



Faculty of Sciences and Technology
Civil Engineering Department

كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية

N° d'ordre : M2 /GC/2025

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : TRAVAUX PUBLICS
Option : Voirie et Ouvrage d'Art (VOA)

Thème

Etude du dédoublement d'un tronçon routier
de la RN120 sur un linéaire de 5Km du PK 07+650 au PK
12+650 de la wilaya de Tissemsilt

Présenté par :

Mme. BOUZIANE Aicha.

Soutenu le 18/06/2025 devant le jury composé de

President: Mr.BELGUESMIA NOUREDDINE

Encadrant: Mr ROUAM SERIK MOHAMED.

Examineur : Mr TALIA AHMED

Invité : Mr BOUARFA ZOHIR

Année Universitaire : 2024/ 2025

Remerciement

Tout notre remerciement à ALLAH qui nous a donné le courage, la détermination, la volonté et la persévérance d'aller

Jusqu'au bout.

C'est avec une profonde et particulière reconnaissance que nous remercions notre encadrant Mr ROUAM SERIK MOHAMED pour son soutien, sa guidance tout au long de ce projet de recherche, sa patience et son expertise ont été essentielles à la réussite de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aux membres de jury qui ont accepté de juger ce modeste travail.

A tous ceux qui nous ont assistés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Dédicace

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur que l'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant notre gratitude et notre reconnaissance durant toute notre existence. Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents, mon mari, mes enfants, mes frères et mes sœurs
En leur souhaitant plein de bonheur et de réussite. Vous éclairez ma voie,
je vous aime.

A tous les étudiants de la promotion 2024-2025, option VOA.

A tous les enseignants qui ont participé à ma formation.

BOUZIANE Aicha

Résumé :

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes. Le travail exposé concerne l'élargissement d'un tronçon de la route nationale RN120 qui souffre du surplus du trafic enregistré, d'où une étude de dédoublement complète effectuée sur 5kms du PK7+650 au PK12+650 pour alléger les charges et rendre la circulation adoucissante aux usagers.

Ce projet, dans ses grandes phases, consiste en :

- Une étude cinématique ;
- Une conception géométrique de la route (Trace en plan, Profil en long et Profil en travers), en utilisant le logiciel Covadise ;
- Une Etude géotechnique et dimensionnement du corps de chaussée ;
- Et enfin dimensionnement des ouvrages d'assainissement.

Mots clés : Infrastructure, Trafic, Dédoublement, Chaussée.

Abstract:

Our final study project is in the field of transport infrastructure, and in particular roads. The exposed work concerns the widening of a section of national road RN120 which suffers from the excess traffic, hence a complete duplication study carried out over 5kms from PK07+650 to PK12+650 to lighten loads and make traffic softening to users.

This project, in its major phases, consists of:

- A cinematic study ;
- A geometric design of the road (Alignment, longitudinal section, and Cross section). Using the software Covadise ;
- A geotechnical study and sizing of the road body
- And finally dimensioning drainage system.

Keywords: Infrastructure, Traffic, Duplication, Roadway

ملخص

مذكرة نهاية مشوارنا الدراسي ترجع الى مجال البنية التحتية للنقل عامة والطرق خاصة العمل الموجه لنا يهدف الى توسعة قطعة من الطريق الوطني رقم 120 الذي يعاني من اكتظاظ مروري مسجل على مدى 05 كيلومترات بدءا من النقطة الكيلومترية 650+07 الى غاية النقطة الكيلومترية 650+12. يهدف الى تخفيف الحمل المروري وجعل الطريق اقل ازدحاما للمستعملين. يتكون هذا المشروع، في مراحل الرئيسية، من دراسة حركية تصميم هندسي للطريق مقطع طولي، مقطع عرضي باستعمال برنامج Covadise. دراسة جيوتقنية وتحجيم الطريق. وأخيرا تحجيم أعمال الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: البنية التحتية، حركة المرور، توسعة، طريق

Table des matières

Résumé :	4
I.1 Introduction :	12
I.2 Présentation de la wilaya :	12
I.3 Situation géographique :	12
I.4 Aspect administratif :	13
I.5 Réseau routier de Tissemsilt :	14
I.6 Présentation du projet :	14
I.7 Limites géographiques :	15
I.8 Caractéristique naturelles et conditions climatiques :	15
I.8.1 Le relief :	15
CHAPITRE II	18
ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE	18
II.1- Introduction.....	19
II.2- Détermination des coordonnées des sommets	19
II.3. Calcul de gisements et des angles au centre.....	19
II.4-Détermination des rayons en plan.....	22
II.4.1 - Calculs éléments de quatre raccordements	22
II.5- Les longueurs de tracé	23
II.6- Environnement de la route	23
II.6.1 Dénivelée cumulée moyenne :	23
II.6.2- Sinuosité :.....	28
II.7- Vitesse de référence :	29
II.8- Courbes en plan.....	30
a-Le rayon minimal absolu RHm.....	30
b- Le rayon minimal normal RHN.....	30
c- Le rayon au devers minimal RHd	30
d- Le rayon non déversé RHnd	31
-ETUDE DES TRONÇONS DE ROUTE	41
PARTIE : DEDOUBLEMENT.....	41
Introduction.....	41
IV.1- Définition du tracé en plan	43
IV.2- Règles à respecter dans le trace en plan	43
IV.3-Les éléments de tracé en plan.....	44
IV.4-Courbe de raccordement.....	52
IV.4.1-Type de courbe de raccordement.....	53
IV.4.2-Raccordement progressif.....	54
IV.4.2.1-Introduction	54
IV.4.2.2-Clothoïde :	54

IV.5- Devers.....	59
IV.5.1-Devers en alignement	59
IV.5.2- Devers vers l'intérieur des courbes	59
IV.5.3-Détermination des dévers aux rayons en plan	60
V .1-Définition	65
V .2- Ligne projet	65
V .2.1-Eléments constituant la ligne rouge	66
A- Les alignements.....	66
B- Déclivité	66
B.1-Déclivité minimale.....	66
B.2-Déclivité maximale	66
C- Raccordement en profil en long	67
C.1- Raccordements verticaux	67
C.2- Raccordement convexe (angle saillant)	67
Raccordement concave (angle rentrant).....	69
V .2Coordination du tracé en plan et du profil en long	70
Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long.....	71
Calcul du raccordement parabolique:	71
CHAPITRE VI.....	73
ETUDE CINEMATIQUE.....	73
VI.1- Distance de freinage	74
VI.2- Temps de réaction	75
VI.4-Distance de perception	76
VI.5- Distance de sécurité entre deux véhicules	78
VI.6-Manœuvre de dépassement :	79
CHAPITRE VI-	81
PROFIL EN TRAVER ET CUBATURES	81
VII .1-Définitions.....	82
VII .2-Profil en travers type	82
VII .3- Les éléments constituant un profil en travers type.....	83
Profil en travers type de notre projet.....	84
Vi .4-dimensionnement du corps de chaussée	84
VI .5-Principe de la constitution des chaussées	85
VII .5.1-La chaussée	86
a- Définition.....	86
Couche de surface	86
Couche de base	86
Couche de fondation	87
Couche de forme	87

b-	Les différentes catégories de chaussée.....	87
VII .6-	Les principales méthodes de dimensionnement.....	88
VII .6.1-	Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)	89
VII .6.2-	Méthode A.A.S.H.O :(American Association of State Highway Officials)	90
VII .6.3-	Méthode d' ASPHALT INSTITUTE.....	90
VII .6.4-	Méthode du catalogue des structures	90
VII .6.4.1-	Détermination de la classe de trafic	91
VII .6.4.2-	Détermination de la classe du sol.....	92
VII .6.5-	La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).....	92
VII .6.6-	Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	92
VII .6.6.1-	La démarche du catalogue :	93
VII .7-	CUBATURE	95
VII .7.1-	Définition	95
VII .7.2-	Méthode de calcul	95
Méthode 1 (commande Covadis).....		97
Méthode 2 : (utilisation du Menu Covadis).....		97
CHAPITRE VIII-	104
ASSAINISSEMENT.....		104
VIII .1-	Introduction :	105
VIII .2-	Objectif de l'assainissement	106
VIII .3-	définition Assainissement de la chaussée	106
VIII .4-	Méthodes théorique de calcul pour dimensionner un fossé.....	108
VIII .5-	Application au projet	112
Après un calcul itératif on a trouvé h = 0.30 m		118
VIII .6-	Dimensionnement des ouvrages traverses	118
VIII .6.1-	Dimensionnement des buses	118
CHAPITRE IX-SIGNALISATION		121
IX .1.1-	Introduction	122
IX .1.2-	L'objet de la signalisation routière	122
IX .1.3-	Règles à respecter pour la signalisation	123
IX .1.4-	Catégories de signalisation.....	123
IX.1.4.1-	Signalisation verticale lumineuse et non lumineuse.....	123
IX.1.4.2-	Dispositions générales	125
IX.1.4.3-	Signalisation horizontale non lumineuse ou réfléchissante.....	126
IX.1.4.3.1-	Marquages longitudinaux	126
IX.1.4.3.2-	Marquages transversaux	127
IX.1.4.3.3-	Autres Marquages.....	127
CONCLUSION.....		136
BIBLIOGRAPHIE		137

La liste des figures

Figure 0.1: wilaya de Tissemsilt (Google map)	12
Figure 0.2: Carte des limites administratives de la wilaya de Tissemsilt ..	13
Figure 0.3 les daïra de la wilaya de tissemsilt	14
Figure 0.4 Réseau routier de Tissemsilt	14
Figure 0.5 Image satellitaire du projet.....	15
Figure 0.6 : détermination de l'angle au centre	20
Figure 0.7:les éléments d'un tracé en plan	45
Figure 0.8:éléments d'un clothoïde.....	54
Figure 0.9: Clothoïde	55
Figure 10:condition de gauchissement	56
Figure 11:Distance d'arrêt et de freinage.....	75
Figure 12:distance de perception-.....	77
Figure 13:L'espacement entre deux véhicules-	79
Figure 14 Les éléments d'une route	83
Figure 15:les différentes catégories de chaussée.....	87
Figure 16:démarche du catalogue.....	93
Figure 17:les démarches du catalogue.....	93
Figure 18 Corpd de chaussée	95
Figure 19:Surfaces de cubature	96
Figure 20: les étapes de calcul de cubature sous COVADIS	97
Figure 21:fossé.....	114
Figure 22:dimensions adopté du fossé.....	118
Figure 23:Assemblage des bassins versants-.....	119
Figure 24:Détail flèche de rabattement-	131
Figure 25:détail des lignes longitudinales et transversales-	132
Figure 26:Détail flèche de direction	133

La liste des tableaux

Tableau 1:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	21
Tableau 2:gisement, distance de la route existante	21
Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "route existante"	22
Tableau 4:Dénivelée cumulée "route existant.....	27
Tableau 5:Type de topographie.....	28
Tableau 6:Sinuosité	29
Tableau 7:Environnement de la route existante	29
Tableau 8:Vitesse de référence	30
Tableau 9:Dévers.....	31
Tableau 10:Valeur du coefficient ft	31
Tableau 11:Valeur du coefficient "F"	31
Tableau 12:Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques	31
Tableau 13:récapitulatif des rayons en plan.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 14: les rayons en plan selon B40.....	32
Tableau 15 Valeur du coefficient P.....	37
Tableau 16 Valeurs de K1 en fonction de l'environnement.....	37
Tableau 17 Valeur de K2 en fonction de l'environnement	37
Tableau 18 Valeur de la capacité théorique	38
Tableau 19 Récapitulatif des résultats du calcul.....	40
Tableau 20: coordonnées des sommets	46
Tableau 21: Calcul des gisements, angles au centre et distances	46
Tableau 22:calcul des dénivelés.....	52
Tableau 23:Longueur de la clothoïde "L.....	57
Tableau 24:paramètres des raccordements circulaires axe1	57
Tableau 25:paramètres de clothoïde.....	58
Tableau 26:Devers en fonction de l'environnement.....	60
Tableau 27:Valeur de déclivité maximale.....	67
Tableau 28:Rayons convexes (Cat1, V100).....	69
Tableau 29:Rayons concaves (Cat1, V100)-.....	70
Tableau 30: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.....	74
Tableau 31:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	79
Tableau 32:Paramètres fondamentaux	80
Tableau 33:coefficient d'équivalence des matériaux.....	90
Tableau 34:classe de trafic	91
Tableau 35:classe de sol.....	92
Tableau 36:épaisseur du corps de chaussée	94
Tableau 37:Cubature	103
Tableau 38:Coefficient de ruissellement.....	109
Tableau 39:Variable GAUSS	109
Tableau 40:Assemblage des bassins versants	119
Tableau 41:Les équipements de signalisation dans un giratoire.....	128

INTRODUCTION

Après l'indépendance, l'Algérie est entrée dans un autre grand combat qui est la révolution économique et social pour maintenir le pays et lui rendre sa place sur le terrain international et cela passe par l'amélioration et la modernisation de ses infrastructures de base notamment les infrastructures routières afin de désenclaver les localités isolées facilitant ainsi les déplacements et les échanges commerciaux. C'est pour cela que l'état algérien a pris la politique de construire les routes pour arriver aux zones agricoles et aux zones industrielles en commençant par rétablir et aménager le réseau routier que le colonialisme a laissé et peu à peu après pour atteindre un certain développement économique, C'est dans ce cadre-là et pour achever notre formation, à la fin du cursus universitaire, que notre établissement dans son programme du second semestre de deuxième année Master, nous a proposé un projet de fin d'étude intitulé « Étude de dédoublement de la RN120 sur un linéaire de 05 km du PK 07+650 au PK 12+650 à l'aide du logiciel Covadis.»

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de :

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

Mon travail consiste en une présentation générale du projet ainsi que les données de base. Une étude de trafic et de tracées en plan avec les différents profils. Aussi le dimensionnement du corps de chaussée à partir de l'étude géotechnique, et par la suite, l'assainissement, la signalisation et l'impact sur l'environnement, je clôture mon travail par une conclusion générale.

L'assainissement, la signalisation routière, plan de piquetage, l'impact sur l'environnement ainsi que l'estimation des couts font aussi objet d'étude dans notre présent projet.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I.1 Introduction :

Lors de l'élaboration de tout projet routier, l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain en tenant compte des obligations suivantes : Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité des véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement.

- Une obligation de confort.
- Une obligation d'économie globale.

Dans le cas de l'étude de projet routier, il faudrait tenir compte des véhicules admis aux conditions de surface de la chaussée et aux conditions ambiantes (météorologie, visibilité.....).

I.2 Présentation de la wilaya :

La wilaya de Tissemsilt est l'une des 58 wilayas (régions administratives) d'Algérie, située dans la région nord du pays, au cœur de l'Atlas tellien. Elle tient son nom de la ville de Tissemsilt, qui en est également la capitale. Cette région se distingue par son relief montagneux, sa nature préservée et son potentiel en développement rural et écologique.

Elle est située dans une zone caractérisée par des montagnes, des forêts denses et des hauts plateaux. Le massif de l'Ouarsenis, qui domine la région, ainsi que le parc national de Théniet El Had, sont parmi les principaux éléments naturels qui confèrent à Tissemsilt un charme particulier et une grande richesse environnementale.



Figure 0.1: wilaya de Tissemsilt (Google map)

I.3 Situation géographique :

La Wilaya de Tissemsilt est située au centre-ouest de l'Algérie dans la région des hauts plateaux, à 275 km d'Oran et 170 km d'Alger. Sa superficie est de l'ordre de 3152Km².

I.4 Aspect administratif :

Administrativement, la wilaya compte 22 communes dont 8 sont des chefs de daïra.

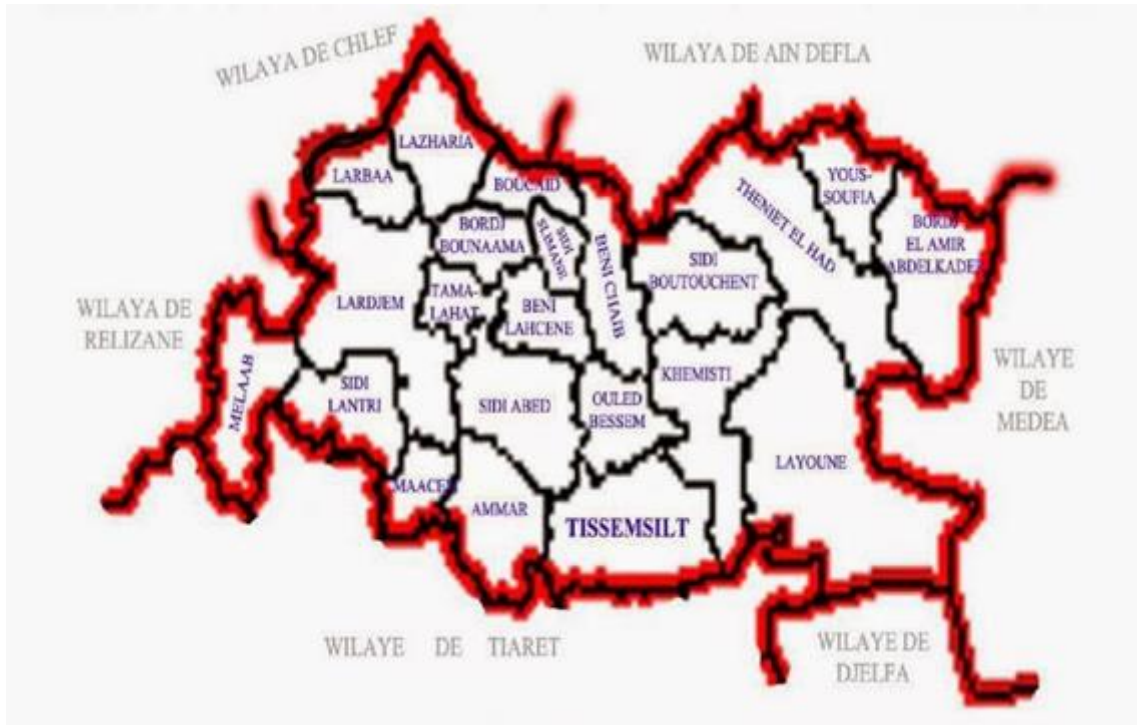


Figure 0.2: Carte des limites administratives de la wilaya de Tissemsilt

Numéro	Daïra	Nombre de Communes	Communes
1	Ammari	3	Ammari , Maacem , Sidi Abed
2	Bordj Bou Naama	4	Bordj Bou Naama , Beni Chaïb , Beni Lahcene , Sidi Slimane
3	Bordj El Emir Abdelkader	2	Bordj El Emir Abdelkader , Youssofia
4	Khemisti	2	Khemisti , Layoune
5	Lardjem	4	Lardjem , Melaab , Sidi Lantri , Tamalaht
6	Lazharia	3	Lazharia , Boucaïd , Larbaâ
7	Theniet El Had	2	Theniet El Had , Sidi Boutouchent
8	Tissemsilt	2	Tissemsilt , Ouled Bessem



Figure 0.3 les daïra de la wilaya de tissemsilt

I.5 Réseau routier de Tissemsilt :

La wilaya de Tissemsilt est dotée d'un réseau routier d'une longueur totale de 1 367,90 km, réparti comme suit :

- 268,20 km de routes nationales,
- 478,50 km de chemins de wilaya,
- 621,20 km de chemins communaux.

Ce réseau joue un rôle essentiel dans la desserte des zones rurales et montagneuses de la région, facilitant les échanges entre les différentes communes et contribuant au développement économique et social de la wilaya.



Figure 0.4 Réseau routier de Tissemsilt

I.6 Présentation du projet :

Le présent projet qui nous a été confié concerne l'étude Etude de dédoublement de la RN120 sur un linéaire de 05 km du PK 07+650 au PK 12+650



Figure 0.5 Image satellitaire du projet

I.7 Limites géographiques :

La Wilaya de Tissemsilt est limitée au nord, par la wilaya d'Ain Defla. à l'est par la wilaya de Médéa Au sud, par wilaya de Tiaret et la wilaya de Djelfa. à l'Ouest par la Wilaya de Relizane et wilaya de Chefef.

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

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier de la route nationale 120 (RN120) sur 05km du PK 07+650 au PK 12+650 qui se situe dans la Wilaya de Tissemsilt. La route nationale N°120 présente un axe très important.

I.8 Caractéristique naturelles et conditions climatiques :

I.8.1 Le relief :

La nature géomorphologique de la wilaya de Tissemsilt offre trois ensembles distincts :

- Une zone des hautes plaines avec un taux de 25%
- La zone steppique occupant 10% de la superficie globale de la wilaya.
- Le plus haut sommet est cartographié au niveau de sidi Amar (monts de l'Ouarsenis) avec une altitude de 1983m.
- Le niveau le plus bas est enregistré à Kouidi et El Yachine (au nord d'el Azharia) avec près de 389m d'altitude.

1.8.2 Le climat :

Le Climat de la ville de Tissemsilt est de type semi-aride méditerranéen caractérisé par un hiver humide et froid et un été chaud et sec ainsi que des précipitations importantes sous forme de pluies et neige d'étalant de la saison hivernale jusqu'à la fin du printemps.

I.9 Les infrastructures de base existante :

I.9.1 Réseau routier :

Le réseau routier de la wilaya de Batna a une longueur totale de 1370 Km, répartis comme suit :

- Routes nationales : 215 km.
- Chemins de wilaya : 500 km.
- Chemins communaux : 655 km.

I.9.2 Le réseau ferroviaire :

Le projet en cours de validation d'une ligne à grande vitesse reliant Relizene-Tiaret jusqu'à la capitale de l'Ouarsenis TISSEMSILT, jouera naturellement un rôle capital dans l'essor socio-économique.

I.9.3 Les infrastructures aéroportuaires :

La wilaya de Tissemsilt dispose de plusieurs infrastructures aéroportuaires qui jouent un rôle important dans le développement économique et social de la région.

I.10 Adduction eau potable/Assainissement/Hydraulique

I.10.1 Alimentation en Eau Potable :

Réseaux d'adduction : 32.5 km, sont en cours de réalisation.

I.10.2 Assainissement :

Longueur totale du réseau d'assainissement : 16 km, en cours de réalisation.

STEP : en court de réalisation (01 achevée)

I.11 Objectif du projet :

L'objectif principal du projet de la RN120 est de débouler la route sur une distance de 22 kilomètres, reliant ainsi les communes de Laayoune et les frontières de la wilaya de Djelfa. Ce projet visa à :

- Améliorer la connectivité routière : Renforcer le réseau routier de la wilaya en créant une liaison routière
- Réduire les temps de trajet : Diminuer les temps de trajet entre les différentes régions de la wilaya et la wilaya voisine.
- Favoriser le développement économique : Contribuer au développement économique de la région en facilitant les échanges commerciaux et les déplacements.
- Améliorer la sécurité routière : Réduire le risque d'accidents de la route en créant une route plus large et plus sûre.
- Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme complémentaire de la wilaya de Tissemsilt, qui vise à améliorer les infrastructures routières et à promouvoir le développement économique et social de la région.

I.12 Objectif de l'étude :

Notre objectif principal consiste à augmenter le niveau de service de la route Existante par dédoublement (2×2voies) avec un séparateur (TPC), et de procéder à Son renforcement

- Résoudre les problèmes de congestion du trafic routier, en assurant la fluidité de la circulation, la régularité du temps de parcours et la sécurité des usagers de la route
- Assurer une chaussée unidirectionnelle de largeur de 7m et de 2m d'accotement

I.13 Justification du dédoublement de la RN120 :

Le dédoublement a pour but d'assurer la continuité (fluidité) du réseau routier et de faciliter aux usagers un déplacement dans de bonnes conditions de confort et de Sécurité tous les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps considérables.

I.14 Localisation de projet :

Notre projet concerne le dédoublement de la RN120 dans la wilaya de Tissemsilt du PK= 07+650 jusqu'à le PK=12+650 s'inscrit parfaitement dans cette stratégie de développement et de densification du réseau autoroutier d'Algérie.

Cette section à étudier sur une longueur de 05km et trafic journalier moyen important estimé à l'ordre.

I.15 Description du projet :

Réalisation du dédoublement de la RN 120 entre Layoune et la limite de la wilaya de Djelfa sur une distance de 22 km, Le projet est divisé en trois lots, on s'intéresse dans notre étude au lot N°02, qui appartient à la section du PK 07+650 au PK 12+650.

- ✓ La catégorie : *Catégorie 1*
- ✓ Le trafic
 - TMJA : 9000 v/j
 - Pourcentage de poids lourds : 29%
 - Le taux d'accroissement : $\tau = 4\%$
 - Durée d'étude et mise en service : 2 ans
 - Durée de vie : 20 ans
- ✓ Profil en travers type
 - La route bidirectionnelle
 - Accotement de 2.00m
 - Largeur de la route 2×3.5 m
- ✓ L'indice CBR = 5

CHAPITRE II
ETUDE DE LA ROUTE
EXISTANTE

II.1- Introduction

La route existante est composée de douze virages successifs dont quatre sont au niveau de sommet de cote qui représente un grand danger et on a constaté des accidents mortels au niveau de ces virages. Elle est d'une longueur d'environ 5000 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 V_r
- ❖ Calcul des rayons en plan RH_m , RH_N , RH_d et RH_{nd}
- ❖ Etude de trafic
- ❖ Conclusion

II.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.

II.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

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

b-Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

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

c-L'angle au centre

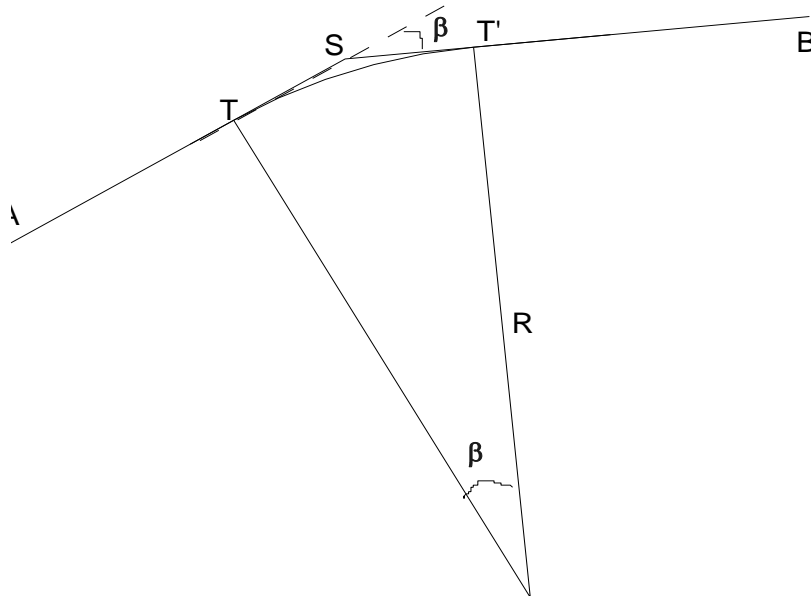


Figure 0.1 : détermination de l'angle au centre

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

Coordonnées des points de sommet de la route existante

N	X	Y
1	416759.0766	3940367.8274
2	416697.2080	3940415.0334
3	416394.8136	3940567.3443
4	416070.8578	3940760.9366
5	415393.0851	3940977.5539
6	414984.4668	3941605.5153
7	414615.8852	3942052.1780
8	414226.0146	3942370.8956
9	413744.6425	3943278.4236
10	413493.6556	3943436.6482
11	412937.3056	3943693.7529
12	412865.4740	3943717.9455

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

Valeurs des gisements et des distances

Valeurs de ΔX et ΔY		Gisements		Angle au centre		Distances
$\Delta X =$	-61.8686 m	G1-2	-58.506 gr	$\beta 1 =$	11.784 gr	77.82 m
$\Delta Y =$	47.206 m					
$\Delta X =$	-302.3944 m	G2-3	-70.29 gr	$\beta 2 =$	-4.59 gr	338.58 m
$\Delta Y =$	152.3109 m					
$\Delta X =$	-323.9558 m	G3-4	-65.70 gr	$\beta 3 =$	14.606 gr	377.39 m
$\Delta Y =$	193.5923 m					
$\Delta X =$	-677.7727 m	G4-5	-80.306 gr	$\beta 4 =$	-43.796 gr	711.54 m
$\Delta Y =$	216.6173 m					
$\Delta X =$	-405.6183 m	G5-6	-36.51 gr	$\beta 5 =$	7.41 gr	747.57 m
$\Delta Y =$	627.9614 m					
$\Delta X =$	-368.5816 m	G6-7	-43.92 gr	$\beta 6 =$	12.45 gr	579.10 m
$\Delta Y =$	446.6627 m					
$\Delta X =$	-389.8706 m	G7-8	-56.37 gr	$\beta 7 =$	-25.33 gr	503.56 m
$\Delta Y =$	318.7176 m					
$\Delta X =$	-481.3721 m	G8-9	-31.04 gr	$\beta 8 =$	33.12 gr	1027.45 m
$\Delta Y =$	907.528 m					
$\Delta X =$	-250.9869 m	G9-10	-64.19 gr	$\beta 9 =$	8.66 gr	296.69 m
$\Delta Y =$	158.2246 m					
$\Delta X =$	-565.35 m	G10-11	-72.82 gr	$\beta 10 =$	6.49 gr	621.06 m
$\Delta Y =$	257.1047 m					
$\Delta X =$	-71.8316 m	G11-12	-79.31 gr			75.79 m
$\Delta Y =$	24.1926 m					

Tableau 2: gisement, distance de la route existante

II.4-Détermination des rayons en plan

Le tracé de la route existante est composé de douze(10) virages.

La valeur du rayon est déterminée par la relation suivante:

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

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

Angle au centre (gr)	tangente (m)	Rayon (m)	Développée (m)
$\beta_1 = 11.784$	23,21	250	46,295
$\beta_2 = -4.59$	36,04	1000	72,05
$\beta_3 = 14.606$	46,06	400	91,72
$\beta_4 = -43.796$	391,95	1100	753,04
$\beta_5 = 7.41$	124,48	2200	248,69
$\beta_6 = 12.45$	83,38	850	166,23
$\beta_7 = -25.33$	60,47	300	119,34
$\beta_8 = 33.12$	119,86	450	234,28
$\beta_9 = 8.66$	29,2	450	58,31
$\beta_{10} = 6.49$	54,07	1000	108,03

Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

II.4.1 - Calculs éléments de quatre raccords

Bissectrice

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

La développée

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

La flèche

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

II.5- Les longueurs de tracé

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 5356.55 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$L_c = 1897.99 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_t - L_c = 5356.55 - 1897.99$$

$$L_{AD} = 3458.56 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 69\%$$

Pourcentage courbe :

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

II.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

II.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)

N°	Distance cumulée	Distance partielle	Z TN Axe	DDN
1	0,000		845,732	
2	25,000	25,000	844,790	-0,942
3	50,000	25,000	843,827	-0,962
4	54,607	4,607	843,619	-0,209
5	75,000	20,393	843,186	-0,433
6	100,000	25,000	842,103	-1,083
7	100,902	0,902	842,063	-0,040
8	125,000	24,098	840,859	-1,204
9	150,000	25,000	839,568	-1,290
10	175,000	25,000	838,394	-1,174
11	200,000	25,000	837,282	-1,112
12	225,000	25,000	836,161	-1,121
13	250,000	25,000	835,073	-1,088
14	275,000	25,000	834,133	-0,940
15	300,000	25,000	833,193	-0,941
16	325,000	25,000	832,326	-0,867
17	350,000	25,000	831,615	-0,711
18	375,000	25,000	830,906	-0,709
19	380,232	5,232	830,758	-0,148
20	400,000	19,768	830,312	-0,446
21	425,000	25,000	829,844	-0,467
22	450,000	25,000	829,472	-0,372
23	452,287	2,287	829,392	-0,080
24	475,000	22,713	828,600	-0,792
25	500,000	25,000	827,936	-0,664
26	525,000	25,000	827,385	-0,551
27	550,000	25,000	826,838	-0,547
28	575,000	25,000	826,287	-0,551
29	600,000	25,000	825,767	-0,520
30	625,000	25,000	825,297	-0,471
31	650,000	25,000	824,805	-0,492
32	675,000	25,000	824,325	-0,480
33	700,000	25,000	823,870	-0,455
34	725,000	25,000	823,414	-0,455
35	747,574	22,574	822,962	-0,452
36	750,000	2,426	822,907	-0,056
37	775,000	25,000	822,335	-0,572
38	800,000	25,000	821,684	-0,650

39	825,000	25,000	820,913	-0,771
40	839,295	14,295	820,400	-0,513
41	850,000	10,705	820,046	-0,354
42	875,000	25,000	819,949	-0,097
43	900,000	25,000	819,535	-0,414
44	925,000	25,000	819,119	-0,416
45	950,000	25,000	818,698	-0,421
46	975,000	25,000	818,434	-0,265
47	1000,000	25,000	818,483	0,049
48	1025,000	25,000	818,327	-0,156
49	1050,000	25,000	818,088	-0,239
50	1075,000	25,000	817,849	-0,239
51	1100,000	25,000	817,607	-0,242
52	1112,830	12,830	817,519	-0,089
53	1125,000	12,170	817,434	-0,085
54	1150,000	25,000	817,255	-0,179
55	1175,000	25,000	817,037	-0,218
56	1200,000	25,000	816,846	-0,191
57	1225,000	25,000	816,660	-0,186
58	1250,000	25,000	816,519	-0,140
59	1275,000	25,000	816,309	-0,210
60	1300,000	25,000	816,387	0,078
61	1325,000	25,000	816,621	0,234
62	1350,000	25,000	816,457	-0,164
63	1375,000	25,000	816,786	0,328
64	1400,000	25,000	817,505	0,720
65	1425,000	25,000	817,747	0,241
66	1450,000	25,000	817,918	0,171
67	1475,000	25,000	817,980	0,062
68	1500,000	25,000	817,707	-0,273
69	1525,000	25,000	817,740	0,033
70	1550,000	25,000	817,395	-0,344
71	1575,000	25,000	816,974	-0,422
72	1600,000	25,000	817,537	0,564
73	1625,000	25,000	817,978	0,441
74	1650,000	25,000	817,733	-0,245
75	1675,000	25,000	817,456	-0,277
76	1700,000	25,000	817,367	-0,088
77	1725,000	25,000	817,077	-0,291

78	1750,000	25,000	816,897	-0,179
79	1775,000	25,000	816,342	-0,555
80	1800,000	25,000	816,709	0,366
81	1825,000	25,000	817,023	0,314
82	1850,000	25,000	817,210	0,187
83	1865,872	15,872	817,173	-0,037
84	1875,000	9,128	817,268	0,095
85	1900,000	25,000	817,478	0,210
86	1925,000	25,000	817,827	0,349
87	1950,000	25,000	818,226	0,399
88	1975,000	25,000	818,484	0,258
89	2000,000	25,000	818,483	-0,001
90	2025,000	25,000	818,648	0,165
91	2050,000	25,000	818,840	0,192
92	2075,000	25,000	819,000	0,160
93	2098,647	23,647	819,142	0,141
94	2100,000	1,353	819,157	0,015
95	2125,000	25,000	819,424	0,267
96	2150,000	25,000	819,634	0,210
97	2175,000	25,000	819,875	0,242
98	2200,000	25,000	820,006	0,131
99	2225,000	25,000	820,209	0,203
100	2250,000	25,000	820,389	0,179
101	2275,000	25,000	820,773	0,384
102	2300,000	25,000	821,478	0,705
103	2325,000	25,000	821,986	0,508
104	2347,339	22,339	822,400	0,414
105	2350,000	2,661	822,444	0,044
106	2375,000	25,000	822,854	0,410
107	2400,000	25,000	823,319	0,464
108	2425,000	25,000	823,826	0,507
109	2450,000	25,000	824,327	0,501
110	2475,000	25,000	824,864	0,538
111	2500,000	25,000	825,438	0,574
112	2525,000	25,000	826,009	0,571
113	2550,000	25,000	826,581	0,573
114	2575,000	25,000	827,286	0,705
115	2600,000	25,000	827,929	0,643
116	2625,000	25,000	828,579	0,651

117	2650,000	25,000	829,254	0,675
118	2675,000	25,000	829,929	0,675
119	2700,000	25,000	830,663	0,734
120	2718,582	18,582	831,225	0,562
121	2725,000	6,418	831,419	0,194
122	2750,000	25,000	832,177	0,757
123	2775,000	25,000	832,737	0,560
124	2800,000	25,000	833,223	0,487
125	2825,000	25,000	833,580	0,357
126	2850,000	25,000	833,903	0,323
127	2875,000	25,000	834,406	0,503
128	2884,812	9,812	834,521	0,115
129	2900,000	15,188	834,701	0,179
130	2925,000	25,000	834,995	0,295
131	2950,000	25,000	835,345	0,350
132	2975,000	25,000	835,702	0,357
133	3000,000	25,000	836,057	0,355
134	3025,000	25,000	836,081	0,024
135	3050,000	25,000	836,380	0,299
136	3075,000	25,000	836,679	0,299
137	3100,000	25,000	836,476	-0,203
138	3125,000	25,000	836,516	0,039
139	3150,000	25,000	836,555	0,039
140	3175,000	25,000	836,762	0,207
141	3200,000	25,000	836,889	0,127
142	3225,000	25,000	837,612	0,723
143	3244,530	19,530	838,240	0,628
144	3250,000	5,470	838,336	0,096
145	3275,000	25,000	838,571	0,236
146	3300,000	25,000	838,810	0,239

Tableau 4:Dénivelée cumulée "route existant

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

$$Dc = 1.60\%$$

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	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau 5: Type de topographie

$$1.5\% < 1.6\% \leq 4\%$$

Donc : Le terrain est : Vallonné

II.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
- $L_s = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m})$

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

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 6: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 7:Environnement de la route existante

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: Vallonné

Et une Sinuosité : Sinuosité faible

L'environnement de la route est : E2

II.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 déterminée la vitesse de référence.

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

Tableau 8:Vitesse de référence

Vitesse $V_r = 100$ km/h

II.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

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

b- Le rayon minimal normal RHN

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

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

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 %)

$$RHd = \frac{V_r^2}{127(2 \cdot d_{\text{min}})}$$

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 $V = V_r$ et présente un dévers vers l'extérieur.

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

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

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

Tableau 9: Dévers

Détermination du coefficient transversal f_t

V_r	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 10: Valeur du coefficient f_t

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 11: Valeur du coefficient " F'' "

Tableau récapitulatif

$d_{max} =$	7,00%
$d_{min} =$	2,50%
$f_t =$	0,11
$d =$	0,05
$F'' =$	0,06

Tableau 12: Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

NB : En comparant les résultats ci dessus avec les valeurs de B40 on aura :

RHM	RHN	RHD	RHND
450	650	1600	2200

Tableau 13: les rayons en plan selon B40

CHAPITRE III
ETUDE DE TRAFIC

III.1 Généralité :

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 et 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 trafics :

- La 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.

III.2 Différents types de trafic :

a) Trafic normal :

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

b) Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

c) Trafic total :

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

d) Trafic induit :

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

III.3 Analyse des trafics existants :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées. Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

III.4 Mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages
- Les enquêtes

III.4.1 Les Comptages :

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

- Les comptages manuels.
 - Les comptages automatiques.
- a) Comptages manuels : Ils sont réalisés par les enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en commun, Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)
- b) Comptages automatiques : Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

III.4.2 Les enquêtes :

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

a) Enquêtes « origine-destination » :

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

b) Les Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons et sont différents à chaque entrée un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes. Les avantages de la méthode : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit. Les inconvénients de la méthode : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

c) Relevé des plaques minéralogiques :

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

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

d) Interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde mais donne des renseignements précis.

On arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :

- Origine.
- Motif.
- Fréquence et durée.
- Trajet utilisé.

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

e) Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :

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

III.5 Calcul de la capacité :

III.5.1 Définition de la capacité :

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire

III.5.2 Calcul du TJMA horizon :

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

Avec:

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

TJMAh : le trafic à l'année horizon.

TJMAo : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

III.5.3 Calcul du trafic effectif :

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

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

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

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

La présence des véhicules poids lourds réduit le débit des routes ainsi l'encombrement des poids lourds est évalué comme P véhicules particulière, P variant et sa valeur est associée à la nature topographique du terrain et le nombre des voies d'une route. Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

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

Tableau 14 Valeur du coefficient P

III.5.4 Débit de pointe horaire normal :

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

Avec :

n : Nombre d'heure, (en prend $(1/n)=0.12$.

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

général n=8 heures) d'après le B40 on

Q : Débit de pointe horaire est exprimé en UVP/h.

III.5.5 Débit horaire admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} (\text{UVP/h}) = K1.K2. C_{\text{th}}$$

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.

Valeur de K1 :

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.96

Tableau 15 Valeurs de K1 en fonction de l'environnement

Valeur de K2:

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

Tableau 16 Valeur de K2 en fonction de l'environnement

Valeur de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

III.5.6 Capacité théorique :

Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 17 Valeur de la capacité théorique

III.5.7 Calcule nombre de voies :

Chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Qadm pour les divers types de routes et on prend le profil

permettant d'avoir $Q \leq Q_{adm}$

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

$$N = S.d / Q_{adm}$$

Tel que : S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

Qadm: débit admissible par voie.

d : débit à l'année d'horizon

III.6) Application au projet :

III.6.1 Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la direction de travaux publics (DTP) les données sont les suivants :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP (Direction Travaux Public) de la Wilaya de TISSEMSILT sont les suivants :

Élément	Valeur
Route nationale	RN120
Localisation	Tissemsilt – Djelfa (PK 7+650 à PK 11+650)
Longueur du tronçon	5 km
Année de référence trafic	2023
TMJA 2023	9000 véhicules/jour
Taux d'accroissement annuel (τ)	4 %
Pourcentage de poids lourds (Z)	29 %
Année de mise en service	2024
Durée de vie de la chaussée	20 ans
Catégorie de route	C2
Environnement	E1
Zone climatique	II (semi-aride/subhumide - Tissemsilt)
CBR sol support	5 (selon DTP Tissemsilt)

III.6.2 Projection future de trafic :

(L'année de mise en service (2024).

$$TMJA_h = TMJA_0 \times (1 + \tau)^n$$

$$\begin{aligned} TMJA_{2024} &= TMJA_{2023} \times (1 + \tau)^n \\ TMJA_{2024} &= 9000 \times (1 + 0.04)^2 \end{aligned}$$

$$TMJA_{2024} = 9360 \text{ V/J}$$

Avec :

$TMJA_{2024}$: Trafic à l'horizon

$TMJA_{2023}$: Trafic à l'année zéro

Trafic à l'année (2044) pour une durée de vie de 20 Ans.

$$TMJA_{2044} = TMJA_{2024} \times (1 + \tau)^n$$

$$TMJA_{2044} = 9 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TMJA_{2044} = 20509 \text{ V/J}$$

III.6.3 Calcul du trafic effectif :

Pour l'année de mise en service 2024

$$T_{\text{eff}} = [(1 - z) + p \times z] \times TMJA_h$$

$$T_{\text{eff}2024} = [(1 - 0.29) + 6 \times 0.29] \times 9360$$

$$T_{\text{eff}2024} = 22932 \text{ uvp/j}$$

Pour l'année d'horizon 2044

$$T_{\text{eff}} = [(1 - z) + p \times z] \times TMJA_h$$

$$T_{\text{eff}2044} = [(1 - 0.29) + 6 \times 0.29] \times 20509$$

$$T_{\text{eff}2044} = 50247 \text{ uvp/j}$$

Avec :

p : Coefficient d'équivalence pris une route a deux voies et un environnement E2 on a $P = 6$.

pour convertir le poids lourds pour

z : Pourcentage de poids lourds est égal à 29%.

III.6.4 Débit de pointe horaire normal :

Année de mise en service 2024

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

$$Q_{2024} = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}2024}$$

$$Q_{2024} = \left(\frac{1}{8}\right) \times 22932$$

$$Q_{2024} = 2867 \text{ uvp/h}$$

Année d'horizon 2044

$$Q_{2044} = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}2044}$$

$$Q_{2044} = \left(\frac{1}{8}\right) \times 50247$$

$$Q_{2044} = 6281 \text{ uvp/h}$$

Avec :

Q : Débit de pointe horaire

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

Teff : Trafic effectif

III.6.5 Débit admissible

Les valeurs de K_1 et K_2 sont les suivants :

Pour catégorie 3 (C2) et environnement 2 (E2) $\rightarrow K_1 = 0.85$; $K_2 = 0.99$

$$Q_{2024} \leq Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

$$C_{\text{th}} = \frac{Q_{2024}}{K_1 \times K_2} = \frac{2867}{0.85 \times 0.99}$$

$$C_{\text{th}} = 3407 \text{ uvp/h}$$

Le débit qui supporte une section donnée :

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th} = 0.85 \times 0.99 \times 3407$$

$$Q_{adm} = 2867 \text{ uvp/h}$$

Avec

Q_{2024} : le débit de pointe horaire pour l'année de mise en service 2024

III.6.6 Détermination du nombre de voies :

$$N = \frac{S \times Q_{2044}}{Q_{adm}} = \frac{\frac{2}{3} \times 6281}{2867}$$

$$n = 1.5 \cong 2$$

Donc :

N=2 voie /sens (chaussée bidirectionnelle)

III.6.7 Calcul de l'année de saturation :

Calculé précédemment : $Q_{adm} = 2867 \text{ uvp/h}$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm} = 4 \times 2867$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{adm}}\right)}{\ln(1+r)} = \frac{\ln\left(\frac{11468}{2867}\right)}{\ln(1+0.04)} = 29 \text{ ans}$$

$$Q_{saturation} = 11468 \text{ uvp/h}$$

D'où notre route sera saturée 29 ans après la mise en service, donc l'année de saturation est : 2053.

TMJA ₂₀₂₄ (V/J)	TMJA ₂₀₄₄ (V/J)	T _{eff2024} (uvp/j)	T _{eff2044} (uvp/j)	N
9360	20509	22932	50247	2

Tableau 18 Récapitulatif des résultats du calcul

III.7 Conclusion :

D'après le calcul de capacité de la route on constate que le profil en travers est de : La capacité théorique de la chaussée est estimée à 1800 uvp/h. Sur la base des projections de trafic, une chaussée bidirectionnelle (2x2 voies) est justifiée avec une largeur de 7 m pour chaque chaussée, accompagnée d'accotements de 2 m de chaque côté.

La partie qui suit fait l'objet de l'étude du dédoublement en question.

-ETUDE DES TRONÇONS DE ROUTE

PARTIE : DEDOUBLEMENT

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

CHAPITRE IV
TRACE EN PLAN

IV.1- Définition du tracé en plan

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

L'inconfort de l'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.

IV.2- Règles à respecter dans le trace en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences 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) Éviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- 4) Éviter au maximum les propriétés privées
- 5) Éviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- 6) Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé

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 R_1 et R_2 $0,67 < R_1/R_2 < 1,5$, sauf si R_1 et R_2 sont supérieurs à 500 m,
5. d'exclure les courbes en ove, en C, et à sommet

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).

IV.3-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 :

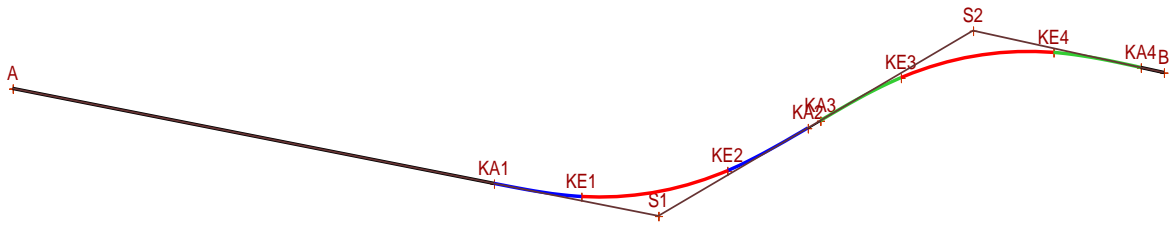


Figure 0.1: les éléments d'un tracé en plan

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

$$\text{Longueur maximum } L_{\max} = 60 V_r$$

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.

Les coordonnées planimétriques des sommets

N	X	Y
1	416761.6551	3940371.2068
2	416699.7864	3940418.4127
3	416397.3921	3940570.7237
4	416073.4363	3940764.3160
5	415395.6636	3940980.9332
6	414987.0453	3941608.8946
7	414618.4637	3942055.5574
8	414228.5930	3942374.2749
9	413747.2210	3943281.8030
10	413496.2340	3943440.0276
11	412939.8841	3943697.1323
12	412866.8307	3943721.9739

Tableau 19: coordonnées des sommets

Gisements, angles au centre et distance

<u>Direction</u>	<u>Valeurs de ΔX et ΔY (m)</u>	<u>Gisements</u>	<u>Angle au centre (gr)</u>	<u>Distances</u>
S1-S2	$\Delta X = - 61.86$ m	$G_{S1S2} = -58.51$ gr	$\beta_1 = 11.78$	77.81 m
	$\Delta Y = 47.20$ m			
S2-S3	$\Delta X = -302.39$ m	$G_{S2S3} = -70.29$ gr	$\beta_2 = -4.51$	338.58 m
	$\Delta Y = 152.31$ m			
S3-S4	$\Delta X = - 323.95$ m	$G_{S3S4} = -65.78$ gr	$\beta_3 = 14.52$	377.11 m
	$\Delta Y = 193.059$ m			
S4-S5	$\Delta X = -677.77$ m	$G_{S4S5} = -80.307$ gr	$\beta_4 = -43.58$	711.54 m
	$\Delta Y = 216.61$ m			
S5-S6	$\Delta X = -408.61$ m	$G_{S4S5} = -36.72$ gr	$\beta_5 = 7.2$	749.19 m
	$\Delta Y = 627.96$ m			
S6-S7	$\Delta X = - 368.58$ m	$G_{S4S5} = -43.92$ gr	$\beta_6 = 12.45$	579.09 m
	$\Delta Y = 446.66$ m			
S7-S8	$\Delta X = -389.87$ m	$G_{S4S5} = -56.37$ gr	$\beta_7 = -25.33$	503.56 m
	$\Delta Y = 318.71$ m			
S8-S9	$\Delta X = - 481.37$ m	$G_{S4S5} = -31.04$ gr	$\beta_8 = 33.15$	1027.28 m
	$\Delta Y = 907.52$ m			
S9-S10	$\Delta X = -250.98$ m	$G_{S4S5} = -64.19$ gr	$\beta_9 = 8.25$	296.68 m
	$\Delta Y = 158.22$ m			
S10-S11	$\Delta X = - 556.34$ m	$G_{S4S5} = -72.44$ gr	$\beta_{10} = 6.69$	612.87 m
	$\Delta Y = 257.10$ m			
S11-S12	$\Delta X = - 73.05$ m	$G_{S4S5} = -79.13$ gr		77.157 m
	$\Delta Y = 24.84$ m			

Tableau 20: Calcul des gisements, angles au centre et distances

Dénivelée cumulée

N°	Distance cumulée	Distance partielle	Z TN Axe	Δ DN
1	0,00		845,732	
2	25,00	25,00	844,790	-0,942
3	50,00	25,00	843,827	-0,962
4	54,61	4,61	843,619	-0,209
5	75,00	20,39	843,186	-0,433
6	100,00	25,00	842,103	-1,083
7	100,90	0,90	842,063	-0,040
8	125,00	24,10	840,859	-1,204
9	150,00	25,00	839,568	-1,290
10	175,00	25,00	838,394	-1,174
11	200,00	25,00	837,282	-1,112
12	225,00	25,00	836,161	-1,121
13	250,00	25,00	835,073	-1,088
14	275,00	25,00	834,133	-0,940
15	300,00	25,00	833,193	-0,941
16	325,00	25,00	832,326	-0,867
17	350,00	25,00	831,615	-0,711
18	375,00	25,00	830,906	-0,709
19	380,23	5,23	830,758	-0,148
20	400,00	19,77	830,312	-0,446
21	425,00	25,00	829,844	-0,467
22	450,00	25,00	829,472	-0,372
23	452,29	2,29	829,392	-0,080
24	475,00	22,71	828,600	-0,792
25	500,00	25,00	827,936	-0,664
26	525,00	25,00	827,385	-0,551
27	550,00	25,00	826,838	-0,547
28	575,00	25,00	826,287	-0,551
29	600,00	25,00	825,767	-0,520
30	625,00	25,00	825,297	-0,471
31	650,00	25,00	824,805	-0,492
32	675,00	25,00	824,325	-0,480
33	700,00	25,00	823,870	-0,455
34	725,00	25,00	823,414	-0,455
35	747,57	22,57	822,962	-0,452
36	750,00	2,43	822,907	-0,056
37	775,00	25,00	822,335	-0,572
38	800,00	25,00	821,684	-0,650
39	825,00	25,00	820,913	-0,771
40	839,30	14,30	820,400	-0,513

41	850,00	10,70	820,046	-0,354
42	875,00	25,00	819,949	-0,097
43	900,00	25,00	819,535	-0,414
44	925,00	25,00	819,119	-0,416
45	950,00	25,00	818,698	-0,421
46	975,00	25,00	818,434	-0,265
47	1000,00	25,00	818,483	0,049
48	1025,00	25,00	818,327	-0,156
49	1050,00	25,00	818,088	-0,239
50	1075,00	25,00	817,849	-0,239
51	1100,00	25,00	817,607	-0,242
52	1112,83	12,83	817,519	-0,089
53	1125,00	12,17	817,434	-0,085
54	1150,00	25,00	817,255	-0,179
55	1175,00	25,00	817,037	-0,218
56	1200,00	25,00	816,846	-0,191
57	1225,00	25,00	816,660	-0,186
58	1250,00	25,00	816,519	-0,140
59	1275,00	25,00	816,309	-0,210
60	1300,00	25,00	816,387	0,078
61	1325,00	25,00	816,621	0,234
62	1350,00	25,00	816,457	-0,164
63	1375,00	25,00	816,786	0,328
64	1400,00	25,00	817,505	0,720
65	1425,00	25,00	817,747	0,241
66	1450,00	25,00	817,918	0,171
67	1475,00	25,00	817,980	0,062
68	1500,00	25,00	817,707	-0,273
69	1525,00	25,00	817,740	0,033
70	1550,00	25,00	817,395	-0,344
71	1575,00	25,00	816,974	-0,422
72	1600,00	25,00	817,537	0,564
73	1625,00	25,00	817,978	0,441
74	1650,00	25,00	817,733	-0,245
75	1675,00	25,00	817,456	-0,277
76	1700,00	25,00	817,367	-0,088
77	1725,00	25,00	817,077	-0,291
78	1750,00	25,00	816,897	-0,179
79	1775,00	25,00	816,342	-0,555
80	1800,00	25,00	816,709	0,366
81	1825,00	25,00	817,023	0,314
82	1850,00	25,00	817,210	0,187
83	1865,87	15,87	817,173	-0,037
84	1875,00	9,13	817,268	0,095
85	1900,00	25,00	817,478	0,210

86	1925,00	25,00	817,827	0,349
87	1950,00	25,00	818,226	0,399
88	1975,00	25,00	818,484	0,258
89	2000,00	25,00	818,483	-0,001
90	2025,00	25,00	818,648	0,165
91	2050,00	25,00	818,840	0,192
92	2075,00	25,00	819,000	0,160
93	2098,65	23,65	819,142	0,141
94	2100,00	1,35	819,157	0,015
95	2125,00	25,00	819,424	0,267
96	2150,00	25,00	819,634	0,210
97	2175,00	25,00	819,875	0,242
98	2200,00	25,00	820,006	0,131
99	2225,00	25,00	820,209	0,203
100	2250,00	25,00	820,389	0,179
101	2275,00	25,00	820,773	0,384
102	2300,00	25,00	821,478	0,705
103	2325,00	25,00	821,986	0,508
104	2347,34	22,34	822,400	0,414
105	2350,00	2,66	822,444	0,044
106	2375,00	25,00	822,854	0,410
107	2400,00	25,00	823,319	0,464
108	2425,00	25,00	823,826	0,507
109	2450,00	25,00	824,327	0,501
110	2475,00	25,00	824,864	0,538
111	2500,00	25,00	825,438	0,574
112	2525,00	25,00	826,009	0,571
113	2550,00	25,00	826,581	0,573
114	2575,00	25,00	827,286	0,705
115	2600,00	25,00	827,929	0,643
116	2625,00	25,00	828,579	0,651
117	2650,00	25,00	829,254	0,675
118	2675,00	25,00	829,929	0,675
119	2700,00	25,00	830,663	0,734
120	2718,58	18,58	831,225	0,562
121	2725,00	6,42	831,419	0,194
122	2750,00	25,00	832,177	0,757
123	2775,00	25,00	832,737	0,560
124	2800,00	25,00	833,223	0,487
125	2825,00	25,00	833,580	0,357
126	2850,00	25,00	833,903	0,323
127	2875,00	25,00	834,406	0,503
128	2884,81	9,81	834,521	0,115
129	2900,00	15,19	834,701	0,179
130	2925,00	25,00	834,995	0,295

131	2950,00	25,00	835,345	0,350
132	2975,00	25,00	835,702	0,357
133	3000,00	25,00	836,057	0,355
134	3025,00	25,00	836,081	0,024
135	3050,00	25,00	836,380	0,299
136	3075,00	25,00	836,679	0,299
137	3100,00	25,00	836,476	-0,203
138	3125,00	25,00	836,516	0,039
139	3150,00	25,00	836,555	0,039
140	3175,00	25,00	836,762	0,207
141	3200,00	25,00	836,889	0,127
142	3225,00	25,00	837,612	0,723
143	3244,53	19,53	838,240	0,628
144	3250,00	5,47	838,336	0,096
145	3275,00	25,00	838,571	0,236
146	3300,00	25,00	838,810	0,239
147	3325,00	25,00	838,876	0,065
148	3350,00	25,00	839,099	0,224
149	3363,87	13,87	838,983	-0,117
150	3375,00	11,13	838,949	-0,034
151	3400,00	25,00	838,824	-0,125
152	3425,00	25,00	838,704	-0,120
153	3450,00	25,00	838,528	-0,176
154	3475,00	25,00	839,560	1,032
155	3500,00	25,00	839,536	-0,024
156	3525,00	25,00	840,160	0,624
157	3550,00	25,00	840,453	0,293
158	3575,00	25,00	840,747	0,293
159	3600,00	25,00	841,011	0,265
160	3625,00	25,00	841,260	0,248
161	3650,00	25,00	841,507	0,247
162	3675,00	25,00	841,717	0,210
163	3700,00	25,00	841,910	0,193
164	3725,00	25,00	842,103	0,193
165	3750,00	25,00	842,324	0,221
166	3775,00	25,00	842,579	0,255
167	3800,00	25,00	842,924	0,345
168	3825,00	25,00	843,461	0,537
169	3850,00	25,00	844,011	0,550
170	3875,00	25,00	844,561	0,550
171	3900,00	25,00	844,803	0,243
172	3925,00	25,00	845,257	0,453
173	3950,00	25,00	845,751	0,494
174	3975,00	25,00	846,907	1,155
175	4000,00	25,00	847,607	0,701

176	4025,00	25,00	848,325	0,717
177	4050,00	25,00	849,090	0,766
178	4075,00	25,00	849,916	0,826
179	4100,00	25,00	850,756	0,840
180	4125,00	25,00	851,596	0,839
181	4150,00	25,00	852,071	0,475
182	4175,00	25,00	852,587	0,516
183	4200,00	25,00	852,996	0,409
184	4210,83	10,83	853,131	0,135
185	4225,00	14,17	853,295	0,163
186	4250,00	25,00	853,212	-0,082
187	4275,00	25,00	853,948	0,736
188	4300,00	25,00	854,024	0,076
189	4325,00	25,00	854,123	0,098
190	4350,00	25,00	853,771	-0,351
191	4375,00	25,00	853,226	-0,545
192	4400,00	25,00	852,617	-0,609
193	4425,00	25,00	853,083	0,465
194	4445,11	20,11	853,692	0,610
195	4450,00	4,89	854,187	0,495
196	4475,00	25,00	854,517	0,330
197	4500,00	25,00	853,976	-0,541
198	4525,00	25,00	854,304	0,328
199	4550,00	25,00	854,354	0,050
200	4575,00	25,00	854,402	0,048
201	4592,75	17,75	854,434	0,032
202	4600,00	7,25	854,434	0,000
203	4625,00	25,00	854,405	-0,029
204	4650,00	25,00	854,379	-0,026
205	4651,06	1,06	854,367	-0,012
206	4675,00	23,94	853,246	-1,121
207	4700,00	25,00	854,305	1,059
208	4725,00	25,00	854,100	-0,205
209	4750,00	25,00	854,606	0,506
210	4775,00	25,00	854,697	0,090
211	4800,00	25,00	854,701	0,004
212	4825,00	25,00	854,789	0,088
213	4850,00	25,00	854,497	-0,292
214	4875,00	25,00	854,884	0,387
215	4900,00	25,00	855,632	0,748
216	4925,00	25,00	856,210	0,578
217	4950,00	25,00	856,657	0,448
218	4975,00	25,00	857,099	0,442
219	5000,00	25,00	857,518	0,419
220	5025,00	25,00	857,892	0,374

221	5050,00	25,00	858,266	0,374
222	5075,00	25,00	858,618	0,353
223	5100,00	25,00	858,677	0,059
224	5125,00	25,00	858,755	0,077
225	5150,00	25,00	859,633	0,878
226	5175,00	25,00	860,176	0,543
227	5180,68	5,68	860,294	0,118
228	5200,00	19,32	860,691	0,397
229	5225,00	25,00	861,188	0,497
230	5250,00	25,00	861,460	0,272
231	5275,00	25,00	861,776	0,316
232	5288,71	13,71	861,583	-0,193
233	5300,00	11,29	862,112	0,529
234	5310,44	10,44	862,268	0,156
			Σ DN	16,536
			(H/L)%	0,311

Tableau 21:calcul des dénivelés

Environnement

1- Dénivelée cumulée : $D_c = 0.31 \%$

2- Sinuosité : $\sigma = 0$

Environnement : E1

Vitesse de référence : $V_r = 100\text{km/h}$

1- Dénivelée cumulée : $D_c = 0.31 \%$ terrain vallonné

2- Sinuosité : $\sigma = 0$ sinuosité faible

IV.4-Courbe de raccordement

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

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R . Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une

manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

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

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

Rôle et nécessité

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

IV.4.1-Type de courbe de raccordement

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

a) parabole cubique

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

b) Lemniscate

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

c) Clothoïde

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

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

IV.4.2-Raccordement progressif

IV.4.2.1-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 clothoïde

IV.4.2.2-Clothoïde :

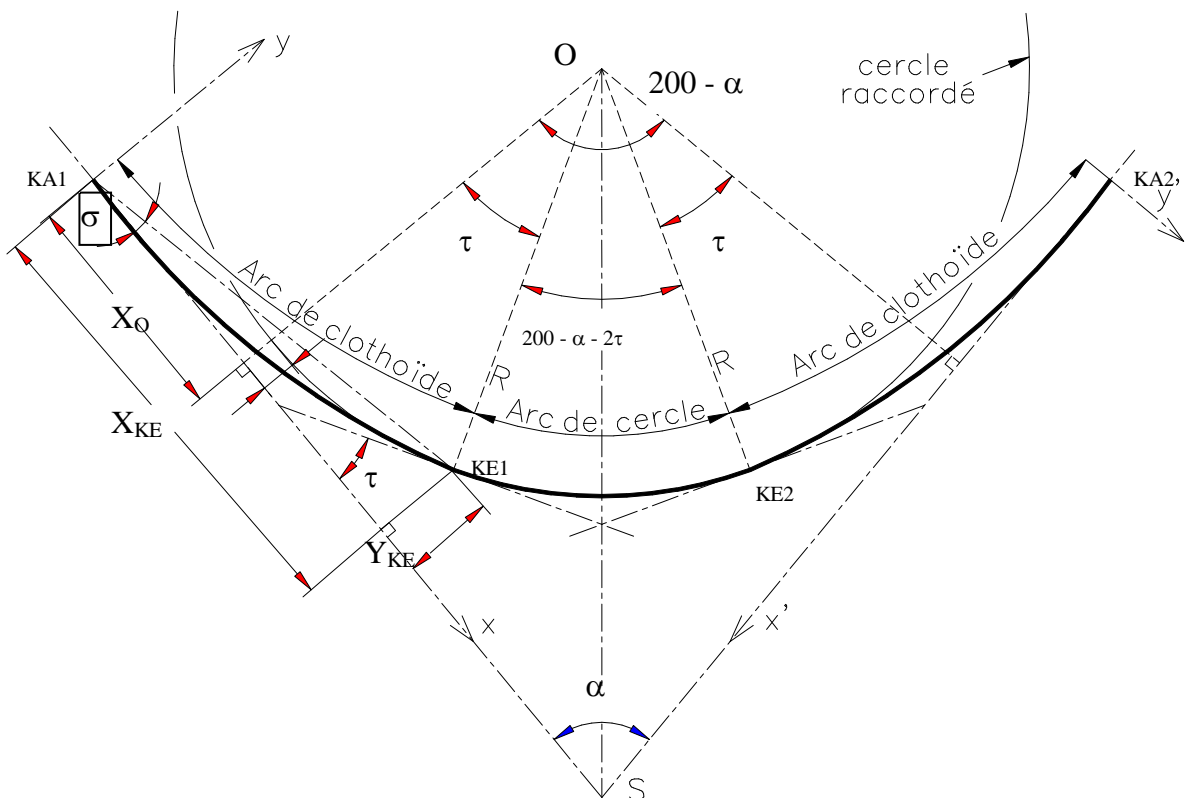


Figure 0.1:éléments d'un clothoïde

A- la Clothoïde

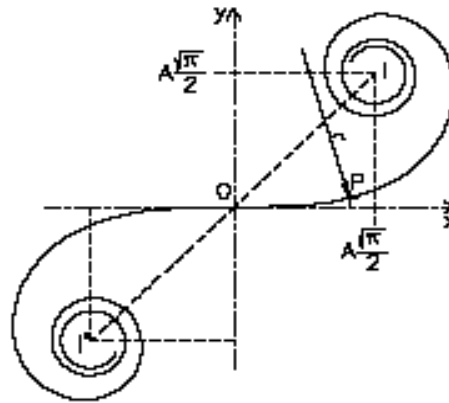


Figure 0.2: Clothoïde

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

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

Le calcul des caractéristiques de ces raccords 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 raccords

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

B.1- La condition de confort dynamique

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

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

B.2- La condition Optique

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

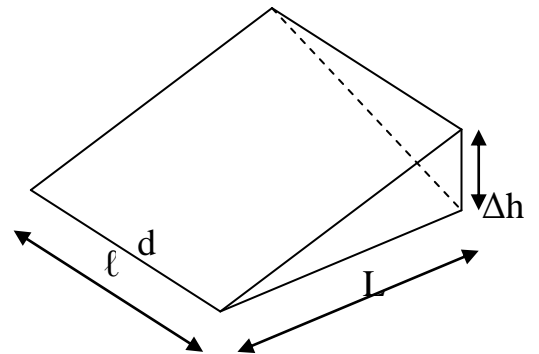
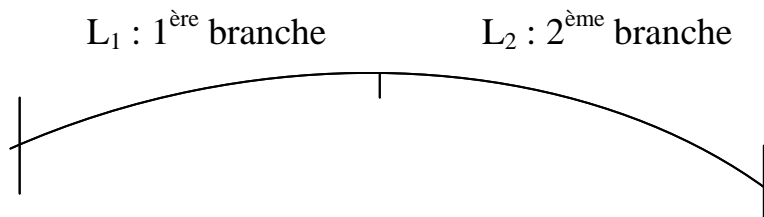


Figure 0.3:condition de gauchissement

Vérification de non chevauchement

1^{er} cas :

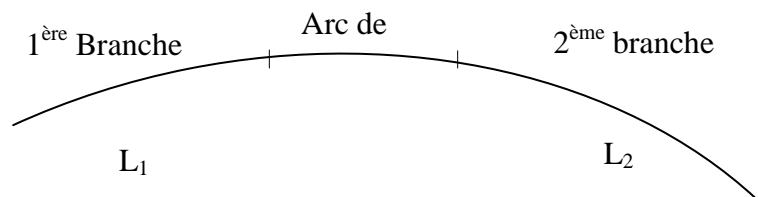
$$\tau = \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde sans arc de cercle.

2^{ème} cas :

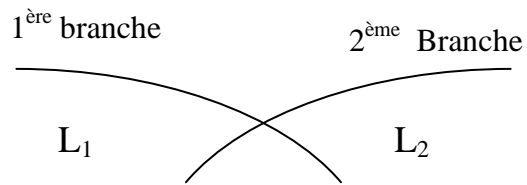
$$\tau < \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde avec arc de cercle.

3^{ème} cas :

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



Clothoïde impossible.

Application à notre projet :

$$R_1 = 500 \text{ m} \quad \tau_1 = 6,974 \text{ gr} \quad \beta_1/2 = 16.352 \text{ gr}$$

$$R_2 = 5000 \text{ m} \quad \tau_2 = 3.537 \text{ gr} \quad \beta_2/2 = 0.4170 \text{ gr}$$

$$R_3 = 5000 \text{ m} \quad \tau_2 = 3.537 \text{ gr} \quad \beta_2/2 = 0.3045 \text{ gr}$$

$$\Delta d = 0.0635 + 0.025 = 0.0885 = 8.85\%$$

Condition	1er Virage	2ème Virage	3ème Virage
confort dynamique	$L_1 \geq 38.32\text{m}$	$L_1 \geq 8.75 \text{ m}$	$L_1 \geq 8.75 \text{ m}$
Optique	$L_2 \geq 109.54\text{m}$	$L_2 \geq 555.56\text{m}$	$L_2 \geq 555.56\text{m}$
g-auchissement	$L_3 \geq 33.63 \text{ m}$	$L_3 \geq 0\text{m}$	$L_3 \geq 0\text{m}$
Chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement	$\tau > \beta/2 \Rightarrow$ il y'a de chevauchement	$\tau > \beta/2 \Rightarrow$ il y'a de chevauchement
L max	109.54 m	555.56 m	555.56 m

Tableau 22:Longueur de la clothoïde "L

Calcul des paramètres des raccords circulaires

Rayons	Angles	Tangentes	Bissectrices	Développées
$R_2=5000 \text{ m}$	0.834 gr	32.75 m	0.11 m	65.51 m
$R_3=5000 \text{ m}$	0.609 gr	23.90 m	0.06 m	47.81 m

Tableau 23:paramètres des raccords circulaires axe1

Paramètres de la clothoïde

Eléments de le la clothoïde		1 ^{er} Virage
R	Rayon	500 m
L	Longueur de la clothoïde	109.54 m
A : $A = \sqrt{R \cdot L}$	Paramètre de la clothoïde (m)	234.03 m
α	Angle des alignements droits	167,296 gr
β : $\beta = 200 - \alpha$	Angle au centre (Raccordement circulaire)	32,704 gr
τ : $\tau = \frac{L}{2R}$	Angle des tangentes	6,974 gr
σ : $\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	Angle Polaire	2,3260 gr
γ : $\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire	18,756 gr
D cercle : $D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	Longueur de la partie circulaire	147,29m
XKE : $X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	109,41m
YKE : $Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	4,000 m
SL : $SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	Longueur de la corde KA-KE	109,48 m
X _O : $X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	Abscisse du centre	54,75 m
Y _O : $Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	Ordonnées du centre	501 m
KA-O KOA = $\sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$	Distance KAO	503,98 m
ΔR : $\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage	1 m
DT : $DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale	366,39 m
T : $T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$	Distance S-KA	186,34 m
TL	Tangente longue	105,39 m
TK : $TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	Tangente courte	36,59 m
T	Petite tangente	13,59 m
B	Bissectrice	17,99 m

Tableau 24: paramètres de clothoïde

IV.5- Devers

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accident gène 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

IV.5.1-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 bonnes conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

IV.5.2- 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 dévers minimal : nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

Le dévers 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 :

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

Tableau 25:Devers en fonction de l'environnement

IV.5.3-Détermination des dévers aux rayons en plan

Application à notre projet :

1^{er} cas :

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

2^{ème} cas :

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

3^{ème} cas :

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

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

4ème cas :

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

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

Calcul des dévers associés aux rayons (PARTIE DEDOUBLEMENT)

$R_1 = 500$ m

$RHm \leq R_1 \leq RHN \Rightarrow$ Interpolation entre dévers RHm et celui de RHN

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

Les valeurs de B40

$RHm = 450$ m $\rightarrow d_{(RHm)} = 7\%$

$RHN = 650$ m $\rightarrow d_{(RHN)} = 5\%$

$R=450m \rightarrow d_{(R)} = 7\%$

Variation du dévers dans la clothoïde

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

Méthode de calcul des dévers en clothoïde

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

Clothoïde(partie dédoublement)

$$R = 500 \text{ m} \quad L = 109,54 \text{ m} \quad d(R) = 6,35 \% \quad d_{\min} = 2,50\% \quad \Delta d = 8,85\%$$

1^{ère} branche de clothoïde

Devers du bord extérieur

L'équation élémentaire de la droite $Y = ax + b$

$$Y = b = d_{\min} = 2,5\%$$

Devers extérieur

$$d_{ext} = \left(\frac{\Delta d}{L} \times x \right) - 2,5 = ?$$

$$P - x = 0 \quad \longrightarrow \quad d_{ext} = \left(\frac{8,85}{109,54} \times 0 \right) - 2,5 = -2,5$$

$$P - x = 10 \text{ m} \quad \longrightarrow \quad d_{ext} = \left(\frac{8,85}{109,54} \times 10 \right) - 2,5 = -1,69\%$$

Le calcul des devers extérieurs de chaque profil tous les 10m se trouve dans le tableau suivant :

Devers du bord intérieur

$$d_{int} = \begin{cases} d_{\min} & \text{si : } x < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si : } x > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 109,54}{6,35 + 2,5} = 74,26m$$

Donc à partir de cette distance 74,26 m \longrightarrow $d_{int} = d_{ext}$

Calcul des devers extérieures

x = 0.00m	→	d _{ext} = - 2,5%
x = 10.00m	→	d _{ext} = -1,69%
x = 20.00m	→	d _{ext} = - 0,88%
x = 30.00m	→	d _{ext} = -0,08%
x = 40.00m	→	d _{ext} = 0,73%
x = 50.00m	→	d _{ext} = 1,54%
x = 60.00m	→	d _{ext} = 2,35%
x = 70.00m	→	d _{ext} = 3,16%
x = 80.00m	→	d _{ext} = 3,96%
x = 90.00m	→	d _{ext} = 4,77%
x = 100.00m	→	d _{ext} = 5,58%
x = 109.54m	→	d _{ext} = 6,35%

Calcul des devers intérieurs

x = 0.00m	→	d _{int} = - 2,5%
x = 10.00m	→	d _{int} = -2,5%
x = 20.00m	→	d _{int} = - 2,5%
x = 30.00m	→	d _{int} = -2,5%
x = 40.00m	→	d _{int} = - 2,5%
x = 50.00m	→	d _{int} = -2,5%
x = 60.00m	→	d _{int} = - 2,5%
x = 70.00m	→	d _{int} = -2,5%
x = 80.00m	→	d _{int} = - 3,96%
x = 90.00m	→	d _{int} = -4,77%
x = 100.00m	→	d _{int} = - 5,58%
x = 109.54m	→	d _{int} = - 6,35%

CHAPITRE V

PROFIL EN LONG

V.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.

V.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.
- Éviter 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
- Éviter 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.

- Éviter 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.

V.2.1-Éléments 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 26: 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 100Km/h, donc la déclivité maximale est de 5%.

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 :

Condition de confort

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

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

D_1 : la distance d'arrêt

h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

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 $d_{(Vr)}$

$$R_{vm} = a \cdot d^2$$

$a = 0.24$ 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 :

$$RVM_1 = 0.24d_1^2 = 6229.54m$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse $V = Vr + 20$

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

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	6000
Min normale	RVn	12000

Tableau 27:Rayons convexes (Cat1, V100)

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 raccords paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

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

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

Rayon minimal absolu

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

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

$$Rvm_{(vr)} = 0.3Vr^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

Rayon minimal normal

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

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

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

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

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

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	3000
Min normale	R'VN	4200

Tableau 28:Rayons concaves (Cat1, V100)-

V .2Coordination 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.

Calcul du raccordement parabolique:

L'équation de la parabole est:

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

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

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

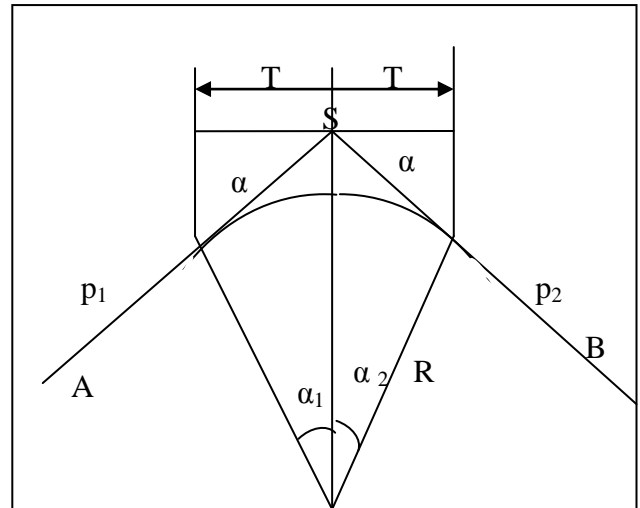
$$\text{D'ou } \alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos\alpha_1$$

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

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

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

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



Remarque : on a utilisé directement les résultats donnés par le logiciel COVADIS

CHAPITRE VI

ETUDE CINEMATIQUE

VI.1- Distance de freinage

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

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

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

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 29: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

Pour notre projet on a $f_{rl} = 0.36$

Application :

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{0.36} = 111.111m$$

En rampe : $e = + 0.05$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 + 0.05)} = 97.56m$$

En pente : $e = - 0.05$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 - 0.05)} = 129.03m$$

VI.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

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

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

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

$t = 2 \text{ s}$ pour des vitesses $< 100 \text{ Km/h}$

$t = 1.8 \text{ s}$ pour des vitesses $\geq 100 \text{ Km/h}$

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

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

VI.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

$$\text{distance d'arrêt } (d) : \quad d = d_1 + d_0$$

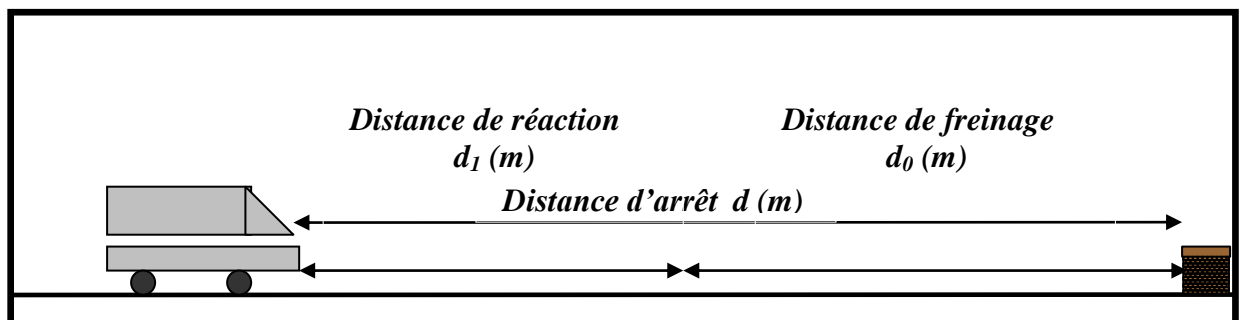


Figure 0.1:Distance d'arrêt et de freinage

En alignement droit

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

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

Application : $V_r = 100$ Km/h $t = 1.8$ s $\Rightarrow d = d_0 + 0.50 V_r$

En palier : $d = 111.11 + 0.5 \times 100 = 161.11m$

En rampe : $d = 97.56 + 0.5 \times 100 = 147.56m$

En pente : $d = 129.03 + 0.5 \times 100 = 179.03m$

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 : $d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

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

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

En palier : $d = 1.25 \times 111.11 + 0.55 \times 100 = 193.88m$

En rampe : $d = 1.25 \times 97.56 + 0.55 \times 100 = 176.95m$

En pente : $d = 1.25 \times 129.03 + 0.55 \times 100 = 216.29m$

VI.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.

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

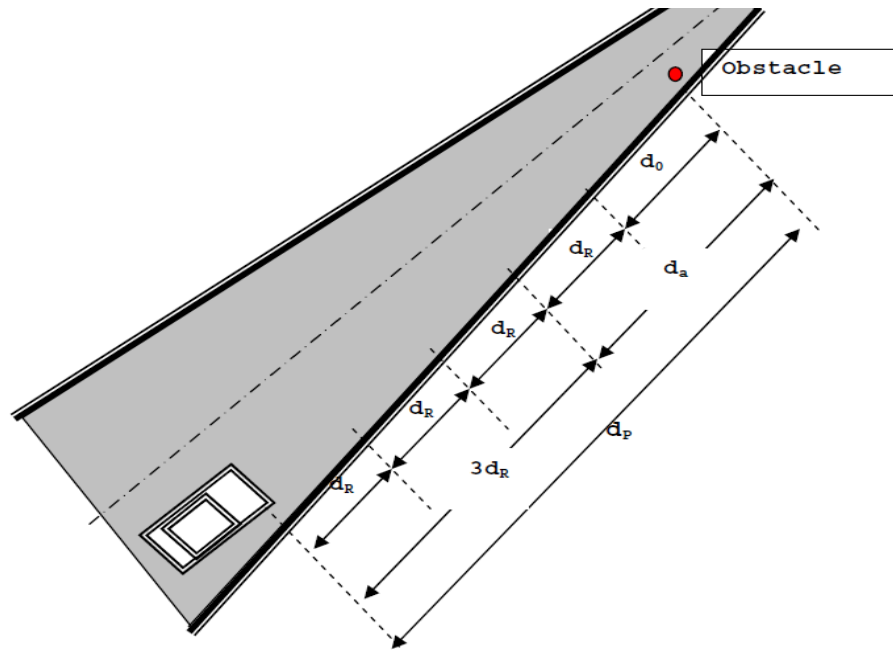


Figure 0.1: distance de perception-

Application :

En alignement droit :

En palier : $dp = 161.11 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 327.77m$

En rampe : $dp = 147.56 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 314.23m$

En pente : $dp = 179.03 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 345.70m$

En courbe :

En palier : $dp = 193.88 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 360.54m$

En rampe : $dp = 176.95 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 343.62m$

En pente : $dp = 216.29 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 382.96m$

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

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

l : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

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

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

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

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

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

1er Cas :

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

2ème Cas :

$$E_s = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

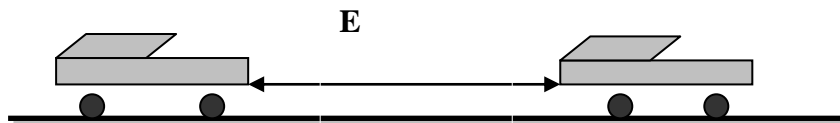


Figure 0.1:L'espace entre deux véhicules-

VI.6-Manœuvre de dépassement :

dvd_m : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvd_N : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement

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

Tableau 30:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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

Application :

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

$$dvd_m = 240 \text{ m}$$

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

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

Tableau récapitulatif des paramètres fondamentaux

Paramètres	Symbole	Valeur
Longueur minimale (m)	L_{\min}	139
Longueur maximale (m)	L_{\max}	6000
Devers minimal (%)	d_{\min}	2.5
Devers maximal (%)	d_{\max}	7
Temps de perception réaction (s)	t_1	2
Frottement longitudinal	f_L	0.36
Frottement transversal	f_t	0.11
Distance de freinage en alignement droit (m)	d_0	111.11
Distance d'arrêt (m)	d_1	109
Distance de freinage en courbe (m)	d'_1	194
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d_{vdm}	240
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d_{vdn}	620
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	d_{md}	300
RHm (m) (dévers associe %)	RHm	450 (7%)
RHN (m) (dévers associe %)	RHN	650 (5%)
RHd (m) (dévers associe %)	RHd	1600 (2, 5%)
RHnd (m) (dévers associe %)	RHnd	2200 (-2, 5%)

Tableau 31:Paramètres fondamentaux

CHAPITRE VII- PROFIL EN TRAVER ET CUBATURES

VII .1-Définitions

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...).

VII .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

VII .3- Les éléments constituant un profil en travers type

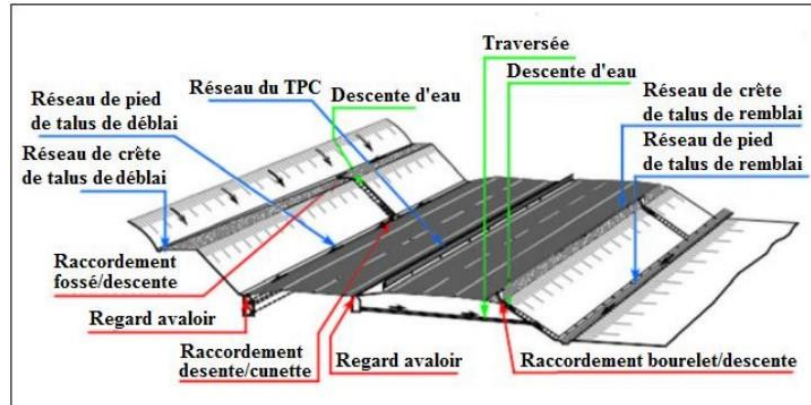


Figure 0.1 Les éléments d'une route

La largeur roulable

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

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

La plate-forme

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

Assiette

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

L'emprise

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (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 sur largeurs 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 3.80m chacune : $(2 \times 7) \times 2 = 14 \text{ m}$
- un terre-plein central de 3 m : 3.00m
- un accotement de 2.00m de part et d'autre. : $2 \times 2.00 = 4.00 \text{ m}$

Vi .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 vide.

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

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

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

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

Des efforts tangentiels

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

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

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

VII .5.1-La chaussée

a- Définition

- Au sens géométrique : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- Au sens structural : 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.

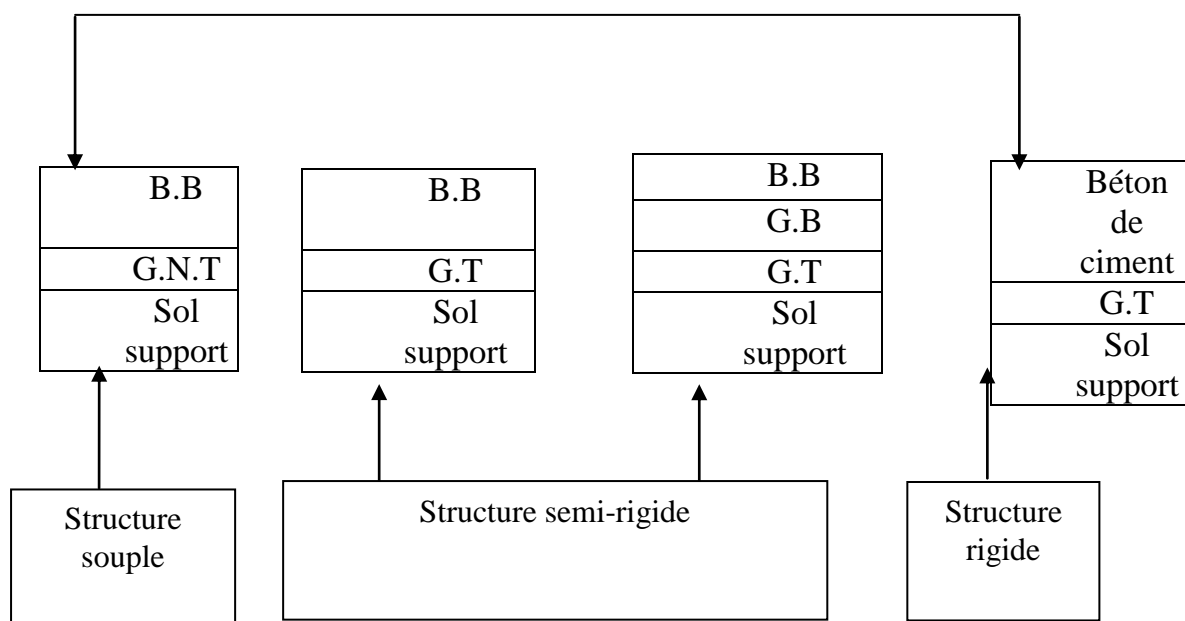


Figure 0.1: les différentes catégories de chaussée

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... Etc.

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

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

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

VII .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.

VII .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:

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence

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

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 32:coefficient d'équivalence des matériaux

VII .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.

VII .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.

VII .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 15^{ème} année Tj.

Les caractéristiques de sol (Sj).

VII .6.4.1-Détermination de la classe de trafic

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

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T ₁	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T ₂	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T ₃	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T ₄	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T ₅	$T > 4 \cdot 10^7$

Tableau 33:classe de trafic

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

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

VII .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 34:classe de sol

VII .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} , I_{CBR}) à partir de l'abaque L.C.P.C.

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

VII .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.

VII .6.6.1-La démarche du catalogue :

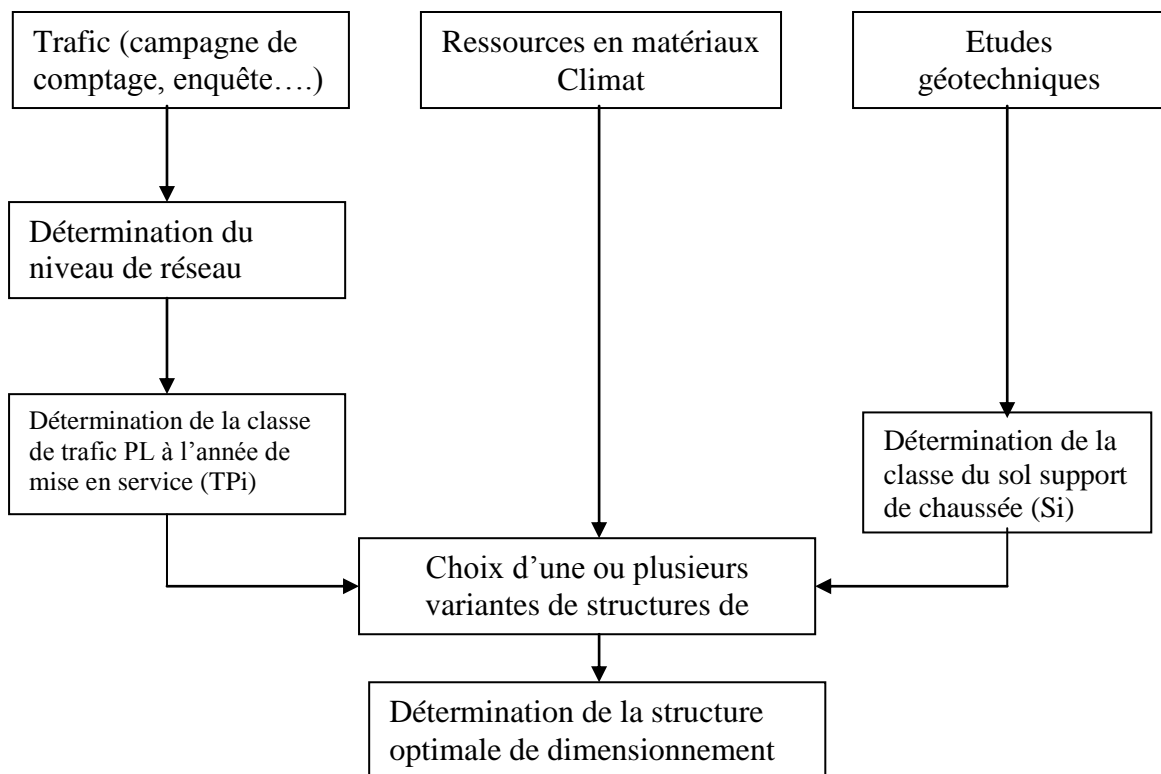


Figure 0.2:les démarches du catalogue

Application au projet

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

$$TJMA_{2023} = 9000 \text{ v/j}$$

avec un poids lourd = 29%

$$T_0 = (TJMA_{2023} \times \% \text{ pl})$$

$$T_0 = (9000 \times 0.29) = 2610 \text{ pl/j/sens.}$$

$$T_1 = (1+\tau)^2 \times T_0$$

$$T_1 = (1+0.04)^2 \times 2610 = 2822.976 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$T_n = (1+0.04)^{20} \times 2822.976 = 6184.488 \text{ pl/j/sens}$$

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{6184.488}{10})}{5 + 5} \approx 64 \text{ cm}$$

$$E_{eq} = 65.00 \text{ cm}$$

On a : $E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	03.5	02	7
GB	10.50	1.2	13
GC	25	1	25
TUF	26	0.75	20
TOTAL	65		65

Tableau 35: épaisseur du corps de chaussée

Notre structure comporte : 7BB + 13GB + 25GC + 20TUF

7 cm BB (Béton Bitumineux)

13 cm GB (Graves Bitumineux)

25 cm GC (Graves Concassées)

20 cm TUF

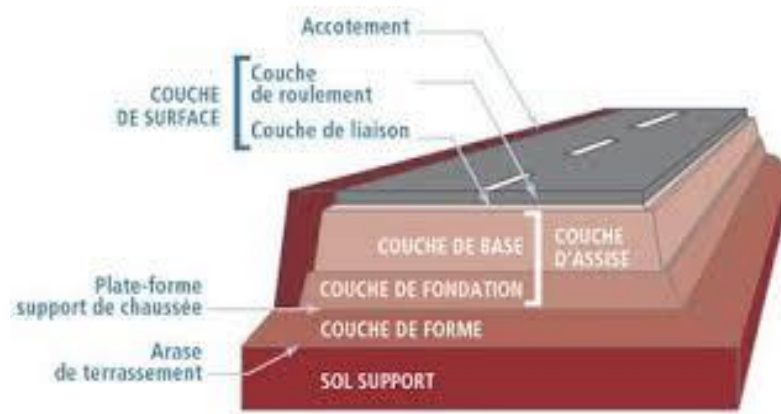


Figure 0.3 Corps de chaussée

VII .7-CUBATURE

VII .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.

VII .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.

S_0 : surface limitée à mi- distances des profils.

S_1, S_2 : surface des deux profils.

Application

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

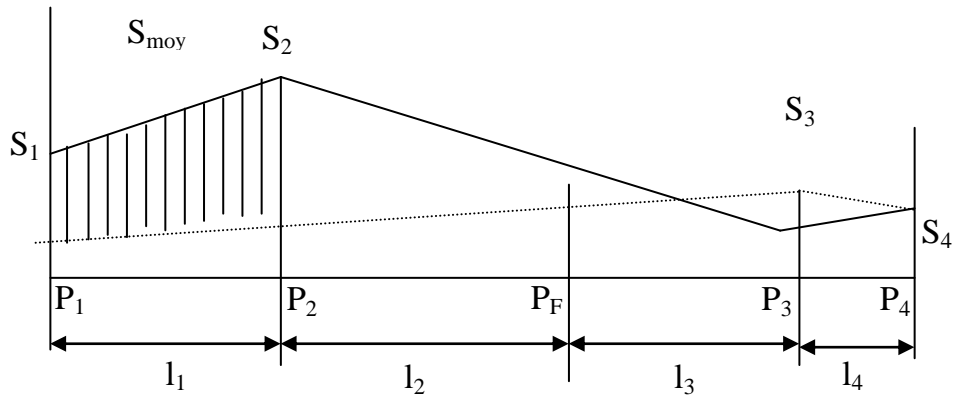


Figure 0.1: Surfaces de cubature

Le volume compris entre les deux profils en travers P_1 et P_2 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'où :

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

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 \Rightarrow V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F \Rightarrow V_2 = L_2 \cdot \frac{(S_2 + 0)}{2}$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 \Rightarrow V_3 = L_3 \cdot \frac{(0 + S_3)}{2}$$

Le volume total V:

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

Pour le calcul des cubatures, on a utilisé le logiciel COVADIS.

Les étapes à respecter pour réaliser cette opération sont :

Méthode 1 (commande Covadis)

1. Mnt chargement (pour mnt)
2. Gen pl(pour dessiner le profil en long)
3. Pl pro (pour dessiner la ligne rouge du profil en long)
4. Rac ci (pour le raccordement circulaire du profil en long)
5. Rem pl(pour le remplissage des cartouches)
6. Genty (pour créer des profils en travers types)
7. Cfg pt(pour affecter les profils types)
8. Simul(pour le calcul de cubature)
9. Gen pt(pour dessiner les profils en travers courants)

Méthode 2 : (utilisation du Menu Covadis)

Utilisation des fenêtres « menu » du logiciel COVADIS

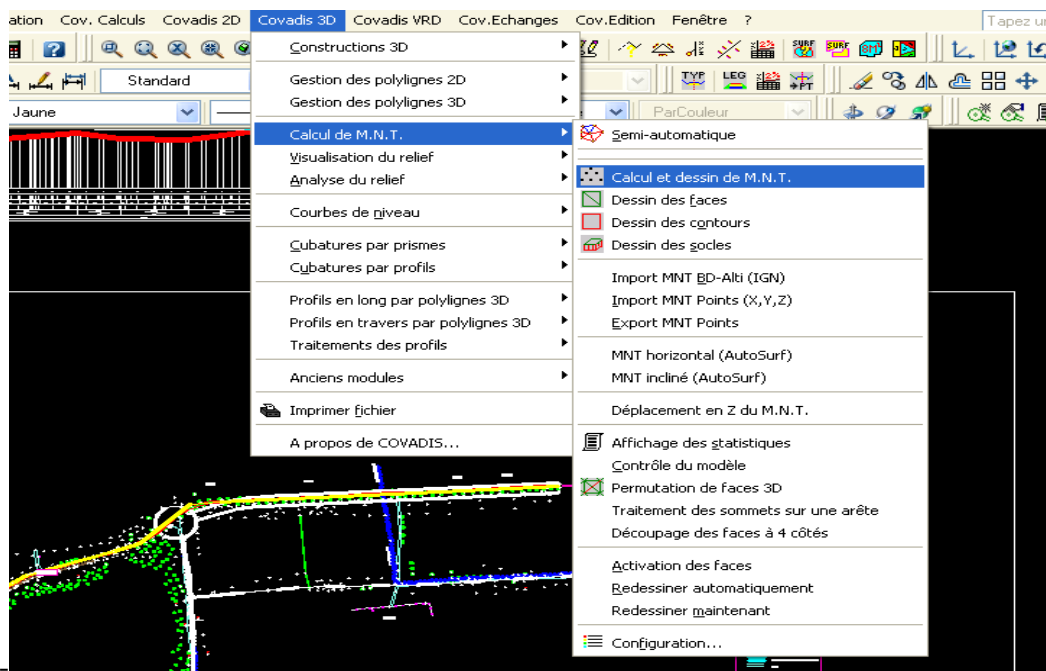


Figure 0.2: les étapes de calcul de cubature sous COVADIS

Remarque: Les résultats du calcul sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau de cubature

Numéro de profil	distances			Remblais			Déblais		
	Abscisse (m)	Distance (m)	L.Appli (m)	Surface (m ²)	Au profil (m ³)	Cumul (m ³)	Surface (m ²)	Au profil (m ³)	Cumul (m ³)
1	0,00		12,500	4,50	56,273	56,273	2,43	30,416	30,416
2	25,00	25,00	18,215	3,59	65,337	121,611	0,41	7,406	37,821
3	36,43	11,43	12,500	2,87	35,614	157,225	0,56	6,958	44,779
4	50,00	13,57	19,285	4,54	87,557	244,782	0,48	9,132	53,911
5	75,00	25,00	25,000	5,56	137,665	382,447	2,08	52,818	106,729
6	100	20,85	22,381	4,85	108,308	490,755	0,35	7,982	114,711
7	119,76	19,76	12,500	4,67	58,326	549,081	0,11	1,391	116,102
8	125,00	4,24	15,119	3,96	59,831	608,912	0,17	2,537	118,639
9	150,00	25,00	25,000	1,07	26,669	635,582	1,01	25,150	143,789
10	175,00	25,00	25,000	0,58	14,517	650,099	1,68	42,035	185,824
11	200,00	25,00	25,000	1,28	31,974	682,072	1,17	29,259	215,083
12	225,00	25,00	25,000	2,63	65,828	747,900	0,76	18,925	234,009
13	250,00	25,00	25,000	1,98	49,575	797,475	1,43	35,754	269,762
14	275,00	25,00	25,000	4,27	106,789	904,264	0,54	13,547	283,309
15	300,00	25,00	25,000	6,54	163,582	1067,846	0,11	2,653	285,962
16	325,00	25,00	25,000	8,46	211,519	1279,365	0,23	5,726	291,688
17	350,00	25,00	25,000	6,95	173,742	1453,107	0,33	8,335	300,023
18	375,00	25,00	15,381	4,17	64,163	1517,270	0,76	11,637	311,660
19	380,76	5,76	12,500	3,60	45,188	1562,458	1,23	15,284	326,944
20	400,00	19,24	22,119	4,00	88,962	1651,420	2,77	60,792	387,736
21	425,00	25,00	25,000	4,54	114,132	1765,552	3,67	91,276	479,012
22	450,00	25,00	13,908	13,83	192,298	1957,850	0,13	1,798	480,811
23	452,82	2,82	12,500	13,02	162,758	2120,608	0,13	1,679	482,490
24	475,00	22,18	23,592	6,37	150,372	2270,980	0,24	5,718	488,208
25	500,00	25,00	25,000	1,50	37,510	2308,490	0,68	17,045	505,252
26	525,00	25,00	25,000	1,41	35,277	2343,767	2,53	63,131	568,383
28	550,00	25,00	25,000	1,49	37,146	2380,912	1,47	36,709	605,092
29	575,00	25,00	25,000	2,68	66,917	2447,829	0,84	21,039	626,132
30	600,00	25,00	25,000	3,35	83,861	2531,690	1,74	43,474	669,606
31	625,00	25,00	25,000	5,15	128,759	2660,449	0,60	14,891	684,497
32	650,00	25,00	25,000	8,68	217,007	2877,455	0,24	6,099	690,596
33	675,00	25,00	25,000	9,91	247,871	3125,326	0,08	2,121	692,717
34	700,00	25,00	25,000	10,62	265,427	3390,754	0,28	6,876	699,592
35	725,00	25,00	21,341	13,27	283,255	3674,009	0,19	4,100	703,693
36	742,68	17,68	12,500	16,14	202,215	3876,224	0,26	3,206	706,899
37	750,00	7,32	16,159	12,55	202,309	4078,533	0,15	2,415	709,313
38	775,00	25,00	25,000	10,48	260,736	4339,269	0,33	8,346	717,659
39	800,00	25,00	25,000	9,55	237,555	4576,824	0,21	5,169	722,828

40	825,00	25,00	22,934	4,76	107,588	4684,412	1,53	35,681	758,509
41	845,87	20,87	12,500	0,30	3,811	4688,222	1,41	17,616	776,125
42	850,00	4,13	14,566	0,18	2,611	4690,833	2,21	32,126	808,251
43	875,00	25,00	25,000	3,12	78,044	4768,878	2,07	51,659	859,911
44	900,00	25,00	25,000	4,87	121,662	4890,540	0,92	22,890	882,801
45	925,00	25,00	25,000	5,82	145,611	5036,151	0,35	8,778	891,579
46	950,00	25,00	25,000	7,75	193,675	5229,826	0,33	8,199	899,778
47	975,00	25,00	25,000	8,51	212,718	5442,544	0,28	7,026	906,804
48	1000,00	25,00	25,000	9,15	228,637	5671,181	0,11	2,829	909,633
49	1025,00	25,00	25,000	10,24	255,972	5927,153	0,13	3,279	912,912
50	1050,00	25,00	25,000	9,43	235,700	6162,853	0,17	4,125	917,037
51	1075,00	25,00	25,000	8,65	216,187	6379,040	0,18	4,394	921,431
52	1100,00	25,00	18,811	8,13	152,874	6531,914	0,23	4,389	925,820
53	1125,00	25,00	12,500	6,33	79,295	6611,209	0,30	3,750	929,570
54	1150,00	25,00	18,689	6,44	120,752	6731,961	0,33	6,174	935,744
55	1175,00	25,00	25,000	6,76	169,674	6901,635	0,36	8,998	944,742
56	1200,00	25,00	25,000	7,13	178,838	7080,472	0,30	7,585	952,327
57	1225,00	25,00	25,000	7,04	176,933	7257,405	0,61	15,113	967,440
58	1250,00	25,00	25,000	6,90	173,485	7430,890	2,21	54,998	1022,438
59	1275,00	25,00	25,000	7,88	198,336	7629,226	1,05	26,094	1048,532
60	1300,00	25,00	25,000	8,25	207,703	7836,929	0,72	17,821	1066,353
61	1325,00	25,00	25,000	10,80	271,702	8108,631	1,63	40,652	1107,005
62	1375,00	25,00	25,000	12,58	316,598	8425,229	4,61	114,645	1221,650
63	1400,00	25,00	25,000	12,37	311,286	8736,515	4,29	106,499	1328,149
64	1425,00	25,00	25,000	15,23	381,902	9118,417	0,34	8,405	1336,554
65	1450,00	25,00	25,000	18,44	463,618	9582,035	9,00	223,753	1560,308
66	1475,00	25,00	25,000	14,72	369,838	9951,873	12,80	317,889	1878,196
67	1500,00	25,00	25,000	10,07	252,975	10204,848	17,99	446,386	2324,582
68	1525,00	25,00	25,000	5,92	148,654	10353,502	25,81	640,511	2965,093
69	1550,00	27,56	25,000	2,20	55,093	10408,595	5,82	144,885	3109,978
70	1575,00	22,44	25,000	3,82	96,161	10504,756	31,43	781,681	3891,660
71	1600,37	25,37	25,000	0,80	20,140	10524,896	26,87	668,527	4560,187
72	1625,00	24,63	25,000	0,00	0,000	10524,896	34,67	863,380	5423,567
73	1650,00	25,00	25,000	2,16	54,440	10579,336	21,11	524,505	5948,072
74	1675,00	25,00	25,000	2,57	64,703	10644,039	28,37	703,971	6652,043
75	1700,00	25,00	25,000	3,65	91,791	10735,831	22,64	561,603	7213,647
76	1725,00	25,00	25,000	4,47	112,351	10848,181	20,80	516,176	7729,823
77	1750,00	25,00	25,000	6,72	169,095	11017,276	22,02	546,896	8276,719
78	1775,00	25,00	25,000	5,08	127,814	11145,091	17,31	430,530	8707,249
79	1800,00	25,00	25,000	8,19	206,101	11351,192	3,83	95,080	8802,329
80	1825,00	25,00	25,000	5,65	142,166	11493,358	8,49	210,943	9013,272
81	1850,00	25,00	25,000	9,63	241,891	11735,248	16,06	398,788	9412,060
82	1865,66	15,66	25,000	8,14	204,432	11939,681	4,06	100,939	9512,999

83	1875,00	9.34	20,331	14,88	303,491	12243,172	3,48	70,166	9583,165
84	1900,00	25,00	12,500	12,20	152,759	12395,931	3,37	41,924	9625,089
85	1925,00	25,00	17,169	14,27	244,977	12640,908	1,00	17,118	9642,207
86	1950,00	25,00	25,000	15,72	393,011	13033,919	0,12	3,119	9645,326
87	1975,00	25,00	25,000	21,39	534,727	13568,646	0,13	3,359	9648,685
88	2000,00	25,00	25,000	27,78	694,625	14263,271	0,13	3,133	9651,817
89	2025,00	25,00	25,000	25,06	626,490	14889,761	0,14	3,378	9655,196
90	2050,00	25,00	25,000	18,79	469,765	15359,526	0,14	3,378	9658,574
91	2075,00	25,00	25,000	19,12	477,987	15837,513	0,14	3,433	9662,007
92	2097,16	22.16	25,000	14,42	360,418	16197,931	0,14	3,429	9665,436
93	2100.00	2.94	23,582	11,14	262,633	16460,564	0,13	3,148	9668,584
94	2125.00	25.00	12,500	8,07	100,934	16561,498	0,25	3,116	9671,700
95	2150.00	25.00	13,918	8,05	112,124	16673,623	0,29	4,036	9675,736
96	2175.00	25.00	25,000	8,39	209,710	16883,332	0,24	6,066	9681,802
97	2200.00	25.00	25,000	6,97	174,316	17057,648	0,25	6,170	9687,972
98	2225.00	25.00	25,000	5,56	138,829	17196,477	0,16	3,910	9691,882
99	2250.00	25.00	25,000	4,68	116,909	17313,386	0,28	7,015	9698,897
100	2275.00	25.00	25,000	2,03	50,823	17364,209	0,24	6,128	9705,025
101	2300.00	25.00	25,000	1,68	42,149	17406,359	0,65	16,150	9721,175
102	2325.00	25.00	25,000	2,50	62,742	17469,101	0,70	17,476	9738,651
103	2345.86	20.86	25,000	5,92	148,069	17617,170	0,15	3,721	9742,372
104	2350.00	4.14	22,928	8,59	197,150	17814,321	0,07	1,680	9744,051
105	2375.00	25.00	12,500	10,31	128,993	17943,313	0,40	5,032	9749,084
106	2400.00	25.00	14,572	10,64	155,010	18098,324	0,40	5,835	9754,918
107	2425.00	25.00	25,000	12,71	317,838	18416,161	0,40	9,884	9764,802
108	2450.00	25.00	25,000	14,90	372,419	18788,580	0,39	9,820	9774,622
109	2475.00	25.00	25,000	14,89	372,365	19160,946	0,33	8,196	9782,818
110	2500.00	25.00	25,000	13,84	346,056	19507,001	0,21	5,213	9788,030
111	2525.00	25.00	25,000	8,45	211,216	19718,217	0,20	4,953	9792,983
112	2550.00	25.00	25,000	4,81	120,214	19838,431	1,06	26,446	9819,429
113	2575.00	25.00	25,000	1,73	43,221	19881,652	2,26	56,424	9875,853
114	2600.00	25.00	25,000	1,57	39,243	19920,895	4,15	103,869	9979,722
115	2625.00	25.00	25,000	1,81	45,240	19966,135	3,04	75,998	10055,721
116	2650.00	25.00	25,000	1,95	48,695	20014,830	1,56	39,043	10094,764
117	2675.00	25.00	25,000	2,42	60,561	20075,391	0,61	15,184	10109,948
118	2700.00	25.00	25,000	2,29	57,280	20132,672	0,56	14,101	10124,049
119	2717.76	17.76	25,000	2,24	56,048	20188,720	0,43	10,872	10134,921
120	2725.00	7.24	21,378	3,40	72,751	20261,471	0,91	19,514	10154,435
121	2750.00	25.00	12,500	4,26	53,192	20314,663	3,58	44,885	10199,320
122	2775.00	25.00	16,122	4,66	74,702	20389,365	3,70	60,153	10259,474
123	2800.00	25.00	25,000	5,96	148,053	20537,418	4,06	102,525	10361,999
124	2825.00	25.00	25,000	4,63	115,117	20652,535	4,76	119,916	10481,915
125	2850.00	25.00	25,000	4,02	99,935	20752,470	3,83	96,424	10578,339

126	2875.00	25.00	25,000	2,66	66,000	20818,470	3,92	98,703	10677,042
127	2883.99	8.99	25,000	1,99	49,258	20867,728	3,96	99,788	10776,829
128	2900.00	16.01	16,993	3,00	50,628	20918,356	2,61	44,664	10821,493
129	2925.00	25.00	12,500	2,88	35,881	20954,237	2,33	29,139	10850,632
130	2950.00	25.00	20,507	4,14	84,916	21039,153	0,43	8,831	10859,463
131	2975.00	25.00	25,000	5,89	147,280	21186,433	0,59	14,712	10874,175
132	3000.00	25.00	25,000	6,97	174,197	21360,630	0,31	7,705	10881,879
133	3025.00	25.00	25,000	8,00	199,941	21560,571	0,29	7,181	10889,060
134	3050.00	25.00	25,000	9,38	234,394	21794,964	0,30	7,619	10896,679
135	3075.00	25.00	25,000	10,72	267,946	22062,911	0,19	4,657	10901,336
136	3100.00	25.00	25,000	11,87	296,654	22359,565	0,17	4,220	10905,556
137	3125.00	25.00	25,000	11,98	299,474	22659,040	0,24	5,894	10911,450
138	3150.00	25.00	25,000	6,27	156,725	22815,765	0,31	7,661	10919,111
139	3175.00	25.00	25,000	2,56	64,020	22879,785	0,19	4,780	10923,891
140	3200.00	25.00	25,000	3,02	75,539	22955,324	0,14	3,422	10927,312
141	3213.03	13.03	25,000	1,49	37,163	22992,487	1,79	44,774	10972,086
142	3225.00	11.97	19,015	0,20	3,826	22996,313	4,30	81,763	11053,849
143	3250.00	25.00	12,500	1,62	20,385	23016,698	0,74	9,275	11063,124
144	3275.00	25.00	18,485	5,39	100,517	23117,215	0,19	3,468	11066,592
145	3300.00	25.00	25,000	9,49	236,470	23353,684	0,37	9,305	11075,897
146	3325.00	25.00	25,000	5,50	138,506	23492,190	0,47	11,533	11087,430
147	3350.00	25.00	25,000	16,60	411,592	23903,782	0,13	3,187	11090,617
148	3375.00	25.00	25,000	7,99	198,372	24102,154	0,24	6,147	11096,764
149	3392.04	17.04	25,000	3,18	80,213	24182,367	4,41	108,794	11205,558
150	3400.00	7.96	21,018	5,34	113,697	24296,064	22,66	466,360	11671,918
151	3425.00	25.00	12,500	2,34	29,580	24325,644	41,27	508,085	12180,003
152	3450.00	25.00	16,482	1,08	17,782	24343,426	55,02	906,861	13086,864
153	3475.00	25.00	25,000	0,44	10,996	24354,422	56,55	1413,665	14500,529
154	3500.00	25.00	25,000	0,70	17,616	24372,038	53,76	1343,891	15844,420
155	3525.00	25.00	25,000	2,38	59,481	24431,519	19,19	479,633	16324,054
156	3550.00	25.00	25,000	1,45	36,211	24467,730	10,03	250,803	16574,857
157	3575.00	25.00	25,000	3,82	95,624	24563,354	4,28	106,955	16681,812
158	3600.00	25.00	25,000	4,89	122,361	24685,715	3,93	98,182	16779,994
159	3625.00	25.00	25,000	5,96	149,078	24834,793	3,83	95,672	16875,666
160	3650.00	25.00	25,000	5,49	137,242	24972,035	3,27	81,701	16957,367
161	3675.00	25.00	25,000	6,49	162,159	25134,193	2,42	60,602	17017,969
162	3700.00	25.00	25,000	7,32	183,035	25317,228	1,62	40,397	17058,367
163	3725.00	25.00	25,000	6,97	174,289	25491,517	1,50	37,557	17095,924
164	3750.00	25.00	25,000	6,51	162,806	25654,324	1,64	41,121	17137,045
165	3775.00	25.00	25,000	5,82	145,446	25799,770	2,14	53,580	17190,625
166	3800.00	25.00	25,000	5,32	132,985	25932,754	2,52	62,961	17253,585
167	3825.00	25.00	25,000	4,91	122,641	26055,396	2,95	73,768	17327,353
168	3850.00	25.00	25,000	4,25	106,227	26161,622	3,75	93,662	17421,016

169	3875.00	25.00	25,000	4,65	116,263	26277,886	3,96	99,017	17520,033
170	3900.00	25.00	25,000	5,41	135,134	26413,020	3,54	88,581	17608,614
171	3925.00	25.00	25,000	5,62	140,613	26553,633	3,53	88,292	17696,906
172	3950.00	25.00	25,000	5,69	142,339	26695,972	1,20	30,057	17726,963
173	3975.00	25.00	25,000	3,36	83,934	26779,906	0,14	3,481	17730,444
174	4000.00	25.00	25,000	1,12	27,939	26807,846	0,89	22,199	17752,643
175	4025.00	25.00	25,000	6,57	164,360	26972,206	1,50	37,528	17790,171
176	4050.00	25.00	25,000	5,99	149,820	27122,026	1,49	37,360	17827,531
177	4075.00	25.00	25,000	5,32	133,034	27255,060	1,82	45,391	17872,922
178	4100.00	25.00	25,000	4,62	115,607	27370,667	2,53	63,173	17936,095
179	4125.00	25.00	25,000	4,44	111,026	27481,694	2,99	74,861	18010,956
180	4150.00	25.00	25,000	4,34	108,557	27590,251	3,25	81,160	18092,116
181	4175.00	25.00	25,000	5,18	129,555	27719,806	2,69	67,167	18159,283
182	4200.00	25.00	25,000	3,00	75,104	27794,910	2,10	52,416	18211,699
183	4209.04	9.04	25,000	3,64	91,073	27885,982	1,03	25,629	18237,328
184	4225.00	15.96	17,020	3,00	51,119	27937,101	2,10	35,764	18273,092
185	4250.00	25.00	12,500	1,58	19,548	27956,650	3,14	39,558	18312,650
186	4275.00	25.00	20,480	2,86	57,438	28014,088	12,42	257,948	18570,599
187	4300.00	25.00	25,000	0,77	18,814	28032,901	15,65	395,812	18966,411
188	4325.00	25.00	25,000	1,84	45,384	28078,285	13,05	331,733	19298,144
189	4350.00	25.00	25,000	1,18	28,955	28107,240	11,32	287,539	19585,683
190	4375.00	25.00	25,000	0,81	19,862	28127,102	9,64	244,992	19830,675
191	4400.00	25.00	25,000	0,00	0,000	28127,102	20,19	511,136	20341,810
192	4425.00	18.32	25,000	0,00	0,000	28127,102	35,34	893,460	21235,271
193	4443.32	6.68	25,000	0,00	0,000	28127,102	50,32	1269,718	22504,989
194	4450.00	25.00	21,661	0,00	0,000	28127,102	35,40	774,742	23279,731
195	4475.00	25.00	12,500	2,84	34,968	28162,070	23,31	294,144	23573,875
196	4500.00	25.00	15,839	2,55	40,336	28202,406	12,61	199,748	23773,623
197	4525.00	25.00	25,000	4,73	118,358	28320,763	8,50	212,535	23986,158
198	4550.00	25.00	25,000	1,75	43,866	28364,630	13,51	337,870	24324,027
199	4575.00	25.00	25,000	3,64	91,114	28455,743	8,50	212,570	24536,597
200	4592.37	11.37	25,000	4,75	118,767	28574,510	6,55	163,676	24700,273
201	4600.00	7.63	21,184	6,24	132,284	28706,794	5,27	111,631	24811,904
202	4625.00	25.00	12,500	7,41	92,439	28799,234	4,24	53,250	24865,154
203	4650.00	25.00	16,316	9,48	152,868	28952,102	9,18	152,327	25017,481
204	4675.00	25.00	25,000	10,34	255,132	29207,234	5,54	140,890	25158,371
205	4700.00	25.00	12,841	8,91	112,885	29320,118	15,41	201,320	25359,691
206	4725.00	25.00	12,500	8,71	108,829	29428,947	15,66	195,882	25555,573
207	4750.00	25.00	24,659	0,93	22,898	29451,845	12,37	305,026	25860,599
208	4775.00	25.00	25,000	3,62	90,436	29542,281	21,57	539,369	26399,968
209	4800.00	25.00	25,000	2,05	51,193	29593,474	7,77	194,148	26594,116
210	4825.00	25.00	25,000	5,94	148,388	29741,862	3,78	94,474	26688,590
211	4850.00	25.00	25,000	4,74	118,614	29860,476	1,96	49,005	26737,595

212	4875.00	25.00	25,000	3,40	84,995	29945,471	0,76	18,883	26756,478
213	4900.00	25.00	25,000	2,69	67,223	30012,695	1,82	45,474	26801,952
214	4925.00	25.00	25,000	0,00	0,000	30012,695	6,86	171,430	26973,381
215	4950.00	25.00	25,000	0,00	0,000	30012,695	9,39	234,813	27208,194
216	4975.00	25.00	25,000	1,52	37,936	30050,631	4,71	117,652	27325,846
217	5000.00	25.00	25,000	2,44	61,040	30111,671	1,90	47,454	27373,300
218	5025.00	25.00	25,000	3,63	90,679	30202,350	0,39	9,861	27383,162
219	5050.00	25.00	25,000	5,04	125,979	30328,329	0,16	4,024	27387,185
220	5075.00	25.00	25,000	5,89	147,233	30475,562	3,68	91,953	27479,139
221	5100.00	25.00	25,000	5,10	127,416	30602,978	3,69	92,271	27571,409
222	5125.00	25.00	25,000	4,71	117,654	30720,632	3,86	96,602	27668,012
223	5150.00	25.00	25,000	5,69	142,189	30862,821	4,33	108,198	27776,210
224	5175.00	25.00	25,000	2,58	64,582	30927,403	8,15	203,814	27980,024
225	5180.81	5.81	25,000	0,29	7,320	30934,723	12,16	304,053	28284,076
226	5200.00	19.19	25,000	3,23	80,681	31015,404	6,97	174,267	28458,343
227	5225.00	25.00	15,404	4,77	73,451	31088,855	2,26	34,878	28493,221
228	5250.00	25.00	12,500	5,18	64,527	31153,382	0,41	5,163	28498,384
229	5275.00	25.00	22,096	11,48	253,720	31407,102	0,14	3,038	28501,422
230	5288.84	13.84	25,000	7,30	181,598	31588,699	2,93	73,723	28575,145
231	5300.00	11.16	25,000	6,57	163,527	31752,226	1,57	39,628	28614,772
232	5310.80	10.80	19,419	5,68	109,793	31862,020	0,28	5,426	28620,199

Tableau 36:Cubature

Volume total de remblai : 28849,00m³

Volume total de déblai : 31945,00m³

CHAPITRE VIII- ASSAINISSEMENT

VIII .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 ennemie 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 désenrobage 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 :

Pour les chaussées :

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

Pour les talus :

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

Les études hydrauliques inventorieront 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.

VIII .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).

VIII .3-définition

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.

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 %.

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.

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

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 améliorer 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 varié 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

VIII .4-Méthodes théorique de calcul pour dimensionner un fossé

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante :

$$Q_a = K.C.I.A$$

Avec :

- K : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) K = 0.2778.
- C : coefficient de ruissellement.

- I : l'intensité de l'averse exprimée mm /h
- A : superficie du bassin versant.

Coefficient de ruissellement 'c'

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.35
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.25
Terrain naturel	0.05 – 0.2	0.2

Tableau 37:Coefficient de ruissellement

Intensité de la pluie

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle

$$P_j = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

P_{jmoy} : pluie journalière moyenne (mm).

C_v : Coefficient de variation.

ln : Log. Népérien.

u : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Tableau 38:Variable GAUSS

Remarque

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

Calcul de fréquence d'averse

Pour une durée de ($t=15mn=0.25h$), La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P_t(\%) = P_j(\%) \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Avec : $t=0.25$ h, $b=0.42$.

P_j : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

b : Exposant climatique.

P_t : pluie journalière maximale annuelle.

t_c : Temps de concentration (heure).

Temps de concentration

La durée 't' de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit :

- La formule de VENTURA

- Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

La formule de PASSINI

Lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A.L}}{\sqrt{P}}$$

La formule de GIADOTTI :

Lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Tc : Temps de concentration (heure).

A : Superficie du bassin versant (km²).

L : Longueur de bassin versant (km).

P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

L'intensité de l'averse :

L'intensité à l'averse est donnée par la relation suivante :

$$It = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^B$$

Avec :

I : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

$$B = b - 1 = 0.42 - 1 = -0.58$$

$$I = \frac{Pj}{24}$$

Calcul de débit de saturation (Qs)

Le calcul du débit est déterminé par la formule de MANNING STRICKLER

$$Q_s = V.S$$

$$V = K_{st} . I^{1/2} Rh^{2/3}$$

K_{st} : coefficient de rugosité

K_{st} : 30 en terre

K_{st} : 40 en buses métalliques.

K_{st} : 50 en maçonneries.

K_{st} : 70 en bétons (dalots).

K_{st} : 75 en bétons (buses préfabriquées).

I : pente longitudinale de l'ouvrage.

R_H : Rayon hydraulique = (surface mouillée/ périmètre mouillée).

S : surface mouillée (m²).

VIII .5-Application au projet

Les données pluviométriques

Les données pluviométriques nécessaires pour le calcul sont :

- Pluie moyenne journalière maximale $P_j = 65.4$ mm
- Exposant climatique $b = 0.42$
- Coefficient de variation $C_v = 0.39$
- Calcul de précipitation

$$P_j = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

Pendant 10 ans

$$u = 1.282 \quad C_v = 0.39 \quad P_j = 65.4 \text{ mm}$$

$$P_j = \frac{65.4}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

$$P_j (10\%) = 98.62 \text{ mm}$$

Pendant 50 ans

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.39 \quad P_j = 65.4 \text{ mm}$$

$$Pj = \frac{65.4}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

$$Pj (02\%) = 131.77 \text{ mm}$$

Pendant 100 ans

$$u = 2.327 C_v = 0.39 \quad Pj = 65.4 \text{ mm}$$

$$Pj = \frac{65.4}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)})$$

$$Pj (01\%) = 146.25 \text{ mm}$$

Calcul de l'intensité de l'averse

L'intensité de l'averse est donnée par la relation suivante :

$$It = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^B$$

Avec :

I : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

$$B = b - 1 = 0.42 - 1 = -0.58$$

$$I = \frac{Pj}{24}$$

Pour $Pj(10\%) = 98.62 \text{ mm}$

$$I = \frac{98.62}{24} = 4.109 \text{ mm / h}$$

Pour $Pj(02\%) = 131.77 \text{ mm}$

$$I = \frac{131.77}{24} = 5.490 \text{ mm / h}$$

Pour $Pj(01\%) = 146.25 \text{ mm}$

$$I = \frac{146.25}{24} = 6.049 \text{ mm / h}$$

Dimensionnement des fossés

Le profil en travers hypothétique de fosse est donné dans la figure ci-dessous

Avec :

S_m : surface mouillée.

P_m : périmètre mouillé.

R : rayon hydraulique : $R = \frac{S_m}{P_m}$

P : pente du talus : $P = \frac{1}{1}$

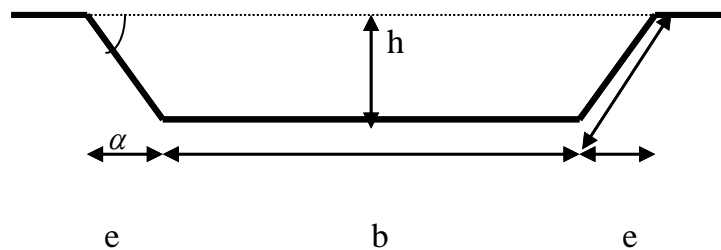


Figure 0.1:fossé

On fixe la base du fossé à ($b = 50$ cm) et la pente du talus à ($1/n = 1/1$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

Calcul de la surface mouillée

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{1} \quad \text{d'où } e = h$$

$$S_m = bh + h^2 = h(b + h)$$

Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

Avec :

$$B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \cdot h^2} = h\sqrt{1+n^2}$$

$$Pm = b + 2h\sqrt{1+n^2}$$

Les dimensions du fossé obtenues, en écrivant l'égalité, débit apport Q et débit de saturation Q.

Calcul de rayon hydraulique :

$$Rh = \frac{Sm}{Pm} = \frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}}$$

Calcul des dimensions des fosses

Les dimensions du fossé sont obtenues en égalisant le débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Qa = Qs \Rightarrow K.I.C.A = (Kst.i^{1/2})S_m.R_h^{2/3}$$

D'où Q = f (h).

La hauteur (h) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$ et calcul se fera par itération.

$$Qa = Qs = (Kst.i^{1/2})S_m.R_h^{2/3}$$

$$Qa = Qs = Kst.i^{1/2}h.(b + n.h)\left(\frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}}\right)^{2/3}$$

Application

Le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus est pris pour un cas défavorable.

La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m on calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total, une largeur de talus : été prise défavorable égale (10m).

Donc :

$$Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$$

- $Q_c = K.I.C_c.A_c$
- $Q_A = K.I.C_A.A_A$
- $Q_t = K.I.C_t.A_t$

Avec :

Q_c : débit rapporté par la chaussée.

Q_A : débit rapporté par l'accotement.

Q_t : débit rapporté par le talus.

C_c : coefficient de ruissellement de la chaussée.

C_A : coefficient de ruissellement de l'accotement.

C_t : coefficient de ruissellement du talus.

A_c : surface de la chaussée.

A_A : surface de l'accotement.

A_t : surface du talus.

Calcul de surface

- surface de la chaussée

$$A_c = 7 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,07 \text{ ha}$$

- surface de l'accotement

$$A_A = 2,00 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,02 \text{ ha}$$

- Surface du talus

$$A_t = 10 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,1 \text{ ha}$$

Calcul des débits d'apport (Qa)

Pour la chaussée :

C = 0.9, p = 2.5 %, I (10%) = 4.109 mm/h, b = 0.42, A = 0.07ha.

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.07}{2.5}} \Rightarrow t_c = 0.021 \text{h}$$

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1} = 4.019 \times \left(\frac{0.021}{24} \right)^{0.42-1} \Rightarrow I_t = 238.64 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_c = K.C.I.A = 2.778 \times 0.9 \times 237.49 \times 0.076 \Rightarrow (Q_a)_c = 0.0417 \text{m}^3/\text{s}$$

Pour l'accotement

C = 0.4, p = 4 %, I (10%) = 4.019 mm/h, b = 0.42, A = 0.02 ha.

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.02}{4}} \Rightarrow t_c = 0.008987 \text{h}$$

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1} = 4.019 \times \left(\frac{0.008987}{24} \right)^{0.42-1} \Rightarrow I_t = 390.600 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_a = K.C.I.A = 2.778 \times 0.4 \times 390.60 \times 0.02 \Rightarrow (Q_a)_a = 0.00868 \text{m}^3/\text{s}$$

Pour le talus:

C = 0.3, p = 100 %, I (10%) = 3.399 mm/h, b = 0.36, A = 0.01 ha.

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.01}{100}} \Rightarrow t_c = 0.00127 \text{h}$$

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1} = 4.019 \times \left(\frac{0.00127}{24} \right)^{0.42-1} \Rightarrow I_t = 1214.603 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_t = K.C.I.A = 2.778 \times 0.3 \times 1214.603 \times 0.01 \Rightarrow (Q_a)_t = 0.0101 \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_a = (Q_a)_c + (Q_a)_a + (Q_a)_t = 0.0451 + 0.00868 + 0.0101 = 0.0639 \text{m}^3/\text{s}$$

On a: $Q_a = Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \left(\frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right)^{2/3}$

Après un calcul itératif on a trouvé h = 0.30 m

Donc le fossé est dimensionné pour b = 50 cm h = 30 cm

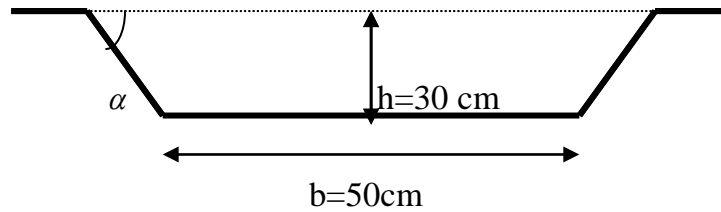


Figure 0.1: dimensions adopté du fossé

VIII .6-Dimensionnement des ouvrages traverses

Les ouvrages d'assainissement utilisés sont aqueducs qui ont pour but d'assurer souterrainement l'écoulement des eaux. Lorsque le débit de ces derniers est faible, s'il est plus important on construit des dalots ou des ponceaux.

La section transversale des dalots peut avoir plusieurs formes, dont les plus utilisées sont de forme circulaire ou rectangulaire.

VIII .6.1-Dimensionnement des buses

Pour dimensionner les buses on prend $Q_a=Q_s$

$$Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot S_m \cdot R_h^{2/3}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

Les ouvrages sont proposés en béton armé, nous avons pris pour les buses, un coefficient de rugosité $K = 75$

Section et périmètre mouillés

Pour les buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à : $H_r = 0,75 \varnothing$ si $\varnothing \leq 1\text{ m}$

$H_r = 0,80 \varnothing$ si $\varnothing > 1\text{ m}$

\varnothing : diamètre de la buse

Assemblage des bassins versants

Quelle que soit la formule de calcul de débit choisie, le groupement de sous bassins hétérogènes nécessite l'emploi de formules d'équivalence pour les paramètres A(surface), C(coefficient de ruissellement), I(pente)



Figure 0.1:Assemblage des bassins versants-

Type de bassin	Aeq	Ceq	Ieq
Bassin en série	ΣA_i	$\frac{\Sigma C_i A_i}{\Sigma A_i}$	$\left(\frac{\Sigma L_i}{\Sigma \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right)^2$
Bassin en parallèle	ΣA_i	$\frac{\Sigma C_i A_i}{\Sigma A_i}$	$\left(\frac{\Sigma I_i Q_i}{\Sigma Q_i} \right)$

Tableau 39:Assemblage des bassins versants

Application numérique

$$I_t = I \left(\frac{t_c}{24} \right)^{b-1}$$

$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$ (Le temps de concentration pour les bassins versant inférieur a 5Km²)

$$Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} S_m \cdot R_h^{2/3}$$

On a :

S_m : surface mouillée = $\frac{1}{2} \times \pi \times R^2$ (pour une hauteur de remplissage égale à 0.5Φ)

R_h : rayon hydraulique = $R/2$

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi R^2 / 2}{2\pi(R/2)} = R/2$$

I: la pente de pose qui vérifié la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4m/s. pour notre cas on a I= 1 %

$$Q_s = kst \times I^{1/2} \times S_m \times R_h^{2/3} = \frac{\pi R^2}{2} K \times \sqrt{I} \times \left[\frac{R}{2} \right]^{2/3}$$

$$R = 0,194 \left[\frac{Q}{\sqrt{I}} \right]^{3/8}$$

$$Q_s = 75 \times \sqrt{0,01} \times \frac{\pi R^2}{2} \times \left[\frac{R}{2} \right]^{2/3}$$

$$R = 0,194 \left[\frac{0,152}{\sqrt{0,01}} \right]^{3/8} = 0,2269$$

$$R_{choisi} = 250 \text{ mm}$$

Le débit est assuré pour un diamètre $\phi = 2R = 500 \text{ mm}$

CHAPITRE IX- SIGNALISATION

IX .1.1-Introduction

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des infrastructures n'est plus à démontrer. Elle constitue aujourd'hui encore, et pour longtemps, le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constituent les grands principes de la signalisation. Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre, s'y fier et la respecter.

Ces principes ont été déclinés dans la réglementation de la signalisation routière qui trouve ses fondements dans la convention internationale

Ce corpus juridique s'applique à l'ensemble des voies ouvertes à la circulation publique et tous les maîtres d'ouvrages et gestionnaires routiers doivent s'y conformer. La mise en place d'une signalisation non conforme à la réglementation est interdite.

Cette réglementation évolue régulièrement, afin de répondre aux besoins des usagers de la route et à ceux des gestionnaires.

Qu'il s'agisse d'une route neuve ou de l'aménagement d'une route existante, la conception du projet doit tenir compte, lors des études et le plus en amont possible, des dispositions qui seront prises pour l'exploitation de la route (la signalisation, les dispositifs de retenue, les équipements, etc.) afin que la géométrie de l'aménagement soit compatible avec les exigences et les performances des équipements

La signalisation routière enquire une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que le trafic de la circulation augmente ou se développe et aussi dans le cas de tronçons où la vitesse des véhicules est importante.

IX .1.2-L'objet de la signalisation routière

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.

- De faciliter cette circulation.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

IX .1.3-Règles à respecter pour la signalisation

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'usager.

IX .1.4-Catégories de signalisation

La signalisation routière se divise en deux catégories de signalisation verticale et horizontale.

IX.1.4.1-Signalisation verticale lumineuse et non lumineuse

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.
- La signalisation par feux.

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'usager à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

a-Signaux de danger

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

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

b-Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.
- les panneaux de danger, de forme triangulaire, imposent aux usagers une vigilance spéciale et un ralentissement adapté aux dangers signalés : virage à droite ou à gauche, cassis, chaussées rétrécies, passage pour piétons, etc.
- les panneaux d'intersection et de priorité, de forme triangulaire, carrée (placés sur pointe) et octogonale
- les panneaux de prescription, circulaires, se subdivisent en panneaux d'interdiction (circulation interdite, sens interdit, interdiction de tourner à droite ou à gauche, etc.), panneaux de fin d'interdiction, panneaux d'obligation (obligation de contourner un giratoire, direction obligatoire, chemin obligatoire pour piétons), panneaux de fin d'obligation ;
- les panneaux d'indication, rectangulaires éventuellement complétés par les pointes de flèche. C'est dans cette catégorie que se range la signalisation de direction sur laquelle nous reviendrons.
- Dans la conception et l'implantation de ces panneaux, on doit prendre en compte les conditions de leur perception par l'utilisateur qui se déplace à vitesse élevée et qui est sollicité par les exigences de la conduite. On doit, pour cela, respecter les principes suivants :
- l'inflation des signaux nuit à leur efficacité, il ne faut donc les placer que s'ils sont vraiment utiles
- il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif. On doit donc réduire et simplifier les indications le plus possible et, le cas échéant, répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés
- on a pu montrer que l'observateur moyen ne peut d'un seul coup percevoir et comprendre plus de deux symboles ;

- en signalisation de direction, le nombre de mentions signalées ne doit pas dépasser six, dont pas plus de quatre de la même couleur.

Sur autoroutes et routes à chaussées séparées, la signalisation de jalonnement est placée sur des potences ou des portiques surmontant chacune des chaussées pour être visibles de loin par des véhicules circulant à vitesse élevée

c-Signalisation de direction

Elle vise à rationaliser le choix des mentions à porter sur les panneaux en évitant à la fois un excès et une insuffisance du nombre de lieux signalés et, dans tous les cas de fréquentes discontinuités, des messages le long des itinéraires. Elle vise également à assurer une meilleure homogénéité par grandes liaisons, ce qui est une condition indispensable pour le confort et la sécurité des grands déplacements.

Catégories de panneaux

1. Panneaux de danger ; (type A) triangle équilatéral, pointe en haut.
2. Signaux de réglementation, se subdivisons-en :
 - Signaux de priorités (type B)
 - Signaux d'intersection ou de restriction (type C)
 - Signaux d'obligation (type D)
3. Signaux d'indication

IX.1.4.2-Dispositions générales

Les panneaux de signalisation sont à implanter de façon à introduire un recul minimal de 0,70m entre le bord du panneau et la bande dérasée de droite ou, pour les panneaux implantés sur les îlots en saillie, le bord de la voie la plus proche

Tous les éléments de signalisation (panneaux de priorité, de prescription, ou signalisation directionnelle, balise J5, etc.), à l'approche et dans le carrefour, sur le bord de la route ou sur les îlots séparateurs, doivent être implantés de façon à ne pas compromettre les conditions de visibilité. Afin que la signalisation de la route principale soit en dehors des

triangles de visibilité, il convient de l'implanter à une distance de 200 m environ dans la situation de CEDEZ LE PASSAGE, et de 50 m au moins dans la situation d'arrêt (STOP)

IX.1.4.3-Signalisation horizontale non lumineuse ou réfléchissante

- Le Marquage routier.
- La signalisation routière sur chaussées.

Le marquage des chaussées doit indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Il a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers.

Le marquage des chaussées n'est pas obligatoire, sauf sur routes express et autoroutes ainsi que dans certains cas spécifiques (ligne complétant les panneaux Stop...).

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité u différente suivant le type de route. On adopte pour valeur de u : 7,5 cm pour les routes à chaussées séparées, 6 cm pour les routes importantes, 5 cm pour les autres types de route.

Les marquages horizontaux se divisent en trois types :

IX.1.4.3.1-Marquages longitudinaux

Lignes discontinues de type T1, T2 ou T3.

Lignes mixtes : lignes continues doublées par ligne discontinue du type T1 dans le cas général :

- Continues infranchissables,
- Discontinues axiales ou de délimitation des voies (T1 et T'1),
- Discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de délimitation des voies en agglomération (T3)
- Discontinues de marquage de rive (T2),

- Mixtes (ligne discontinue du type T1 ou T3, accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies qu'à partir d'un seul côté
- continues ou discontinues de délimitation de voies réservées à certaines catégories de véhicules (T3) ou de délimitation de bande d'arrêt d'urgence (T'3)

IX.1.4.3.2-Marquages transversaux

Ligne STOP : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue

Ligne «cédez le passage » (T1, 5U).

Ligne «effet des signaux » (T2, 3U).

IX.1.4.3.3-Autres Marquages

- Flèche de rabattement.
- Flèche de direction

Balisage

Les îlots séparateurs sont signalés par des balises J5, placées aux centres des têtes d'îlots. L'usage de tout autre dispositif de balisage (tels que les balises J4, les délinéateurs, les balises J11, etc.) peut nuire à la bonne lisibilité du carrefour. De tels dispositifs ne seraient être acceptés dans les projets d'aménagements neufs.

- Les panneaux sont rétro réfléchissants et la classe 2 est recommandée.
- Une balise J5 est implantée en nez de chaque îlot séparateur.
- L'emploi des balises J11 doit rester exceptionnel.
- Les plots rétro réfléchissants peuvent être utilisés en complément du marquage.

L'usage de tout autre dispositif de balisage dans le carrefour (tel que les balises de virage J4, les délinéateurs J6) peut engendrer des effets nuisibles à sa bonne lisibilité. De tels dispositifs ne sauraient être acceptés dans les projets d'aménagements neufs.

Tableau des équipements

équipements	nécessite	fonction
<u>Équipements statiques</u>		
<i>Signalisation horizontale</i>		
- Marquage complet axe et rive	Recommandé	Prescription, guidage, alerte
- Marquage des lignes cédez le passage	Obligatoire	Prescription
- Contours d'ilots	Recommandé	Prescription guidage, alerte
- Passage piétons	Possible	Prescription, alerte
- Arrêt transport en commun	Possible	Prescription
<i>Signalisation Verticale</i>		
➤ De police		
- Intersection et régimes de priorité et A25	Obligatoire	Prescription, alerte
- Prescription	Recommandé	Prescription, guidage
➤ De direction	Recommandé	Repérage géographique, alerte
<i>Équipements de balisage</i>		
- J5	Recommandé	Prescription, alerte
- J11	Possible	Guidage
- Plots retro réfléchissant	Possible	Guidage
<i>Barrières de sécurité (dispositif de retenue)</i>		
<i>Équipements dynamique</i>		
Éclairage	Possible Déconseillé	Retenue

Tableau 40:Les équipements de signalisation dans un giratoire

Obligatoire : la mise en place de l'équipement est rendue obligatoire par un texte réglementaire

Recommandé : aucun texte réglementaire n'impose la mise en place de cet équipement mais le groupe d'experts l'estime indispensable

Possible : équipement qui n'est pas systématique et qui peut être mis en place selon les besoins du maître d'ouvrage ou du gestionnaire

Déconseillé : le groupe d'experts ne préconise pas la mise en place de cet équipement

Application au projet

En respectant les critères annoncés précédemment ainsi que la réglementation routière algérienne, on mentionne sur le plan de signalisation que le giratoire prend une grande partie de la signalisation utilisée, la codification des panneaux (le contenu des panneaux se trouve à l'annexe) et les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont :



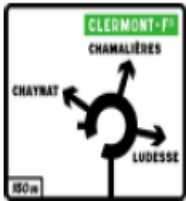
- pré signalisation par panneau A25 (panonceau M9z recommandé) à environ 30 m du carrefour (en milieu urbain dense, on peut le mettre plus près pourvu qu'il soit visible)
- en position: ligne « cédez-le-passage» et panneau AB3a qui doivent être très visibles d'assez loin.
- un marquage au sol à l'aide de flèches sur l'anneau indiquant le sens de rotation s'avère souvent efficace;
- la largeur des îlots séparateurs ne permet généralement pas d'y implanter la signalisation de direction qui pourra être éventuellement placée en périphérie de l'anneau.



J5
Signalisation des têtes d'îlots directionnels à contournement par la droite



B6d
Arrêt et stationnement interdits



D42b
Panneau de présignalisation diagrammatique à sens giratoires



C28
Indication de la réduction du nombre de voies sur une route chaussées séparées ou sur un créneau de dépassement à chaussées séparées



B14
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée



A18
Circulation dans les deux sens



A1b
Virage à gauche



A1a
Virage à droite

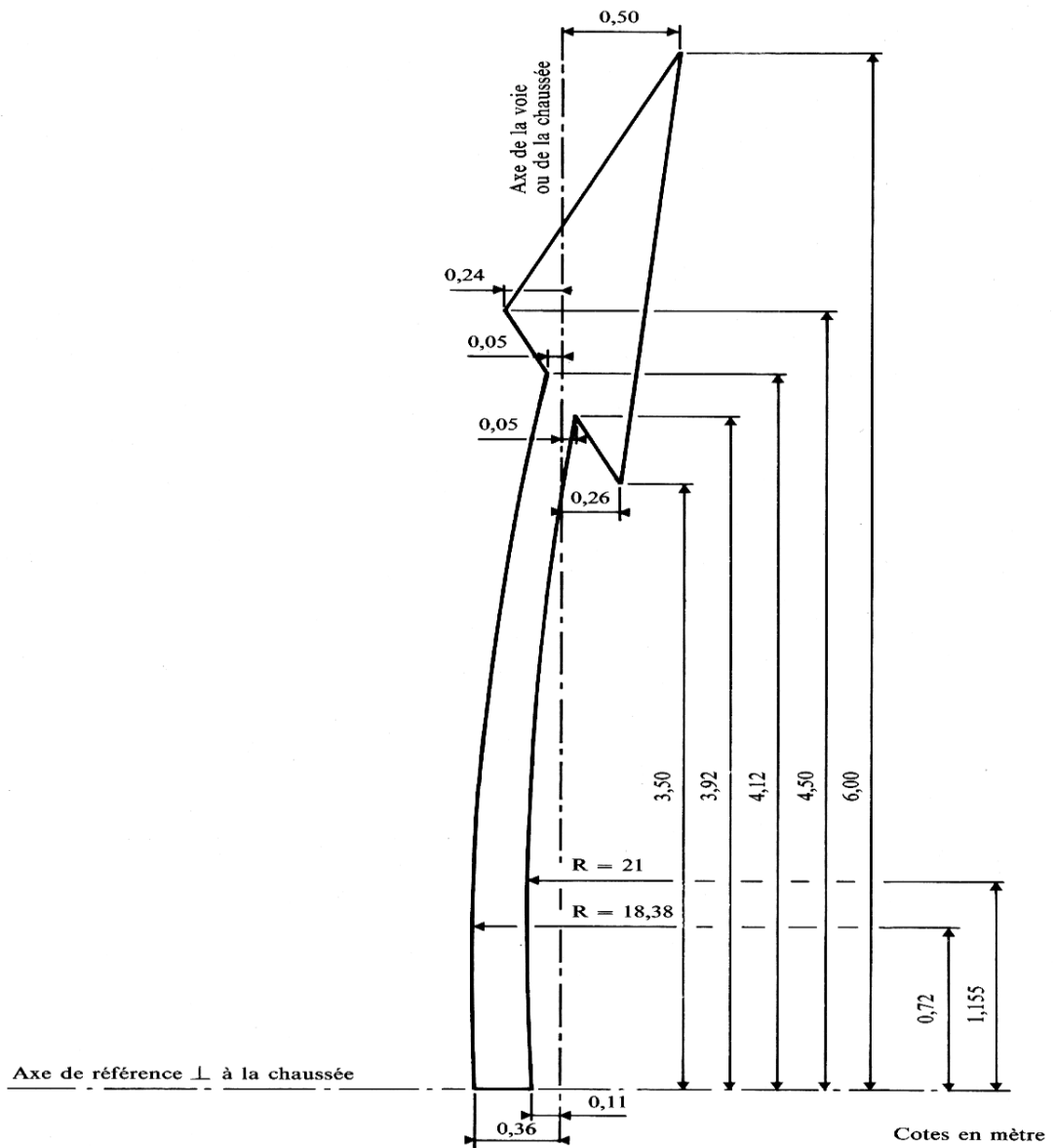


Figure 0.1: Détail flèche de rabattement-

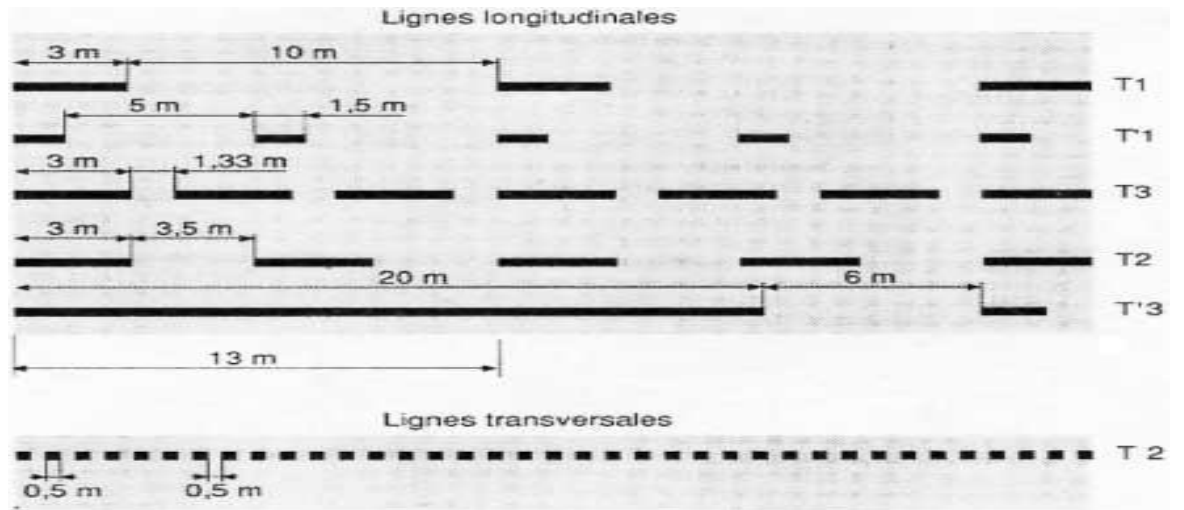
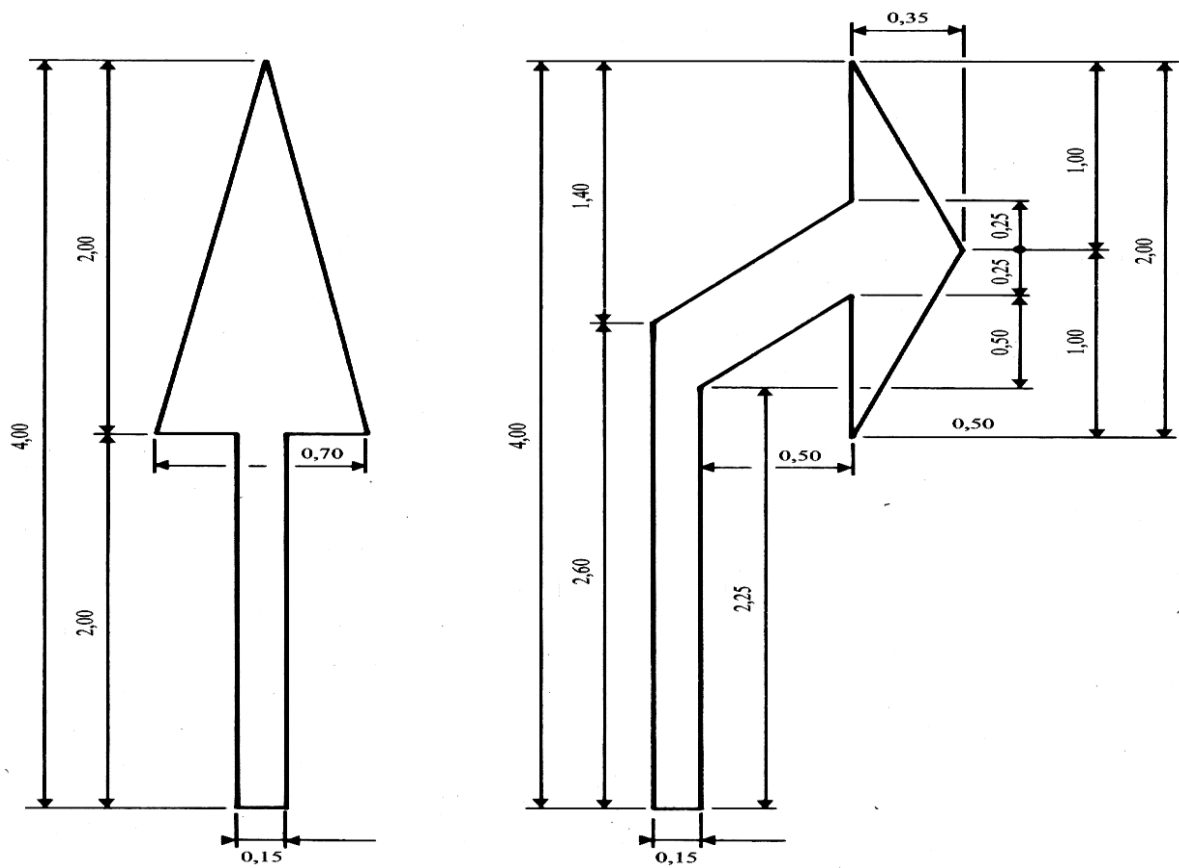


Figure 0.2:détail des lignes longitudinales et transversales-



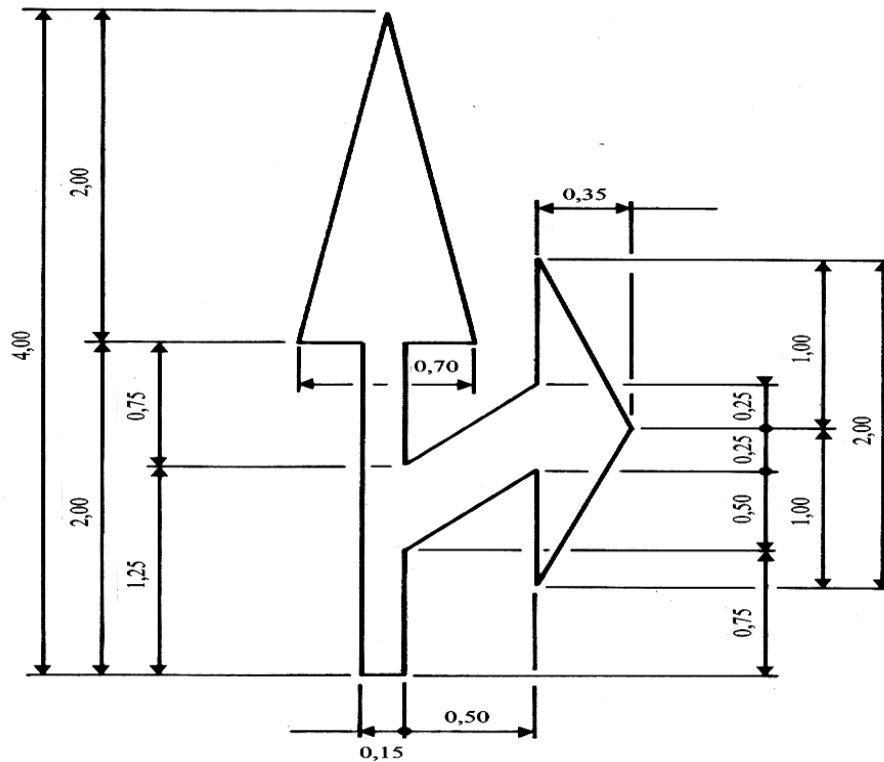


Figure 0.3:Détail flèche de direction

Les couleurs utilisées pour les panneaux sont strictement codifiées.

Ils peuvent être réflécorisés. La réflécorisation standard n'étant efficace que jusqu'à 4 m, il faut, au-delà de cette hauteur, utiliser des réflécorisations « haute densité ».

Les panneaux de jalonnement sur portiques peuvent également être éclairés de l'intérieur.

Précisons enfin que, comme le prescrit la loi, le droit de placer en vue du public, par tous les moyens appropriés, des indications ou signaux concernant à un titre quelconque la circulation

N'appartient qu'aux administrations (nationales, départementales ou communales) chargées des services de la voirie, leur pouvoir s'exerçant dans le strict respect du Code de la route.

La hauteur réglementaire de la partie basse des panneaux au-dessus du sol est de 1 m en rase campagne. En agglomération, les panneaux peuvent être placés jusqu'à 2,30 m de hauteur pour tenir compte, en particulier, des véhicules qui peuvent les masquer.

Devis quantitatif et Estimatif

Lot2: du Pk 7+650 au Pk 12+650

RÉF	DÉSIGNATIONS	UNITÉ	QTÉ	P.U H.T	MONTANT (DA)
A	DÉGAGEMENT DES EMPRISES ET TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX				
A-1	Décapage des terres végétales	M2	60000	100,00 DA	6 000 000,00 DA
A-2	Déblais mise en dépôt.	M3	31945	300,00 DA	9 583 500,00 DA
A-3	Remblais d'empreint	M3	28849	500,00 DA	14 424 500,00 DA
B	CONSTRUCTION DU CORPS DE CHAUSSEE				
B-1	Fourniture et pose d'une couche de fondation en TUF sur 20 cm d'épaisseur y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	M3	14000	1 200,00 DA	16 800 000,00 DA
B-2	Fourniture et pose d'une couche de base en grave concassée 0/40 sur 25 cm d'épaisseur y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	M3	17500	1 500,00 DA	26 250 000,00 DA
B-3	Fourniture et pose d'une couche grave bitume sur 13 cm y compris toutes sujétions de bonnes exécutions	T	21112	8 400,00 DA	177 340 800,00 DA
B-4	Imprégnation en cut-back 0/1 dosé à 1 Kg/m2 y compris toutes sujétions de bonne exécution	M2	35000	500,00 DA	17 500 000,00 DA
B-5	Fourniture et pose d'une couche d'accrochage en émulsion cationique dosée à 0,3 kg/m2, y compris toutes sujétions de bonne exécution	M2	70000	500,00 DA	35 000 000,00 DA
B-6	Fourniture et pose d'une couche de roulement en béton bitumineux sur 7 cm y compris toutes sujétions de bonne exécution	T	11368	8 900,00 DA	101 175 200,00 DA
B-7	Fourniture et pose d'accotement en TUF sur 20 cm d'épaisseur et sur une largeur de 2 m y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	ML	2000	1 200,00 DA	2 400 000,00 DA
B-8	Fourniture et pose de glissière en béton armé (GBA) type séparateur central de chaussée, y compris fabrication, transport, manutention, mise en œuvre, réglages, calage, et toutes sujétions	ML	10 000	5 000,00 DA	50 000 000,00 DA

	nécessaires à la bonne exécution.				
C	ASSAINISSEMENT				
C-1	Fossé trapézoïdal en béton armé	ML	10000	2 800,00 DA	28 000 000,00 DA
MONTANT				484 474 000,00 DA	
E	INSTALLATION DE CHANTIER.		1%	4 844 740,00 DA	
F	ETUDE COMPLEMENTAIRE		10%	48 447 400,00 DA	
G	SIGNALISATION ET ECLAIRAGE		5%	24 223 700,00 DA	
H	IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT		2%	9 689 480,00 DA	
			TOTAL H.T	571 679 320,00 DA	
			T.V.A. 19 %	108 619 070,80 DA	
			TOTAL T.T.C	680 298 390,80 DA	

Le projet est estimé à : **680 298 390,80 DA**

Six Cent Quatre-vingt Millions Deux Cent Quatre-vingt-dix-huit Mille Trois Cent Quatre-vingt-dix Dinars Et Quatre-vingts Centimes

CONCLUSION

Ce présent travail de fin d'étude était l'occasion pour perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes.

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

Dans notre projet de dédoublement nous avons essayé de suivre le tracé de la route existante et récupéré la chaussée. Nous avons introduit le long Des deux tracés des courbes de raccordement en respectant les normes imposées par le B40 pour assurer le confort et la sécurité de l'usager car toute négligence peut être fatale. D'autre part nous avons évité au maximum les contraintes y existantes à savoir la fibre optique, les arbres, les propriétés privée... tout ceci en tenant compte de l'aspect économique du projet.

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers. ET une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels auto cad et covadis.

On était limité par le temps, le manque de salles de calculs et d'autre contraintes mais cela ne nous a pas empêché pour venir à bout de ce travail grâce aux orientations de nos professeurs.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près.

BIBLIOGRAPHIE

- Les normes B40
- 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 (certu)
- Projet et construction des routes (setra)
- Amélioration de la sécurité des virages des routes principales en rase campagne (setra)
- Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes (setra)
- conception géométrique de route (setra)
- l'équipement des routes interurbaines volume1 (setra)
- Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaine (Cetur)
- conception des routes (Dr :himouri slimane)
- construction des routes (Dr :himouri slimane)
- Conditions techniques d'aménagement des routes (Dr :himouri slimane)
- Projet et construction de routes par Jean BERTHIER Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées
- Mémoires ENTP promotion 2021-2022
- Mémoires promotion 2023-2024(encadré par Mr ROUAM SERIK MOHAMED)