

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Abdelhamid Ben Badais de Mostaganem
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil



Pour l'obtention du diplôme :
MASTER en Génie Civil
Option : voies et ouvrages d'arts -Travaux Publics

Thème :

**ETUDE DE DEBLUMENT RN11 ENTRE
OULED BOUKHATEM ET SIDI LAKHDER
SUR UN LINEAIRE DE (4 km)**

Présenté le 03 juillet 2022 par :

BERRAHO ABDELKADER

BOUAZZA ABDELMADJID

Monsieur BELGUESMIA

Noureddine

Président

Monsieur CHERIF

Mourad

Examinateur

Monsieur SOLTANE BENALLOU Kadour

Encadreur

Résumé

Notre projet rentre dans le cadre de la préparation du diplôme de master option : Voies et Ouvrage d'Art "VOA". Et pour mettre en pratique nos connaissances acquises au cours de notre cursus de formation et d'approfondir nos connaissances dans le domaine routier, on a choisi un thème de route qui s'intitule : «ETUDE DE DÉDOUBLEMENT RN11 ENTRE OULED BOUKHATEM ET SIDI LAKHDER SUR UN LINEAIRE DE (4 km) ». Pour mener à bien cette étude on s'est intéressé en premier lieu et ceci est impératif, à la route existante dans le souci de savoir si elle ne présente pas de problème de sécurité vis-à-vis de l'utilisateur.

Cette étude se compose de trois parties :

- ❖ La première partie : Présentation du projet et étude de trafic.
- ❖ La deuxième partie : Géométrie de la route (Tracé en plan ; Profil en long ; Profil en travers).
- ❖ La dernière partie : on a Étudier le côté de l'implantation ; devis quantitatif et estimatif

Mots clés

Dédoublement, route, géométrie, trafic,

Résumé en arabe

لتطبيق معرفتنا النظرية المكتسبة خلال فترة تدريبنا ، اخترنا موضوع في مجال الطرقات وهذا يدخل في إطار إعداد درجة الماجستير في تخصص VOA

هذا موضوع يتطلب منا إعادة تأهيل مقطع طوله أربعة كيلومترات مأخوذ من مسار الطريق الوطني رقم 11 في شطره الرابط بين قرية اولاد بوخاتم و بلدية سيدي لخطر هذه ، تضمنت ثلاثة مراحل

المرحلة الاولى : وصف عام للمشروع بالإضافة الى حساب حجم المرور عبر الطريق
المرحلة الثانية: تتضمن التصميم الهندسي للطريق المتمثل في مختلف المخططات(المخطط العلوي،
المرحلة الاخيرة : قمنا بدراسة المخطط الطولي، المخططات العرضية) .

الكلمات المفتاحية:

الازدواجية، المخطط العلوي، حجم المرور، الميل، السرعة القاعدية

Abstract

Our project of end of study returns in the field of the infrastructures of transport, and in particular the roads. This project presents a detailed study of a widening of trunk road RN11(OULED BOUKHATEM - SIDI LAKHDER) on a section of 10Km.

This study is composed of three parts:

- ❖ the first part: Presentation of the project and study of traffic.
- ❖ the second part: Geometry of the road (Alignment; Profile longitudinally; Profile transversely).
- ❖ the last part: Study of crossroads and environmental impact.

Key words:

Unfolding, road, geometry, traffic

Dédicaces

*À mes chers parents, pour tous leurs
sacrifices, leur amour, leur tendresse,
leur
soutien et leurs prières tout au long de
mes études,
A mes chères sœurs et frère pour
leurs encouragements permanents, et
leur soutien
moral,
A toute ma famille pour leur soutien
tout au long de mon parcours
universitaire,
Que ce travail soit l'accomplissement
de vos vœux tant allégués, et le fruit de
votre
soutien infailible,
Merci d'être toujours là pour moi.*

kader

Dédicaces

*Je dédie le présent travail
A mes très chers parents
A mes sœurs et mes frères
A l'ensemble de ma famille et
mes amies*

madjid

Remerciements

Je remercie ALLAH le tout puissant qui m'a guidé et qui m'a donné la force et la volonté de réaliser ce travail.

Je remercie mes encadreurs Mr. SOLTANE benallou Kaddour pour son soutien, leurs conseils judicieux et son grand bienveillance lors de l'élaboration de ce projet.

Nos remerciements également a :

Le président du jury : M.BELGUESMIA Noureddine

Les examinateurs : M.BOUHALOUFA Ahmed

D'avoir bien voulu examiner notre travail.

Mes remerciements et ma reconnaissance sont interprétés envers mes collègues pour un temps précieux passé ensemble. Mes plus vifs remerciements vont également à tous mes amis avec qui j'ai partagé des moments inoubliables pendant mes études.

Enfin, toute ma gratitude, ma reconnaissance et mes très vifs remerciements à tous ceux qui ont reçu de près ou de loin et en particulier l'ensemble des enseignants du département de génie civil Mostaganem

SOMMAIRE :

CHAPITRE 1 PRESENTATION DU PROJET

1.1.INTRODUCTION GENERALE.....	14
1.2.PRESENTATION DU PROJET	15
1.2.2 Localisation de projet.....	15
1.3. Objectif de projet.....	16
1.4 . Donnée de basse.....	17

CHAPITRE 2 ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

2.1. Introduction.....	20
2.2 .Détermination des coordonnées des sommets.....	20
2.3 .Calcul de gisements et des angles au centre.....	20
Coordonnées des points de sommet de la route existante.....	22
2.4. Détermination des rayons en plan.....	24
2.4.1Calculs éléments de quatre raccordements.....	24
2.5. Les longueurs de tracé	25
2.6. Environnement de la route.....	26
2.6.1D�nivel�e cumulée moyenne.....	26
2.6.2.Sinuosité.....	31
2.7. Vitesse de référence.....	33
2.8 Courbes en plan.....	33

CHAPITRE 3 ETUDE DU TRAFIC

3.1. Introduction.....	37
3.2.. Analyse du trafic.....	37
3.3. Différents types de trafics.....	37
3.4. Modèles de présentation de trafic.....	38
3.4.1 Prolongation de l'évolution passée.....	38
3.4.2 Calcul de trafic.....	39
3.4.3 Débit de point horaire normale	39
3.4.4 Valeur de Cth(capacité theorique de profile horaires).....	41
3.4.5 Calcule de nombre de voix.....	41
3.4.6 Application de projet.....	41

CHAPITRE 4 TRACE EN PLAN

4.1. Introduction.....	44
4.2. Définition du tracé en plan.....	44
4. 3 Règles à respecter dans le trace en plan.....	45
4.4 Les éléments de tracé en plan.....	46

CHAPITRE 5 ÉTUDE DE DÉDOUBLEMENT

5.1 �tudes de variante 1.....	49
5.1.1 les cordonnées planimétrique des sommets de la variante 1.....	49
5.1.2 Gisements.angle au centre et distance	50
5.2 Clacule element de 4 coordonnées.....	50
5.2.1 La langueur de tracé	52
5.2.2 La langueur totale des arcs de cercle	52
5.2.3 La langueur totale des alignement droits	52

5.2.4	Pourcentage d'alignement droite	52
5.2.5	Pourcentage des courbes	53
5.2.6	Calcul de la sinuosité	53
5.2.7	Environnement.....	54
5.2.8	vitesse de référence	54
5.2.9	Dénivelé cumulé	54
5.3	Études de variante 2.....	59
5.3.1	les coordonnées planimétrique des sommets de la variante 2.....	59
5.3.2	Gisements. Angle au centre et distance	59
5.4	Clacule element de 4 coordonnées	60
5.4.1	La longueur de tracé.....	61
5.4.2	La longueur totale des arcs de cercle	61
5.4.3	La longueur totale des alignement droits	61
5.4.4	Pourcentage d'alignement droite.....	62
5.4.5	Pourcentage des courbes	62
5.4.6	Calcul de la sinuosité	62
5.4.7	Environnement.....	63
5.4.8	vitesse de référence	63
5.4.9	Dénivelé cumulé.....	64
5.5	Choix de variant.....	68

CHAPITRE 6 RACCORDEMENT PROGRESSIFS

6.1	Courbe de raccordement.....	70
6.2	Type de raccordement	70
6.3	Raccordement progressive	71
6.3.1	Introduction	71
6.4	Devers	77
6.4.1	Devers en alignement.....	77
6.4.2	Devers vers l'intérieur des coubes.....	77
6.4.3	Détermination des dévers aux rayons en plan.....	78

CHAPITRE 7 PROFIL EN LONG

7.1	Définition	81
7.2	Ligne projet.....	81
7.2.1	Éléments constituant la ligne rouge.....	81
7.3	Coordination du tracé en plan et du profil en long.....	86

CHAPITRE 8 LES PARAMÈTRES CINÉMATIQUE

8.1	Distance de freinage.....	88
8.2.	Temps de reaction	89
8.3-	Distance d'arrêt :.....	89
8.4	Distance de perception.....	91
8.5	Distance de sécurité	92
8 .6-	Manceuvre de dépassement :.....	93

CHAPITRE 9 PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES

PROFIL EN TRAVERS.....	97
9.1 Définition.....	97
9.2 Profil en travers type	97
9.3 Les éléments constituant un profil en travers type.....	97
9.4 Dimensionnement du corps de chaussée.....	99
9.5 Principe de la constitution des chaussées.....	100
9.6 Les principales méthodes de dimensionnement.....	103
9.6.1 Méthode C.B.R(california-Bearing-ratio).....	103
9.6.2 Méthode A.A.S.H.O(American Association of State Highway Officials).....	105
9.6.3 Méthode d'ASPHLAT INSTITUTE.....	105
9.6.4 Méthode du catalogue des structures	105
9.6.4.1 Détermination de la classe de trafic	106
9.6.4.2 Détermination de la classe du sol	107
9.6.5 La méthode L.C.P.C (laboratoire central des ponts et chaussée).....	107
9.6.6 Méthode de dimensionnement des chaussées neuves	107
9.7 CUBATURES.....	110
9.7.1 Définition	110
9.7.2 Méthode de calcul	110
9.7.3 Application	110
9.7.4 Tableau de cubature variante 2.....	112

CHAPITRE 10 IMPLANTATION

10.1 Définition	119
10.2 Implantation planimétrique des sommets des alignements.....	119
10.3 Imploration de courbe	120
10.4 Méthode de implantation.....	120

CHAPITRE 11 ASSAINISSEMENT

11.1 Introduction	123
11.2 Objectifs de l'assainissement	123
11.3 Assainissement de la chaussée	123

CHAPITRE 12 SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

A- Signalisation :.....	127
12.1 Définition.....	127
12.2 Les types de signalisation	127
12.2.1-signalisation verticale	127
12.2.2 signalisation par panneaux.....	127
12.2.3-signalisation par balisage.....	127
12.2.4-signalisation par bornage.....	127
12.2.5-signalisation par feux.....	128
12.3 Signalisation horizontale	128
12.4 TYPOLOGIE SELON LES USAGERS	129
12.4-1-signalisation routière	129
12.4-2- signalisation autoroutière	129
12.4-3-signalisation cycliste	129
12.4-4- signalisation piétonne.....	130
12.5-EXEMPLE DES SIGNALISATIONS VERTICALES.....	130

B- ECLAIRAGE	131
1- Introduce	131
2- Eclairage d'un point singulier	131

CHAPITRE 13 DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

1 . Devis quantitatif.....	134
CONCLUSION	135
BIBLIOGRAPHIE	136

Liste des figures

Figure 1 : localisation du projet	14
Figure 2 : présentation de la wilaya	15
Figure 3 : localisation du projet	16
Figure 4 : point départ de projet.....	16
Figure 5 : determination de l'angle ou centre.....	21
Figure 6 : Les éléments d'un tracé en plan	46
Figure 7 : raccordement progressif.....	72
Figure 8 : Clothoïde.....	72
Figure 9 : Condition de gauchissement.....	74
Figure 10 : Distance d'arrêt et de freinage	90
Figure 11 : Distance de perception.....	91
Figure 12 : L'espace entre deux véhicules-	93
Figure 13 : Les éléments d'une route.....	98
Figure 14 : Les différentes catégories de chaussée	102
Figure 15 : Les démarches du catalogue.....	108
Figure 16 : Corps de chaussée	109
Figure 17 : Surfaces de cubature.....	110
Figure 18 : Implantation sur la tangente.....	120
Figure 19 : Coordonnées polaires	121
Figure 20 : Méthode d'implantation.....	121
Figure 21 : Les signalisations horizontales.....	129
Figure 22 : Signalisation verticale type A	130
Figure 23 : Signalisation verticale type B	130
Figure 24 : Signalisation verticale type E.....	131
Figure 25 : Eclairage d'un point singulier.....	131

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	22
Tableau 2 : tableau de valeur ΔX et ΔY	23
Tableau 3 : Gisement, distance de la route existante.....	24
Tableau 4 : Tangentes aux cercles rayons et "route existante".....	25
Tableau 5 : Dénivelée cumulée "route existante.....	30
Tableau 6: Type de topographie	30
Tableau 7 : Sinuosité.....	32
Tableau 8 : Environnement de la route existante.....	32
Tableau 9 : Vitesse de référence.....	33
Tableau 10 : Dévers.....	34
Tableau 11 : Valeur du coefficient ft.....	34
Tableau 12 : Valeur du coefficient "F".....	35
Tableau 13 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques	35
Tableau 14 : Récapitulatif des rayons en plan.....	35
Tableau 15 : Valeurs du coefficient P	39
Tableau 16 : Valeurs de K1 en fonction de l'environnement	40
Tableau 17: Valeurs de K2 en fonction de l'environnement-.....	41
Tableau 18: Valeurs de capacité théorique.....	41
Tableau 19 : Données trafic.....	42
Tableau 20 : Résultats de calcul trafic.....	42
Tableau 21 : valeur de longueur L min.....	47
Tableau 22 : cordonné de sommé de la variante 1.....	49
Tableau 23 : tableau de valeur ΔX et ΔY variante 1.....	49
Tableau 24 : Gisement, distance de la variante 1.....	50
Tableau 25 : Tangentes aux cercles et rayons variante 1.....	52
Tableau 26: Sinuosité	53
Tableau 27: type de topographie.....	54
Tableau 28 : Environment de la route de variante 1.....	54
Tableau 29 : Calcul des dénivelés cumulé de.....	58
Tableau 30 : cordonné de sommé de la variante2.....	59
Tableau 31: Gisement, distance de la variante 2.....	59
Tableau 32 : tableau de valeur ΔX et ΔY variante 2.....	60
Tableau 33 : Tangente aux cercles et rayons variante	61
Tableau 34 : sinuosité.....	62
Tableau 35 : type de topographie.....	63

Tableau 36: Environnement de la variante 2.....	63
Tableau 37 : Dénivelé cumulé.....	67
Tableau 38 : tableau de choix de variante.....	68
Tableau 39 : paramètres de clothide.....	76
Tableau 40 : divers en fonctions de l’environnement.....	78
Tableau 41 : valeurs de déclivité maximale.....	82
Tableau 42 : rayons convexes (CAT2,V80).....	84
Tableau 43: rayons concaves (CAT ,V80).....	85
Tableau 44 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.....	88
Tableau 45 ; Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.....	94
Tableau 46 : Tableau 46 récapitulatif des paramètres fondamentaux.....	95
Tableau 47 : coefficient d’équivalence des matériaux.....	105
Tableau 48 : classe de trafic.....	106
Tableau 49 : classe de sol.....	107
Tableau 50 : épaisseur du corps de chaussée.....	109
Tableau 51 : 51 Tableau de courbature.....	117
Tableau 52: Devis quantitatif et estimatif.....	134

CHAPITRE 01 : PRESENTATION DU PROJET

1.1 Introduction Générale

Les infrastructures de transport, en particulier les routes, doivent avoir des avantages économiques et sociaux. Par les bénéfices sociaux et les coûts des aménagements entrepris, ils sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle important dans l'intégration des activités économiques dans la vie locale. Les problèmes des projets d'infrastructures routières sont souvent liés aux déficiences des réseaux existants, soit en défaut, soit en saturation. Ensuite, pour bien identifier le problème, il faut en préciser les contours, puis en tirer la solution et quantifier précisément ses composantes. Cela a encouragé la conduite d'études répétées.

Par conséquent, l'importance de notre étude, notamment la réplification de la conception reliant les communes RN11 et SIDI LAKHDER, représente également l'importance stratégique du réseau routier national. Ce projet de réplification était nécessaire compte tenu de l'importance de la route existante et il devait supporter l'intensité du trafic actuel. société dans la région. • Différents économiques, commerciaux et .. il traverse cet axe. La demande de fret continue de croître

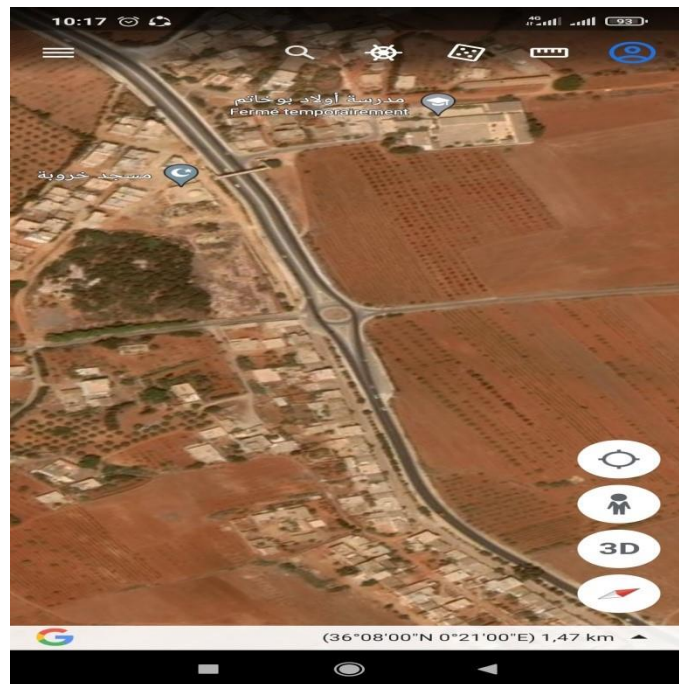


Figure 1- 1:localisation de projet

1.2. PRESENTATION DU PROJET

1.2.1.Présentation de la wilaya :

Mostaganem est la 27^{ème} wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur la méditerranée (Afrique du Nord), à 350 Kms à l'Ouest d'Alger (La capitale) et à 80 Kms à l'Est d'Oran (2^{ème} ville d'Algérie) et s'étend sur une superficie globale de 226.900 hectares soit 2269 km².

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (statistiques de 2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-ouest la Wilaya de Mascara.

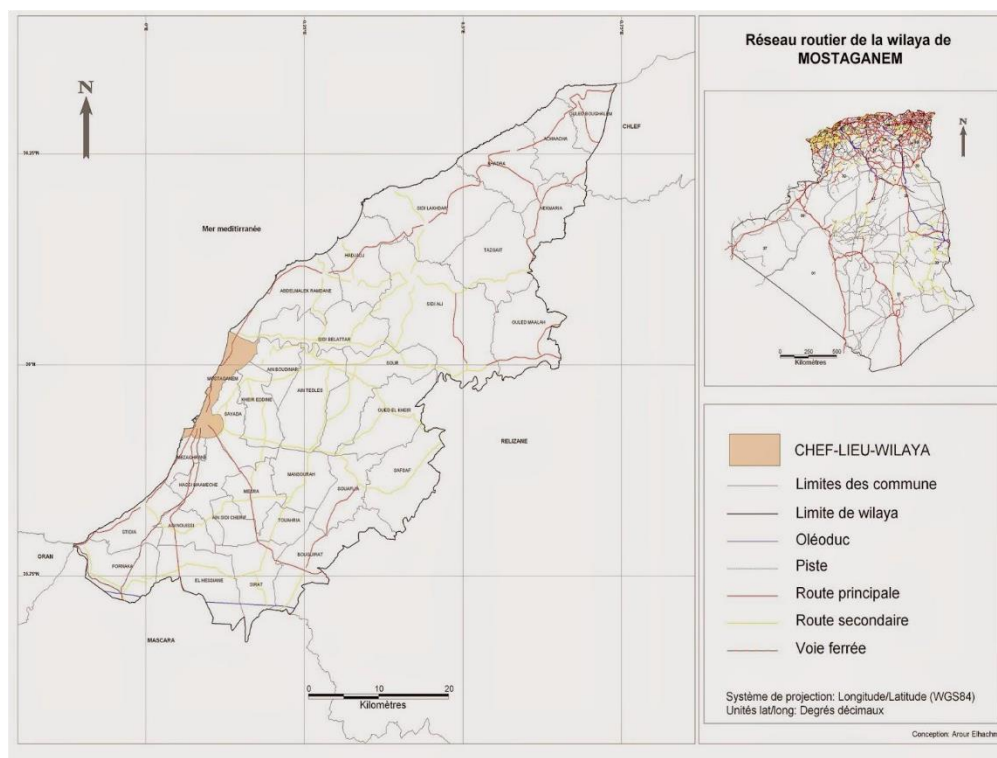


Figure 2 : Présentation de la wilaya

1.2.2. Localisation de projet:

Notre projet fait partie du réseau routier national qui est le tronçon reliant la RN11 et la ville de SIDI LAKHDER, le projet s'inscrit dans le cadre de la recherche pour réaliser la réplique de la RN11 entre wilaya et wilaya à ouled boukhatem sisi Lakhdar.

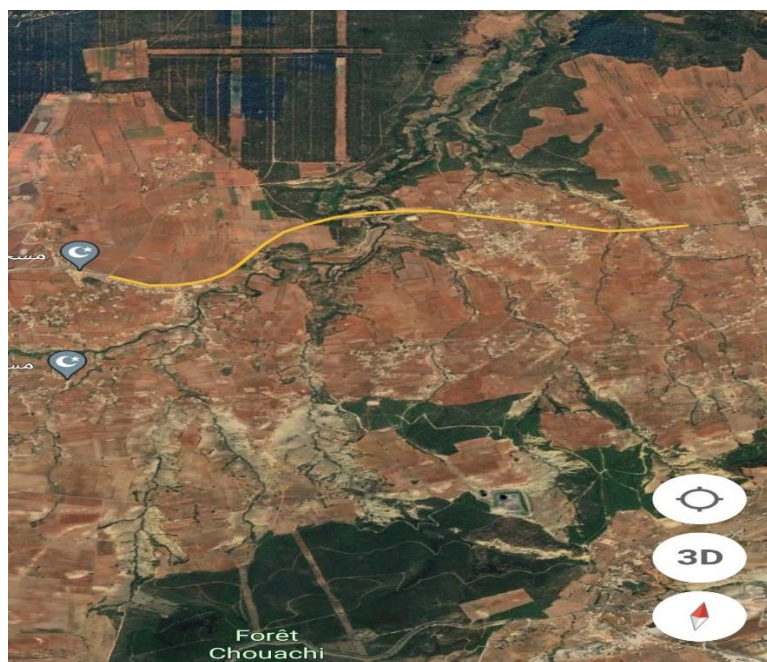


Figure 3 : Localisation du projet



Figure 4 : point de départ du projet

1.3.Objectif du projet :

Dans le cadre des recherches répétées pour réaliser la liaison entre la RN11 et les limites du CHLEF, le projet répond à la demande croissante de transport, il permettra aux usagers de l'axe RN11, la commodité de la mobilité depuis les volumes de trafic de la wilaya de MOSTAGANEM.

❖ **La catégorie** : Catégorie 2

❖ **Le trafic**

- **TMJA** : 7858 V/J
- **Pourcentage de poids lourds** : 14%
- **Le taux d'accroissement** : $\tau = 4\%$
- **Durée d'étude et mise en service** : 4 ans
- **Durée de vie** : 10 ans

❖ **Profil en travers type Dédoublement** :

- **Accotement** 2 x 2.00m
- **Largeur de la route** 2 x 7m
- **TPC** 2m (séparateur 0,60m)
- **L'indice CBR** = 9

1.4. DONNEES DE BASE

Levé topographique :

Tout étude et conçue sur un fond topographique définissant l'état du Reliefs .

Comportant les détails planimétrique et altimétriques du terrain naturel .

Catégorie de la route :

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

Catégorie 01:

Liaison entre les grands center 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 02:

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

Catégorie 03:

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

Catégorie 04:

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

Catégorie 05:

Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes .

ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL :

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

RESENTATION DES LOGICIELS UTILISE :

1/ AUTOCAD :

Autocad est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur .
Le logiciel est édité par la société AutoDesk . Bien qu'il ait été développé à l'origine pour les ingénieurs en mécanique , il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers .
Il est actuellement le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire : Industrie Cartographie et Topographie Électronique Architecture et Urbanisme Mécanique .

2/ COVADIS :

COVADIS est un logiciel de mesure et de conception VRD complet, simple et interactif qui garantit une approche globale et une maîtrise totale de tous les projets de développement.

En s'appuyant sur sa technologie objet, son interactivité, ses profils associés, sa plateforme dynamique, et ses mesures automatisées, notre temps de recherche a été fortement réduit.

Toute modification ultérieure de l'article régénère automatiquement les calculs et les quantités. Grâce à son interactivité, COVADIS permet d'optimiser toutes les phases d'études et de conception, des avant-projets aux plans d'exécution.

Outre nos projets de lotissement, nos projets d'aménagement, COVADIS nous permet notamment de réaliser des calculs de pression intraoculaire, de planification topographique .

CHAPITRES 2 :

ETUDE DE

LA ROUTE

EXISTANT

2.1 Introduction :

La route existante est composée de huit virages successifs. Elle est d'une longueur d'environ 4064 m et d'une largeur de 7.00 m.

L'étude de cette route est axée sur les différentes étapes suivantes :

- ❖ Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.
- ❖ Mesure des longueurs des tangentes.
- ❖ Détermination des rayons des parties 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.
- ❖ Etude de trafic.

2.2. Détermination des coordonnées des sommets :

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

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de tous les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centres de chaque raccordements et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétrique des virages de la route existante.

2.3. Calcul de gisements et des angles au centre :

a-Gisement

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

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{s1s2} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \arctg \frac{X_{s2} - X_{s1}}{Y_{s2} - Y_{s1}}$$

b-Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S1S2 = \sqrt{(Xs2 - Xs1)^2 + (Ys2 - Ys1)^2}$$

c--L'angle au centre

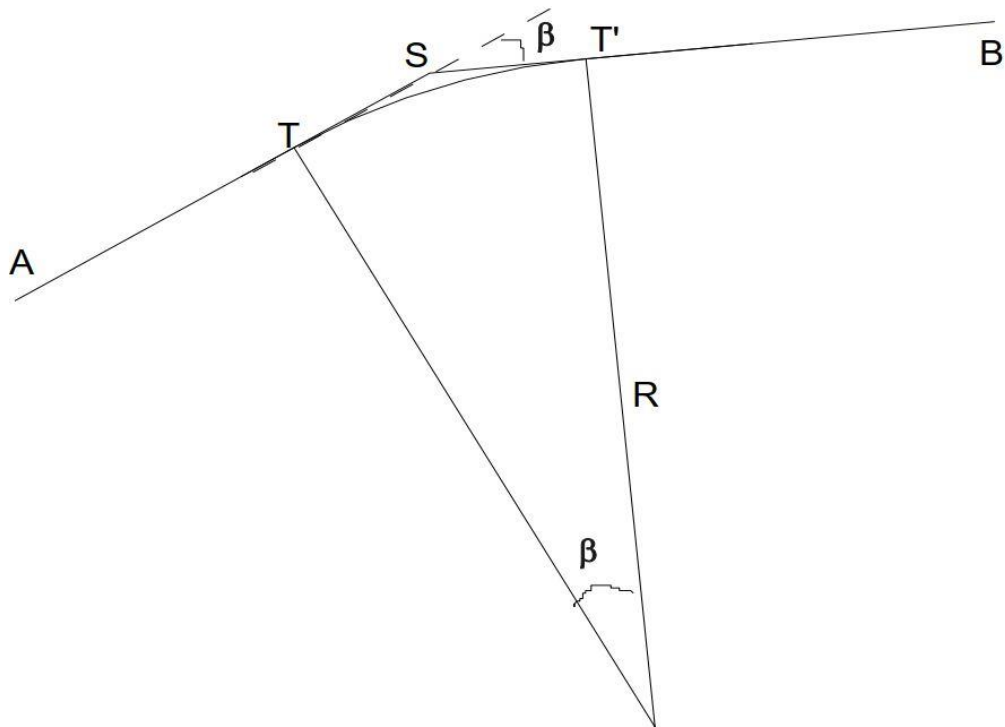


Figure 5: détermination de l'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par :

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

Coordonnées des points de sommet de la route existante :

PTS	Point d'axe		
	X	Y	Z TN
A	262600,599	4001071,995	126,594
S1	262801,833	4001161,231	0,000
S2	263001,747	4001894,965	120,168
S3	263340,996	4002215,722	92,843
S4	263819,808	4002438,311	106,731
S5	264922,214	4002546,740	125,365
S6	265129,587	4002616,027	117,534
S7	265269,974	4002703,845	119,913
S8	265409,207	4002768,337	126,690
B	265806,049	4002966,043	135,190

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

Valeurs des gisements et des distances :

Direct	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$
A-S1	201,234	89.236
S1-S2	199,914	733.734
S2-S3	339,249	320.757
S3-S4	478.812	222.589
S4-S5	1102.406	108.429
S5-S6	207.373	69.287
S6-S7	140.387	87.818
S7-S8	139.233	64.492
B-S8	396.842	197.706

Tableau 2 : tableau de valeur ΔX et ΔY

<u>Gisement (gr)</u>	<u>Angle au centre (gr)</u>	<u>Distances (m)</u>
173.4280		0.000
45.1310	-128.247	220.132
34.3590	-10.8220	760.480
62.0400	27.6810	466.877
83.0280	20.9880	528.022
86.6150	3.5870	1107.725
71.9430	-14.6720	218.641
68.3990	-3.5440	165.592
71.4800	3.0810	153.444
170.5750		443.363

Tableau 3 : gisement, distance de la route existantes

2.4. Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de (8) virages.

La valeur du rayon est déterminée par la relation suivante:

$$\text{La tangente : } ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad / \quad R = \frac{ST}{\operatorname{tg} \beta / 2}$$

2.4.1. Calculs éléments de quatre raccords :

Calculs éléments de quatre raccords :

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

La développée :

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

La flèche :

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

Tous les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant:

<u>Angle</u> <u>au</u> <u>centre</u> <u>(gr)</u>	<u>Rayon</u> <u>(m)</u>	<u>Tangent</u> <u>(m)</u>	<u>Développée</u> <u>(m)</u>	<u>Bissectrice</u> <u>(m)</u>	<u>Flèche</u> <u>(m)</u>
$\beta_1 = 128.247$	516.14	816.80	1039.76	450.41	240.52
$\beta_2 = 10.822$	497.68	42.40	84.60	5.03	4.98
$\beta_3 = 27.681$	794.42	175.49	345.42	24.57	23.83
$\beta_4 = 20.988$	849.47	141.31	280.05	17.34	16.99
$\beta_5 = 3.587$	368.51	10.38	20.76	3.72	3.69
$\beta_6 = 14.672$	403.85	46.74	93.07	4.08	4.04
$\beta_7 = 3.544$	11733.87	326.68	653.20	118.52	117.34
$\beta_8 = 3.081$	2713.87	65.68	131.34	27.41	27.14

Tableau 4 : Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

2.5. Les longueurs de tracé :**La longueur totale de tracé mesurée**

$$L_t = 4064.278 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$D=LC= 1315.8 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_t - L_c = 4064.278 - 1315.8$$

$$LAD = 2748.47 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 67.62\%$$

Pourcentage courbe :

$$\% \text{ Courbe} = 32.37\%$$

$$40\% > LAD = 67.62\% > 60\%$$

$$20\% > LC = 32.37\% > 60\%$$

Condition vérifié \checkmark

2.6- Environnement de la route

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

1. *La dénivelée cumulée moyenne DC.*

2. *La sinuosité σ .*

2.6.1. 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)

Tab.	Distance		Gisement	Point d'axe			Dénivelée
	Cumulée	Partielle		X	Y	Z TN	
P1	0,000	0,000	167,3393	262600,599	4001071,995	126,594	
P2	25,000	25,000	167,3393	262622,381	4001084,265	126,366	-0,228
P3	50,000	25,000	164,0169	262643,822	4001097,115	126,000	-0,365
P4	75,000	25,000	160,9333	262664,601	4001111,011	125,859	-0,141
P5	100,000	25,000	157,8498	262684,683	4001125,897	125,665	-0,194
P6	125,000	25,000	154,7662	262704,021	4001141,738	125,798	0,134
P7	150,000	25,000	151,6827	262722,569	4001158,496	125,930	0,132
P8	175,000	25,000	148,5991	262740,284	4001176,133	126,053	0,123
P9	200,000	25,000	145,5156	262757,124	4001194,607	126,119	0,066
P10	225,000	25,000	142,4320	262773,051	4001213,874	126,206	0,087
P11	250,000	25,000	139,3485	262788,025	4001233,890	126,168	-0,038
P12	275,000	25,000	136,2649	262802,013	4001254,608	126,056	-0,112
P13	300,000	25,000	133,1814	262814,981	4001275,978	88,899	-37,158
P14	325,000	25,000	130,0978	262826,900	4001297,952	97,263	8,364
P15	350,000	25,000	127,0143	262837,740	4001320,476	91,107	-6,156
P16	375,000	25,000	123,9307	262847,478	4001343,499	125,636	34,529
P17	400,000	25,000	120,8472	262856,089	4001366,967	125,740	0,104
P18	425,000	25,000	117,0916	262863,355	4001390,881	125,746	0,006
P19	450,000	25,000	117,0916	262869,986	4001414,985	125,561	-0,185
P20	475,000	25,000	117,0916	262876,618	4001439,090	125,141	-0,420
P21	500,000	25,000	117,0916	262883,249	4001463,194	124,863	-0,278
P22	525,000	25,000	117,0916	262889,881	4001487,299	124,410	-0,453
P23	550,000	25,000	117,0916	262896,513	4001511,403	123,884	-0,526
P24	575,000	25,000	117,0916	262903,144	4001535,507	123,402	-0,482
P25	600,000	25,000	117,0916	262909,776	4001559,612	123,115	-0,287
P26	625,000	25,000	117,0916	262916,407	4001583,716	122,849	-0,266
P27	650,000	25,000	117,0916	262923,039	4001607,821	98,381	-24,468
P28	675,000	25,000	117,0916	262929,670	4001631,925	82,841	-15,540
P29	700,000	25,000	117,0916	262936,302	4001656,029	76,100	-6,742
P30	725,000	25,000	117,0916	262942,933	4001680,134	99,888	23,788
P31	750,000	25,000	117,0916	262949,565	4001704,238	121,694	21,806
P32	775,000	25,000	117,0916	262956,196	4001728,343	121,328	-0,366
P33	800,000	25,000	117,0916	262962,828	4001752,447	121,552	0,224
P34	825,000	25,000	117,0916	262969,459	4001776,552	121,577	0,026
P35	850,000	25,000	122,3645	262976,965	4001800,382	121,544	-0,034
P36	875,000	25,000	125,5624	262986,153	4001823,629	120,827	-0,717
P37	900,000	25,000	128,7604	262996,498	4001846,386	120,698	-0,129
P38	925,000	25,000	131,9583	263007,972	4001868,594	118,186	-2,512
P39	950,000	25,000	135,1563	263020,547	4001890,199	117,917	-0,269
P40	975,000	25,000	138,3542	263034,191	4001911,144	117,373	-0,543
P41	1000,000	25,000	141,5522	263048,869	4001931,378	114,802	-2,571
P42	1025,000	25,000	144,7501	263064,544	4001950,850	114,282	-0,520
P43	1050,000	25,000	147,9481	263081,178	4001969,510	112,023	-2,259
P44	1075,000	25,000	151,7881	263099,264	4001986,765	110,636	-1,388
P45	1100,000	25,000	151,7881	263117,431	4002003,939	109,279	-1,356
P46	1125,000	25,000	151,7881	263135,599	4002021,113	107,873	-1,406
P47	1150,000	25,000	151,7881	263153,766	4002038,287	106,458	-1,415
P48	1175,000	25,000	151,7881	263171,933	4002055,462	105,045	-1,413
P49	1200,000	25,000	151,7881	263190,100	4002072,636	103,446	-1,600
P50	1225,000	25,000	151,7881	263208,267	4002089,810	101,936	-1,510
P51	1250,000	25,000	151,7881	263226,434	4002106,984	100,539	-1,397
P52	1275,000	25,000	151,7881	263244,601	4002124,159	99,066	-1,473
P53	1300,000	25,000	153,2707	263262,913	4002141,178	97,695	-1,371

Chapitre 02

Chapitre 02

P54	1325,000	25,000	155,2741	263281,735	4002157,630	96,516	.
P55	1350,000	25,000	157,2775	263301,066	4002173,481	95,407	-1,109
P56	1375,000	25,000	159,2809	263320,886	4002188,716	94,393	-1,014
P57	1400,000	25,000	161,2843	263341,176	4002203,321	93,486	-0,907
P58	1425,000	25,000	163,2877	263361,915	4002217,279	92,850	-0,636
P59	1450,000	25,000	165,2911	263383,083	4002230,578	91,793	-1,057
P60	1475,000	25,000	167,2945	263404,659	4002243,205	90,995	-0,797
P61	1500,000	25,000	169,2979	263426,621	4002255,146	90,232	-0,763
P62	1525,000	25,000	172,3348	263449,189	4002265,893	89,808	-0,424
P63	1550,000	25,000	172,3348	263471,865	4002276,418	89,729	-0,079
P64	1575,000	25,000	172,3348	263494,541	4002286,944	89,829	0,100
P65	1600,000	25,000	172,3348	263517,218	4002297,469	90,411	0,582
P66	1625,000	25,000	172,3348	263539,894	4002307,994	91,191	0,780
P67	1650,000	25,000	172,3348	263562,570	4002318,520	92,134	0,944
P68	1675,000	25,000	172,3348	263585,247	4002329,045	93,095	0,960
P69	1700,000	25,000	172,3348	263607,923	4002339,571	94,184	1,089
P70	1725,000	25,000	172,3348	263630,599	4002350,096	95,292	1,108
P71	1750,000	25,000	172,3348	263653,276	4002360,621	96,460	1,169
P72	1775,000	25,000	172,3348	263675,952	4002371,147	97,500	1,039
P73	1800,000	25,000	172,3348	263698,628	4002381,672	98,648	1,149
P74	1825,000	25,000	174,7920	263721,453	4002391,864	99,793	1,145
P75	1850,000	25,000	176,6656	263744,657	4002401,165	100,923	1,130
P76	1875,000	25,000	178,5392	263768,125	4002409,780	102,082	1,158
P77	1900,000	25,000	180,4128	263791,836	4002417,701	103,278	1,196
P78	1925,000	25,000	182,2864	263815,770	4002424,920	104,505	1,227
P79	1950,000	25,000	184,1600	263839,906	4002431,432	105,695	1,191
P80	1975,000	25,000	186,0336	263864,224	4002437,231	106,768	1,073
P81	2000,000	25,000	187,9071	263888,701	4002442,312	107,910	1,142
P82	2025,000	25,000	189,7807	263913,317	4002446,671	108,884	0,973
P83	2050,000	25,000	193,7585	263938,093	4002449,945	109,828	0,945
P84	2075,000	25,000	193,7585	263962,973	4002452,392	110,552	0,724
P85	2100,000	25,000	193,7585	263987,853	4002454,839	111,070	0,517
P86	2125,000	25,000	193,7585	264012,733	4002457,286	101,103	-9,967
P87	2150,000	25,000	193,7585	264037,613	4002459,733	111,750	10,648
P88	2175,000	25,000	193,7585	264062,493	4002462,180	111,850	0,100
P89	2200,000	25,000	193,7585	264087,373	4002464,627	112,253	0,403
P90	2225,000	25,000	193,7585	264112,253	4002467,075	112,566	0,313
P91	2250,000	25,000	193,7585	264137,133	4002469,522	113,010	0,444
P92	2275,000	25,000	193,7585	264162,013	4002471,969	113,231	0,221
P93	2300,000	25,000	193,7585	264186,893	4002474,416	83,928	-29,303
P94	2325,000	25,000	193,7585	264211,773	4002476,863	114,027	30,099
P95	2350,000	25,000	193,7585	264236,652	4002479,310	114,740	0,713
P96	2375,000	25,000	193,7585	264261,532	4002481,757	115,590	0,849
P97	2400,000	25,000	193,7585	264286,412	4002484,204	116,443	0,853
P98	2425,000	25,000	193,7585	264311,292	4002486,652	117,645	1,202
P99	2450,000	25,000	193,7585	264336,172	4002489,099	118,727	1,082
P100	2475,000	25,000	193,7201	264361,052	4002491,547	119,805	1,078
P101	2500,000	25,000	193,7201	264385,931	4002494,009	120,684	0,879
P102	2525,000	25,000	193,7201	264410,809	4002496,471	121,374	0,690
P103	2550,000	25,000	193,7201	264435,688	4002498,933	122,028	0,655
P104	2575,000	25,000	193,7201	264460,566	4002501,395	122,698	0,669

Chapitre 02

P105	2600,000	25,000	193,7201	264485,444	4002503,857	123,279	0,581
P106	2625,000	25,000	193,7201	264510,323	4002506,319	123,870	0,591
P107	2650,000	25,000	193,7201	264535,201	4002508,781	124,448	0,578
P108	2675,000	25,000	193,7201	264560,080	4002511,244	124,951	0,503
P109	2700,000	25,000	193,7201	264584,958	4002513,706	125,671	0,720
P110	2725,000	25,000	193,7201	264609,837	4002516,168	126,218	0,547
P111	2750,000	25,000	193,7201	264634,715	4002518,630	126,532	0,314
P112	2775,000	25,000	193,7201	264659,594	4002521,092	114,846	-11,686
P113	2800,000	25,000	193,7201	264684,472	4002523,554	127,192	12,346
P114	2825,000	25,000	193,7201	264709,351	4002526,016	127,382	0,190
P115	2850,000	25,000	193,7201	264734,229	4002528,478	105,796	-21,587
P116	2875,000	25,000	193,7201	264759,108	4002530,940	119,235	13,439
P117	2900,000	25,000	193,7201	264783,986	4002533,402	127,480	8,245
P118	2925,000	25,000	193,7201	264808,864	4002535,865	127,417	-0,063
P119	2950,000	25,000	193,7201	264833,743	4002538,327	127,125	-0,292
P120	2975,000	25,000	193,7201	264858,621	4002540,789	126,290	-0,836
P121	3000,000	25,000	193,8625	264883,503	4002543,214	125,686	-0,604
P122	3025,000	25,000	189,5436	264908,287	4002546,462	124,552	-1,134
P123	3050,000	25,000	185,2247	264932,793	4002551,383	123,019	-1,533
P124	3075,000	25,000	180,9058	264956,909	4002557,954	121,769	-1,250
P125	3100,000	25,000	179,3119	264980,630	4002565,843	120,095	-1,674
P126	3125,000	25,000	179,3119	265004,322	4002573,825	118,915	-1,180
P127	3150,000	25,000	179,3119	265028,013	4002581,807	118,189	-0,725
P128	3175,000	25,000	179,3119	265051,705	4002589,789	118,080	-0,109
P129	3200,000	25,000	179,3119	265075,397	4002597,771	120,105	2,025
P130	3225,000	25,000	176,9040	265098,992	4002606,025	117,824	-2,282
P131	3250,000	25,000	172,9630	265122,076	4002615,615	118,398	0,574
P132	3275,000	25,000	169,0221	265144,522	4002626,614	116,935	-1,462
P133	3300,000	25,000	165,0811	265166,244	4002638,981	116,620	-0,315
P134	3325,000	25,000	164,6099	265187,484	4002652,166	115,532	-1,088
P135	3350,000	25,000	164,6099	265208,720	4002665,359	116,888	1,356
P136	3375,000	25,000	164,6099	265229,955	4002678,552	117,541	0,653
P137	3400,000	25,000	167,9791	265251,435	4002691,328	118,589	1,047
P138	3425,000	25,000	168,1147	265273,352	4002703,355	120,034	1,445
P139	3450,000	25,000	168,2504	265295,294	4002715,336	121,349	1,315
P140	3475,000	25,000	172,3869	265317,881	4002726,038	122,683	1,334
P141	3500,000	25,000	172,3869	265340,566	4002736,545	124,799	2,116
P142	3525,000	25,000	172,3869	265363,251	4002747,052	125,222	0,424
P143	3550,000	25,000	172,3869	265385,936	4002757,558	126,313	1,091
P144	3575,000	25,000	171,4961	265408,592	4002768,125	126,684	0,371
P145	3600,000	25,000	170,5751	265431,006	4002779,197	127,728	1,044
P146	3625,000	25,000	170,5751	265453,383	4002790,345	128,987	1,259
P147	3650,000	25,000	170,5751	265475,760	4002801,493	129,984	0,997
P148	3675,000	25,000	170,5751	265498,137	4002812,641	131,025	1,041
P149	3700,000	25,000	170,5751	265520,513	4002823,789	131,844	0,819
P150	3725,000	25,000	170,5751	265542,890	4002834,938	132,929	1,085
P151	3750,000	25,000	170,5751	265565,267	4002846,086	133,409	0,480
P152	3775,000	25,000	170,5751	265587,644	4002857,234	133,873	0,465
P153	3800,000	25,000	170,5751	265610,021	4002868,382	134,045	0,172
P154	3825,000	25,000	170,5751	265632,397	4002879,530	133,956	-0,089
P155	3850,000	25,000	170,5751	265654,774	4002890,678	133,940	-0,016

P156	3875,000	25,000	170,5751	265677,151	4002901,826	134,324	0,384
P157	3900,000	25,000	170,5751	265699,528	4002912,974	134,535	0,211
P158	3925,000	25,000	170,5751	265721,904	4002924,122	134,684	0,149
P159	3950,000	25,000	170,5751	265744,281	4002935,270	134,766	0,082
P160	3975,000	25,000	170,5751	265766,658	4002946,418	134,854	0,088
P161	4000,000	25,000	170,5751	265789,035	4002957,566	135,010	0,156
P162	4019,009	19,009	170,5751	265806,049	4002966,043	135,190	0,179
							8,596

8.596	4064.278
H/L	0.21%

Tableau 5 : Dénivelée cumulée "route existante

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

DC= 0.21%

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	$Dc \leq 1.5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% \leq Dc \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau 6 : Type de topographie

DC= 0.21% ≤ 1.5%

Donc : Le terrain est : Plat

2.6.2. Sinuosité :

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

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

Calcul de la sinuosité :

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

Avec :

- L_s : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m
- L : la longueur total de la route
- $L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m})$.

$L_s = 0 \text{ m}$ (il n'y a aucun rayon inférieur a 200m)

$L = 4064.278 \text{ m}$

$$\sigma = \frac{L_s}{L} = \frac{0}{4064.278} = 0 < 0.1$$

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 7 : Sinuosité

Sinuosité : faible

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

Sinuosité et relief	faible	Moyenne	forte
plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 8: Environnement de la route existante

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: **Plat**

Et une Sinuosité : **Sinuosité faible**

L'environnement de la route est : E1

2.7- Vitesse de référence :

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

1. La catégorie
2. L'environnement

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

Environment 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 9: Vitesse de référence

Vitesse Vr = 80 km/h

2.8. Courbes en plan :

a-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

$$RHm = \frac{Vr(km/h)^2}{127(dmin \quad ft)}$$

b-Le rayon minimal normal RHN

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

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

c-Le rayon au devers minimal RHd

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

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

d- 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.

Détermination des dévers dmax et dmin

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
dmin	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
dmax	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau 10 : Dévers

Détermination du coefficient transversal ft

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

Tableau 11 : Valeur du coefficient ft

Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie

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

Tableau 12 : Valeur du coefficient "F"**Tableau récapitulatif**

dmax =	7,00%
dmin =	-2,50%
ft =	0,13
d =	0,05
F'' =	0,06

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants

catégorie	RHM	RHN	RHD	RHND
2	250	450	1000	1400

Tableau 14: récapitulatif des rayons en plan

Chapitre 3 : ETUDE DU TRAFIC

3.1.Introduction

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

3.2 .Analyse du trafic :

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir :

- Comptages manuels
- Comptages automatiques

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

Les enquêtes de type cordon : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

Les enquêtes qualitatives : elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

3.3. Différents types de trafics :

a) Trafic normal

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

b) Trafic dévié

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point

c) Trafic induit

C'est le trafic résultant des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

d) Trafics total

C'est le trafic total sur le nouveau aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic

3.4. Modèles de présentation de trafic :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant .Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humains.

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

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

3.4.1 .Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

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

Où : **T0** : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

T0,τ, n : sont définies précédemment

3.4.2 Calcul des trafics effectifs :

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

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

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

Avec :

Teff : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

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

Tableau 15 : valeurs du coefficient P

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

3.4.3 Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

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

Avec :

$\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0.12 Q : est exprimé en UVP/h.

Débit horaire admissible

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

$$Q_{adm} \left(\frac{uvp}{h}\right) = K1.K2. C_{th}$$

Avec :

K1 : coefficient lié à l'environnement

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Valeurs de K1 :

Coefficient K1					
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau 16 : Valeurs de K1 en fonction de l'environnement

Valeurs de K2 :

Coefficient K2			
Envir.	E1	E2	E3
K2	0,75	0,85	0,90 à 0,95

Tableau 17 : Valeurs de K2 en fonction de l'environnement-

3.4.4 Valeurs de Cth : Capacité théorique du profil en travers en régime stable :

Capacité théorique

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

Tableau 18 : Valeurs de capacité théorique

3.4.5 Calcul du nombre de voie :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

-Cas d'une chaussée unidirectionnelle

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

Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Qadm : débit admissible par voie

3.4.6 APPLICATION DU PROJET :

Les données de trafic :

TMJA	7858 V/J
τ	4%
% Poids lourd	14%
Année de comptage	2020
Année de mise en service	2024
Durée de vie	10
Coefficient d'équivalence P	3.00
K1	1.00
K2	0,75
n	4

Tableau 19 : Données trafic

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Trafic de l'année de mise en service T1	9193V/J
Trafic de l'année horizon T10	11638 UVP/J
Teff	11767 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	2910 UVP/h
Cth	3880 UVP/h
Débit admissible " Qadm"	2910 UVP/h
Nombre de voie	2/sens

Tableau 20 : Résultats de calcul trafic

Chapitre 04 : TRACE EN PLAN

Chapitre 4 : TRACE EN PLAN

4-1. Introduction :

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée :

- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à RHnd est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.
- Elargir autant que possible d'un seul côté Cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, aussi pour l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne aux usagers (maintien de la circulation).

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent d'une part à assurer des conditions de confort relativement homogènes le long d'un axe routier, et adaptées à chaque catégorie de route, en fixant notamment des caractéristiques minimales. Elles visent d'autre part à garantir de bonnes conditions de sécurité, au moyen notamment de principes d'enchaînement des différents éléments du tracé et de principes relatifs à la visibilité

4- 2. 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'utilisateur 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.

4-3. Règles à respecter dans le tracé en plan :

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

- 1) L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- 2) Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant
- 3) Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- 4) Eviter au maximum les propriétés privées
- 5) Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- 6) Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé

4 A - Pour les routes neuves

Il convient en outre, pour les projets de routes neuves :

1. d'éviter les tracés en succession de grandes courbes (tracés de type autoroutier),
2. de recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de zones de visibilité de dépassement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversé)
3. d'éviter, en extrémité d'alignements droits importants (plus de 1 km) et quelle que soit la catégorie, les courbes de rayon inférieur à 300 m, de même qu'en bas de longues descentes rapides, en extrémité d'alignements plus courts (0,5 à 1 km) éviter les courbes de rayon inférieur à 200 m,
4. de respecter, lorsque deux courbes se succèdent (même séparées par un alignement droit, quelle que soit sa longueur) la condition suivante concernant leurs rayons R1 et R2 $0,67 < R1/R2 < 1,5$, sauf si R1 et R2 sont supérieurs à 500 m,
5. d'exclure les courbes en ove, en C, et à sommet

5 B- Pour l'aménagement des routes existantes

Sous certaines conditions, des valeurs inférieures aux valeurs minimales peuvent être adoptées (2). Les recommandations 1 et 2 sont généralement sans objet mais les recommandations 3, 4 et 5, qui concernent directement la sécurité, sont à prendre en considération. Elles doivent être appréciées en tenant compte des résultats du diagnostic de sécurité (analyse des accidents notamment).

4-4. Les éléments de tracé en plan :

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

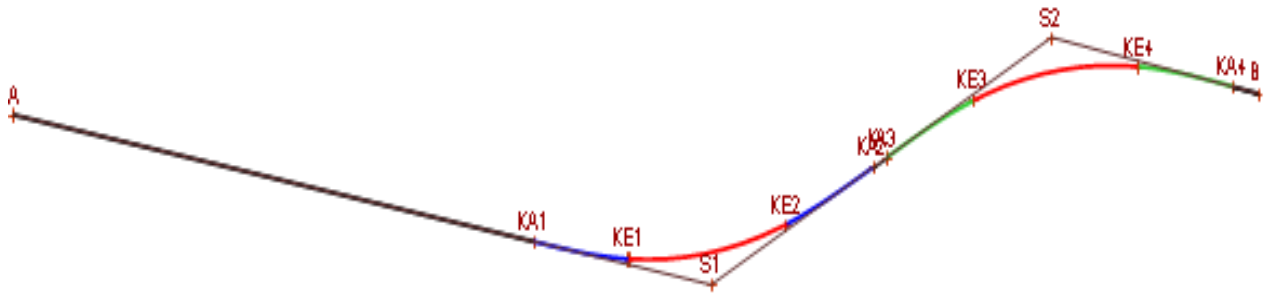


Figure6: les éléments d'un tracé en plan

Les alignements

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

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

La longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$\text{Longueur minimum : } L_{min} = t \cdot V_r$$

Avec

- V_r en (m/s)
- $t = 3$ sec vitesse faible
- $t = 5$ sec vitesse forte

T= 3s	T= 5s
666 (m)	1110 (m)

Tableau 21 : valeur de longueur L min

Longueur maximum $L_{max} = 60 V_r$

Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

Il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm} , on utilise autant des valeurs de rayon supérieur ou égale à R_{HN} que possible.

CHAPITRE 5 :

ETUDE DE

DEDOUBLEMENT

5.1 Etude de la variante 1 :

5.1.1 Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 1 :

Tab.	Point d'axe		
	X	Y	Z TN
A	262599,261	4001075,011	126,593
S1	262799,061	4001163,612	0,000
S2	262998,807	4001896,726	120,251
S3	263339,118	4002218,488	92,796
S4	263818,927	4002441,540	108,503
S5	264921,521	4002549,988	125,145
S6	265128,169	4002619,033	117,290
S7	265268,399	4002706,753	119,387
S8	265407,778	4002771,312	126,333
B	265804,577	4002968,997	135,105

Tableau 22 : coordonnées des sommets de l'axe de la variante 1

tableau de valeur ΔX et ΔY :

Direct	ΔX(m)	ΔY(m)
A-S1	0,000	0,000
S1-S2	199,800	88,601
S2-S3	199,746	733,114
S3-S4	340,311	321,762
S4-S5	479,809	223,052
S5-S6	1102,594	108,448
S6-S7	206,648	69,045

S7-S8	140,230	87,720
B-S8	139,379	64,559

Tableau 23: tableau de valeur ΔX et ΔY

5.1.2 Gisements, angles au centre et distance :

<u>Gisement (gr)</u>	<u>Angle au centre (gr)</u>	<u>Distances (m)</u>
173.4280	EX	0,000
45.1310	-128.247	218,564
34.3590	-10.8220	759,838
62.0400	27.6810	468,340
83.0280	20.9880	529,120
86.6150	3.5870	1107,915
71.9430	-14.6720	217,877
68.3990	-3.5440	165,407
71.4800	3.0810	153,604
170.5750	EX	443,316

Tableau 24 : gisement, distance de la variante 1

5.2 Calculs éléments de quatre raccordements :

1- La tangente

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

2- Bissectrice

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

3- Développée

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

4- La flèche .

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

5-

Tous les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant:

<u>Angle au centre (gr)</u>	<u>Rayon (m)</u>	<u>Tangent (m)</u>	<u>Développée (m)</u>	<u>Bissectrice (m)</u>	<u>Flèche (m)</u>
$\beta_1 = -128.247$	512.69	811.35	1032.81	454.65	238.91
$\beta_2 = -10.822$	501.13	42.70	85.20	2.01	5.01
$\beta_3 = 27.681$	797.87	176.24	639.85	19.62	19.15
$\beta_4 = 20.988$	852.92	141.88	281.19	17.41	17.06
$\beta_5 = 3.587$	365.06	10.30	20.57	3.70	3.65
$\beta_6 = -14.672$	400.40	46.38	92.34	4.04	4.004
$\beta_7 = -3.544$	11737.10	326.67	653.40	118.57	117.37
$\beta_8 = 3.081$	2710.42	65.60	131.17	27.38	27.11

Tableau 25: Tangentes aux cercles et rayons "variantel1"

5.2.1 -Les longueurs de tracé :

$L_t = 4063.982 \text{ m}$

5.2.2 La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$D = LC = 1315.47 \text{ m}$

5.2.3. La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$LAD = L_T - L_c = 4063.982 - 1315.47$

$LAD = 2748.512 \text{ m}$

5.2.4 Pourcentage d'alignement droit :

% alignement Droit = 67.63%

5.2.5 Pourcentage courbe :

% Courbe = 32.37%

Condition vérifié \checkmark

5.2.6 Calcul de la sinuosité :

$\sigma = L_s / L$

Avec :

L_s : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m

- **L** : la longueur total de la route
- **$L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m})$.**

$L_s = 0 \text{ m}$ (il n'y a aucun rayon inférieur a 200m)

$L = 4063.982\text{m}$

$\sigma = L_s / L = 0 / (4063.982) = 0$

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 26: Sinuosité

Sinuosité : faible

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	$D_c \leq 1.5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% \leq D_c \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

Tableau 27 : Type de topographie

DC = $0.21\% \leq 1.5\%$

Donc : Le terrain est : Plat

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

5.2.7 Environnement de la route :

Sinuosité et relief	faible	Moyenne	forte
plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 28: Environnement de la route variante 1

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: Plat

Et une Sinuosité : Sinuosité faible

Environnement de la route : (E1)

5.2.8 Vitesse de référence : $V_r = 80\text{Km/h}$

5.2.9 Dénivelé cumulé :

Tab.	Distance		Gisement	Point d'axe			Dénivelée	déclivité
	Cumulée	Partielle		X	Y	Z TN		
P1	0,000	0,000	167,3393	262598,906	4001075,000	126,600	-	-
P2	25,000	25,000	167,3393	262620,687	4001087,271	126,274	-0,326	-1,302
P3	50,000	25,000	163,9945	262642,126	4001100,125	125,799	-0,475	-1,9016
P4	75,000	25,000	160,8902	262662,898	4001114,032	125,688	-0,111	-0,442
P5	100,000	25,000	157,7859	262682,968	4001128,934	125,473	-0,216	-0,8636
P6	125,000	25,000	154,6816	262702,287	4001144,798	125,689	0,216	0,864
P7	150,000	25,000	151,5773	262720,810	4001161,584	125,803	0,115	0,4588
P8	175,000	25,000	148,4730	262738,493	4001179,253	125,923	0,120	0,478
P9	200,000	25,000	145,3687	262755,294	4001197,762	126,015	0,092	0,3672
P10	225,000	25,000	142,2644	262771,172	4001217,069	126,150	0,136	0,542
P11	250,000	25,000	139,1601	262786,091	4001237,127	126,098	-0,052	-0,2072
P12	275,000	25,000	136,0558	262800,014	4001257,888	125,916	-0,182	-0,7296
P13	300,000	25,000	132,9515	262812,908	4001279,303	111,600	-14,316	-57,2652
P14	325,000	25,000	129,8472	262824,744	4001301,321	123,908	12,309	49,2344
P15	350,000	25,000	126,7429	262835,492	4001323,890	115,870	-8,039	-32,154
P16	375,000	25,000	123,6386	262845,127	4001346,956	125,563	9,694	38,7748
P17	400,000	25,000	120,5343	262853,627	4001370,464	125,634	0,071	0,2828
P18	425,000	25,000	117,0916	262860,751	4001394,421	125,672	0,038	0,1504
P19	450,000	25,000	117,0916	262867,382	4001418,526	125,400	-0,272	-1,0864
P20	475,000	25,000	117,0916	262874,014	4001442,630	125,115	-0,285	-1,1384
P21	500,000	25,000	117,0916	262880,645	4001466,735	124,718	-0,398	-1,5908
P22	525,000	25,000	117,0916	262887,277	4001490,839	124,323	-0,394	-1,578
P23	550,000	25,000	117,0916	262893,908	4001514,944	123,783	-0,540	-2,1612
P24	575,000	25,000	117,0916	262900,540	4001539,048	123,354	-0,429	-1,7152
P25	600,000	25,000	117,0916	262907,171	4001563,152	123,092	-0,262	-1,0492
P26	625,000	25,000	117,0916	262913,803	4001587,257	122,809	-0,283	-1,13
P27	650,000	25,000	117,0916	262920,434	4001611,361	122,468	-0,341	-1,3636
P28	675,000	25,000	117,0916	262927,066	4001635,466	87,126	-35,342	-141,3692
P29	700,000	25,000	117,0916	262933,697	4001659,570	78,986	-8,140	-32,56
P30	725,000	25,000	117,0916	262940,329	4001683,675	104,910	25,924	103,6948
P31	750,000	25,000	117,0916	262946,960	4001707,779	121,645	16,735	66,9396
P32	775,000	25,000	117,0916	262953,592	4001731,883	121,382	-0,262	-1,0496
P33	800,000	25,000	117,0916	262960,223	4001755,988	121,394	0,011	0,0452
P34	825,000	25,000	117,0916	262966,855	4001780,092	121,483	0,089	0,3556
P35	850,000	25,000	122,6741	262974,570	4001803,856	121,464	-0,018	-0,0724
P36	875,000	25,000	125,8500	262983,867	4001827,060	120,461	-1,003	-4,0132
P37	900,000	25,000	129,0260	262994,311	4001849,771	120,472	0,010	0,0416
P38	925,000	25,000	132,2019	263005,873	4001871,933	118,219	-2,252	-9,0096
P39	950,000	25,000	135,3778	263018,527	4001893,492	118,113	-0,106	-0,4244
P40	975,000	25,000	138,5538	263032,240	4001914,392	117,637	-0,476	-1,9036
P41	1000,000	25,000	141,7297	263046,978	4001934,582	114,852	-2,785	-11,1408
P42	1025,000	25,000	144,9056	263062,705	4001954,013	115,371	0,519	2,0776

P43	1050,000	25,000	148,0816	263079,381	4001972,635	112,060	-3,311	-13,2448
P44	1075,000	25,000	151,7881	263097,507	4001989,851	110,672	-1,388	-5,5516
P45	1100,000	25,000	151,7881	263115,674	4002007,025	109,303	-1,369	-5,476
P46	1125,000	25,000	151,7881	263133,841	4002024,199	107,892	-1,411	-5,644
P47	1150,000	25,000	151,7881	263152,008	4002041,373	106,462	-1,430	-5,7196
P48	1175,000	25,000	151,7881	263170,175	4002058,548	105,047	-1,415	-5,66
P49	1200,000	25,000	151,7881	263188,342	4002075,722	103,426	-1,622	-6,4868
P50	1225,000	25,000	151,7881	263206,509	4002092,896	101,958	-1,468	-5,8716
P51	1250,000	25,000	151,7881	263224,677	4002110,070	100,565	-1,393	-5,5712
P52	1275,000	25,000	151,7881	263242,844	4002127,245	98,936	-1,629	-6,516
P53	1300,000	25,000	153,3315	263261,168	4002144,250	97,544	-1,392	-5,5688
P54	1325,000	25,000	155,3262	263280,005	4002160,685	96,492	-1,052	-4,2072
P55	1350,000	25,000	157,3210	263299,348	4002176,522	95,281	-1,211	-4,8432
P56	1375,000	25,000	159,3157	263319,177	4002191,745	94,373	-0,908	-3,634
P57	1400,000	25,000	161,3104	263339,474	4002206,339	93,558	-0,815	-3,2584
P58	1425,000	25,000	163,3052	263360,218	4002220,291	92,674	-0,884	-3,5348
P59	1450,000	25,000	165,2999	263381,388	4002233,585	91,852	-0,822	-3,2884
P60	1475,000	25,000	167,2947	263402,965	4002246,210	91,070	-0,782	-3,1296
P61	1500,000	25,000	169,2894	263424,927	4002258,153	90,254	-0,816	-3,2624
P62	1525,000	25,000	172,3348	263447,490	4002268,908	89,962	-0,292	-1,1676
P63	1550,000	25,000	172,3348	263470,167	4002279,434	89,817	-0,146	-0,5824
P64	1575,000	25,000	172,3348	263492,843	4002289,959	89,910	0,093	0,372
P65	1600,000	25,000	172,3348	263515,519	4002300,484	90,411	0,501	2,0032
P66	1625,000	25,000	172,3348	263538,196	4002311,010	91,249	0,838	3,3536
P67	1650,000	25,000	172,3348	263560,872	4002321,535	92,143	0,894	-0,0724
P68	1675,000	25,000	172,3348	263583,549	4002332,061	93,137	0,994	-4,0132
P69	1700,000	25,000	172,3348	263606,225	4002342,586	94,147	1,011	0,0416
P70	1725,000	25,000	172,3348	263628,901	4002353,111	95,349	1,201	-9,0096
P71	1750,000	25,000	172,3348	263651,578	4002363,637	96,471	1,122	-0,4244
P72	1775,000	25,000	172,3348	263674,254	4002374,162	97,562	1,092	-1,9036
P73	1800,000	25,000	172,3348	263696,930	4002384,687	98,695	1,133	-11,1408
P74	1825,000	25,000	174,7619	263719,750	4002394,891	99,843	1,148	2,0776
P75	1850,000	25,000	176,6279	263742,949	4002404,205	100,996	1,154	-13,2448
P76	1875,000	25,000	178,4939	263766,411	4002412,835	102,163	1,167	-5,5516
P77	1900,000	25,000	180,3599	263790,116	4002420,774	103,335	1,172	-5,476
P78	1925,000	25,000	182,2259	263814,044	4002428,015	104,551	1,216	-5,644
P79	1950,000	25,000	184,0919	263838,173	4002434,551	105,746	1,195	4,3668
P80	1975,000	25,000	185,9579	263862,484	4002440,377	106,839	1,093	4,5304
P81	2000,000	25,000	187,8239	263886,955	4002445,489	107,932	1,093	4,5908
P82	2025,000	25,000	189,6899	263911,565	4002449,881	108,841	0,910	4,614
P83	2050,000	25,000	193,7585	263936,330	4002453,238	109,810	0,969	4,6672
P84	2075,000	25,000	193,7585	263961,210	4002455,685	110,566	0,756	4,6864
P85	2100,000	25,000	193,7585	263986,090	4002458,132	111,135	0,569	4,8652
P86	2125,000	25,000	193,7585	264010,970	4002460,579	111,323	0,188	4,7792

P87	2150,000	25,000	193,7585	264035,850	4002463,026	111,676	0,353	4,3732
P88	2175,000	25,000	193,7585	264060,730	4002465,474	111,754	0,078	4,37
P89	2200,000	25,000	193,7585	264085,610	4002467,921	112,181	0,427	3,6384
P90	2225,000	25,000	193,7585	264110,490	4002470,368	112,513	0,332	3,8752
P91	2250,000	25,000	193,7585	264135,370	4002472,815	112,867	0,354	3,0244
P92	2275,000	25,000	193,7585	264160,250	4002475,262	113,204	0,337	2,276
P93	2300,000	25,000	193,7585	264185,130	4002477,709	67,149	-46,056	0,7532
P94	2325,000	25,000	193,7585	264210,010	4002480,156	113,976	46,827	1,412
P95	2350,000	25,000	193,7585	264234,890	4002482,603	114,666	0,690	0,3108
P96	2375,000	25,000	193,7585	264259,770	4002485,051	115,500	0,835	1,7096
P97	2400,000	25,000	193,7585	264284,650	4002487,498	116,355	0,854	1,3264
P98	2425,000	25,000	193,7585	264309,530	4002489,945	117,669	1,315	1,4172
P99	2450,000	25,000	193,7585	264334,410	4002492,392	118,627	0,957	1,348
P100	2475,000	25,000	193,7201	264359,290	4002494,839	119,704	1,078	-184,2232
P101	2500,000	25,000	193,7201	264384,168	4002497,301	120,543	0,839	187,3096
P102	2525,000	25,000	193,7201	264409,046	4002499,763	121,280	0,736	2,7592
P103	2550,000	25,000	193,7201	264433,925	4002502,225	121,876	0,596	3,338
P104	2575,000	25,000	193,7201	264458,803	4002504,688	122,401	0,525	3,4176
P105	2600,000	25,000	193,7201	264483,682	4002507,150	123,118	0,717	5,2584
P106	2625,000	25,000	193,7201	264508,560	4002509,612	123,825	0,707	3,8292
P107	2650,000	25,000	193,7201	264533,439	4002512,074	124,320	0,495	4,3104
P108	2675,000	25,000	193,7201	264558,317	4002514,536	124,834	0,515	3,3568
P109	2700,000	25,000	193,7201	264583,196	4002516,998	125,566	0,732	2,9452
P110	2725,000	25,000	193,7201	264608,074	4002519,460	126,171	0,605	2,3844
P111	2750,000	25,000	193,7201	264632,953	4002521,922	126,479	0,307	2,1012
P112	2775,000	25,000	193,7201	264657,831	4002524,384	99,034	-27,445	2,868
P113	2800,000	25,000	193,7201	264682,710	4002526,846	127,144	28,111	2,8268
P114	2825,000	25,000	193,7201	264707,588	4002529,309	127,326	0,181	1,9796
P115	2850,000	25,000	193,7201	264732,466	4002531,771	79,996	-47,330	2,0584
P116	2875,000	25,000	193,7201	264757,345	4002534,233	94,840	14,844	2,9288
P117	2900,000	25,000	193,7201	264782,223	4002536,695	127,386	32,546	2,4192
P118	2925,000	25,000	193,7201	264807,102	4002539,157	127,475	0,089	1,2292
P119	2950,000	25,000	193,7201	264831,980	4002541,619	127,233	-0,242	-109,7788
P120	2975,000	25,000	193,7201	264856,859	4002544,081	126,219	-1,013	112,4424
P121	3000,000	25,000	194,1132	264881,740	4002546,512	125,795	-0,424	0,7248
P122	3025,000	25,000	189,7535	264906,535	4002549,671	124,696	-1,099	-189,3188
P123	3050,000	25,000	185,3938	264931,055	4002554,519	123,271	-1,425	-5,6984
P124	3075,000	25,000	181,0341	264955,187	4002561,034	121,714	-1,557	-6,2288
P125	3100,000	25,000	179,3119	264978,914	4002568,905	120,087	-1,628	-6,51
P126	3125,000	25,000	179,3119	265002,605	4002576,887	118,892	-1,194	-4,7776
P127	3150,000	25,000	179,3119	265026,297	4002584,869	118,051	-0,842	-3,3668
P128	3175,000	25,000	179,3119	265049,989	4002592,851	117,923	-0,128	-0,5108
P129	3200,000	25,000	179,3119	265073,680	4002600,833	119,364	1,441	5,7656
P130	3225,000	25,000	176,9864	265097,283	4002609,067	117,847	-1,517	-6,0692

<i>P131</i>	<i>3250,000</i>	<i>25,000</i>	<i>173,0115</i>	<i>265120,376</i>	<i>4002618,633</i>	<i>117,465</i>	<i>-0,382</i>	<i>-1,5264</i>
<i>P132</i>	<i>3275,000</i>	<i>25,000</i>	<i>169,0366</i>	<i>265142,827</i>	<i>4002629,621</i>	<i>116,842</i>	<i>-0,624</i>	<i>-2,4956</i>
<i>P133</i>	<i>3300,000</i>	<i>25,000</i>	<i>165,0617</i>	<i>265164,549</i>	<i>4002641,989</i>	<i>116,598</i>	<i>-0,244</i>	<i>-0,976</i>
<i>P134</i>	<i>3325,000</i>	<i>25,000</i>	<i>164,6099</i>	<i>265185,789</i>	<i>4002655,175</i>	<i>116,608</i>	<i>0,011</i>	<i>0,0428</i>
<i>P135</i>	<i>3350,000</i>	<i>25,000</i>	<i>164,6099</i>	<i>265207,025</i>	<i>4002668,368</i>	<i>116,856</i>	<i>0,248</i>	<i>0,992</i>
<i>P136</i>	<i>3375,000</i>	<i>25,000</i>	<i>164,6099</i>	<i>265228,260</i>	<i>4002681,560</i>	<i>117,615</i>	<i>0,759</i>	<i>3,0344</i>
<i>P137</i>	<i>3400,000</i>	<i>25,000</i>	<i>167,9789</i>	<i>265249,742</i>	<i>4002694,334</i>	<i>118,610</i>	<i>0,995</i>	<i>3,982</i>
<i>P138</i>	<i>3425,000</i>	<i>25,000</i>	<i>168,1145</i>	<i>265271,658</i>	<i>4002706,361</i>	<i>120,089</i>	<i>1,479</i>	<i>5,9156</i>
<i>P139</i>	<i>3450,000</i>	<i>25,000</i>	<i>168,2501</i>	<i>265293,600</i>	<i>4002718,342</i>	<i>121,326</i>	<i>1,236</i>	<i>4,946</i>
<i>P140</i>	<i>3475,000</i>	<i>25,000</i>	<i>172,3869</i>	<i>265316,182</i>	<i>4002729,053</i>	<i>122,228</i>	<i>0,902</i>	<i>3,6088</i>
<i>P141</i>	<i>3500,000</i>	<i>25,000</i>	<i>172,3869</i>	<i>265338,867</i>	<i>4002739,560</i>	<i>124,064</i>	<i>1,836</i>	<i>7,3456</i>
<i>P142</i>	<i>3525,000</i>	<i>25,000</i>	<i>172,3869</i>	<i>265361,552</i>	<i>4002750,067</i>	<i>125,069</i>	<i>1,005</i>	<i>4,0204</i>
<i>P143</i>	<i>3550,000</i>	<i>25,000</i>	<i>172,3869</i>	<i>265384,237</i>	<i>4002760,574</i>	<i>126,320</i>	<i>1,251</i>	<i>5,002</i>
<i>P144</i>	<i>3575,000</i>	<i>25,000</i>	<i>171,5014</i>	<i>265406,896</i>	<i>4002771,137</i>	<i>126,259</i>	<i>-0,061</i>	<i>-0,2436</i>
<i>P145</i>	<i>3600,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265429,311</i>	<i>4002782,207</i>	<i>127,738</i>	<i>1,479</i>	<i>5,9152</i>
<i>P146</i>	<i>3625,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265451,687</i>	<i>4002793,355</i>	<i>128,945</i>	<i>1,207</i>	<i>4,8296</i>
<i>P147</i>	<i>3650,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265474,064</i>	<i>4002804,503</i>	<i>129,971</i>	<i>1,026</i>	<i>4,1024</i>
<i>P148</i>	<i>3675,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265496,441</i>	<i>4002815,651</i>	<i>131,060</i>	<i>1,089</i>	<i>4,3552</i>
<i>P149</i>	<i>3700,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265518,818</i>	<i>4002826,799</i>	<i>131,780</i>	<i>0,721</i>	<i>2,882</i>
<i>P150</i>	<i>3725,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265541,195</i>	<i>4002837,947</i>	<i>132,841</i>	<i>1,061</i>	<i>4,2444</i>
<i>P151</i>	<i>3750,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265563,571</i>	<i>4002849,095</i>	<i>133,296</i>	<i>0,454</i>	<i>1,8176</i>
<i>P152</i>	<i>3775,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265585,948</i>	<i>4002860,243</i>	<i>133,731</i>	<i>0,435</i>	<i>1,742</i>
<i>P153</i>	<i>3800,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265608,325</i>	<i>4002871,391</i>	<i>133,989</i>	<i>0,258</i>	<i>1,0324</i>
<i>P154</i>	<i>3825,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265630,702</i>	<i>4002882,540</i>	<i>133,761</i>	<i>-0,229</i>	<i>-0,9144</i>
<i>P155</i>	<i>3850,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265653,078</i>	<i>4002893,688</i>	<i>133,666</i>	<i>-0,094</i>	<i>-0,3772</i>
<i>P156</i>	<i>3875,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265675,455</i>	<i>4002904,836</i>	<i>134,268</i>	<i>0,602</i>	<i>2,4072</i>
<i>P157</i>	<i>3900,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265697,832</i>	<i>4002915,984</i>	<i>134,501</i>	<i>0,233</i>	<i>0,932</i>
<i>P158</i>	<i>3925,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265720,209</i>	<i>4002927,132</i>	<i>134,692</i>	<i>0,191</i>	<i>0,7624</i>
<i>P159</i>	<i>3950,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265742,586</i>	<i>4002938,280</i>	<i>134,733</i>	<i>0,042</i>	<i>0,1668</i>
<i>P160</i>	<i>3975,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265764,962</i>	<i>4002949,428</i>	<i>134,843</i>	<i>0,109</i>	<i>0,438</i>
<i>P161</i>	<i>4000,000</i>	<i>25,000</i>	<i>170,5751</i>	<i>265787,339</i>	<i>4002960,576</i>	<i>134,993</i>	<i>0,150</i>	<i>0,5984</i>
<i>P162</i>	<i>4019,184</i>	<i>19,184</i>	<i>170,5751</i>	<i>265804,511</i>	<i>4002969,131</i>	<i>135,101</i>	<i>0,109</i>	<i>0,566609154</i>

Tableau 29 : Dénivelé cumulé

5.3 Etude de la Variante 2 :

5.3.1 Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 2 :

Point d'axe			
<u>Pts</u>	X	Y	Z TN
<u>1</u>	262602,636	4001068,379	126,658
<u>2</u>	262805,201	4001158,338	0,000
<u>3</u>	263005,320	4001892,824	120,024
<u>4</u>	263343,277	4002212,360	93,206
<u>5</u>	263820,880	4002434,387	105,564
<u>6</u>	264923,056	4002542,794	125,439
<u>7</u>	265131,309	4002612,375	118,623
<u>8</u>	265271,888	4002700,312	119,847
<u>9</u>	265410,945	4002764,722	127,026
<u>10</u>	265807,899	4002962,328	135,266

Tableau 30 : coordonnées des sommets de l'axe de la route variante 2

5.3.2 Gisements, angles au centre et distance :

<u>Angle au centre</u>	<u>Distance</u>	<u>Gisement</u>
EX	0,000	173,3930
-128,2290	221,642	45,1640
-10,8050	761,260	34,3590
27,6810	465,100	62,0400
20,9880	526,688	83,0280
3,5870	1107,495	86,6150
-14,6720	219,570	71,9430
-3,5440	165,817	68,3990
3,0910	153,250	71,4900
EX	443,420	170,5950

Tableau 31 : gisement, distance de la route variante 2

tableau de valeur ΔX et ΔY :

Distance	ΔX	ΔY
A-S1	202,565	89,959
S1-S2	200,119	734,486
S2-S3	337,957	319,536
S3-S4	477,603	222,027
S4-S5	1102,176	108,407
S5-S6	208,253	69,581
S6-S7	140,579	87,937
S7-S8	139,057	64,410
B-S8	396,954	197,606

Tableau 32 : tableau de valeur ΔX et ΔY

5.4 Calculs éléments de quatre raccords :

1- La tangente

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

2- Bissectrice

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

3- Développée

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

4- La flèche

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

Tous les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant :

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche	Bissectrice
$\beta_1 = -128.2290$	520.29	823.12	1047.98	242.46	454.04
$\beta_2 = -10.850$	493.53	42.16	84.12	4.94	5.00
$\beta_3 = 27.6810$	790.27	174.57	109.38	23.71	24.44
$\beta_4 = 20.9880$	845.32	140.62	278.69	16.91	17.25
$\beta_5 = 3.5870$	372.66	10.50	20.99	3.73	3.77
$\beta_6 = -14.6720$	408.00	47.23	94.03	4.10	4.12
$\beta_7 = -3.5440$	11729.50	326.57	652.97	117.30	118.50
$\beta_8 = 3.0910$	2718.02	66.00	131.97	27.18	27.46

Tableau33 : Tangentes aux cercles et rayons "variante 2"

5.4.1 Les longueurs de tracé :

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 4064.242 \text{ m}$$

5.4.2 La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\sum D = LC = 1316.21 \text{ m}$$

5.4.3 La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$LAD = LT - Lc = 4064.242 - 1316.21 = 2748.032 \text{ m}$

$LAD = 2748.032 \text{ m}$

5.4.4 Pourcentage d'alignement droit :

$\% \text{ alignement Droit} = 67.61\%$

5.4.5 Pourcentage courbe :

$\% \text{ Courbe} = 32.39\% \text{ Condition vérifié}$

5.4.6 Calcul de la sinuosité :

$\sigma = Ls / L$

Avec :

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

- **L : la longueur total de la route**
- **$Ls = \sum D (R \leq 200 \text{ m})$.**

Ls = 0 m (il n'y a aucun rayon inférieur a 200m)

L = 4064.242m

$\sigma = Ls / L = 0 / (4064.242) = 0$

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 34: Sinuosité

Sinuosité : faible

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	$Dc \leq 1.5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% \leq Dc \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau 35 : Type de topographie

$DC = 0.21\% \leq 1.5\%$

Donc : Le terrain est : Plat

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

5.4.7 Environnement :

Sinuosité et relief	faible	Moyenne	forte
plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 36: Environnement de la variante 2

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: Plat

Et une Sinuosité : Sinuosité faible

- Environnement de la route : (E1)

5.4.8 Vitesse de référence :

$V_r = 80\text{Km/h}$

5.4.9 Dénivelée cumulée :

N°	Distance		Gisement	Point d'axe			dénivelées	déclivités
	Cumulée	Partielle		X	Y	Z TN		
1	0,000	0,000	370,5750	265807,899	4002962,328	135,266	-	-
2	25,000	25,000	370,5750	265785,523	4002951,180	134,923	-0,343	-0,01372
3	50,000	25,000	370,5750	265763,146	4002940,032	134,835	-0,088	-0,00352
4	75,000	25,000	370,5750	265740,769	4002928,884	134,785	-0,050	-0,002
5	100,000	25,000	370,5750	265718,392	4002917,736	134,554	-0,231	-0,00924
6	125,000	25,000	370,5750	265696,016	4002906,588	134,547	-0,007	-0,00028
7	150,000	25,000	370,5750	265673,639	4002895,440	134,371	-0,176	-0,00704
8	175,000	25,000	370,5750	265651,262	4002884,292	134,242	-0,129	-0,00516
9	200,000	25,000	370,5750	265628,885	4002873,144	134,075	-0,167	-0,00668
10	225,000	25,000	370,5750	265606,508	4002861,996	134,027	-0,048	-0,00192
11	250,000	25,000	370,5750	265584,132	4002850,847	133,823	-0,204	-0,00816
12	275,000	25,000	370,5750	265561,755	4002839,699	133,370	-0,453	-0,01812
13	300,000	25,000	370,5750	265539,378	4002828,551	132,742	-0,628	-0,02512
14	325,000	25,000	370,5750	265517,001	4002817,403	131,802	-0,940	-0,0376
15	350,000	25,000	370,5750	265494,625	4002806,255	130,750	-1,052	-0,04208
16	375,000	25,000	370,5750	265472,248	4002795,107	129,625	-1,125	-0,045
17	400,000	25,000	370,5750	265449,871	4002783,959	128,754	-0,871	-0,03484
18	425,000	25,000	370,5750	265427,494	4002772,811	127,811	-0,943	-0,03772
19	450,000	25,000	372,3870	265405,035	4002761,831	126,945	-0,866	-0,03464
20	475,000	25,000	372,3870	265382,350	4002751,324	126,110	-0,835	-0,0334
21	500,000	25,000	372,3870	265359,665	4002740,817	125,228	-0,882	-0,03528
22	525,000	25,000	372,3870	265336,980	4002730,311	124,970	-0,258	-0,01032
23	550,000	25,000	372,3870	265314,296	4002719,804	122,536	-2,434	-0,09736
24	575,000	25,000	368,2170	265291,885	4002708,752	121,054	-1,482	-0,05928
25	600,000	25,000	368,0810	265269,949	4002696,760	119,597	-1,457	-0,05828
26	625,000	25,000	367,9460	265248,039	4002684,720	118,184	-1,413	-0,05652
27	650,000	25,000	364,6100	265226,726	4002671,660	116,198	-1,986	-0,07944
28	675,000	25,000	364,6100	265205,490	4002658,467	116,263	0,065	0,0026
29	700,000	25,000	364,6100	265184,255	4002645,274	114,958	-1,305	-0,0522
30	725,000	25,000	366,0720	265162,964	4002632,172	116,712	1,754	0,07016
31	750,000	25,000	369,9730	265141,056	4002620,137	117,165	0,453	0,01812
32	775,000	25,000	373,8740	265118,451	4002609,467	120,139	2,974	0,11896
33	800,000	25,000	377,7740	265095,236	4002600,201	117,825	-2,314	-0,09256
34	825,000	25,000	379,3120	265071,583	4002592,107	120,625	2,800	0,112
35	850,000	25,000	379,3120	265047,892	4002584,125	117,227	-3,398	-0,13592
36	875,000	25,000	379,3120	265024,200	4002576,143	117,639	0,412	0,01648
37	900,000	25,000	379,3120	265000,509	4002568,161	119,169	1,530	0,0612
38	925,000	25,000	379,3120	264976,817	4002560,179	120,257	1,088	0,04352
39	950,000	25,000	381,8140	264953,043	4002552,454	122,877	2,620	0,1048
40	975,000	25,000	386,0850	264928,838	4002546,219	124,042	1,165	0,0466
41	1000,000	25,000	390,3560	264904,269	4002541,621	125,598	1,556	0,06224

42	1025,000	25,000	394,6270	264879,448	4002538,679	126,456	0,858	0,03432
43	1050,000	25,000	393,7200	264854,569	4002536,217	126,863	0,407	0,01628
44	1075,000	25,000	393,7200	264829,691	4002533,755	127,503	0,640	0,0256
45	1100,000	25,000	393,7200	264804,812	4002531,293	127,695	0,192	0,00768
46	1125,000	25,000	393,7200	264779,934	4002528,831	127,576	-0,119	-0,00476
47	1150,000	25,000	393,7200	264755,055	4002526,369	112,283	-15,293	-0,61172
48	1175,000	25,000	393,7200	264730,177	4002523,907	96,975	-15,308	-0,61232
49	1200,000	25,000	393,7200	264705,298	4002521,445	127,289	30,314	1,21256
50	1225,000	25,000	393,7200	264680,420	4002518,983	127,136	-0,153	-0,00612
51	1250,000	25,000	393,7200	264655,541	4002516,521	107,093	-20,043	-0,80172
52	1275,000	25,000	393,7200	264630,663	4002514,058	126,521	19,428	0,77712
53	1300,000	25,000	393,7200	264605,785	4002511,596	126,077	-0,444	-0,01776
54	1325,000	25,000	393,7200	264580,906	4002509,134	125,582	-0,495	-0,0198
55	1350,000	25,000	393,7200	264556,028	4002506,672	124,966	-0,616	-0,02464
56	1375,000	25,000	393,7200	264531,149	4002504,210	124,354	-0,612	-0,02448
57	1400,000	25,000	393,7200	264506,271	4002501,748	123,650	-0,704	-0,02816
58	1425,000	25,000	393,7200	264481,392	4002499,286	123,153	-0,497	-0,01988
59	1450,000	25,000	393,7200	264456,514	4002496,824	122,597	-0,556	-0,02224
60	1475,000	25,000	393,7200	264431,635	4002494,362	121,787	-0,810	-0,0324
61	1500,000	25,000	393,7200	264406,757	4002491,900	121,263	-0,524	-0,02096
62	1525,000	25,000	393,7200	264381,878	4002489,437	120,520	-0,743	-0,02972
63	1550,000	25,000	393,7580	264357,000	4002486,977	119,599	-0,921	-0,03684
64	1575,000	25,000	393,7580	264332,120	4002484,530	118,425	-1,174	-0,04696
65	1600,000	25,000	393,7580	264307,240	4002482,083	117,515	-0,910	-0,0364
66	1625,000	25,000	393,7580	264282,360	4002479,636	116,519	-0,996	-0,03984
67	1650,000	25,000	393,7580	264257,480	4002477,189	115,413	-1,106	-0,04424
68	1675,000	25,000	393,7580	264232,600	4002474,742	114,504	-0,909	-0,03636
69	1700,000	25,000	393,7580	264207,720	4002472,294	113,978	-0,526	-0,02104
70	1725,000	25,000	393,7580	264182,840	4002469,847	113,702	-0,276	-0,01104
71	1750,000	25,000	393,7580	264157,960	4002467,400	113,220	-0,482	-0,01928
72	1775,000	25,000	393,7580	264133,080	4002464,953	113,101	-0,119	-0,00476
73	1800,000	25,000	393,7580	264108,200	4002462,506	112,595	-0,506	-0,02024
74	1825,000	25,000	393,7580	264083,320	4002460,059	112,132	-0,463	-0,01852
75	1850,000	25,000	393,7580	264058,440	4002457,612	111,868	-0,264	-0,01056
76	1875,000	25,000	393,7580	264033,560	4002455,165	74,715	-37,153	-1,48612
77	1900,000	25,000	393,7580	264008,681	4002452,717	98,911	24,196	0,96784
78	1925,000	25,000	393,7580	263983,801	4002450,270	110,933	12,022	0,48088
79	1950,000	25,000	393,7580	263958,921	4002447,823	110,555	-0,378	-0,01512
80	1975,000	25,000	393,7580	263934,041	4002445,376	109,541	-1,014	-0,04056
81	2000,000	25,000	389,4240	263909,304	4002441,803	108,686	-0,855	-0,0342
82	2025,000	25,000	387,5410	263884,713	4002437,305	107,604	-1,082	-0,04328
83	2050,000	25,000	385,6580	263860,266	4002432,082	106,414	-1,190	-0,0476
84	2075,000	25,000	383,7750	263835,983	4002426,138	105,353	-1,061	-0,04244
85	2100,000	25,000	381,8930	263811,888	4002419,478	104,248	-1,105	-0,0442
86	2125,000	25,000	380,0100	263787,999	4002412,109	102,868	-1,380	-0,0552
87	2150,000	25,000	378,1270	263764,339	4002404,037	101,676	-1,192	-0,04768
88	2175,000	25,000	376,2440	263740,928	4002395,269	100,623	-1,053	-0,04212

89	2200,000	25,000	374,3620	263717,787	4002385,812	99,448	-1,175	-0,047
90	2225,000	25,000	372,3350	263695,045	4002375,434	98,379	-1,069	-0,04276
91	2250,000	25,000	372,3350	263672,369	4002364,908	97,665	-0,714	-0,02856
92	2275,000	25,000	372,3350	263649,692	4002354,383	96,147	-1,518	-0,06072
93	2300,000	25,000	372,3350	263627,016	4002343,857	94,794	-1,353	-0,05412
94	2325,000	25,000	372,3350	263604,340	4002333,332	93,922	-0,872	-0,03488
95	2350,000	25,000	372,3350	263581,663	4002322,807	92,859	-1,063	-0,04252
96	2375,000	25,000	372,3350	263558,987	4002312,281	91,872	-0,987	-0,03948
97	2400,000	25,000	372,3350	263536,311	4002301,756	90,969	-0,903	-0,03612
98	2425,000	25,000	372,3350	263513,634	4002291,231	90,180	-0,789	-0,03156
99	2450,000	25,000	372,3350	263490,958	4002280,705	89,706	-0,474	-0,01896
100	2475,000	25,000	372,3350	263468,282	4002270,180	89,650	-0,056	-0,00224
101	2500,000	25,000	372,3350	263445,605	4002259,654	89,788	0,138	0,00552
102	2525,000	25,000	368,8090	263423,175	4002248,631	90,429	0,641	0,02564
103	2550,000	25,000	366,7950	263401,306	4002236,519	91,030	0,601	0,02404
104	2575,000	25,000	364,7810	263379,831	4002223,722	91,935	0,905	0,0362
105	2600,000	25,000	362,7670	263358,771	4002210,252	92,776	0,841	0,03364
106	2625,000	25,000	360,7530	263338,148	4002196,123	93,642	0,866	0,03464
107	2650,000	25,000	358,7390	263317,982	4002181,348	94,763	1,121	0,04484
108	2675,000	25,000	356,7250	263298,294	4002165,943	95,676	0,913	0,03652
109	2700,000	25,000	354,7110	263279,103	4002149,923	96,362	0,686	0,02744
110	2725,000	25,000	352,6970	263260,428	4002133,304	98,149	1,787	0,07148
111	2750,000	25,000	351,7880	263242,208	4002116,185	99,554	1,405	0,0562
112	2775,000	25,000	351,7880	263224,041	4002099,011	100,893	1,339	0,05356
113	2800,000	25,000	351,7880	263205,874	4002081,837	102,387	1,494	0,05976
114	2825,000	25,000	351,7880	263187,707	4002064,663	103,863	1,476	0,05904
115	2850,000	25,000	351,7880	263169,540	4002047,489	105,357	1,494	0,05976
116	2875,000	25,000	351,7880	263151,373	4002030,314	106,806	1,449	0,05796
117	2900,000	25,000	351,7880	263133,206	4002013,140	108,225	1,419	0,05676
118	2925,000	25,000	351,7880	263115,038	4001995,966	109,566	1,341	0,05364
119	2950,000	25,000	351,7880	263096,871	4001978,792	111,227	1,661	0,06644
120	2975,000	25,000	346,9850	263079,140	4001961,186	112,335	1,108	0,04432
121	3000,000	25,000	343,7600	263062,795	4001942,273	113,675	1,340	0,0536
122	3025,000	25,000	340,5350	263047,428	4001922,557	115,077	1,402	0,05608
123	3050,000	25,000	337,3100	263033,079	4001902,088	116,380	1,303	0,05212
124	3075,000	25,000	334,0860	263019,785	4001880,918	117,471	1,091	0,04364
125	3100,000	25,000	330,8610	263007,580	4001859,103	118,325	0,854	0,03416
126	3125,000	25,000	327,6360	262996,495	4001836,698	120,693	2,368	0,09472
127	3150,000	25,000	324,4110	262986,559	4001813,760	120,849	0,156	0,00624
128	3175,000	25,000	321,1860	262977,797	4001790,349	121,374	0,525	0,021
129	3200,000	25,000	317,0920	262970,946	4001766,312	121,656	0,282	0,01128
130	3225,000	25,000	317,0920	262964,315	4001742,208	121,604	-0,052	-0,00208
131	3250,000	25,000	317,0920	262957,683	4001718,103	121,301	-0,303	-0,01212
132	3275,000	25,000	317,0920	262951,052	4001693,999	51,335	-69,966	-2,79864
133	3300,000	25,000	317,0920	262944,420	4001669,894	70,819	19,484	0,77936
134	3325,000	25,000	317,0920	262937,789	4001645,790	98,406	27,587	1,10348
135	3350,000	25,000	317,0920	262931,157	4001621,686	101,297	2,891	0,11564

136	3375,000	25,000	317,0920	262924,526	4001597,581	122,502	21,205	0,8482
137	3400,000	25,000	317,0920	262917,894	4001573,477	116,469	-6,033	-0,24132
138	3425,000	25,000	317,0920	262911,263	4001549,372	123,131	6,662	0,26648
139	3450,000	25,000	317,0920	262904,631	4001525,268	123,593	0,462	0,01848
140	3475,000	25,000	317,0920	262898,000	4001501,163	124,120	0,527	0,02108
141	3500,000	25,000	317,0920	262891,368	4001477,059	124,653	0,533	0,02132
142	3525,000	25,000	317,0920	262884,737	4001452,955	125,059	0,406	0,01624
143	3550,000	25,000	317,0920	262878,105	4001428,850	125,241	0,182	0,00728
144	3575,000	25,000	317,0920	262871,474	4001404,746	125,616	0,375	0,015
145	3600,000	25,000	317,0920	262864,842	4001380,641	125,788	0,172	0,00688
146	3625,000	25,000	321,9770	262856,971	4001356,916	125,868	0,080	0,0032
147	3650,000	25,000	325,0360	262847,949	4001333,603	125,703	-0,165	-0,0066
148	3675,000	25,000	328,0950	262837,818	4001310,751	61,947	-63,756	-2,55024
149	3700,000	25,000	331,1540	262826,601	4001288,411	66,078	4,131	0,16524
150	3725,000	25,000	334,2130	262814,324	4001266,636	74,986	8,908	0,35632
151	3750,000	25,000	337,2720	262801,015	4001245,476	126,259	51,273	2,05092
152	3775,000	25,000	340,3310	262786,705	4001224,979	126,267	0,008	0,00032
153	3800,000	25,000	343,3900	262771,428	4001205,194	126,270	0,003	0,00012
154	3825,000	25,000	346,4490	262755,217	4001186,165	126,218	-0,052	-0,00208
155	3850,000	25,000	349,5080	262738,111	4001167,936	126,109	-0,109	-0,00436
156	3875,000	25,000	352,5670	262720,150	4001150,551	125,970	-0,139	-0,00556
157	3900,000	25,000	355,6250	262701,374	4001134,048	125,869	-0,101	-0,00404
158	3925,000	25,000	358,6840	262681,827	4001118,466	125,909	0,040	0,0016
159	3950,000	25,000	361,7430	262661,554	4001103,841	126,015	0,106	0,00424
160	3975,000	25,000	364,8020	262640,603	4001090,206	126,005	-0,010	-0,0004
161	4000,000	25,000	367,3390	262619,013	4001077,605	126,386	0,381	0,01524
162	4018,797	18,797	367,3390	262602,636	4001068,379	126,658	0,272	0,014470394

Tableau 37 : Dénivelé cumulé

5.5- Le choix de variante :

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	Comparaison	
Longueur totale de l'itinéraire	m	4019.00	4018.804	=	+
Pourcentage Alignement droit	%	67.63	67.61	+	+
Pourcentage courbe	%	32.37	32.39	+	+
Rayon maximum	m	1400	1400	+	+
Rayon minimum	m	450	450	+	+
Nombre de virage		8	8	+	+
Quantité de déblai	m3	59703,683	56603,688	-	+
Quantité de remblai	m3	343035,682	303035,684	-	+
				<u>5</u>	<u>8</u>

Tableau 38:tableau de choix de variante

Chapitre 6 : LES RACCORDEMENT PROGRESSI

6.1. 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 passagers en véhicules.
3. Transition de la forme de la chaussée.
4. Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

6.2. 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 symétrie.

c) Clothilde

La Clothilde 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 Clothilde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la Clothilde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers

6.3. Raccordement progressif :

6.3.1. Introduction :

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.

La courbe la plus utilisée est la Clothilde.

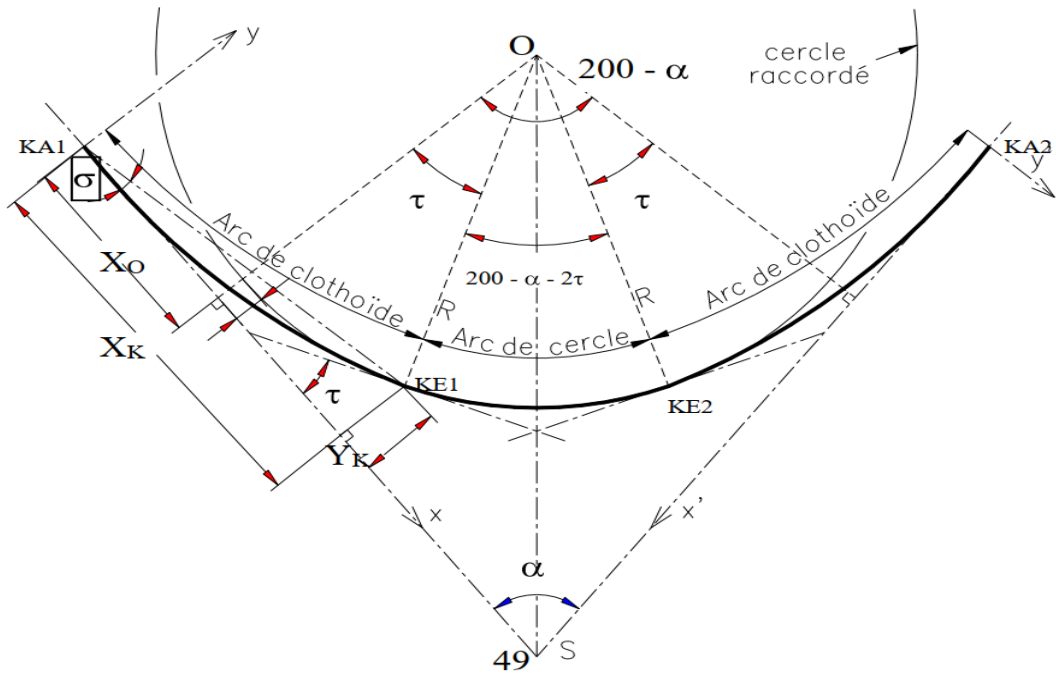


Figure 7: Raccordement progressif

A- la Clothilde

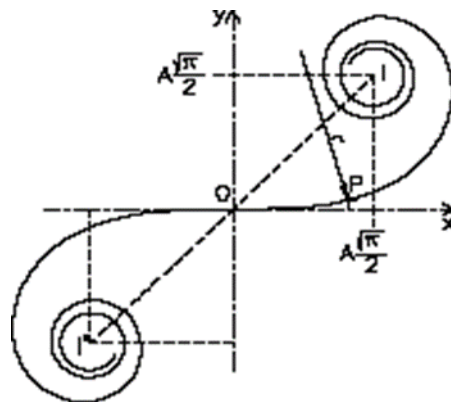


Figure 8 : Clothoïde

Le rayon de courbure d'une Clothilde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer

progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

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

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

B- Longueur de 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.

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

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 la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R}$$

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

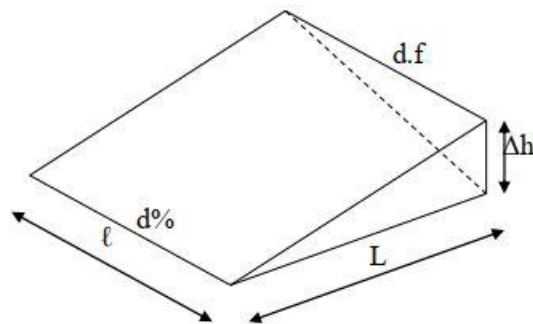


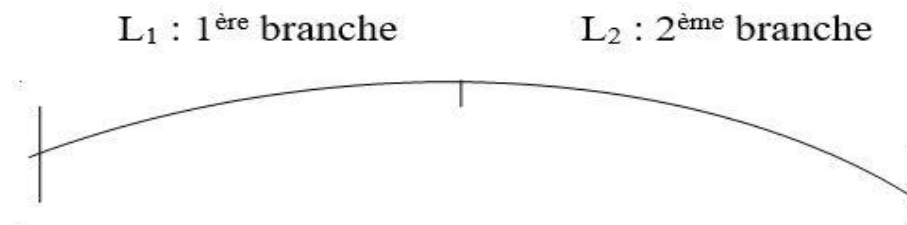
Figure 9 : condition de gauchissement

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

Vérification de non chevauchement

1er cas :

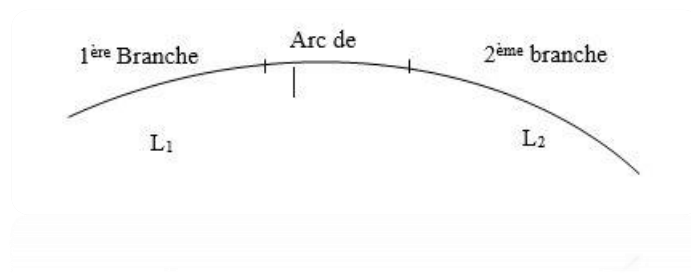
$$\tau = \frac{\beta}{2}$$



Clothilde sans arc de cercle.

2ème cas :

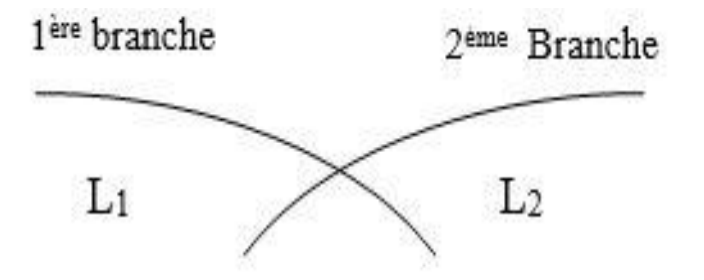
$$\tau < \frac{\beta}{2}$$



Clothilde avec arc de cercle.

3ème cas :

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



Clothilde impossible.

Éléments de la Clothilde	
R	Rayon
L	Longueur de la Clothilde
A : $A = \sqrt{R \cdot L}$	Paramètre de la Clothilde (m)
B = 200-β	Angle des alignements droits

β	Angle au centre
$\tau : \tau = \frac{L}{2R}$	Angle des tangentes
$\sigma : \alpha = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	Angle Polaire
$\gamma : \gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire
D cercle : $D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	Longueur de la partie circulaire
XKE : $X_{ke} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	Abscisse de l'extrémité de la Clothilde
YKE : $Y_{ke} = \frac{L^2}{6R}$	Ordonnée de l'extrémité de la Clothilde.
SL : SL = Type equation here.	Longueur de la corde KA-KE
Xo : $X_o = X_{ke} - R \sin \tau$	Abscisse du centre
Yo : $Y_o = Y_{ke} + R \cos \tau$	Ordonnées du centre
KAO : $KAO = \sqrt{X^2 + Y^2}$	Distance KAO
$\Delta R : \Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage
DT : $DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale
T : $T = X_o + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$	Distance S-KA
TL : $TL = X_{ke} - \left(\frac{Y_{ke}}{\cos \tau}\right)$	Tangente longue
TK : $TK = \frac{Y_{ke}}{\sin \tau}$	Tangente courte
T	Petite tangente
B	Bissectrice

Tableau 39 : paramètres de Clothilde

6.4. Devers

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accentogènes explicatif Important. La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement Les trajectoires des véhicules.

Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident Entraînant :

- Une mauvaise trajectoire des véhicules.
- Une accumulation d'eau sur chaussée dans la courbe.

6.4.1. Devers en alignement :

En alignement droit 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

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie

Devers minimal : $d_{min} = 2.5 \%$

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (Couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes

De catégorie 1 et 2.

6.4.2. Devers vers 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 :

	FACILE	MOYEN	DIFFICILE
DEVERS MINIMAL			
CAT1-2	2.5%	2.5%	2.5%
CAT3-4-5	3%	3%	3%
DEVERS MAXIMAL			
CAT1-2	7%	7%	7%
CAT3-4	8%	8%	7%
CAT5	9%	9%	9%

Tableau 40 : Devers en fonction de l'environnement

6.4.3. Détermination des dévers aux rayons en plan :

1er cas :

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

L'alignement droit

2ème cas :

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

L'alignement droit.

3ème cas :

Si $RHN \leq R \leq RHd$, 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 $1/R$.

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

Variation du dévers dans la Clothilde :

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

Méthode de calcul des dévers en Clothilde :

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

Rayons (m)	Divers associé
520.29	2.22%
493.53	2.23%
790.27	2.43%
845.32	2.45%
372.66	4.7%
408	2.13%
11729.50	2.5%
2718.02	2.5%

CHAPITRE 7

PROFIL EN LONG

7.1. 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.

7.2 Ligne 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.

7.2.1-Eléments constituant la ligne rouge

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel

Covadis en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

A- Les alignements

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

B- Déclivité

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

B.1-Déclivité minimale

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

B.2-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 tous 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 41 : 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.

Application au projet

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est **80Km/h**, donc la déclivité maximale est de **6%**.

C- Raccordement en profil en long

C.1- 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 :

C.2- 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 :

C-3- 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

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

D_1 : la distance d'arrêt
 h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé 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 à la distance d'arrêt $d(V_r)$

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

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2

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

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 100 Km/h

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 100 km/h est de :

$$RVM_1 = 0.24 d_1^2 = 1400m$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse

$$V = V_r + 20$$

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

Rayon	Symbole	Valeur (m)
<i>Min absolue</i>	<i>RV_m</i>	<i>6000</i>
<i>Min normale</i>	<i>RV_n</i>	<i>12000</i>

Tableau 42 : Rayons convexes (Cat2, V80)

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 :

$$\text{Soit : } \frac{g}{40} \quad \text{pour la CAT 1-2.}$$

Rayon minimal absolu

$$\frac{Vr^2}{RVM'} = \frac{g}{40} \rightarrow RVM' = 0.30Vr^2$$

$$RVM' = 0.30 * 80^2 = 1400 \text{ m}$$

$$RVm = \frac{d^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

Rayon minimal normal

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

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

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

$$Rvn = 0.3 * 100 = 3000 \text{ m}$$

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

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	1400
Min normale	R'VN	3000

Tableau 43 : Rayons concaves (Cat2, V80)-

7.3. Coordination du tracé 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 devraient 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 côté 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.

Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long

- Assurer de bonnes conditions générales de visibilité.
- Eviter de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu.

Chapitre 08 : LES PARAMETRES CINEMATIQUES

8.1- 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

$$d_0 = \frac{4}{1000} * \frac{v_r^2}{(f_{rl} \pm e)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h

e : déclivité

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

V_r (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 44 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

Pour notre projet on a $f_{rl} = 0.39$

Application :

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} * \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} * \frac{100^2}{0.39} = 65.64 \text{ m}$$

En rampe : $e = 0.00864$

$$d_0 = \frac{4}{1000} * \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = 65.21 \text{ m}$$

En pente : $e = -0,00816$

$$d_0 = \frac{4}{1000} * \frac{v_r^2}{(f r l \pm e)} = 67.04 \text{ m}$$

8.2- Temps de réaction :

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

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 :

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

t = 1.8 s pour des vitesses ≥ **100 Km/h**

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

$$d_1 = v * t$$

Avec : **v : m/s**

t : s

8.3-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) :

$$d = d_1 + d_0$$

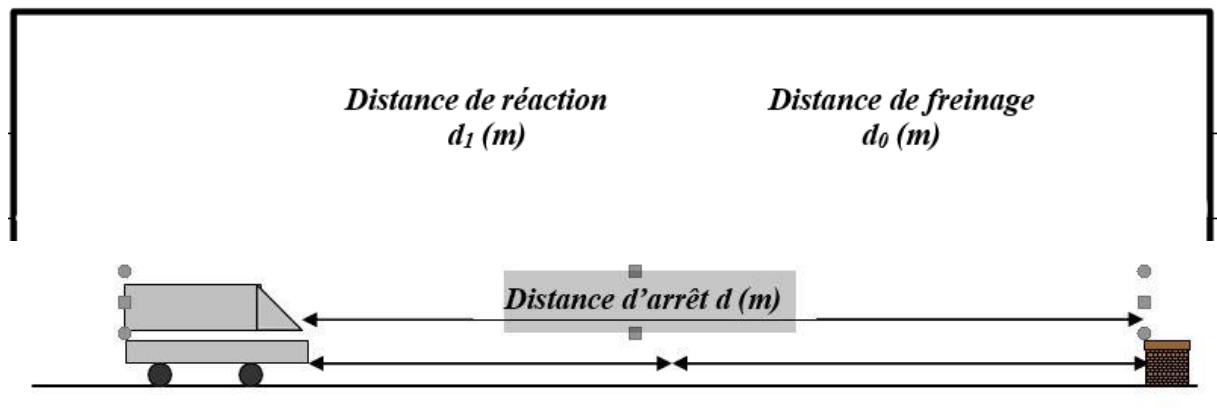


Figure 10: Distance d'arrêt et de freinage

En alignement droit

Pour $V_r < 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = d_0 + 0.55 * V_r$

Pour $V_r \geq 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = d_0 + 0.50 * V_r$

Application :

$$V_r = 100 \text{ Km/h} \quad t = 1.8 \text{ s}$$

En palier : $d = 65.64 + 0.55 \times 100 = 109.64$ m
En rampe : $d = 65.21 + 0.55 \times 100 = 109.21$ m
En pente : $d = 67.04 + 0.55 \times 100 = 111.04$ m

En courbe

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

Pour $V_r \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = 1.25 * d_0 + 0.55 * V_r$

Pour $V_r > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = 1.25 * d_0 + 0.50 * V_r$

Application : $V_r = 100$ Km/h $t = 2$ s $d = 1.25 * d_0 + 0.55 * V_r$

En palier : $d = 1.25 \times 65.64 + 0.55 \times 100 = 126.05 \text{ m}$

En rampe : $d = 1.25 \times 65.21 + 0.55 \times 100 = 125.51 \text{ m}$

En pente : $d = 1.25 \times 67.04 + 0.55 \times 100 = 127.80 \text{ m}$

8.4-Distance de perception :

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

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

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

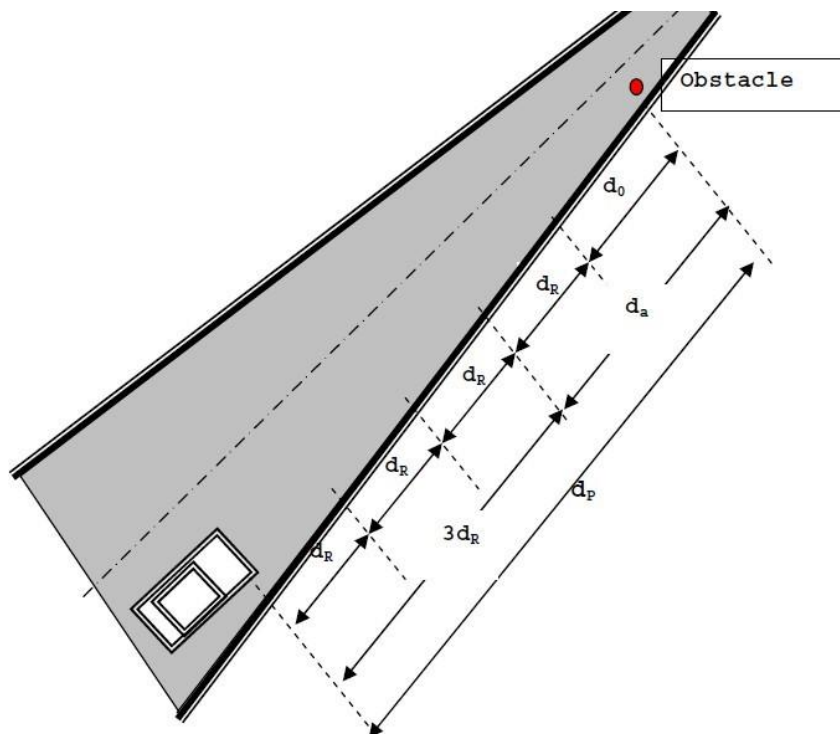


Figure 11 : distance de perception-

Application :

En alignement droit :

En palier : $d_p = 109.64 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 276.31 \text{ m}$

En rampe : $d_p = 109.21 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 275.88 \text{ m}$

En pente : $dp = 111.04 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 277.71 \text{ m}$

En courbe :

En palier : $dp = 126.05 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 292.72 \text{ m}$

En rampe : $dp = 125.51 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 292.18 \text{ m}$

En pente : $dp = 127.80 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 294.47 \text{ m}$

8.5- Distance de sécurité entre deux véhicules

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

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction 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 :

$$d'2 = d2 + v \cdot t' + l$$

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

l : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75 \text{ s}$

En pratique, on prend $t = 3 \text{ s}$

Distance de sécurité sera donc :

$$d'2 = d2 + v \cdot (t + t') + l \quad (t \text{ en s et } v \text{ en m/s})$$

Soit E l'espacement supplémentaire de sécurité :

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

Sachons **que** $V = \frac{V(\frac{Km}{h})}{3.6}$ et $t' = 0.75$ s $E_s = \frac{V}{5} + 1$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

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

1er Cas : $E_s = \frac{V}{5} + 5 = \frac{80}{5} + 5 = 21$ m

2ème Cas : $E_s = \frac{V}{3} + \frac{80}{3} = 26.67$ m

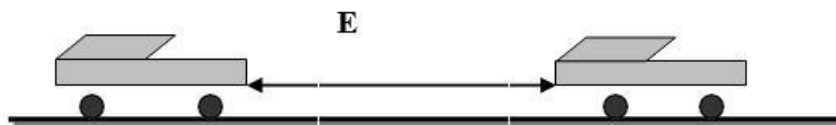


Figure 12:L'espace entre deux véhicules

8.6-Manœuvre de dépassement :

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 et de dépassement

Vr(Km/h)	40	60	80	100	120	140
Distance						
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 45: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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

Application : $V_r = 80 \text{ Km/h}$

Dvdm = 320 m

dvdN = 480 m

dmd = 200 m

Tableau récapitulatif des paramètres fondamentaux

Paramètres	Symbole	Valeur
Longueur minimale (m)	Lmin	86

Longueur maximale (m)	Lmax	522
Devers minimal (%)	Dmin	2.5
Devers maximal (%)	Dmax	5
Temps de perception réaction (s)	t1	2
Frottement longitudinal	fL	0.39
Frottement transversal	Ft	0.13
Distance de freinage en alignement droit (m)	d0	65.64
Distance d'arrêt (m)	d1	110
Distance de freinage en courbe (m)	d'1	126
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	Dvdm	320
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	Dvdn	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	Dmd	200
RHm (m) (dévers associe %)	RHm	250 (5%)
RHN (m) (dévers associe %)	RHN	450 (7%)
RHd (m) (dévers associe %)	RHd	1000 (2, 5%)
RHnd (m) (dévers associe %)	RHnd	1400 (-2, 5%)

Tableau 46 récapitulatif des paramètres fondamentaux

Chapitre 09 : **PROFIL EN** **TRAVERS ET** **CUBATURES**

PROFIL EN TRAVERS

9.1-Définition :

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

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers 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....).

9.2-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

9.3- Les éléments constituant un profil en travers type :

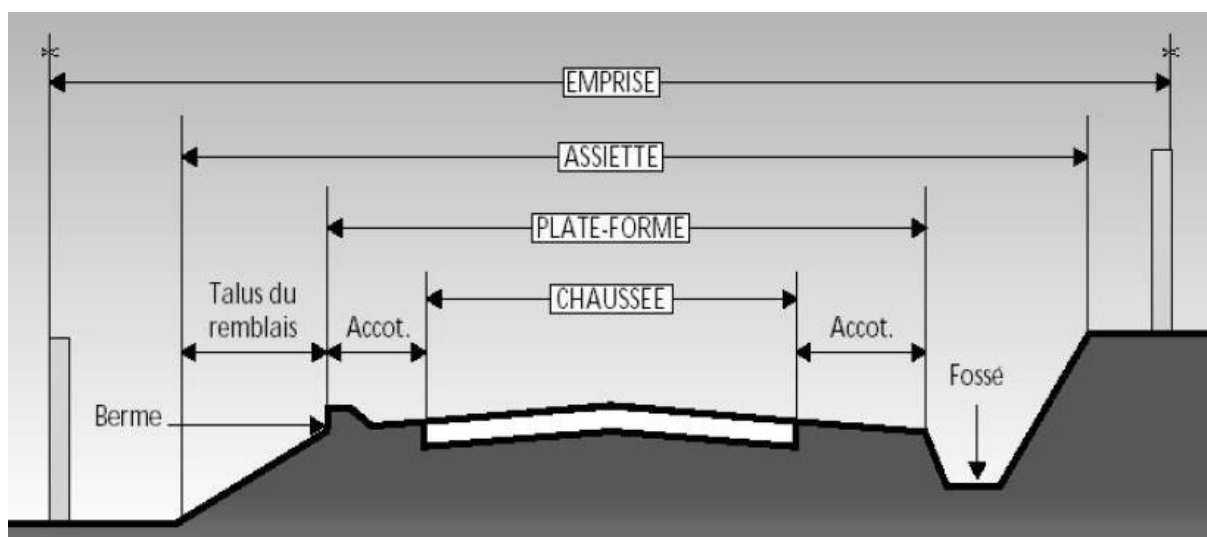


Figure 13 : Les éléments d'une route

La largeur roulable

Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

La plate-forme

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

Assiette

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

L'emprise

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), elle coïncide généralement avec le domaine public.

Les accotements

Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

Le terre-plein central

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

- Les surlargeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

Le fossé

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

Profil en travers type de notre projet

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

- deux chaussées de deux voies de 3.50m chacune : $(2 \times 3.5) \times 2 = 14 \text{ m}$
- un terre-plein central de 1 m : 1.00m
- un accotement de 2.00m pour de part et d'autre. : $2 \times 2.00 = 4.00 \text{ m}$

9.4-dimensionnement du corps de chaussée :

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

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

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

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

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

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

9.5-Principe de la constitution des chaussées :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le 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 :

De la charge des véhicules

La charge maximale autorisée sur 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.

Des intempéries

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

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 tangentielle s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

. -La chaussée

a- 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 :

Couche de surface

Elle composée de la couches de roulement et la couche de liaison et elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Son rôle est :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

Couche de base

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

Couche de fondation

Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

Couche de forme

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support :

- Sur un sol rocheux : elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

b- 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.

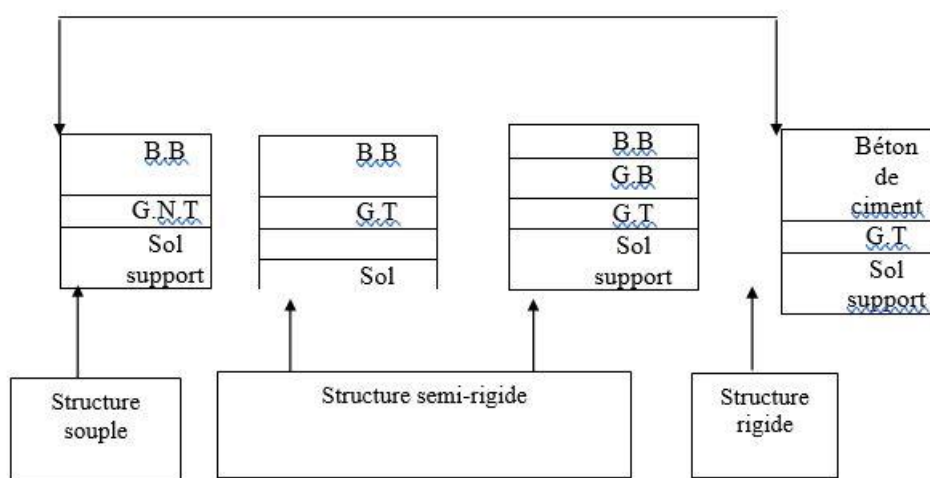


Figure 14: les différentes catégories de chaussée

BB : béton bitumineux GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non traité.

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.

9.6-Les principales méthodes 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.

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

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

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

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

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 :

c1, c2, c3 : coefficients d'équivalence.

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence

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

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

Tableau 47: coefficient d'équivalence des matériaux

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

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

Chaque section reçoit 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.

9.6.3-Méthode 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.

9.6.4-Méthode 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 15ème année T_j .

Les caractéristiques de sol (S_j).

9.6.4.1-Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPL_i) 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
T1	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T2	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T3	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T4	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T5	$T > 4 \cdot 10^7$

Tableau 48: classe de trafic

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

- **TPL** : trafic poids lourds à l'année de mise en service
- **n** : durée de vie ($n = 15$ ans)

9.6.4.2-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 49 : classe de sol

9.6.5-La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :

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

$$T_{eq} = [TJMA \cdot a [(1+Z)^n - 1] \times 0.75 \times P \times 365] / [(1+z) - 1].$$

T_{eq} = 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_{eq}, ICBR) 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.

9.6.6-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés

dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

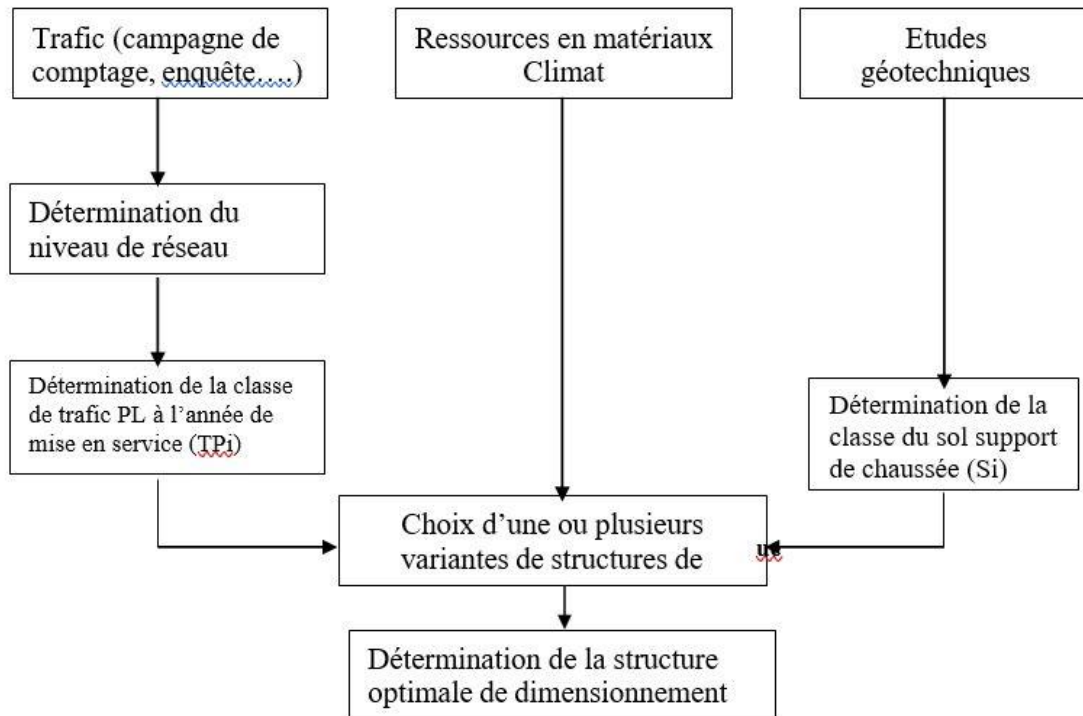


Figure 15: les démarches du catalogue

Application au projet

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

TJMA2020 = 7858 v/javec un poids lourd = 14% T0 = (TJMA 2020 x % Pl)

T0 = (7858 x 0.14) = 1100 Pl/j/sens. T1 = (1+τ) 2 x T0

T1 = (1+0.04)2 x 1100 = 1287 Pl/j/sens

Tn = (1+τ) n x T1

Tn = (1+0.04)10 x 1287 = 1905 Pl/j/sens

$$E_{\text{éq}} = \frac{(100+(\sqrt{6.5})+(75+50 \log \left[\frac{1905}{10} \right]))}{9+5} = 42\text{cm}$$

On a : $E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	08	02	16
GC	15	1	15
TUF	19	0.60	11.4
TOTAL	42	3.6	42.4

Tableau 50 : épaisseur du corps de chaussée

structure comporte : **8BB + 15GC + 19TUF**



Figure 16: Corps de chaussée

9.7-Cubatures

9.7.1-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.

9.7.2-Méthode de calcul :

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

Description de la méthode

Le principe de la méthode de la moyenne des aires et de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

$$V = \frac{h}{6} \cdot (s_1 + S_2 + 4S_0)$$

H : hauteur entre deux profils.

S₀ : surface limitée à mi- distances des profils.

S₁, S₂ : surface des deux profils

9.7.3 Application :

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné

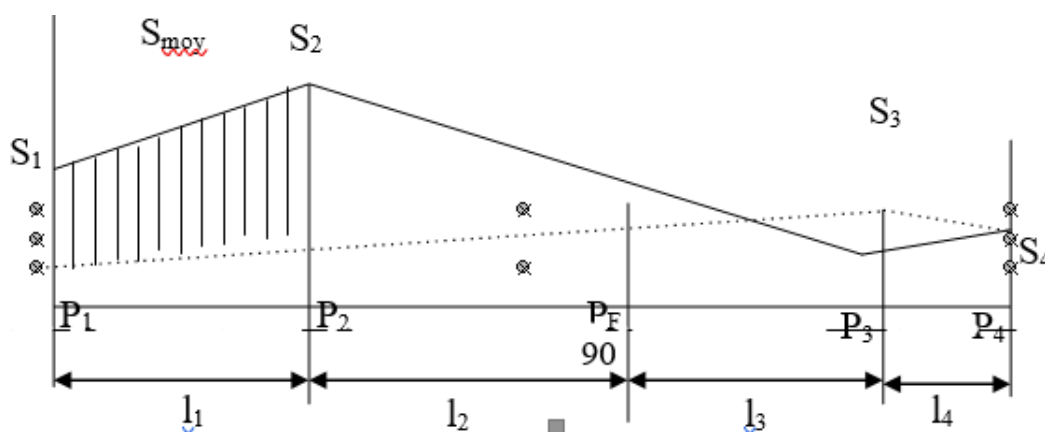


Figure 17: Surfaces de cubature

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S_1 , S_2 sera égale à :

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \cdot (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour un calcul plus simple on à considérer que :

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

D'ou :

$$V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

Entre P1 et P2

$$\Rightarrow V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

Entre P2 et PF

$$\Rightarrow V_2 = L_2 \cdot \frac{(S_2 + 0)}{2}$$

Entre PF et P3

$$\Rightarrow V_3 = L_3 \cdot \frac{(0 + S_3)}{2}$$

Le volume total V :

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \cdot S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \cdot S_2 + \left(\frac{L_2 + L_3}{2}\right) \cdot 0 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \cdot S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \cdot S_4$$

9.7.4 Tableau de cubature VARIANTE 2 :

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,000	12,500	4,44	4,39	8,83	110,384	110,384	0,00	0,00	0,00	0,004	0,004
P2	25,000	25,000	2,47	2,19	4,66	116,403	226,787	0,05	0,06	0,11	2,639	2,642
P3	50,000	25,000	0,00	0,03	0,03	0,749	227,536	1,31	0,60	1,92	47,931	50,573
P4	75,000	25,000	0,00	0,14	0,14	3,510	231,046	1,95	0,39	2,34	58,587	109,160
P5	100,000	25,000	0,00	0,07	0,07	1,707	232,753	3,62	1,45	5,08	126,923	236,084
P6	125,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	232,753	1,93	3,76	5,69	142,128	378,212
P7	150,000	25,000	0,16	0,00	0,16	4,049	236,803	0,29	2,95	3,24	81,059	459,272
P8	175,000	25,000	1,58	0,14	1,72	43,034	279,836	0,10	1,34	1,43	35,762	495,034
P9	200,000	25,000	2,65	0,59	3,24	81,021	360,858	0,04	0,58	0,61	15,331	510,365
P10	225,000	25,000	3,85	1,50	5,35	133,683	494,541	0,00	0,16	0,16	3,987	514,352
P11	250,000	25,000	4,31	4,18	8,49	212,369	706,910	0,00	0,00	0,00	0,065	514,417
P12	275,000	25,000	3,78	4,29	8,07	201,830	908,740	0,00	0,00	0,00	0,031	514,448
P13	300,000	25,000	0,27	1,16	1,43	35,719	944,459	285,58	413,44	699,02	17475,559	17990,007
P14	325,000	25,000	0,69	2,72	3,41	85,171	1029,630	233,91	341,84	575,75	14393,638	32383,645
P15	350,000	25,000	0,00	0,51	0,51	12,646	1042,276	470,49	593,77	1064,26	26606,476	58990,121
P16	375,000	25,000	3,62	6,21	9,83	245,649	1287,925	0,00	0,00	0,01	0,164	58990,285
P17	400,000	25,000	6,01	7,77	13,78	344,410	1632,335	0,00	0,00	0,00	0,000	58990,285
P18	425,000	25,000	7,86	9,15	17,01	425,263	2057,598	0,00	0,00	0,00	0,000	58990,285
P19	450,000	25,000	7,83	7,61	15,44	386,123	2443,721	0,00	0,00	0,00	0,000	58990,285
P20	475,000	25,000	5,79	5,36	11,15	278,701	2722,423	0,00	0,00	0,00	0,000	58990,285
P21	500,000	25,000	4,49	6,48	10,97	274,268	2996,691	0,00	0,00	0,00	0,000	58990,285
P22	525,000	25,000	2,25	4,24	6,50	162,450	3159,141	0,06	0,05	0,12	2,877	58993,162
P23	550,000	25,000	0,01	0,65	0,66	16,539	3175,680	0,57	0,65	1,22	30,470	59023,632
P24	575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	3,24	3,33	6,56	164,098	59187,731
P25	600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	3,96	608,54	612,50	15312,377	74500,108
P26	625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	5,05	731,47	736,53	18413,128	92913,236
P27	650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	162,01	650,26	812,27	20306,647	113219,884
P28	675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	315,32	500,87	816,20	20404,890	133624,774
P29	700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	242,30	525,31	767,61	19190,347	152815,121
P30	725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	86,85	546,18	633,03	15825,791	168640,911
P31	750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3175,680	87,48	1156,19	1243,67	31091,706	199732,617
P32	775,000	25,000	0,01	0,00	0,01	0,266	3175,946	1,28	2,17	3,45	86,173	199818,790
P33	800,000	25,000	5,20	5,29	10,49	262,150	3438,097	0,00	0,00	0,00	0,000	199818,790
P34	825,000	25,000	9,89	6,41	16,29	407,360	3845,457	0,00	0,00	0,00	0,000	199818,790
P35	850,000	25,000	11,31	10,44	21,75	543,789	4389,246	0,00	0,00	0,00	0,000	199818,790

P36	875,000	25,000	13,02	15,40	28,42	710,415	5099,661	0,00	0,00	0,00	0,000	199818,790
P37	900,000	25,000	19,50	18,91	38,41	960,241	6059,901	0,00	0,00	0,00	0,000	199818,790
P38	925,000	25,000	2,57	16,09	18,65	466,362	6526,263	0,07	0,07	0,15	3,684	199822,474
P39	950,000	25,000	15,27	16,96	32,23	805,863	7332,126	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P40	975,000	25,000	21,07	15,01	36,08	901,977	8234,103	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P41	1000,000	25,000	8,31	10,48	18,78	469,618	8703,721	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P42	1025,000	25,000	20,60	19,41	40,00	1000,088	9703,809	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P43	1050,000	25,000	10,61	29,35	39,96	998,904	10702,713	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P44	1075,000	25,000	8,32	51,45	59,77	1494,215	12196,928	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P45	1100,000	25,000	7,11	51,66	58,77	1469,356	13666,284	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P46	1125,000	25,000	7,05	56,95	64,00	1599,993	15266,276	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P47	1150,000	25,000	6,73	47,98	54,72	1367,975	16634,252	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P48	1175,000	25,000	6,47	47,69	54,16	1353,980	17988,232	0,00	0,00	0,00	0,000	199822,474
P49	1200,000	25,000	4,47	35,77	40,24	1006,014	18994,246	0,02	0,02	0,04	0,885	199823,359
P50	1225,000	25,000	3,78	34,81	38,59	964,759	19959,004	0,05	0,05	0,10	2,540	199825,899
P51	1250,000	25,000	3,43	14,23	17,66	441,622	20400,626	0,05	0,05	0,10	2,612	199828,511
P52	1275,000	25,000	2,70	10,15	12,85	321,320	20721,946	0,05	0,04	0,09	2,271	199830,781
P53	1300,000	25,000	2,81	0,67	3,48	86,911	20808,857	0,04	0,59	0,63	15,677	199846,459
P54	1325,000	25,000	4,82	0,89	5,72	142,950	20951,807	0,01	6,44	6,45	161,346	200007,805
P55	1350,000	25,000	4,61	9,02	13,63	340,729	21292,536	0,00	0,00	0,00	0,007	200007,812
P56	1375,000	25,000	5,83	2,69	8,53	213,145	21505,681	0,00	0,01	0,01	0,160	200007,972
P57	1400,000	25,000	5,64	5,73	11,36	284,097	21789,778	0,04	0,04	0,09	2,159	200010,131
P58	1425,000	25,000	7,02	10,14	17,16	428,990	22218,768	0,00	0,00	0,00	0,000	200010,131
P59	1450,000	25,000	3,64	7,24	10,88	271,935	22490,703	0,05	0,04	0,09	2,228	200012,359
P60	1475,000	25,000	1,53	8,70	10,22	255,599	22746,303	0,14	0,00	0,14	3,514	200015,873
P61	1500,000	25,000	0,00	0,39	0,39	9,734	22756,036	2,94	2,95	5,89	147,261	200163,134
P62	1525,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	22756,036	4,62	43,05	47,68	1191,977	201355,111
P63	1550,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	22756,036	4,44	8,05	12,49	312,217	201667,328
P64	1575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	22756,036	4,45	5,32	9,77	244,343	201911,671
P65	1600,000	25,000	0,16	1,00	1,17	29,173	22785,209	0,72	1,03	1,74	43,578	201955,249
P66	1625,000	25,000	3,84	3,30	7,14	178,614	22963,823	0,04	0,04	0,07	1,777	201957,026

P67	1650,000	25,000	8,29	7,58	15,87	396,752	23360,575	0,00	0,00	0,00	0,000	201957,026
P68	1675,000	25,000	11,76	10,53	22,29	557,148	23917,724	0,00	0,00	0,00	0,000	201957,026
P69	1700,000	25,000	15,48	5,70	21,18	529,547	24447,271	0,00	0,09	0,09	2,303	201959,329
P70	1725,000	25,000	20,15	19,69	39,84	996,056	25443,327	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P71	1750,000	25,000	20,80	56,31	77,11	1927,785	27371,112	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P72	1775,000	25,000	16,17	15,90	32,08	801,895	28173,007	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P73	1800,000	25,000	14,25	13,46	27,72	692,917	28865,924	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P74	1825,000	25,000	13,82	29,85	43,67	1091,787	29957,711	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P75	1850,000	25,000	9,71	31,06	40,78	1019,402	30977,113	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P76	1875,000	25,000	7,75	26,19	33,94	848,619	31825,732	0,00	0,00	0,00	0,000	201959,329
P77	1900,000	25,000	6,43	20,22	26,65	666,369	32492,101	0,01	0,01	0,02	0,385	201959,714
P78	1925,000	25,000	4,62	12,77	17,39	434,685	32926,786	0,02	0,01	0,03	0,817	201960,531
P79	1950,000	25,000	4,09	9,65	13,73	343,338	33270,123	0,07	0,07	0,14	3,527	201964,058
P80	1975,000	25,000	1,62	10,40	12,02	300,478	33570,602	0,17	0,23	0,40	9,887	201973,946
P81	2000,000	25,000	1,98	12,47	14,45	361,269	33931,870	0,09	0,09	0,18	4,443	201978,389
P82	2025,000	25,000	1,84	11,55	13,39	334,770	34266,641	0,07	0,07	0,15	3,632	201982,020
P83	2050,000	25,000	3,24	15,16	18,40	460,060	34726,701	0,04	0,04	0,09	2,209	201984,230
P84	2075,000	25,000	3,52	12,81	16,33	408,209	35134,910	0,00	0,00	0,00	0,000	201984,230
P85	2100,000	25,000	1,77	5,74	7,51	187,802	35322,712	0,06	0,06	0,12	2,936	201987,166
P86	2125,000	25,000	0,30	0,00	0,30	7,458	35330,170	173,47	602,80	776,27	19406,726	221393,892
P87	2150,000	25,000	0,19	0,40	0,59	14,796	35344,966	0,20	600,69	600,89	15022,207	236416,100
P88	2175,000	25,000	0,50	0,81	1,32	32,907	35377,872	0,63	0,10	0,73	18,327	236434,426
P89	2200,000	25,000	2,76	3,40	6,16	154,009	35531,881	0,05	0,03	0,09	2,183	236436,609
P90	2225,000	25,000	4,64	6,11	10,75	268,733	35800,615	0,00	0,00	0,00	0,000	236436,609
P91	2250,000	25,000	6,13	8,69	14,82	370,515	36171,130	0,00	0,00	0,00	0,000	236436,609
P92	2275,000	25,000	4,91	5,41	10,33	258,197	36429,327	0,00	0,00	0,00	0,000	236436,609
P93	2300,000	25,000	1,26	3,95	5,21	130,360	36559,687	384,68	0,01	384,68	9617,076	246053,686
P94	2325,000	25,000	2,42	2,93	5,34	133,530	36693,217	0,05	0,05	0,10	2,493	246056,179
P95	2350,000	25,000	2,52	1,48	4,00	99,904	36793,121	0,06	0,08	0,13	3,358	246059,537
P96	2375,000	25,000	1,96	1,90	3,86	96,571	36889,692	0,07	0,04	0,11	2,823	246062,360
P97	2400,000	25,000	0,91	1,60	2,51	62,700	36952,392	0,14	0,09	0,22	5,563	246067,924

P98	2425,000	25,000	3,42	2,05	5,47	136,695	37089,086	0,04	0,05	0,09	2,348	246070,271
P99	2450,000	25,000	5,28	2,96	8,24	206,110	37295,196	0,00	0,01	0,01	0,206	246070,477
P100	2475,000	25,000	7,19	5,15	12,35	308,656	37603,852	0,00	0,00	0,00	0,000	246070,477
P101	2500,000	25,000	7,43	6,34	13,76	344,052	37947,904	0,00	0,00	0,00	0,000	246070,477
P102	2525,000	25,000	5,96	4,97	10,93	273,263	38221,167	0,00	0,00	0,00	0,000	246070,477
P103	2550,000	25,000	5,67	4,34	10,01	250,189	38471,356	0,00	0,00	0,00	0,000	246070,477
P104	2575,000	25,000	4,73	4,19	8,91	222,800	38694,155	0,00	0,00	0,00	0,110	246070,587
P105	2600,000	25,000	4,75	3,81	8,56	213,967	38908,122	0,00	0,00	0,00	0,117	246070,704
P106	2625,000	25,000	4,95	3,61	8,55	213,843	39121,965	0,01	0,01	0,02	0,611	246071,315
P107	2650,000	25,000	5,23	3,91	9,14	228,585	39350,549	0,00	0,00	0,00	0,000	246071,315
P108	2675,000	25,000	7,13	2,64	9,76	244,090	39594,639	0,00	0,00	0,00	0,000	246071,315
P109	2700,000	25,000	8,19	5,97	14,17	354,132	39948,771	0,00	0,00	0,00	0,000	246071,315
P110	2725,000	25,000	9,89	9,97	19,86	496,470	40445,241	0,00	0,00	0,00	0,000	246071,315
P111	2750,000	25,000	9,97	10,03	20,00	499,877	40945,118	0,00	0,00	0,00	0,000	246071,315
P112	2775,000	25,000	5,87	9,00	14,87	371,807	41316,925	582,06	0,00	582,06	14551,433	260622,748
P113	2800,000	25,000	9,74	10,83	20,57	514,140	41831,065	2,91	0,00	2,91	72,747	260695,495
P114	2825,000	25,000	10,38	10,89	21,27	531,684	42362,749	562,46	0,00	562,46	14061,412	274756,907
P115	2850,000	25,000	2,27	11,57	13,84	346,041	42708,790	129,72	0,00	129,72	3243,085	277999,992
P116	2875,000	25,000	6,15	11,67	17,82	445,503	43154,293	594,65	0,00	594,65	14866,284	292866,276
P117	2900,000	25,000	7,97	10,27	18,23	455,838	43610,131	0,00	0,00	0,00	0,000	292866,276
P118	2925,000	25,000	4,89	8,75	13,64	340,997	43951,128	0,00	0,00	0,00	0,000	292866,276
P119	2950,000	25,000	2,54	6,06	8,60	215,094	44166,222	0,05	0,05	0,11	2,643	292868,919
P120	2975,000	25,000	0,00	10,09	10,09	252,157	44418,378	0,91	0,08	0,98	24,567	292893,486
P121	3000,000	25,000	0,01	7,09	7,11	177,674	44596,053	1,18	0,09	1,27	31,766	292925,252
P122	3025,000	25,000	0,00	9,40	9,40	234,904	44830,957	2,15	0,31	2,46	61,541	292986,792
P123	3050,000	25,000	0,00	9,10	9,10	227,595	45058,552	2,05	0,26	2,32	57,880	293044,673
P124	3075,000	25,000	0,00	6,98	6,98	174,453	45233,005	1,00	0,09	1,09	27,322	293071,995
P125	3100,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	45233,005	3,64	3,45	7,09	177,210	293249,205
P126	3125,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	45233,005	5,68	5,91	11,59	289,705	293538,910
P127	3150,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	45233,005	5,40	14,88	20,29	507,130	294046,041
P128	3175,000	25,000	2,67	0,40	3,07	76,686	45309,691	0,04	3,53	3,58	89,423	294135,464

P129	3200,000	25,000	25,45	54,48	79,93	1998,166	47307,857	0,00	0,00	0,00	0,000	294135,464
P130	3225,000	25,000	9,02	58,72	67,74	1693,472	49001,328	0,00	0,00	0,00	0,000	294135,464
P131	3250,000	25,000	14,85	60,66	75,51	1887,793	50889,121	0,00	0,00	0,00	0,000	294135,464
P132	3275,000	25,000	2,67	1,05	3,71	92,777	50981,898	0,03	0,60	0,64	15,942	294151,406
P133	3300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	50981,898	8,93	35,88	44,81	1120,281	295271,687
P134	3325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	50981,898	14,42	44,24	58,67	1466,683	296738,371
P135	3350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	50981,898	9,02	33,81	42,84	1070,881	297809,251
P136	3375,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	50981,898	8,44	27,58	36,01	900,338	298709,589
P137	3400,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	50981,898	4,73	5,98	10,71	267,722	298977,311
P138	3425,000	25,000	0,29	12,29	12,58	314,532	51296,430	1,17	0,46	1,63	40,717	299018,028
P139	3450,000	25,000	1,42	13,10	14,52	362,999	51659,429	0,08	0,07	0,15	3,715	299021,743
P140	3475,000	25,000	1,29	22,91	24,21	605,145	52264,574	0,91	0,02	0,93	23,168	299044,911
P141	3500,000	25,000	6,06	18,70	24,76	618,915	52883,489	0,49	0,00	0,49	12,224	299057,135
P142	3525,000	25,000	0,00	1,47	1,47	36,691	52920,180	4,34	0,76	5,10	127,438	299184,572
P143	3550,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	7,37	6,14	13,51	337,813	299522,385
P144	3575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	19,55	11,07	30,62	765,540	300287,925
P145	3600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	17,45	17,42	34,87	871,654	301159,579
P146	3625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	14,16	14,87	29,03	725,801	301885,380
P147	3650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	12,06	13,04	25,10	627,552	302512,932
P148	3675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	7,20	7,81	15,02	375,422	302888,354
P149	3700,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	52920,180	3,76	1,93	5,68	142,112	303030,466
P150	3725,000	25,000	3,36	4,16	7,52	188,044	53108,224	0,03	0,02	0,05	1,364	303031,831
P151	3750,000	25,000	5,97	7,45	13,41	335,285	53443,509	0,00	0,00	0,00	0,000	303031,831
P152	3775,000	25,000	8,46	8,03	16,49	412,235	53855,744	0,00	0,00	0,00	0,000	303031,831
P153	3800,000	25,000	8,56	7,54	16,11	402,630	54258,375	0,00	0,00	0,00	0,000	303031,831
P154	3825,000	25,000	5,81	7,15	12,96	324,107	54582,482	0,00	0,00	0,00	0,000	303031,831
P155	3850,000	25,000	3,79	6,73	10,52	262,960	54845,442	0,04	0,00	0,04	0,981	303032,811
P156	3875,000	25,000	6,09	6,33	12,42	310,452	55155,893	0,00	0,00	0,00	0,000	303032,811
P157	3900,000	25,000	6,25	6,34	12,59	314,769	55470,663	0,00	0,00	0,00	0,000	303032,811
P158	3925,000	25,000	6,11	6,19	12,30	307,483	55778,145	0,00	0,00	0,00	0,000	303032,811
P159	3950,000	25,000	4,91	5,68	10,59	264,800	56042,945	0,00	0,00	0,00	0,000	303032,811

P160	3975,000	25,000	4,20	5,78	9,98	249,566	56292,511	0,01	0,01	0,03	0,682	303033,49 4
P161	4000,000	21,899	3,47	6,50	9,97	218,417	56510,928	0,08	0,02	0,10	2,187	303035,68 1
P162	4018,797	9,399	4,08	5,79	9,87	92,761	56603,688	0,00	0,00	0,00	0,003	303035,68 4

	Déblais	Remblais
TOTAL	56603,688	303035,684

Tableau 51 Tableau de courbature

Chapitre 10 : **IMPLANTATION**

10.1- Définition :

On sait que le trace d'une route comme toute les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent.

Entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre implanter une courbes on a besoin d'un certain nombre de pont et il existe plusieurs méthode d'implantation :

- Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente ;
- Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde ;
- Implantation par rayonnement classique ;
- Implantation par coordonnées polaires.

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

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

6 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.

10.2. Implantation planimétrique des sommets des alignements :

A-Par rayonnement :

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

B-Par intersection :

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

C-Par coordonnées polaires :

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

10.3. Implantation de courbes :

a.Raccordement circulaire :

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

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre β est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T , T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S .

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

10.4 Méthode d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente ;

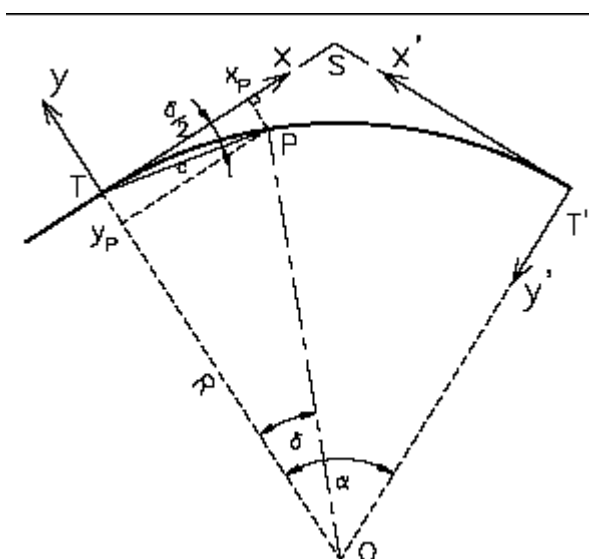


Figure 18 : implantation sur la tangente.

- Par abscisses et ordonnées sur la corde ; Origine : point de tangence

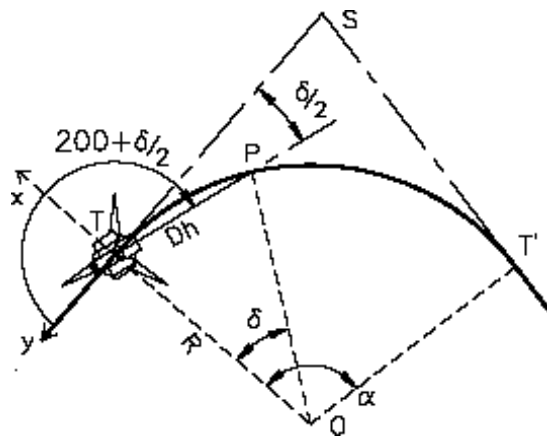


Figure19 : coordonnées polaires

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.

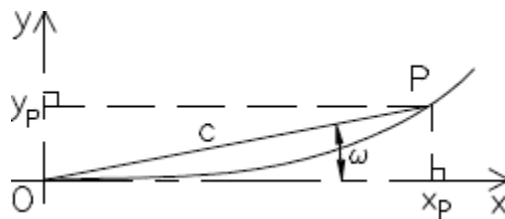


Figure20 : méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

$$x_1 = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \quad \frac{i\Delta L^3}{336A^6} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- Piquetage par coordonnées Polaires

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \text{ W radians} = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{2835A^6}$$

CHAPITRE 11 :

ASSAINISSEMENT

11.1-Introduction :

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Elle couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

L'eau est le premier ennemi de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'usager (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation .Les types de dégradation provoquer par les eaux sont engendrés comme suit :

a- Pour les chaussées :

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

b- Pour les talus :

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

Les études hydrauliques inventorier l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet

Sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

11.2-Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

11.3-Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous

chaussée

les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

a- Fossé de pied du talus de déblai

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

b- Fossé de crête de déblai

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

c- Réseau de crête de talus de remblai

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur .le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau des que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions ou les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autre cas

d- Fossé de pied de talus de remblai

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes :

1. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains

2. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus .pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour améliorer le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme. Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliore la sécurité.

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

- **Descentes d'eau**

Dans les sections de route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varie entre 30 m et 40 m

- **Bassin versant**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

- **Buses et dalots**

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes ou moyen de buses ou dalot.

Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans un bassin d'amortissement

Chapitre 12 : **SIGNALISATION** **ET ECLAIRAGE**

A- SIGNALISATION :

12.1- DEFINITION:

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements.

12.2 - LES TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue les types de signalisation selon la nature des panneaux et les usagers :

12.2-1 Signalisation verticale :

La signalisation verticale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés verticalement sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route.

Elle regroupe ainsi les signalisations par panneaux, par balisage par bornage ou par feux.

12.2-2 Signalisation par panneaux :

Placés sur le côté des routes, les panneaux de signalisation routière peuvent avoir plusieurs fonctions :

- Les panneaux de danger informent les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer et contribuent ainsi à rendre plus sûre la circulation routière.
 - Les panneaux directionnels facilitent cette circulation en indiquant par exemple les directions à suivre.
 - Les panneaux de prescription ou d'obligation indiquent ou rappellent diverses prescriptions particulières de police en vigueur localement.
- Les panneaux d'indication enfin donnent des informations relatives à l'usage de la route.

12.2-3 Signalisation par balisage :

Dans le domaine routier, une balise est un dispositif implanté pour guider les usagers ou leur signaler un risque particulier, ponctuel ou linéaire, sur un itinéraire traité de façon homogène.

12-2.4 Signalisation par bornage :

Les bornes routières sont destinées à indiquer les distances sur les routes. Elles sont à ce titre

des équipements de signalisation.

12.2.5 Signalisation par feux :






Les feux de circulation routière constituent un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons.

Les feux destinés aux véhicules à moteurs sont généralement de type tricolore, auxquels peuvent s'ajouter des flèches directionnelles. Ceux destinés aux piétons sont bicolores et se distinguent souvent par la reproduction d'une silhouette de piétons.

12-3 Signalisation horizontale :

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

On distingue plusieurs types de marquage dans le tableau suivant :

	<p>Ligne continue : Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).</p>
	<p>Ligne discontinue : Dépassement et changement de voie autorisés.</p>
	<p>Ligne de dissuasion : Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seul le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...).</p>
	<p>Ligne d'avertissement : Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.</p>
	<p>Flèches de rabattement : Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.</p>





	<p>Ligne mixte : Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.</p>
	<p>Ligne de rive trait : Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.</p>
	<p>Hachurage : Sur le nez d'îlot.</p>
	<p>Flèches directionnelles : Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées.</p>

Figure 21: Les signalisations horizontales

Les différents équipements de signalisation routière peuvent être regroupés selon la catégorie d'usagers

12.4- TYPOLOGIE SELON LES USAGERS :

12.4-1 Signalisation routière :

La signalisation routière regroupe l'ensemble des équipements implantés sur les routes. Par extension, On distingue la signalisation permanente qui est implantée à demeure sur le domaine routier et la signalisation temporaire qui indique en général un danger aux usagers et qui a vocation à être enlevée lorsque le danger a été neutralisé.

12.4-2 Signalisation autoroutière :

La signalisation autoroutière regroupe l'ensemble des équipements destinés à être implantés sur autoroute.

12.4-3 Signalisation cycliste :

La signalisation cycliste regroupe l'ensemble des équipements de signalisation s'adressant principalement aux cyclistes. Les panneaux donnant une prescription de police (interdiction, obligation, annonce de danger) sont les mêmes que ceux s'appliquant aux autres catégories

d'usagers, mais ont une dimension plus petite, plus adaptée à la vitesse d'avancement des cyclistes.

12.4-4 Signalisation piétonne :

La signalisation piétonne regroupe l'ensemble des équipements de signalisation s'adressant principalement aux piétons. Ils sont implantés sur les chemins ou espaces où la circulation des automobilistes est interdite ou au plus partagée avec une priorité aux piétons comme dans les zones de rencontre.

12.5- EXEPMLE DES SIGNALISATIONS VERTICALES :

TYPE A :



Figure 22: Signalisation verticale type A

TYPE B :



Figure 23: Signalisation verticale type B

TYPE E :

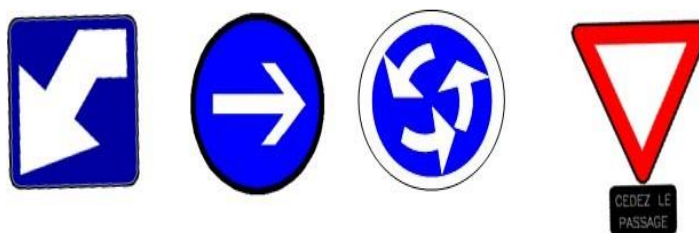


Figure 24 : Signalisation verticale type E

B- ECLAIRAGE :

1- INTRODUCTION:

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort, une bonne visibilité des bordures, de trottoir des véhicules, et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons, Il existe quatre classes d'éclairage public :

- Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.
- Classe B : éclairage urbain.
- Classe C : éclairage des voies dessertes.
- Classe D : éclairage d'un point singulier situé sur un itinéraire non éclairé.

2- ECLAIRAGE D'UN POINT SINGULIER :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.

A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier. A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.

A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

o Paramètre de l'implantation des luminaires :

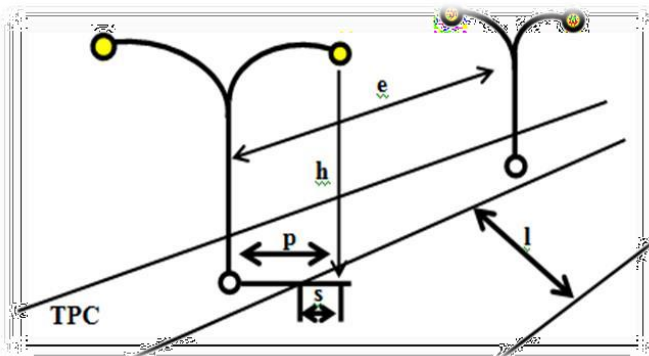


Figure 25: Eclairage d'un point singulier

e : l'espacement entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

h : la hauteur du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.

l : la largeur (l) de la chaussée.

p : la porte à faux (p) du foyer par rapport au support.

s : l'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

CHAPITRE 13 :
DEVIS
QUANTITATIF ET
ESTIMATIF

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix.u	Quantité	Prix
	installation de chantier		f	f	f
	décapage de la terre végétale le mètre cube	m3	40,00	15 232,78	609 311,20
SERIE 01 PREPARATION DU TERRAIN SERIE 01 TERRASSEMENT					
1.01	Déblais mise en dépôt le mètre cube	m3	250,00	56603,688	14150922,00
1.02	Remblai mis-en d'emprunt le mètre cube	m3	950,00	303035,684	287883899,8
SERIE 02 : CORPS DE CHAUSSEE ET AUTRES					
2.01	Couche de fondation en tuf 19cm, y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises le mètre cube	m3	1 000,00	8 801,166	8 801 166,00
2.02	Couche de base en grave concassée 15 cm, y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essai de compacité et toutes sujétions comprises le mètre cube	m3	1 500,00	3214,034	4 821 051,00
2.03	Couche d'imprégnation en cut-back 0,1 le mètre carré	m2	90,00	14683,581	132 152 229,00
2.04	Couche de roulement en béton bitumineux 8cm la tonne	T	8 000,00	4 693,955	37551640,00
SERIE 03. TRAVAUX DE FINITION					
3.01	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 34 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises le mètre cube	m3	1 000,00	1 614,00	1 614 000,00
3.02	le mètre linéaire	ml	800,00	3 842,00	3 073 600,00
3.03	Panneaux de signalisation verticale unité	U	8 000,00	7,00	56 000,00
3.04	Peinture de signalisation horizontale le mètre carré	m2	100,00	721,00	72 100,00
3.05	Ouverture de fossé bétonné	ml	2 500,00	2 400,00	6 000 000,00
					208902019,20
					PRIX HT
					TVA
					39691383,61

Tableau 52 : Devis quantitatif et estimatif

CONCLUSION

Le travail entrepris par nous en es qualité étudiants pour l'obtention du diplôme de Master en génie civil , Option : Voies et Ouvrages d'arts , dont l'intitulé est Etude d'un tronçon du dédoublement de la Route National N° 11 ,de portée linéaire de 4 Km ,fait une partie de l'itinéraire liant Douar Ouled Boukhatem à Sidi Lakhdar, Développé en phases , une phase sommaire portant la présentation du projet et son intérêt et objectifs avec un essai de calcul des paramètres caractérisant le tracé existant, de point de vue structure de la chaussée et sécurité, en inspectant les points ou la géométrie doit avoir une correction . Une deuxième phase de calcul et d'appréciation en détail des éléments constituant le tracé à retenir comme modèle exécutoire, un choix basé sur l'optimum des dépenses et le maximum de sécurité offerte aux usagers du tracé à travers le choix de deux variantes.

Le Souci primordial de l'ingénieur en génie civil est la recherche du confort à offrir aux usagers de son ouvrage conçue pour satisfaire cette condition marchande nous avons recourir à l'utilisation de logiciel de conception comme Covadis et Autocad qui nous ont permet de faire une étude comparative en temps réduit. Constat effectif de faite, justifié par l'étude de deux variantes abritant le couloir en existant et retient de l'optimum des deux Ce essai pédagogique, nous a permet en notre qualité d'apprentis, de voir et de percevoir sur plan pratique les divers problèmes engendrant une étude de tracé routier et de connaitre l'intérêt que porte une telle étude sur le rendement économique et sécuritaire de nos usagers routiers.

Aussi à ne pas oublier d'annoncer que le problème de normes à respecter dans une telle étude est d'une priorité capitale en vue d'assurer une vie meilleure à notre tracé pour notre cas d'étude nous avons respecté la norme du B40 Algérien .

BIBLIOGRAPHIE

Aménagement des routes principales (setra)

Ictaal 1985- 1990 -2000

ICTAAL - Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison
Circulation

Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines
ICTAVRU (setra)

Projet et construction des routes (setra)

Amélioration de la sécurité des virages des routes principales en rase campagne (setra)

Aménagement des carrefours interurbains (setra)

Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes (setra)

conception géométrique de route (setra)

Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales carrefours plans (setra)
l'équipement des routes interurbaines volume1 (setra)

Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaine
aménagement des carrefours interurbains

conception des routes

construction des routes

Conditions techniques d'aménagement des routes

Projet et construction de routes par Jean BERTHIER Professeur à l'École Nationale des Ponts
et Chaussées

Mémoires ENTP promotion 2019-2020.