

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

N° d'ordre : M/GC/2021

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE
MASTER ACADEMIQUE**

Filière : travaux publique

Spécialité : voie et Ouvrage d'art

**Etude Géométrique du Contournement de la ville de
Sirat (wilaya de Mostaganem)
{PK 2 +000 au 4+000}**

Présenté par :

1 : Mr. BOUGHARI Mohamed

2 : Mr. REZIGA Mostafa

Soutenu le 01 / 07/ 2021 devant le jury composé de :

Mr. Bouhaloufa Ahmed	M.A.A	Président	UMAB Mostaganem
Mr. Keraouti Rabeh	M.A.A	Examineur	UMAB Mostaganem
Mr. Bouhamou Nasr-Eddine	Pr	Encadrant	CUNB El Bayadh
Mr Cherif Mourad	Associé	Invité	UMAB Mostaganem

Année Universitaire : 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
1438



Dédicace

*Tout d'abord je remercie le bon dieu qui m'a donné
le courage et la volonté pour arriver à ce stage de
fin d'étude.*

*Gratitude et mes sincères remerciements au
département de travaux publics.*

*Mes vifs remerciements à Mr. Bouhamou mon
encadreur qui a accepté d'encadrer mes travaux
durant ces 4 mois de stage.*

*J'adresse ma profonde gratitude à mes enseignants
de l'université de Mostaganem pour les efforts qui
ont déployé afin d'arriver à ce stade.*

*Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à
tous*

*Je ne puis mentionner tous ceux qui ont contribué
directement ou indirectement
à la réalisation de ce travail que ceux qui m'ont aidé
d'un simple encouragement à un Appuis continu
trouvent ici l'expression de ma reconnaissance très
sincère.*

*Un spécial remerciement à toute l'équipe de la
Etablissement URBATIA*

En particulier Ms Mohamed SAID TIARET

BOUGHARI MOHAMED

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

✓ *D'abord, je serai très fier de dédier ce mémoire à notre seigneur*

Allah puis

- *A ma mère qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon*

Bonheur et ma réussite.

- *A ma grand-mère, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à*

Ma protégée (اللهم ارحمها)

- *A mes adorables mes frères et mes sœurs*
- *A ma 1^{ère} famille ma maman et mon père.*
- *A tout la famille boughari et la famille rezigua*
- *A tous mes amis :*
- *A tout ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail*

Et a toute la promotion VOA

REZIGUA

Remerciement

Nos remerciements vont tout d'abord à notre seigneur le Tout Puissant le Tout Miséricordieux qui, par sa grâce et sa bonté nous a donné la force et le courage de réaliser ce présent travail.

Nos remerciements vont également à :

Mr Ahmed BOUHALOUFA, Maître Assistant à l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté de juger ce travail et de présider le jury.
Mr Rabah KERAUTI, Maître Assistant à l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mr Mourad Cherif, Enseignant Associé auprès du département de Génie Civil de l'Université de Mostaganem, de nous avoir honoré de sa présence autant qu'invité.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre encadreur Mr Nasr-eddine BOUHAMOU, Professeur du Centre Universitaire Nour Bachir d'El -Bayadh qui a toujours été disponible pour mener à bien ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à l'ensemble du corps enseignant du département de génie civil de l'université de Mostaganem.

Nous remercions également toute la promotion Voies et Ouvrages d'Art 2021 de l'Université de Mostaganem, ainsi que tous ceux qui, de près ou loin, ont contribué à l'aboutissement de cette étude.

Enfin, nous ne remercierons jamais assez nos parents pour le soutien indubitable dont ils nous ont fait part tout au long de notre existence.

Qu'ALLAH les récompense et les protège !!! Ameen.

Liste des figures

PRESENTATION Du PROJET

Figure N° 01 : La zone de travail.....	03
Figure N° 02 : Tronçon de notre projet.....	04
Figure N°03 : Localisation De Projet	04

PARTIE I :ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE II :

Figure II.1 : Les chaussées souples.....	08
---	----

PARTIE II :ETUDE GEOMETRIQUE

CHAPITRE I :

Figure I.1: Les communes de la wilaya de Mostaganem.....	19
Figure I.2 : Les réseaux d'infrastructure De Mostaganem.....	20
Figure I.3 : zone d'étude.....	21

PHASE APS

CHAPITRE III :

Figure III.1: les éléments de tracé en plan.....	27
Figure III.2 : détermination de l'angle au centre.....	29
Figure III.3 : les éléments d'un raccordement circularen.....	30
Figure III.4 : Schéma représentant la surface entre profil.....	31
Figure III.5 :Comparaison entre les deux variantes.....	63

PHASE APD

CHAPITRE IV :

Figure IV.1 : raccordement en Profil en long.....	70
Figure IV.2 : les éléments d'un raccordement circulaire.....	71

CHAPITRE V :

Figure V.1 : les éléments de la Clothoïde.....	73
Figure V.2 : la propriété de Clothoïde.....	74

CHAPITRE VI :

Figure VI.1 : Distance de freinage.....	80
Figure VI.2: Temps de perception-réaction.....	82
Figure VI.3 : Distance de perception.....	83
Figure VI.4: l'espacement entre deux véhicules.....	83
Figure VI.5 : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement «dmd».....	84

CHAPITRE VIII :

Figure VIII.1: Structure de chaussée type.....	98
Figure VIII.2 : chaussée souple.....	99
Figure VIII.3 : Coupe type d'une chaussée souple.....	101
Figure VIII.4 : les différentes catégories de chaussée.....	101
Figure VIII.5 : Terminologie d'une chaussée.....	102
Figure VIII.6 : La structure de chaussée.....	107

CHAPITRE IX :

Figure IX.1: Le profil en travers.....	109
Figure IX.2 : Dimensions du fossé.....	109
Figure IX.3 : profil en travers type.....	113

CHAPITRE X :

Figure X.1: implantation sur la tangente.....	115
--	-----

CHAPITRE XI :

Figure XI.1: Signalisation Verticale.....	122
Figure XI.2 : Candélabres photovoltaïque.....	123
Figure XI.3 : PK 2km 000 au PK 4km 000.....	127
Figure XI.4 : ceinture de sécurité obligatoire.....	128
Figure XI.5: bande continues et discontinues.....	128
Figure XI.6 : bande d'arrêt d'urgence.....	128
Figure XI.7: stationnement interdit.....	128
Figure XI.8 : A1a et A1b.....	128
Figure XI.9 : limitation de vitesse.....	129

CHAPITRE XII :

Figure XII.1 : L'épure de LALANNE.....	132
Figure XII.2 : Sens de transport.....	133
Figure XII.3 : L'épure de LALANNE en a un excès déblai.....	133

Liste des tableaux

PARTIE 01 : ETUDE BIOGRAPHIQUE

CHAPITRE III:

Tableau III.1: grille du critère.....	11
Tableau III.2 : Analyse des critères.....	12

PARTIE 02 : ETUDE GEOMETRIQUE

CHAPITRE I :

Tableau I.1 : Les réseaux d'infrastructure De Mostaganem.....	20
--	----

PHASE APS

CHAPITRE III :

Tableau III.1 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée "variante 01.....	33
Tableau III.2 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité du "variante.....	34
Tableau III.3 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante ".....	35
Tableau III.4: Devers en fonction de l'environnement.....	35
Tableau III.5 : Valeur du coefficient ft.....	35
Tableau III.6 : Valeur du coefficient « F".....	35
Tableau III.7: les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1.....	38
Tableau III.8 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre de la variante....	38
Tableau III.9 : Calcul des gisements, angles au centre et distances.....	39
Tableau III.10 : Tangentes aux cercles et rayons "variante 1".....	39
Tableau III.11: Dénivelée cumulée "Variante 01".....	40
Tableau III.12 Cubatures Approchées.....	46
Tableau III.13: Coordonnées définissant l'axe de "la variante 02".....	50
Tableau III.14: Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 1"....	50
Tableau III.15: Cubatures approchées "variant 02".....	50
Tableau III.16 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée.....	54
Tableau III.17: Sinuosité du "variante ".....	54
Tableau III.18 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité du "variante 02".....	55
Tableau III.19 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante ".....	56
Tableau III.20 : Valeur du coefficient F.....	56

Tableau III.21 Détermination des éléments des Raccordements.....	58
Tableau III.22: Eléments des raccordements circulaires "variante 2"	58
Tableau III.23 : rayon en plan "variante 2.....	59
Tableau III.24: Cubatures approchées (variant 02).....	59
Tableau III.25 : Comparaison entre les deux variantes.....	62

PHASE APD

CHAPITRE IV :

Tableau IV.1 :Valeur de déclivité maximale.....	66
Tableau IV.2 : Rayon convexes (angle saillant).....	68
Tableau IV.3 : Rayon convexes (angle rentrant).....	69
Tableau IV.4 : La rayons convexes (angle saillant) et (angle rentrant) de La Variante Choisie.....	71
Tableau IV.5 : les valeurs de tangente et la flèche.....	72

CHAPITRE V :

Tableau V.1: Devers en fonction de l'environnement.....	75
Tableau V.2: récapitulatif des devers "variante choisie ".....	78
Tableau V.3 : rayon en plan "variante chois.....	78
Tableau V.4 : les éléments de la clothoïde de la varaité choisi.....	79

CHAPITRE VI :

Tableau VI.1 : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40)...	80
Tableau VI.2 : les différentes distances selon les normes B40.....	84

CHAPITRE VII :

Tableau VII.1: Coefficient d'équivalence 'P '.....	92
Tableau VII.2 : Coefficient « K1 ».....	93
Tableau VII.3 : Coefficient « K2 ».....	93
Tableau VII.4 : valeurs de C_{th} : capacité théorique du profil en travers en régime stable.....	94
Tableau VII.5 : coefficient d'équivalence "p" (selon le B40).....	95
Tableau VII.6 : résultats du calcul de trafic.....	96

CHAPITRE VIII :

Tableau VIII.1 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.....	103
Tableau VIII.2 : Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR.....	103

Tableau VIII.3 : coefficients d'équivalence des matériaux.....105

CHAPITRE X :

Tableau X.1 : les éléments d'implantation clothoïde.....117

Tableau X.2 : les éléments d'implantation clothoïde.....117

Tableau X.3 : les éléments d'implantation cercle.....119

Tableau X.1 : cubature APD « variante choisi».....134

Résumé

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes. Le Contournement est considérée comme un élément efficace reliant les différentes régions du pays et contribuant à son développement à travers différentes activités économiques et les échanges commerciaux.

Notre travail concerne l'étude du dédoublement de la RN 23 entre Mesra et la limite de la wilaya de Relizane (Contournement de la ville de Sirat) du PK2+0.00 au PK4+0.00.

Ce projet s'inscrit dans le plan d'aménagement de la wilaya de Mostaganem et qui doit répondre à une demande de transport qui ne cesse d'augmenter, il permettra aux usagers de l'axe RN23, la facilité de la fluidité du trafic venant de la wilaya de Relizane.

Cette étude comporte deux parties :

- La première partie : étude bibliographique
- la deuxième partie : étude géométrique, qui traite les deux principales phases d'une étude routière (phase APS et phase APD).

Mots clés : Trafic, évitement, étude géométrique, tracé routière, vitesse de référence, clothoïde, chaussée, devers, environnement.

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
PRESENTATION DU PROJET	2
Introduction :	2
Présentation du projet	Erreur ! Signet non défini.
Les objectifs d'étude :	2
Un projet pensé pour limiter son impact sur l'environnement, les habitants et les usagers	4
Partie I : Etude bibliographique	
Chapitre I : Etude du trafic	
I.1 Introduction :	6
I.2 L'analyse des trafics existants :	6
I.3 La mesure des trafics :	6
I.4 Différents types de trafics :	6
I.5 Calcul de la capacité :	7
Chapitre II: Dimensionnement du corps de chaussée	
II.1 Introduction	8
II.2 Différents types de chaussées :	8
II.3 Les principales méthodes de dimensionnement :	9
Chapitre III : Impact sur l'environnement :	
III.1 Introduction :	10
III.2 L'analyse des alternatifs des différentes options du projet :	10
III.3 L'analyse multicritère	11
III.4 Aspect de l'environnement a préserver lors de la conception d'une infrastructure :	12
III.4.1 Impact sur l'air :	12
III.4.2 Impact sur l'eau :	12
III.4.3 Faune, flore, écosystèmes biographique	13
III.4.4 Impact sur la santé :	14
III.4.5 Impacte sur les habitants :	14
III.4.6 L'impact sur le milieu physique :	15
III.4.7 traitement paysage :	15
III.4.8 Impacte sur l'activité socio-économique :	15
III.4.9 L'évolution spatio-temporelle et l'efficacité des mesures envisagées:	15

III.5 Conclusion	16
Problématique :.....	17

Partie II : Etude géométrique

Chapitre I : Situation du projet

I-1 Généralités de la wilaya de Mostaganem :	19
I.2.Cadre d'étude :	21

Chapitre II : Classification Routière

II.1 Introduction :	22
II.2 Levé topographique :	22
II.3 Classification des routes :	22
II.3-1 Classification selon la liaison :	22
II.3-2 Classification selon la catégorie de route :	22
II.3-3 Classification fonctionnelle :	23
II.4 Environnement de travail :	24
II.4.1 Présentation de logiciel :	24

CHAPITRE III : étude de variante N° 1

III-1 Tracé en plan	26
III.1.1 Introduction :	26
III.1.2 Définition :	26
III.1.3 Règle à respecter dans le tracé en plan :	26
III.1.4 Les éléments de tracé en plan :	27
III.1.5 Les variantes:	28
III.1.6 Courbes en plan :	30
III.1.7 Calcul des Cubatures Approchées :	31
III.2 Etude de la variante 1 :	33
III.2.1 Les coordonnées des sommets :	33
III.2.2 Calcul de gisements et des angles au centre	33
III.2.3 Dénivelée cumulée moyenne :	33
III.2.4 Choix des rayons:	37
III.2.5 Longueur totale des alignements droits : Lad.....	37
III.2.6 Cubatures Approchées	46
III.3 Etude de la variante 2 :	50
III.3.1 Les Coordonnées des sommets.....	50
III.3.2 calcul de gisements et des angles centre.....	50
III.3.3 Dénivelée cumulée moyenne :	50

III.3.4 Choix des rayons :	57
III.3.5 Détermination des éléments des Raccordements :	58
III.3.6 La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD	58
III.3.7 Les rayons en plant normé :.....	58
III.3.8 Cubatures Approchées :.....	59
III.4 Le choix de la variante :	61

CHAPITRE IV : PROFILE EN LONG

IV.1 Définition :	64
IV.2 La ligne de projet (ligne rouge) :.....	64
IV.3 Règles À Respecter Dans Le Tracé Du Profil En Long:.....	64
IV.4 Les éléments de composition du profil en long :	65
IV.5 Coordination Du Tracé En Plan Et Profil En Long :.....	66
IV.6 Raccordements En Profil En Long :.....	66
IV.6.1 Raccordements Convexes (Angle Saillant) :.....	67
IV.6.2 Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :	68
IV.7 Calcul du raccordement parabolique:.....	70
IV.7.1 La tangente :.....	70
IV.8 Application de projet :.....	71

CHAPITRE V : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS

V.1 V.1 Introduction :	73
V.2 V.2 Définition de la Clothoïde :	73
V.3 V.3 Élément de la Clothoïde :	73
V.4 V.4 Propriétés de la Clothoïde :.....	74
V.5 Détermination des dévers aux rayons en plan	76
V.6 Conditions De Raccordement :.....	76
V.7 Vérification de non chevauchement :	78
V.8 Application de projet :	78

CHAPITRE VI : Paramètres Cinématique

VI.1 Introduction :	80
VI.2 Distance de freinage :.....	80
VI.3 Temps de perception et de réaction :.....	81
VI.4 Distance d'arrêt :	82
VI.5 Distance de perception :.....	82
VI.6 Espacement entre deux véhicules :.....	83
VI.7 Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre:.....	84

VI.8 Application De Projet :.....	85
-----------------------------------	----

CHAPITRE VII: Étude de Trafic

VII.1 Introduction :.....	89
VII.2 Analyse des trafics existants :.....	89
VII.3 Différents types du trafic :	91
VII.4 Capacité routière :	91
VII.4.1 Définition de la capacité :	91
VII.4.2 Procédure de détermination du nombre de voies :.....	91
VII.4.3 Calcul du trafic effectif:	92
VII.5 Application de projet :	94

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VIII.1. Introduction :	97
VIII.2 Principe de la constitution des chaussées :	97
VIII.3 La Chaussée :.....	98
VIII.4 différents types de chaussées :.....	98
VIII.4.1 chaussées souple :	99
VIII.4.2 Chaussée semi-rigide :	100
VIII.4.3 Chaussée rigide :.....	100
VIII.5 Structures de chaussée.....	101
VIII.6 Terminologie de la chaussée.....	102
VIII.7 Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement : ...	102
VIII.8 Méthodes De Dimensionnement :	104
VIII.9 Application Dr Projet :	105

CHAPITRE IX : Profile en Travers

IX.1 Définition :	108
IX.2 Modernisation Du Profil En Travers :.....	108
IX.3 Types De Profil En Travers :.....	108
IX.4 Les Éléments De Composition Du Profil En Travers:	111
IX.5 Profil en travers type de notre projet :.....	112

CHAPITRE X : IMPLANTATION DES AXES

X.1 Définition :.....	114
X.2 Implantation planimétrique des sommets des alignements :	114
X.3 Implantation de courbes :.....	115
X.4 Implantation en altimétrie :.....	116
X.5 Application de projet :	116

CHAPITRE XI : Signalisation

XI.1 Définition :	120
XI.2 L'objectif de la signalisation routière :	120
XI.3 Catégories de signalisation :	120
XI.4 Règles à respecter pour la signalisation :	120
XI.5 Types de signalisation:	120
XI.6 Application au projet:	123
XI.7 Conclusion :	129

CHAPITRE XII : CUBATURE

XII.1 Introduction :	130
XII.2 Définition:	130
XII.3 Méthodes de calcul :	130
XII.4 Mouvement des terres :	131
XII.4.1 Métré de terrassement :	131
XII.4.2 Foisonnement :	131
XII.4.3 Moment de transport :	131
XII.4.4 Distance moyenne de transport	131
XII.4.5 Epure de LALANNE	131
XII.4.6 Principe de l'épure de LALANNE :	132
XII.4.7 Etablissement de l'épure de LALANNE :	132
XII.4.8 Ligne de répartition des sens de transport :	132

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

CONCLUSION GENERALE	140
Référence bibliographique :	141

Introduction générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La Route est un facteur déterminant de développement Socio-économique et un outil que l'Etat a entre les mains pour maintenir un certain niveau d'équité entre les populations.

Actuellement, en Algérie, le trafic routier a connu une évolution rapide, les routes existantes qui saturation se trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessitent des opérations de réhabilitation, modernisation et des réaménagements.

Le travail que nous présentons dans ce mémoire a pour objectif de réalisation l'étude du dédoublement de la RN23 entre MESRA et la limite de la wilaya de RELIZANE qui permettra de contourner la commune de SIRAT. Notre projet se limite un tronçon d'un itinéraire de 2 km du PK2+0.00 au PK4+0.00.

Cette étude se divise en deux parties :

La première partie porte sur l'étude bibliographique sur l'étude du trafic et l'impact sur l'environnement.

Dans la deuxième partie l'étude géométrique de route est sont exposée.

Nous clôturons notre manuscrit par une conclusion générale

PRESENTATION DU PROJET

• Introduction :

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

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de dédoublement.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier (RN23, masra ,sirat) sur 2 km qui se situe dans la Wilaya de Mostaganem.

- Présentation de wilaya :

Mostaganem est une Wilaya côtière située au Nord-Ouest de territoire national, à environ 360 Km l'Ouest d'Alger et à 80 Km à l'Est d'Oran. Elle couvre une superficie de 2.269 Km² et est limitée A l'Est par les Wilayas de Chlef, Au Sud par les Wilayas de Mascara et de Relizane.

A l'Ouest par les Wilayas d'Oran et de Mascara Au Nord par la Mer Méditerranée

Mostaganem regroupe 10 daïras et 32 communes

- CLIMAT :

Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré. La pluviométrie varie entre 350 mm et 400 mm annuellement.

• Les objectifs d'étude :

- Notre objectif principal consiste à augmenter le niveau de service de la route RN 23

Existante par dédoublement (2x2voies) avec un séparateur bétonné, et de procéder à son renforcement.

Présentation du projet

- De créer des conditions de transport favorables aux échanges commerciaux dans la Région de sirat.
- Assurer et améliorer la sécurité, le confort des usagers avec un moindre cout possible.
- Assurer la continuité et le déplacement.
- Réduire le temps de parcours.
- Favoriser le développement économique du territoire.
- Améliorer l'accès de trafic.



Figure N° 01: La zone de travail

- **projet pensé pour limiter son impact sur l'environnement, les habitants et les usagers**

Le projet prévoit une attention toute particulière pour impacter au minimum le cadre de vie des habitants et les besoins en déplacement des usagers du réseau routier. Pour cela, tout au long du chantier, la circulation sera organisée de manière alternée entre la nouvelle route départementale et la nouvelle autoroute afin de garantir la continuité des déplacements. Concernant les phases les plus gênantes pour la circulation, les travaux de nuit seront privilégiés. Afin de réduire le plus possible l'impact sonore et visuel pour Les riverains, un cahier des charges prescriptif sera imposé aux entreprises de travaux (mesures acoustiques, mode d'approvisionnement, gestion des déchets, etc.). Enfin, le projet et les travaux sont conçus de manière à éviter et réduire au maximum leur impact sur l'environnement, ou en dernier lieu à compenser ces impacts afin de maintenir sur le territoire des milieux favorables à la biodiversité. Un coordinateur environnemental s'assurera de la bonne intégration des actions de protection de l'environnement tout au long des travaux. L'État s'engage en outre à travers des mesures concrètes à reconstituer une zone humide, à maintenir des espaces abritant des espèces protégées et à recréer des zones et des aménagements paysagers favorables au développement de la biodiversité en général.



Figure N° 02 : Tronçon de notre projet



Figure N°03 : Localisation De Projet

Partie I
Etude bibliographique

Chapitre I : Etude du trafic

I.1 Introduction :

. Les études de trafic constituent l'élément de base dans la conception et le Dimensionnement du réseau routier.

Le trafic est utilisé dans le classement et l'hierchisation du réseau routier national, il est utilisé Également dans la fixation du cout d'exploitation des véhicules.

Cette conception repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics

Sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

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

I.2 L'analyse des trafics existants :

Tout projet d'étude d'infrastructure routière doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise de trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée est lié étroitement a cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année de l'horizon. L'étude de trafic présente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est un outil d'aide à la décision relative à la politique des transports

I.3 La mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

*Les comptages : ils permettent de quantifier le trafic.

*Les enquêtes : elles permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

• Les comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue quatre types de comptage :

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

I.4 Différents types de trafics :

- Trafic normal
- Trafic dévie
- Trafic induit

- Trafic total
- Trafic total

I.5 Calcul de la capacité :

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

- Les conditions de trafic.
- Les conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route (nombre et largeur des voies).
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs).

Chapitre II: Dimensionnement du corps de chaussée

II.1 Introduction

Une chaussée peut être définie comme une structure plane, conçue et dimensionnée pour garantir l'écoulement du trafic dans de bonnes conditions de visibilité, de sécurité et déconfort pour les usagers et assurer une fonction pour une période de service minimale fixée au stade de l'élaboration du projet.

La chaussée

- Au sens géométrique
- Au sens structurel

II.2 Différents types de chaussées :

a)- Les chaussées souples :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée



Figure II.1 : Les chaussées souples

b)- Les chaussées rigides :

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide. En règle générale, une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- Une couche de forme
- Une couche de fondation
- Une couche de roulement en béton de ciment.

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire.

La dalle en béton de ciment peut ainsi être réalisée directement sur l'arasement ou sur la plate-forme support de chaussée.

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie (Figure II.2.2) dans notre projet en à une chaussée souples

II.3 Les principales méthodes de dimensionnement :

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie.

La structure d'une chaussée routière doit résister à diverses sollicitations, notamment celles dues au trafic et elle doit assurer la diffusion des efforts induits par ce même trafic dans le sol de fondation.

L'application d'une charge roulante induit ainsi une déformation en flexion des couches de la structure. Cette flexion entraîne des sollicitations en compression au droit de la charge et des sollicitations en traction à la base des couches d'enrobés.

Il existe différentes méthodes pour bien appréhender cette déformation :

a)-Méthodes empiriques : Elles s'appuient sur trois paramètres :

- La force portante : obtenue par les différents essais géotechniques.
- Le trafic par une charge unitaire dite de référence.
- Les comptages

b)-Méthodes rationnelles :

Ces méthodes se basent sur la connaissance du sol, des matériaux mis en place et du trafic en visage.

Chapitre III : Impact sur l'environnement :

III.1 Introduction :

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

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 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 forgé des outils législatifs et réglementaires qui encadrent ces domaines. La route touche aussi les zones urbaines.

Une nouvelle infrastructure modifiera le développement urbain, mais aussi le développement économique d'un territoire. L'identification des impacts d'un projet routier est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à implanter. Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de pré- construction, de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

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

III.2 L'analyse des alternatifs des différentes options du projet :

a) L'alternatif (pas de projet) :

Actuellement, le trafic de notre voie est dense, et les conditions de circulation sont mauvaises, notamment en raison de la surcharge des véhicules surtout pendant la saison estivale. Cette situation génère plusieurs risques comme les accidents ; la pollution de l'air et de sol et le bruit

b) L'alternatif (projet) :

La réalisation de la nouvelle contournement emmènera à la wilaya un développement sur le plan sécuritaire, économique, et touristique. Les retombées de cette voie :

- Le développement du réseau autoroutier de la wilaya de Mostaganem

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

Pour la santé publique et la sécurité, on a un risque d'accidents routiers engendrés par la circulation. Le réseau routier connaît et connaîtra un développement dont l'impact sur le paysage et l'environnement s'accroîtra sans cesse. La prise en charge de cette préoccupation passe obligatoirement par la maîtrise des nuisances et des impacts de cette infrastructure, il faut donc étudier les impacts que peut provoquer le projet sur le milieu naturel avant de passer à l'étape de réalisation. L'implantation de la nouvelle rocade expresse, est entreprise dans le but de renforcer et d'améliorer le réseau routier de Mostaganem

III.3 L'analyse multicritère

L'analyse multicritère des variantes de tracé a été menée en tenant compte des principaux critères quantitatifs, les critères qui étudier dans ce projet de la rocade côtière sont les suivants :

- Effets du projet sur le développement économique régional (perte de production agricole).
 - Effet du projet sur l'emploi.
 - Effet du projet sur l'environnement (milieu naturel et milieu humain).
 - Effet du projet à tourisme.
 - Niveau de desserte de rocade.
- Pour chaque critère. Une note est attribuée à chaque tracé selon la grille suivante

Symbole	Niveau du critère
++	Très favorable
+	Favorable
0	Neutre
-	Défavorable
-	Très défavorable

Tableau III.1: grille du critère

- Les critères pour l'évaluation le projet de la rocade sont analysés plus ponctuellement :

Critères	Points d'analyse
Développement économique et aménagement Du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Nbre de communes et population • Taux moyen des primes de

	l'Etat
Avantage pour les usagers	<ul style="list-style-type: none"> • Temps : heures gagnées • Frais de fonctionnement
Environnement	Favorable, neutre, défavorable
Emploi	Nbre d'emplois liés a l'investissement, l'entretien et l'exploitation
Bilan cout-avantage monétarisés	<ul style="list-style-type: none"> • Avantages actualisés globaux • Bénéfice propre • Taux de rentabilité immédiate

Tableau III.2 : Analyse des critères

III.4 Aspect de l'environnement à préserver lors de la conception d'une infrastructure :

L'implantation d'un projet routier entraîne des perturbations au niveau de la zone traversée par le projet, ces perturbations qui sont essentiellement du aux travaux de chantier (bruit, vibration, poussière, insécurité des piétons, boue...), ainsi que pendant la phase d'exploitation (augmentation de risque d'accidents) peuvent provoquer une modification des habitudes.

III.4.1 Impact sur l'air :

Lors des travaux mécanisés (décapage, déblai, remblai, excavation.....) et du transport des matériaux, des intrants ; des déchets et surtout l'exploitation des caractères, l'air a été pollué localement a cause des fumées et des poussières des engins et véhicules de chantier , cette concentration de la poussière et gaz d'échappe village riverains a la zone directe du projet et peut contenir des germes pathogène qui ont favorise la propagation des maladies respiratoires et la méningite.

De manier générale complet tenu des mesures de précaution qui ont été prises pendant la phase des travaux l'impact a été direct, négatif, d'intensité moyenne, de courte durée et d'étendue locale et d'importance moyenne.

baisse de la consommation de carburants et la diminution des émissions de CO2

III.4.2 Impact sur l'eau :

la réalisation d'un tronçon routier peut provoquer la pollution et la perturbation des eaux souterraines et de surfaces pendant la phase de réalisation du projet, ainsi que pendant la phase d'exploitation

a) Phase de chantier

- Intervention d'engins de chantier provoque la pollution des eaux par les hydrocarbures (fuel, huiles).
- La pollution des eaux de surface et souterraine par le rejet des eaux de chantiers .
- La modification du régime d'écoulement des eaux de surfaces et souterraine a cause des travaux de terrassement, et de remblaiement ;
- 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.

b) Phase d'exploitation :

Les eaux de ruissellement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées et des pièces des véhicules (plaquettes de frein, pneumatiques par exemple). A titre d'exemple les rapports annuels sur une route à deux voies supportant un trafic de 10000 véhicules par jour s'élèvent à :

- Matières en suspension 200 à 1200Kg / Km ;
- Demande chimique en oxygène (DCO) 230 à 400 Kg / Km

III.4.3 L'écosystèmes biographique

Les zones humides, dont marais et berges, constituent des biotopes riches en flore et en faune, d'intérêt élevé et en régression. Ces zones sont biologiquement très riches. De plus elles contribuent à l'absorption du gaz carbonique émis par les transports dans l'air, leur production végétale est le premier élément d'une part majeure de la chaîne alimentaire terrestre (invertébrés, oiseaux, mammifères..).

L'étude doit aussi porter sur les impacts en termes de fragmentation écologique, et sur les couloirs de migration des animaux, y compris nocturnes (l'environnement nocturne a souvent été oublié par les études d'impacts, alors que les projets routiers participent au phénomène dit de pollution lumineuse, qui dans de nombreux pays augmente de 4 à 5 % par an,).

III.4.4 Impact sur la santé :

Les contraintes de protection de la santé s'imposent maintenant aux projets routiers. Cette thématique doit être développée dans les études d'impact, et les mesures compensatoires ou préventives doivent être mises en œuvre par le maître d'ouvrage. Le volet santé de l'étude d'impact doit en particulier évaluer l'état initial en termes de mortalité et de morbidité sur une zone d'étude pertinente. Il doit ensuite évaluer l'incidence de l'aménagement sur ces données.

Ainsi des zones de passage pourront être totalement condamnées si des mesures de protection ne sont pas réalisables.

III.4.5 Impacte sur les habitants :

a) Le bruit :

C'est un des impacts les plus manifestes de la circulation routière et peut apparaître pendant la phase de la construction.

Le bruit routier provient du bruit des moteurs et de roulement. La législation a aussi modifié les niveaux sonores maximum d'un véhicule. Les évolutions réglementaires et techniques ont permis de diminuer considérablement les bruits des moteurs. Deux facteurs sont à l'origine de ce bruit : le revêtement routier et le pneumatique.

- Phase de chantier :

- Nuisance sonore due aux émissions lors du fonctionnement d'engins de chantier (engins de terrassement, palplanche, engin de forage...) ;

- Emission de vibration à cause de l'intervention d'engins de chantier (engins de terrassement, marteaux piqueurs, palplanche, engin de fonçage...).

- **Phase d'exploitation :**

Il est lié exclusivement à la circulation routière qui a pour origine le bruit émis par les moteurs des véhicules, ainsi le bruit dû au contact pneumatique- chaussée.

Les moyens pour lutter contre le bruit dans un projet routier peuvent prendre plusieurs formes :

- Réduction de la vitesse,
- Implantation de la voie par rapport aux zones bâties (niveau de bruit moyen diminue de 3 de chaque fois que la distance est doublée),
- Construction de buttes de terre,
- Baisse du profil en long par rapport au terrain naturel,

- Murs antibruit,
- Isolation des bâtiments.

III.4.6 L'impact sur le milieu physique :

Il est lié essentiellement à :

- Déracinement des arbres constitue de dangereuses ouvertures pour des parasites divers dans le
- Les terrassements du sol conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines et empêche ainsi leur développement ;
- Désorganisation du territoire agricole ;
- Diminution du couvert végétal.

III.4.7 traitement paysage :

- Assurer un contrôle régulier des engins et de la qualité de leur combustion.
- Assure un arrosage régulier du chantier particulièrement en période sèche.

III.4.8 Impacte sur l'activité socio-économique :

- un renforcement de l'infrastructure routière a l'échelle nationale
- un renforcement de l'économie nationale engendrée par la fluidité du trafic.
- un gain en temps de parcours
- une amélioration de la sécurité routière et par conséquent une réduction du nombre d'accident.
- Une réduction de la consommation de carburant, de lubrifiant, de l'entretien et plus généralement des différents véhicules.

III.4.9 L'évolution spatio-temporelle et l'efficacité des mesures envisagées:

La phase d'identification des impacts potentiels du projet a été suivie de l'évaluation de leur importance. L'importance des impacts environnementaux est généralement évaluée en fonction de leur portée spatiale (distribution géographique), de leur durée (court terme ou long terme), de leur intensité (mesure du niveau de changement pour un paramètre et la vérification de dépassement de certains seuils), de leur réversibilité (réversible ou irréversible) et de leur sensibilité (ex. : impacts sur une zone sensible dans le pays, telle une réserve naturelle).

a) Mesures a court terme:

- aménagement paysager le long de la rocade

- réhabilitation des sites pendant la période du chantier
- préserve la qualité de l'aire a travers un contrôle régulier des engins et un arrosage régulier du chantier
- indemnisation des exploitants agricoles et de la population expropriée de son habitat et affectée par l'aménagement routier.

b) Mesures à long terme :

- fixation des sols menacés par l'érosion le long de la route
- contrôle régulier de la qualité des émissions atmosphérique engendrées par la circulation routée.
- Mise en place d'ouvrages hydrauliques en vue de gérer convenablement l'écoulement d'eau de surface.
- Réduction du cout d'exploitation du véhicule
- Renforcement de l'économie nationale.

III.5 Conclusion

Ce contournement de la route est un moyen facilitant la navigation et réduisant la densité du trafic. Ce projet a de nombreux effets positifs, tels que la réduction des accidents de la route et la satisfaction des besoins d confort et de sécurité, mais aussi des inconvénients, car la pollution causée par les véhicules réduit la productivité agricole; Mais la construction de cette route servira et protégera la communauté et l'environnement.

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 le contournement ?
- 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 Sirat au futur ?

Partie II

Etude géométrique

Chapitre I : Situation du projet

I-1 Généralités de la wilaya de Mostaganem :

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 ou sud-ouest, Tiaret au sud-est, Relizane et Chef à l'est. Mostaganem prononcée est une commune algérienne de la wilaya de Mostaganem dont elle est le chef-lieu. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, à 363 Km à l'ouest d'Alger. Elle est parmi les plus grandes villes de l'ouest du pays après Oran. (Figure 1).

Considérée en Algérie comme la « capitale du Dahra » Mostaganem est parfois surnommée « la ville de Mimosas » l'unité urbaine de Mostaganem s'étend en outre de la commune du même nom, sur les communes de Sirat et comprend une population de 162885 habitants en 2008. Elle est également une ville culturelle et artistique importante, foyer de la tariqa El Alaouiya, implantée dans plusieurs pays et dotée d'un riche patrimoine et d'une création artistique active notamment dans la musique chaâbi. Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride en hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. Situé dans la zone de plaine littorale plus riche (124 Km), la vocation principale de la région est agricole.



Figure I.1: Les communes de la wilaya de Mostaganem

- Les réseaux d'infrastructure qui se trouvent à Mostaganem sont comme suite
:(Figure 2 et Tableau 1)

Réseau routier	Réseau portuaire	Réseau ferroviaire	Réseau aéroportuaire
-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	-Port de marchandises de Mostaganem. - Port de pêche de Sidi Lakhdar. - Port de pêche et de plaisance de Salamandre	-Voie Ferrée pour le transport de marchandises reliant le port à la gare de Mostaganem en direction de Mohammedia	Piste principale (1360 m x 30 m) - Piste secondaire (700 m x 30 m) - Aires de stationnement 13 000 m ² - Voies de circulation (450 m x 20 m)

TableauI.1 : Les réseaux d'infrastructure De Mostaganem



FigureI.2 : Les réseaux d'infrastructure De Mostaganem

I.2.Cadre d'étude :

L'étude des contournement de la ville de sirat à deux chaussées de doublement 2×2 entre Masra et le carrefour giratoire urgence sur 12 km ver sbougirate, rentre dans le cadre du programme de développement de l'infrastructure de base de la wilaya de Mostaganem. La direction des travaux publics « DTP » de la wilaya de Mostaganem a procédé a la création de ce Contournement qui relie la ville de sirat et (RN 23Autoroutière) au côté ouest (RN23 allant vers Oran) en passant par les deux ports (commercial et port de pêche).

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 Levé topographique :

Toute étude est conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief.

Pour notre étude on dispose d'un levé topographique numérique établi à l'échelle 1/1000

Comportant les détails planimétrique et altimétrique du terrain naturel.

II.3 Classification des routes :

II.3-1 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 lourde

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.

Catégorie 5: routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

II.3-2 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.3-3 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 nationaux RN:**

Les routes Nationales sont d'un intérêt commun pour plusieurs Wilayas (départements) ou pour le pays entier. Elles constituent des itinéraires inter-wilaya 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.4 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.4.1 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 garantit une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements .

En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plateformes dynamiques et ses métrés automatique, le temps consacré à 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'optimiser grâce à 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

CHAPITRE III : étude de variante N° 1

III-1 Tracé en plan

III.1.1 Introduction :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir les trois éléments géométriques simples qui la composent :

- Le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
- Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le cylindre à génératrice verticale passant par l'axe de celui-ci.
- Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.
- Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments. Les exigences qui ont prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usages et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

III.1.2 Définition :

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. C'est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route.

Le tracé en plan est une succession des droites reliées par les liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau. Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

III.1.3 Règle à respecter dans le tracé en plan :

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

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.

- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé C'est en respectant ces règles que le choix des variantes a été réalisé. Notre présent travail s'est basé sur un variante et nous avons essayez de vérifier que ces conditions sont remplies.

III.1.4 Les éléments de tracé en plan :

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

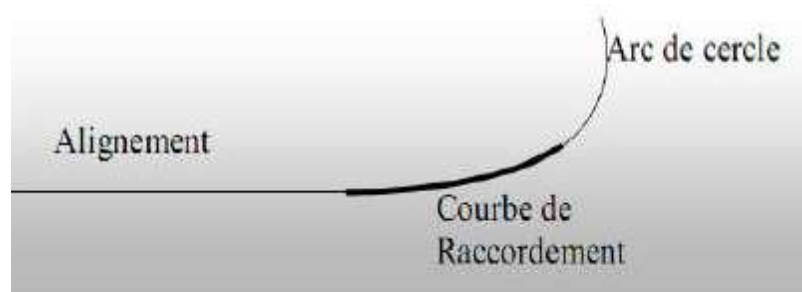


Figure III.1.: les éléments de tracé en plan

III.1.4.1 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 80 %.

III.1.4.2 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.

$$L_{min} \leq \frac{5 \times V_b}{3.6}$$

V_b:vitesse de base en **km/h**

III.1.4.3 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.1.5 Les variantes: Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

Les différentes étapes: L'étude de chaque variante sera axée sur les étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles
- L'environnement de la route
- Dénivelée cumulée o Sinuosité
- Vitesse de référence Vr
- Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd
- Choix des rayons en plan
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires
- Déclivités « profil en long » et rayons verticaux
- Cubatures approchées

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.

$$G_{S1S2} = \arctan \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

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

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

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

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

➤ **Distance** : La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S1 S2 = \sqrt{(XS2 - XS1)^2 + (YS2 - Y S1)^2}$$

– L'angle au centre :

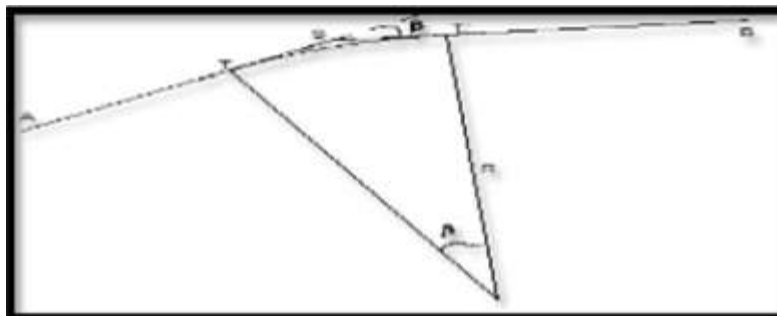


Figure III.2 : détermination de l'angle au centre

Détermination de l'angle au centre.

D'après le cas de Figure. II.1, l'angle au centre β est donné par :

- $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

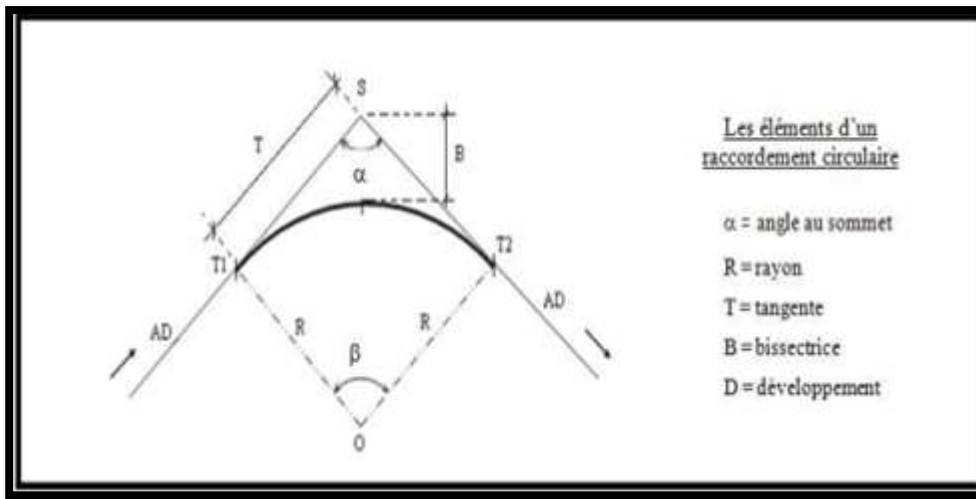


Figure III. 3 : les éléments d'un raccordement circulaire

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

Environnement de la route : « Ei » \longrightarrow E1.E2.E3

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

- La dénivelée cumulée moyenne.
- La sinuosité.

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.1.6 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.

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

- **Le rayon minimal normal (RHN) :**

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

$$RHn = \frac{(V_n + 20)^2}{127 (f_t + d_{\text{max}})}$$

- **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 %).

$$RHd = (V_r)^2 (\text{km/h}) / 127 (2 \times d_{\text{min}})$$

- **Le rayon non déversé RHnd :**

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

$$RHnd = (V_r)^2 (\text{km/h}) / 127 (f_t'' - d_{\text{min}})$$

III.1.7 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



Figure III.4 : Schéma représentant la surface entre profil

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

Calcul des surfaces :

- **En remblai :**

Avec :

- **h** :différence entre C.T.N et C.P.
- **A** :largeur de la chaussée + 2 accotements
- **SD = Ah + h²**

III.2 Etude de la variante 1 :

III.2.1 Les coordonnées des sommets :

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.

III.2.2 Calcul de gisements et des angles au centre

$$Dc = \frac{|\sum_{Pi > 0} PiLi + \sum_{Pi < 0} PiLi|}{L}$$

P : pente du terrain

L : longueur de l'itinéraire ($L = L1 + L2 + L3 + \dots + Ln$).L

III.2.3 Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ci-
 $\sum \Delta H = -20,509$

$$\sum \text{Distance} = 2025 \text{M}$$

$$Dc = \frac{\sum \Delta H}{\sum \text{Distance}} = 1,01\% \quad Dc < 1,5\% \quad \longrightarrow \quad \text{Terrain Plat}$$

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

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$Dc < 1,5\%$
2	Plat mais inondable	$Dc = 1,5\%$
3	Terrain vallonné	$1,5\% < Dc \leq 4\%$
4	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau III.1 : 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).

$$(\sigma) = L_s/LT$$

Avec : σL_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 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	$\sigma > 0.30$

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 III.2 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité du "variante"

Dans notre cas, nous avons :

Terrain Plat

Sinuosité faible Environnement E1

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 01	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 02	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 03	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 04	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat 05	80-60-40	60-40	40

Tableau III.3 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante ".

À partir du **tableau**, La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr =100 Km/h.**

- **Stabilité en courbe :**
- Détermination des dévers d_{max} et d_{min} : Cat 1 :  $d_{min}=-2,50%$, $d_{max}=7%$

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

Tableau III.4: Devers en fonction de l'environnement.

- Détermination du coefficient transversal f_t : on à Vr =100Km/h et Cat 01 donc $f_t=0,11$

Vr	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.22	0.16	0.13	0.11	0.10	0.1
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.25	0.11	/

Tableau III.5 : Valeur du coefficient f_t .

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

Catégories	Cat 1	Cat2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Tableau III.6 : Valeur du coefficient « F''

Tableau récapitulatif :

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

Détermination des rayons en plan :**Le rayon horizontal minimal absolu (RHm)**

$$RHm(n) = \frac{Vr^2}{127(ft + dmax)} = \frac{100^2}{127(0.11 + 0.07)} = 437.44m$$

Le rayon minimal normal (RHN)

$$RHN = \frac{(Vr+20)}{27(Ft+dmax)} = RHm(Vr+20) = 708.66m$$

Le rayon au devers minimal RHd :

$$RHd = \frac{100^2}{127(2 \times 0.025)} = 1574.803m$$

Le rayon non déversé RHnd

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

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 km/h** on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Paramètres	Symboles	valeurs selon B-4	Valeurs calculées
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	450 m	437,44 m
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	600 m	708,66 m
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5 %)	1600 m	1574,80 m

Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	2200 m	2250,00 m
----------------------------------	---------------	--------	-----------

III.2.4 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.

Donc nous avons :

Rayons Choisis(m)	
R1	600 m
R2	500 m

III.2.5 Longueur totale des alignements droits : Lad

$$Lad = AT1 + T'1T2 + T'2B$$

$$Lad =$$

Longueur totale des arcs de cercles : Lc

$$Lc = D1 + D2$$

$$Lc =$$

Longueur totale du tronçon : LT

$$LT = Lad + Lc$$

$$LT =$$

Pourcentage Alignement droit % *alig_Droit* = 66,52 % on prend **66 %** donc condition vérifiée.

Pourcentage Courbe % *courbe* = 34 % on prend **33 %** donc condition vérifiée.

Déclivités - Profil en long :

- Les éléments de tracé en plan

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

Les alignements

POINTS	X(m)	Y(m)
A	244149.2191	3968809.8996
S1	243673.6668	3968870.418
S2	243433.6605	3969038.1235
S3	242875.4010	,3969244.0613
B	242815,6	,3969951.2904

Tableau III.7: les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 1

<i>Points</i>	<i>dx(m)</i>	<i>dy(m)</i>	<i>Gisement (g)</i>	<i>distance</i>	<i>Beta</i>
<i>A-S1</i>	<i>-475 ,5523</i>	<i>60,519</i>	<i>82,74</i>	<i>479,87</i>	
<i>S1-S2</i>	<i>-240 ,063</i>	<i>167,705</i>	<i>55,0623</i>	<i>292,834</i>	
<i>S2-S3</i>	<i>-558,259</i>	<i>205 ,938</i>	<i>37,8801</i>	<i>595,032</i>	
<i>S3-B</i>	<i>-59,801</i>	<i>707,230</i>	<i>5,640</i>	<i>710,772</i>	

Tableau III.8 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre de la variante.

$$Gs_1s_2 = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

DISTANCE: β

La distance s_1s_2 est donnée par la relation

$$S_1S_2 = \sqrt{(Xs_2 - Xs_1)^2 + (Ys_2 - Ys_1)^2}$$

Gisements, angles au centre et distance:

Gisements gr		Angle au centre Gr		Distances M
GA-S1	91,941	B ₁		479,345
			30,761	
GS1-S2	61,180	β ₂	16,34	292,84
GS2-S3	77,501			β ₃
GS3-B	5,370			

Tableau III.9: Calcul des gisements, angles au centre et distances

$$\beta = Gsb - Gas$$

Angle au centre (gr)	Rayon(m)	Tangente(m)	Développée(m)	Bissectrice(m)	Flèche(m)
27,67	350	86,217	169,031	10,825	10,154
17,1822	500	75,538	128,119	7,142	5,610
32,2401	355	226,064	402,016	14,792	13,00
		ΣD=LC=	699,166m		

Tableau III.10 :Tangentes aux cercles et rayons "variante 1"

Tangente

$$\Rightarrow ST = ST' = R.tg\frac{\beta}{2}$$

Bissectrice

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

La développée

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

Flèche

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

5- Les longueurs de tracé

- La longueur totale de tracé mesuré LT $L_t = 2024,224m$
- La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC $L_c = 699,199m$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = LT - L_c = 2025 - 699,199m = 1325.059m$$

$$LAD = 1325.059m$$

- % alignement Droit = 65,46%
- Pourcentage courbe : % Courbe = 34,54%
- après les résultats précédents : la Condition est vérifié

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 :

N°	X	Y	Z	Dn
1	242804.5261	μ% ,hju	96.940	
2	242849.6266	242849.6266	96.280	-0,66
3	242850.0196	3969500.4328,0	95.440	- 0,84
4	242850.4149	3969496.4524	96.900	1,46
5	242850.8149	3969492.4724	96.770	-0,13
6	242851.2217	3969488.4932,	96.750	-0,02
7	242851.6378	3969484.5149	96.700	-0,05
8	242852.0655	242852.0655	96.940	0,24
9	242852.507	3969476.5622	96.280	-0,66
10	242852.9646	3969472.5885,0	95.440	-0,84
11	242853.4407	3969468.6169	96.900	0,46
12	242853.9376	3969464.6479	95.750	-1,15
13	242854.4575	3969460.6819	96.040	0,29
14	242855.0027	3969456.7192	96.310	0,27
15	242855.0027	3969456.7192	96.580	0,27
16	242855.5755	3969452.7604	95.750	-0,83
17	242856.1782	3969448.8061	89.530	-6,22

18	242856.813	3969444.8568	79.530	-10 ,00
19	242857.4821	3969440.9132	79.860	0,33
20	242858.1879	3969436.976	79.460	-0,4
21	242858.9325	3969433.0459	79.420	-0,04
22	242859.7182	3969429.1238	79.310	-0,11
23	242860.049	3969427.5354	79.480	0,17
24	243048.9535	3969183.0516	79.560	0,08
25	243052.5426	3969181.2859	79.940	0,38
26	243056.1504	3969179.5586	79.740	-0,2
27	243059.7755	3969177.8679	77.900	-1,8
28	243063.4166	243063.4166	72.300	-5,6
29	243067.0723	243067.0723	72.140	-0,16
30	243070.7415	243070.7415	71.740	-0,4
31	243074.4229	243074.4229	71.710	-0,03
32	243078.1155	243078.1155	70.520	-1,19
33	243081.8183	243081.8183	70.760	0,24
34	243085.5301	243085.5301	70.620	-0,14
35	243089.25	243089.25	72.100	1,48
36	243092.977	243092.977	72.060	-0,04
37	243096.7102	243096.7102	71.710	-0,35
38	243100.4488	243100.4488	71.710	0

39	243104.1918	243104.1918	70.200	-1,5
40	243107.9384	243107.9384	70.260	0,06
41	243111.6877	243111.6877	70.260	0
42	243115.439	243115.439	69.780	-0,48
43	243119.1915	243119.1915	68.860	-0,92
44	243120.7137	243120.7137	69.680	0,82
45	243342.7345	243342.7345	70.360	0,68
46	243346.4872	243346.4872	70.230	-0,13
47	243350.2392	243350.2392	72.760	2,53
48	243353.9898	243353.9898	72.570	-0,19
49	243357.7384	243357.7384	72.510	-0,06
50	243361.4842,	243361.4842,	72.330	-0,18
51	243365.2265	243365.2265	72.130	-0,19
52	243368.9646	243368.9646	72.050	-0,08
53	243372.6978	243372.6978	71.750	-0,3
54	243376.4253	243376.4253	76.520	4,77
55	243380.1463	243380.1463	75.440	-1,08
56	243383.8599	243383.8599	73.440	-2
57	243387.5655	243387.5655	73.330	-0,11
58	243391.2621	243391.2621	73.800	-0,47
59	243394.9488	243394.9488	73.860	-0,06

60	243398.6246	3969049.8639	76.520	2,66
61	243402.2887	3969048.2594	75.440	-1,08
62	243403.02	3969047.9351	73.440	-2
63	243459.2067	3969018.566	73.330	-0,11
64	243462.6189	3969016.4786	73.800	0,47
65	243466.0153	3969014.3657	73.860	0,06
66	243469.3968	3969012.229	73.780	-0,08
67	243472.7643	3969010.0703	73.620	-0,16
68	243476.1187	3969007.8914	73.570	-0,05
69	243479.4611	3969005.694	73.050	-0,55
70	243482.7923	3969003.4797	75.700	2,65
71	243486.1134	3969001.2504	75.780	0,08
72	243489.4255	3968999.0076	75.640	-0,14
73	243492.7296	3968996.753	75.650	0,081
74	243496.0267	,3968994.4883	75.210	-0,44
75	243499.3181	3968992.2152	77.500	2,29
76	243502.6047	3968989.9353	77.920	0,42
77	243505.8877	3968987.6501	76.520	-1,4
78	243509.1682	3968985.3614	75.440	-1,08
79	243512.4474	3968983.0708	73.440	-2
80	243509.1682	3968985.3614	73.330	-0,11

81	243512.4474	3968983.0708	73.800	0,47
82	243513.1032	3968982.6126	73.860	0,06
83	243574.7163	3968939.5601	73.780	-0,08
84	243577.9954	3968937.2694	73.620	-0,16
85	243581.276	3968934.9808	73.570	-0,05
86	243584.5597	,3968932.6966	76.460	2,89
87	243587.8479	3968930.419	76.960	0,5
88	243591.1422	3968928.1501	77.020	0,06
89	3968928.1501	3968925.8923	77.090	0,07
90	243597.7548	3968923.6476,	77.030	-0,06
91	243601.0761	3968921.4184	76.920	-0,11
92	243604.4092	3968919.2069	79.410	2,49
93	43607.7554	3968917.0155	79.310	-0,1
94	243611.1162	3968914.8463	79.260	-0,05
95	243614.4928	3968912.7019	78.840	-0,42
				29,781
				-50,29
DN				1,01%

Tableau III.11: Dénivelée cummulée "Variante 01"

III.2.6 Cubatures Approchées

Profil n°	Abscisse	Longueur		Déblais(dans l'emprise de la ligne Projet)					Remblais(dans l'emprise de la ligne Projet)				
		d'application		Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	volume(m ³)	Cumul vol (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot(m ²)	.volum (m ³)e	Volume cumul
		L/AP	DN										
P1		12,5	0,8	11,28	9,68	20,88	261,00	261,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	25,00	25	0,67	9,58	9,57	19,15	478,85	0739.85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	50,00	25	0,66	6.43	6.43	12.87	321.75	1061.020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	75,00	25	0,57	7.467	7.22	14.687	397.17	1458.19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P5	100,00	25	0,6	0.78	10.218	7.88	452.45	1910.64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P6	125,00	25	0,7	9.17	9.17	18.34	458.5	2369.14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P7	150,00	25	0,8	10.48	10.48	20.96	524,00	2893.14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P8	175,00	25	0,79	10.34	10.1	20.45	511.22	3404.36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P9	200,00	25	0,39	5.11	5.02	10.129	253.225	3657.585	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P10	225,00	25	0,55	7.205	6.1	13.305	332.62	3990.205	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P11	250,00	25	0,76	9.95	9.196	19.146	478.65	4468.85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P12	275,00	25	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.79	2.8888	6.687	167.17	167.17
P13	300,00	25	0,211	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.11	1.9	4.01	100.25	267.42
P14	325,00	25	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.66		2.86	71.5	338.92
P15	350,00	25	0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.99	0.7	1.89	47.25	386.17
P16	375,00	25	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.3	1.12	3.42	85.5	471.67
P17	390,59	15,59	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.1	1.8	3.9	97.5	569.17
P18	408,59	18	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.37	1.5	2.87	71.75	640.92
P19	423,59	15	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.5	1.6	3.1	77.5	718.42
P20	433,61	10,02	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,00	2.86	2.86	71.5	789.92
P21	445,61	12	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.35	1.12	2.47	61.75	851.67
P22	460,61	15	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.19	2.3	4.29	107.2	958.9
P23	479,61	19	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.14	1.09	2.23	55.75	1014.67
P24	499,61	20	0,58	7.598	5.8	13.39	267.8	4736.65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

P25	516,61	17	0,77	8.47	6.2	14.67	249.39	4986.04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P26	534,61	18	0,71	7.952	5.6	13.55	243.9	5229.94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P27	559,61	25	0,67	7.37	3.35	10.72	268,00	5497.94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P28	575,1	15,49	0,68	7.48	4.33	11.81	182.93	5680.87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P29	595,1	20	0,6	6.6	3.3	9.9	198,00	5878.87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P30	615,1	20	0,78	7.8	8.1	15.9	318,00	6196.87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P31	639,669	24,867	0,72	6.48	6.1	12.58	312.8	6509.69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P32	664,96	25	0,7	7.1	4.2	11.3	282.5	6792.19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P33	689,96	25	0,68	3.3	6.8	10.1	252.5	7044.69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P34	714,96	25	0,6	4.2	5.6	9.8	245,00	7289.69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P35	739,96	25	0,65	3.6	4.4	8,00	200,00	7489.69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P36	752,96	13	0,64	2.2	3.4	5.5	71.5	7561.19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P37	764,96	12	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69	1,90	3,59	43,08	1057,75
P38	789,96	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	1,80	3,90	45,00	1102,75
P39	814,96	25	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,09	2,37	59,25	1162,00
P40	839,96	25	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,65	3,15	78,75	1240,75
P41	864,96	25	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,52	2,85	71,25	1312,00
P42	889,96	25	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1, 31	1,20	2,51	62,75	1374,75
P43	914,96	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	1,62	3,96	99,00	1473,75
P44	939,96	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	1,90	3,70	92,50	1566,25
P45	964,96	25	0,67	8,04	8,71	16,75	418,75	7979,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P46	989,96	25	0,84	10,08	10,92	21,00	525,00	8504,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P47	1001,879	11,919	0,81	9,72	10,53	20,25	241,36	8746,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P48	1016,879	15	0,8	9,60	10,40	20,00	300,00	9046,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P49	1041,799	24,655	0,82	9,84	10,66	20,50	505,43	9551,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P50	1053,799	12	0,88	10,56	11,44	22,00	264,00	9815,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P51	1066,799	13,00	0,55	6,60	7,15	13,75	#####	27690,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P52	1078,799	12	0,59	7,08	7,67	14,75	177,00	27867,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P53	1089,799	11	0,88	10,56	11,44	22,00	242,00	28109,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P54	1099,799	10	0,8	9,60	10,40	20,00	200,00	28309,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P56	1117,799	18	76	912,00	#####	#####	#####	62509,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

P57	1134,799	17	0,73	8,76	9,49	18,25	310,25	62819,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P58	1151,299	16,5	0,71	8,52	9,23	17,75	292,88	63112,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P59	1160,799	9,5	0,72	8,64	9,36	18,00	171,00	63283,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P60	1185,799	25	0,71	9,23	8,52	17,75	443,75	63727,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P61	1205,79	20	0,73	9,49	8,76	18,25	365,00	64092,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P62	1216,534	10,744	0,77	10,01	9,24	19,25	206,82	64299,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P63	1235,053	18,519	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,13	2,60	48,15	1614,40
P64	1260,053	25	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09	1,14	3,23	80,75	1695,15
P65	1285,053	25	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26	1,20	2,46	61,50	1756,65
P66	1310,053	25	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	1,60	3,00	75,00	1831,65
P67	1335,053	25	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	1,02	2,55	63,75	1895,40
P68	1360,053	25	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,10	2,30	57,50	1952,89
P69	1385,053	25	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	0,90	1,91	47,75	2000,49
P70	1410,053	25	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,77	1,65	41,25	2041,90
P71	1435,053	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,66	1,53	38,25	2080,15
P72	1460,053	25	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,33	0,85	21,25	2101,40
P73	1485,053	25	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,32	0,80	20,00	2121,40
P74	1510,053	25	0,72	9,36	7,92	17,28	432,00	64731,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P75	1535,053	25	0,73	9,49	8,03	17,52	438,00	65169,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P76	1560,053	25	0,71	9,23	7,81	17,04	426,00	65595,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P77	1585,053	25	0,72	9,36	7,92	17,28	432,00	66027,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P78	1610,053	25	0,78	10,14	8,58	18,72	468,00	66495,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P79	1635,053	25	0,76	9,88	8,36	18,24	456,00	66951,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P80	1660,053	25	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,30	1,00	25,00	2146,40
P81	1685,053	25	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,29	0,55	13,75	2160,15
P82	1710,053	25	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,77	1,73	43,25	2203,40
P83	1735,053	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08	1,12	2,20	55,00	2258,40
P84	1760,053	25	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	1,87	3,47	86,75	2345,15
P85	1785,053	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,50	2,51	62,75	2407,90
P86	1810,053	25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	2,23	3,21	80,25	2488,15
P87	1835,053	25	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,98	1,75	43,75	2531,90

P88	1860,053	25	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	1,13	1,80	44,98	2576,87
P89	1885,053	25	0,66	8,58	8,25	16,83	420,75	67372,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P90	1910,053	25	0,64	8,32	8,00	16,32	408,00	67780,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P91	1935,053	25	0,62	8,06	7,75	15,81	395,25	68175,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P92	1960,053	25	0,55	7,15	6,88	14,03	350,63	68526,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P93	1985,053	25	0,51	6,63	6,38	13,01	325,13	68851,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P94	2010,053	25	0,48	6,24	6,00	12,24	306,00	69157,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P95	2025	14,947	0,49	6,37	6,13	12,50	186,76	69343,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								69343,94					2576,87

Tableau III.12 Cubatures Approchées

Volume de déblai : 69343,94 m³

Volume de remblai : 2576,87 m³

Volume Excès de déblai : 69343,94 m³ - 2576,87 m³ = 66767.07 m³

III.3 Etude de la variante 2 :**III.3.1 Les Coordonnées des sommets**

A	244149.789	3968814.499
S1	243682.156	3968869.581
S2	243479.228	3969020.272
S3	242885.366	3969248.191
B	242807.313	3969947.950

Tableau III.13: Coordonnées définissant l'axe de "la variante 02"

III.3.2 calcul de gisements et des angles centre

<i>Points</i>	<i>dx(m)</i>	<i>Dy (m)</i>	<i>Gisement (g)</i>	<i>Distance (m)</i>	<i>β</i>
A-S1	467,633	55,082	83,282	470,860	
S1-S2	-202,928	150,691	53,403	252,76	29,88
S2-S3	-593,862	227,919	69,007	636,09	15,604
S3-B	-78,053	699,759	6,365	704,099	62,642

Tableau III.14: Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 2"

III.3.3 Dénivelée cumulée moyenne :

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

Profil n°	Abscisse	Longueur application	Point d'axe			DN
			X	Y	Z	
P01	Pr =0.00m	12.500	244149.789	3968814.499	85.402	00,00
P02	Pr =25.00m	25.000	244124.960	3968817.423	84.672	-0.730
P03	Pr =50.00m	25.000	244100.132	3968820.348	83.942	-0.730
P04	Pr =75.00m	25.000	244075.304	3968823.272	83.212	-0.730
P05	Pr =100.00m	25.000	244050.475	3968826.197	82.482	-0.730
P06	Pr =125.00m	25.000	244025.647	3968829.121	81.752	-0.730
P07	Pr =150.00m	25.000	244000.819	3968832.046	81.022	-0.730

P08	Pr =175.00m	25.000	243975.990	3968834.970	80.292	-0.730
P09	Pr =200.00m	25.000	243951.162	3968837.895	79.568	-0.724
P10	Pr =225.00m	25.000	243926.334	3968840.819	78.881	-0.687
P11	Pr =250.00m	25.000	243901.505	3968843.744	78.236	-0.645
P12	Pr =275.00m	25.000	243876.677	3968846.668	77.629	-0.607
P13	Pr =300.00m	25.000	243851.848	3968849.593	77.028	-0.601
P14	Pr =325.00m	18.728	243827.020	3968852.517	76.428	-0.601
P15	Pr =337.46m	12.500	243814.650	3968853.974	76.128	-0.299
P16	Pr =350.00m	18.772	243802.211	3968855.598	75.831	-0.298
P17	Pr =375.00m	25.000	243777.563	3968859.761	75.283	-0.548
P18	Pr =400.00m	25.000	243753.154	3968865.152	74.797	-0.486
P19	Pr =425.00m	25.000	243729.044	3968871.755	74.374	-0.423
P20	Pr =450.00m	25.000	243705.295	3968879.555	74.014	-0.361
P21	Pr =475.00m	25.000	243681.965	3968888.532	73.716	-0.298
P22	Pr =500.00m	25.000	243659.114	3968898.665	73.480	-0.236
P23	Pr =525.00m	25.000	243636.797	3968909.926	73.307	-0.173
P24	Pr =550.00m	25.000	243615.070	3968922.289	73.196	-0.111
P25	Pr =575.00m	24.100	243593.989	3968935.722	73.135	-0.061
P26	Pr =598.20m	12.500	243575.049	3968949.117	73.083	-0.053
P27	Pr =600.00m	13.400	243573.604	3968950.190	73.078	-0.004
P28	Pr =625.00m	24.529	243553.533	3968965.094	73.021	-0.057
P29	Pr =649.06m	12.500	243534.218	3968979.437	72.967	-0.055
P30	Pr =650.00m	12.971	243533.461	3968979.998	72.964	-0.002
P31	Pr =675.00m	25.000	243512.998	3968994.356	72.907	-0.057
P32	Pr =700.00m	25.000	243491.844	3969007.674	72.850	-0.057
P33	Pr =725.00m	25.000	243470.050	3969019.917	72.793	-0.057
P34	Pr =750.00m	25.000	243447.672	3969031.056	72.754	-0.039
P35	Pr =775.00m	17.599	243424.765	3969041.063	72.748	-0.006
P36	Pr =785.20m	12.500	243415.282	3969044.814	72.747	-0.001

P37	Pr =800.00m	19.901	243401.462	3969050.118	72.745	-0.002
P38	Pr =825.00m	25.000	243378.122	3969059.075	72.742	-0.003
P39	Pr =850.00m	25.000	243354.782	3969068.033	72.738	-0.003
P40	Pr =875.00m	25.000	243331.442	3969076.991	72.735	-0.003
P41	Pr =900.00m	25.000	243308.102	3969085.949	72.732	-0.003
P42	Pr =925.00m	25.000	243284.762	3969094.906	72.729	-0.003
P43	Pr =950.00m	25.000	243261.422	3969103.864	72.726	-0.003
P44	Pr =975.00m	25.000	243238.082	3969112.822	72.723	-0.003
P45	Pr =1000.00m	25.000	243214.742	3969121.780	72.719	-0.003
P46	Pr =1025.00m	25.000	243191.402	3969130.737	72.716	-0.003
P47	Pr =1050.00m	23.951	243168.062	3969139.695	72.713	-0.003
P48	Pr =1072.90m	12.500	243146.680	3969147.901	72.710	-0.003
P49	Pr =1075.00m	13.549	243144.723	3969148.657	72.710	0.000
P50	Pr =1100.00m	25.000	243121.682	3969158.350	72.707	-0.003
P51	Pr =1125.00m	25.000	243099.201	3969169.280	72.704	-0.003
P52	Pr =1150.00m	25.000	243077.348	3969181.415	72.700	-0.003
P53	Pr =1175.00m	25.000	243056.185	3969194.719	72.697	-0.003
P54	Pr =1200.00m	25.000	243035.777	3969209.153	72.694	-0.003
P55	Pr =1225.00m	25.000	243016.183	3969224.674	72.698	0.004
P56	Pr =1250.00m	25.000	242997.460	3969241.237	72.755	0.057
P57	Pr =1275.00m	25.000	242979.666	3969258.792	72.875	0.120
P58	Pr =1300.00m	25.000	242962.851	3969277.288	73.057	0.182
P59	Pr =1325.00m	25.000	242947.065	3969296.671	73.302	0.245
P60	Pr =1350.00m	25.000	242932.356	3969316.882	73.609	0.307
P61	Pr =1375.00m	25.000	242918.767	3969337.862	73.979	0.370
P62	Pr =1400.00m	25.000	242906.337	3969359.549	74.411	0.432
P63	Pr =1425.00m	25.000	242895.103	3969381.880	74.906	0.495
P64	Pr =1450.00m	25.000	242885.100	3969404.788	75.463	0.557
P65	Pr =1475.00m	25.000	242876.355	3969428.205	76.083	0.620

P66	Pr =1500.00m	25.000	242868.895	3969452.063	76.765	0.682
P67	Pr =1525.00m	25.000	242862.743	3969476.291	77.510	0.745
P68	Pr =1550.00m	25.400	242857.915	3969500.817	78.317	0.807
P69	Pr =1575.80m	25.000	242854.338	3969526.365	79.208	0.891
P70	Pr =1600.00m	24.600	242851.655	3969550.416	80.051	0.843
P71	Pr =1625.00m	25.000	242848.884	3969575.262	80.922	0.871
P72	Pr =1650.00m	25.000	242846.112	3969600.107	81.793	0.871
P73	Pr =1675.00m	25.000	242843.341	3969624.953	82.684	0.891
P74	Pr =1700.00m	25.000	242840.569	3969649.799	83.616	0.932
P75	Pr =1725.00m	25.000	242837.798	3969674.645	84.590	0.974
P76	Pr =1750.00m	25.000	242835.027	3969699.491	85.606	1.016
P77	Pr =1775.00m	25.000	242832.255	3969724.337	86.663	1.057
P78	Pr =1800.00m	25.000	242829.484	3969749.183	87.762	1.099
P79	Pr =1825.00m	25.000	242826.712	3969774.029	88.902	1.141
P80	Pr =1850.00m	25.000	242823.941	3969798.875	90.085	1.182
P81	Pr =1875.00m	25.000	242821.170	3969823.721	91.308	1.224
P82	Pr =1900.00m	25.000	242818.398	3969848.567	92.558	1.249
P83	Pr =1925.00m	25.000	242815.627	3969873.413	93.807	1.250
P84	Pr =1950.00m	25.000	242812.855	3969898.258	95.057	1.250
P85	Pr =1975.00m	25.000	242810.084	3969923.104	96.306	1.250
P86	Pr =2000.00m	12.500	242807.313	3969947.950	97.556	1.250
					ΣDH	12.154

Tableau III.15: Cubatures approchées"variant 02"

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

$$\Sigma \Delta H = 12.154m ;$$

- Σ Distance = 2000,00 m ;

$$DC = \Sigma \Delta H / \Sigma \text{ Distance} =$$

$$Dc = 0.60 \%$$

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 III.16 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée

- **Sinuosité :**

La sinuosité 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 $\sigma = L_s/LT$

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 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 III.17: Sinuosité du "variante2".

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	E2	E3

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

La vitesse de référence :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrême des caractéristiques géométriques et autre intervenant dans l'élaboration du tracé d'une autre.

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

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

Dans notre cas, nous avons :

Terrain Plat

Sinuosité faible Environnement \longrightarrow E1

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)

Environnement Catégorie	E1	E2	E2
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 III.19 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. "Variante 2".

À partir du **tableau III.5**, La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr =100 Km/h.**

- **Stabilité en courbe :**

Détermination des dévers dmax et dmin:

	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
dmin	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
dmax	7%	7%	8%	8%	9 %

Détermination du coefficient transversal ft :

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	/

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 III.20 : Valeur du coefficient « F''

Tableau récapitulatif :

Vitesse réf	dmax	dmin	d=dmax-2%	Ft	f'
100 km/h	7%	-2,5%	5%	0,11	0,06

Détermination des rayons en plan :

Le rayon horizontal minimal absolu (RHm)

$$RHm(n) = \frac{V_r^2}{127(ft + dmax)} = \frac{100^2}{127(0.11 + 0.07)} = 437.44m$$

Le rayon minimal normal (RHN)

$$RHN(V_r) = RHm(V_r + 20) = 708.66m$$

Le rayon au devers minimal RHd :

$$RHd = \frac{100^2}{127(2 \times 0.025)} = 1574.803m$$

Le rayon non déversé RHnd

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

Paramètres fondamentaux :

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 km/h on définit les paramètres dans le tableau suivants

III.3.4 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 RHN.

R1=500 m R2=600 m

Rayons Choisis(m)	
R1	500 m
R2	600 m

Rayons	
R1	500 m
R2	500 m
R 3	460 m

III.21 Détermination des éléments des Raccordements :

Les résultats des calculs de l'outre raccordement sont représentés dans le tableau suivant :

Virage	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Développée (m)	Flèche (m)
500 m	133,409	15,464	260,752	16,902
500 m	68,494	5,050	136,071	4,63
460 m	279,894	81,176	502,636	67,03

Tableau III.22: Eléments des raccordements circulaires "variante 2"

Les longueurs de tracé

- La longueur totale de tracé mesuré $LT = 1999,534 \text{ m} \approx 2000 \text{ m}$
- La longueur totale des arcs de cercles calculée: $Lc = 899,842 \text{ m}$

III.3.6 La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = LT - Lc = 2000 - 899,842 = 1100,158 \quad LAD = 1100 \text{ m}$$

- : % alignement Droit = 55%
- Pourcentage courbe : % Courbe = 45%

III.3.7 Les rayons en plant normé :

D'après les résultats précédents : la Condition est vérifié

Paramètres	Symboles	Valeurs selon B-40	Valeurs calculées
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	450 m	437,44
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	600 m	755,90
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5 %)	1600 m	1574,80
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	2200 m	2249,71

Tableau III.23 : rayon en plan "variante 2

III.3.8 Cubatures Approchées :

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais			Remblais				
			Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P01	Pr =0.00m	12,500	5,06	63,265	63,265	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P02	Pr =25.00m	25,000	2,42	60,515	123,780	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P03	Pr =50.00m	25,000	3,85	96,270	220,050	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P04	Pr =75.00m	25,000	3,76	93,928	313,978	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P05	Pr =100.00m	25,000	4,38	109,430	423,408	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P06	Pr =125.00m	25,000	5,39	134,804	558,212	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P07	Pr =150.00m	25,000	5,04	126,032	684,244	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P08	Pr =175.00m	25,000	8,12	203,072	887,316	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P09	Pr =200.00m	25,000	7,82	195,491	1082,807	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P10	Pr =225.00m	25,000	9,32	232,908	1315,715	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P11	Pr =250.00m	25,000	11,24	280,943	1596,658	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P12	Pr =275.00m	25,000	12,40	309,939	1906,597	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P13	Pr =300.00m	25,000	12,95	323,853	2230,450	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P14	Pr =325.00m	18,728	16,74	313,515	2543,965	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P15	Pr =337.46m	12,500	17,55	219,842	2763,807	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P16	Pr =350.00m	18,772	16,96	319,698	3083,505	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P17	Pr =375.00m	25,000	16,34	410,553	3494,058	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P18	Pr =400.00m	25,000	15,55	390,929	3884,987	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P19	Pr =425.00m	25,000	8,63	214,167	4099,154	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P20	Pr =450.00m	25,000	5,75	144,457	4243,611	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P21	Pr =475.00m	25,000	6,20	155,794	4399,405	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P22	Pr =500.00m	25,000	5,77	144,972	4544,377	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P23	Pr =525.00m	25,000	3,71	92,907	4637,284	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P24	Pr =550.00m	25,000	4,11	101,530	4738,814	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P25	Pr	24,100	5,50	131,493	4870,306	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000

	=575.00m									
P26	Pr =598.20m	12,500	6,45	80,227	4950,533	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P27	Pr =600.00m	13,400	6,44	86,358	5036,891	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P28	Pr =625.00m	24,529	7,27	178,247	5215,139	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P29	Pr =649.06m	12,500	7,94	99,286	5314,425	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P30	Pr =650.00m	12,971	7,97	103,820	5418,245	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P31	Pr =675.00m	25,000	7,30	183,138	5601,383	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P32	Pr =700.00m	25,000	11,07	277,196	5878,579	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P33	Pr =725.00m	25,000	10,83	270,842	6149,421	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P34	Pr =750.00m	25,000	10,79	269,521	6418,941	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P35	Pr =775.00m	17,599	10,23	181,136	6600,077	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P36	Pr =785.20m	12,500	9,39	117,557	6717,634	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P37	Pr =800.00m	19,901	9,23	183,733	6901,367	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P38	Pr =825.00m	25,000	8,84	220,982	7122,349	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P39	Pr =850.00m	25,000	7,66	191,619	7313,968	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P40	Pr =875.00m	25,000	6,89	172,287	7486,255	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P41	Pr =900.00m	25,000	8,66	216,610	7702,864	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P42	Pr =925.00m	25,000	7,42	185,576	7888,440	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P43	Pr =950.00m	25,000	6,78	169,418	8057,858	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P44	Pr =975.00m	25,000	4,21	105,199	8163,057	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P45	Pr =1000.00m	25,000	2,13	53,361	8216,418	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P46	Pr =1025.00m	25,000	3,22	80,440	8296,858	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P47	Pr =1050.00m	23,951	3,87	92,608	8389,466	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P48	Pr =1072.90m	12,500	3,56	44,427	8433,893	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P49	Pr =1075.00m	13,549	3,54	46,527	8480,420	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P50	Pr =1100.00m	25,000	4,91	121,622	8602,043	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P51	Pr =1125.00m	25,000	8,05	202,572	8804,615	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P52	Pr =1150.00m	25,000	6,89	174,191	8978,806	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P53	Pr =1175.00m	25,000	5,59	142,789	9121,595	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P54	Pr =1200.00m	25,000	5,37	137,154	9258,749	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P55	Pr =1225.00m	25,000	4,91	124,302	9383,051	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P56	Pr =1250.00m	25,000	5,78	146,126	9529,177	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P57	Pr =1275.00m	25,000	6,40	159,458	9688,635	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P58	Pr =1300.00m	25,000	5,98	147,965	9836,600	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P59	Pr =1325.00m	25,000	4,31	107,026	9943,626	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P60	Pr =1350.00m	25,000	3,67	91,508	10035,13 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P61	Pr =1375.00m	25,000	0,63	15,248	10050,38 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000

P62	Pr =1400.00m	25,000	1,38	35,399	10085,78 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P63	Pr =1425.00m	25,000	3,44	87,172	10172,95 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P64	Pr =1450.00m	25,000	4,96	124,524	10297,47 8	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P65	Pr =1475.00m	25,000	7,75	194,447	10491,92 5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P66	Pr =1500.00m	25,000	8,21	205,389	10697,31 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P67	Pr =1525.00m	25,000	6,75	169,628	10866,94 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P68	Pr =1550.00m	25,400	9,77	248,501	11115,44 3	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P69	Pr =1575.80m	25,000	10,77	270,236	11385,67 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P70	Pr =1600.00m	24,600	6,85	168,627	11554,30 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P71	Pr =1625.00m	25,000	5,43	135,708	11690,01 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P72	Pr =1650.00m	25,000	4,69	117,211	11807,22 5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P73	Pr =1675.00m	25,000	3,57	89,352	11896,57 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P74	Pr =1700.00m	25,000	2,74	68,560	11965,13 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P75	Pr =1725.00m	25,000	3,48	86,877	12052,01 3	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P76	Pr =1750.00m	25,000	2,92	72,965	12124,97 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P77	Pr =1775.00m	25,000	3,66	91,523	12216,50 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P78	Pr =1800.00m	25,000	8,04	200,904	12417,40 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P79	Pr =1825.00m	25,000	4,40	110,119	12527,52 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P80	Pr =1850.00m	25,000	1,51	37,760	12565,28 5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P81	Pr =1875.00m	25,000	4,29	107,335	12672,61 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P82	Pr =1900.00m	25,000	5,97	149,318	12821,93 8	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P83	Pr =1925.00m	25,000	2,27	56,782	12878,71 9	0,04	0,00	0,04	0,000	0,000
P84	Pr =1950.00m	25,000	7,405	185,125	13063,84 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P85	Pr =1975.00m	25,000	0,905	22,625	13086,46 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P86	Pr =2000.00m	12,500	1,50	18,750	13105,21 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
		2000,000			13105,21 9				0,000	0,000

TableauIII.24: Cubatures approchées (variant 02)

Volume de déblai : 13105,219 m³

Volume de remblai : 0.000 m³

Excès de déblai : 13105,219 m³

III.4 Le choix de la variante :

Pour le choix de la variante, on adresse un tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux solutions étudiées. Ce tableau tient compte plusieurs paramètres fort importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux conditions du projet.

Le choix de la variante

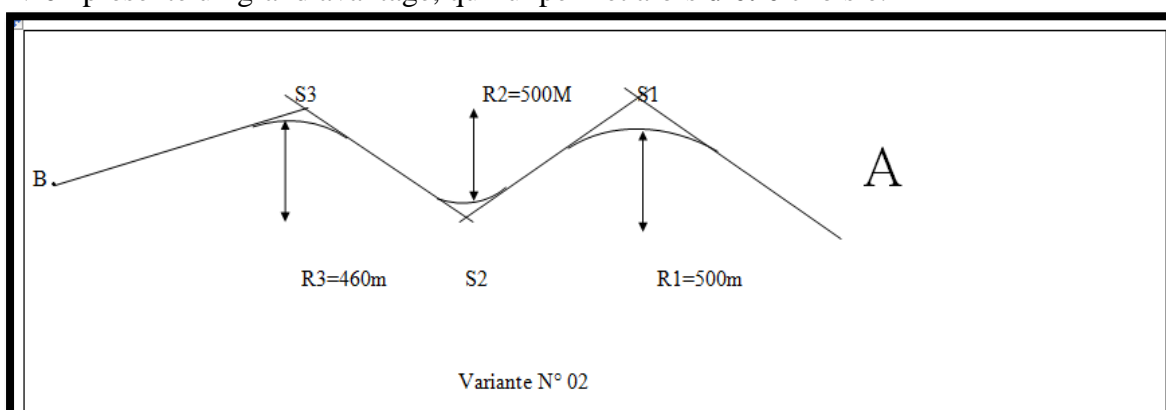
Pour le choix de la variante, on a dressé un tableau comparatif des deux solutions étudiées.

Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres forts importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

Critères	Unité	Variante 01	Variante 02	(+)	-
Longueur total de l'itinéraire	m	2000,000	2000,000	(+)	(+)
Déclivité maximale	%	10,1	5.43	-	(+)
Pourcentage Alignement droit	%	65,43	55	-	(+)
Pourcentage courbe	%	34,5	45	-	(+)
Nombre de courbes	U	3	3	(+)	(+)
Quantité de Déblai	m ³	69343,94	38682.664	-	(+)
Quantité de Remblai	m ³	2576,87	3065.160	(+)	-
Déblai - Remblai	m ³	+66767,07	+35617,504	(+)	-
Total				4	6

Tableau III.25 : Comparaison entre les deux variantes

On remarque après la comparaison entre les critères des deux variantes que la variante N°02 présente un grand avantage, qui lui permet alors d'être choisie.



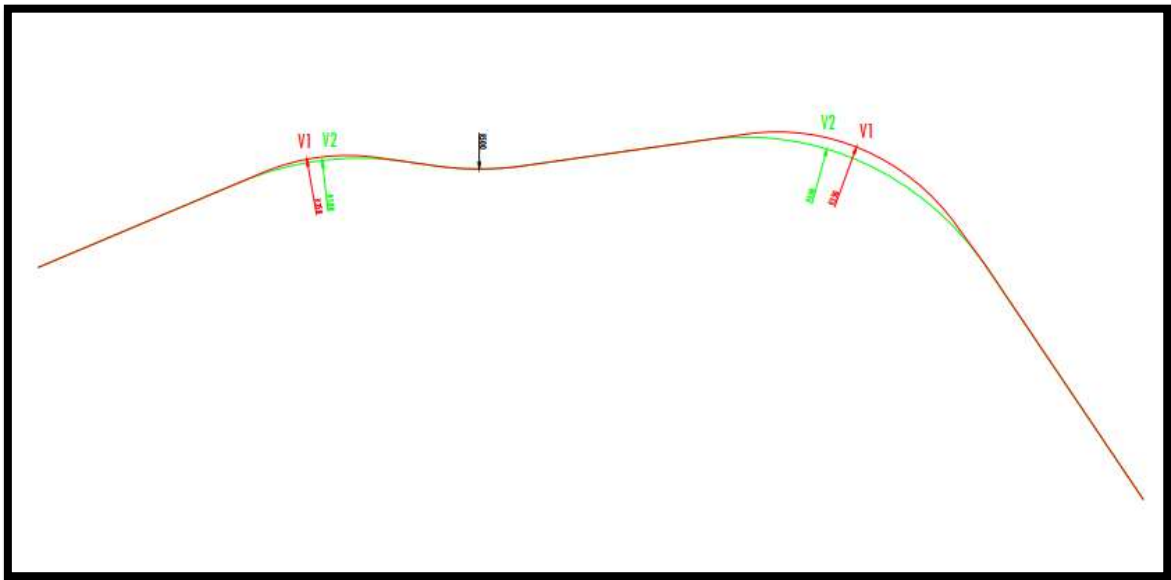


Figure III.5 : Comparaison entre les deux variantes

CHAPITRE IV : PROFILE EN LONG

IV.1 Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et Représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe Circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturelle
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet ... etc.

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

Le profil en long donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permis choisir la ligne du projet de façons a 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 égale 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 règles notamment.

- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives d'être 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.
- La déclivité du projet

A- Les alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités

B- Déclivité :

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

- **Déclivité minimale :**

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

- **Déclivité maximale :**

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
- 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.

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

Tableau IV.1: Valeur de déclivité maximale

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.5 Coordination Du Tracé En Plan Et Profil En Long :

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

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

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

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

IV.6 Raccordements En Profil En Long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long ; ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui

y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types raccords :

IV.6.1 Raccords Convexes (Angle Saillant) :

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

- Condition de confort :

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

Limitation de l'accélération verticale :

$g/40$ pour cat. 1-2

$V_r^2/R_v < g/40$

Pour $g=10\text{m/s}^2$

$R_v \text{ min } 0.3 V_r^2$ pour cat. 1-2

$0.23 V_r^2$ pour cat. 3-4-5

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

Avec : R_v : rayon vertical (m)

V_r : vitesse référence (Km/h).

b)- Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante

D_1 : distance d'arrêt (m)

h_0 : hauteur de l'œil (m)

h_1 : hauteur de l'obstacle (m)

– dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

$h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$ m

On trouve :

Avec : $R_{v'm} = a \times d_1^2$

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2.

$a = 0.22$ pour les catégories 3, 4 et 5.

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B40) sont récapitulées dans le tableau suivant :

CAT	V_r (Km/h)					
	Rayons (m)	40	60	80	100	120
1-2	$R_{v'M}$	300	1000	2500	6000	12000
	$R_{v'N}$	1000	2500	6000	12000	18000
3-4-5	$R_{v'M}$	450	1300	3500	8000	16000
	$R_{v'N}$	1300	3500	8000	16000	16000

Tableau IV.2 : Rayon convexes (angle saillant)

IV.6. 2 - 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

$$Rv' = \frac{d1^2}{(1.5 + 0.0035d1)}$$

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

d_1 : distance d'arrêt.

- $g/40$ pour la CAT 1-2.

a. Rayon minimal absolu :

$$\frac{Vr^2}{RVM} = \frac{G}{40} = 0.30VR$$

$$Rvm(Vr) = 0.3Vr^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

b. Rayon minimal normal :

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

$$RVN' = RVM'(v_r + 20).$$

$$Rvn = Rvm(v_r + 20)$$

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = 4320m$$

- $g/30$ Pour la CAT 3-4-5 :

a. Rayon minimal absolu :

$$\Rightarrow \frac{Vr^2}{RVM'} = \frac{g}{30} \Rightarrow RVM' = 0.23Vr^2.$$

b. Rayon minimal normal :

$$RVN' = RVM'(v_r + 20).$$

cat	Vr(km/h)Rayons	40	60	80	100	120
1-2	Rv'M	500	1200	1400	3000	4200
1-2	Rv'N	1200	2400	3000	4200	6000
3-4-5	Rv'M	500	1100	1600	2400	3500
3-4-5	Rv'N	1100	1600	2400	3500	4500

TableauIV.3 : Rayon convexes (angle rentrant)

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).

$$R_{vmin} = 100 \times 50 / \Delta D (\%)$$

Avec : d : changement des devers.

R_{vmin} : rayon vertical minimal.

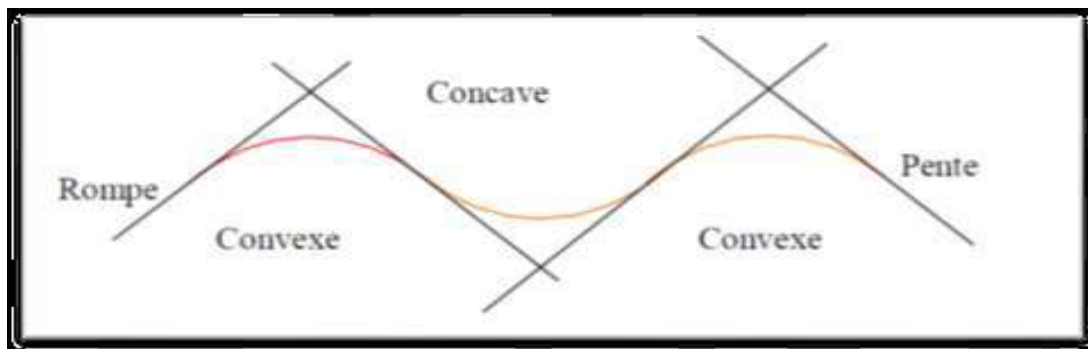


Figure IV.1 : raccordement en Profil en long

IV.7 Calcul du raccordement parabolique:**IV.7.1 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:

D'où $\alpha = 0 = p \cdot \cos \alpha$

$$T = R \cdot \text{tg}((\alpha_1 + \alpha_2)/2)$$

$$\text{tg } \alpha \rightarrow P_1 = \alpha_1$$

$$\text{tg } P \rightarrow P_2 = \alpha_2$$

$$T = R \cdot \text{tg} \frac{(p_1 + p_2)}{2}$$

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

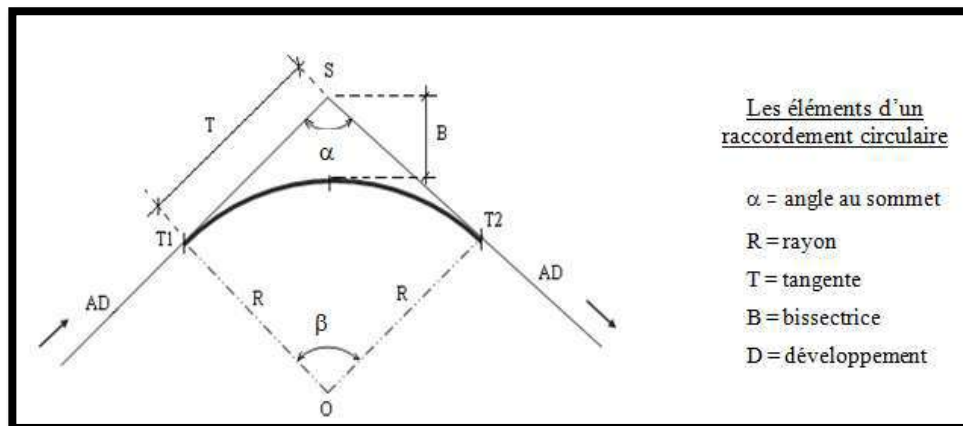


Figure IV.2 : les éléments d'un raccordement circulaire

8.2 -la flèche :

$$F' = R/2(P+P/2)^2$$

IV.8 Application de projet :

Catégorie	C_1
Environnement	E_1
Vitesses de base (Km/h)	100
Rayon en angle saillant R_v	Route unidirectionnelle : (2x2 voies) R_{vm1} (minimal absolu) en m R_{vn1} (minimal normal) en m
	6000
	12000
Rayon en angle rentrant R_v	Route unidirectionnelle : (2x2 voies) R_{vm1} (minimal absolu) en m R_{vn1} (minimal normal) en m
	3000
	4200

Tableau IV.4 : La rayons convexes (angle saillant) et (angle rentrant) de La Variante Choisie.

1. Calcul des tangentes :

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

$$\Rightarrow a = a' = \frac{R}{2}(p + p')$$

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

$$\Rightarrow a = a' = \frac{R}{2}(p - p')$$

2. calcul de la *flèche* :

$$f = \frac{T^2}{2Rv} = 0.465 \text{ m}$$

P1 % P2 %	Rayon (m)	Tangente (m)	Flèche (m)
-3.48 -5.43	10000	96.5m	0.465m
-2.4 -3.36	10000	48m	0.1152m

Tableau IV.5 : les valeurs de tangente et la flèche

CHAPITRE V : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS

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.

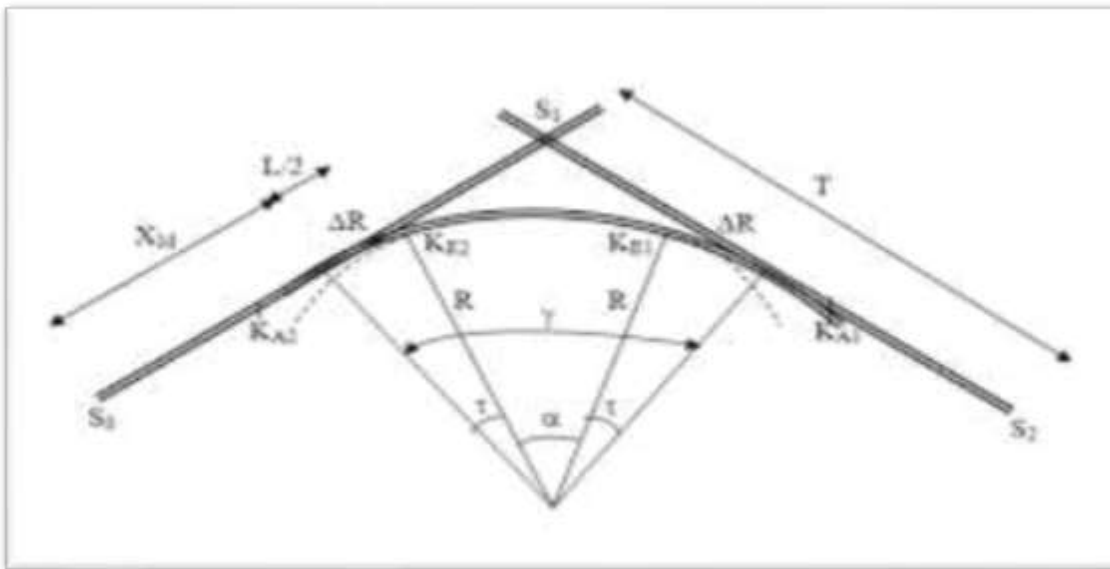


Figure V.1 : les éléments de la Clothoïde

V.3 Élément de la Clothoïde :

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont

on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle
- entre alignements
- Calcul de la tangente **T**
- Calcul de la corde **SL**
- Calcul de l'angle polaire.
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- Calcul de kilométrage des points particuliers

V.4 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.

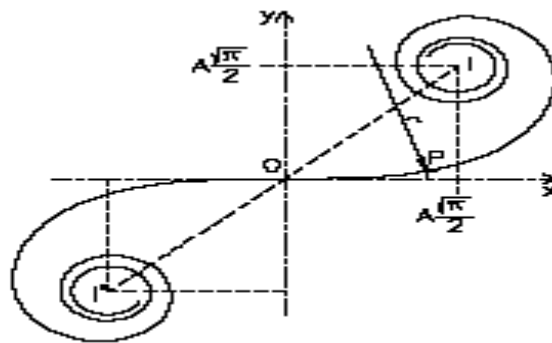


Figure V.2 : la propriété de Clothoïde

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.

- **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.

- **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:

- **Devers en courbe :**

En courbe, le devers 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.

Environnement Devers	Facile	moyen	Difficile
Devers Minimal			
Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
Devers Maximal			
Cat 1-2	7%	7%	7%
Cat 3-4	8%	8%	7%
Cat 5	9%	9%	9%

Tableau V.1: Devers en fonction de l'environnement

V.5 Détermination des dévers aux rayons en plan

- **1^{er} cas :**

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

- **2^{ème} cas :**

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

- **3^{ème} cas :**

Le rayon choisi : $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \rightarrow$ le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

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

- **4^{ème} cas :**

Le rayon choisi : $R_{Hm} < R < R_{HN} \rightarrow$ la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » es calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

V.6 Conditions De Raccordement :

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

a)-Condition de confort optique

Cette condition permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de obstacles éventuels.

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

$\tau \geq 3^\circ$ soit $\tau \geq 1/18$ rads

$\tau = L/2R > 1/18$ rads $\rightarrow L > R/9$ soit $A > R/3$

$R/3 \leq A \leq R$

Règle générale (B40) :

$$\begin{array}{l} \text{✚ } R \leq 1500\text{m} \qquad \Delta R = 1\text{m} \qquad (\text{éventuellement } 0.5\text{m}) \\ \\ \\ \text{✚ } 1500 < R \leq 5000\text{m} \\ \\ \\ \text{✚ } R > 5000\text{m} \qquad \Delta R = 2.5 \text{ m} \end{array}$$

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

$$L \geq R/9$$

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

b)- Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours Δt du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L = V_B^2 / 18 (V_B^{2/127} * R)$$

VB: vitesse de base (km/h)- Δd)

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

c)-Condition de gauchissement de la chaussée :

$$d = d_R + d_{\min}$$

Δd : variation de dévers.

$$\geq \Delta x dx$$

d)- Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers, elle s'applique par rapport à son axe.

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

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

Nota : La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de

parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2%.

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

V.7 Vérification de non chevauchement :

a) 1er cas :

$\tau = y/2$: les deux alignements sont raccordés par les deux branches de clothoïde symétrique

$$L = V_B^2 / 18 (V_B^2 / 127 * R)$$

$$L = 12.077$$

Condition de non chevauchement :

$$\tau = L/2R \quad \tau = (131/2 \ 1000) \times 200/3.14$$

$$\tau = 4.1698 \text{ grad}$$

$$2\tau = 2 * 4.1698 = 8.3397 \quad \beta = 41.5719 \text{ grad}$$

V.8 Application de projet :

- Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie :

Devers	
Dmin	-2.5%
Dmax	7.0%
D	5.0%
Ft	0.110
f''	0.060

Tableau V.2 : récapitulatif des devers "variante choisie "

	Calculé	B 40	Devers
RHm =	437.44	450	7.0%
RHN =	755.9	650	5.0%
RHd =	1574.8	1600	2.50%
RHnd =	2249.71	2200	-2.50%

Tableau V.3 : rayon en plan "variante choisie "

Rayon :

$R = 500 \text{ m}$ $RHN \leq R \leq RHd$ Interpolation entre devers

RHN et celui de RHd

- Calcul des paramètres de Clothoïde :

Paramètre de Clothilde			
R	Rayon =1000		
L	Longueur de Clothilde = 131 m		
A	Paramètre de la Clothoïde	$A = \sqrt{L} * R$	361.930
A	Angle au sommet	$\alpha = 41.5719$	41.571
B	Angle au centre	$\beta = 200 - \alpha$	158.420
T	Angle des tangentes	$T = L / 2R * (200 / 3.14)$	4.169
Y	Angle au centre partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	33.242
X _{KE}	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	$X_{ke} = L - L^2 / L^3$	130.990
Y _{KE}	Ardonnée de l'extrémité de la clothoïde	$Y_{KE} = L^2 / 6R$	2.860
Σ	Angle polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	1.250
D cercle	Long de la partie circulaire	$D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	522.164
SL	Longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	131.010
X ₀	Abscisse du centre	$X_0 = X_{KE} - R \sin \tau$	129.970
Y ₀	Ordonnées du centre	$Y_0 = Y_{KE} + R \cos \tau$	1002.850
KOA	Distance Ka- centre	$KOA = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}$	1011.23
DR	Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	0.715
DT	Développée totale	DT : $DT = 2L + D_{cercle}$	2522.1641
TK	Tangente courte	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	
B	Bissectriée	$B = (R + \Delta R) / \cos(\alpha/2)$	1001.530

Tableau V.4 : les éléments de la clothoïde de la varaité choisi

CHAPITRE VI : Paramètres Cinématique

VI.1 Introduction :

Ce sont des paramètres relatifs a la considération, du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route ces paramètres sont

VI.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 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.

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h

i : Déclivité.

f_l : Coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r .

Figure VI.

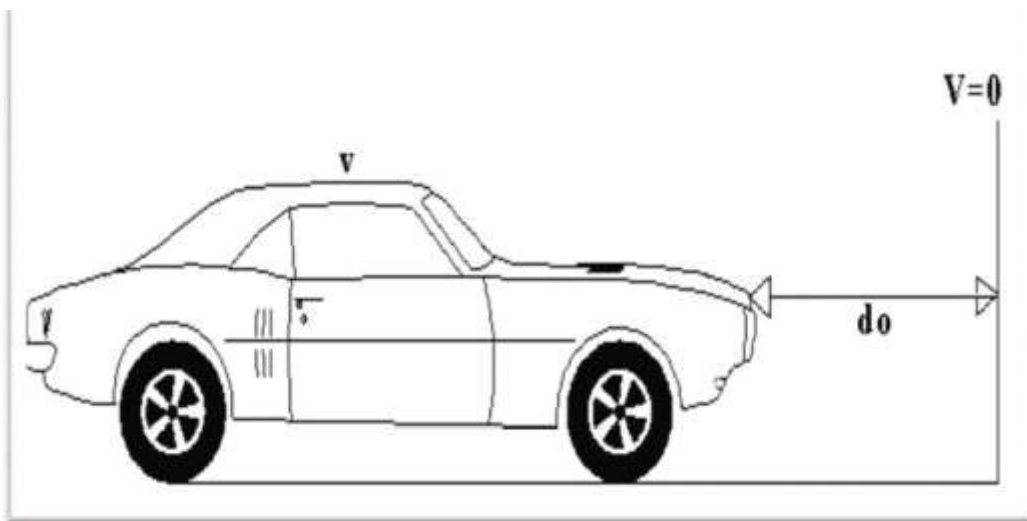


Figure VI.1 : Distance de freinage

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1.2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3.4.5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36

TableauVI.1 : coefficient de frottement longitudinal f_l en fonction de la vitesse (B40).

Pour notre projet : Cat 1

$$f_l = 0.36$$

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

- **En alignement droit :**

$$D_0 = 0.04 * (V_r^2 / g * f_l)$$

- **En rampe :**

$$D_0 = 0.04 * (V_r^2 / g * f_l + 1)$$

En pente

$$D_0 = 0.04 * (V_r^2 / g * f_l - 1)$$

VI.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 à 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 nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

Dans une attention concentrée

t = 2s pour un obstacle imprévisible

t = 0.6s pour un obstacle prévisible

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

t = 2s pour des vitesses < 100 Km/h

t = 1.8s pour des vitesses ≥ 100 Km/h

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

=v Avec V : m/s

t : s

VI.4 Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le véhicule entre le moment dans lequel l'oeil du conducteur perçoit

l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est appelée distance d'arrêt « d ».

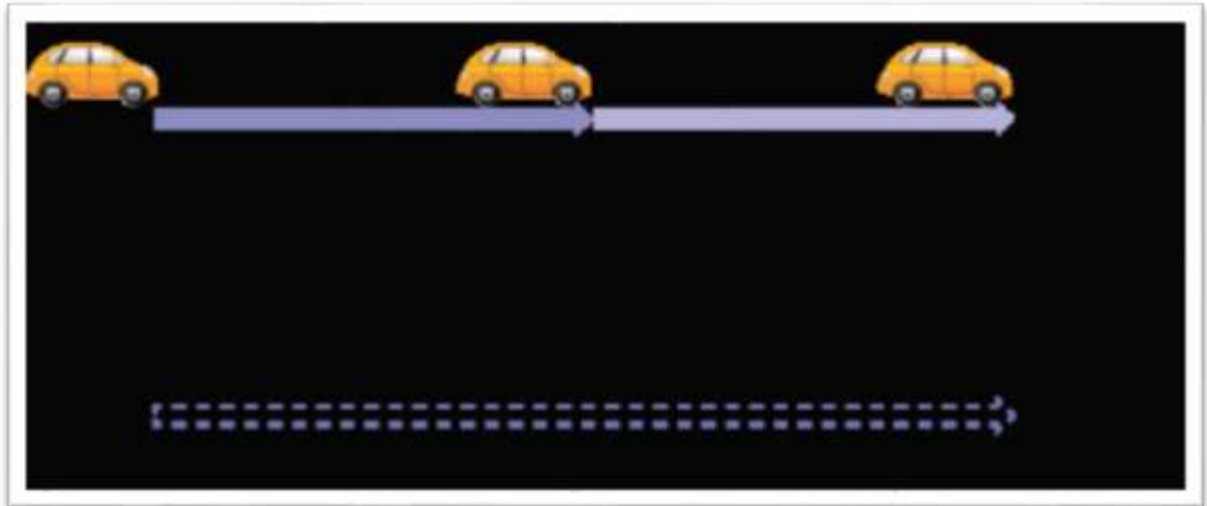


Figure VI.2: Temps de perception-réaction.

En alignement droit :

Pour < 100 Km/h et quand $t = 2$ s :

$$d = 0.55 \times v$$

Pour ≥ 100 Km/h et quand $t = 1.8$ s

$$d = 0.50 \times v$$

- **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.

Pour ≤ 100 Km/h et quand $t = 2$ s :

$$d = 1.25 + 0.55 \times v$$

Pour > 100 Km/h et quand $t = 1.8$ s

$$d = 1.25 + 0.50 \times v$$

VI.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

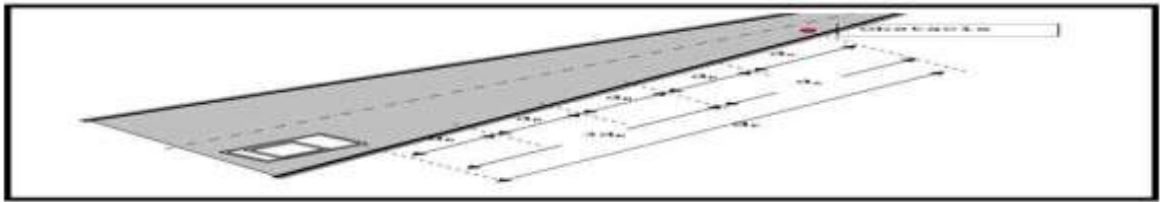


Figure VI.3 : Distance de perception

VI.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 :

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 général, on prend $t = 3$ s

Distance de sécurité sera donc :

Soit (E) l'espacement supplémentaire de sécurité : $E = v \times t + l$

Sachons que $V =$

et $t = 0.75$ s $E = (V/5) + l$



Figure VI.4: l'espacement entre deux véhicules

VI.7 Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre:

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 manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.

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

V (Km/ h)	40	60	80	100	120	140
Dvd f	4 V	4 V	4 V	4.2 V	4 .6V	5 V
	160	240	320	420	550	700
Dvd N	6 V	6 V	6 V	6 .2V	6 .6V	7 V
	240	360	480	620	790	980
Dmd (m)	70	120	200	300	425	/

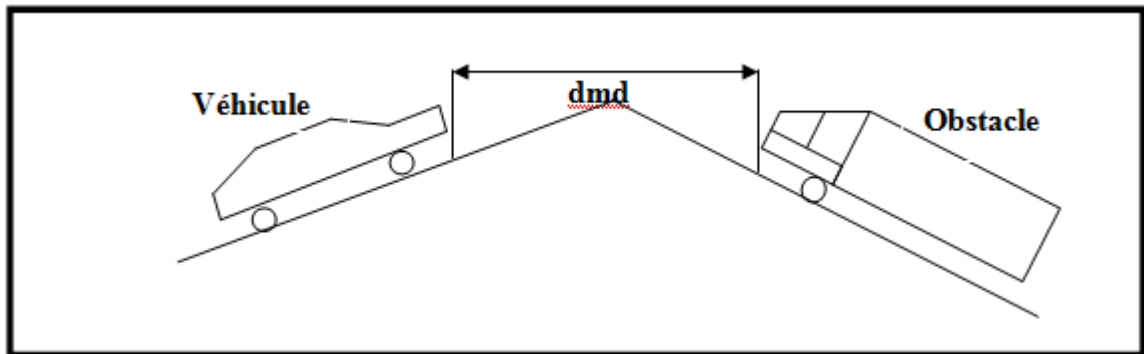
TableauVI.2 : les différentes distances selon les normes B40

Avec :

Dvd f : distance de visibilité et de dépassement court ou forcé

Dvd N : distance de visibilité et de dépassement normale

Dmd: distance de manœuvre et de dépassement



FigureVI.5 : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement «dmd »

VI.8 Application De Projet :

Nom du dessin C:\Users\SAID\Desktop\Projet_Rabah\Projet_Route.dwg

Date du listing 27/04/2021 à 13:48

Eléments caractéristiques				Points de Contacts		
Eléments caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	307.4643	364.138	0.000	244149.789	3968814.499
Arc 1	Rayon	-400.0000	208.596	364.138	243788.151	3968857.096
	Centre X	243834.943				
	Centre Y	3969254.349				
Droite 2	Gisement	340.6633	77.538	572.734	243596.470	3968933.210
Arc 2	Rayon	500.0000	136.141	650.272	243534.218	3968979.437
	Centre X	243236.127				
	Centre Y	3968578.013				
Droite 3	Gisement	323.3293	352.323	786.413	243415.282	3969044.814
Arc 3	Rayon	-350.0000	370.261	1138.736	243086.352	3969171.054
	Centre X	243211.760				
	Centre Y	3969497.816				
Droite 4	Gisement	390.6765	77.161	1508.996	242865.507	3969446.740
Droite 5	Gisement	393.0162	329.090	1586.157	242854.247	3969523.075
Arc 4	Rayon	-500.0000	95.895	1915.247	242818.217	3969850.187
	Centre X	243315.212				
	Centre Y	3969904.928				
Droite 6	Gisement	5.2259	13.857	2011.143	242816.896	3969945.926
				2025.000	242818.032	3969959.737
Longueur totale de l'axe 2025.000 mètres						

On a catégorie 1, vitesse de référence = 100 Km/ h

Du tableau.1, on tire f : f = 0,36

En pente avec : i = -1.049 %

En Rampe avec : i= 3.284 %

- $d_0(m) = (0,04 \cdot V^2) / g(fl - i)$
- $d_0(m) = (0,04 \cdot V^2) / g(fl + i)$

$V = 100 \text{ Km/h}$ donc : $t = 1.8 \text{ s}$.

- **En alignement droit :**

$i = 0 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 111.11 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 161.11 \text{ m}$$

$i = 3.604 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = (100.99 + 0,50) * 100$$

$$d_1(m) = 150.99 \text{ m}$$

$i = 2.302 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 127.17 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 177.17 \text{ m}$$

$i = -2.618 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 104.43 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 154.43 \text{ m}$$

$i = 3.284 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 101.82 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 151.82 \text{ m}$$

$i = -4.547 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 127.17 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 177.17 \text{ m}$$

$i = -0.729 \%$:

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 139.32 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 189.32 \text{ m}$$

$$i = -1.049 \% :$$

$$d1(m) = d0 + 0,50 * V = 114.44 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 164.44 \text{ m}$$

2.1 Encourbe :

$$i = 0 \% :$$

$$d1(m) = 1.25 d0 + 0.5 * V = 1.25 * 111.11 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 188.88 \text{ m}$$

$$i = 3.604 \% :$$

$$d1(m) = 1.25 d0 + 0,50 * V = 1.25 * 100.99 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 176.23 \text{ m}$$

$$i = 2.302 \% :$$

$$d1(m) = 1.25 d0 + 0,50 * V = 1.25 * 127.17 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 208.96 \text{ m}$$

$$i = -2.618 \% :$$

$$d1(m) = 1.25 d0 + 0,50 * V = 1.25 * 104.43 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 180.53 \text{ m}$$

$$i = 3.284 \% :$$

$$d1(m) = 1.25 d0 + 0,50 * V = 1.25 * 101.82 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 177.27 \text{ m}$$

$$i = -4.547 \% :$$

$$d1(m) = 1.25 d0 + 0,50 * V = 1.25 * 127.17 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 208.96 \text{ m}$$

$$i = -0.729 \% :$$

$$d1(m) = 1.25d0 + 0,50 * V = 1.25 \times 139.32 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 224.15m$$

$$i = -1.049 \% :$$

$$d1(m) = 1.25d0 + 0,50 * V = 1.25 \times 114.44 + 0,50 * 100$$

$$d1(m) = 193.05m$$

-Distance de visibilité de dépassement et de manoeuvre :

Sachant que : $V = 100 \text{ Km/h}$

- **Pour un dépassement court ou en force :**

D'après le tableau 2 :

$$t = 1.8s : Dvd f (m) = 4.2 * V = 4.2 * 100 = 420 \text{ m}$$

- **Pour un dépassement normal :**

$$t = 1.8 \text{ s} : dvd n = 6.2 * V = 6.2 * 100 = 620 \text{ m}$$

- **Distance de manoeuvre :**

On peut obtenir cette distance du tableau2 : $Dmd (m) = 300 \text{ m}$.

- **Espacement entre 2 véhicules :**

$$E = 8 + 0,2 + 0,003V^2 \quad E = 58 \text{ m}$$

CHAPITRE VII: Étude de Trafic

VII.1 Introduction :

L'étude du trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée. L'étude du trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des **réseaux routiers**.

Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification », sur la prévision des trafics, Sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretien du réseau routiers, qui sont en fonction du volume de circulation.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons de la route constituant

Le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombre de voies).

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, Conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil Des données.

VII.2 Analyse des trafics existants :

Tout projet d'étude d'infrastructure routière doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise de trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée est lié étroitement à cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année de l'horizon. L'étude de trafic présente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est un outil d'aide à la décision relative à la politique des transports.

- **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 reconnaître 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

VII.3 Différents types du trafic :

a) Trafic normal : c'est un trafic recensé sur l'itinéraire de la route avant son Aménagement à une année donnée.

b) Trafic dévié : c'est le trafic dévié sur d'autre itinéraire suite au faible niveau de service offert par la route avant aménagement.

c) Trafic induit : C'est le trafic qui résulte de : [5]

- qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de Production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

d) Trafic total : c'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

VII.4 Capacité routière :

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

VII.4.1 Définition de la capacité :

- Les conditions de trafic.
- Les conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route (nombre et largeur des voies).
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs).

VII.4.2 Procédure de détermination du nombre de voies :

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

- Calcul de TMJA à l'horizon :

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

$$T_n = T_1(1 + \tau)^n$$

Avec :

- T_n : Trafic à l'année horizon.
- T_1 : Trafic à l'année de mise en service.
- n : durée de la vie.
- τ :taux d'accroissement du trafic (%).

VII.4.3 Calcul du trafic effectif:

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

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

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

$$TMJA_r = TMAJA_0 \cdot (1 + \tau)^n$$

T_{eff}: trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)

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

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

Tableau VII.1: Coefficient d'équivalence 'P'

- **débit de point horaire normal :**

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

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

Avec :

n : nombre d'heur, (en général $n=8$ heures)

=0.12 coefficient de pointe

$$Q=0.12 \times T_{eff}$$

Avec :

Q : débit de pointe horaire exprimé en (uvp/h).

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

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

T_{eff}:trafic effectif.

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 :

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

Avec :

K1 : Coefficient lié à l'environnement (Tableau2)

K2 : Coefficient de réduction de capacité.(Tableau 3)

C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.(Tableau4)

Envir	E1	E2	E3
K2	0.75	0.85	0.90à0.95

TableauVII.2 : Coefficient « K1 »

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,98	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau VII.3 : Coefficient « K2 »

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 VII.4 : valeurs de **C_{th}** : capacité théorique du profil en travers en régime stable

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 :

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

Avec :

n : le nombre de voie.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

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

II.5 Application de projet :

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

- Le trafic à l'année de compactage 2021 T_{JMA}2021 = 20000 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 2022
- Environnement – Catégorie C1
- La durée de vie estimée de 10 ans

- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : $p=2$.

- **Projection future de trafic :**

L'année de mise en service (2024)

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

Avec : T_n : trafic à l'horizon (année de mise en service 2024)

T_0 : trafic à l'année zéro (origine 2021)

$$TMJA_{2020} = 20000 (1+0.04)^3 = 22497 \text{ v/j}$$

$$\text{Donc : } T_1 = 22497 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année horizon (2034) pour une durée de vie de 10 Ans :

$$T_{10} = 22497(1+0,04)^{10} = 33301 \text{ v/j}$$

$$\text{Donc : } T_{10} = 33301 \text{ v/j.}$$

- **Calcul du trafic effectif :**

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

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 %.

Envir	E1	E2	E3
K2	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau VII.5 : coefficient d'équivalence "p" (selon le B40)

$$T_{\text{eff}2034} = [(1 - 0,30) + 2 \times 0,3] \times 33301 = 26974 \text{ uvp/j}$$

- **Débit de pointe horaire normal :**

- Année de mise en service 2024: $\implies Q = 0.12 * T_{\text{eff}}$

$$Q_{2034} = 0,12 \times T_{\text{eff}2024}$$

$$Q_{2034} = 0,12 \times 26974 = 3237 \text{ uvp/h donc } \implies Q = 3237 \text{ uvp/h.}$$

- La capacité admissible :

$$Q_{adm} = K1 * K2 * Cth \iff = Q / (K1 \times K2)$$

Avec : K1 : coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1.

K2 : coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E1) et catégorie (C1).

Cth : capacité théorique.

Q : de l'année de mise en service.

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800 \quad Q_{adm} = 1350$$

- **Le nombre des voies :**

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

$$\text{Avec } S = 2/3$$

$$N = 2/3(3237/1350) = 1.59$$

Donc : N = 2 voies par sens

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant

TJMA2020 (v/j)	TJMA2024 (v/j)	TJMA2034 (v/j)	Teff2034 (uvp/j)	Q2034 (uvp/h)	N de voie
20000v/j	22497	33301	26974	3237	2

Tableau VII.6 : résultats du calcul de trafic

CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

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 Principe de la constitution des chaussées :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulement s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts cisaillements.

VIII.3 La Chaussée :

- Définition :

La chaussée est constituée d'une structure de chaussée multicouche de type souple, rigide et semi-rigide de matériau granulaire traité ou non traité avec des liants Hydrocarbonés ou en ciment. Cette structure a pour rôle d'encaisser les charges horizontales et verticales et les transmettre au sol support

- Objectifs du dimensionnement :

En fonction du trafic, du sol support, des matériaux utilisés et de la durée de vie de la chaussée, on devra déterminer les épaisseurs des différentes couches constituant la structure et qui sont :

- La couche de surface.
- La couche de base.
- La couche de fondation.

Cela constitue l'objectif fondamental des techniques de dimensionnement des structures de Chauss

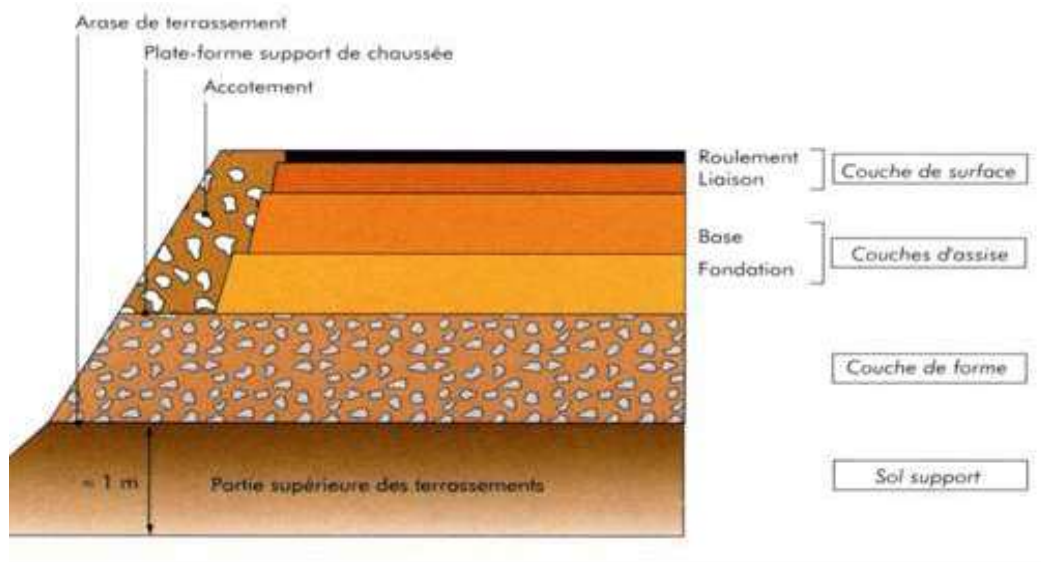


Figure VIII.1: Structure de chaussée type.

VIII.4 différents types de chaussées :

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

- Chaussée semi-rigide.

- haussée rigide.
- Chaussée souple.

VIII.4.1 chaussées souple :

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

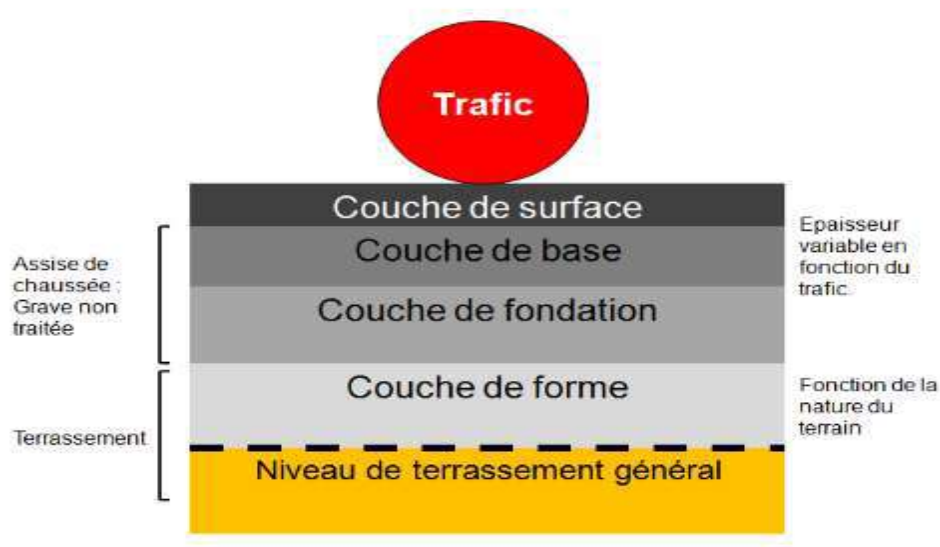


Figure VIII. 2 : chaussée souple

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 5 et 10 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 repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre 15 et 20 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 couche de chaussée. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

VIII.4.2 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.

VIII.4.3 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 stabilisée 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)

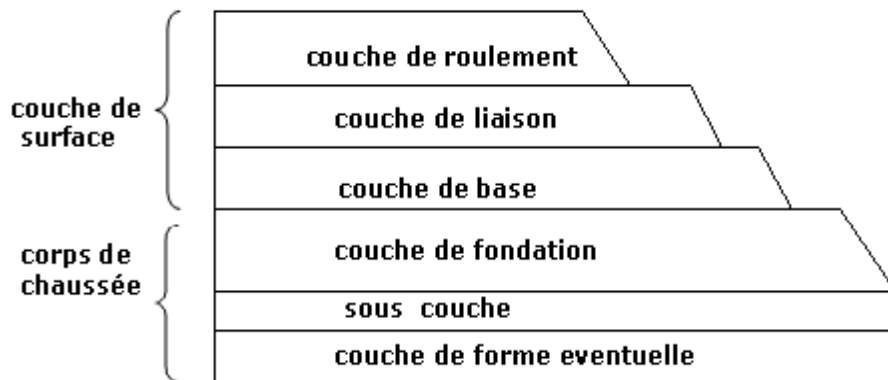


Figure VIII.3 : Coupe type d'une chaussée souple.

VIII.5 Structures de chaussée :

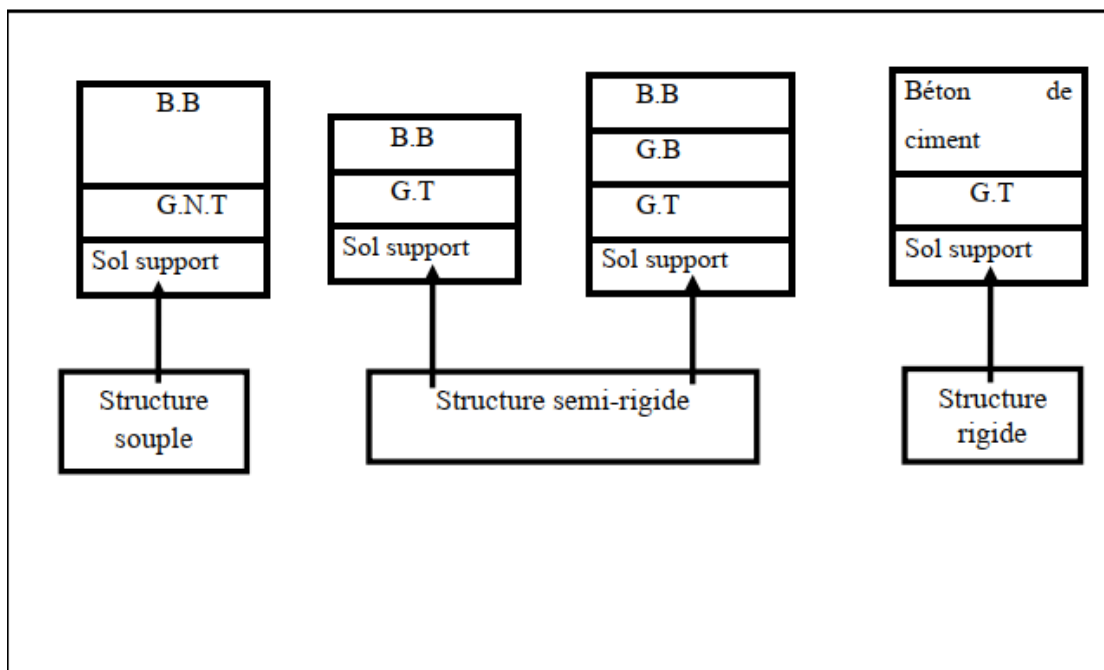


Figure VIII.4 : les différentes catégories de chaussée

Avec :

- BB: béton bitumineux

- GB: grave bitume
- GT: grave traité
- G.N.T: grave non trait

VIII.6 Terminologie de la chaussée

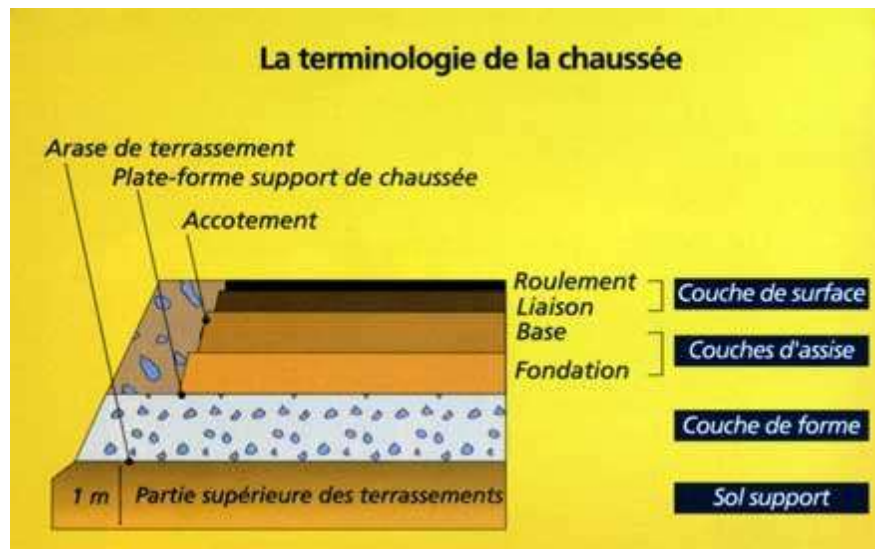


Figure VIII.5 : Terminologie d'une chaussée

VIII.7 Les Différents Facteurs à 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 :

a) Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds, 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.

b) 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.

c) - 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	1	2	3	4
CBR	<3	3 a 6	6 a 10	10 a 20

Tableau 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

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

Tableau VIII.2 : Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR

d) - Matériaux :

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

VIII.8 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 :

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

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

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

- e: épaisseur.
- ICBR : indice CBR (sol support).
- N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- P: charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t)
- Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{EQ} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

Où:

- $a_1 e_1$: couche de roulement
- $a_2 e_2$: couche de base
- $a_3 e_3$: couche de fondation

Où:

- a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence.
- e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2,00
Grave ciment –grave laitier	1,50
Grave concassée ou gravier	1,00
Grave butime	1,2 à 1,70
Grave Roulée – grave sableuse T.V.O	0,75
Sable ciment	1,00 à 1,20
Sable	0 ;50
Tuf	0,60

Tableau VIII.3 : coefficients d'équivalence des matériaux

VIII.9 Application Dr Projet :

Données de l'étude :

- Le trafic à l'année 2021 $TJMA_{2021} = 20000$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 30\%$
- L'année de mise en service sera en 2024
- La durée de vie estimée de 10 ans
- Méthode CBR :

On a : ICBR = 4.5 ce sol appartient à la classe (S4)

Remarque :

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

Log : logarithme décimal.

Avec : $Z = \%PL = 3.0\%$, $\tau = 4\%$, $ICBR = 4.5$, $TJMA_{2034} = 33302 \text{ v/j}$;

$TJMA_{2021} = 20000 \text{ v/j}$

1-Trafic à l'année de mise en service T1 :

- $T_0 = TMJA \times PL\% = 20000 \times 0.30 \Rightarrow T_0 = 6000 \text{ VPL/J}$

$$T_1 = T_0 (1 + 0.04)^3 = 6000 (1 + 0.04)^3$$

- $T_1 = 6749 \text{ VPL/J}$

$$T_{10} = T_1(1+\tau)^{10} = 6749 (1+0.04)^{10}$$

$$T^{10} = 9990 \text{ VPL/J}$$

2- Trafic de l'année horizon a la 10 année (durée de vie) :

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{9990}{10})}}{4.5 + 5} = 71 \text{ cm}$$

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

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

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

$$71 = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- Couche de roulement en béton bitumineux (BB) :

$$e_1 = 8 \times 2 = 16 \text{ cm}$$

- Couche de base en grave concassé (GC) :

$$e_2 = 25 \quad a_1 = 1 \quad \Rightarrow e_2 \times a_1 = 25 \text{ cm}$$

Couche de fondation en tvour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe « e1 », « e » et on calcule « e3= ? » $a1= 0,75$
 $e3 \times a1 = 40 \times 0,75 = 30 \text{ cm}$ $e3 = 30 \text{ cm}$

Les couches	Matériaux utilisés	paissieur réelle (cm)	Epaissieur équivalente (cm)
c. de roulement	Béton bitumineux	8	16
c. de base	Gravier concassé	25	25
c. de base	Tvo	40	30
Somme		73	71

Donc: Notre structure comporte : 8BB + 25GC+ 40TVO = 73 cm

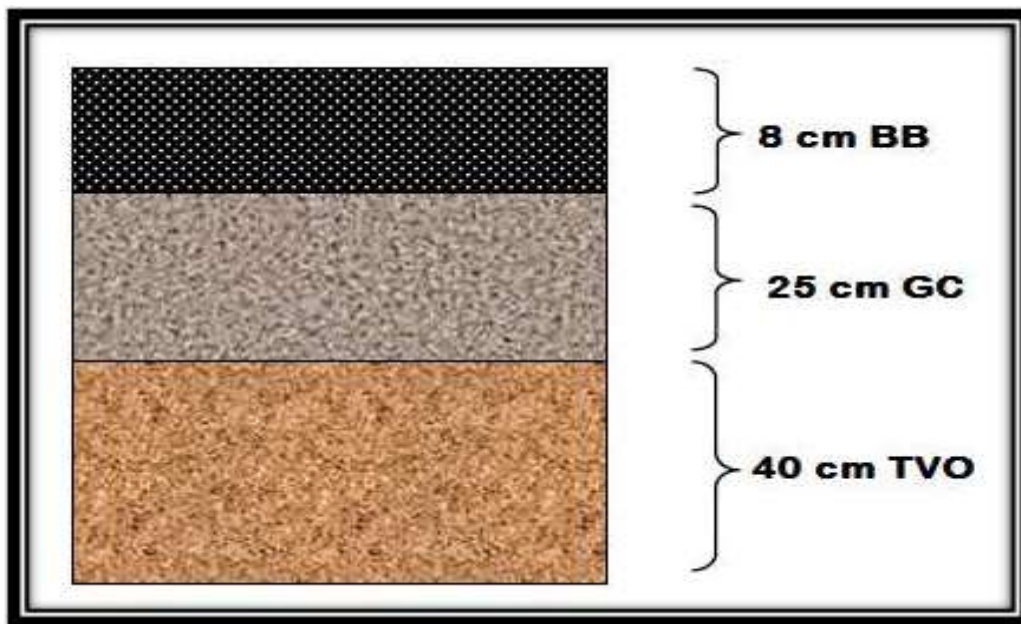


Figure VIII.6 : La structure de chaussée.

CHAPITRE IX : Profil 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 Modernisation Du Profil En Travers :

La route existante présente un profil en travers caractérisé par une chaussée de largeur variable. En effet la sortie sur site nous a permis, en premier de relever que la largeur de la chaussée existante n'est pas fixe le long de la tracé (varie entre m et 6m), en second lieu de constater une insuffisance des accotements et leur absences au niveau de certaines sections de la route.

IX.3 Types De Profil En Travers :

On distingue deux types de profils : type et courant.

- **Le profil en travers type :**

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

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

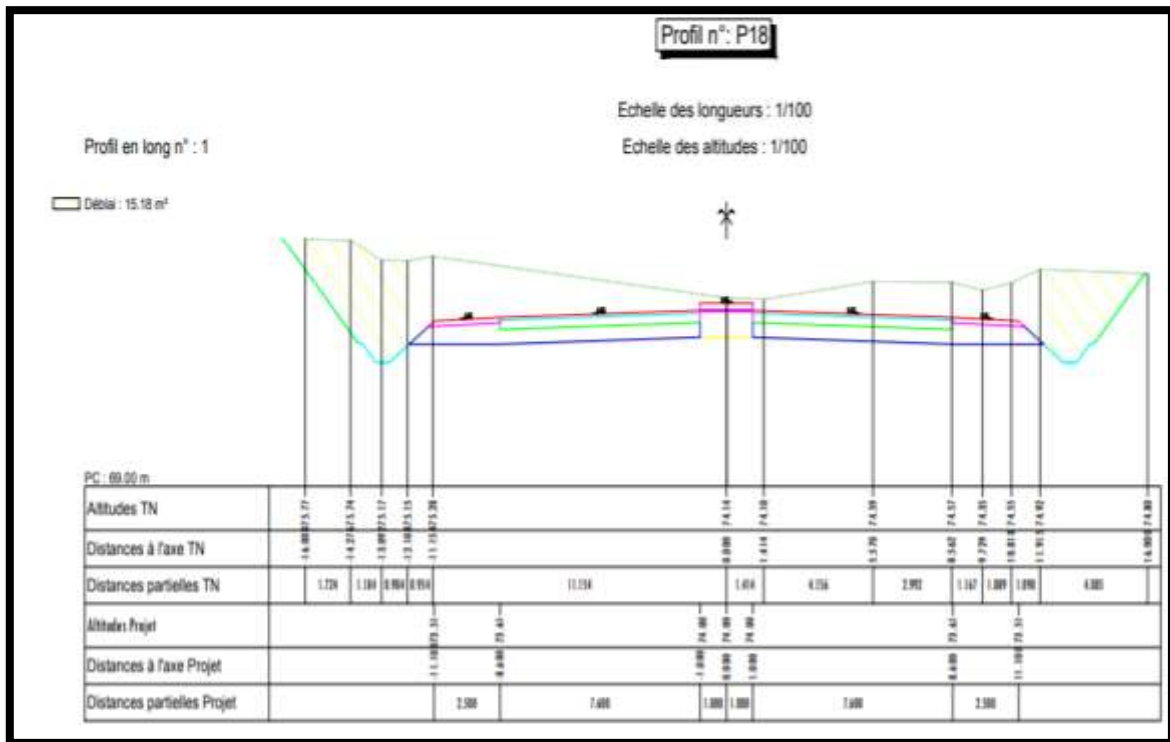
Application au projet : Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de Deux Chaussée unidirectionnelle à trois voies.

- Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

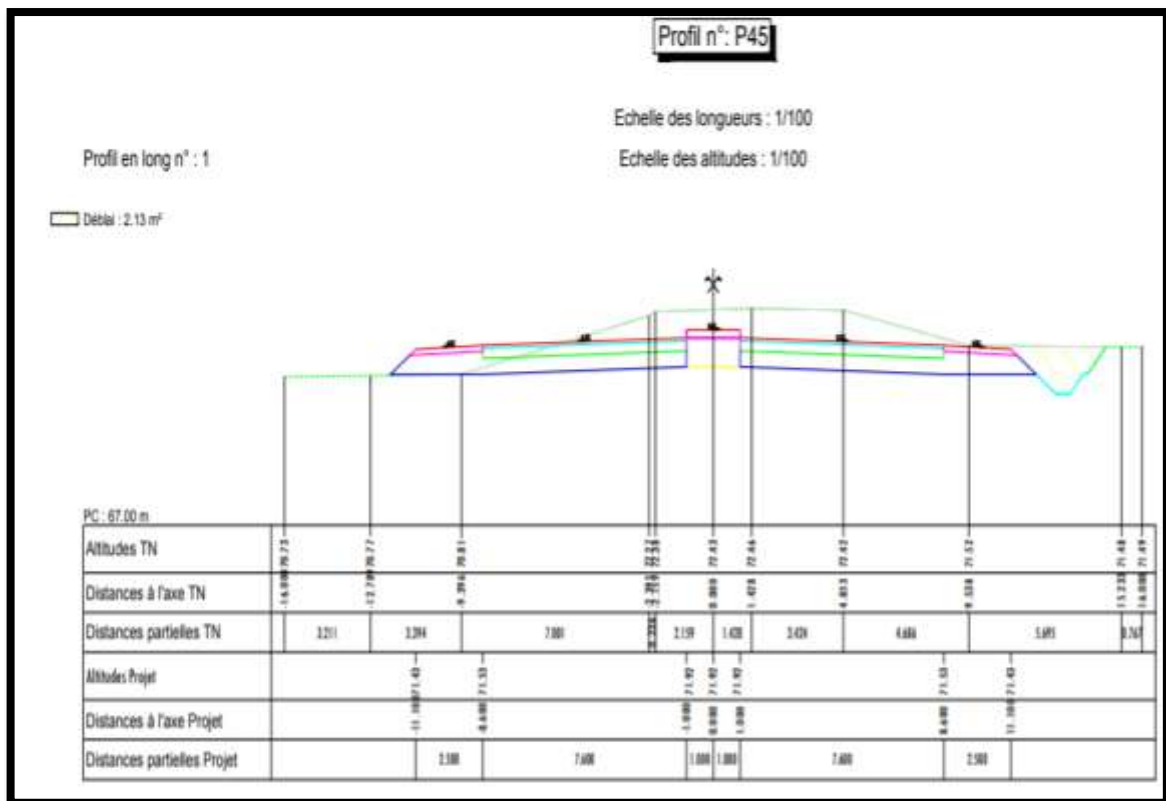
Chaussée : $3,50 \times 4 = 14$ m Terre-plein central : 4 m.

Accotement : $2 \times 2 = 4$ m.

Plate-forme : 22 m.



Profil en travers type déblai



Profil en travers type mixte

- Le profil en travers courant :

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

IX.4 Les Éléments De Composition Du Profil En Travers:

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

- **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.

- **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.

- **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.

- **Assiette :**

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

- **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.

- **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.
- Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

Les surlargeurs de chaussée (bande de guidage).

Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

- **Le fossé :**

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant la route et talus et les eaux de pluie.

- **Bande dérasée :**

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

- **Bande dérasée d'urgence (B.A.U)**

C'est une partie de l'accotement ; contigue a la chaussée , dégagée de tout obstacle et revêtue , aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée , elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée .

- **Bande dérasée (B.D.G):**

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

- **Berme :**

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

- **b. g : bande de guidage.**

IV.5 Profil en travers type de notre projet :

Notre tronçon comportera un profil en travers type, qui contient les éléments suivants :

- deux chaussées de deux voies de 3.50m chacune: $(2 \times 3.50) \times 2 = 14.00\text{m}$.

- un terre-plein central de 3 m : 3.00m.
- un accotement de 2m pour de part et d'autre : $2.4 \times 2.00 = 4.80$ m.

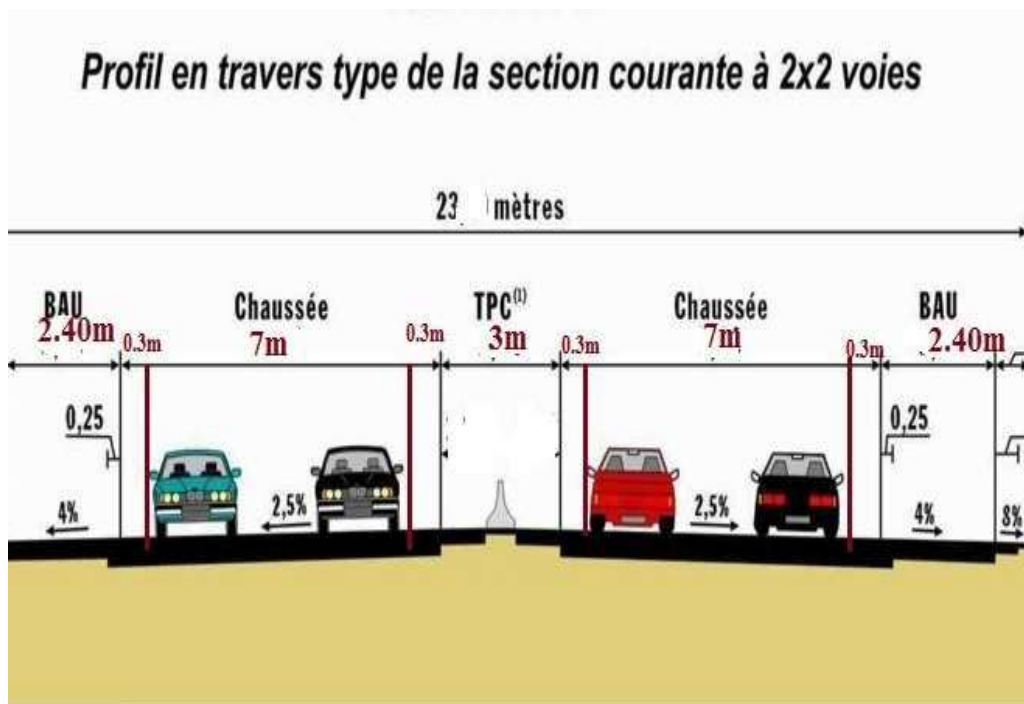


Figure IX.3 : profil en travers typ

CHAPITRE X : IMPLANTATION DES AXES

X.1 Définition :

On sait que le trace d'une route comme toutes les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre implanter une courbe on a besoin d'un certain nombre de points et 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.

L'implantation est donc une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet. Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

- **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.

X.2 Implantation planimétrique des sommets des alignements :

a) Par rayonnement :

On pose 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.

X.3 Implantation de courbes :**a) Raccordement circulaire :**

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droit adjacent et leur intersection.

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre β est calculé. Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T , T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S .

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

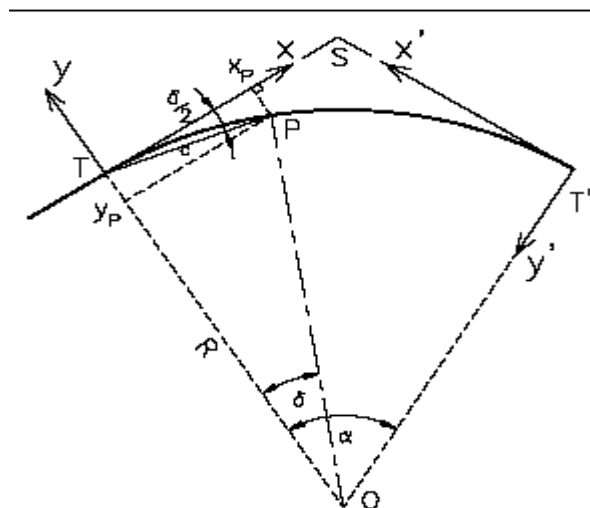
Méthode d'implantation :

Figure X.1: implantation sur la tangente.

- 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.

a. 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

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

$Y_1 =$

Piquetage par coordonnées Polaires

$C =$

X.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.

X.5 Application de 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 contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

- **Raccordement progressif 1 (forme symétrique) :**
- **Clothoïde :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

$$X_i = i \Delta L - \frac{i \Delta L^5}{40 A^4} + \frac{i \Delta L^9}{3456 A^8} \quad Y_i = \frac{i \Delta L^3}{6 A^2} - \frac{i \Delta L^7}{336 A^6}$$

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10$ m).

Implantation de clothoïde	
Données	
R =	500m
L =	131m
A =	132m
$\Delta L =$	10m
n =	13

Tableau X.1 : les éléments d'implantation clothoïde

- **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i \delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i \delta) \rightarrow \gamma = 33.242 \text{gr} \rightarrow \delta = \frac{\gamma/2}{n} \rightarrow n = 10 \text{POINTS}$$

Partie circulaire :

Pts	$i \Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
1	10 m	10,000 m	0,001
2	20 m	20,000 m	0,010
3	30 m	30,000 m	0,103
4	40 m	40.000 m	0,081 m

5	50 m	49,99 m	0,158 m
6	60 m	59,997m	0,247 m
7	70 m	69,983 m	0.436 m
8	80 m	79,968 m	0.651 m
9	90 m	89,992 m	0.927 m
10	100 m	99,980m	1.271 m
11	110 m	109.955	1.625m
12	120m	119.977	
13	130m	129.946	2.793m
14	131m	130.940	

Tableau X.2 : les éléments d'implantation clothoïde

- **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$Y = R(1 - \cos i)$$

$$X = R \sin i$$

$$= 33.242 \text{ gr} \quad x/2 = 16.621 \text{ gr} \quad n = 10 \text{ pts} \quad x = (\Delta/2)/n$$

$$= 1.6621$$

Implantation de clothoïde	
Données	
R =	5000m
L =	91,5430 gr
A =	16.6621
$\Delta L =$	9 pts
n =	1.6621 gr

Pts	Iδl	(m) X (m)	Y (m)
-----	-----	-----------	-------

KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,001 m
2	20 m	20,000 m	0,010 m
3	30 m	30,000 m	0,103 m
4	40 m	40.000 m	0,081 m
5	50 m	49,99 m	0,158 m
6	60 m	59,997m	0,247 m
7	70 m	69,983 m	0.436 m
8	80 m	79,968 m	0.651 m
9	90 m	89,992 m	0.927 m
10	100 m	99,980m	1.271
11	110 m	109.955	1.625m
12	120m	119.977	2.197m
13	130m	129.946	2.793m
14	131m	130.940	2.859m

Tableau X.3 : les éléments d'implantation cercle

CHAPITRE XI : Signalisation

XI.1 Définition :

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 décision, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leur déplacements.

Elle comprend deux grands ensembles: la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages.

XI.2 L'objectif de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

- de rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- de rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- de donner des informations relatives à l'usage de la route.

XI.3 Catégories de signalisation :

- La signalisation par panneaux
- La signalisation par feux
- La signalisation par marquage des chaussées
- La signalisation par balisage
- La signalisation par bornage

XI.4 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 avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent

l'attention de l'utilisateur.

XI.5 Types de signalisation:

- **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:

a) Signaux de danger :

L'objet de la signalisation routière de danger est d'attirer de façon toute spéciale l'attention des usagers de la route aux endroits où leur vigilance doit redoubler en raison de la présence d'obstacles ou de points dangereux.

b) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

c) Signaux à simple indication :

L'objet de la signalisation d'indication est de porter à la connaissance des usagers de la route des informations utiles à la conduite des véhicules.

Les signaux sont des panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche.

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

d) Signaux de position des dangers :

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

- Exemple des signalisations verticales



Figure XI.1: Signalisation Verticale

B-Signalisation Horizontale:

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées,

XI.5.2 Signalisation horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Elle se divise en trois types :**a- Marquage longitudinal :**

- Lignes continue : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auquel 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.

b-Marquage transversal :

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

c-Autre marquage :

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

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

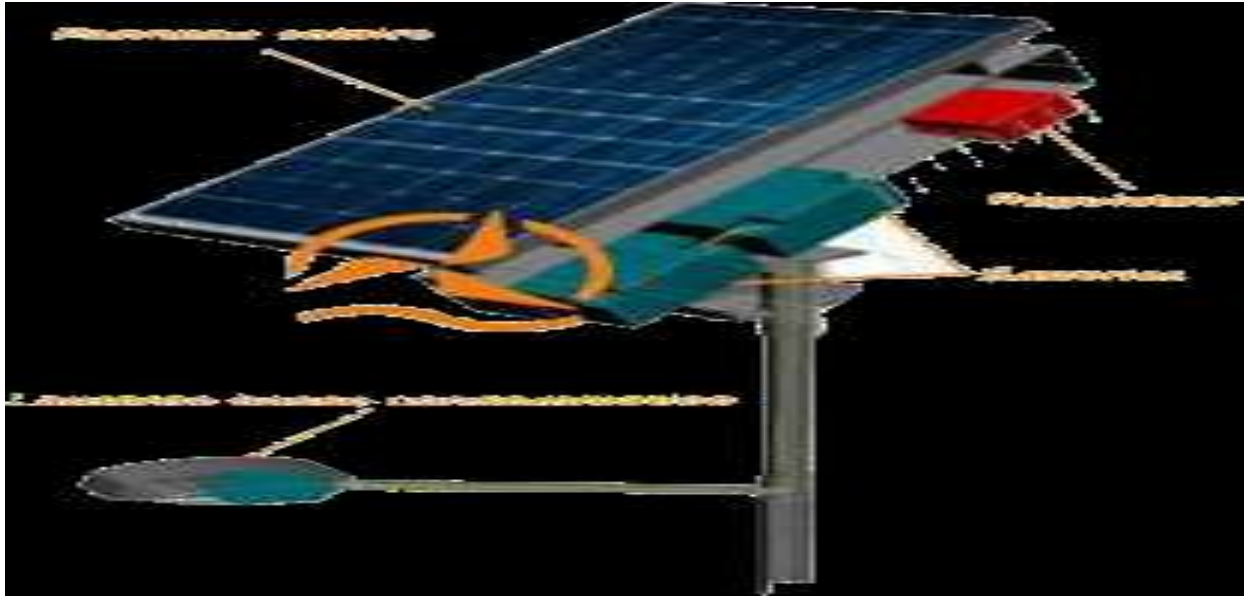


Figure XI.2 : Candélabres photovoltaïque

XI.6 Application au projet:

La signalisation de notre projet est basée sur le point suivant:

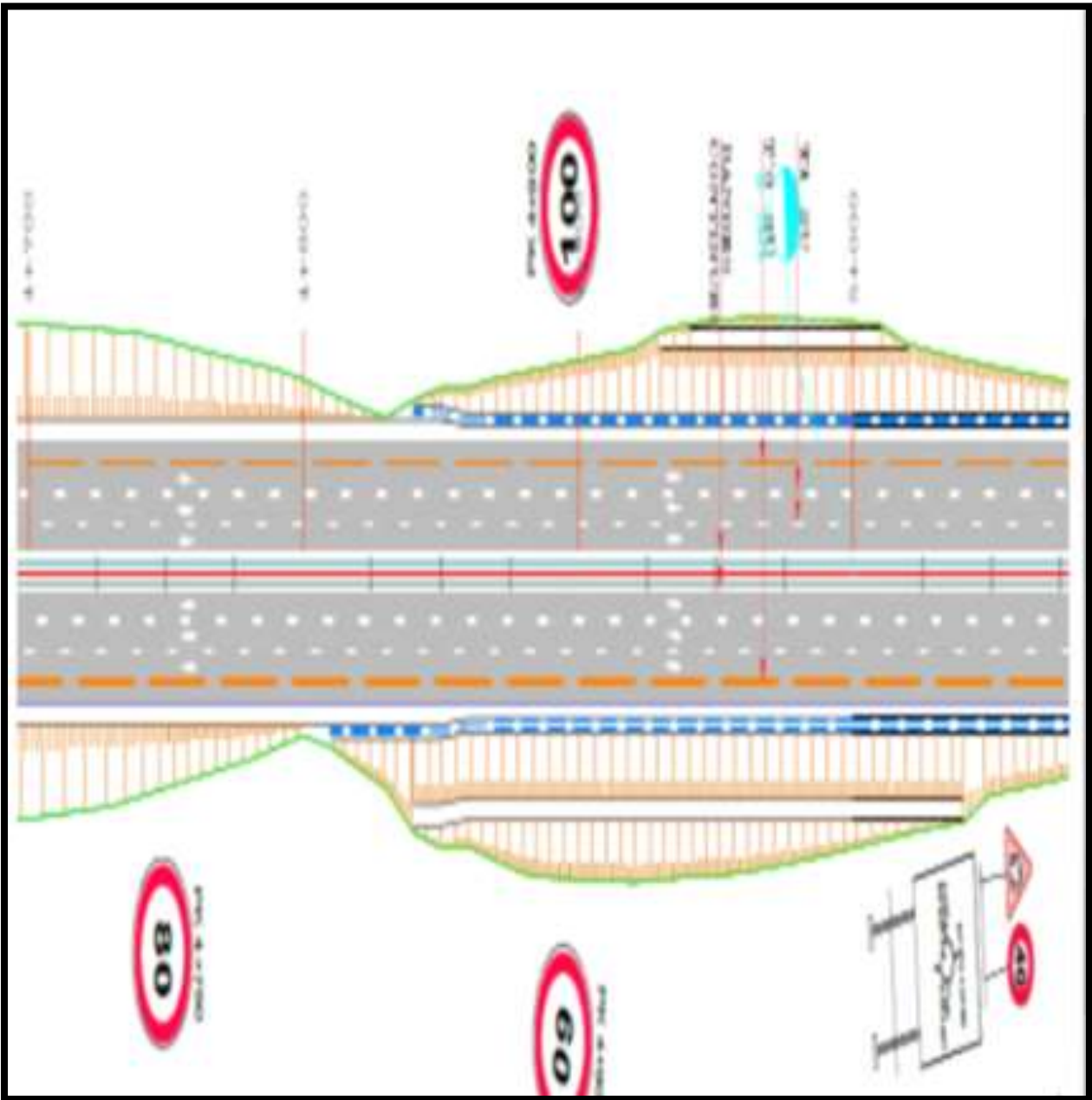
1- Signalisation horizontale :

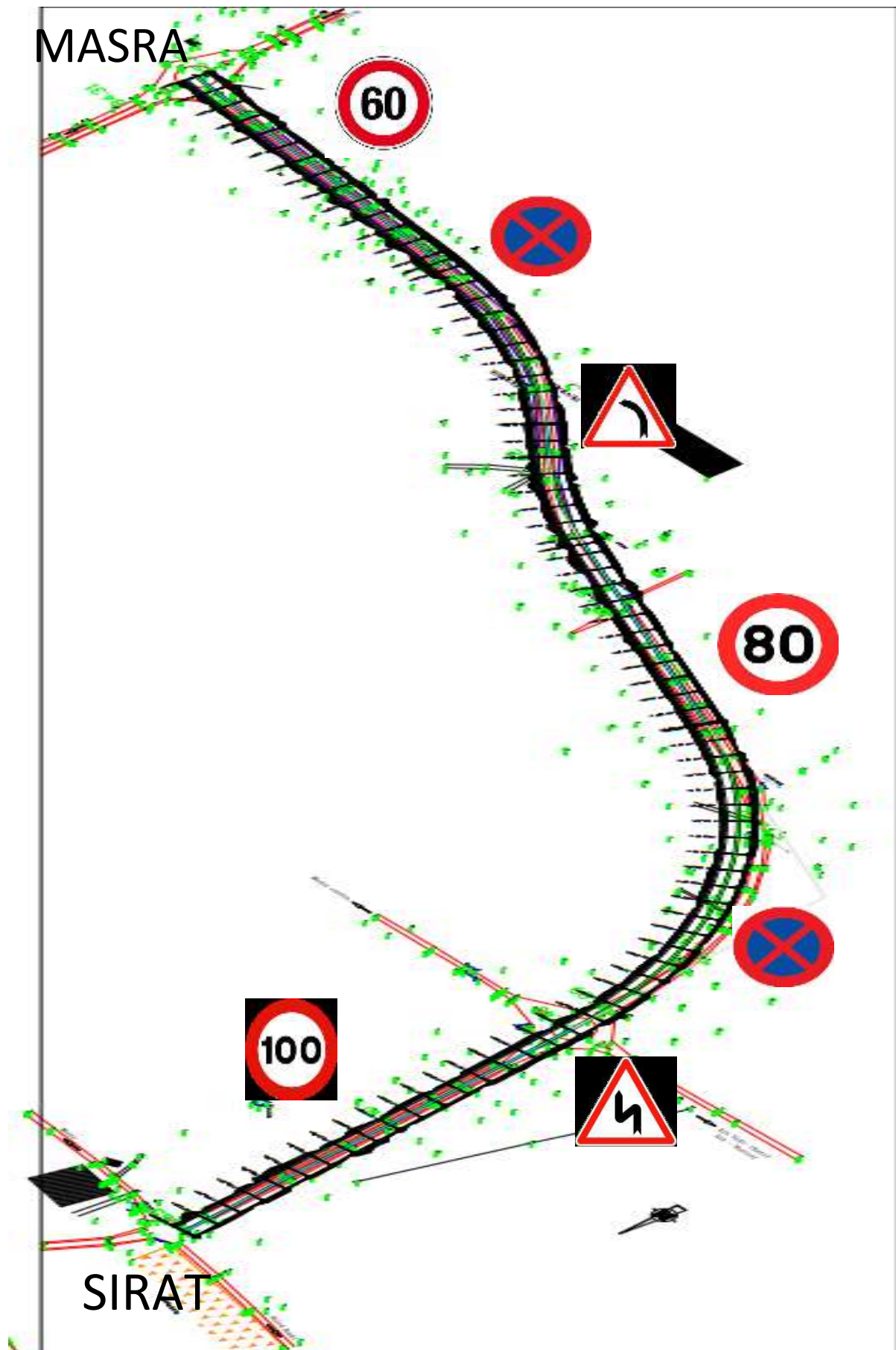
- Lignes continues :
- Modale de largeur de 15 cm
- Modale de largeur de 22.5 cm
- Lignes discontinues.
- Modale de largeur de 15 cm
- Modale de largeur de 22.5 cm

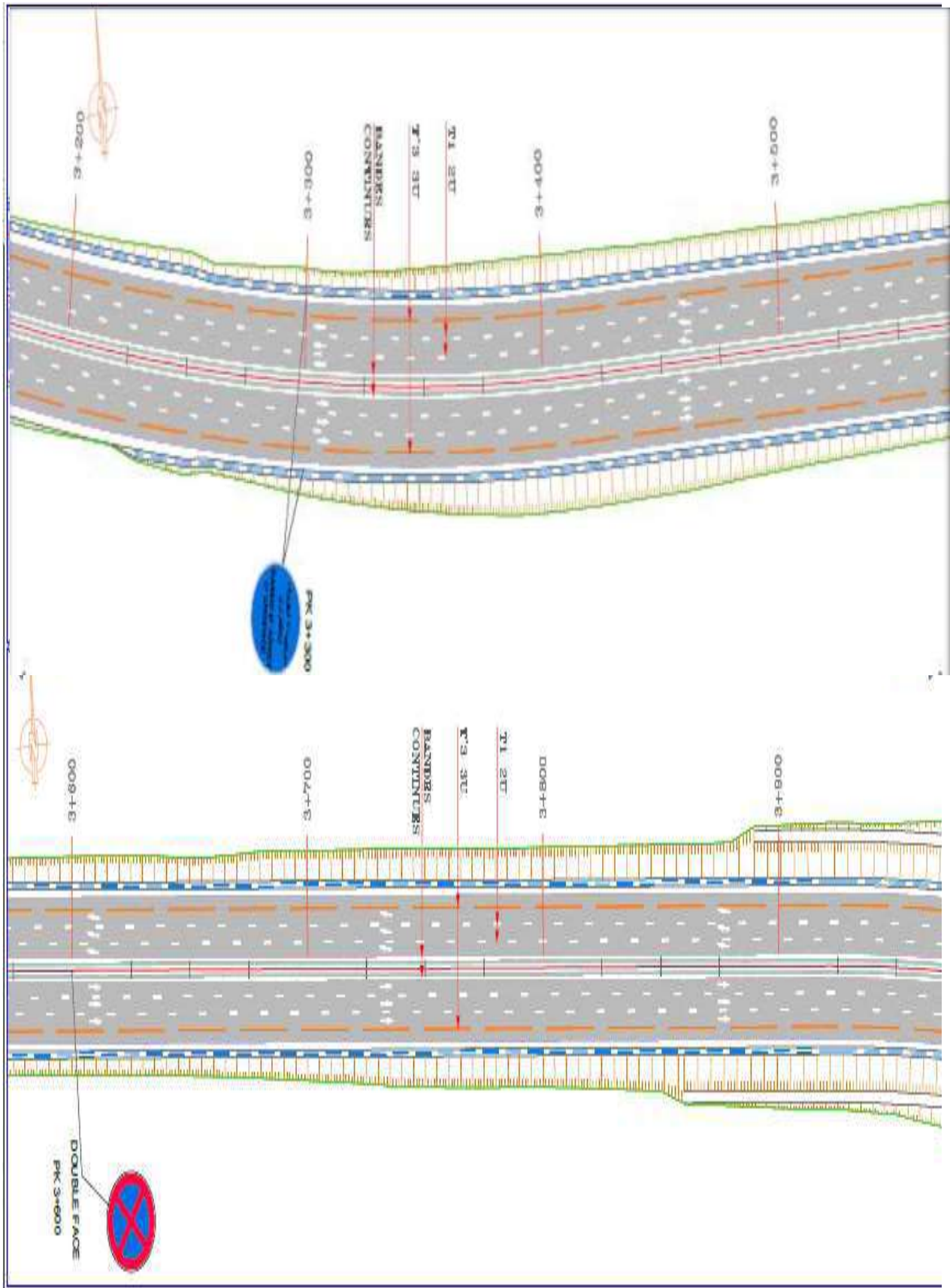
2- Signalisation verticale :

- **Panneaux de signalisation.**
- **Glissière** en bétons.
- Séparation en bétons.
- Les flèches de sélection

Les panneaux de signalisation qui sont utilisé pour notre tronçon du PK 2km000 au PK 4km000 du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem sont :







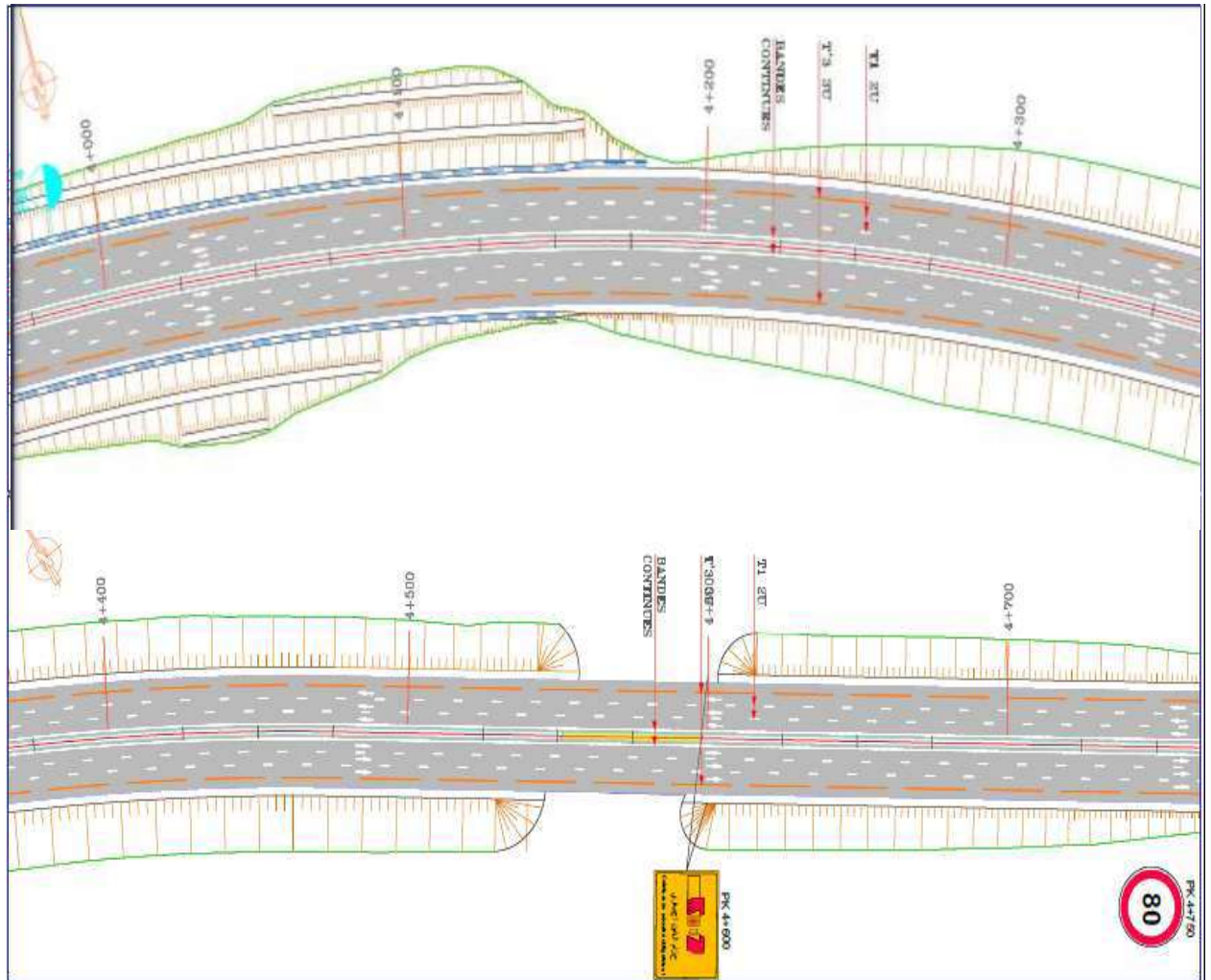


Figure XI.3 : PK 3km 200 au PK 3km 900



Figure XI.4 :ceinture de sécurité obligatoire



Figure XI.5: bande continues et discontinues



Figure XI.6 : bande d'arrêt d'urgence



Figure XI.7: stationnement interdit



Figure XI.8 : A1a et A1b



Figure XI.9 : limitation de vitesse

XI.7 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 XII : CUBATURE

XII.1 Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et le profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle les cubatures des terrassements

XII.2 Définition:

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

Remarque :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai et pour notre projet on a utilisé le logiciel COVADIS.

XII.3 Méthodes de calcul :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles on cite:

- Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- Méthode de l'aire moyenne : (méthode par défaut).
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode approchée.

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est un méthode simple mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs.

Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats.

XII.4 Mouvement des terres :

XII.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 [19] :

- 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.

XII.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 pas 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%

XII.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.

XII.4.4 Distance moyenne de transport

XII.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 profils 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

XII.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.

XII.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.

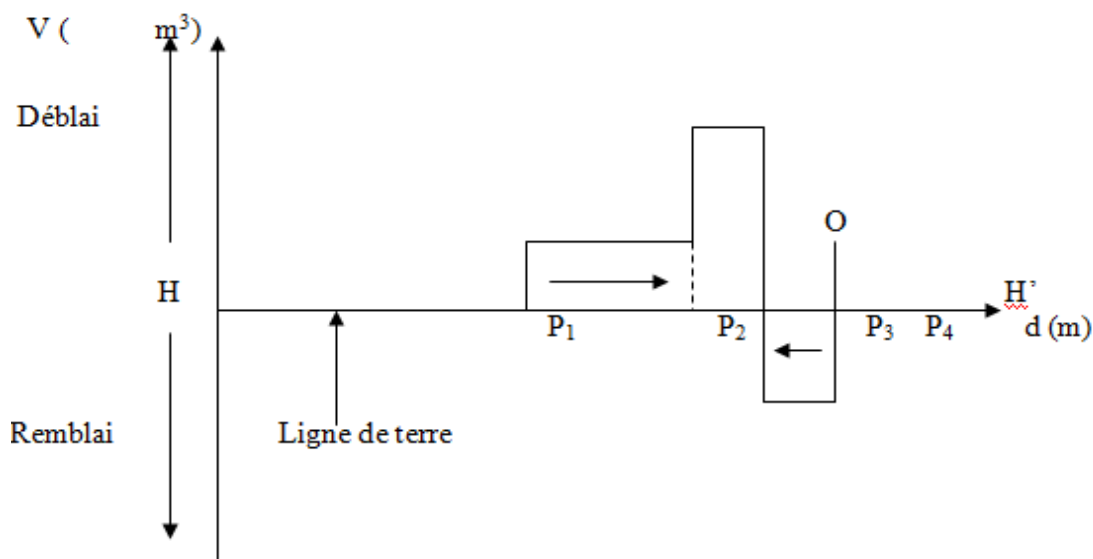


Figure XII.1 :L'épure de LALANNE

XII.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.

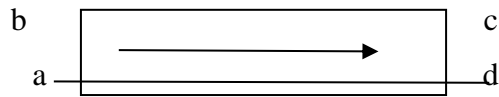


Figure XII.2 : Sens de transport

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.

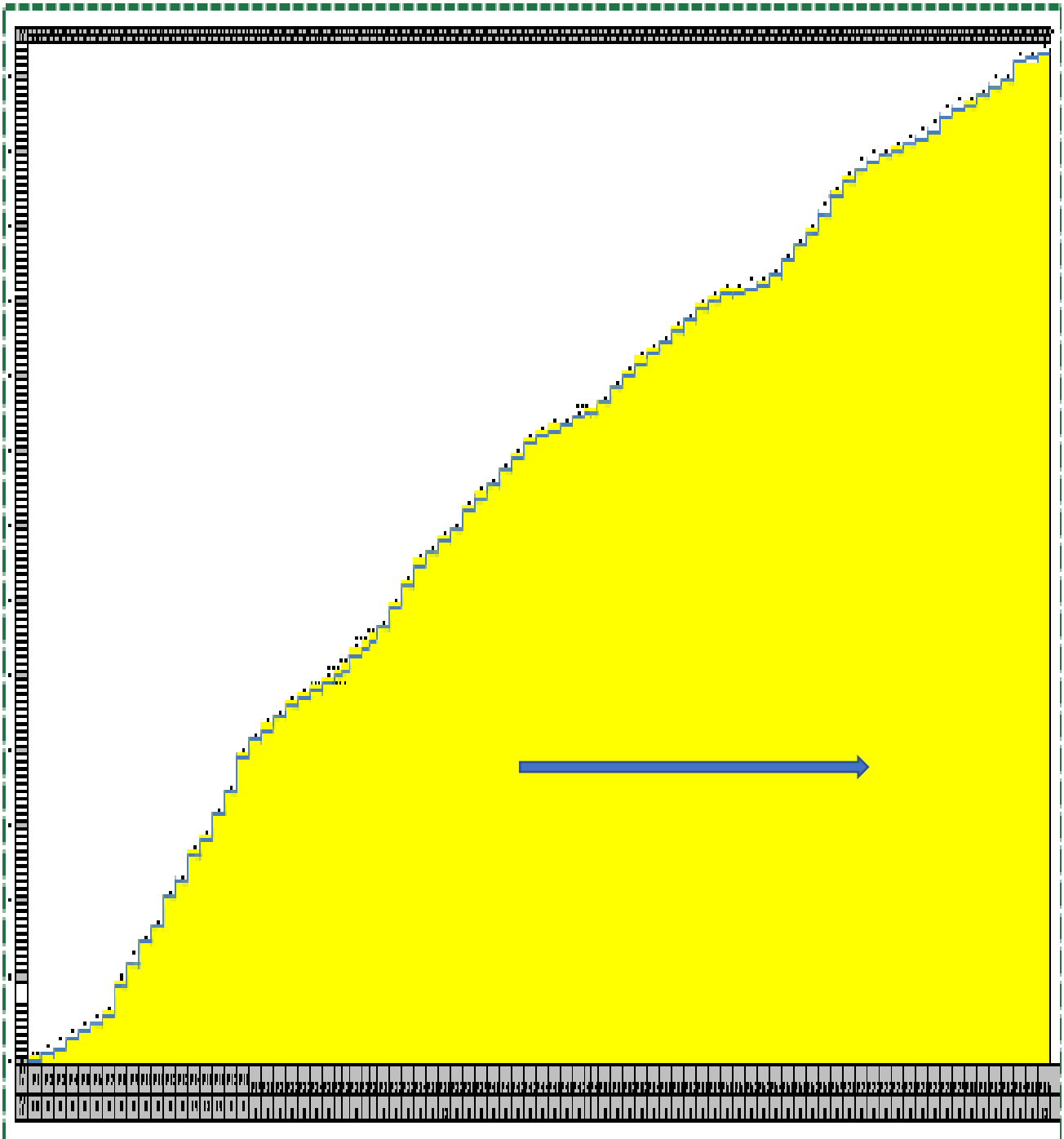


Figure XII.3 : l'épure de LALANNE en a un excès de déblai

Cubature APD

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais			Remblais				
			Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P01	Pr =0.00m	12,500	5,06	63,265	63,265	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P02	Pr =25.00m	25,000	2,42	60,515	123,780	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P03	Pr =50.00m	25,000	3,85	96,270	220,050	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P04	Pr =75.00m	25,000	3,76	93,928	313,978	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P05	Pr =100.00m	25,000	4,38	109,430	423,408	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P06	Pr =125.00m	25,000	5,39	134,804	558,212	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P07	Pr =150.00m	25,000	5,04	126,032	684,244	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P08	Pr =175.00m	25,000	8,12	203,072	887,316	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P09	Pr =200.00m	25,000	7,82	195,491	1082,807	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P10	Pr =225.00m	25,000	9,32	232,908	1315,715	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P11	Pr =250.00m	25,000	11,24	280,943	1596,658	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P12	Pr =275.00m	25,000	12,40	309,939	1906,597	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P13	Pr =300.00m	25,000	12,95	323,853	2230,450	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P14	Pr =325.00m	18,728	16,74	313,515	2543,965	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P15	Pr =337.46m	12,500	17,55	219,842	2763,807	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P16	Pr =350.00m	18,772	16,96	319,698	3083,505	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P17	Pr =375.00m	25,000	16,34	410,553	3494,058	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P18	Pr =400.00m	25,000	15,55	390,929	3884,987	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P19	Pr =425.00m	25,000	8,63	214,167	4099,154	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P20	Pr =450.00m	25,000	5,75	144,457	4243,611	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P21	Pr =475.00m	25,000	6,20	155,794	4399,405	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P22	Pr =500.00m	25,000	5,77	144,972	4544,377	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P23	Pr =525.00m	25,000	3,71	92,907	4637,284	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P24	Pr =550.00m	25,000	4,11	101,530	4738,814	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P25	Pr =575.00m	24,100	5,50	131,493	4870,306	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P26	Pr =598.20m	12,500	6,45	80,227	4950,533	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P27	Pr =600.00m	13,400	6,44	86,358	5036,891	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P28	Pr =625.00m	24,529	7,27	178,247	5215,139	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P29	Pr =649.06m	12,500	7,94	99,286	5314,425	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P30	Pr =650.00m	12,971	7,97	103,820	5418,245	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P31	Pr =675.00m	25,000	7,30	183,138	5601,383	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P32	Pr =700.00m	25,000	11,07	277,196	5878,579	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P33	Pr =725.00m	25,000	10,83	270,842	6149,421	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000

P34	Pr =750.00m	25,000	10,79	269,521	6418,941	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P35	Pr =775.00m	17,599	10,23	181,136	6600,077	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P36	Pr =785.20m	12,500	9,39	117,557	6717,634	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P37	Pr =800.00m	19,901	9,23	183,733	6901,367	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P38	Pr =825.00m	25,000	8,84	220,982	7122,349	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P39	Pr =850.00m	25,000	7,66	191,619	7313,968	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P40	Pr =875.00m	25,000	6,89	172,287	7486,255	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P41	Pr =900.00m	25,000	8,66	216,610	7702,864	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P42	Pr =925.00m	25,000	7,42	185,576	7888,440	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P43	Pr =950.00m	25,000	6,78	169,418	8057,858	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P44	Pr =975.00m	25,000	4,21	105,199	8163,057	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P45	Pr =1000.00m	25,000	2,13	53,361	8216,418	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P46	Pr =1025.00m	25,000	3,22	80,440	8296,858	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P47	Pr =1050.00m	23,951	3,87	92,608	8389,466	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P48	Pr =1072.90m	12,500	3,56	44,427	8433,893	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P49	Pr =1075.00m	13,549	3,54	46,527	8480,420	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P50	Pr =1100.00m	25,000	4,91	121,622	8602,043	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P51	Pr =1125.00m	25,000	8,05	202,572	8804,615	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P52	Pr =1150.00m	25,000	6,89	174,191	8978,806	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P53	Pr =1175.00m	25,000	5,59	142,789	9121,595	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P54	Pr =1200.00m	25,000	5,37	137,154	9258,749	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P55	Pr =1225.00m	25,000	4,91	124,302	9383,051	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P56	Pr =1250.00m	25,000	5,78	146,126	9529,177	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P57	Pr =1275.00m	25,000	6,40	159,458	9688,635	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P58	Pr =1300.00m	25,000	5,98	147,965	9836,600	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P59	Pr =1325.00m	25,000	4,31	107,026	9943,626	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P60	Pr =1350.00m	25,000	3,67	91,508	10035,13 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P61	Pr =1375.00m	25,000	0,63	15,248	10050,38 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P62	Pr =1400.00m	25,000	1,38	35,399	10085,78 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P63	Pr =1425.00m	25,000	3,44	87,172	10172,95 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P64	Pr =1450.00m	25,000	4,96	124,524	10297,47 8	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P65	Pr =1475.00m	25,000	7,75	194,447	10491,92 5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P66	Pr =1500.00m	25,000	8,21	205,389	10697,31 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P67	Pr =1525.00m	25,000	6,75	169,628	10866,94 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P68	Pr =1550.00m	25,400	9,77	248,501	11115,44 3	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P69	Pr =1575.80m	25,000	10,77	270,236	11385,67 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000

P70	Pr =1600.00m	24,600	6,85	168,627	11554,30 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P71	Pr =1625.00m	25,000	5,43	135,708	11690,01 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P72	Pr =1650.00m	25,000	4,69	117,211	11807,22 5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P73	Pr =1675.00m	25,000	3,57	89,352	11896,57 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P74	Pr =1700.00m	25,000	2,74	68,560	11965,13 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P75	Pr =1725.00m	25,000	3,48	86,877	12052,01 3	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P76	Pr =1750.00m	25,000	2,92	72,965	12124,97 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P77	Pr =1775.00m	25,000	3,66	91,523	12216,50 2	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P78	Pr =1800.00m	25,000	8,04	200,904	12417,40 6	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P79	Pr =1825.00m	25,000	4,40	110,119	12527,52 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P80	Pr =1850.00m	25,000	1,51	37,760	12565,28 5	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P81	Pr =1875.00m	25,000	4,29	107,335	12672,61 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P82	Pr =1900.00m	25,000	5,97	149,318	12821,93 8	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P83	Pr =1925.00m	25,000	2,27	56,782	12878,71 9	0,04	0,00	0,04	0,000	0,000
P84	Pr =1950.00m	25,000	7,405	185,125	13063,84 4	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P85	Pr =1975.00m	25,000	0,905	22,625	13086,46 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P86	Pr =2000.00m	12,500	1,50	18,750	13105,21 9	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
		2000,000			13105,21 9				0,000	0,000

Tableau XII.1 : cubature APD « variante choisi »

Volume de déblai : $13105,219 \text{ m}^3 = 15726.263 \text{ m}^3$

Volume de remblai : 0.000 m^3

Volume Excès de déblai : $13105,219 \text{ m}^3$

$D_{\min} = \Sigma(V \cdot d_i) / V$

$D_{\min} = 193.46 \text{ m}$ scraper.

CHAPITRE XIII : DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	Unité	Prix U DA	Quantité	Mentant
TERRASSEMENT					
1	Travaux de décapage sur 30cm d'épaisseur	M 3	200.00	9600.000	1920000.00
2	Déblais mis en dépôt	M 3	750 .00	15726.263	11794697.1
3	Remblais d'emprunt.	M 3	820.00	3984 ,708	3267462,2
Sous Total (Terrassement) En HT					16819142.7
CORPS DE CHAUSSEE					
4	Couche de fondation en tvo sur un épaisseur de 30 cm .	M 3	900.00	31684.109	28515698,10
5	Sous Couche en grave concasse GC sur un épaisseur de 25 cm .	M 3	2300.00	1541.496	28515698,10
6	Couche de d'imprégnation 1.00 kg/m	M 3	170.00	42000	7140000,00
7	Couche de Sol support Sable sur une épaisseur de 25 cm	M 3	1300.00	10000.00	13000000,00
8	Fourniture et mise en oeuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux ép. De 08 cm.	M 3	3360.00	2462.356	8273516,16
9	Fourniture et mise en oeuvre d'une couche d'accrochage en émulsion cationique 65% dosée à 0.3 kg/m2.	M2	180.00	21000	3780000,00
Sous Total (corps de chaussée) En HT					73217630,90
TPC					
10	Barrière de sécurité en béton (GBA)	MI	7000.00	2000	14000000,00
11	Un palmier tous les 30 m	U	180 000.00	20	3600000,00
12	Candélabres photovoltaïque tous les 50 m Durée d'allumage 8h	U	216000.00	12	2592000,00
13	Terre Végétale D'une épaisseur De 70cm	M3	200.00	2300.55	460110,00
Sous Total(TPC) En HT					20652110,00

TRAVAUX DE FINITION						
14	Rechargement des accotements en tuf sur 1,5m de largeur et 33cm d'épaisseur.	M3	1300.00	1584	2059200,00	
SIGNALISATION					2059200,00	
Signalisation horizontale -						
Ligne continue						
15	Modale de largeur de 15 cm	m	75.00	855.00	64125,00	
16	Modale de largeur de 22.5cm	m	80.00	3720.00	297600,00	
Ligne discontinue						
17	Modale de largeur de 15 cm	m	75.00	855.00	64125,00	
18	Modale de largeur de 22.5cm	m	90.00	3720.00	334800,00	
Signalisation verticale						
19	Panneau de signalisation	U	35000.00	8	280000,00	
20	Les flèches de sélection	ML	1000.00	20	20000,00	
Sous Total (signalisation) En HT					1060650,00	
IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT						
21	Moyens de collecte des déchets (Caissons de collecte de 770	Unité	150000.00	1	150000.00	
22	Equipements de protection individuelle (EPI) pour les travailleurs	Unité	560000.00	1	560000.00	
Sous Total (impact) En HT					710000,00	
Assainissement						
23	Fossés trapézoïdaux en béton légèrement armé	ML	3200.00	250	800000,00	
Sous Total (Assainissement) En HT					800000,00	
					PRIX HT	89699731,66
					TVA 19 %	17042949,02
					PRIX TTC	106742680,7

Arrête le présent facture à la somme de : Cent Six millions Sept Cent quarant Deux mille Six Cent Quatre Vingt Dinar , sept centime

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application et améliorer nos connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation dans le domaine de route. Cette étude nous a permis de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Cette étude concerne un tronçon d'environ près de 2 km du projet de contournement de la ville de SIRAT. Nous avons respecté toutes les normes routières B-40 qu'on ne peut pas négliger en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers des ainsi bien que l'économie et l'environnement, car toute négligence peut être fatale .

Encore une fois, ce travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de calcul et de dessin notamment L'EXCEL, COVADIS et AUTOUCAD, vu leur traitement rapide et précision de leurs résultats. Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près c'est-à-dire sur terrain.

Référence bibliographique :

- ✓ B 40 (Normes techniques d'aménagement des rouets et trafic, et capacité des routes).
- ✓ Catalogue de dimensionnement des chausées neuves (C.T.T.P).
- ✓ Sites internet : <https://Fr.hsdoshare/net/> caractéristique géométrique des routes.
- ✓ Les mémoires des années précédentes (notre propre PFC année 2020).
- ✓ Recommandation pour l'assainissement routier (SETRA).
- ✓ Catalogue des structures types de chaussées neuves.
- ✓ Aménagement des routes principales (ARP).