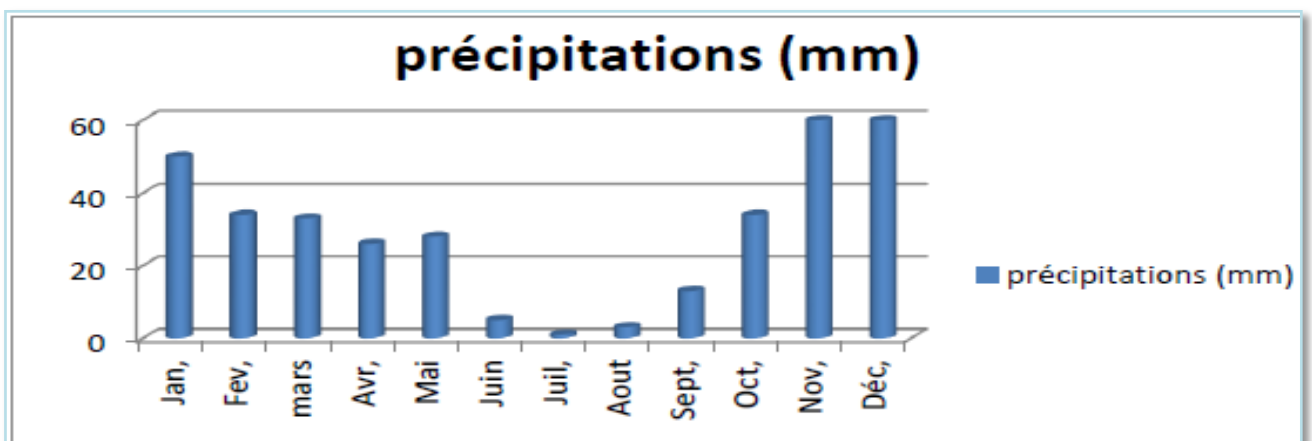


Figure 1 : Les moyennes des précipitations mensuelles dans la région.

b. Températures :

Aout, est le mois le plus chaud de l'année. La température moyenne est de 25,1 °C à cette période. Au mois de Janvier, la température moyenne est de 11,8 °C. Janvier est de ce fait le mois le plus froid de l'année.

La température maximale : La valeur maximale correspond au mois d'Aout, avec 28,40 °C.

La température minimale : La valeur minimale est enregistrée au mois de Janvier avec 8,30°

C.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY,
T Moy	11,8	12,50	14,00	16,00	18,50	21,80	24,30	25,10	23,10	19,70	15,50	12,60	17,91
t min	8,30	9,10	10,60	12,80	15,20	18,50	20,90	21,90	19,80	16,30	12,10	9,30	14,57
T max	15,30	16,00	17,40	19,20	21,90	25,10	27,80	28,40	26,50	23,10	19,00	16,00	21,31

Tableau 1 : Température moyenne mensuelle (°C) de la région.

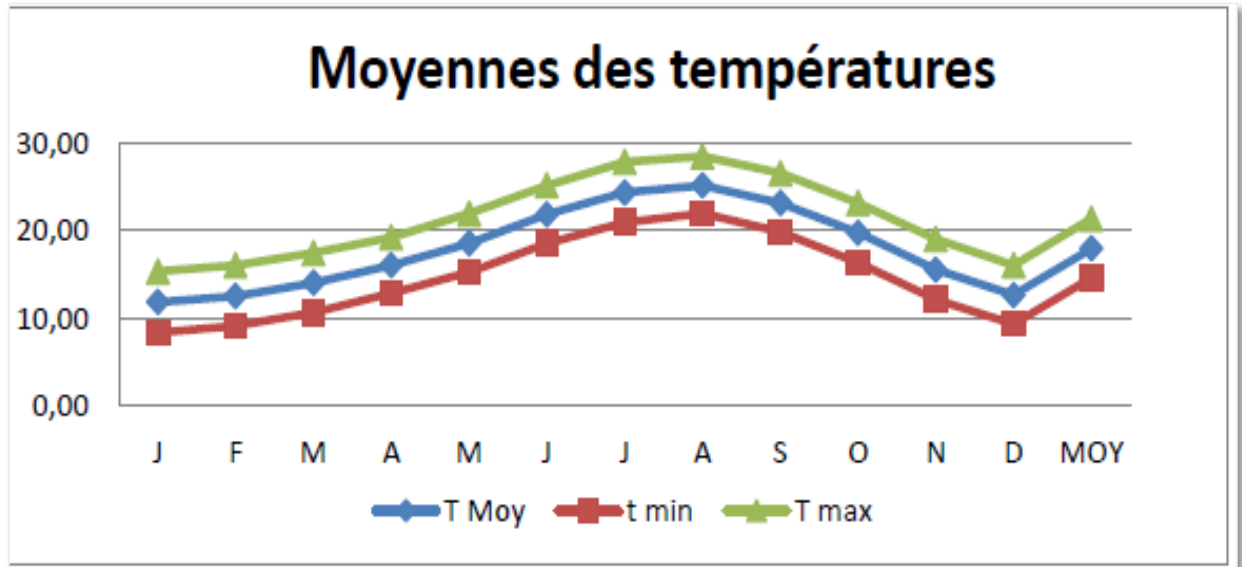


Figure 2 : Températures moyenne mensuelle minimales et maximales.

c. Les vents:

Les vents soufflent fréquemment dans des directions instables et à différentes intensités en fonction des saisons. Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest et Sud-Ouest.

Le tableau suivant présente les vitesses moyennes des vents dans la période entre 1990 et 2001.

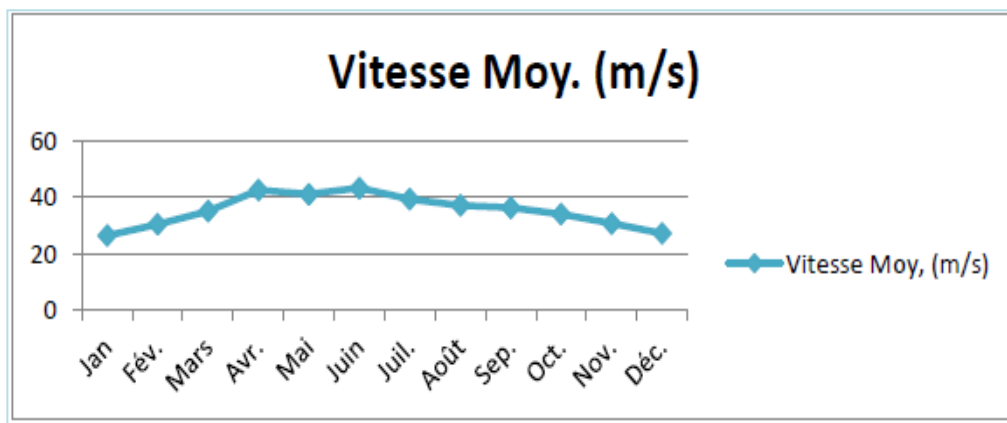


Figure 3 : Moyennes mensuelles des vents.

Relief :

Le relief de la zone d'étude s'individualise en 04 unités morphologiques appartenant à deux (02) régions distinctes : le Plateau et le Dahra.

UNITES	COMMUNES CONCERNEES	UNITES	COMMUNES CONCERNEES
VALLEES BASSES DE L'OUEST	<ul style="list-style-type: none"> • MAZAGRAN • HASSI MAMECHE • STIDIA • AIN NOUISSY • EL HACIANE • FORNAKA 	VALLEE DE L'EST	<ul style="list-style-type: none"> • BEN A/RAMDANE • HADJADJ • SIDI LAKHDAR • KHADRA • ACHAACHA • O/ BOUGHALEM
PLATEAU DE MOSTAGANEM	<ul style="list-style-type: none"> • MOSTAGANEM • SAYADA • KHEIR EDDINE • A/ TEDELES • SOUR • BOUGUIRAT • MESRA-AIN SIDI CHRIF • SIRAT • TOUAHRIA • SOUAFLIAS • MANSOURAH 	MONT DAHRA	<ul style="list-style-type: none"> • OUED EL KHEIR • SAF SAF • OULED MAALAH • AIN BOUDINAR • NEKMARIA • SIDI ALI • TAZGAIT • SIDI BELATAR

Tableau 2 : Relief de la zone d'étude.

Sismologie régionale :

L'Algérie a tout le temps été soumise à une activité sismique intense avec comme résultats des pertes humaines et matérielles importantes dommageables non seulement aux individualités et collectivités locales, mais également au pays tout entier dont elle peut obérer le développement pour un certain nombre d'années.

A l'instar des séismes du 10 octobre 1980 de Chlef et celui du 21 mai 2003 de Boumerdes dont nous continuons encore à payer les conséquences aujourd'hui.

Donc pour pouvoir résister à ce phénomène, on doit construire des ouvrages de telle sorte à leur fournir un degré de protection tolérable en répondant aux règles parasismiques Algériennes.

L'activité sismique est due principalement à la nature géologique de la région et à ses caractéristiques tectoniques à la frontière des plaques africaine et eurasiennne, en mouvement compressif permanent (tectonique des plaques).

En Algérie, la limite septentrionale du domaine actif est définie par le talus continental distant de 75 km des côtes.

La frontière méridionale du domaine sismique se confond avec l'accident atlasique qui limite l'atlas saharien de la plate-forme saharienne longue de 2000 km orientée SW-NE: depuis Agadir au Maroc en passant en Algérie par Laghouat, Biskra et ressort à Gabès en Tunisie.

Pour pouvoir réduire les pertes induites par ce cataclysme, on doit en premier lieu quantifier le danger ou dégât en identifiant les sources sismiques (failles actives, charriages) et évaluer les niveaux de secousses (intensité, magnitude, accélération) dans la région épiscoptrale, puis évaluer le niveau de vulnérabilité (taux de perte) de la population exposée au risque (individus, ouvrages, biens économiques et sociaux...etc.).

Le niveau de risque sismique considéré comme acceptable en Algérie a été établi et intégré dans les prescriptions réglementaires contenus dans le règlement R.P.A. 99 version 2003 (règles parasismiques Algériennes) en considération des deux types de secousses possibles (séisme majeur et séisme modéré) et des groupes d'usage des ouvrages qui sont classés de 0 à 3 en fonction de l'importance décroissante qu'il présente pour la vie économique et sociale de la communauté.

Le territoire national est divisé en cinq (05) zones de sismicité :

Zone 0 : Sismicité négligeable.

Zone I : Sismicité faible.

Zones IIa et IIb : Sismicité moyenne.

Zone III : Sismicité élevée.

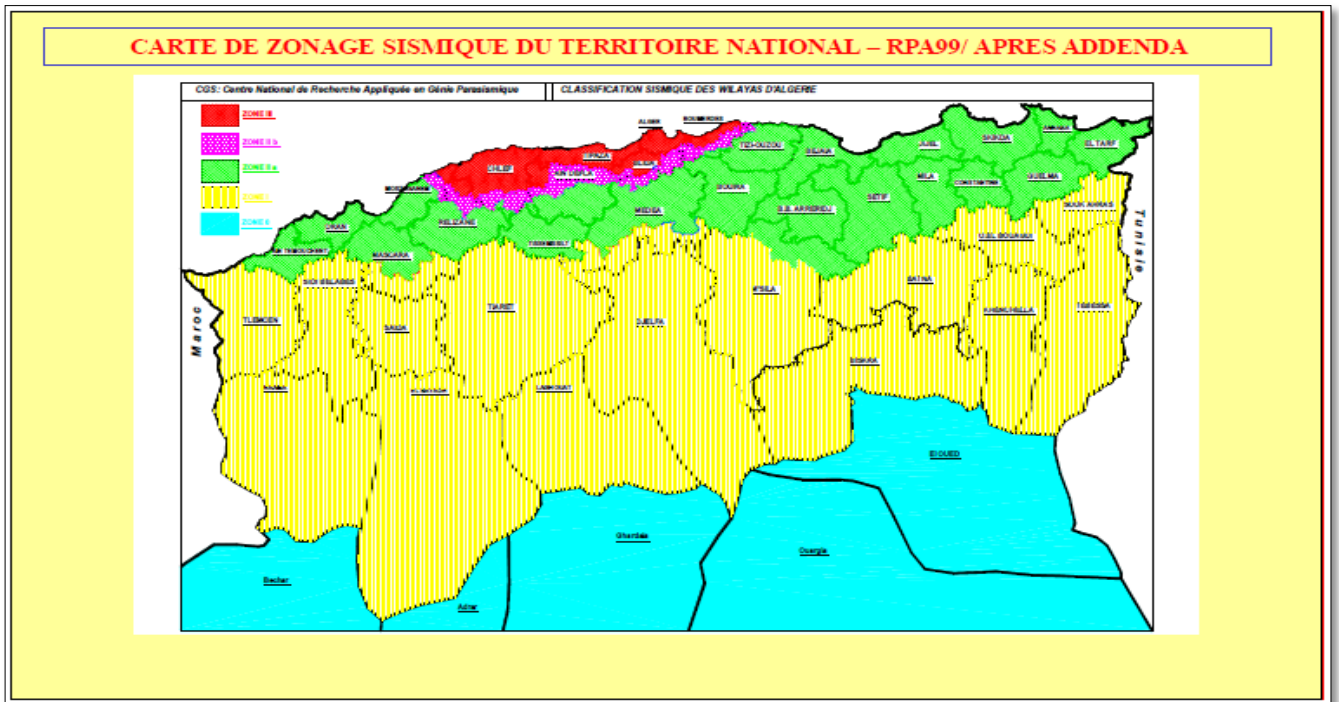


Figure 4 : Carte sismique de l'Algérie.

Compte tenu des critères de classification, la région du projet est classée dans la zone sismique II a à Sismicité moyenne.

5.2. Environnement Biologique :

+ La Faune :

De par la variété de ses biotopes, la région renferme un potentiel cynégétique important. Cette conservation tant aussi à protéger l'habitat de la faune sauvage commune qui existe dans la région.

+ La Flore :

La région de Mostaganem comme tout le littoral algérien est caractérisée par une végétation typiquement méditerranéenne, dépendant des conditions du milieu où elle vie.

Du fait qu'il est impossible de présenter de manière exhaustive toute la flore de la région, on a choisi de présenter principalement les espèces endémiques et menacées de disparition.

5.3 Environnement socioculturel :

✚ Population Et Habitat

La zone d'étude compte une population estimée à 310 509 Habitant , soit 38,44 % de la population totale de la Wilaya, avec une densité moyenne de 999 hab/km².

COMMUNE	SUPERFICIE (Km ²)	POPULATION AU 31/12/2013				DENSITE (Hab/Km ²)
		TOTAL	ACL	AS	ZE	
MOSTAGANEM	50	155 019	153 358	0	1 661	3 100
HASSI MAMECHE	63	33 857	13 031	7 370	13 456	537
MAZAGRAN	20	27 353	19 333	6 900	1 120	1 368
STIDIA	55	12 803	7 368	1 415	4 020	233
AIN NOUISSY	53	16 713	11 210	0	5 503	315
KHEIR EDDINE	45	31 228	7 146	12 565	11 517	694
SAYADA	45	33 536	3 725	24 392	5 419	745
Total	331	310 509	215 171	52 642	42 696	999

Tableau 3 : Population de la zone étudiée.

✚ Agriculture

La région de Mostaganem est connue par sa vocation agricole, elle dispose d'une superficie agricole totale de 177 310 ha. Dont 132 268 ha de superficie agricole utile (SAU), et 32 960 ha de terres irriguées répartis à travers 24 535 exploitations agricoles.

Commune	Superficie agricole totale (SAT)	Superficie agricole utile (S.A.U)				Autres terres				Superficie totale Des terres
		Total	SAU irriguée	Terres Labour.	Cultures Perm.	Pacages et parcours	Terres Incultes	Terrains Impr.	Forêts et Maquis	
MOSTAGANEM	1806	1261	18	1253	8	8	20	2.332	517	4138
HASSI MAMECHE	5652	5370	2164	4462	908	32	50	885	200	6537
MAZAGRAN	1548	1034	485	922	112	4	10	685	500	2233
STIDIA	4092	3350	1268	2894	456	12	16	786	714	4878
AIN NOUISSY	3699	2944	643	2563	381	23	30	750	702	4449
KHEIR EDDINE	4778	4348	2956	2684	1664	80	150	1440	200	6218
SAYADA	3124	2896	1872	1792	1104	68	130	580	30	3704
Total	46274	39510	16940	31348	8162	386	682	12004	5696	60610

Tableau 4 : Répartition générale des terres par commune

6. Description détaillée des différentes phases du projet :

6.1. Phase de construction :

Cette phase comprend plusieurs étapes, dont les plus importantes sont le dégagement des emprises, les terrassements généraux, réalisation des ouvrages d'arts, des ouvrages et de drainages,

réalisation de la chaussée proprement dite, des accotements, de la signalisation finale, de l'éclairage et de l'aménagement.

Dégagement des emprises :

Ces travaux comprennent :

- l'arrachage et l'enlèvement d'arbres (s'ils existent), de taillis et de broussailles,
- l'extraction et l'enlèvement des anciennes souches mises à jour,
- la démolition des constructions s'il y a lieu d'expropriations, l'enlèvement ou la mise en remblais des matériaux résultant de cette opération, après recyclage.
- la démolition éventuelle de chaussée existante et bordures,
- la fourniture, la pose et le repli de clôtures provisoires, pour délimiter les zones présentant un danger potentiel pour l'usager,
- la localisation et la protection en cours des travaux des réseaux (fibre optique, lignes électriques...).

Terrassements généraux :

Ces travaux comprennent le sciage et l'exécution des déblais si nécessaire, le décapage dans les zones de terrain avec mise en stock de la terre végétale et l'exécution des déblais ou remblais.

Les travaux de la chaussée :

Ces travaux comprennent la fourniture, le stockage la mise en œuvre des différentes couches qui constituent la chaussée et les accotements tels qu'elles sont définies dans les plans de profils en travers types.

La Signalisation finale :

Ces travaux comprennent la réalisation des signalisations horizontales et verticales et des équipements de sécurité :

- le marquage au sol complet de l'ensemble des routes et voiries comprises dans l'aménagement ;
- la signalisation verticale comprenant les portiques, panneaux de police et les panneaux directionnels,
- les équipements de sécurité constitués de glissières de sécurité sont implantés conformément aux normes du dossier technique.

6.2 Phase d'exploitation :

L'exploitation de la route concerne son utilisation par les routiers, cette exploitation sera l'effet de différentes émanations atmosphériques, notamment le d'oxyde de carbone (CO) et le dioxyde d'azote (NO₂), qui vont contribuer à contaminer l'air, cette contamination aura des effets négatifs sur les populations riverains, sur la composition paysagère qui sera objet de contamination par des particules de plomb.

En plus cette exploitation peut avoir un effet négatif sur les cours d'eau traversés par l'axe du projet. Des émissions de bruits seront engendrées par le trafic routier, bien qu'il n'existe pas de solution idéale et économique au bruit émis par les véhicules sur les axes routiers, certaines mesures pratiques seront adoptées.

6.3. Phase poste-exploitation :

Cette phase concerne des travaux de réhabilitation, ou de changements sur le tracé à cause des glissements de terrains, déformation de la chaussée, ou autres effets qui rendent l'exploitation de la route dangereuse.

Cette phase sera l'origine de génération des déchets solides (Bitume, gravats, déblais...) qui devront être traités d'une manière méthodique qui garantit la protection de l'Environnement (transfère des déchets soldes non récupérables vers décharges, ou centres d'enfouissement techniques *CET* approprié.

7. Evaluation des impacts prévisibles directs et indirects, du projet sur l'environnement :

7.1. Impacts de la phase réalisation du projet :

Ce chapitre analyse les impacts prévisibles du projet en différenciant les impacts temporaires et les impacts permanents, directs ou indirects. L'analyse des impacts est menée sur le couloir du tracé étudié, et étendu selon les besoins en fonction des enjeux sur l'environnement immédiat du projet.

Les impacts de cette phases sont généralement limités dans le temps, et d'une influence direct sur la santé de la population et sur l'Environnement.

Impacts sur la population :

Les impacts négatifs du projet sur la population en phase de travaux portent sur l'expropriation des biens (bâti, équipements agricoles et terrains), ainsi que des nuisances (émissions atmosphériques et bruits) générées par les travaux (terrassements, transports de matériaux, etc...).

Le projet ne concerne aucune expropriation des populations, mais des superficies agricoles importantes seront touchées par le projet.

Les diverses pollutions (rejets anarchiques des déchets issus des chantiers) générées par la phase de construction composent une menace sur l'hygiène et la salubrité publique.

Effet de coupure :

Les chantiers de construction des routes provoqueront des gênes à la circulation (coupure de routes, limitation des possibilités de liaison entre les deux côtés du projet), notamment en ce qui concerne le déplacement de la population locale, les accès aux propriétés (terres agricoles, serres, fermes...), les déplacements des troupeaux, etc.

Vu les difficultés rencontrés dans le choix du tracé optimale, une unité industrielle sera altérée par le passage du projet, dont une partie de son terrain sera expropriée.

Impacts sonores :

Les nuisances générées par les travaux sont :

- les nuisances sonores liées à la présence d'engins de terrassements et au trafic des camions transportant les déblais, les remblais et les matériaux de construction pouvant atteindre plus de 90 dB.
- Le trafic des engins à proximité des zones d'habitats provoque une gêne notable à la population proche de l'emprise du projet.

Impacts sur la qualité de l'air :

La législation Algérienne en matière des émissions Automobiles est représentée par le décret exécutif n° 03-410 du 05 novembre 2003, fixant les seuils limites des émissions des fumées, des gaz toxiques et des bruits par les véhicules automobiles ;

Le chantier peut avoir différents impacts sur la qualité de l'air, liés à :

- des émanations de gaz par les installations de combustion, gaz d'échappement des engins et des camions, dont les principaux gaz échappés sont les CO, HC, CH₄, CO₂, NO_x, SO₂.
- des émissions de poussières dues au transport de matériaux par les camions ;
- une dispersion accidentelle de produits chimiques gazeux.
- Sans omettre les COV, PM10 (particules à un diamètre inférieur à 10 µm).

Ces impacts sont directs et temporaires.

Impacts sur les ressources en eau :

➤ Impact sur les eaux superficielles

Les eaux de ces derniers peuvent être altérées temporairement par les différents travaux (perturbation par la mise en suspension de sédiments fins, par l'augmentation de la turbidité par diversement des eaux de chantier, et les eaux de lavage des engins, une contamination possible de l'eau suite à un diversement accidentel d'hydrocarbures).

La préservation de ces ressources naturelles doit être garantie par le responsable de chantier et les ouvriers qui doivent être formés et informés sur les mesures de protection des ressources en eaux.

- Le nettoyage du matériel de chantier, le lavage des camions et engins de chantier aux bords d'Oued, ainsi que le rejet des déchets solides (déchets ménagers ou déchets de construction de projet...) ou de rejets liquides (sanitaires, ou bien de la base vie) sont à l'origine de la pollution des eaux lors de la phase de construction.
- Une pollution par les déversements des produits chimiques et des hydrocarbures (Fuel, Huiles, graisses...) peut être enregistrée par des effets accidentels, ou par Malveillance.
- Une augmentation de la turbidité des eaux de surface par le rejet des eaux de chantiers
- La modification du régime d'écoulement des eaux de surfaces à cause des mauvais travaux de terrassements, et de remblaiement.

➤ *Impact sur les eaux souterraines :*

Le fonctionnement des engins lors des travaux nécessite des carburants, des huiles et des graisses, ce qui laisse présager un risque de contamination des eaux souterraines par infiltration lors d'un accident de versement de ces derniers dans la nature.

Le rabattement des nappes par pompage qui conduit à un abaissement du niveau des nappes phréatiques ainsi qu'une modification du régime d'écoulement des eaux souterraines.

L'impact sur les eaux est direct et temporaire.

✚ *Impacts sur les activités agricoles :*

Une perte significative en superficies agricoles, environ 80 hectares sur tout le parcours du projet, dont environ 08 hectares de reboisements fruitiers, et 9,5 hectares de surfaces irriguées, qui ne seront plus destinées à la production, ceci aura une incidence sur les revenus des agriculteurs.

Le projet provoque le ravage d'un nombre important des serres agricoles privées.



Figure 5 : Serres agricoles touchées par le projet (PK 26+300 au PK 27+200) .

➤ *Impacts temporaires en phase travaux sont :*

- Occupation temporaire de terrain pour des éventuelles zones de passage, avec pertes de revenus, la destruction de passages et de clôtures, difficultés d'accès éventuels aux parcelles ;

- Envol de poussières suite aux travaux ;
- Allongement des trajets (agriculteurs et troupeaux) suite à des coupures des itinéraires agricoles.

L'impact permanent de cette phase est bien :

- La destruction des cultures céréalières, maraichères et fourragères en période de construction.
- Morcellement des propriétés agricoles, ce qui provoque une perte et un dérangement pour les agriculteurs.



Figure 6 : Cultures maraichères (Pomme de terre).



Figure 7 : Oléiculture.

✚ Impacts négatifs sur le milieu physique :

➤ Impact sur la géomorphologie :

Les impacts probables attendus sur ce thème sont surtout liés aux terrassements, de stabilisation des matériaux des talus (déblais et remblais), etc.

Ces opérations risquent d'induire, à cause de la sensibilité de certaines formations géologiques traversées, des impacts négatifs pendant la phase de construction avec des effets pouvant se prolonger sur la phase d'exploitation. **Cet impact est direct et permanent.**

➤ Impact sur les sols :

Au niveau des sols, le projet induira une série d'impacts dont essentiellement :

- la perte des sols par décapage de l'emprise ;
- l'accentuation des phénomènes de l'érosion, et ;
- le tassement des sols.

✚ Impact sur la faune et la flore :

Les travaux de chantier peuvent entraîner l'abattage d'un nombre important des pieds d'Arbres, d'Arbustes, et d'autres formations herbacées (céréales, cultures fourragères...etc.) ce qui provoque une réduction du couvert végétal, et une diminution de productivité agricole. Des formations forestières (reboisements de Pin d'Alep, et d'Eucalyptus, Peuplier, thuya...) sont remarquables au début (foret de Mazagan), et vers la fin du projet, une superficie totale d'environ 5,6 ha sera abattue.

On signale l'existence de reboisements fruitiers et/ou oliviers tous le long du tracé projeté, certains seront fragmentés en effet. Une surface totale d'environ 7,5 hectares sera détruite.

Les bruits et les vibrations occasionnés par les engins provoquent un dérangement de la faune sensible (les mammifères en particulier), ainsi, les terrassements, qui provoquent le changement des locaux d'habitat de la faune locale.

7.2 . Impact de la phase d'exploitation du projet

7.2.1. Impacts positifs :

- L'amélioration des flux du trafic routier.
- L'amélioration de la sécurité routière.
- Réduction des nuisances sonores liées à la concentration du trafic routier.
- Effet positif pour l'emploi.
- Diminution des risques d'accidents.

- Développement des activités socio-économiques dans les centres urbains proches servis par le projet.

7.2.2. Impacts négatifs :

✚ Impacts négatifs sur le milieu biologique :

➤ Les impacts classiques sur la biodiversité :

- Mortalité par écrasement ou collision avec véhicules. Les espèces bien documentées pour cet impact sont les Reptiles et les Amphibiens, les oiseaux, et les Mammifères.
- Modifications du comportement animal. Certaines espèces sont attirées par les bords de routes (milieux intéressants au niveau alimentaire, par ex. grâce aux animaux écrasés ou à de nouveaux pâturages). D'autres fuient les milieux où la fréquentation par l'homme est accrue.
- Modification de l'environnement physique et chimique, création de nouveaux milieux en bord de route. La réalisation de ce projet modifie de nombreux facteurs du milieu, d'abord en détruisant le milieu originel, mais aussi par apparition d'un nouveau milieu. Le sol est généralement compacté. L'environnement chimique sera altéré, en particulier par la pollution induite par la circulation automobile, et par les pollutions accidentelles. La circulation des flux hydrique est modifiée de par la création de surfaces imperméables, ainsi que par l'effet de digue du à la construction de cet axe routier.
- Dispersion d'espèces invasives : ces espèces, souvent d'origine exotique, ont tendance à proliférer dans les milieux perturbés de bord de route, qui constituent des couloirs de dispersion, au détriment des espèces autochtones.

➤ Impact sur la faune et flore :

a- Impact sur la faune :

- Mortalité par collision ou écrasement par véhicules (Les espèces bien documentées pour cet impact sont les Mammifères, les Reptiles et les Amphibiens, les oiseaux).
- Modifications du comportement des animaux ; Certaines espèces sont attirées par les bords de routes ce qui peut provoquer des accidents mortels. D'autres fuient les milieux où la fréquentation par l'homme est accrue.

b-Impact sur la flore :

Lors de la mise en service du projet, les risques de pollution des formations végétales (formations Herbacées

-prairies-surfaces irriguées-, formations fruitières ou forestières) par les émissions Atmosphériques des moteurs à explosion interne, et par les effluents liquides surtout au période des pluies, sont à l'origine des différentes anomalies qui peuvent provoquer des maladies graves et peuvent être derrière la mortalité des formations floristiques.

- Ce type de pollution peut être derrière des mutations génétiques qui mettent quelques espèces végétales ou animales sensibles en danger de disparition.

- Les formations floristiques adjacentes de la route enregistrent des taux très élevés en métaux lourds notamment le Plomb, le benzène, le Zinc, le Cadmium, l'Arsenic, le Nickel...

L'impact de la phase exploitation sur la Faune et la Flore est direct et permanent.

- Les conséquences environnementales :

La perturbation de l'interdépendance entre la faune et la flore provoque une diminution de la richesse initiale de la végétation et du cortège d'espèces animales associées, en outre, d'autres conséquences ne sont pas négligeables :

- Dégradation de l'écosystème.
- Dégradation de l'équilibre visuel des paysages (tronçons neufs, traversée de la forêt, et des cultures).
- L'absence de l'entretien assuré par les troupeaux entraîne une fragilisation du milieu : réduction de la diversité végétale et animale (et non l'inverse comme on le suppose à tort en constatant un retour à l'état sauvage d'un paysage), car les espèces vivant dans un milieu ouvert disparaissent.

+ Impacts négatifs sur le milieu physique :**➤ Impacts sur la qualité de l'air :**

La qualité de l'air sera perturbée par les émanations atmosphériques des véhicules, notamment une augmentation des concentrations de SO₂, NO_x, O₃, CO, CO₂, métaux lourds... sera enregistrée, ainsi que par l'envol des poussières et des particules a diamètre inférieur à 10 µm).PM₁₀ (particules)

➤ Impacts sur les eaux superficielles et souterraines :

Lors d'exploitation du projet, les rejets de moteurs et des pots d'échappements des véhicules, ainsi que les graisses, et les huiles s'accumulent sur la chaussée ; en période des pluies, ces cumules seront transportés par les eaux pluviales vers le milieu naturel.

Les cours d'eaux sont le premier milieu récepteur qui sera affecté par ces eaux polluées, et qui va être plus particulièrement pollué par ces effluents, par la suite, ces polluants peuvent être transmis vers la nappe phréatique et les eaux souterraines par infiltrations.

Impacts négatifs sur le milieu socioéconomique :

➤ Impact sur la population :

- Une pollution atmosphérique engendrée par les gaz d'échappements des moteurs des véhicules (CO, CO₂, NO_x, SO₂, NH₄, ...).
- L'exploitation provoque une dégradation du milieu sonore pour les populations proches de la route.
- La pollution atmosphérique générée par le flux de circulation provoque de sérieux problèmes sanitaires pour la population (par inhalation).
- Une population riveraine des routes est en danger permanent des accidents lors de passage d'un coté à un autre de la route.

➤ Impacts sur les activités agricoles :

En phase exploitation, les impacts permanents les activités agricoles sont les suivants :

- Expropriation de bâtis agricoles ;
- Consommation de superficies agricoles.
- Coupure des chemins :

Plusieurs chemins agricoles sont susceptibles d'être coupés par l'axe du projet dans certains secteurs où les ouvrages de franchissement devaient être éloignés. Des allongements très significatifs des parcours seraient provoqués.

8. Description des mesures envisagées pour supprimer, réduire et/ou compenser les conséquences dommageables des différentes phases du projet :

8.1. Mesures maximisation des impacts positifs :

Des mesures de maximisation des impacts positifs peuvent être prises, notamment dans le domaine économique :

- Emplois pendant la phase travaux : privilégier l'embauche de main d'oeuvre locale ;
- Signalisation sur les sites du patrimoine culturels et historiques remarquables situés à proximité,
- Création d'itinéraires touristiques, etc.

8.2. Mesures de compensation des impacts négatifs en phase chantier :

✚ Mesures d'atténuation des impacts négatifs sur la population :

- ✓ L'expropriation des habitants doit être effectuée vers des lieux meilleurs aux ceux détériorés, dans le cas de notre projet aucune expropriation ne sera effectué car le projet est loin de la zone urbanisé.
- ✓ Identification -par les services concernés- des bâtis et terres agricoles touchées puis à déterminer les montants d'indemnisation.
- ✓ Pour les nuisances sonores et atmosphériques en phase de travaux, la circulation des engins doit être limitée à l'intérieur des emprises du projet et des pistes d'accès, dans des horaires bien définis.
- ✓ Les travaux de nuit ne seront effectués qu'en cas d'urgence (rétablissement de routes ou de réseaux).
- ✓ des signalisations claires des chantiers et pistes d'accès seront mises en place afin de limiter les risques d'accident.
- ✓ Arrosage des pistes lors des travaux afin d'éviter l'envol des poussières qui sont une source de nuisance pour la santé des travailleurs et des populations riveraine.
- ✓ La création de chemins latéraux à l'emprise envisagée va permettre de faciliter le déplacement des populations.

Qualité de l'Air :

Pour diminuer la pollution de l'air à cause de la génération de poussière durant la circulation des camions de transport, engins de terrassements, l'exécution des travaux, etc., il est recommandé l'irrigation des accès et des zones auxiliaires de chantier de façon régulière, surtout, durant la saison sèche de l'année et lors des jours de vent.



Figure 8: Arrosage des pistes de chantier.

+ Mesures d'atténuation des impacts des bruits :

- Pour les nuisances sonores et atmosphériques en phase de travaux, la circulation des engins sera limitée, dans des horaires bien définis.
- Les travaux de nuit ne seront effectués qu'en cas d'urgence (rétablissement de routes ou de réseaux).
- La création de chemins latéraux va permettre de faciliter le déplacement des populations.

+ Mesures de Protection des utilisateurs de la route :

- ✓ La protection des utilisateurs de la route sera assurée par l'entretien régulier des parties altérées de la route.
- ✓ L'utilisation de la bonne signalisation dans les bons lieux (virages, pontes, entrées des villes...) aide les utilisateurs d'éviter les situations dangereuses qui peuvent être mortelles.
- ✓ Création des passages supérieurs dans les points de passage des habitants.



Figure 9: Signalisation sur chantier.

✚ Mesures de prévention de la pollution des ressources en eau :

Les oueds, les plans d'eau naturels, la multitude de puits domestiques, forages et réseaux d'assainissement situés en contre bas de la route sont les milieux hydriques récepteurs de pollution.

Dans la phase chantier :

- la mise en place de sanitaires raccordés à une fosse étanche.
- Le nettoyage du matériel de chantier doit être effectué loin des lits d'Oueds ou cours d'eaux.
- Un suivi régulier (analyses physico-chimiques) des ressources en eau à proximité du tracé.
- Prévoir un dispositif de traitement des eaux collectées par des fossés revêtus avant leur restitution dans le milieu naturel.
- L'approvisionnement des camions et engins de chantier en carburants doit être effectué dans les stations de services si c'est possible, le cas échéant, si l'alimentation s'effectue dans le chantier par des citernes, ces dernières doivent être installées dans des rétentions étanches, qui peuvent contenir au minimum le 100 % du volume total des citernes de stockage des carburants.

✚ Mesures d'atténuation et de compensation des impacts négatifs des déchets :

- le stockage des produits dangereux doit faire l'objet de dispositifs strictes et particulièrement spécifiques.
- dans le but de limiter au maximum possible les risques pour l'environnement des aires spécifiques doivent être réservés et aménagées pour l'entretien, le ravitaillement et le nettoyage des engins utilisés et ce pour limiter les risques de contamination et de dégradation de la qualité des eaux.
- la récupération et l'évacuation régulière des déchets du chantier.
- la mise en place de sanitaires raccordés à une fosse étanche.

✚ Mesures d'atténuation et de compensation des impacts négatifs sur le milieu Biologique :

- Assurer une bonne gestion environnementale de chantier :

Afin de limiter les impacts négatifs au niveau de la traversée des différents milieux biologiques sensibles (oueds, dayas et bas fond humides...) en phase de travaux, il est

nécessaire d'établir un plan de travaux très strict, visant à limiter au minimum la perturbation par les engins des milieux patrimoniaux, et à réduire au minimum le risque de pollution. Une bonne gestion de chantier ainsi qu'un suivi environnemental adapté vont permettre de limiter ces impacts.

➤ Protection de la faune et la flore :

A)-Flore :

La végétation est le reflet de la qualité des milieux, il est en effet possible de semer des espèces souhaitées ou de laisser la recolonisation naturelle dont les talus des voies peuvent devenir, sur place, des milieux de compensation valables pour la végétation.

- En cas d'abattage, les pieds abattés devront être découpés et stockés convenablement afin de les expédiés par les services des forêts.



Figure 10 : Découpage et stockage des arbres.

- Les terres végétales découpées lors des terrassements doivent être exploitées le maximum de part et d'autre de la chaussée ; ou dans des travaux d'aménagement des espaces verts et des zones touristiques.

- Eviter le maximum les zones riches en végétation (reboisements fruitiers, forêts, prairies, zones Humides...).

B)-Faune :

- Certains naturalistes ont relevé que la coupure du a la chaussée (coupure thermique ou celle liée à l'enrobé bitumineux) peut provoquer une limitation des échanges génétiques et conduire, à long terme, à un appauvrissement des espèces.

- La pose des barrières pour la faune le long des passages des forêts, des zones humides caractérisées par une richesse importante en espèces Faunistiques.
- La création des passages à Faune appropriés selon les types des Animaux de la région diminue les risques de mortalité de ces derniers par collision.
- Les vibrations occasionnées par les travaux peuvent faire fuir les reptiles et provoquent la désertion des terriers par les renards, ces impacts sont limités dans le temps, l'impact donc sera modéré.
- La gravité de l'impact provient de l'importance de l'infrastructure et de la forte densité du trafic.

➤ Passages à faune :

Une route représente une barrière infranchissable pour la quasi-totalité de la faune, y compris parfois pour les espèces capables de voler (insectes en particulier). En effet, même quand un mur ou une clôture ne lui est pas associé, la route modifie localement mais très significativement des paramètres du milieu (calme, odeurs, vibration et bruits, végétation, nature et occupation du sol, lumière (la nuit), etc.) de telle sorte que l'on y crée un microclimat et un environnement auquel la plupart des espèces ne sont pas adaptées et qu'elles vont souvent fuir. Celles qui tentent de traverser risquent d'y être écrasées, blessées ou tuées. Les passages à faunes ou éco ducs concernent potentiellement toutes les espèces, bien au-delà des espèces gibier ou des seuls animaux.

- **Les passages supérieurs** : plusieurs travaux démontrent que ce type de passage ne fonctionne pas correctement, des aménagements complémentaires doivent souvent être réalisés pour augmenter l'attrait du site pour la faune sauvage, en plus des coûts de réalisation très élevés.
- **Les passages inférieurs**: les dimensions de ces passages (hauteur x largeur / Longueur) doivent être augmentées en cas de passage mixte agricole-faune pour éviter l'effet répulsif principalement durant la nuit à cause de la lueur des phares, mais à cause aussi des précipitations et de l'amplification de bruit.

- **Les passages mixtes:** destinés tant à l'homme (chemin ruraux et forestiers), qu'à la faune.

A noter que ces passages peuvent donc servir d'appoint, mais pas de solutions complètes. Il faut ainsi veiller à limiter au maximum la présence humaine sur les passages à faune et leurs alentours.

On cas où le risque de collision est faible, autres mesures sont proposés :

-On se contente généralement d'apposer des panneaux indiquant la présence d'animaux sauvages ou de cheptel.

-Limitation de vitesse sur la section où se situe le risque. Toutefois, certains passages hydrauliques feront aussi office de passages mixtes. Il faut noter que pour ces ouvrages, la partie aménagée pour la faune devra être hors d'eau pour les débits de fréquence annuelle.

- L'aménagement des abords avec clôture d'incitation en entonnoir est indispensable. Pour faciliter l'approche de l'animal. Des plantes attractives pour les grands animaux peuvent être plantées le long de la clôture d'incitation et aux abords de l'ouvrage.

-Pour permettre le passage des animaux en toute quiétude, la mise en réserve de chasse est obligatoire aux débouchés des ouvrages de franchissement.

Exemple :

➤ Clôture :



Figure 11 : Aménagement des abords avec clôture

➤ **Types des passages à faune :**









Type de passage	Caractéristiques
Passage simple 	Type I : conduit ou simple dalot Buse Ø 400 à 2 000
Passage spécialisé (amphibiens) 	Type II : passage à batraciens Passages multiples associés à un dispositif de collecte
Passage mixte 	Type III : passage hydraulique mixte de petite dimension Pont cadre ou ovoïde associé à un marchepied
Passage agricole ou forestier 	Type IV : passage agricole ou forestier dimensions minimales Pl ou PS à usage mixtes (dimensions réduites 1 < 8 m)
Passage inférieur grande faune 	Type V : passage inférieur grande faune Pl 8 < l < 12 m
Passage supérieur grande faune 	type VI : écopont, pont vert, pont végétalisés PS 12 < l < 25 m
Viaduc 	Type VII : passage sous viaduc Viaduc H > 8 m L > 25 m
Faux tunnel 	Type VIII : couloir écologique Tranchée couverte

Tableau 5 : Types et caractéristiques des passages à faune



Figure 12 : Types des passages à faune.

Dans ce projet, les passages les plus réponsus seront du type I, II, IV, et V.

Transport de matériaux :

Les itinéraires devront être choisis pour limiter au maximum les nuisances vis-à-vis des populations. Ils devront respecter également les formations boisées en place, les zones humides et la faune locale surtout le cas de présence des espèces sensibles ou menacées de disparition. Les chauffeurs seront instruits aux règles élémentaires en matière de prévention routière et au respect de l'environnement, le bâchage des camions est dument obligatoire lors de transport des agrégats.

8.3 Compensation des impacts négatifs en phase exploitation :

Qualité de l'air :

La pollution atmosphérique dans le domaine du transport est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Cependant plusieurs types d'actions peuvent être envisagés pour limiter à proximité de la voie la pollution.

- Le tracé doit éviter au maximum les zones d'habitats.
- La dispersion des polluants peut également être limitée. On distingue notamment deux types de pollution
 - la pollution gazeuse et la pollution particulaire.
 - La pollution gazeuse ne peut être stoppée ou éliminée par un écran physique. Par contre la diffusion.

Protection contre Les nuisances sonores :

➤ Ecran végétal Antibruit :

Un écran végétal antibruit est une structure solide d'isolation phonique, habituellement posée le long des voies proches d'habitations, pour diminuer la nuisance sonore générée par le trafic. En effet, le bruit est une source importante de stress.

Le son est essentiellement arrêté par la masse végétale, raison pour laquelle l'écran végétal est privilégié. Il a été découvert que cette solution était alors non seulement plus économique, mais plus confortable pour les automobilistes, et pour les habitants riverains de la route.

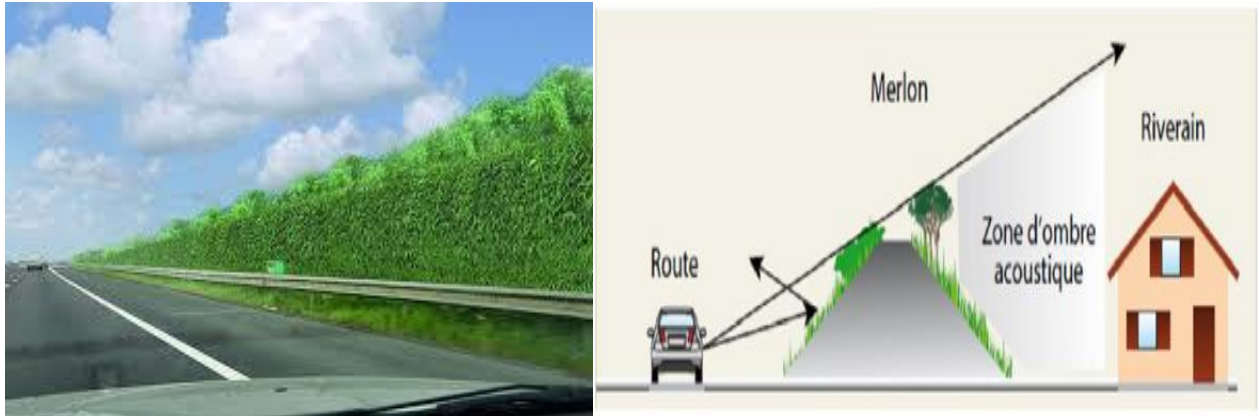


Figure 13 : Ecran végétal antibruit.

✚ Protection des ressources en eaux :

Minimiser les risques de pollution chronique des cours et plans d'eaux (liée à la circulation et à l'usure des véhicules) et par la pollution accidentelle (déversement de produits dangereux sur la chaussée). Par la limitation et le contrôle de vitesses.

✚ Gestion des eaux pluviales et des déversements :

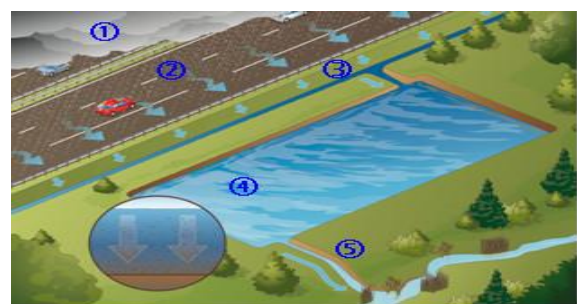
Les nouvelles techniques tendent à gérer les eaux au plus près du lieu où elles sont tombées, avant qu'elles n'aient pu ruisseler sur des surfaces polluées et dégrade les milieux récepteurs.

L'étude hydrologique calcule les débits du bassin versant de la zone d'étude, l'étude d'assainissement traite en détail les techniques adoptées et les dimensions des différents ouvrages de drainage et de collecte des eaux, ainsi que leurs implantation.

*Bassin de rétention avec déshuileur :

Le rôle principal du bassin de rétention est d'abattre la charge polluante des eaux de ruissellement, mais également de confiner une pollution accidentelle.

Exemple :



• *Mesure à mettre en œuvre (environnement physique)*

Thème	Mesure à mettre en œuvre	Action	Mise en œuvre
Environnement physique			
Géomorphologie, géologie et pédologie	Limitation de l'érosion et du décapage	-Rédaction d'un dossier descriptif pour présenter la localisation, les contraintes environnementales ainsi qu'une description du modelage pour la remise en état des zones de dépôts et d'emprunt.	Phase préparatoire
Ressources en eaux souterraines	Surveillance de la qualité des ressources en eau souterraines	-Mener une campagne de mesure de la qualité de l'eau des puits et nappes phréatiques situés dans le couloir du tracé (environ 500 mètres de part et d'autres) avant le lancement des travaux. Les résultats serviront de référence pour les comparées avec celles des travaux et d'exploitation.	Phase préparatoire Phase de travaux Phase d'exploitation
Ressources en eaux superficielles (oued et cours d'eaux)	Limitier la pollution des ressources en eau	Au passage des oueds, des retenues collinaires, - Mise en place de bassins multifonctions pour protéger les oueds - Mise en place de fossés de rétention des eaux de ruissellement pour les cas de crue, étanchéifiés ou non. manipulations sécurisées des liquides polluants, entretien des engins, remplissage des réservoirs en dehors du site ou sur des aires étanches ; - institution d'un dispositif d'intervention très rapide en cas d'accident, permettant de recueillir les sols pollués avant que le polluant ne se soit trop infiltré, surtout dans les zones à proximité des cours d'eaux, des forages, et des puits.	Phase travaux Phase d'exploitation Phase travaux Phase d'exploitation
Ressources en eaux	Limitier la pollution des ressources en eau	- alimentation du chantier en eau pour chantier, eau potable ; - la gestion des déchets ; - procédures de gestion des pollutions accidentelles (récupération des sols pollués) - évacuation des sols contaminés	Phase travaux Phase d'exploitation
Qualité de l'air	Limitier les émissions de poussière, des aérosols, des déchets inertes ...	- bâchage des camions en provenance des carrières ; - utilisation des engins neufs, - entretien et réglage des engins et équipements - limitation de la vitesse afin de limiter les émissions de gaz d'échappement,	Phase travaux

		- arrosage régulier des pistes dans les zones sensibles (douars, zones humides, terres agricoles ou oueds)	
Environnement sonore	Limiter les nuisances sonores en phase travaux	- Utilisation d'engins neufs, aux normes en matière de bruit ; - Equipements anti bruit pour les ouvriers lorsque nécessaire ; - Eloignement des sources sonores des habitations dans la mesure du possible (stations de concassage, carrières d'agrégats...) - Respect des horaires de travail.	Phase travaux

• Mesure à mettre en oeuvre (environnement Biologique) :

Thème	Mesure à mettre en oeuvre	Action	Mise en oeuvre
Environnement Biologique			
Flore des zones humides, Oueds, Forêts...	Limiter la destruction des espèces, et abattage.	Limiter les destructions des zones arborées	Conception Phase travaux
	Revégétaliser les sols	- Mise en place d'une bande végétale dans le terreplein central, de part et d'autre du tracé lorsque cela est possible. L'ensemencement des talus créés pourra être effectué avec des variétés végétales regroupant les espèces locales adaptées. - Reboisement en espèces forestières et pastorales.	Phase travaux
	Reboisement des surfaces détruites	-Reboiser sur une zone en coordination avec les eaux et les forêts, et dans les reboisements situées à proximité.	Phase travaux
Faune	Limitation de l'effet de coupure pour la faune.	-Mise en place des passages pour la faune, et des passages agricoles	Conception Phase travaux

	Limiter les collisions	-Mise en place d'une clôture tout le long des sections sensibles aux animaux (mammifères, sangliers, chevreuils ...).	Phase travaux
--	------------------------	---	---------------

• *Mesure à mettre en oeuvre (environnement humain):*

Thème	Mesure à mettre en oeuvre	Action	Mise en oeuvre
Environnement humain			
Population	Expropriation des terres et bâtis dans l'emprise du tracé	-Enquête publique en conformité avec les obligations légales (pour déclaration d'utilité publique et cessibilité puis mise en oeuvre de la procédure d'expropriation et estimation des indemnités)	Phase préparatoire, phase travaux
	Limiter les risques d'accidents	Mettre en place une signalisation claire des chantiers et pistes d'accès.	Phase préparatoire Phase travaux
	Maximiser les impacts économiques positifs pour les riverains	Privilégier l'embauche de main d'oeuvre locale	Phase travaux
Agriculture	Limiter les nuisances aux agriculteurs	-Rétablissement des chemins agricoles et des pistes latérales. -Assurer le déplacement des agriculteurs et leurs troupeaux. -Assurer l'accès vers les propriétés agricoles.	Phase travaux
	Destruction du parcellaire	-Eviter au maximum la fragmentation des parcelles agricoles -Réalisation d'aménagements fonciers agricoles	Phase travaux
Economie	Maximiser les impacts positifs pour le tourisme et le développement économique	-Protection des sites touristiques, culturels, culte... -Mise en place d'une signalisation pour les principaux sites remarquables (tourisme culturel, sites archéologiques, historique).	Phase d'étude/conception. Phase travaux
Patrimoine culturel et historique	Protéger le patrimoine culturel et historique	-Vérifier que les bases vie, les chantiers et les pistes empruntées par les engins respecteront des distances de sécurité avec le patrimoine culturel de la zone (notamment pour les édifices religieux), et - interdire les dépôts temporaires à proximité	Phase des travaux

9. Conclusion :

La création du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem est un projet d'intérêt régional, il sera une source de soulagement des utilisateurs de la route par assurance de fluidité et confort, diminution du temps de parcours et du taux d'accidents de la circulation, ce qui sera traduit par une diminution des émissions de polluants, réduction des niveaux de bruit généré par la circulation routière.

La mise en œuvre de l'ensemble des mesures recommandées permettra d'atténuer ou de compenser les impacts négatifs du projet sur l'environnement. Ceci est conditionné par des engagements en matière environnementale non seulement par les entreprises adjudicataire des travaux, mais également par une bonne coordination entre le maître d'œuvre et l'ensemble des services concernés.

*Devis estimatif et
quantitatif*

Devis estimatif et quantitatif

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité totale	Prix Unitaire (HT)	Montant Total
1/	INSTALLATION DE CHANTIER				
1-1	Installation et repliement de chantier	F	1	6 000 000,00	6 000 000,00
1-2	Etudes d'exécution	F	1	2 000 000,00	2 000 000,00
<i>SOUS TOTAL (INSTALLATION DE CHANTIER) EN HT</i>					8 000 000,00
2/	PREPARATION DU TERRAIN				
2.1	Débroussaillage et nettoyage d'emprise	HA	12,5	1 000 000,00	12 500 000,00
<i>SOUS TOTAL (PREPARATION DU TERRAIN) EN HT</i>					12 500 000,00
3/	TERRASSEMENT				
3.1	<i>Terre végétale</i>				
3.1.1	Décapage de la terre végétale	m ²	124 600	100,00	12 460 000,00
3.2	Déblai - Remblai				
3.2.1	Déblai mis en remblai	m ³	38 442	1 000,00	38 442 000,00
3.2.2	Déblai de sol inutilisable	m ³	14 725	800 ,00	11 780 000,00

SOUS TOTAL (TERRASSEMENT) EN HT					62 682 000,00
4/	CHAUSSEE				
<i>Corps de chaussée</i>					
4.1	Couche de forme en matériaux non traité	<i>m³</i>	27 000	1 500,00	40 500 000,00
4.2	Couche d'imprégnation (1,0 kg/m2)	<i>m²</i>	179 200	100,00	17 920 000,00
4.3	Couche de fondation en grave concassée (GC)	<i>m³</i>	24 500	3 000,00	73 500 000,00
4.4	Couche de base en grave bitume (GB)	<i>t</i>	25 804	6 000,00	154 824 000,00
4.5	Couche d'accrochage (0,3 kg/m2)	<i>m²</i>	89 600	100,00	89 960 000,00
4.6	Couche de roulement en béton bitumineux (BB)	<i>t</i>	17 203	6 500,00	111 819 000,00
4.7	Fourniture, Transport et Mise en Ouvre du matériau pour les accotements	<i>m³</i>	6 860	3 000,00	20 580 000,00
SOUS TOTAL (CHAUSSEE) EN HT					509 103 000,00
5/	ASSAINISSEMENT				
5.1	Fossés trapézoïdaux en béton légèrement armé, avec toutes sujétions de bonne exécution.	<i>ml</i>	3439	4 000,00	13 756 000,00
SOUS TOTAL (ASSAINISSEMENT) EN HT					13 756 000,00
6/	SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS				
6.1	Marquages en lignes continues				

6.1.1	Module largeur 15 cm	m	1 360	66,00	89 760,00
6.1.2	Module largeur 22,5 cm	m	5 650	73,00	412 450,00
6.2	Marquage en lignes discontinues				
6.2.1	Module largeur 15 cm	m	11 300	66,00	745 800,00
6.2.2	Module largeur 22,5 cm	m	5 650	82,50	463 300,00
6.3	Glissières de sécurité				
6.3.1	Barrière de sécurité en béton (GBA)	m	11 200	6 500,00	72 800 000,00
6.3.2	Panonceau (borne kilométrique)	Unité	5	3 530,00	17 650,00
SOUS TOTAL (SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS ROUTIERS) EN HT					74 528 960,00
7/	IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT				
7.1	Mesure d'atténuation				
7.1.1	Mise en place de panneaux d'indication et d'information des usagers et de la population riveraine sur le déroulement du chantier.	Unité	2	60 000,00	120 000,00
7.1.2	Moyens de collecte des déchets (Caissons de collecte de 770 l)	Unité	2	100 000,00	200 000,00
7.1.3	Arrosage de la zone de travail pour empêcher l'envol des poussières.	m ²	124 600	70,00	8 722 000,00
7.1.4	Equipements de protection individuelle (EPI) pour les travailleurs.	F	1	500 000,00	500 000,00

7.1.5	Aménagement des zones de dépôt.	Unité	1	500 000,00	60 000,00
7.1.6	Intégration paysagère (Plantation d'arbres en technique linéaires)	m	3500	200,00	700 000,00
7.1.7	Végétalisation des talus	m²	20 000	500,00	10 000 000,00
<i>SOUS TOTAL (IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT) EN HT</i>					20 302 000,00
Montant Totale HT					692 871 960,00
TVA 19 %					131 645 672,40
Montant Totale en TTC					824 517 632,4

Le coût du projet est estimé à huit cent vingt-quatre millions cinq cent dix-sept mille six cent trente-deux dinars et quarante centimes.

Conclusion
Générale

Conclusion Générale

Ce mémoire de fin d'étude a été l'occasion pour nous d'être en contact avec les professionnels de la route, en l'occurrence les cadres du service technique de la direction des travaux publics de Mostaganem.

Le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Cette étude a permis de chercher des solutions aux problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier. Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

De plus une occasion pour nous de mettre en application et d'approfondir nos connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation et aussi de mieux maîtriser l'outil informatique en particulier les deux logiciels AUTOCAD et COVADIS.

Annexes

1-lévé topographique

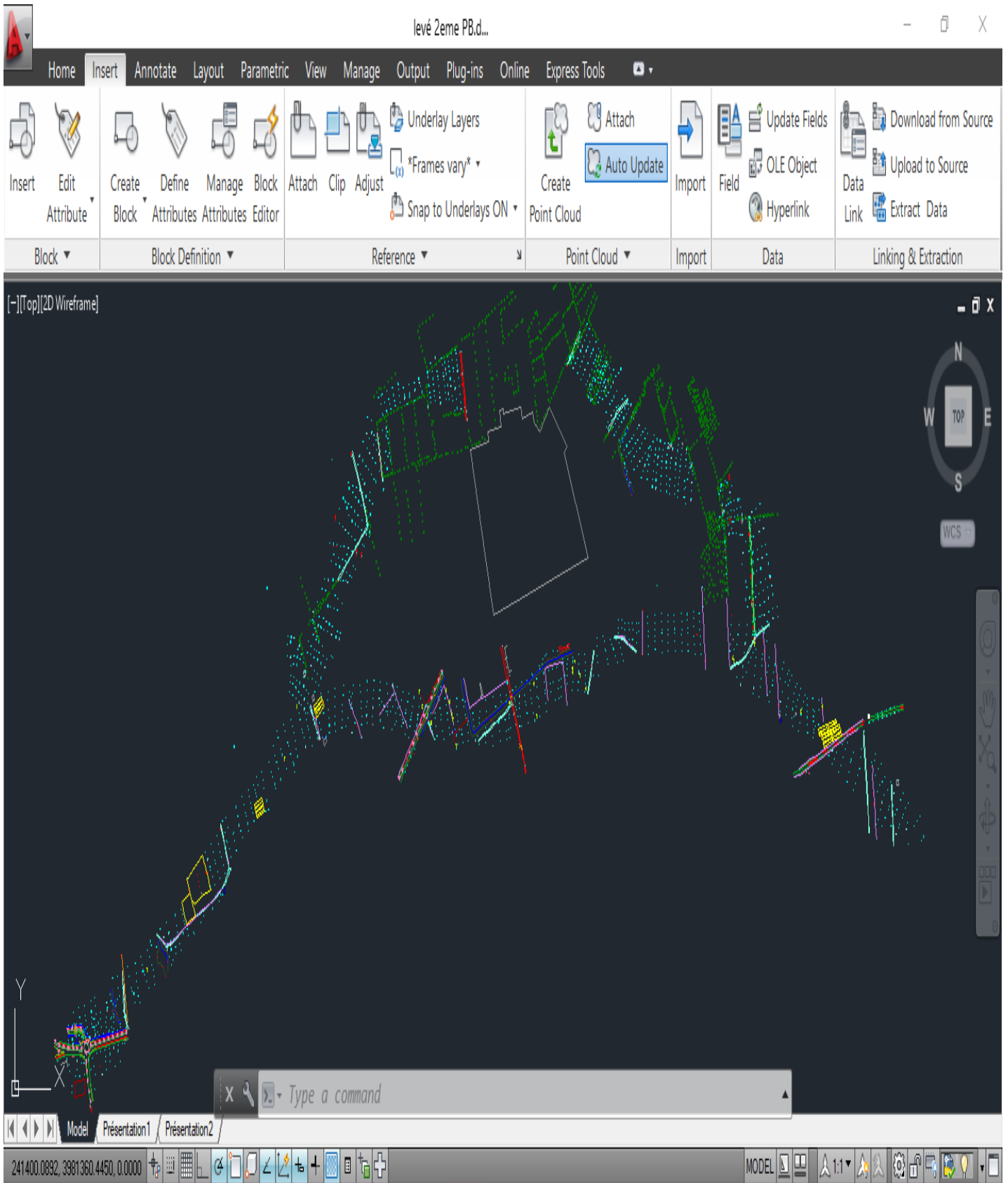


Figure 1 levé topographique

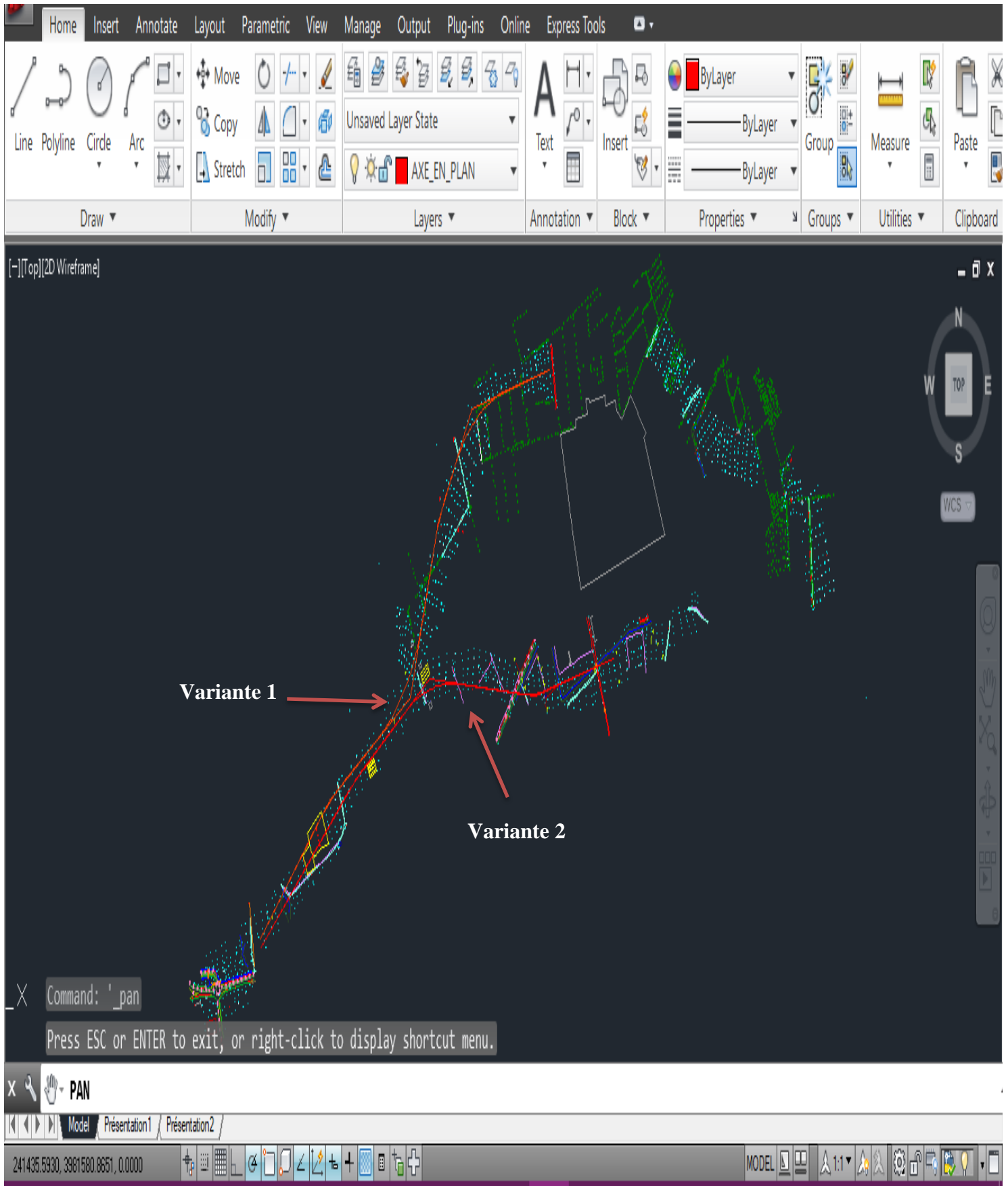


Figure 2 : Variante (1 et 2)

2-Textes législatifs et réglementaires.(l'étude d'impact sur l'environnement) :

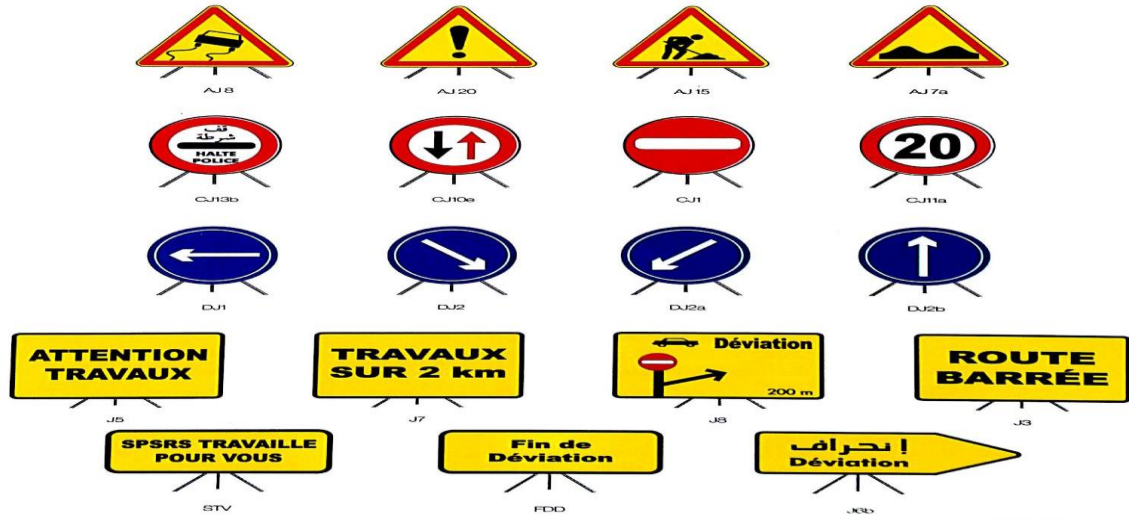
Texte légal	Publication	Contenu pertinent
Environnement général		
Décret exécutif n°87-91 du 21 Avril 1987	J.O. du 22 avril 1987, page 423	Fait référence à l'évaluation de l'impact dans le plan d'utilisation des terrains
Loi 03-10 du 19 Juillet 2003.	J.O. n° 43 du 20 Juillet 2003, page 6	Relative à la protection de l'environnement et à la prévention de la pollution industrielle dans le cadre du développement durable
Loi n° 2004-09 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004	J.O. n° 52 du 18 août 2004 page 8	Relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable
Décret exécutif n° 05-12 du 08 Janvier 2005	J.O.n°04 du 9 Janvier 2005, page 23	Relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique
Décret exécutif n°05-240 correspondants au 28 juin 2005	J.O.n°46 du 3juillet 2005, page 15	Fixant les modalités de désignation des délégués pour l'environnement
Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006	J.O.n°37 du 4 juin 2006, page 8	Définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement
Décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007	J.O.n°34 du 22 mai 2007, page 105	Fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Ce décret complète le décret n° 06-198 du 31 mai 2006
Décret exécutif n° 07-145 du 19 mai 2007	J.O.n°34 du 22 mai 2007, page 105	Déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement
Décret exécutif n° 07-300 du 15 Ramadhan 1428 correspondant au 27 septembre 2007	J.O.n°63 du 7 octobre 2007 Page 11	Fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles.
Décret exécutif n°08-232 du 19 Rajab 1429 correspondant au 22 juillet 2008	J.O.n°43 du 22 mai 2007, page 03	Portant statut particulier des fonctionnaires appartenant aux corps spécifiques de l'administration chargée de l'environnement et de l'aménagement du territoire

Texte légal	Publication	Contenu pertinent
Ecologie & biodiversité		
Décret exécutif n°93-99 du 10 Avril 1993	J.O.n°24 du 21 Avril 1993, page 4	Ratification de la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques adoptée par l'Assemblée Générale le 9 Mai 1992.
Décret exécutif n° 93-285 du 23 /11/ 1993	J.O. N° 78 du 28-11-1993. Page 7	Fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées.
Décret exécutif n°95-163 du 6 Juin 1995	J.O.n°28 du 1 Juin 2008, Page 05	Convention de ratification de la diversité biologique, signée à Rio de Janeiro le 5 Juin, 1992.
Décret exécutif n°83-509 du 20 Août 1983	J.O.n°28 du 1 juin 2008, Page 03	Relatif aux espèces animales non domestiques protégées.
Décret Présidentiel N°92-354 du 23 Septembre 1992	J.O.n°43 du 1 juillet2007, page11	Adhésion à la convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone, signée à Vienne le 22 Mars 1985.
Loi n°2004-07 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004	J.O N°51 du 15.08.2004, Page 5	relatif à la chasse.
Loi n° 2006-14 du 22 Chaoual 1427 correspondant au 14 novembre 2006 portant approbation de l'ordonnance n° 2006-05 du 19 Joumada Ethania 1427 correspondant au 15 07 2006	J.O N°72 du 15.Novembre.2006, Page 10	relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.
Décret Présidentiel N°92-355 du 23 Septembre 1992	J.O.n°43 du 1 juillet2007, page11	Adhésion au protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone, signée à Montréal le 16 Septembre 1987
Décret exécutif n° 08-201 du 3 Rajab 1429 correspondant au 6 juillet 2008	J.O.n°39 du 13 juillet 2008 Page04	fixant les conditions et les modalités de délivrance d'autorisation pour l'ouverture d'établissements d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques et la présentation au public de ces spécimens.
Ordonnance n° 08-04 du 01 Septembre 2008	JO N° 49 du 03 Septembre 2008, Page 3	Fixant les conditions et modalités de concession des terrains relevant du domaine privé de l'Etat destinés à la réalisation de projets d'investissement
Ordonnance n° 2006-05 du 19 Joumada Ethania 1427 correspondant au 15 juillet 2006.	J.O N°47 du 19.Juillet.2006 Page 12	Relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.

Texte légal	Publication	Contenu pertinent
Pollution Atmosphérique & Couche d'Ozone, et changements climatiques		
Décret exécutif n°03-410 du 5 Novembre 2003	J.O.n°68 du 9 Novembre2003, page 15	Seuils maximums des émissions de fumée, gaz toxiques et bruit produits par les véhicules à moteurs.
Décret exécutif n° 06-02 du 07 Janvier 2006	J.O.n°1 du 8 janvier 2006, page 11	Définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique
Décret exécutif n° 06-138 du 15 Avril 2006	J.O.n°24 du 16 avril 2006, page 11	Réglémentant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle. Ce décret abroge les dispositions du décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993
Décret exécutif n° 07-299 du 15 Ramadhan 1428 correspondant au 27 septembre 2007	J.O.n°24 du 7 octobre 2007 page 11	Fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.
Décret exécutif n°07-207 du 15 Joumada Ethania 1428 correspondant au 30 juin 2007	J.O.n°43 du 1er juillet 2007 page 10	Réglémentant l'usage des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, de leurs mélanges et des produits qui en contiennent.

LES SIGNAUX TEMPORAIRES

Ces panneaux signalent les travaux ou les obstacles temporaires. Ils indiquent une déviation ou un danger particulier.



SIGNALISATION TEMPORAIRE DE CHANTIER "TYPE CH"

