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
Département de Génie Civil et Architecture

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE
MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux publics

Spécialité : Voiries et Ouvrages d'art (VOA)

Thème :

Etude de réhabilitation du chemin de wilayade Tiaret CW 01 reliant la commune de Tidda à la commune de Meghila du Pk 11 +500 au PK 15 + 700

Présenté par :

1. *M^elle BOURAS Noura*
2. *M^elle BELDJILALI Imane*

Soutenu le21/06/ 2020devant le jury composé de :

Présidente : Mme. ELMASCRI Setti
Examinateur : Mr. ROUAM Serik Mohamed
Encadreur : Mr. TALIA Ahmed
Invité d'honneur : Mr. BOUARFA Zohir et Mr. CHERIF Mourad

Année Universitaire : 2019 / 2020

REMERCIEMENT

Toute notre parfaite gratitude, grâce et remerciement à Allah le plus puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur ***Mr. TALIA AHMED*** *pour son aide et son encadrement durant toute la période de préparation de ce mémoire.*

N*ous remercions également l'ensemble des enseignants du département de génie civil et l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.*

Nous remercions les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

E*nfin, à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce projet.*

BOURAS NOURA

BELDJILALI IMANE

DEDICACE

Je dédie ce mémoire A mes chers parents pour Leur patience,

Leur soutien et leurs encouragements.

A mes chères sœurs et mes frères

A tout ma grande famille et toute qu'a une relation avec elle Soit proche ou lointain.

A mes amies et mes collègues.

Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à mon soutien Scolaire

NOURA

DEDICACE

Je dédie ce mémoire A mes chers parents pour Leur patience,

Leur soutien et leurs encouragements.

A mes chères sœurs et mes frères

A tout ma grande famille et toute qu'a une relation avec elle Soit proche ou lointain.

A mes amies et mes collègues.

Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à mon soutien Scolaire

IMANE

SOMMAIRE

I. CHAPITRE PRESENTATION DU PROJET 12
I.1 -PRESENTATION DU PROJET : 13
I.2 -OBJECTIF DU PROJET : 13
I.3 -PRESENTATION DE LA WILAYA 14
I.3.1 -Situation géographique 14
I.3.2 -Situation démographique 15
I.4 -RESEAU ROUTIER : 15
I.5 -DONNEES DE BASE 16
I.5.1 -Plan topographique : 16
I.6 -Categorie De La Route 17
II. CHAPITRE L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE 18
II.1 -INTRODUCTION 19
II.2 - DETERMINATION DES COORDONNEES DES SOMMETS 20
II.3 - CALCUL DE GISEMENT DE DISTANCE ET DES ANGLES AU CENTRE : 20
II.4 - DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS : 21
II.5 - COORDONNEES PLANIMETRIQUES DES SOMMETS DEFINISSANT L'AXE : 21
II.6 -Calcul de gisements, d'angles au centre et de distances : 22
II.6.1 - CALCULS DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES : 23
II.7 - Longueur totale du tronçon 24
II.7.1 - Pourcentage en alignement droit et courbe 24
II.7.2 -ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE EXISTANTE : 24
II.7.3 -Dénivelée cumulée moyenne 24
II.8 -Dénivelée cumulée moyenne : 25
II.9 - Vitesse de référence : 29
Vitesse de référence : 30
II.10 -Courbes en plan : 30
II.11 - Courbes en plan 31
II.12 - ETUDE DU TRAFIC : 32
II.12.1 -INTRODUCTION : 32
II.12.2 -ANALYSE DU TRAFIC EXISTANT : 32
II.12.3 -La Mesure Des Trafics 32
II.12.4 -DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC 34
II.13 CALCUL DE LA CAPACITE 34
II.13.1 -Définition de la capacité : 34
II.13.2 -APPLICATION AU PROJET 36
II.13.3 -Les données du trafic : 36
II.14 -CONCLUSION 38
III. CHAPITRE REHABILITATION DE LA ROUTE 39
III.1 INTRODUCTION 40

III.2 -TRACE EN PLAN 40
III.2.1 -Définition du tracé en plan 40
III.3 -Règles à respecter dans le trace en plan 41
III.3.1 -Devers en alignement 41
III.3.2 -Devers vcers l'intérieur des courbes 41
III.4 -Coordonnées planimétrique définissant l'axe 43
III.5 -Environnement Dénivelée cumulée : 44
III.6 3 -RACCORDEMENTS PROGRESSIFS : 51
III.7 -Courbe de raccordement 52
III.7.1 -Type de courbe de raccordement : 52
III.8 -Clothoide : 53
A-Propriétés de la clothoïde 54
B-Longueur des raccordements : 54
III.8.2 -Variation du dévers dans la clothoïde : 58
III.8.3 -Méthode de calcul des dévers en clothoïde 58
IV. CHAPITRE PROFIL EN LONG 60
IV.1 -PROFIL EN LONG 61
IV.1.1 -Définition 61
IV.1.2 -Ligne de projet : 61
IV.2 -Les alignements : 62
a) -Déclivité minimale : 62
b) -Déclivité maximale : 62
IV.3 -Application au projet : 63
a)-Raccordements verticaux : 63
b)-Raccordement convexe (angle saillant) : 63
IV.4 -Raccordement concave (angle rentrant) 66
IV.5 -Coordination du tracé en plan et du profil en long : 67
V. CHAPITRE ETUDE CINEMATIQUE 68
V.1 -CINEMATIQUE 69
V.1.1 -Distance de freinage 69
V.2 -Temps de réaction : 70
V.3 -Distance de perception 72
V.4 -Distance de sécurité entre deux véhicules : 73
V.5 -Manœuvre de dépassement : 74
V.6 -Coordination du tracé en plan et du profil en long : 75
VI. CHAPITRE PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES 76
VI.1 -PROFIL EN TRAVERS 77
VI.2 -Définitions : 77
VI.3 -Profil en travers type : 77
VI.4 -Les éléments constituant un profil en travers type : 78

VI.4.1 -Profil en travers type de notre projet : 79
VI.5 -Dimensionnement du corps de chaussée : 79
VI.6 -Principe de la constitution des chaussées : 80
VI.6.1 -De la charge des véhicules 80
VI.6.2 -Des intempéries 80
VI.6.3 -Des efforts tangentiels 80
VI.6.4 -La chaussée : 80
VI.7 -Structure de la chaussée : 81
VI.7.1 -Définition : 81
VI.7.2 -Les efforts dus aux véhicules : 81
VI.7.3 -Résistance des sols de fondation : 81
VI.8 -Les différentes catégories de chaussées : 82
VI.8.1 -Chaussées souples : 82
VI.8.2 -Chaussées rigides : 82
VI.8.3 -Chaussées semi-rigides : 82
VI.9 -Choix du type de chaussée : 82
VI.9.1 -Structure de la chaussée souple : 83
VI.10 -Les principales méthodes de dimensionnement : 85
VI.11 -MÉTHODE C.B.R (California – Bearing – Ratio) : 85
Matériaux utilises 86
Coefficient d'équivalence 86
VI.12 - Méthode d'ASPHALT INSTITUTE : 87
VI.13 - Méthode du catalogue des structures : 87
VI.13.1 -Détermination de la classe de trafic : 87
VI.13.2 -Détermination de la classe du sol : 88
VI.14 -La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) : 88
VI.15 -Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves : 89
VI.15.1 -La démarche du catalogue : 89
VI.16 -Application au projet 90
VI.17 -CUBATURE 91
VI.17.1 -Définition : 91
VI.17.2 -Méthode de calcul : 91
VII. CHAPITRE SIGNALISATION ET ECLAIRAGE 95
VII.1 -SIGNALISATION ET DISPOSITIFS 96
VII.1.1 -La signalisation : 96
VII.1.2 -La signalisation routière horizontale 96
VII.1.3 -La signalisation routière verticale : 97
VII.2 -Dispositifs : 98
VII.2.1 -Introduction : 98
VII.2.2 -Glissières de sécurité : 98

VII.2.3 -La murette de protection en béton armé : 98
VII.3 -L'éclairage : 99
VIII. CHAPITRE IMPLANTATION 100
VIII.1 -IMPLANTATION 101
VIII.1.1 -Plan de piquetage des axes des voies : 101
VIII.2 -Implantation en altimétrie : 103
IX. DEVIS 114
X. CONCLUSION 115
XI. BIBLIOGRAPHIE 116

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure 1:projet global. 13
Figure 2:situation géographique de Tiaret 14
Figure 3:carte du réseau de la wilaya 15
Figure 4 :tronçon de notre projet 16
Figure 5 :plan topographique de notre tronçon 17

Chapitre II

Figure 6:Détermination de l'angle au centre 20

Chapitre III

Figure 7:les éléments d'un tracé en plan 42
Figure 8:trace en plan 43
Figure 9: les éléments d'un clothoide 53
Figure 10: propriétés de la Clothoïde 54
Figure 11: Condition de gauchissement 55
Figure 12:Clothoïde sans arc de cercle 55
Figure 13: Clothoïde avec arc de cercle. 55
Figure 14: Clothoïde impossible. 55

Chapitre IV

Figure 15 :profil en long 61

Chapitre V

Figure 16:Distance d'arrêt et de freinage 70
Figure 17:distance de perception. 72
Figure 18:L'espacement entre deux véhicules 74

Chapitre VI

Figure 19 : profil en travers 77
Figure 20: Les éléments d'une route 78
Figure 21:les différentes catégories de chaussée 84
Figure 22: les démarches du catalogue 89
Figure 23:Corps de chaussée 90

Chapitre VII

Figure 24: Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente 102
Figure 25::Implantation de clothoïde 103

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante 22
Tableau 2: gisement, distance de la route existante 22
Tableau 3 : rayons "route existante" 23
Tableau 4 : les éléments de raccordement 23
Tableau 5 :longueur totale du tronçon 24
Tableau 6 :pourcentage en alignement droit et courbe 24
Tableau 7:Environnement de la route 24
Tableau 8:Type de topographie 24
Tableau 9: Sinuosité 25
Tableau 10 : dénivelée cumulée moyenne 28
Tableau 11:Vitesse de référence 29
Tableau 12: Dévers 31
Tableau 13: Valeur du coefficient ft 31
Tableau 14:Valeur du coefficient "f '' 31
Tableau 15: Détermination des devers max et min 31
Tableau 16:récapitulatif des rayons en plan 31
Tableau 17: coefficient d'équivalence 35
Tableau 18:Valeur de K1 36
Tableau 19:valeur de K2 36
Tableau 20: Coordonnée planimétrique de la route réhabilitée 43
Tableau 21: Dénivelée cumulée de la route réhabilitée 47
Tableau 22: détermination des devers max et min 47
Tableau 23:Rayons en plan normés 48
Tableau 24: Rayons en plan choisis 48
Tableau 25: Détermination des gisements, distances et les angles au centre 49
Tableau 26: Les éléments de raccordements 49
Tableau 27:longueur totale 49
Tableau 28: pourcentage des alignements droit et courbe 49
Tableau 29:rayon en plan normés 51
Tableau 30: devers associés aux rayons 51
Tableau 31:: Longueur de la clothoïde "L" 56
Tableau 32:Element de la clothoide 57
Tableau 33:Valeur les éléments de la clothoïde 57
Tableau 34:Valeur de déclivité maximale 62
Tableau 35:Rayons convexes (angle saillant) 65
Tableau 36: Rayons concaves (angle rentrant) 66
Tableau 37: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40 69
Tableau 38: Détermination les distances en freinage 69
Tableau 39: Détermination les distances d'arrêt en palier 71
Tableau 40: Détermination les distances d'arrêt en courbe 71
Tableau 41:Détermination distances de perception en palier 72
Tableau 42:Détermination distances de perception en courbe 73
Tableau 43:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse 74
Tableau 44: coefficient d'équivalence des matériaux 86
Tableau 45:classe de trafic 87
Tableau 46:classe de sol 88
Tableau 47:épaisseur du corps de chaussée 90
Tableau 48:Cubature 94
Tableau 49:Devis Quantitatif Et Estimatif 114

RESUME

Ce projet de fin d'étude rentre dans le cadre de la préparation du diplôme de mastère option Voies et Ouvrage d'Art. Cette étude concerne la réhabilitation d'un tronçon du chemin de Wilaya CW01 situé dans la wilaya de Tiaret reliant la commune de Tidda à celle de Meghila, elle est d'une longueur dépassant les quatre kilomètres.

On a étudiera en premier lieu la route existante afin de connaitre les causes de cette réhabilitation et en deuxième lieu on proposera un tracé répondant aux normes du B40 tout en assurant, confort et sécurité

L'objectif de notre étude est:

- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais

ABSTRACT

This end of study project falls within the framework of the preparation of the master's degree option Ways and Structures of Art 'VOA'. This study concerns the rehabilitation of a section of the Wilaya CW01 road located in the wilaya of Tiaret connecting the town of Tidda to that of Meghila, it is more than four kilometers long.

We will first study the existing road in order to know the causes of this rehabilitation and secondly we will propose a route that meets B40 standards while ensuring comfort and safety

The objective of our study is:

- Ensure the comfort and safety of users.

- Correction of turns.

- Reinforcement of the roadway for a structural contribution.

- Widening of the road avoiding large embankments

ملخص:

يدخل هذا المشروع في إطار تخضير شهادة الماستير في اختصاص VOA تتعلق هذه الدراسة بإعادة تأهيل جزء من طريق الولائي رقم واحد (01) الواقع في ولاية تيارت و يربط بلدية تيدة ببلدية ميغيلة. ، ويبلغ طول الجزء المخصص للدراسة أكثر من أربعة كيلومترات .

سنقوم أولاً بدراسة الطريق الحالية من أجل معرفة أسباب إعادة التأهيل هذا الجزء من هذه الطريق وثانياً سوف نقترح طريقًا يلبي معايير حتى

مع ضمان الراحة والأمان لمستعملي هذه الطريق.B40

الهدف من دراستنا هو:

- ضمان راحة وسلامة المستخدمين.
- تصحيح المنعطفات.
- تعزيز الطريق للمساهمة الهيكلية.
- اتساع الطريق

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

Etant donné que les voies de communications sont aujourd'hui les sources même du développement d'un pays, les recherches et les études sur les tracés linéaires (routes, autoroutes, …) ont pris une importance considérable à travers le monde.

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

Le réseau routier Algérien occupe une place stratégique dans notre système de transport, puisqu'il supporte plus de 85% du volume de transport de marchandise et de voyageurs, c'est par conséquent, un élément essentiel et fondamental dans le processus de développement du pays.

En vue de préserver ce patrimoine routier, l'état alloue annuellement des sommes qui, certes sont considérables mais restent toujours insuffisantes au vu de l'état actuel du réseau, pour s'en moderniser, lequel accuse des dégradations subies par l'ancienneté des routes et les techniques de construction utilisées.

Les structures de chaussées en place non renouvelées à ce jour représentent une grande majorité du réseau qui supporte l'intense trafic actuel, c'est ce qui a poussé à mener des études de renouvellement des chaussées dégradées selon l'intensité du trafic supporté ; pour celles menées sur quelques sections de route dont le trafic est inférieur à 3000 véhicules par jour ont montré que le taux de rentabilité pour les types de renforcement lourd est faible, d'autres part l'état de dégradation avancée de ces sections faisait que les travaux d' entretien classique ne soient plus suffisants. C'est précisément, ce type de route qu'il a été intéressant d'intégrer dans le cadre de la recherche d'une solution intermédiaire qui est la technique de réhabilitation :

Ce projet de réhabilitation étant nécessaire, compte tenu de :

- L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région.
- La demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.
- L'état dégradé de la route existante.

Problèmes de dépendances de la route aux actions de sécurité Le présent mémoire se compose de deux grandes parties. Dans la première partie nous étudierons la route existante tout en faisant ressortir les éléments ne respectant pas les normes du B40. Et dans la seconde partie nous feront tous les calculs nécessaires à la réhabilitation de notre tracé en dotant cette route des caractéristiques d'un chemin de wilaya.

I. CHAPITRE PRESENTATION DU PROJET

I.1 -PRESENTATION DU PROJET :

Le projet fait partie du réseau des routes de wilaya, c'est un tronçon de la CW 01 situé dans la wilaya de Tiaret reliant La ville de Tidda à la ville Meghila sur une longueur d'environ 17 kilomètres 300 m dans sa globalité.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies de la wilaya Tiaret.

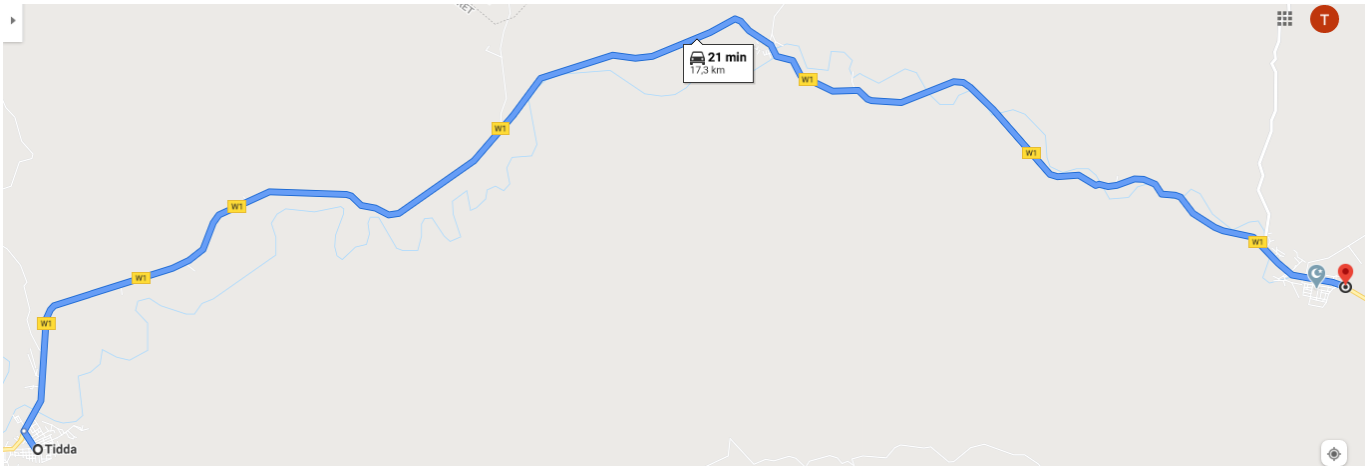


Figure 1:projet global.

I.2 -OBJECTIF DU PROJET :

Le projet de réhabilitation du chemin de wilaya CW01 a pour objectif de doter cette route des caractéristiques d'un chemin de wilaya. Cela se concrétise moyennant les actions suivantes:

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Réduire le nombre d'accidents au niveau de la CW01.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.

I.3 -PRESENTATION DE LA WILAYA

I.3.1 -Situation géographique

La ville de Tiaret est située sur le mont du Gezoul qui fait partie de la chaîne de l'Atlas tellien. Le Chef lieu de la wilaya est située à 361 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 20 050 km². Elle est limitée par plusieurs wilayas à savoir:

- les Wilayas de Tissemsilet et Relizane au Nord ;
- Laghouat et El-Bayadh au Sud ;
- les Wilayas de Mascara et Saida à l'Ouest ;
- la Wilaya de Djelfa à l'Est.

Figure 2:situation géographique de Tiaret

La wilaya de Tiaret a un caractère agro-pastoral. Avec une superficie agricole totale de 1.610.703 ha réparties à raison de 704.596 ha agricoles utiles dont 14.561 ha en irrigué et un million d'hectares en steppe, parcours, alfa et forêts, la Wilaya de Tiaret est dominée par le système «céréales- élevage » dont l'intégration constitue l'essentiel de la production agricole et de la croissance économique.

Sur les 704.596 ha utiles, 330.000 ha sont cultivés annuellement en céréales, fourrages et légumes-secs, 7000 ha en cultures maraîchères dont les 4/5 en pomme de terre et oignon, l'arboriculture fruitière occupe 6453 ha. Les effectifs ovins (700.000 têtes environ) et bovins (39200 têtes dont 25750 vaches laitières) représentent l'autre volet important du système de production agricole de la Wilaya.

I.3.2 -Situation démographique

La population totale de la wilaya est estimée à 888 220 habitants, soit une densité de 44 habitants par Km².

La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 30% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

I.3.2.1 -Le relief :

Au vu de son étendue, le relief de la Wilaya qui est hétérogène, est matérialisé par :

- Une zone de montage au Nord ;
- Des hautes plaines au Centre ;
- Des espaces semi-arides au Sud;

I.3.2.2 -Le climat :

Le climat dans la wilaya de Tiaret se caractérise par 02 périodes à savoir : un hiver rigoureux et un été chaud et sec avec une température moyenne de 37,2°C.

Un été chaud et sec avec une température moyenne de 24°C.

I.4 -RESEAU ROUTIER :

- Potentialités existantes :

- Routes nationales (RN) : 569 km
- Chemins de Wilaya (CW) : 708 km
- Chemins communaux (CC) : 1135 km

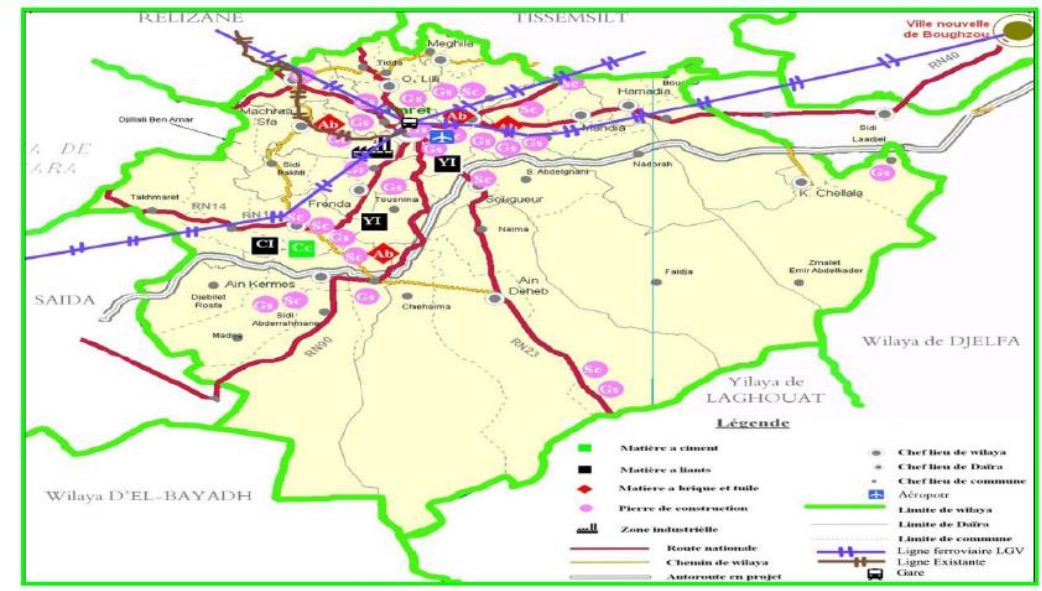


Figure 3:carte du réseau de la wilaya

Notre Tronçon :

Notre tronçon qui fait l'objet de notre étude est d'une longueur de plus de 04 kilomètres

Figure 4 :tronçon de notre projet

I.5 -DONNEES DE BASE

I.5.1 -Plan topographique :

- Topographie :

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique. Pour l'étude de la réhabilitation du CW 01, on a eu l'occasion de le récupérer auprès des services de la direction des travaux publics de la wilaya

Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question.

- Il représente la forme du sol et des détails qui s'y trouvent, donc il reflète la réalité du projet tel qu'il est avant conception.
- Le nivellement, partie nécessaire du levé, qui permet de donner une côte exacte des points dans chaque profil.
- Il permet d'avoir un devis quantitatif plus exact.

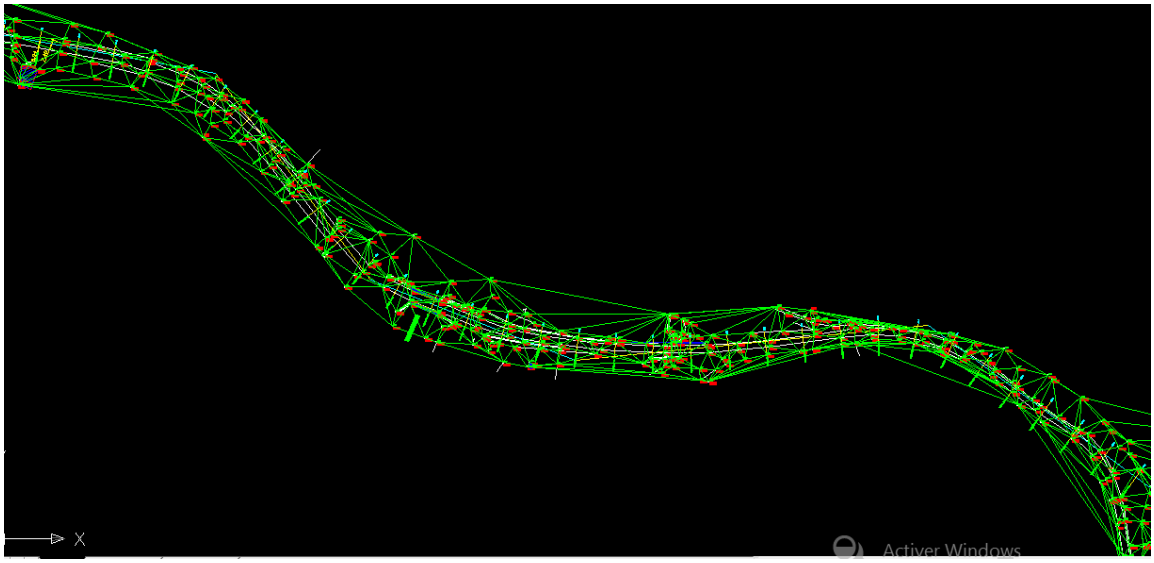


Figure 5 :plan topographique de notre tronçon

Trafic

- TMJA = 4200 V/J
- Pourcentage de poids lourds : 20 %
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée d'étude et d'exécution : 3 ans
- Durée de vie : 20 ans

Indice CBR : I = 7

I.6 -CATEGORIE DE LA ROUTE

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservie par la route.

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles et sont comme suit :

Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.

Catégorie 2 : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

Catégorie 3 : Liaison des chefs lieux de daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2

Catégorie 4: Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.

Catégorie 5 : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes La catégorie de notre route est : **catégorie 3.**

II. CHAPITRE L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

II.1 -INTRODUCTION

L'étude de la route existante nous mènera sans doute à connaitre les causes qui nous ont poussé à opter pour une réhabilitation du chemin de wilaya CW01. Et pour cela nous essayerons de faire ressortir tous les paramètres ne respectant pas les normes du B40.

Notre tronçon est d'une longueur d'environ **4 km** se composée de **27** virages qui représentent un grand danger où on a constaté des accidents mortels au niveau de ces virages. La largeur de la chaussée est entre 4 et 5m.

Notre étude est axée sur les différentes étapes suivantes :

- Les différentes étapes :

- Tracer l'axe de la route existante
- Détermination des coordonnées définissant cet axe
- Détermination des rayons des parties circulaires
- Calcul des éléments des raccordements circulaires
- Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- L'environnement de la route
    - Dénivelée cumulée
    - Sinuosité
- Vitesse de référence Vr
- Calcul des rayons en plan RHm, RHN, RHd et RHnd
- Conclusion

La route existante :

Dans cette partie on calculera tous les éléments géométriques nécessaires de ce tronçon et on comparera les résultats trouvés aux normes du B40 afin de tirer les conclusions est connaitre les causes de la réhabilitation de cette route.

II.2 - DETERMINATION DES COORDONNEES DES SOMMETS

Dans cette partie on relèvera à partir du tracé en plan numérique, les coordonnées planimétriques définissant l'axe de la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule, les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits ainsi que les distances de ces alignements, on détermine ensuite les angles au centre de chaque raccordement.

II.3 - CALCUL DE GISEMENT DE DISTANCE ET DES ANGLES AU CENTRE :

a- Gisement

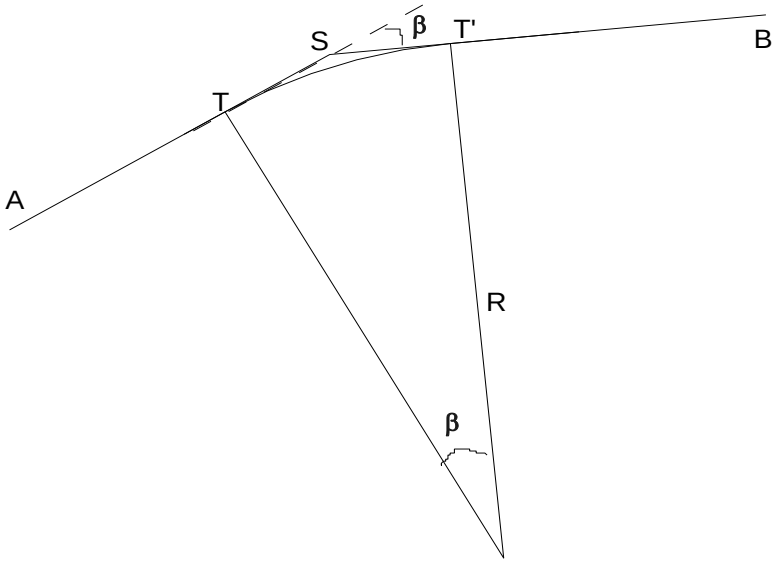


Figure 6:Détermination de l'angle au centre

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

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S_1S_2

$$G_{S1S2} = \text{arctg}\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \text{arctg}\frac{X_{S2} - X_{S1}}{Y_{S2} - Y_{S1}}$$

b- Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S2} - X_{S1})^2 + (Y_{S2} - Y_{S1})^2}$$

c- L'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par :$\beta = G_{SB} - G_{AS}$DETERMINATION

II.4 - DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS :

II.4.1.1-Formules De Calculs Des Eléments De Raccordement Circulaire :

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

La Bissectrice $Biss = R.\left(\frac{1}{\cos\frac{\beta}{2}} - 1\right)$

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

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

Application au projet :

II.5 - COORDONNEES PLANIMETRIQUES DES SOMMETS DEFINISSANT L'AXE :

La route existante composée de 27 virages. Les coordonnées planimétriques des sommets définissant l'axe sont illustrées dans le tableau suivant :

Sommet	X (m)	Y (m)
A	109513,191	5510,1301
S1	109669,112	5525,6242
S2	109830,966	5537,7058
S3	110059,912	5563,3157
S4	110124,946	5553,3237
S5	110210,562	5480,0313
S6	110262,605	5370,8288
S7	110317,553	5288,2239
S8	110380,77	5174,4134
S9	110642,433	4590,4657
S10	110705,67	4444,8055
S11	110746,461	4376,1002
S12	110812,796	4327,5618
S13	111049,043	4283,4146
S14	111117,872	4196,8943
S15	111174,071	4122,5956

S16	111281,443	4080,8617
S17	111311,067	4074,8881
S18	111415,569	4062,365
S19	111615,176	4087,7729
S20	111763,149	3978,877
S21	111784,118	3855,5498
S22	111926,467	3806,5251
S23	111989,137	3758,1865
S24	112034,482	3591,1763
S25	112288,545	3305,4445
S26	112405,592	3264,9846
S27	112496,242	3211,0054
B	112568,412	3164,1171

Tableau 1: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

II.6 -CALCUL DE GISEMENTS, D'ANGLES AU CENTRE ET DE DISTANCES :

Direction	Δ X (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	155,92	15,49	93,6945			156,69
S1-S2	161,85	12,08	95,2568	β1	1,5623	162,30
S2-S3	228,95	25,61	92,9082	β2	2,3486	230,37
S2-S4	65,03	-9,99	109,7053	β3	16,7971	65,80
S4-S5	85,62	-73,29	145,0726	β4	35,3673	112,70
S5-S6	52,04	-109,20	171,6877	β5	26,6151	120,97
S6-S7	54,95	-82,60	162,6319	β6	9,0558	99,21
S7-S8	63,22	-113,81	167,7216	β7	5,0897	130,19
S8-S9	261,66	-583,95	173,1813	β8	5,4597	639,89
S9-S10	63,24	-145,66	173,9246	β9	0,7433	158,80
S10-S11	40,79	-68,71	165,8913	β10	8,0333	79,90
S11-S12	66,34	-48,54	140,2150	β11	25,6763	82,20
S12-S13	236,25	-44,15	111,7608	β12	28,4542	240,34
S13-S14	68,83	-86,52	157,2186	β13	45,4578	110,56
S14-S15	56,20	-74,30	158,7739	β14	1,5553	93,16
S15-S16	107,37	-41,73	123,6004	β15	35,1735	115,20
S16-S17	29,62	-5,97	112,6673	β16	10,9331	30,22
S17-S14	104,50	-12,52	107,5928	β17	5,0745	105,25
S10-S19	199,61	25,41	91,9398	β18	15,6530	201,22
S19-S20	147,97	-108,90	140,3889	β19	48,4491	183,72
S20-S21	20,97	-123,33	189,2782	β20	48,8893	125,10
S21-S22	142,35	-49,02	121,1152	β21	68,1630	150,55
S22-S23	62,67	-48,34	141,8262	β22	20,7110	79,15
S23-S24	45,35	-167,01	183,1219	β23	41,2957	173,06
S24-S25	254,06	-285,73	153,7307	β24	29,3912	382,35
S25-S26	117,05	-40,46	121,1876	β25	32,5431	123,84
S26-S27	90,65	-53,98	134,1916	β26	13,0040	105,50
S27-B	72,17	-46,89	136,6796	β27	2,4880	86,06

Tableau 2: gisement, distance de la route existante

-LES RAYONS EN PLAN :

Rayon en plan (m)					
R1	5000	R10	300	R19	150
R2	4000	R11	140	R20	90
R3	220	R12	100	R21	60
R4	120	R13	200	R22	200
R5	300	R14	200	R23	110
R6	400	R15	130	R24	200
R7	200	R16	100	R25	240
R8	800	R17	200	R26	500
R9	5000	R18	630	R27	1000

Tableau 3 : rayons "route existante"

II.6.1 - CALCULS DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES :

Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
5000	61,35	122,70	0,38	0,38
4000	73,79	147,57	0,68	0,68
220	29,19	58,05	1,93	1,91
120	34,22	66,67	4,78	4,60
300	63,64	125,42	6,68	6,53
400	28,50	56,90	1,01	1,01
200	8,00	15,99	0,16	0,16
800	34,33	68,61	0,74	0,74
5000	29,19	58,38	0,09	0,09
300	18,95	37,86	0,60	0,60
140	28,62	56,47	2,90	2,84
100	22,73	44,70	2,55	2,49
200	74,60	142,81	13,46	12,61
200	2,44	4,89	0,01	0,01
130	36,86	71,83	5,12	4,93
100	8,61	17,17	0,37	0,37
200	7,98	15,94	0,16	0,16
630	77,84	154,90	4,79	4,75
150	60,00	114,16	11,56	10,73
90	36,36	69,12	7,07	6,55
60	35,59	64,24	9,76	8,39
200	32,82	65,07	2,68	2,64
110	36,98	71,35	6,05	5,74
200	47,01	92,34	5,45	5,30
240	62,71	122,68	8,06	7,80
500	51,24	102,13	2,62	2,61
1000	19,54	39,08	0,19	0,19
Σ	1023,09 m	2007,03 m		

Tableau 4 : les éléments de raccordement

II.7 - LONGUEUR TOTALE DU TRONÇON

Longueur des alignements droits	2298,12 m
Longueur des courbes	2007,03 m
Longueur Totale: Lt	4305,15 m

Tableau 5 :longueur totale du tronçon

II.7.1 - Pourcentage en alignement droit et courbe

Longueur Totale: Lt	4305,15 m
Pourcentage en alignement droit	53%
Pourcentage en Courbe	47%

Tableau 6 :pourcentage en alignement droit et courbe

II.7.2 -ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE EXISTANTE :

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

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

Tableau 7:Environnement de la route

II.7.3 -Dénivelée cumulée moyenne

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40)

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i>0} P_i \ell_i + \sum_{P_i<0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	Dc ≤ 1.5%
2	Terrain Vallonné	1.5% < DC ≤ 4%
3	Terrain montagneux	Dc > 4%

Tableau 8:Type de topographie

Sinuosité :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse Ls sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse Ls est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

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

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

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

Tableau 9: Sinuosité

Application au projet:

II.8 -DENIVELEE CUMULEE MOYENNE :

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dn i (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	583,58	
1	30,00	30,00	582,70	-0,87
2	60,00	30,00	582,33	-0,37
3	90,00	30,00	582,04	-0,29
4	120,00	30,00	581,76	-0,28
5	150,00	30,00	581,94	0,18
6	180,00	30,00	582,29	0,35
7	210,00	30,00	581,09	-1,20
8	240,00	30,00	579,86	-1,24
9	270,00	30,00	581,24	1,39
10	300,00	30,00	581,94	0,70
11	330,00	30,00	582,92	0,98
12	360,00	30,00	583,65	0,72
13	390,00	30,00	584,53	0,88
14	420,00	30,00	585,72	1,19
15	450,00	30,00	587,13	1,41
16	480,00	30,00	589,02	1,89
17	510,00	30,00	591,38	2,35
18	540,00	30,00	594,55	3,17
19	570,00	30,00	597,54	2,99
20	600,00	30,00	600,60	3,06
21	630,00	30,00	602,60	2,00

22	660,00	30,00	604,07	1,47
23	690,00	30,00	605,17	1,11
24	720,00	30,00	606,25	1,07
25	750,00	30,00	607,39	1,14
26	780,00	30,00	607,17	-0,22
27	810,00	30,00	606,30	-0,87
28	840,00	30,00	605,31	-0,99
29	870,00	30,00	604,02	-1,29
30	900,00	30,00	601,53	-2,49
31	930,00	30,00	599,47	-2,07
32	960,00	30,00	596,95	-2,51
33	990,00	30,00	594,42	-2,53
34	1020,00	30,00	592,94	-1,48
35	1050,00	30,00	591,35	-1,59
36	1080,00	30,00	589,42	-1,94
37	1110,00	30,00	587,78	-1,63
38	1140,00	30,00	587,44	-0,34
39	1170,00	30,00	589,16	1,72
40	1200,00	30,00	590,03	0,87
41	1230,00	30,00	590,48	0,45
42	1260,00	30,00	590,75	0,27
43	1290,00	30,00	591,24	0,48
44	1320,00	30,00	592,17	0,93
45	1350,00	30,00	593,18	1,01
46	1380,00	30,00	593,96	0,78
47	1410,00	30,00	594,82	0,85
48	1440,00	30,00	595,38	0,56
49	1470,00	30,00	595,86	0,48
50	1500,00	30,00	595,98	0,13
51	1530,00	30,00	596,23	0,25
52	1560,00	30,00	596,34	0,10
53	1590,00	30,00	596,62	0,29
54	1620,00	30,00	597,06	0,44
55	1650,00	30,00	597,44	0,38
56	1680,00	30,00	598,00	0,56
57	1710,00	30,00	598,23	0,23
58	1740,00	30,00	598,52	0,29
59	1770,00	30,00	599,09	0,56
60	1800,00	30,00	599,83	0,74
61	1830,00	30,00	600,70	0,87
62	1860,00	30,00	601,98	1,28
63	1890,00	30,00	602,92	0,94
64	1920,00	30,00	603,10	0,17
65	1950,00	30,00	603,73	0,63
66	1980,00	30,00	603,56	-0,17
67	2010,00	30,00	603,10	-0,46
68	2040,00	30,00	602,90	-0,20
69	2070,00	30,00	602,87	-0,03

70	2100,00	30,00	602,70	-0,17
71	2130,00	30,00	602,72	0,03
72	2160,00	30,00	602,76	0,04
73	2190,00	30,00	602,76	0,00
74	2220,00	30,00	602,77	0,01
75	2250,00	30,00	602,30	-0,47
76	2280,00	30,00	601,66	-0,64
77	2310,00	30,00	600,70	-0,96
78	2340,00	30,00	600,31	-0,39
79	2370,00	30,00	600,03	-0,27
80	2400,00	30,00	600,82	0,78
81	2430,00	30,00	600,42	-0,40
82	2460,00	30,00	600,41	-0,01
83	2490,00	30,00	600,42	0,00
84	2520,00	30,00	600,76	0,34
85	2550,00	30,00	601,84	1,09
86	2580,00	30,00	604,57	2,73
87	2610,00	30,00	607,42	2,85
88	2640,00	30,00	609,94	2,52
89	2670,00	30,00	611,10	1,16
90	2700,00	30,00	611,87	0,77
91	2730,00	30,00	613,09	1,22
92	2760,00	30,00	614,58	1,49
93	2790,00	30,00	615,88	1,30
94	2820,00	30,00	616,71	0,83
95	2850,00	30,00	615,06	-1,64
96	2880,00	30,00	614,27	-0,79
97	2910,00	30,00	613,59	-0,68
98	2940,00	30,00	612,55	-1,04
99	2970,00	30,00	613,48	0,93
100	3000,00	30,00	614,22	0,74
101	3030,00	30,00	614,86	0,64
102	3060,00	30,00	614,46	-0,40
103	3090,00	30,00	613,13	-1,34
104	3120,00	30,00	611,05	-2,07
105	3150,00	30,00	608,40	-2,66
106	3180,00	30,00	606,78	-1,61
107	3210,00	30,00	604,61	-2,17
108	3240,00	30,00	603,43	-1,18
109	3270,00	30,00	604,91	1,48
110	3300,00	30,00	608,17	3,25
111	3330,00	30,00	610,60	2,43
112	3360,00	30,00	612,73	2,13
113	3390,00	30,00	614,46	1,73
114	3420,00	30,00	615,38	0,92
115	3450,00	30,00	615,47	0,09
116	3480,00	30,00	615,43	-0,05
117	3510,00	30,00	615,98	0,55

118	3540,00	30,00	616,46	0,49
119	3570,00	30,00	616,82	0,36
120	3600,00	30,00	616,82	0,00
121	3630,00	30,00	616,77	-0,05
122	3660,00	30,00	617,96	1,19
123	3690,00	30,00	618,94	0,99
124	3720,00	30,00	620,87	1,93
125	3750,00	30,00	622,42	1,55
126	3780,00	30,00	624,30	1,88
127	3810,00	30,00	626,34	2,04
128	3840,00	30,00	627,58	1,25
129	3870,00	30,00	628,71	1,13
130	3900,00	30,00	629,17	0,46
131	3930,00	30,00	629,38	0,21
132	3960,00	30,00	629,82	0,45
133	3990,00	30,00	630,05	0,22
134	4020,00	30,00	630,05	0,01
135	4050,00	30,00	629,62	-0,44
136	4080,00	30,00	629,31	-0,30
137	4110,00	30,00	627,51	-1,80
138	4140,00	30,00	625,40	-2,11
139	4170,00	30,00	623,51	-1,89
140	4200,00	30,00	621,68	-1,83
141	4230,00	30,00	619,72	-1,96
142	4260,00	30,00	619,33	-0,38
143	4290,00	30,00	619,37	0,04
B	4305,09	15,09	618,70	-0,67
			Σ	35,13
			D cumulée	0,82%

Tableau 10 : dénivelée cumulée moyenne

Dc = 0,82%

Dc = 0.82%< 1.5 %

donc :**Le terrain est : Plat**

Sinuosité : $\sigma = \frac{Ls}{L}$

Avec :

Ls : la somme des développées des rayons inferieur ou égale à 200m

L : la longueur total de la route

Ls = ΣD (R ≤ 200 m)

Application numérique :

Ls = 912.75 m Lt = 4305.15 m

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{912.75}{4305.15} = 0.21$$

$0.10 < 0.21 \leq 0.30$ → **Sinuosité moyenne**

Dans notre cas nous avons :

Terrain est: Plat

Sinuosité : Sinuosité moyenne

L'environnement de la route existante est : **E2**

II.9 - VITESSE DE REFERENCE :

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

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse de référence.

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

Tableau 11:Vitesse de référence

Application au projet:

Vitesse de référence :

L'environnement : E2
Catégorie 3

Vitesse Vr = 60 km/h

II.10 -COURBES EN PLAN :

Le rayon minimal absolu RHm

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

$$RHm = \frac{Vr^2\ (Km/h)}{127(d + ft)}$$

Le rayon minimal normal RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à dmax – 2% pour les catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à 6% (= dmax -3%) pour la catégorie 5.

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

Le rayon au devers minimal RHd

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

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

Le rayon non déversé RHnd

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

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

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

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

Tableau 12: Dévers

Détermination du coefficient transversal f_t :

Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1
CAT 3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

Tableau 13: Valeur du coefficient ft

Détermination ducoefficient F’ en fonction de la catégorie :

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F’’	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

Tableau 14:Valeur du coefficient "f ‘’

Application au projet:

II.11 - Courbes en plan

Détermination des dévers d_{max} et d_{min}

Dévers	Cat3
dmin	-3,0%
dmax	8,0%
ft =	0,18
F" =	0,07

Tableau 15: Détermination des devers max et min

Rayon en plan

Rayons en plan	Calculés	Normes B40
RHm =	109,02 m	115 m
RHN =	209,97 m	220 m
RHd =	472,44 m	450 m
RHnd =	708,66 m	700 m

Tableau 16:récapitulatif des rayons en plan

II.12 - ETUDE DU TRAFIC :

II.12.1 -INTRODUCTION :

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

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

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

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

II.12.2 -ANALYSE DU TRAFIC EXISTANT :

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.

II.12.3 -La Mesure Des Trafics

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages
- Les enquêtes

-Les Comptages :

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

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

a)-Les comptages manuels :

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

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

b)- Les 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 :

Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires : s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période ou le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

L'inconvénient de cette méthode : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

Les Enquêtes :

a)-Les Enquêtes Origine Destination :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

b)-Les Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

Les avantages de la méthode : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

c)-Relevé des plaques minéralogiques

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

d)- Interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques

minutes sous peines d'irriter l'usager) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

e)-Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

II.12.4 -DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC

II.12.4.1-Trafic normal :

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

II.12.4.2-Trafic dévié :

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

II.12.4.3-Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuer et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- 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.

II.12.4.4 -Trafic total

C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

II.13 CALCUL DE LA CAPACITE

II.13.1 -Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer.

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies)

II.13.1.1- Projection Future Du Trafic :

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

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

Avec : TJMAh : le trafic à l'année horizon.

$TJMA_o$: le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

τ : taux d'accroissement du trafic (%).

II.13.1.2- Calcul du trafic effectif :

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

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z]\ TJMAh$$

Avec : T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend

Environnement	coefficient d'équivalence : P
E1	2,00
E2	4,00
E3	10,00

Tableau 17: coefficient d'équivalence

II.13.1.3-Débit De Pointe Horaire Normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule :

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

Avec : Q : débit de pointe horaire

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

Teff : trafic effectif

II.13.1.4 -Débit Horaire Admissible :

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

$$Q_{adm} = K_1 K_2 . C_{th}$$

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 18:Valeur de K1

Environnement	1	2	3	4	5
E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 19:valeur de K2

II.13.1.5 -Détermination Nombre Des Voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : on compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q.
- Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S.Q/Q_{adm.}$

Avec : Q_{adm} : débit admissible par voie

S : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3

II.13.2 -APPLICATION AU PROJET

II.13.3 -Les données du trafic :

- TJMA= 4200 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds %PL = 20%
- La durée de vie estimée de 20 ans
- Année de mise en service : 3

II.13.3.1 -Trafic à l'année de mise en service :

$T_1 = T_0 (1 + \tau)^3 = 4200 (1 + 0.04)^3 = 4724$ V / J

II.13.3.2 -Le trafic de l'année horizon à la 20ème année « durée de vie »:

$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 4724 (1 + 0.04)^{20} = 10352$ VPL/J

$$T_{20} = 10352 \text{ UVP/J}$$

$Teff = [(1 – Z) + P.Z] \times T_{10}$

Les valeurs de P « coefficient d'équivalence » sont données par le tableau des normes B40.

Pour notre cas : P = 2 (Environnement 1)

$Teff = [(1 – 0.20) + 2 \times 0.20] \times 10352$

$$Teff = 12422 \text{V/j}$$

1/n=0.12

$Q_{Horizon} = 0.12$ Teff

$Q = 0.12 \times 12422 = 1491$

$$Q = 1491 \text{UVP/h}$$

II.13.3.3 -Débit admissible « d » :

$$d = K_1 . K_2 . Cth .$$

Les valeurs de K_1 sont données par le tableau B40, elles sont en fonction du niveau de service (environnement, catégorie).

K_1 : coefficient dépendant de l'environnement

K_2 : coefficient de réduction

Les valeurs de K_1 sont les suivants :

Catégorie 1 et Environnement 1 $\Rightarrow$ $K_1 = 0.75$, $K_2 = 1$

Pour la chaussée bidirectionnelle : Cth = Q Horizon

$$Cth = 1800 \text{ UVP/h}$$

$d = 0.75 \times 1.00 \times 1800 = 1350$ UVP/J

$$d = 1350 \text{ UVP/J}$$

Nombre de voies :

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d} = \frac{2}{3} \times \frac{1491}{1350} = 0.74 \approx 1 \text{ voies / sens}$$

II.14 -CONCLUSION

L'étude de la route existante nous a permis de relever ce qui suit :

- Le nombre de virage est de 27
- La route est d'une sinuosité moyenne.
- Cinq (05) sont inférieurs au RHm
- La largeur de la chaussée varie en 4 et 5 m

On a aussi constaté que la chaussée existante est en mauvais état dans son ensemble sauf quelques points de l'axe.

Et enfin pour assurer la sécurité et le confort et donner à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter, cette route doit être aménagé afin de réduire au maximum le nombre de virage d'une part et de renforcer le corps de chaussée d'autre part.

A cet effet la réhabilitation de cette route est donc justifiée

Dans la partie qui suit, nous proposerons une solution tout en optant pour le tracé que nous jugerons meilleur.

III.CHAPITRE REHABILITATION DE LA ROUTE

III.1 INTRODUCTION

Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir les trois éléments géométriques simples qui la composent :

1. le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
2. 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.
3. 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 usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

III.2 -TRACE EN PLAN

III.2.1 -Définition du tracé en plan

Le tracé en plan est une projection de la route sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée, il est constitué d'une succession de droites, raccordés par arcs de cercle. Il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurité et de confort.

L'inconfort de l'usager est d'autant plus important que le rayon des courbes est plus faible, que l'on suppose la courbe parcourue à la vitesse maximale réglementaire ou à la vitesse effectivement adoptée par les usagers (plus faible pour les petits rayons). Cela conduit, en fonction de la catégorie de route, à fixer des, rayons minimaux

Cependant l'utilisation fréquente ou systématique de grands rayons de courbure peut se révéler néfaste en aboutissant à une limitation des possibilités de dépassement sûr, et en encourageant les usagers à pratiquer une vitesse continûment élevée.

D'autre part, dans certaines conditions (liées notamment au tracé situé en amont), les courbes de faible rayon peuvent créer des problèmes de sécurité, ce qui conduit à ne les utiliser qu'en respectant certaines contraintes relatives à l'enchaînement des éléments du tracé en plan.

III.3-REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE 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 suit, 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'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

III.3.1 -Devers en alignement

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- Paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface

III.3.2 -Devers vcers l'intérieur des courbes

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.

Le devers minimal nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

Le devers maximal admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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

Tableau 19: Devers en fonction de l'environnement

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 :

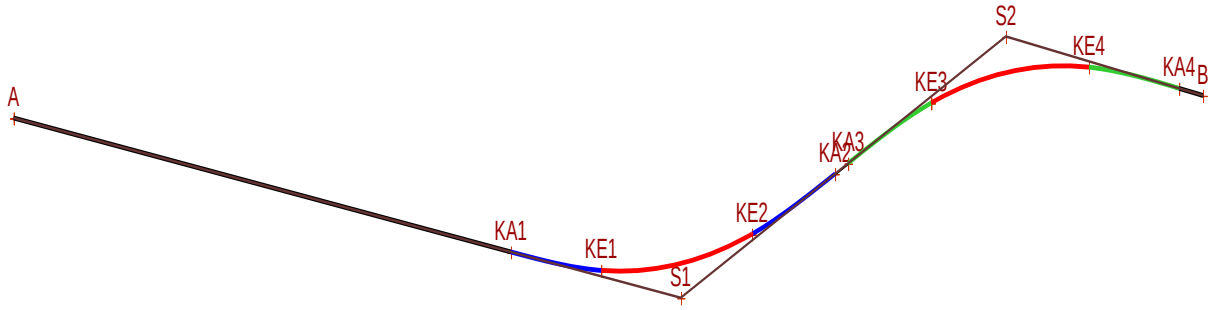


Figure 7:les éléments d'un tracé en plan

Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

A- Tracé en plan :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route
- Détermination des angles au centre des parties circulaires
- L'environnement de la route
    - Dénivelée cumulée
    - Sinuosité
- Détermination de la vitesse de référence Vr
- Calculs des rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd
- Choix des rayons
    - Calcul des devers associées aux rayons
    - Calcul de tous les éléments des raccordements circulaires ainsi que le pourcentage d'alignement droit et courbe.
- Passage des raccordements circulaires aux raccordements progressifs
    - Calcul des éléments de chaque clothoide
    - Calcul des devers associées

B- Profil en long
C- Profil en travers
D- Cubatures
E- Signalisation

Application au projet

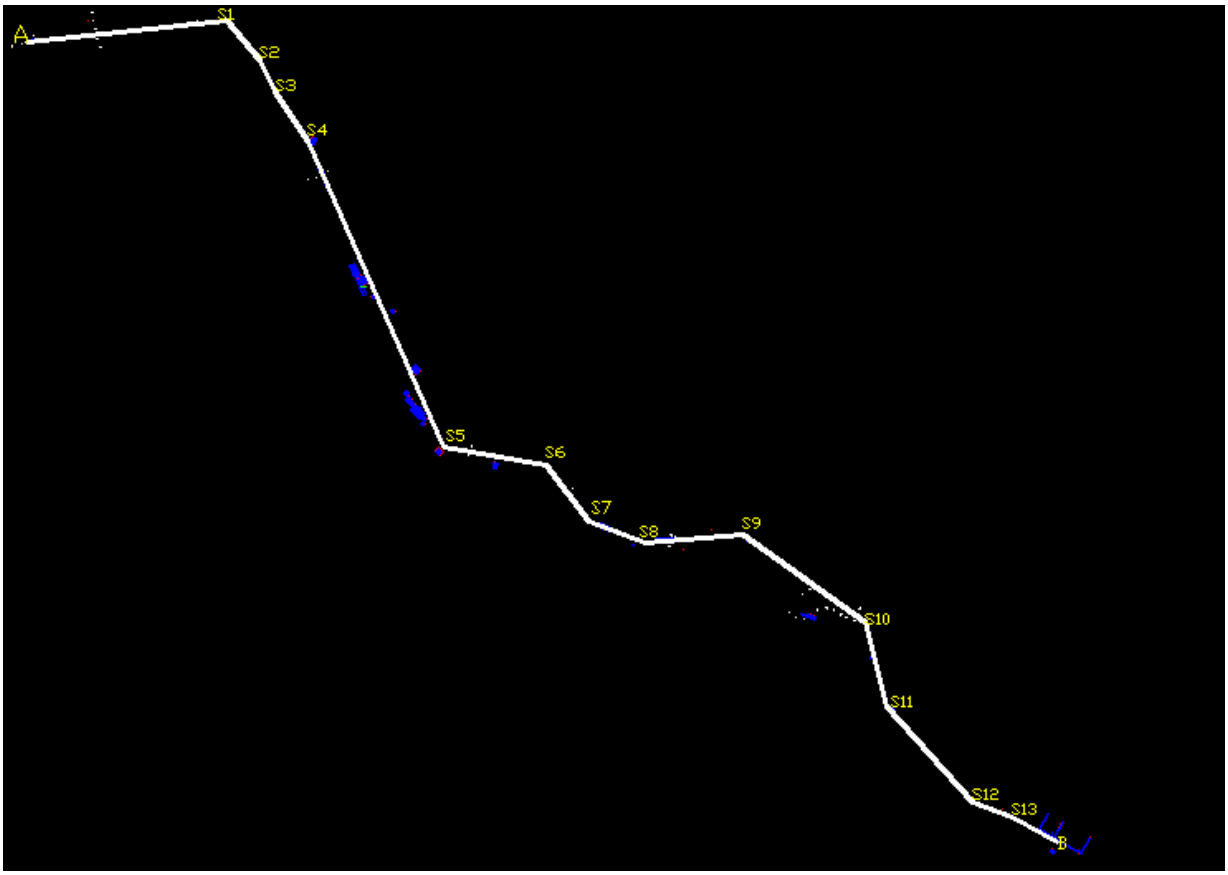


Figure 8:tracé en plan

III.4 -COORDONNEES PLANIMETRIQUE DEFINISSANT L'AXE

Sommet	X (m)	Y (m)
A	109546,4051	5510,3980
S1	110124,6514	5569,8383
S2	110220,2609	5457,4027
S3	110265,2628	5365,9982
S4	110362,1887	5221,9954
S5	110751,9717	4339,9112
S6	111050,8490	4286,4272
S7	111174,9069	4122,4137
S8	111337,1182	4058,2877
S9	111618,6994	4085,9386
S10	111970,6046	3828,8268
S11	112036,2734	3585,2964
S12	112282,3791	3308,5137
S13	112399,4417	3268,4157
B	112525,7917	3193,7783

Tableau 20: Coordonnée planimétrique de la route réhabilitée

III.5-ENVIRONNEMENT DENIVELEE CUMULEE :

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dn i (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	582,71	
1	30,00	30,00	582,39	-0,31
2	60,00	30,00	582,07	-0,33
3	90,00	30,00	581,92	-0,15
4	120,00	30,00	582,01	0,10
5	150,00	30,00	582,41	0,39
6	180,00	30,00	581,00	-1,41
7	210,00	30,00	579,86	-1,14
8	240,00	30,00	581,34	1,48
9	270,00	30,00	582,10	0,76
10	300,00	30,00	582,99	0,89
11	330,00	30,00	583,72	0,73
12	360,00	30,00	584,63	0,92
13	390,00	30,00	585,85	1,22
14	420,00	30,00	587,27	1,42
15	450,00	30,00	589,21	1,94
16	480,00	30,00	591,74	2,53
17	510,00	30,00	594,84	3,09
18	540,00	30,00	597,84	3,00
19	570,00	30,00	600,73	2,89
20	600,00	30,00	602,79	2,06
21	630,00	30,00	604,16	1,37
22	660,00	30,00	605,39	1,24
23	690,00	30,00	606,32	0,92
24	720,00	30,00	606,84	0,52
25	750,00	30,00	607,32	0,49
26	780,00	30,00	606,18	-1,15
27	810,00	30,00	605,10	-1,07
28	840,00	30,00	603,97	-1,13
29	870,00	30,00	601,44	-2,53
30	900,00	30,00	599,23	-2,21
31	930,00	30,00	596,75	-2,48
32	960,00	30,00	594,00	-2,76
33	990,00	30,00	592,78	-1,21
34	1020,00	30,00	591,20	-1,59
35	1050,00	30,00	589,20	-1,99
36	1080,00	30,00	587,65	-1,55
37	1110,00	30,00	587,64	-0,01
38	1140,00	30,00	589,22	1,58
39	1170,00	30,00	590,09	0,87
40	1200,00	30,00	590,52	0,43

41	1230,00	30,00	590,71	0,19
42	1260,00	30,00	591,29	0,58
43	1290,00	30,00	592,19	0,90
44	1320,00	30,00	593,26	1,07
45	1350,00	30,00	594,02	0,77
46	1380,00	30,00	594,87	0,85
47	1410,00	30,00	595,43	0,56
48	1440,00	30,00	595,89	0,46
49	1470,00	30,00	596,01	0,12
50	1500,00	30,00	596,23	0,22
51	1530,00	30,00	596,38	0,15
52	1560,00	30,00	596,68	0,30
53	1590,00	30,00	597,08	0,39
54	1620,00	30,00	597,53	0,45
55	1650,00	30,00	598,07	0,55
56	1680,00	30,00	598,31	0,23
57	1710,00	30,00	598,60	0,29
58	1740,00	30,00	599,26	0,66
59	1770,00	30,00	599,87	0,61
60	1800,00	30,00	600,79	0,92
61	1830,00	30,00	602,01	1,22
62	1860,00	30,00	603,05	1,04
63	1890,00	30,00	603,33	0,28
64	1920,00	30,00	603,79	0,46
65	1950,00	30,00	603,57	-0,22
66	1980,00	30,00	603,03	-0,54
67	2010,00	30,00	602,85	-0,18
68	2040,00	30,00	602,74	-0,11
69	2070,00	30,00	602,51	-0,23
70	2100,00	30,00	602,67	0,17
71	2130,00	30,00	602,71	0,03
72	2160,00	30,00	602,75	0,04
73	2190,00	30,00	602,58	-0,17
74	2220,00	30,00	602,19	-0,38
75	2250,00	30,00	601,52	-0,67
76	2280,00	30,00	600,18	-1,34
77	2310,00	30,00	600,29	0,11
78	2340,00	30,00	599,98	-0,31
79	2370,00	30,00	600,78	0,79
80	2400,00	30,00	600,28	-0,49
81	2430,00	30,00	600,65	0,37
82	2460,00	30,00	600,32	-0,33

83	2490,00	30,00	600,83	0,51
84	2520,00	30,00	602,04	1,21
85	2550,00	30,00	604,85	2,81
86	2580,00	30,00	607,65	2,80
87	2610,00	30,00	610,24	2,59
88	2640,00	30,00	611,19	0,95
89	2670,00	30,00	611,93	0,73
90	2700,00	30,00	613,00	1,08
91	2730,00	30,00	614,53	1,52
92	2760,00	30,00	615,07	0,54
93	2790,00	30,00	616,28	1,21
94	2820,00	30,00	615,19	-1,09
95	2850,00	30,00	614,18	-1,01
96	2880,00	30,00	613,55	-0,63
97	2910,00	30,00	613,05	-0,50
98	2940,00	30,00	613,50	0,45
99	2970,00	30,00	614,35	0,85
100	3000,00	30,00	614,80	0,45
101	3030,00	30,00	614,35	-0,46
102	3060,00	30,00	615,50	1,15
103	3090,00	30,00	623,00	7,50
104	3120,00	30,00	628,62	5,62
105	3150,00	30,00	633,01	4,39
106	3180,00	30,00	622,49	-10,53
107	3210,00	30,00	606,74	-15,74
108	3240,00	30,00	605,11	-1,63
109	3270,00	30,00	605,05	-0,06
110	3300,00	30,00	609,08	4,03
111	3330,00	30,00	613,43	4,35
112	3360,00	30,00	615,35	1,92
113	3390,00	30,00	615,44	0,09
114	3420,00	30,00	615,44	0,00
115	3450,00	30,00	615,89	0,45
116	3480,00	30,00	616,52	0,63
117	3510,00	30,00	616,82	0,30
118	3540,00	30,00	616,94	0,12
119	3570,00	30,00	616,83	-0,11
120	3600,00	30,00	618,03	1,20
121	3630,00	30,00	618,86	0,83
122	3660,00	30,00	620,94	2,09
123	3690,00	30,00	622,29	1,35
124	3720,00	30,00	624,11	1,82

125	3750,00	30,00	626,28	2,17
126	3780,00	30,00	627,47	1,19
127	3810,00	30,00	628,51	1,04
128	3840,00	30,00	629,35	0,84
129	3870,00	30,00	629,34	-0,01
130	3900,00	30,00	629,79	0,45
131	3930,00	30,00	630,06	0,27
132	3960,00	30,00	630,00	-0,07
133	3990,00	30,00	629,68	-0,31
134	4020,00	30,00	629,26	-0,42
135	4050,00	30,00	627,62	-1,64
136	4080,00	30,00	625,57	-2,05
137	4110,00	30,00	623,70	-1,87
138	4140,00	30,00	621,89	-1,81
139	4170,00	30,00	619,78	-2,11
B	4197,79	27,79	619,42	-0,36
			Σ	36,72
			D cumulée	0,87%

Décumulée =	0,87%	Terrain Plat

Tableau 21: Dénivelée cumulée de la route réhabilitée

Sinuosité

Ls	786,73 m	
σ =	0,19	moyenne

Terrain Plat Sinuosité Faible	E2

Vitesse de référence

CAT 3 Env E2	Vr	60 km/h

Devers

Dévers	cat1
dmin	-3,0%
dmax	8,0%
ft	0,180
F"	0,070

Tableau 22: détermination des devers max et min

Rayon en Plan normés

Rayons en plan	Calculés	Normes B40
RHm =	109,02 m	115 m
RHN =	209,97 m	220 m
RHd =	472,44 m	450 m
RHnd =	708,66 m	700 m

Tableau 23:Rayons en plan normés

Rayons choisis

Rayons en plan choisis (m)					
R1	160	R6	200	R11	200
R2	280	R7	200	R12	250
R3	280	R8	350	R13	260
R4	1000	R9	130		
R5	190	R10	450		

Tableau 24: Rayons en plan choisis

Calculs des Gisements des alignements droits, les angles au centre et les distances :

Direction	Δ X	ΔY	Gisements (m)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	578,25	59,44	93,4788			581,29
S1-S2	95,61	-112,44	155,1376	b1	61,6588	147,59
S2-S3	45,00	-91,40	170,8747	b2	15,7371	101,88
S2-S4	96,93	-144,00	162,2846	b3	8,5901	173,58
S4-S5	389,78	-882,08	173,5110	b4	11,2264	964,37
S5-S6	298,88	-53,48	111,2730	b5	62,2380	303,63
S6-S7	124,06	-164,01	158,7740	b6	47,5010	205,65
S7-S8	162,21	-64,13	123,9667	b7	34,8073	174,43
S8-S9	281,58	27,65	93,7685	b8	30,1982	282,94
S9-S10	351,91	-257,11	140,1699	b9	46,4014	435,83
S10-S11	65,67	-243,53	183,2322	b10	43,0623	252,23
S11-S12	246,11	-276,78	153,7307	b11	29,5015	370,37
S12-S13	117,06	-40,10	121,0090	b12	32,7217	123,74
S13-B	126,35	-74,64	133,9680	b13	12,9590	146,75

Tableau 25: Détermination des gisements, distances et les angles au centre

Calculs des éléments des raccordements circulaires :

Rayon	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
160	84,17	154,97	20,79	18,40
280	34,79	69,22	2,15	2,14
280	18,92	37,78	0,64	0,64
1000	88,40	176,34	3,90	3,88
190	101,05	185,75	25,20	22,25
200	78,28	149,23	14,77	13,76
200	56,08	109,35	7,71	7,43
350	84,60	166,02	10,08	9,80
130	49,59	94,75	9,14	8,54
450	158,28	304,39	27,02	25,49
200	47,19	92,68	5,49	5,34
250	65,70	128,50	8,49	8,21
260	26,55	52,93	1,35	1,35
Σ	893,60 m	1721,91 m		

Tableau 26: Les éléments de raccordements

Longueur totale du tronçon :

Longueur des alignements droits	2477,08 m
Longueur des courbes	1721,91 m
Longueur Totale: Lt =	4198,99 m

Tableau 27:longueur totale

Pourcentage des alignements droit et courbe :

Longueur Totale: Lt =	4198,98 m
Pourcentage en alignement droit	59%
Pourcentage en Courbe	41%

Tableau 28: pourcentage des alignements droit et courbe

Détermination des dévers aux rayons en plan :

1er cas :

Le rayon choisi : $R \geq RHNd$ → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

2ème cas :

Le rayon choisi : $RHd \leq R \leq RHNd$ → Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

3ème cas :

Si $RHN \leq R \leq RHd$, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

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

4ème cas :

Si $RHm < R < RHN$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en 1/R.

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

$$\frac{d(R) - d(RHN)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}} = \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}} \qquad d(R) = \left[\frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}\right]\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}\right) + d(RHN)$$

$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \qquad d(R) = \left[\frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}}\right]\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right) + d(RHd)$$

Application au projet

Devers associés au rayon en plan :

Rayons en plan	Normes B40
RHm =	115 m
RHN =	220 m
RHd =	450 m
RHnd =	700 m

Tableau 29:rayon en plan normés

Rayons en plan		Devers associé d(R)
R1	RHm <160 m< RHN	6,82%
R2	RHN <280 m< RHd	4,74%
R3	RHN <280 m< RHd	4,74%
R4	1000 m< RHnd	-3,00%
R5	RHm <190 m< RHN	3,00%
R6	RHm <200 m< RHN	6,22%
R7	RHm <200 m< RHN	6,22%

Rayons en plan		Devers associé d(R)
R8	RHN <350 m< RHd	3,82%
R9	RHm <130 m< RHd	3,00%
R10	450 m = RHd	3,00%
R11	RHm <200 m< RHN	6,22%
R12	RHN <250 m< RHd	5,30%
R13	RHN <260 m< RHd	5,10%

Tableau 30: devers associés aux rayons

III.63 -RACCORDEMENTS PROGRESSIFS :

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R. Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle (fig.10) raccordement progressif, généralement une clothoïde. La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle

III.7-COURBE DE RACCORDEMENT

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R. Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle

Rôle et nécessité

1. Stabilité transversale des véhicules.
2. Confort des passages en véhicules.
3. Transition de la forme de la chaussée.
4. Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

III.7.1 -Type de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

a) parabole cubique :

L'emploi de cette courbe est limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemins de fer).

b) Lemniscate :

Courbe utilisé pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrique.

c) Clothoide :

La clothoide est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul la courbure de la clothoide est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la clothoide maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

III.8-CLOTHOIDE :

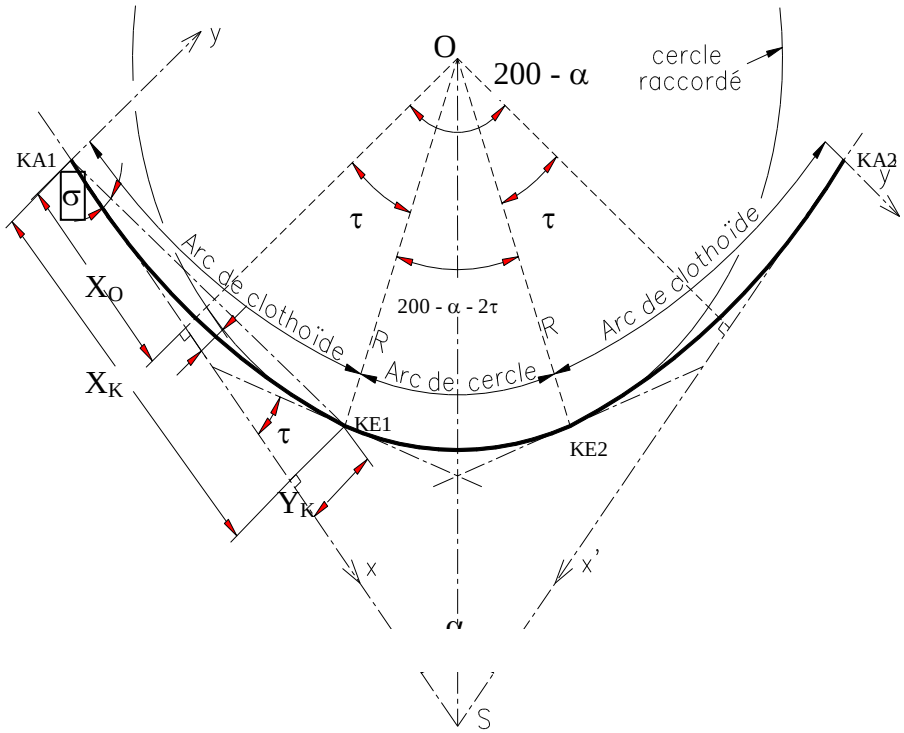


Figure 9: les éléments d'un clothoide

- R : rayon de cercle.
- L : longueur de la branche de clothoide.
- A : paramètre de la clothoide.
- K_A : origine de la clothoide.
- K_E : extrémité de la clothoide.
- ΔR : ripage.
- τ : angle des tangentes.
- TC : tangente courte.
- TL : tangente langue.
- σ : angle polaire.
- S_L : corde K_E – K_A.
- M : centre du cercle d'abscisse X_M.
- X_M : abscisse du centre du cercle de M à partir de K_A .
- Y_M : ordonnée du centre du cercle M à partir de K_A .

A-Propriétés de la clothoïde

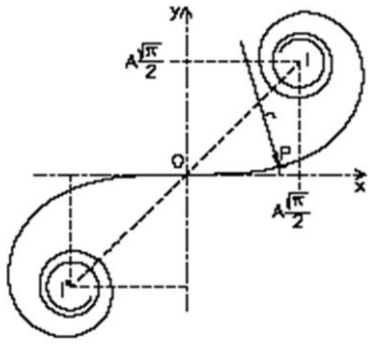


Figure 10: propriétés de la Clothoïde

Le rayon de courbure d'une clothoïde (fig.10) varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = r \times L$

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.

B-Longueur des raccordements :

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes : parmi ces conditions les trois principales sont :

B-1 La condition de confort dynamique

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{Vr^2}{18}.\left(\frac{Vr^2}{127R} - \Delta d\right)$$

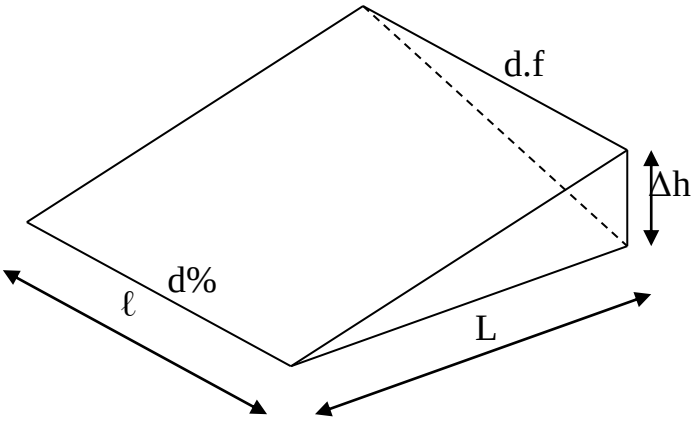
B-2 La condition Optique

Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite le plus grand possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 \times R. \times \Delta R}$$

B-3 Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

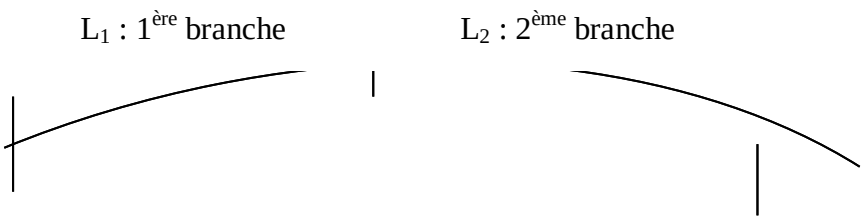


$$L_3 \geq l.\Delta d.Vr$$

Figure 11: Condition de gauchissement

III.8.1.1 - Vérification de non chevauchement

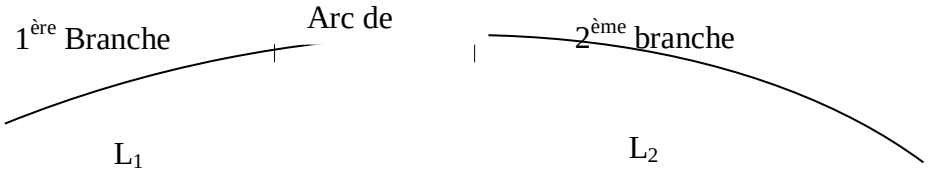
1er cas :



$$\tau = \frac{\beta}{2}$$

Figure 12:Clothoïde sans arc de cercle

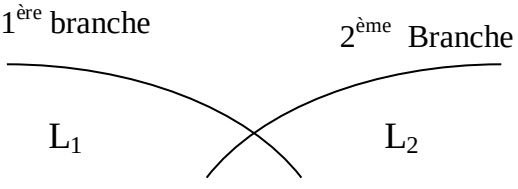
2ème cas :



$$\tau < \frac{\beta}{2}$$

Figure 13: Clothoïde avec arc de cercle.

3ème cas :



$$\tau > \frac{\beta}{2}$$

Figure 14: Clothoïde impossible.

Application au projet :

Conditions								
N° Virages	Gauchi-ssement	Confort dynamique	Optique	Chevau-chement				
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	□□□ □(gr)	Lmax (m)	L choisie (m)	□i/2 (gr)	Observation
1	41,25	15,79	43,82	8,7535	43,82	44	30,8294	Non chevauchement
2	32,52	4,76	57,97	6,5936	57,97	58	7,8686	Non chevauchement
3	32,52	4,76	57,97	6,5936	57,97	58	4,2950	**chevauchement**
4	25,20	-6,33	109,54	3,5014	109,54	110	5,6132	Non chevauchement
5	25,20	17,84	47,75	8,0415	47,75	48	31,1190	Non chevauchement
6	38,72	9,91	48,99	7,7986	48,99	49	23,7505	Non chevauchement
7	38,72	9,91	48,99	7,7986	48,99	49	17,4037	Non chevauchement
8	28,64	2,56	64,81	5,9115	64,81	65	15,0991	Non chevauchement
9	25,20	31,61	39,50	9,7942	39,50	40	23,2007	Non chevauchement
10	25,20	0,60	73,48	5,2344	73,48	74	21,5312	Non chevauchement
11	38,72	9,91	48,99	7,7986	48,99	49	14,7508	Non chevauchement
12	34,84	6,09	54,77	7,0028	54,77	55	16,3609	Non chevauchement
13	34,01	5,61	55,86	6,8559	55,86	56	6,4795	**chevauchement**

Tableau 31:: Longueur de la clothoïde "L"

Calcul des paramètres des deux clothoïde :

Eléments de le la clothoïde	
Paramètre de la clothoïde (m)	A : $A = \sqrt{R \cdot L}$
Angle des alignements droits	α
Angle au centre (Raccordement circulaire)	β: $\beta = 200 - \alpha$
Angle des tangentes	τ : $\tau = \frac{L}{2R}$
Angle Polaire	σ : $\sigma = \text{arctg}\frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
Angle au centre Partie circulaire	γ : $\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
Long, de la partie circulaire	Lcercle
Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	XKE : $X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$
Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	YKE : $Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$
Longueur de la corde KA-KE	SL : $SL = \sqrt{X^2_{KE} + Y^2_{KE}}$
Abscisse du centre	Xo : $X_O = X_{KE} - R\sin\tau$
Ordonnées du centre	Yo : $Y_O = Y_{KE} + R\cos\tau$
Distance KAO	KA-O

Ripage	$\Delta R : \Delta R = \frac{L^2}{24R}$
Développée totale	DT : DT = 2L+Dcercle

Distance S-KA	T : $T = X_O + (R + \Delta R)\cotg(\alpha/2)$
Tangente courte	TK : $TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$

Tableau 32:Element de la clothoide

-Les paramètres des clothoides :

Paramètre de la clothoide		Virage 1	Virage 4	Virage 5	Virage 6	Virage 7	Virage 9	Virage 10	Virage 12
R	Rayon (m)	160	1000	190	200	200	130	450	250
L	Longueur de la clothoide (m)	44	110	48	49	49	40	74	55
A	Paramètre de la clothoide (m)	83,90	331,66	95,50	98,99	98,99	72,11	182,48	117,26
α	angle au sommet (gr)	138,341	188,774	137,762	152,499	165,193	153,599	156,938	167,278
β	angle au centre (gr)	61,659	11,226	62,238	47,501	34,807	46,401	43,062	32,722
τ	angle des tangentes (gr)	8,754	3,501	8,042	7,799	7,799	9,794	5,234	7,003
γ	angle au centre Partie circulaire (gr)	44,151	4,224	46,154	31,903	19,209	26,813	32,594	18,716
XKE	abscisse de l'extremité de la cloth. (m)	44,00	110,00	48,00	49,00	49,00	40,00	74,00	55,00
YKE	ordonnée de l'extremité de la cloth. (m)	2,02	2,02	2,02	2,00	2,00	2,05	2,03	2,02
σ	angle Polaire (gr)	2,9158	1,1670	2,6789	2,5981	2,5981	3,2619	1,7444	2,3332
Lcercle	long, de la partie circulaire (m)	110,96	66,36	137,75	100,23	60,35	54,75	230,40	73,50
SL	longueur de la corde KA-KE (m)	44,05	110,02	48,04	49,04	49,04	40,05	74,03	55,04
Xo	abscisse du centre (m)	22,07	55,03	24,06	24,56	24,56	20,08	37,04	27,55
Yo	ordonnées du centre (m)	160,51	1000,50	190,51	200,50	200,50	130,52	450,51	250,51
KA-O	distance Ka-centre (m)	162,02	1002,01	192,02	202,00	202,00	132,06	452,03	252,02
DR	Ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DT	Developée totale (m)	198,96	286,36	233,75	198,23	158,35	134,75	378,40	183,50
T	distance S-KA (m)	106,76	143,52	125,65	103,23	80,92	70,05	195,67	93,51
TK	tangente courte (m)	14,71	36,69	16,04	16,37	16,37	13,39	24,70	18,37
TL	tangente Longue (m)	41,96	107,98	45,96	46,98	46,98	37,92	71,96	52,97
Biss	bissectrice (m)	21,92	4,90	26,34	15,85	8,75	10,21	28,08	9,52

Tableau 33:Valeur les éléments de la clothoïde

-Variation du dévers dans la clothoïde :

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde.

III.8.2 -Méthode de calcul des dévers en clothoïde

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

$$dint = \begin{cases} dmin & si\ x < \dfrac{6L}{\Delta d} \\ dext & si > \dfrac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

Application au projet

Virage 1

L =	44,00 m	x =	26,88 m
N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-0,77%	-3,00%
P2	20	1,46%	-3,00%
P3	30	3,70%	3,70%
P4	40	5,93%	5,93%
KE	44	6,82%	6,82%

Virage 5

L =	48,00 m	x =	48,00 m
N° Profil	xi (m)	dext	dint
A	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,08%	-3,00%
P2	20	0,84%	-3,00%
P3	30	2,76%	-3,00%
P4	40	4,68%	-3,00%
KE	48	6.22%	6.22%

Virage 7

L =	49,00 m	x =	31,89 m
N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,12%	-3,00%
P2	20	0,76%	-3,00%
P3	30	2,64%	-3,00%
P4	40	4,53%	4,53%
KE	49	6,22%	6,22%

Virage 9

L =	40,00 m	x =	40,00 m
N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-0,93%	-3,00%
P2	20	1,15%	-3,00%
P3	30	3,22%	-3,00%
KE	40	5,30%	5,30%

Virage 10

L =	74,00 m	x =	74,00 m
N° Profil	xi (m)	dext	Dint
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,91%	-3,00%
P2	20	-0,81%	-3,00%
P3	30	0,28%	-3,00%
P4	40	1,38%	-3,00%
P5	50	2,47%	-3,00%
P6	60	3,57%	-3,00%
P7	70	4,66%	-3,00%
KE	74	5,10%	5,10%

Virage 12

L =	55,00 m	x =	39,78 m
N° Profil	xi (m)	dext	Dint
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,91%	-3,00%
P2	20	-0,82%	-3,00%
P3	30	0,27%	-3,00%
P4	40	1,36%	1,36%
P5	50	2,45%	2,45%
KE	55	3,00%	3,00%

IV. CHAPITRE PROFIL EN LONG

IV.1 -PROFIL EN LONG

IV.1.1 -Définition

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, il représente la surface de la chaussée avec un plan vertical passant par l'axe de la route. Le trait d'intersection donne le profil en long.

Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon.

Les profils en long ont été exécutés à l'échelle 1/1000 et 1/100 comme celle du levé topographique

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du trace et une bonne perception des points singuliers.

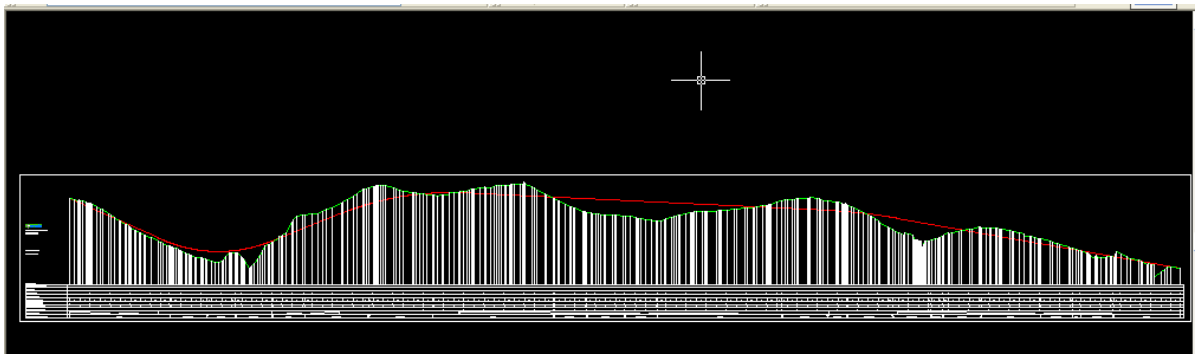


Figure 15 :profil en long

IV.1.2 -Ligne de projet :

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- 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
- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux
- De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.

- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

IV.2 -LES ALIGNEMENTS :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

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.

a) -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'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

b) -Déclivité maximale :

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

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd

- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

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

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

Tableau 34: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.3 -APPLICATION AU PROJET :

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 60 Km/h, donc la déclivité maximale est de 7%.

- Raccordement en profil en long :

a)-Raccordements verticaux :

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

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

b)-Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule subit une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

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

D_1 : la distance d'arrêt

h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin : D:\projet01_Final\PROJET01__Final
Nom du listing : D:\projet01_Final\PROJET01__Final_Def_axeRaccProgcorrigé_1_PROJET.rtf
Date du listing: 07/05/2020 à 12 :44 :03
Profil en long : 1
Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	582.707	109546.405, 5510.398	582.707
Rampe = 2.594 %	521.681	521.857				
			521.681	596.239	110065.487, 5561.321	596.049
Arc de parabole	609.155	609.216				
Rayon = -12500.0000						
S haut = 845.681						
Z haut = 600.444						
			1130.837	597.197	110419.303, 5092.745	589.052
Pente = -2.279 %	20.341	20.346				
			1151.178	596.734	110427.525, 5074.139	589.661
Arc de parabole	324.143	324.166				
Rayon = 8000.0000						
S bas = 1333.178						
Z bas = 594.656						
			1475.321	595.912	110558.539, 4777.653	595.996
Rampe = 1.772 %	325.024	325.075				
			1800.345	601.673	110689.909, 4480.361	600.846
Arc de parabole	242.752	242.762				
Rayon = -10000.0000						
S haut = 1977.345						
Z haut = 603.244						
			2043.097	603.029	110856.409, 4321.355	602.694
Pente = -0.655 %	197.252	197.256				
			2240.349	601.737	111045.853, 4271.494	601.686
Arc de parabole	300.422	300.505				
Rayon = 6000.0000						
S bas = 2279.349						
Z bas = 601.608						
			2540.771	607.290	111272.894, 4084.042	604.117
Rampe = 4.352 %	46.055	46.098				
			2586.826	609.295	111317.289, 4071.916	608.301
Arc de parabole	382.144	382.235				
Rayon = -6000.0000						
S haut = 2847.826						
Z haut = 614.977						
			2968.970	613.756	111686.564, 4036.355	614.342
Pente = -2.017 %	31.137	31.144				
			3000.108	613.128	111711.705, 4017.986	614.790
Arc de parabole	398.386	398.431				
Rayon = 8000.0000						
S bas = 3161.108						
Z bas = 611.500						
			3398.493	615.012	111988.702, 3739.956	615.407
Rampe = 2.963 %	209.429	209.521				
			3607.923	621.216	112068.928, 3548.571	618.293

Arc de parabole	575.798	575.898				
Rayon = -9000.0000						
S haut = 3874.923						
Z haut = 625.166						
			4183.721	619.857	112514.953, 3200.181	619.678
Pente = -3.435 %	12.588	12.595				
			4196.309	619.424	112525.792, 3193.778	619.424
Longueur totale	4196.309					

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé é à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 a la distance d'arrêt $d_{(Vr)}$

$$Rvm = a \cdot d^2$$

a = 0.24 pour les catégories 1et 2

a = 0.22 pour les catégories 3, 4 et 5

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 60 Km/h = 64 m (Normes B40)

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 80 km/h est de :

$$Rvm_1 = 0.22 d^2 = 901.12 m$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse **V = Vr + 20** = 80 km/h d = 99 m

$$Rvn = 0.22\ d^2 = 2156.22\ m$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B_{40}) sont récapitulées dans le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	3500
Min normale	RVn	8000

Tableau 35:Rayons convexes (angle saillant)

IV.4 -RACCORDEMENT CONCAVE (ANGLE RENTRANT)

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

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

Soit : $\frac{g}{30}$ pour la CAT 3.

Rayon minimal absolu

$$\frac{Vr^2}{RVM'} = \frac{g}{30} \Rightarrow RVM' = 0.30\,Vr^2.$$

$$Rvm_{(Vr)} = 0.3\ Vr^2 = 0.3 \times 60^2 = 1080\ m$$

Rayon minimal normal

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

$$Rvn' = Rvm'(Vr + 20).$$

$$Rvn = Rvm_{(Vr+20)}$$

$Rvn = 0.3 \times 80^2 = 1920\ m$

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

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	1600
Min normale	R'VN	2400

Tableau 36: Rayons concaves (angle rentrant)

IV.5 -COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son

Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc.) Pour la majorité des usagers. Les valeurs limites recommandées des paramètres du tracé en plan et du profil en long.

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

Il est 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'échanges) afin d'assurer de bonnes conditions générales de visibilité et, pour les routes neuves, d'assurer si possible un certain confort visuel en évitant de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu , cela conduit en général à chercher à faire coïncider les courbes du tracé en plan et les courbes du profil en long et à prévoir des rayons de profil en long importants relativement à ceux du tracé en plan

Cependant, pour des raisons de sécurité, le début des courbes (surtout lorsqu'elles ont des rayons inférieurs à 300 m) ne devrait pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage

Les carrefours ou accès riverains ne doivent pas coïncider avec des courbes du tracé en plan ni avec des zones à visibilité réduite.

Sous réserve de la vérification des conditions de visibilité, on peut cependant admettre dans certains cas l'implantation d'un carrefour giratoire ou exceptionnellement d'un carrefour en T ou d'un accès (à condition que la route secondaire ou l'accès .se raccorde à la route principale du coté externe de la courbe) dans une courbe de rayon supérieur au rayon non déversé.

Sur les routes existantes, certains accès ou carrefours sont situés dans des courbes ou autres situations défavorables. Une démarche de type "diagnostic de sécurité" doit alors permettre de prendre les dispositions éventuellement nécessaires pour les modifier ou les déplacer.

V. CHAPITRE ETUDE CINEMATIQUE

V.1 -CINEMATIQUE

V.1.1 -Distance de freinage

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

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)}$$

Avec :

Vr : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

f_{rl} : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse Vr.

Vr (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f_{rl}	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	**0.46**	0.43	0.40	0.36	/

Tableau 37: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

Pour notre projet on a **f_{rl} = 0.46**

Application : Exemple de calcul

En alignement droit : e = 0 (cas purement théorique)

$$d_O = \frac{4}{1000} \times \frac{60^2}{0.46} = 31.30\,\text{m}$$

En pente et en rampe :

Déclivités		do
Rampe	2,594%	33,18
Pente	-2,279%	29,83
Rampe	1,772%	32,56
Pente	-0,655%	30,86
Rampe	4,352%	34,58
Pente	-2,017%	29,99
Rampe	2,963%	33,46
Pente	-3,435%	29,13

Tableau 38: Détermination les distances en freinage

V.2 -TEMPS DE REACTION :

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.

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 = 1.2 s pour un obstacle imprévisible

t = 0.6 s pour un obstacle prévisible

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

Catégorie 3 – 4 – 5 (normes B40)

t = 2 s pour des vitesses ≤ 60 Km/h

t = 1.8 s pour des vitesses > 60 Km/h

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

$d_1 = v \times t$ **Avec :** **v : vitesse en** m/s **t :** temps en seconde

V.3 -Distance d'arrêt :

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

$$d = d_1 + d_0$$

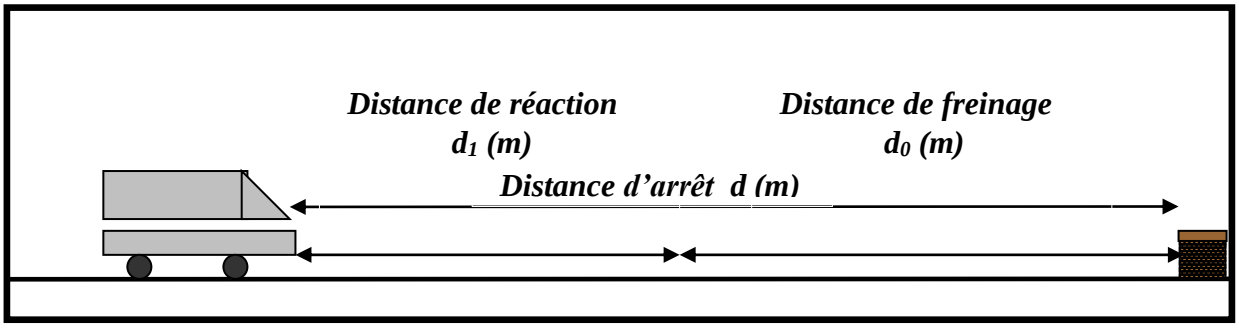


Figure 16:Distance d'arrêt et de freinage

-En alignement droit

Pour Vr > 60Km/h et quand t = 1.8 s : $d = d_0 + 0.50 \times Vr$

Pour Vr ≤ 60 Km/h et quand t = 2 s : $d = d_0 + 0.56 \times Vr$

-Application : Vr = 60 Km/h t = 2 s $\Rightarrow d = d_0 + 0.56\ Vr$

En palier : $d = 31.30 + (0{,}56 \times 60) = 64.90\,m$

En pente et en rampe :

Déclivité		do (m)	d (m)
Rampe	2,594%	33,18	66,775
Pente	-2,279%	29,83	63,427
Rampe	1,772%	32,56	66,159
Pente	-0,655%	30,86	64,465
Rampe	4,352%	34,58	68,175
Pente	-2,017%	29,99	63,589
Rampe	2,963%	33,46	67,060
Pente	-3,435%	29,13	62,729

Tableau 39: Détermination les distances d'arrêt en palier

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.

Application :

Déclivité		d en courbe (m)
Rampe	2,594%	75,07
Pente	-2,279%	70,88
Rampe	1,772%	74,30
Pente	-0,655%	72,18
Rampe	4,352%	76,82
Pente	-2,017%	71,09
Rampe	2,963%	75,42
Pente	-3,435%	70,01

Tableau 40: Détermination les distances d'arrêt en courbe

V.3 -DISTANCE DE PERCEPTION

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

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

$$dp = d + \frac{6}{3.6}Vr \qquad \text{Vr est en Km/h}$$

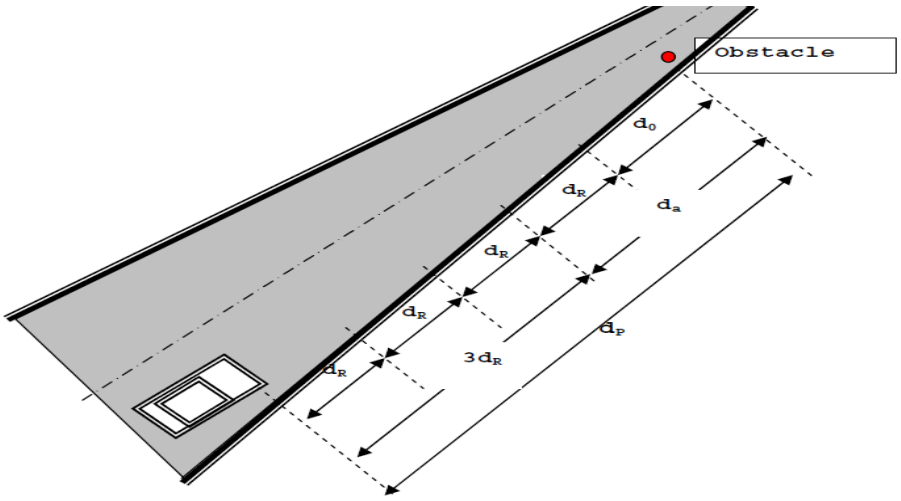


Figure 17:distance de perception.

Application :

En alignement droit :

Déclivités		dp (m)
Rampe	2,594%	166,78
Pente	-2,279%	163,43
Rampe	1,772%	166,16
Pente	-0,655%	164,46
Rampe	4,352%	168,18
Pente	-2,017%	163,59
Rampe	2,963%	167,06
Pente	-3,435%	162,73

Tableau 41:Détermination distances de perception en palier

En courbe :

Déclivités		Dp en courbe
Rampe	2,594%	175,07
Pente	-2,279%	170,88
Rampe	1,772%	174,30
Pente	-0,655%	172,18
Rampe	4,352%	176,82
Pente	-2,017%	171,09
Rampe	2,963%	175,42
Pente	-3,435%	170,01

Tableau 42:Détermination distances de perception en courbe

V.4 -DISTANCE DE SECURITE ENTRE DEUX VEHICULES :

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 d0, mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une durée (t + t'), avec t' temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement : $d'_2 = d_2 + v \times t' + l$

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

l : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend t' = 0.75 s

En pratique, on prend t = 3 s

Distance de sécurité sera donc : $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$ (t en s et v en m/s)

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

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

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de V =100 Km/h .La distance de sécurité sera

1er Cas :

$$Es = \frac{V}{5} + l = \frac{60}{5} + 5 = 17m$$

2éme Cas :

$$Es = \frac{V}{3} = \frac{60}{3} = 20\ m$$

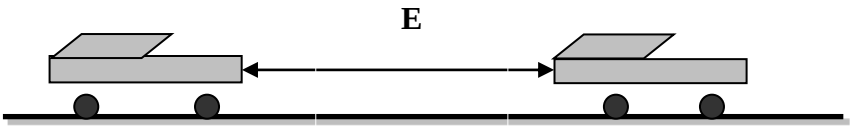


Figure 18:L'espacement entre deux véhicules

V.5 -MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvdN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

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

Tableau 43:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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

Application : Vr = 60 Km/h

dvdm = 240 m **dvdN** = 360 m **dmd** = 120 m

V.6 -COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son

Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc.) Pour la majorité des usagers. Les valeurs limites recommandées des paramètres du tracé en plan et du profil en long.

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

Il est 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'échanges) afin d'assurer de bonnes conditions générales de visibilité et, pour les routes neuves, d'assurer si possible un certain confort visuel en évitant de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu , cela conduit en général à chercher à faire coïncider les courbes du tracé en plan et les courbes du profil en long et à prévoir des rayons de profil en long importants relativement à ceux du tracé en plan

Cependant, pour des raisons de sécurité, le début des courbes (surtout lorsqu'elles ont des rayons inférieurs à 300 m) ne devrait pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage

Les carrefours ou accès riverains ne doivent pas coïncider avec des courbes du tracé en plan ni avec des zones à visibilité réduite.

Sous réserve de la vérification des conditions de visibilité, on peut cependant admettre dans certains cas l'implantation d'un carrefour giratoire ou exceptionnellement d'un carrefour en T ou d'un accès (à condition que la route secondaire ou l'accès .se raccorde à la route principale du coté externe de la courbe) dans une courbe de rayon supérieur au rayon non déversé.

Sur les routes existantes, certains accès ou carrefours sont situés dans des courbes ou autres situations défavorables. Une démarche de type "diagnostic de sécurité" doit alors permettre de prendre les dispositions éventuellement nécessaires pour les modifier ou les déplacer.

VI. CHAPITRE PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES

VI.1 -PROFIL EN TRAVERS

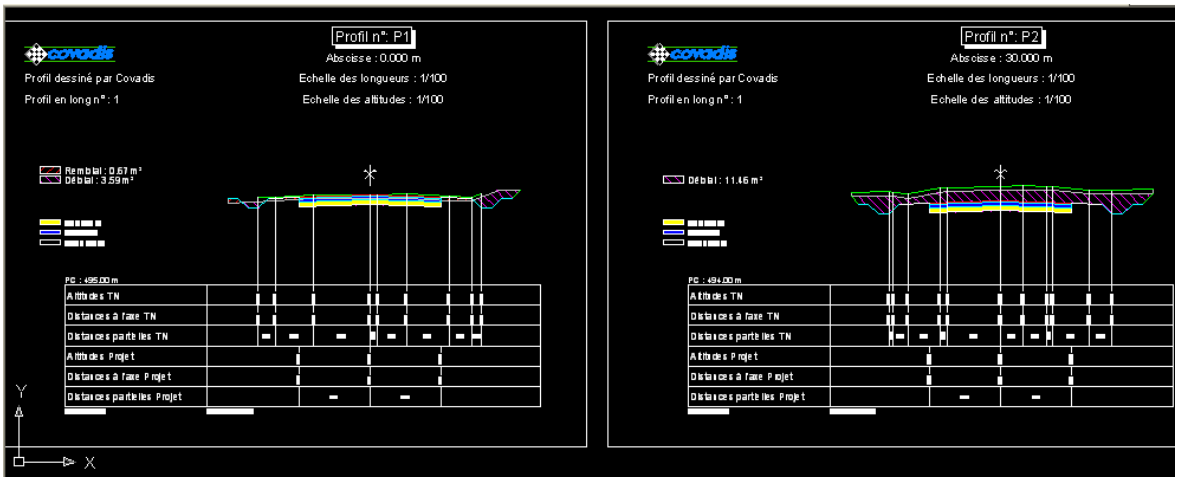


Figure 19 : profil en travers

VI.2 -DEFINITIONS :

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 type » 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.…).

VI.3 -PROFIL EN TRAVERS TYPE :

C'est une pièce dessinée de base des projets de route nouvelle, il représente une section transversale dans le corps de la chaussée. Étant composé en trois couches (couche de roulement, couche de base, couche de fondation)

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l'avant métré des terrassements

On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussé

- Un profil en alignement droit en déblai
- Un profil en alignement droit en remblai
- Un profil en alignement droit mixte
- Un profil déversé en remblai
- Un profil déversé en déblai
- Un profil mixte déversé

VI.4 -LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE :

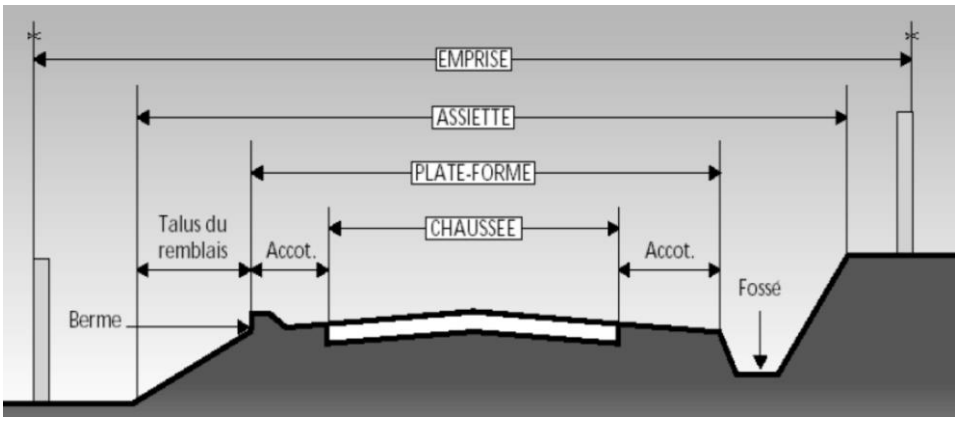


Figure 20:: Les éléments d'une route

-La largeur roulable :

Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

-La plateforme :

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 (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc.…), elle coïncide généralement avec le domaine public.

-Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plateforme 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 de la route et talus et les eaux de pluie.

VI.4.1 -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 3.80m chacune : (2 x 3.5) = 7 m
- Un accotement de 1.5m pour de part et d'autre. : 2x 1.5= 3.00 m

VI.5 -DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :

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 réaliser 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 vide.

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.

VI.6 -PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES :

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

VI.6.1 -De la charge des véhicules

La charge maximale autorisée sue un jumelage isolé est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

VI.6.2 -Des intempéries

Les variations des de température peuvent engendre dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendre aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

VI.6.3 -Des efforts tangentiels

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrice.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentielles s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

VI.6.4 -La chaussée :

Définition :

- **Au sens géométrique :** c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel :** c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges :

VI.7 -STRUCTURE DE LA CHAUSSEE :

VI.7.1 -Définition :

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

des efforts dus aux véhicules

de l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

VI.7.2 -Les efforts dus aux véhicules :

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait à la chaussée :

- des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé ;
- des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge)
- des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortissements.
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.

Il est intéressé de signaler que les actions des agents atmosphériques collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

VI.7.3 -Résistance des sols de fondation :

La connaissance du sol de fondation est indispensable pour déterminer la résistance d'une chaussée. En effet suivant la résistance propre du sol on sera amené à diminuer ou à augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Il faut noter que la présence de l'eau dans le sol rend difficiles tous calculs théoriques car cette eau peut provoquer des modifications importantes de certains sols et causer des désordres très graves en cas de gel.

Enfin, le compactage du sol de fondation peut améliorer sa résistance.

VI.8 -LES DIFFERENTES CATEGORIES DE CHAUSSEES :

VI.8.1 -Chaussées souples :

Elles sont constituées en théorie d'une superposition de couches de matériaux ou agrégats compactés recouvert d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume appelé couche de roulement.

Les couches formant ce type de chaussées ne présentent pas de résistance à la traction, alors les contraintes se répartissent dans les différentes couches puis dans le sol. Ce qui implique que le sol peut être souple mais doit avoir une certaine résistance.

VI.8.2 -Chaussées rigides :

Elles sont composées principalement de dalles en béton qui réfléchissent élastiquement, transmettent et répartissent sur les grandes surfaces les charges. Ceci entraîne que les contraintes dans le sol de fondation sont très faibles mais la fatigue de la dalle est très grande. La fatigue des chaussées rigides se caractérise par des fissures et s'ensuit des détériorations rapides. Elles sont recommandées pour les routes à trafic lourd et sont à éviter sur des sols souples.

VI.8.3 -Chaussées semi-rigides :

Elles sont constituées tout ou partie de matériaux traités aux liants hydrauliques (ciment, laitier granulé, par exemple).

VI.9 -CHOIX DU TYPE DE CHAUSSEE :

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple elles sont économiques.

- Elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- Elles permettent l'utilisation des matériaux locaux
- Elles sont antidérapantes même mouillé
- Leur mise en place et leur entretien est facile
- Elles représentent une surface agréable au roulement.

VI.9.1 -Structure de la chaussée souple :

Couche de roulement :

Son rôle est d'absorber les efforts de cisaillement dus à la circulation des véhicule et d'assurer l'étanchéité de la chaussée.

Elle est réalisée avec des enrobés en bitume soit à chaud soit à froid, elle peut être à bicouches ou à tri couches.

Couche de base :

C'est la couche essentielle de la chaussée. Son rôle est à résister aux charges verticales dues à la circulation et de répartir les pressions à la couche de fondation et de résister également aux efforts de cisaillement.

Elle est réalisée avec grave concassée et pouvant être améliorée par un compactage ou par l'incorporation d'un liant hydraulique (ciment ou chaux) ou hydrocarbonée (bitume, goudron).

Couche de fondation :

Elle sert de liaison avec le sol et répartit les contraintes dans celui-ci. Elle est réalisée avec des matériaux les moins nobles, comme tout venant, bien que parfois on utilise des graves améliorés ou ciment ou laitier pour faire des couches de fondation et augmenter ainsi la rigidité de l'ensemble.

Couche anti-contaminante :

lle évite la pollution des couche de fondation par des remontées du terrain sous-jacent (terrain à sols fins : remontée d'argile et de limons à granulométrie très sensible à l'eau).

En outre cette couche peut être :

Couche anti-capillaire.

Couche drainante.

Protection anti-gel.

a) Les différentes catégories de chaussée :

Il existe deux catégories de chaussées :

- Les chaussées classiques (souples et rigides)
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides)

Structures de chaussée.

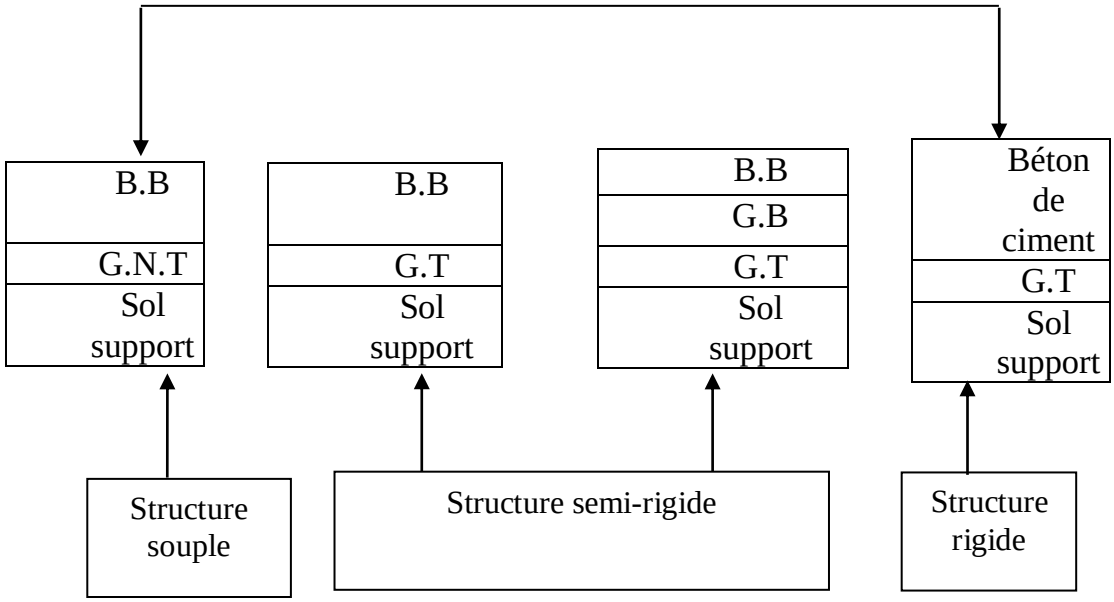


Figure 21:les différentes catégories de chaussée

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car 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 chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,… Etc.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser,

il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

VI.10 -LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes :

- les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

VI.11 -MÉTHODE C.B.R (CALIFORNIA – BEARING – RATIO) :

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence

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

MATERIAUX UTILISES	**COEFFICIENT D'EQUIVALENCE**
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

Tableau 44: coefficient d'équivalence des matériaux

- Méthode A.A.S.H.O :(American Association of State Highway fficials):

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

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

VI.12 - METHODE D'ASPHALT INSTITUTE :

Elle basée sur les résultats obtenus des essais « AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.

VI.13 - METHODE DU CATALOGUE DES STRUCTURES :

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par « SETRA »

Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

Trafic cumulé de poids lourds à la $15^{ème}$ année Tj.

Les caractéristiques de sol (Sj).

VI.13.1 -Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant :

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T_1	$T < 7.3\ 10^5$
T_2	$7.3\ 10^5 < T < 2\ 10^5$
T_3	$2\ 10^6 < T < 7.3\ 10^6$
T_4	$7.3\ 10^6 < T < 4\ 10^7$
T_5	$T > 4\ 10^7$

Tableau 45:classe de trafic

Le trafic cumulé est donné par la formule :

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

- T_{PL} : trafic poids lourds à l'année de mise en service
- n : durée de vie (n = 20 ans)

VI.13.2 -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	Indice C.B.R
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

Tableau 46:classe de sol

VI.14 -LA METHODE L.C.P.C (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES) :

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$Teq = [\ TJMA\ .\ a\ [(1+Z)^n - 1]\ x\ 0.75\ x\ P\ x\ 365\ ]\ /\ [(1+z) - 1]\ .$$

$T_{éq}$ = trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA = trafic à la mise en service de la route.

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

p = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e** (en fonction de $T_{éq}$, I_{CBR}) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

VI.15 -METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

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

- Approche théorique.
- Approche empirique

VI.15.1 -La démarche du catalogue :

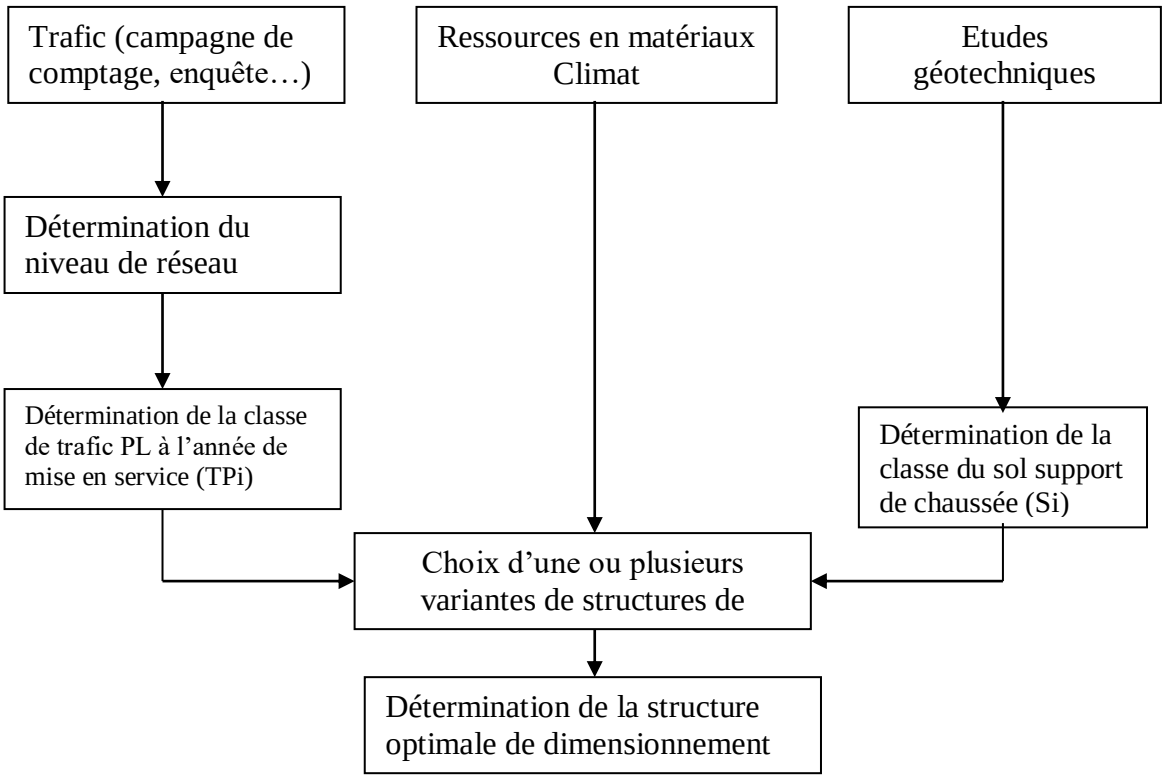


Figure 22: les démarches du catalogue

VI.16 -APPLICATION AU PROJET

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé : la méthode CBR.

TJMA = 4200 v/j avec un poids lourd= 20%

N_0 = (TJMA x % pl)

N_0 = (4200 x 0.20) = 840

$N_{1=}(1+\tau)^3$ x N_0

$N_{1=}$ $(1+0.04)^3$ x 840 = 949 pl/j/sens

$N_{20} = (1+\tau)^n$ x T_1

$N_{20} = (1+0.04)^{20}$x 949 = 2078 pl/j/sens

$$Eéq = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

$$Eeq = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log 2078/10)}{7 + 5} = 48.9\text{cm} \approx 49\text{cm}$$

Eéq = 49cm

On a : Eéq = $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Couches	Épaisseur reelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	6	02	12
GB	13	01	20
TUF	30	0.75	23
TOTAL	49		55

Tableau 47:épaisseur du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6BB + 13GB +30TUF**

6 cm BB (Béton Bitumineux)

13 cm GB(Graves Concassées)

30cm TUF

Figure 23:Corps de chaussée

VI.17 -CUBATURE

VI.17.1 -Définition :

Les cubatures de terrassement est la détermination des volumes de remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet, cela nécessite la connaissance :

- Des profils en long.
- Des profils en travers.
- Des distances entre ces profils.

VI.17.2 -Méthode de calcul :

L'évaluation du volume compris entre les surfaces qui définissent d'une part le terrain naturel et d'autre part le projet constituant les cubatures des terrassements.

Pour le calcul des cubatures ; on a utilisé le logiciel Covadis 10.1, les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

VI.17.2.1

N° Profil	Absc-Isse	Long. d'app	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	15,00	1,70	2,72	4,42	66,32	66,32	0,04	0,02	0,07	0,98	0,98
P2	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	5,39	4,04	9,43	283,03	284,01
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	15,02	10,75	25,78	773,26	1057,27
P4	90,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	22,10	19,05	41,15	1234,54	2291,81
P5	120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	29,97	25,72	55,69	1670,64	3962,45
P6	150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	37,84	29,69	67,53	2025,87	5988,32
P7	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	59,79	54,18	113,97	3419,15	9407,47
P8	210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	96,63	91,75	188,37	5651,19	15058,66
P9	240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	83,82	77,73	161,55	4846,62	19905,28
P10	270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	83,71	80,55	164,26	4927,81	24833,10
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	84,28	84,54	168,82	5064,64	29897,74
P12	330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	84,80	92,58	177,39	5321,64	35219,38
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	81,42	86,18	167,60	5028,07	40247,45
P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,32	75,59	78,58	154,17	4625,09	44872,53
P15	420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,05	66,37	62,00	67,29	129,30	3878,88	48751,42
P16	450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,37	44,29	55,53	99,83	2994,76	51746,17
P17	480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,37	25,39	25,36	50,75	1522,52	53268,69
P18	510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,37	6,61	4,43	11,04	331,18	53599,87
P19	540,00	30,00	9,91	10,43	20,34	610,16	676,54	0,04	0,02	0,06	1,66	53601,52
P20	570,00	30,00	28,95	30,40	59,34	1780,24	2456,77	0,02	0,00	0,02	0,57	53602,09
P21	600,00	30,00	42,36	44,59	86,95	2608,47	5065,24	0,02	0,00	0,02	0,61	53602,70
P22	630,00	30,00	52,75	48,62	101,37	3041,18	8106,42	0,02	0,03	0,05	1,65	53604,35
P23	660,00	30,00	60,82	62,77	123,59	3707,60	11814,02	0,02	0,00	0,02	0,59	53604,94
P24	690,00	30,00	66,10	75,01	141,11	4233,24	16047,25	0,02	0,00	0,02	0,55	53605,48

P25	720,00	30,00	72,64	69,68	142,32	4269,58	20316,83	0,01	0,02	0,02	0,74	53606,22
P26	750,00	30,00	76,58	73,78	150,36	4510,81	24827,64	0,01	0,00	0,01	0,25	53606,47
P27	780,00	30,00	59,85	63,87	123,72	3711,54	28539,19	0,00	0,02	0,02	0,62	)7,10
P28	810,00	30,00	46,31	39,97	86,29	2588,57	31127,75	1,64	0,02	1,66	49,76	53656,85
P29	840,00	30,00	33,42	30,97	64,39	1931,78	33059,54	0,00	0,01	0,02	0,46	53657,32
P30	870,00	30,00	11,54	8,32	19,85	595,64	33655,17	0,00	0,01	0,01	0,42	53657,74
P31	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	5,18	4,48	9,65	289,55	53947,28
P32	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	31,16	24,18	55,33	1660,03	55607,31
P33	960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	60,26	45,46	105,72	3171,48	58778,79
P34	990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	73,96	72,71	146,68	4400,28	63179,08
P35	1020,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	88,59	89,58	178,17	5345,14	68524,22
P36	1050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	112,69	126,28	238,96	7168,89	75693,11
P37	1080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	137,39	144,97	282,36	8470,91	84164,02
P38	1110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	117,54	133,22	250,75	7522,60	91686,61
P39	1140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	81,12	92,61	173,73	5211,95	96898,56
P40	1170,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	61,48	64,53	126,01	3780,36	100678,92
P41	1200,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	48,44	45,48	93,91	2817,42	103496,34
P42	1230,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	42,29	34,30	76,59	2297,77	105794,11
P43	1260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	30,76	26,87	57,62	1728,68	107522,80
P44	1290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	16,90	14,66	31,56	946,76	108469,56
P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33655,17	7,93	5,76	13,70	410,87	108880,43
P46	1350,00	30,00	0,00	0,01	0,01	0,35	33655,52	2,29	0,90	3,19	95,63	108976,06
P47	1380,00	30,00	1,61	4,13	5,74	172,23	33827,75	0,01	0,02	0,03	0,79	108976,85
P48	1410,00	30,00	3,13	6,30	9,43	282,91	34110,66	0,02	0,02	0,04	1,34	108978,19
P49	1440,00	30,00	4,34	6,37	10,71	321,29	34431,95	0,02	0,02	0,04	1,23	108979,42
P50	1470,00	30,00	2,52	4,63	7,15	214,36	34646,31	0,02	0,02	0,04	1,31	108980,73
P51	1500,00	30,00	0,40	2,99	3,39	101,78	34748,09	0,17	0,02	0,19	5,65	108986,38
P52	1530,00	30,00	0,00	0,32	0,32	9,46	34757,55	1,97	0,25	2,22	66,61	109052,99
P53	1560,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	2,89	1,78	4,67	140,01	109193,00
P54	1590,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	3,42	1,96	5,38	161,44	109354,43
P55	1620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	4,67	2,50	7,17	214,97	109569,40
P56	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	4,76	2,52	7,28	218,50	109787,90
P57	1680,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	6,62	4,51	11,13	333,97	110121,88
P58	1710,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	8,86	5,74	14,60	438,06	110559,93
P59	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	7,25	6,49	13,73	412,00	110971,93
P60	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	6,32	5,10	11,42	342,73	111314,66
P61	1800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34757,55	3,99	1,99	5,99	179,69	111494,35
P62	1830,00	30,00	0,52	2,08	2,60	78,01	34835,56	0,11	0,02	0,13	3,99	111498,34
P63	1860,00	30,00	5,15	4,92	10,07	302,18	35137,74	0,02	0,02	0,04	1,21	111499,55
P64	1890,00	30,00	3,98	6,22	10,19	305,83	35443,57	0,00	0,02	0,02	0,62	111500,17
P65	1920,00	30,00	6,03	6,41	12,44	373,19	35816,76	0,02	0,02	0,04	1,21	111501,38

P66	1950,00	30,00	2,71	3,96	6,66	199,91	36016,68	0,02	0,02	0,04	1,32	111502,71
P67	1980,00	30,00	0,04	1,13	1,17	35,16	36051,84	0,25	0,03	0,28	8,48	111511,19
P68	2010,00	30,00	0,00	0,01	0,01	0,31	36052,15	12,15	0,42	12,57	377,21	111888,40
P69	2040,00	30,00	0,00	0,28	0,28	8,36	36060,51	1,38	0,08	1,46	43,65	111932,05
P70	2070,00	30,00	0,00	1,77	1,77	52,98	36113,48	1,48	0,04	1,52	45,56	111977,62
P71	2100,00	30,00	0,82	2,75	3,57	107,16	36220,65	0,28	0,02	0,30	8,94	111986,56
P72	2130,00	30,00	2,45	4,59	7,04	211,23	36431,87	0,01	0,02	0,03	0,85	111987,41
P73	2160,00	30,00	4,41	5,68	10,09	302,77	36734,64	0,02	0,02	0,04	1,14	111988,55
P74	2190,00	30,00	3,87	5,75	9,62	288,70	37023,34	0,04	0,02	0,06	1,80	111990,35
P75	2220,00	30,00	1,96	5,02	6,98	209,51	37232,85	0,53	0,03	0,55	16,61	112006,96
P76	2250,00	30,00	0,27	7,24	7,51	225,18	37458,03	3,21	0,02	3,24	97,14	112104,10
P77	2280,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	16,83	3,16	19,99	599,71	112703,81
P78	2310,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	14,04	6,20	20,24	607,13	113310,95
P79	2340,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	12,84	9,85	22,70	680,89	113991,83
P80	2370,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	10,19	6,03	16,22	486,64	114478,47
P81	2400,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	18,86	13,82	32,69	980,55	115459,03
P82	2430,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	22,32	19,48	41,80	1254,04	116713,07
P83	2460,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	33,61	32,11	65,72	1971,69	118684,76
P84	2490,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	54,29	41,54	95,84	2875,05	121559,81
P85	2520,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	36,37	33,31	69,67	2090,17	123649,98
P86	2550,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37458,03	15,38	17,43	32,81	984,29	124634,27
P87	2580,00	30,00	0,00	1,51	1,51	45,18	37503,21	4,16	2,23	6,39	191,78	124826,05
P88	2610,00	30,00	3,47	4,24	7,70	231,10	37734,31	0,02	0,02	0,04	1,21	124827,25
P89	2640,00	30,00	1,81	1,63	3,44	103,28	37837,59	0,02	0,02	0,04	1,27	124828,53
P90	2670,00	30,00	0,37	0,00	0,37	11,16	37848,75	0,15	2,04	2,19	65,81	124894,33
P91	2700,00	30,00	4,48	0,00	4,48	134,50	37983,25	0,02	0,62	0,64	19,27	124913,61
P92	2730,00	30,00	11,51	4,95	16,46	493,74	38476,99	0,02	0,02	0,04	1,29	124914,90
P93	2760,00	30,00	9,47	9,79	19,26	577,94	39054,93	0,02	0,03	0,05	1,48	124916,38
P94	2790,00	30,00	14,48	16,86	31,35	940,41	39995,34	0,03	0,02	0,05	1,55	124917,93
P95	2820,00	30,00	5,45	3,52	8,97	269,19	40264,53	0,02	0,02	0,04	1,29	124919,22
P96	2850,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40264,53	3,14	3,48	6,62	198,55	125117,76
P97	2880,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40264,53	11,42	6,34	17,76	532,84	125650,60
P98	2910,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40264,53	10,25	12,48	22,73	682,00	126332,60
P99	2940,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40264,53	3,17	2,20	5,37	161,17	126493,77
P100	2970,00	30,00	64,61	6,80	71,41	2142,21	42406,74	0,03	0,02	0,05	1,53	126495,31
P101	3000,00	30,00	85,25	15,28	100,53	3015,90	45422,63	0,03	0,02	0,05	1,64	126496,95
P102	3030,00	30,00	66,14	12,94	79,07	2372,15	47794,78	0,24	0,02	0,26	7,91	126504,86
P103	3060,00	30,00	127,10	12,33	139,43	4182,82	51977,60	0,09	0,02	0,11	3,30	126508,16
P104	3090,00	30,00	280,65	82,47	363,11	10893,44	62871,05	0,01	0,01	0,03	0,79	126508,95
P105	3120,00	30,00	510,32	183,96	694,28	20828,40	83699,45	0,03	0,01	0,04	1,31	126510,26
P106	3150,00	30,00	478,83	265,45	744,28	22328,35	106027,80	0,02	0,01	0,03	1,02	126511,28

P107	3180,00	30,00	132,04	162,97	295,01	8850,27	114878,06	0,02	0,00	0,02	0,73	126512,01
P108	3210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114878,06	39,66	47,80	87,46	2623,66	129135,68
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114878,06	61,43	87,73	149,17	4475,05	133610,73
P110	3270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114878,06	66,68	73,53	140,21	4206,38	137817,11
P111	3300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114878,06	38,76	16,63	55,39	1661,63	139478,74
P112	3330,00	30,00	1,10	7,67	8,77	263,11	115141,17	0,70	0,02	0,72	21,71	139500,45
P113	3360,00	30,00	8,47	12,81	21,28	638,27	115779,44	0,02	0,04	0,06	1,76	139502,20
P114	3390,00	30,00	7,24	31,93	39,17	1175,06	116954,49	0,02	0,02	0,04	1,07	139503,28
P115	3420,00	30,00	0,81	3,60	4,41	132,31	117086,81	0,02	0,02	0,05	1,39	139504,67
P116	3450,00	30,00	0,00	0,24	0,24	7,34	117094,15	2,78	0,44	3,22	96,73	139601,40
P117	3480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	4,52	2,93	7,45	223,46	139824,86
P118	3510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	8,65	6,60	15,25	457,38	140282,24
P119	3540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	16,81	10,19	27,01	810,20	141092,43
P120	3570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	25,96	20,10	46,06	1381,79	142474,22
P121	3600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	23,61	16,01	39,62	1188,51	143662,74
P122	3630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	21,43	13,98	35,40	1062,13	144724,87
P123	3660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	117094,15	14,93	17,39	32,31	969,44	145694,31
P124	3690,00	30,00	0,00	2,25	2,25	67,45	117161,60	5,28	1,59	6,87	206,02	145900,32
P125	3720,00	30,00	0,00	9,70	9,70	290,97	117452,56	5,20	0,71	5,91	177,41	146077,73
P126	3750,00	30,00	15,67	22,33	38,00	1140,03	118592,59	0,00	0,02	0,02	0,55	146078,28
P127	3780,00	30,00	24,02	17,57	41,59	1247,57	119840,16	0,00	0,02	0,02	0,66	146078,95
P128	3810,00	30,00	30,92	33,01	63,93	1917,92	121758,07	0,02	0,01	0,03	0,77	146079,72
P129	3840,00	30,00	33,62	43,80	77,42	2322,69	124080,77	0,02	0,02	0,04	1,16	146080,89
P130	3870,00	30,00	37,14	38,67	75,81	2274,29	126355,06	0,02	0,02	0,04	1,19	146082,08
P131	3900,00	30,00	41,83	44,32	86,15	2584,41	128939,47	0,02	0,02	0,04	1,17	146083,25
P132	3930,00	30,00	43,84	50,27	94,11	2823,29	131762,76	0,02	0,02	0,04	1,16	146084,41
P133	3960,00	30,00	45,36	53,90	99,25	2977,51	134740,28	0,01	0,02	0,03	1,04	146085,45
P134	3990,00	30,00	46,60	53,49	100,09	3002,76	137743,04	0,00	0,00	0,00	0,00	146085,45
P135	4020,00	30,00	42,97	56,91	99,88	2996,29	140739,33	0,00	0,01	0,01	0,16	146085,61
P136	4050,00	30,00	30,95	42,44	73,38	2201,52	142940,86	0,02	0,01	0,03	0,92	146086,53
P137	4080,00	30,00	20,43	27,29	47,72	1431,55	144372,41	0,01	0,03	0,03	1,01	146087,54
P138	4110,00	30,00	9,05	19,37	28,41	852,45	145224,86	0,02	0,02	0,04	1,23	146088,77
P139	4140,00	30,00	3,64	8,33	11,96	358,94	145583,79	0,10	0,02	0,12	3,55	146092,32
P140	4170,00	28,15	0,00	0,27	0,27	7,68	145591,48	3,42	0,58	4,00	112,73	146205,04
P141	4196,31	13,15	1,39	3,06	4,45	58,54	145650,02	0,00	0,02	0,03	0,34	146205,38

Volume cumulé déblais (m³)	145650,02
Volume cumulé remblais (m³)	146205,38
Excès de remblai (m³)	555,36

Tableau 48:Cubature

VII. CHAPITRE SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

VII.1 -SIGNALISATION ET DISPOSITIFS

VII.1.1 -La signalisation :

VII.1.1.1 -Introduction :

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation. Cette dernière est de deux types, le premier est la signalisation verticale et elle est constituée par des panneaux alors que la deuxième est horizontale et elle est matérialisée par un marquage.

D'après les statistiques sur les accidents, la manœuvre du dépassement et le non-respect de la signalisation verticale constituent une grande part dans les causes des accidents, d'où l'intérêt de l'entretien et de la maintenance de la signalisation existante ainsi que de la révision et du renouvellement des plans de signalisation.

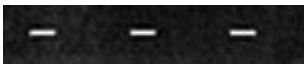
L'étude de la signalisation horizontale ou verticale doit plus particulièrement concerner les points singuliers (carrefours, changement de profil en travers).

VII.1.2 -La signalisation routière horizontale

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

Ligne continue

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit du travers se perpendiculairement



Ligne discontinue trait 3m, intervalle 10m

Dépassement et changement de voie autorisés.

Ligne de rive trait 3m, intervalle 3,50m

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

Ligne de rive : trait de 20m, intervalle 6 m

Annonce l'approche d'une intersection.

Ligne de rive : trait de 38m, intervalle 14 m

Sur autoroute elle délimite la **bande d'arrêt d'urgence** (BAU), circulation, arrêt, stationnements interdits sauf panne ou incident.

Flèches directionnelles

Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées.

VII.1.3 -La signalisation routière verticale :

Indication du caractère prioritaire du dédoublement

Arrêt à l'intersection, Signal de position

Arrêt à l'intersection. Signal avancé

Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.

Virage à droite

Virage à gauche

VII.2 -DISPOSITIFS :

VII.2.1 -Introduction :

Les dispositifs de retenues sont nécessaires pour assurer les bonnes conditions de sécurité aux usagers de la route, ils constituent :

VII.2.2 -Glissières de sécurité :

- **Glissières de niveau 1 :** adoptées pour les routes principales.
- **Glissières de niveau 2 et 3 :** adoptées aux endroits ou les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement des glissières sur le T.P.C pour les routes à deux chaussées, et sur accotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais.

VII.2.3 -La murette de protection en béton armé :

Envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m.

Application au projet : parmi ces dispositifs, on a opté à utiliser des glissières desécurité de niveau 1, et des glissières sur le T.P.C pour la retenue et la séparation.

VII.3 -L'ECLAIRAGE :

L'éclairage de la route doit permettre à ses usagers de circuler en nuit en toute sécurité, il s'agit de la possibilité de percevoir les points singuliers et les obstacles éventuels.

- **L'éclairage de notre route :**

Des lampadaires d'hauteur de 10 à 12m sont implantés sur le T.P.C le long de la section étudiée avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une chaussée, espacés de 20m.

- **L'éclairage au niveau du carrefour :**

On place en courbures des îlots centraux des foyers de l'ordre de 12m d'hauteur pour éclairer les différentes directions et que les bordures des trottoirs soient visibles.

VIII. **CHAPITRE IMPLANTATION**

VIII.1 -IMPLANTATION

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

VIII.1.1 -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.

A-Implantation planimétrique des sommets des alignements

1- Par rayonnement :

On stationne un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

2- Par intersection :

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

3- 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.

B -Implantation de courbes

a – Raccordement circulaire :

Méthode d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente

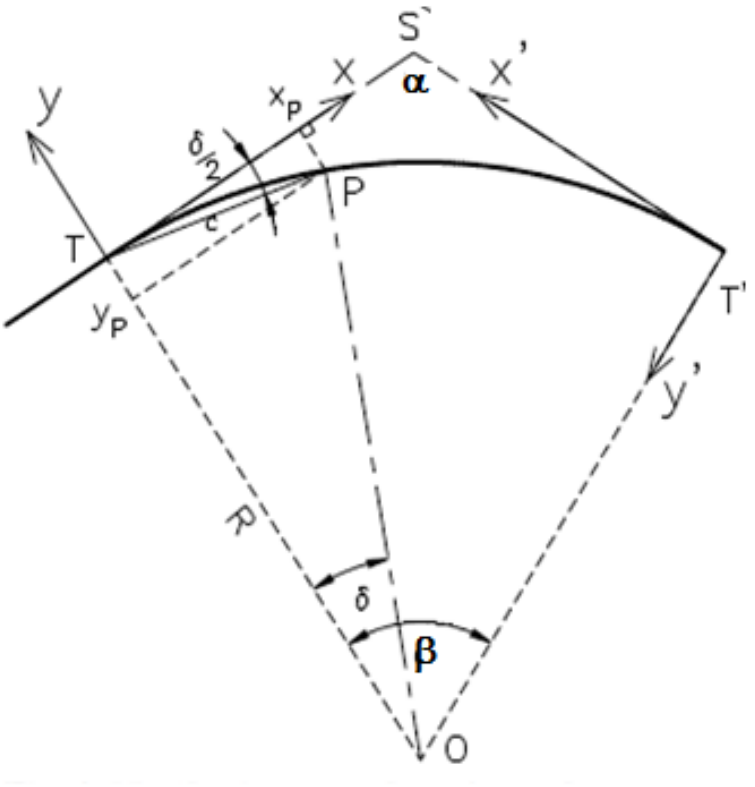


Figure 24: Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente

- Par Abscisses et ordonnées sur la corde

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

- Par coordonnées polaires

b- Raccordement progressif

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

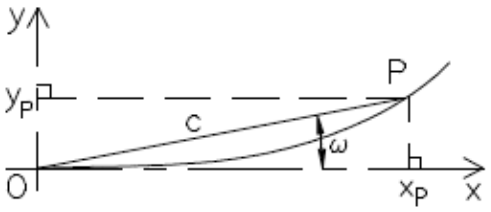


Figure 25::Implantation de clothoïde

Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

Piquetage par coordonnées Polaires

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \quad w_{radians} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

VIII.2 -IMPLANTATION EN ALTIMETRIE :

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.

-Application à notre 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).

-Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Virage 1

Implantation de clothoïde

Données

R =	160 m
L =	44 m
A =	83,90 m
ΔL =	10 m
n =	4

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,024 m
2	20 m	19,998 m	0,189 m
3	30 m	29,988 m	0,639 m
4	40 m	39,948 m	1,514 m
KE	44 m	43,917 m	2,014 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	160 m
γ =	44,1508 gr
γ/2 =	22,0754 gr
n =	5 pts
δ =	4,4150 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	4,4150 gr	11,087 m	0,385 m
2	8,8300 gr	22,121 m	1,537 m
3	13,2450 gr	33,049 m	3,450 m
4	17,6600 gr	43,817 m	6,117 m
5	22,0750 gr	54,375 m	9,523 m
M	22,0754 gr	54,376 m	9,523 m

Virage 2

Implantation de partie circulaire

Données

R =	280 m
β =	15,7371 gr
β/2 =	7,8686 gr
n =	5 pts
δ =	1,5740 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,5740 gr	6,922 m	0,086 m
2	3,1480 gr	13,840 m	0,342 m
3	4,7220 gr	20,749 m	0,770 m
4	6,2960 gr	27,646 m	1,368 m
5	7,8700 gr	34,526 m	2,137 m
M	7,8686 gr	34,520 m	2,136 m

Virage 3

Implantation de partie circulaire

Données

R =	280 m
β =	8,5901 gr
β/2 =	4,2950 gr
n =	4 pts
δ =	1,0740 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,0740 gr	4,723 m	0,040 m
2	2,1480 gr	9,446 m	0,159 m
3	3,2220 gr	14,165 m	0,359 m
M	4,2950 gr	18,876 m	0,637 m

Virage 4

Implantation de clothoïde

Données

R =	1000 m
L =	110 m
A =	331,66 m
ΔL =	15 m
n =	7

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	15 m	15,000 m	0,005 m
2	30 m	30,000 m	0,041 m
3	45 m	45,000 m	0,138 m
4	60 m	59,998 m	0,327 m
5	75 m	74,995 m	0,639 m
6	90 m	89,988 m	1,104 m
7	105 m	104,974 m	1,754 m
KE	110 m	109,967 m	2,016 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	1000 m
γ =	4,2244 gr
γ/2 =	2,1122 gr
n =	4 pts
δ =	0,5280 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,5280 gr	8,294 m	0,034 m
2	1,0560 gr	16,587 m	0,138 m
3	1,5840 gr	24,879 m	0,310 m
M	2,1122 gr	33,172 m	0,550 m

Virage 5

Implantation de clothoïde

Données

R =	190 m
L =	48 m
A =	95,50 m
ΔL =	10 m
n =	4

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,018 m
2	20 m	19,999 m	0,146 m
3	30 m	29,993 m	0,493 m
4	40 m	39,969 m	1,169 m
KE	48 m	47,923 m	2,019 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	48 m
γ =	46,1540 gr
γ/2 =	23,0770 gr
n =	10 pts
δ =	2,3080 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,3080 gr	1,740 m	0,032 m
2	4,6160 gr	3,477 m	0,126 m
3	6,9240 gr	5,210 m	0,284 m
4	9,2320 gr	6,936 m	0,504 m
5	11,5400 gr	8,653 m	0,786 m
6	13,8480 gr	10,359 m	1,131 m
7	16,1560 gr	12,051 m	1,537 m
8	18,4640 gr	13,727 m	2,005 m
9	20,7720 gr	15,385 m	2,533 m
M	23,0770 gr	17,021 m	0,000 m

Virage 6

Implantation de clothoïde

Données

R =	200 m
L =	49 m
A =	98,99 m
ΔL =	10 m
n =	4

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,017 m
2	20 m	19,999 m	0,136 m
3	30 m	29,994 m	0,459 m
4	40 m	39,973 m	1,088 m
KE	49 m	48,927 m	1,999 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	200 m
γ =	31,9030 gr
γ/2 =	15,9515 gr
n =	10 pts
δ =	1,5950 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,5950 gr	5,010 m	0,063 m
2	3,1900 gr	10,017 m	0,251 m
3	4,7850 gr	15,018 m	0,565 m
4	6,3800 gr	20,010 m	1,004 m
5	7,9750 gr	24,989 m	1,567 m
6	9,5700 gr	29,952 m	2,256 m
7	11,1650 gr	34,896 m	3,068 m
8	12,7600 gr	39,819 m	4,004 m
9	14,3550 gr	44,716 m	5,063 m
M	15,9515 gr	49,590 m	6,246 m

Virage 7

Implantation de clothoïde

Données

R =	200 m
L =	49 m
A =	98,99 m
ΔL =	10 m
n =	4

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,017 m
2	20 m	19,999 m	0,136 m
3	30 m	29,994 m	0,459 m
4	40 m	39,973 m	1,088 m
KE	49 m	48,927 m	1,999 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	200 m
γ =	19,2093 gr
γ/2 =	9,6047 gr
n =	6 pts
δ =	1,6010 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,6010 gr	5,029 m	0,063 m
2	3,2020 gr	10,055 m	0,253 m
3	4,8030 gr	15,075 m	0,569 m
4	6,4040 gr	20,085 m	1,011 m
5	8,0050 gr	25,082 m	1,579 m
6	9,6060 gr	30,064 m	2,272 m
M	9,6047 gr	30,060 m	2,272 m

Virage 8

Implantation de partie circulaire

Données

R =	65 m
β =	30,1982 gr
β/2 =	15,0991 gr
n =	10 pts
δ =	1,5100 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,5100 gr	1,542 m	0,018 m
2	3,0200 gr	3,082 m	0,073 m
3	4,5300 gr	4,621 m	0,164 m
4	6,0400 gr	6,158 m	0,292 m
5	7,5500 gr	7,691 m	0,457 m
6	9,0600 gr	9,219 m	0,657 m
7	10,5700 gr	10,743 m	0,894 m
8	12,0800 gr	12,260 m	1,167 m
9	13,5900 gr	13,770 m	1,475 m
M	15,0991 gr	15,272 m	1,820 m

Virage 9

Implantation de clothoïde

Données

R =	130 m
L =	40 m
A =	72,11 m
ΔL =	10 m
n =	4

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,032 m
2	20 m	19,997 m	0,256 m
3	30 m	29,978 m	0,865 m
KE	40 m	39,905 m	2,048 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	130 m
γ =	26,8134 gr
γ/2 =	13,4067 gr
n =	5 pts
δ =	2,6810 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,6810 gr	5,473 m	0,115 m
2	5,3620 gr	10,936 m	0,461 m
3	8,0430 gr	16,380 m	1,036 m
4	10,7240 gr	21,795 m	1,840 m
5	13,4050 gr	27,172 m	2,871 m
M	13,4067 gr	27,175 m	2,872 m

Virage 10

Implantation de clothoïde

Données

R =	450 m
L =	74 m
A =	182,48 m
ΔL =	10 m
n =	7

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,040 m
3	30 m	29,999 m	0,135 m
4	40 m	39,998 m	0,320 m
5	50 m	49,993 m	0,626 m
6	60 m	59,982 m	1,081 m
7	70 m	69,962 m	1,716 m
KE	74 m	73,950 m	2,027 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	450 m
γ =	32,5943 gr
γ/2 =	16,2972 gr
n =	4 pts
δ =	4,0740 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	4,0740 gr	28,778 m	0,921 m
2	8,1480 gr	57,438 m	3,681 m
3	12,2220 gr	85,863 m	8,267 m
M	16,2972 gr	113,944 m	14,665 m

Virage 11

Implantation de partie circulaire

Données

R =	200 m
β =	29,5015 gr
β/2 =	14,7508 gr
n =	10 pts
δ =	1,4750 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,4750 gr	4,633 m	0,054 m
2	2,9500 gr	9,264 m	0,215 m
3	4,4250 gr	13,890 m	0,483 m
4	5,9000 gr	18,509 m	0,858 m
5	7,3750 gr	23,117 m	1,341 m
6	8,8500 gr	27,714 m	1,929 m
7	10,3250 gr	32,295 m	2,625 m
8	11,8000 gr	36,859 m	3,426 m
9	13,2750 gr	41,403 m	4,332 m
M	14,7508 gr	45,927 m	5,345 m

Virage 12

Implantation de clothoïde

Données

R =	250 m
L =	55 m
A =	117,26 m
ΔL =	20 m
n =	2

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,012 m
2	20 m	20,000 m	0,097 m
3	30 m	29,997 m	0,327 m
4	40 m	39,986 m	0,776 m
5	50 m	49,959 m	1,514 m
KE	55 m	54,933 m	2,015 m

Implantation de partie circulaire

Données

R =	55 m
γ =	18,7157 gr
$\gamma/2$ =	9,3579 gr
n =	10 pts
δ =	0,9360 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,9360 gr	0,809 m	0,006 m
2	1,8720 gr	1,617 m	0,024 m
3	2,8080 gr	2,425 m	0,053 m
4	3,7440 gr	3,233 m	0,095 m
5	4,6800 gr	4,040 m	0,149 m
6	5,6160 gr	4,846 m	0,214 m
7	6,5520 gr	5,651 m	0,291 m
8	7,4880 gr	6,454 m	0,380 m
9	8,4240 gr	7,257 m	0,481 m
T	9,3579 gr	8,056 m	0,593 m

Virage 13

Implantation de partie circulaire

Données

R =	260 m
β =	12,9590 gr
$\beta/2$ =	6,4795 gr
n =	6 pts
δ =	1,0800 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,0800 gr	4,411 m	0,037 m
2	2,1600 gr	8,820 m	0,150 m
3	3,2400 gr	13,227 m	0,337 m
4	4,3200 gr	17,630 m	0,598 m
5	5,4000 gr	22,028 m	0,935 m
6	6,4800 gr	26,419 m	1,346 m
M	6,4795 gr	26,417 m	1,346 m

IX. DEVIS

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix unitaire	Quantité	Prix
1	Installation de chantier		f	f	f
2	Décapage de la terre végétale	**m2**	30,00 DA	43051,5	1291545,00
3	Abattage et dessouchage des arbres	**U**	2000,00 DA	300,00	600000,00
4	Scarification de la route existante	**m2**	300,00 DA	2109,5235	632857,05
4	Déblais mise en dépôt	**m3**	250,00 DA		
5	Remblai mis-en d'emprunt	**m3**	950,00 DA	555,36	527592,00
6	Couche de fondation en tuf 30 cm, y/c le transport la manutention l'étalage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	**m3**	450,00 DA	12915,45	5811952,50
8	Couche de base en GB 13 cm	**t**	3100,00 DA	9010,68	27933104,75
9	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	**t**	4200,00 DA	4249,18	17846568,81
10	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 21 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	**m3**	450,00 DA	3164,29	1423928,36
11	Panneaux de signalisation verticale	**U**	8000,00 DA	50,00	400000,00
12	Peinture de signalisation horizontale	**ml**	100,00 DA	23280,84	2328084,00
13	Ouverture de fossé bétonné	**ml**	1500,00 DA	1380,00	2070000,00
14	Réalisation d'un ouvrage busé diamètre 500	**ml**	29,00 DA	144,00	4176,00
			PRIX HT		60869808,47
			TVA 19%		11565263,61
			PRIX TTC		72435072,08 DA

Tableau 49:Devis Quantitatif Et Estimatif

Arrêté le présent devis à : soixante-douze millions quatre cent trente-cinq milles soixante-douze dinars algérien

X. CONCLUSION

En diminuant le nombre de virage de 27 à 13 ; en choisissant des rayons en plan et verticaux obéissant aux normes du B40 et en optant pour la largeur de la chaussée ainsi que le corps de chaussée pour des valeurs donnant à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter et ceci afin d'assurer la sécurité et le confort, on peut conclure que la nouvelle route a été dotée des caractéristiques d'un chemin de wilaya. Et ceci s'est concrétisé en moyennant les actions suivantes qui résument l'objectif de notre étude :

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.

Le document de base qui est le plan numérique, par sa richesse en points topographiques nous à beaucoup aidé à passer d'une étape à une autre sans rencontrer de problème.

Ce projet de fin d'étude a été donc une l'occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes et nous a permet entre autres de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine

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.

XI. **BIBLIOGRAPHIE**

- Topographie et topométrie modernes (Tome 1) : Techniques de mesure et de représentation **Serge Milles et Jean Lagofun**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs **Serge Milles et Jean Lagofun**
- Les travaux Publics **R. ALLARD et G. KIENERT**
- Métré de travaux Publics **P. PEYRONNET**
- Voies de communications **Nicolas BOS**

  Cour de Routes **Hervé BRUNEL**

B40

- Normes techniques d'aménagement des routes
- Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers

Mémoires

1. Etude de la réhabilitation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ».

   Mémoire de master Encadré par : M. **A.TALIA**
2. Etude de la modernisation de la RN90

   Mémoire de master Encadré par : M. **A.TALIA**
3. la modernisation d'un tronçon « Tronçon Ain tedles – Sour »

   Mémoire de master Encadré par : M. **A.TALIA**
4. la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant AIN TEDELES –SOUR.

   Mémoire de master Encadré par : M. **A.TALIA**
5. Etude d'APS et d'APD d'un tronçon de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem à l'autoroute Est Ouest.

   Mémoire de master Encadré par : **M. A.TALIA**